

Hareket ve Antrenman Bilimleri:

Performans, Antrenman Yüğü ve
Dijital İzleme Yaklaşımları

Editör:

Prof. Dr. Fatih ÇATIKKAŞ



**Hareket ve Antrenman Bilimleri:
Performans, Antrenman Yüğü ve Dijital İzleme
Yaklaşımları**



Editör

Prof.Dr. Fatih ÇATIKKAŞ



Hareket ve Antrenman Bilimleri: Performans, Antrenman Yüğü ve Dijital İzleme Yaklaşımları



Editör
Prof.Dr. Fatih ÇATIKKAŞ

Genel Yayın Yönetmeni
Berkan Balpetek

Sayfa ve Kapak Tasarımı
Duvar Design

Yayın Tarihi
6 EKİM, 2026

Yayıncı Sertifika No
49837

ISBN: 978-625-5471-16-1



© Duvar Yayınları

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

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com



**Hareket ve Antrenman Bilimleri:
Performans, Antrenman Yüğü
ve
Dijital İzleme Yaklaşımları**

Editör



Prof.Dr. Fatih ÇATIKKAŞ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi
Antrenörlük Eğitimi Bölümü

Hareket Ve Antrenman Bilimleri Anabilim Dalı

ORCID: 0000-0003-4105-2029

fatihcatikkas@gmail.com



Kitapta yer alan bölümlerin bilimsel ve hukuki sorumluluğı ilgili bölüm yazarlarına aittir.
Editörler, eserin bilimsel ve editöryal koordinasyonundan sorumludur.



İÇİNDEKİLER

1. BÖLÜM	SPORCULARDA AKUT-KRONİK İŞ YÜKÜ ORANININ (ACWR) HESAPLANMASI VE YORUMLANMASI: METODOLOJİK YAKLAŞIMLAR VE GÜNCEL TARTIŞMALAR	1
	Ömer AKSOY	
2. BÖLÜM	FUTBOLDA ISINMA PROTOKOLLERİ VE GPS TEKNOLOJİSİ: SPORTİF PERFORMANSIN HAZIRLANMASI VE İZLENMESİ	21
	Tuncay KIRATLI	
3. BÖLÜM	DAR ALAN OYUNLARININ FUTBOLCU PERFORMANSINA ETKİLERİ	37
	Sezgin HEPSERT, Engin VURAL	
4. BÖLÜM	HAREKET VE ANTRENMAN SÜRECİNDE SPORCU PERFORMANSININ DİJİTAL VERİLERLE İZLENMESİ VE BÜTÜNCÜL DEĞERLENDİRİLMESİ	47
	Emre YAMANER, Tuna TURĞUT	
5. BÖLÜM	ERGOJENİK YARDIMCILARIN ANTRENMAN VE SPORTİF PERFORMANSA ETKİLERİ	64
	Sezgin HEPSERT, Engin VURAL	

—◆—
I. BÖLÜM
—◆—

**Sporcularda Akut-Kronik İş Yüğü Oranının
(Acwr) Hesaplanması ve Yorumlanması:
Metodolojik Yaklaşımlar ve Güncel Tartışmalar**

Ömer Aksoy¹

Aksoy, Ö. (2026). Sporcularda akut-kronik iş yüğü oranının (ACWR) hesaplanması ve yorumlanması: Metodolojik yaklaşımlar ve güncel tartışmalar. In F. Çatıkkaş (Ed.), *Hareket ve antrenman bilimleri: Performans, antrenman yüğü ve dijital izleme yaklaşımları* (pp. 1–20). Duvar Yayınları.

¹ İstanbul Gelişim Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü
E-mail: aksoyyomerr@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0976-4977>

1. Giriş

Modern spor bilimlerinde performansın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi, yalnızca antrenman hacmi veya şiddetinin artırılmasıyla değil, sporcunun yüklenmeye verdiği bireysel yanıtın sistematik biçimde izlenmesiyle mümkündür. Antrenman süreci fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik düzeyde çok boyutlu stres yanıtları oluşturur. Bu yanıtlar uygun toparlanma ile birleştiğinde performans gelişimi ve pozitif adaptasyon sağlanabilir; ancak yetersiz toparlanma, ani yük artışları veya sporcunun mevcut kapasitesini aşan yüklenmeler yaralanma, aşırı yorgunluk ve performans düşüşü gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle sporcu izleme sistemleri, günümüzde yalnızca performans değerlendirme aracı değil, aynı zamanda yük yönetimi, toparlanma takibi ve yaralanma riskinin azaltılması açısından temel bir uygulama alanı olarak görülmektedir.

Antrenman yükü genel olarak iç yük ve dış yük olmak üzere iki boyutta ele alınmaktadır. Dış yük, sporcunun antrenman veya müsabaka sırasında gerçekleştirdiği fiziksel işi; iç yük ise bu fiziksel işin sporcuda oluşturduğu fizyolojik ve algısal yanıtı ifade eder. Toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon, deselerasyon ve GPS/ivmeölçer temelli parametreler dış yük göstergeleri arasında yer alırken; kalp atım hızı, algılanan zorluk derecesi, session-RPE ve wellness göstergeleri iç yük kapsamında değerlendirilebilir. Bourdon vd. (2017), sporcu izleme sürecinde iç ve dış yükün birlikte değerlendirilmesinin antrenman stresinin daha bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sağladığını vurgulamaktadır.

Antrenman yükünün izlenmesinde temel amaç, sporcunun maruz kaldığı yüklenme ile bu yüklenmeye uyum sağlama kapasitesi arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir. Gabbett (2016), “antrenman-yaralanma önleme paradoksu” yaklaşımında yüksek antrenman yükünün her zaman riskli olmadığını; kontrollü biçimde geliştirilen kronik yükün sporcunun sonraki yüklenmelere karşı toleransını artırabileceğini belirtmiştir. Bu yaklaşım, yalnızca toplam yük miktarına değil, yüklenmenin zaman içindeki dağılımına ve sporcunun önceki yüklenme geçmişine odaklanılması gerektiğini göstermektedir.

Bu bağlamda akut-kronik iş yükü oranı (acute:chronic workload ratio [ACWR]), sporcularda yakın dönem yüklenme ile daha uzun dönemli yüklenme geçmişini karşılaştırmak amacıyla kullanılan pratik bir izleme göstergesi olarak öne çıkmıştır. ACWR, en genel biçimiyle akut iş yükünün kronik iş yüküne oranlanmasıyla hesaplanır. Akut yük çoğunlukla son bir haftalık yüklenmeyi, kronik yük ise genellikle önceki üç-dört haftalık ortalama yüklenmeyi temsil eder.

Hulin vd. (2015), elit rugby league oyuncularında akut yükün kronik yüke göre belirgin biçimde artmasının yaralanma riskiyle ilişkili olabileceğini, buna karşılık yüksek kronik yükün bazı durumlarda koruyucu rol oynayabileceğini bildirmiştir.

ACWR'nin pratikte yaygınlaşmasının temel nedeni, hesaplama mantığının sade olması ve antrenörler, performans uzmanları ile sağlık ekiplerine sporcunun güncel yüklenmesini geçmiş yüklenme düzeyiyle karşılaştırma imkânı sunmasıdır. Bununla birlikte ACWR'nin yaralanma riskini açıklama gücü; kullanılan yük değişkenine, akut ve kronik zaman pencerelerine, hesaplama yöntemine, spor branşına, yaralanma tanımına ve istatistiksel analiz yaklaşımına göre değişebilmektedir (Andrade vd., 2020; Dalen-Loretsen vd., 2021). Bu nedenle ACWR, evrensel bir yaralanma tahmin modeli değil, metodolojik tercihlere duyarlı bir karar destek göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

Bu kitap bölümünün amacı, sporcularda ACWR'nin hesaplanması ve yorumlanmasına ilişkin temel kavramları açıklamak, farklı hesaplama yaklaşımlarını karşılaştırmak ve güncel metodolojik tartışmaları eleştirel biçimde değerlendirmektir. Bölümde öncelikle antrenman yükü, akut yük ve kronik yük kavramları ele alınacak; ardından ACWR'nin tanımı, teorik temelleri, hesaplama yöntemleri, yorum aralıkları, yaralanma riskiyle ilişkisi, metodolojik sınırlılıkları ve uygulama önerileri özetlenecektir.

2. Sporcularda Antrenman Yüğü Kavramı

Spor bilimlerinde antrenman yükü, sporcunun antrenman ve müsabaka sürecinde maruz kaldığı fiziksel, fizyolojik ve psikolojik stresin anlaşılması için temel bir kavramdır. Yük takibi yalnızca sporcunun ne kadar çalıştığını belirlemek için değil, bu çalışmanın sporcuda nasıl bir yanıt oluşturduğunu değerlendirmek için de kullanılır. Halson (2014), antrenman yükü izlemenin sporcunun programa uyumunu değerlendirme ve aşırı yorgunluk gelişimini önleme açısından önemli olduğunu belirtmektedir. Bourdon vd. (2017) ise modern sporcu yük takibinin çok disiplinli bir yaklaşım gerektirdiğini ve tek bir ölçüm aracına indirgenmemesi gerektiğini vurgulamaktadır.

2.1. Antrenman Yüğü Tanımı

Antrenman yükü, sporcuda belirli bir adaptasyon veya performans çıktısı oluşturmak amacıyla uygulanan egzersiz uyararı olarak tanımlanabilir. Impellizzeri vd. (2020), antrenman yükünü uygulayıcıların belirli bir antrenman sonucu elde etmek için kullandıkları temel “girdi değişkeni” olarak açıklamaktadır.

Bu yönüyle yük, yalnızca ölçülen bir sonuç değil, aynı zamanda performans gelişimini yönlendirmek amacıyla planlanan ve manipüle edilen bir antrenman bileşenidir.

Antrenman yükü; sıklık, süre, hacim, yoğunluk, egzersiz türü, dinlenme aralıkları ve müsabaka yüklenmeleri gibi birçok bileşenden oluşur. Bu nedenle aynı toplam süreye sahip iki antrenman, sporcu üzerinde aynı fizyolojik veya mekanik etkiyi oluşturmayabilir. Örneğin düşük yoğunluklu aerobik çalışma ile yüksek yoğunluklu sprint çalışması aynı süreye sahip olsa bile dokular ve enerji sistemleri üzerinde farklı stres yaratır. Bu nedenle yük takibinde yalnızca süre veya toplam mesafe gibi tekil göstergeler yeterli değildir; yapılan işin niteliği ve sporcuda oluşturduğu stres birlikte değerlendirilmelidir.

2.2. İç Yük ve Dış Yük Ayrımı

Antrenman yükü literatüründe en temel ayrımlardan biri iç yük ve dış yük ayrımıdır. Dış yük, sporcunun antrenman veya müsabaka sırasında gerçekleştirdiği fiziksel işi ifade eder. Toplam mesafe, yüksek hızlı koşu mesafesi, sprint sayısı, güç çıktısı, akselerasyon, deselerasyon ve GPS verileri dış yük göstergeleri arasında sayılabilir. İç yük ise sporcunun dış yüke verdiği fizyolojik ve psikolojik yanıtı gösterir. Kalp atım hızı, kan laktatı, algılanan zorluk derecesi, session-RPE ve toparlanma algısı iç yük kapsamında değerlendirilebilir (Halsen, 2014).

Bu ayrım, aynı dış yükün farklı sporcularda farklı iç yük yanıtları oluşturabileceğini göstermesi bakımından önemlidir. İki sporcu aynı mesafeyi aynı hızda koşabilir; ancak kalp atım yanıtı, algılanan zorluk düzeyi ve toparlanma ihtiyacı farklı olabilir. Bu farklılıklar antrenman geçmişi, aerobik kapasite, kuvvet düzeyi, uyku kalitesi, beslenme, psikolojik stres ve önceki yaralanma öyküsü gibi çok sayıda faktörden etkilenir. Burgess (2017), elit takım sporlarında session-RPE, wellness, kalp atım hızı ve kan temelli değişkenlerin pratik yük takibinde kullanılabildiğini belirtmektedir.

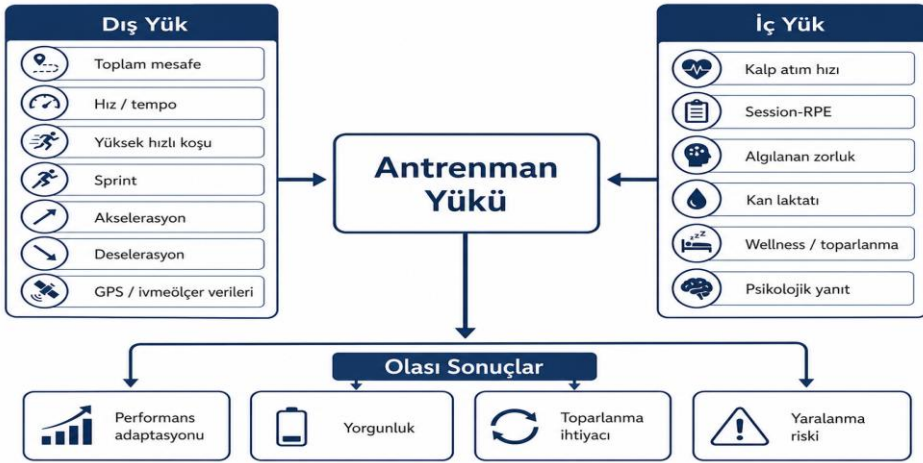
2.3. Antrenman Yükü Takibinin Önemi

Antrenman yükü takibinin temel amacı, yüklenme ile sporcunun bu yüklenmeye verdiği yanıt arasındaki ilişkiyi anlamaktır. Uygun biçimde planlanan yüklenme performans gelişimini desteklerken; yetersiz yüklenme gelişimi sınırlayabilir, aşırı veya ani yük artışları ise yorgunluk ve yaralanma riskini

artırabilir. Bu nedenle yük takibi, yalnızca geriye dönük bir değerlendirme aracı değil, aynı zamanda ileriye dönük karar verme sürecinin önemli bir parçasıdır.

Vanrenterghem vd. (2017), antrenman yükü izleme sürecinde fizyolojik ve biyomekanik adaptasyon yollarının ayrıştırılmasının önemini vurgulamaktadır. Çünkü dış yük yalnızca enerji sistemleri üzerinde değil, aynı zamanda kas, tendon, kemik ve eklem gibi dokular üzerinde de mekanik stres oluşturur. Bu nedenle yük takibi, kardiyovasküler yanıtların yanında dokuların maruz kaldığı mekanik yüklenmeyi de dikkate almalıdır. Bununla birlikte yük ile yaralanma ilişkisi doğrudan ve tek yönlü değildir; Impellizzeri vd. (2020), yaralanmanın çok faktörlü bir süreç olduğunu ve yük verilerinin diğer klinik ve performans göstergeleriyle birlikte yorumlanması gerektiğini belirtmektedir. Sporcularda antrenman yükünün iç ve dış yük bileşenleriyle birlikte değerlendirilmesi, bu yüklenmenin olası sonuçlarının daha bütüncül biçimde anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Bu kavramsal çerçeve Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1. Sporcularda Antrenman Yüğü Kavramsal Çerçevesi



3. Akut ve Kronik İş Yüğü Kavramları

ACWR'nin doğru anlaşılabilmesi için öncelikle akut iş yüğü ve kronik iş yüğü kavramlarının açıklanması gerekir. Bu iki kavram, sporcunun kısa dönemli yüklenme düzeyi ile daha uzun dönemli yüklenme geçmişi arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla kullanılır. Dalen-Loretsen vd. (2021), ACWR'nin yakın

dönemde tamamlanan antrenman yükünün daha uzun bir zaman dilimindeki yükle karşılaştırılması yoluyla hesaplandığını belirtmektedir. Bu nedenle akut ve kronik yük kavramları yalnızca matematiksel değil, aynı zamanda adaptasyon ve yük toleransı açısından da anlam taşır.

3.1. Akut İş Yüğü

Akut iş yüğü, sporcunun yakın dönemde maruz kaldığı antrenman veya müsabaka yükünü ifade eder. ACWR uygulamalarında bu dönem çoğunlukla son 7 gün olarak kabul edilir. Akut yük, mevcut veya yakın dönemli yorgunluk düzeyini, antrenman stresini ve kısa süreli yük değişimini yansıtan bir gösterge olarak yorumlanır. Zouhal vd. (2021), ACWR yaklaşımında akut yükün Banister'ın fitness-fatigue modelindeki yorgunluk bileşeniyle ilişkilendirildiğini aktarmaktadır.

Akut yük iç yük veya dış yük göstergeleri üzerinden hesaplanabilir. Session-RPE, kalp atım hızı ve algılanan yorgunluk iç yük; toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon ve deselerasyon ise dış yük değişkenleri olarak kullanılabilir. Ancak akut yükün yüksek olması tek başına olumsuz değildir. Yüksek akut yük, planlı bir yoğunlaşma döneminin veya müsabaka takviminin sonucu olabilir. Buna karşılık akut yük, sporcunun alışık olduğu kronik yük düzeyinin belirgin biçimde üzerine çıktığında ani yük artışı olarak yorumlanmalı ve bağlamla birlikte değerlendirilmelidir (Hulin vd., 2015).

3.2. Kronik İş Yüğü

Kronik iş yüğü, sporcunun daha uzun süreli yüklenme geçmişini ifade eder. ACWR hesaplamalarında kronik yük genellikle son 3-6 haftalık veya daha yaygın biçimde dört haftalık ortalama yük olarak ele alınmaktadır. Hulin vd. (2015), kronik yükü dört haftalık ortalama akut yük olarak hesaplamış ve yüksek kronik yükün bazı durumlarda yaralanma riskini azaltıcı bir rol oynayabileceğini bildirmiştir. Bu bulgu, kronik yükün yalnızca geçmiş yük miktarını değil, belirli yüklenmelere karşı gelişen hazırlık veya tolerans düzeyini de temsil edebileceği düşüncesini desteklemiştir.

Bununla birlikte kronik yük otomatik olarak “yüksek fitness” veya “koruyucu kapasite” anlamına gelmez. Kronik yük geçmişte tamamlanan yüklenmelerin nicel göstergesidir; bu yüklerin pozitif adaptasyon oluşturup oluşturmadığı toparlanma kalitesi, antrenman içeriği, uyku, beslenme, sağlık durumu ve bireysel yanıt gibi faktörlere bağlıdır. Bu nedenle kronik yük, sporcunun

hazırlık düzeyine ilişkin yararlı bir gösterge olmakla birlikte, gerçek fizyolojik veya biyomekanik kapasitenin tek temsilcisi olarak görülmemelidir (Impellizzeri vd., 2020).

3.3. Akut ve Kronik Yüğü İlişkisinin Önemi

Akut ve kronik yüğü arasındaki ilişki, sporcunun mevcut yüğülenmesinin geçmiş yüğülenme kapasitesiyle uyumlu olup olmadığını değerlendirmeye imkân tanır. Akut yüğü kronik yüğüle benzer düzeydeyse mevcut yüğülenmenin alışılmış düzeyde olduğu düşünölebilir. Akut yüğü kronik yüğüün belirgin biçimde üzerindeyse sporcunun alışık olduğu yüğülenmenin üzerine çıktığı, akut yüğü kronik yüğüün belirgin biçimde altındaysa yüğülenmenin azaldığı veya toparlanma/rehabilitasyon bağlamında farklı bir dönemin bulunduğu değerlendirilebilir.

Bu ilişkinin uygulamadaki en önemli katkısı ani yüğü artışlarının belirlenebilmesidir. Ancak akut-kronik yüğü ilişkisi doğrudan yaralanma nedeni olarak yorumlanmamalıdır. Hulin vd. (2015), yüksek kronik yüğüün bazı durumlarda koruyucu olabileceğini, düşük kronik yüğüle birleşen yüksek akut yüğülenmenin ise riskli olabileceğini göstermiştir. Buna rağmen yaralanma biyolojik, mekanik, psikolojik ve çevresel birçok faktörün etkileşimiyle ortaya çıkar. Bu nedenle akut ve kronik yüğü göstergeleri, kapsamlı sporcu izleme sistemlerinde karar destek parametreleri olarak kullanılmalıdır.

4. Akut-Kronik İş Yüğü Oranı (ACWR)

Akut-kronik iş yüğü oranı, sporculara yakın dönemli antrenman yüğüünün daha uzun dönemli yüğülenme geçmişiyle karşılaştırılması amacıyla kullanılan bir yüğü izleme göstergesidir. İngilizce literatürde acute:chronic workload ratio olarak adlandırılan bu kavram kısaca ACWR biçiminde kullanılmaktadır. ACWR'nin temel amacı, sporcunun son dönemde maruz kaldığı yüğülenmenin daha önce alışık olduğu yüğülenme düzeyine göre ne kadar değiştiiğini değerlendirmektir. Bu nedenle ACWR, toplam yüğü miktarından çok yüğülenmenin zaman içindeki görelideğişimini anlamaya yönelik bir araçtır. ACWR'nin temel mantığı, akut yüğüün kronik yüğü ile karşılaştırılmasına dayanmaktadır. Akut ve kronik yüğüün zaman pencereleri ile oran hesaplama mantığı Şekil 2'de gösterilmektedir.

4.1. ACWR'nin Tanımı

ACWR en genel biçimiyle akut iş yükünün kronik iş yüküne oranlanmasıyla hesaplanır: $ACWR = \text{Akut iş yükü} / \text{Kronik iş yükü}$. Bu formülde akut iş yükü kısa dönemli yüklenmeyi, kronik iş yükü ise daha uzun dönemli yüklenme geçmişini ifade eder. Geleneksel uygulamalarda akut yük genellikle son 7 günlük yüklenme, kronik yük ise son 21-28 günlük veya 3-6 haftalık ortalama yüklenme üzerinden hesaplanmaktadır (Hulin vd., 2015; Zouhal vd., 2021).

Şekil 2. Akut Yük, Kronik Yük ve ACWR Hesaplama Mantığı



Örneğin bir sporcunun son 7 günlük toplam yükü 2400 AU, son 4 haftalık ortalama yükü ise 2000 AU ise ACWR değeri 1.20 olur. Bu değer, mevcut haftadaki yükün önceki ortalama yüklenme düzeyinin yaklaşık %20 üzerinde olduğunu gösterir. Ancak bu sayısal değer tek başına risk veya güvenlik anlamına gelmez. Değerin anlamı kullanılan yük değişkenine, branşa, sezon dönemine, sporcunun geçmişine ve hesaplama yöntemine bağlıdır.

4.2. ACWR'nin Teorik Temelleri

ACWR'nin teorik temeli büyük ölçüde fitness-fatigue yaklaşımıyla ilişkilendirilmektedir. Bu yaklaşıma göre antrenman yükü bir yandan performans gelişimi ve fiziksel uygunluk artışı sağlayabilirken, diğer yandan yorgunluk ve geçici performans düşüşü oluşturabilir. Zouhal vd. (2021), ACWR kavramının Banister'ın fitness-fatigue modelinden etkilendiğini; akut yükün yorgunluk bileşeni, kronik yükün ise fitness veya hazırlık bileşeniyle ilişkilendirildiğini aktarmaktadır.

Gabbett ve Whiteley (2017), ACWR'yi sporcunun gerçekleştirdiği mevcut yükün daha önce hazırlandığı yük düzeyine göre değerlendirilmesini sağlayan bir indeks olarak tanımlamaktadır. Bu yaklaşım, yüksek yükün tek başına riskli kabul edilmemesi gerektiğini gösterir. Uygun biçimde planlanan yüksek kronik yük sporcunun yük toleransını artırabilirken, düşük kronik yüke sahip bir sporcunun ani yüksek akut yüklenmeye maruz kalması daha problemli olabilir (Gabbett, 2016; Hulin vd., 2015).

4.3. ACWR'nin Sporcu İzleme Sistemlerindeki Yeri

ACWR, sporcu izleme sistemlerinde yük değişimlerini takip etmek, ani yük artışlarını belirlemek ve antrenman planlamasında karar desteği sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle takım sporlarında çok sayıda sporcunun yüklenme verisinin takip edilmesi gerektiğinde ACWR gibi özet göstergeler karar verme sürecini kolaylaştırabilir. Bununla birlikte ACWR'nin sporcu izleme sistemlerindeki yeri yardımcı ve bağlamsal bir gösterge olarak sınırlandırılmalıdır. Dalen-Loretsen vd. (2021), ACWR ile sağlık problemleri arasındaki ilişkinin farklı metodolojik tercihlere bağlı olarak değişebildiğini göstermiştir.

ACWR yorumlanırken üç nokta önemlidir: kullanılan yük değişkeni açıkça tanımlanmalı, akut ve kronik dönemlerin nasıl belirlendiği belirtilmeli ve ACWR diğer izleme değişkenleriyle birlikte yorumlanmalıdır. Session-RPE temelli ACWR ile yüksek hızlı koşu mesafesi temelli ACWR aynı biyolojik veya mekanik anlamı taşımaz. Aynı şekilde 7:28 günlük zaman penceresi her branş ve sporcu için aynı anlamı taşımayabilir. Bu nedenle ACWR, uyku, toparlanma, yaralanma öyküsü, wellness, kuvvet, müsabaka yoğunluğu ve klinik değerlendirmelerle birlikte ele alınmalıdır.

5. ACWR Hesaplama Yöntemleri

ACWR'nin bilimsel ve uygulamalı değeri, yalnızca akut yükün kronik yüke oranlanmasından ibaret değildir. Oranın nasıl hesaplandığı, hangi zaman pencerelerinin seçildiği, akut ve kronik yükün birbirinden bağımsız olup olmadığı ve hangi yük değişkeninin kullanıldığı sonuçların yorumunu doğrudan etkiler. Dalen-Loretsen vd. (2021), ACWR çalışmalarındaki tutarsızlıkların önemli ölçüde yükün nasıl kaydedildiği, ACWR'nin nasıl hesaplandığı ve sağlık problemleriyle ilişkinin nasıl analiz edildiği gibi metodolojik tercihlerden kaynaklanabileceğini belirtmektedir.

5.1. Basit Yuvarlanan Ortalama, Coupled ve Uncoupled Yaklaşımlar

ACWR hesaplamasında en yaygın kullanılan yöntemlerden biri basit yuvarlanan ortalama yöntemidir. Bu yöntemde belirlenen zaman aralığındaki yük değerleri aritmetik ortalamaya dâhil edilir. Örneğin akut yük için son 7 gün, kronik yük için son 28 gün kullanılabilir. Daha sonra akut yük kronik yük değerine bölünerek ACWR hesaplanır. Basit yuvarlanan ortalamanın avantajı uygulamada kolay hesaplanabilmesidir; ancak seçilen dönem içindeki günlere eşit ağırlık verdiği için yakın tarihli yük değişimlerini yeterince ayırt etmeyebilir (Timóteo vd., 2024).

Bu yöntemde iki temel yaklaşım öne çıkar: coupled ve uncoupled ACWR. Coupled ACWR’de akut yük, kronik yük hesabının içinde yer alır. Bu durum pay ve payda arasında matematiksel bağımlılık oluşturabilir. Uncoupled ACWR’de ise akut yük kronik yük hesabından ayrılır; böylece akut yüklenme daha önceki yüklenme geçmişiyle daha bağımsız biçimde karşılaştırılır. Ancak hangi yöntemin daha uygun olduğu araştırmanın amacı, veri yapısı, spor branşı ve kullanılan yük değişkenine bağlıdır.

5.2. EWMA Yaklaşımı

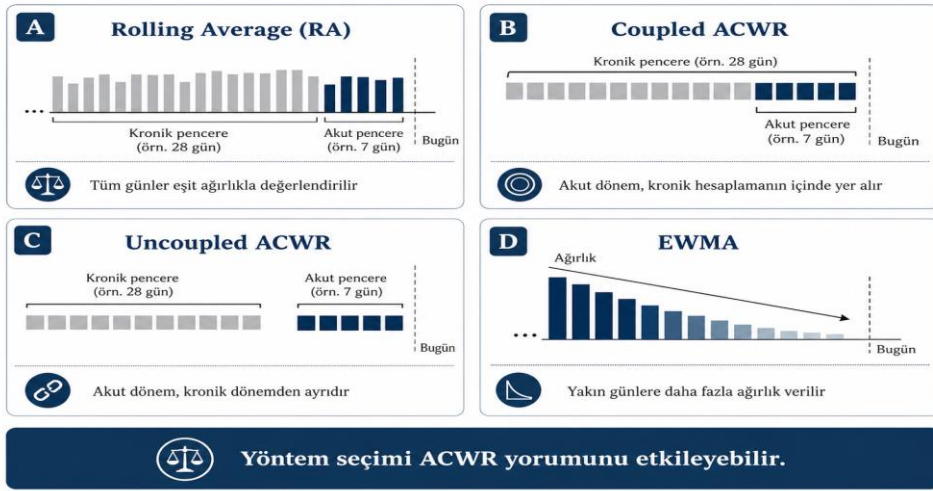
Exponentially weighted moving average (EWMA), basit yuvarlanan ortalamadan farklı olarak daha güncel yüklenmelere daha fazla ağırlık verir. Bu yaklaşımın temel varsayımı, antrenman yükünün sporcuda oluşturduğu etkinin zamanla azaldığıdır. Bu nedenle yakın günlerde yapılan yüklenmeler güncel fizyolojik ve performans durumu üzerinde daha etkili kabul edilir. Dalen-Loretsen vd. (2021), EWMA yaklaşımının her günün yük katkısını zamana bağlı olarak farklı ağırlıklandırıldığını belirtmektedir.

EWMA, özellikle yük dalgalanmalarının hızlı gerçekleştiği takım sporlarında yakın dönem değişimlerine daha duyarlı olabilir. Ancak daha gelişmiş bir yöntem olması her durumda daha doğru sonuç verdiği anlamına gelmez. EWMA’nın anlamlı kullanılabilmesi için düzenli veri kaydı, uygun zaman penceresi seçimi, veri kalitesi ve uygulayıcıların yöntemin teknik mantığını anlaması gerekir. Bu nedenle EWMA, iyi yapılandırılmış izleme sistemlerinde değerli bir seçenek olabilir. ACWR farklı hesaplama yaklaşımlarıyla elde edilebilmekte olup, bu yöntemler elde edilen sonuçların yorumunu etkileyebilmektedir. Temel hesaplama yöntemleri Şekil 3’te karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

5.3. Session-RPE, GPS ve Koşu Parametreleri Temelli ACWR

ACWR hesaplamasında kullanılan yük değişkeni, elde edilen oranın anlamını doğrudan belirler. İç yük açısından en yaygın değişkenlerden biri session-RPE'dir. Session-RPE temelli antrenman yükü genellikle antrenman süresi ile algılanan zorluk derecesinin çarpılmasıyla elde edilir ve keyfi birim üzerinden ifade edilir. Torres vd. (2021), sRPE temelli ACWR'nin saha uygulamalarında pratik bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım düşük maliyetli ve kolay uygulanabilir olmakla birlikte, sporcunun algısal yanıtına dayandığı için uyku, psikolojik stres, ağrı ve motivasyon gibi faktörlerden etkilenebilir.

Şekil 3. ACWR Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması



GPS temelli ACWR ise dış yük göstergelerine dayanır. Futbol, rugby ve benzeri saha sporlarında toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon ve deselerasyon gibi değişkenler sıklıkla kullanılmaktadır. Jiang vd. (2022), profesyonel erkek futbolcularda toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon ve deselerasyon gibi GPS değişkenlerinin yük-yaralanma ilişkisini incelemede kullanıldığını belirtmektedir. Cousins vd. (2019), rugby union oyuncularında toplam mesafe ve yüksek hızlı koşu mesafesi üzerinden ACWR ve EWMA hesaplamaları yapmıştır. Gualtieri vd. (2023) ise yüksek hızlı koşu ve sprint eşiklerinin profesyonel futbolda dikkatle tanımlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

5.4. Branşa Özgü Yük Değişkenlerinin Seçimi

ACWR hesaplamasında en kritik kararlardan biri, hangi yük değişkeninin kullanılacağıdır. Her spor branşı aynı fiziksel ve mekanik taleplere sahip değildir. Futbolda yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon ve deselerasyon; voleybolda sıçrama ve iniş yükleri; rugbyde temas, çarpışma ve pozisyona özgü koşu yükleri; koşu branşlarında ise mesafe, tempo ve eğim daha anlamlı olabilir. Timóteo vd. (2024), voleybolda farklı ACWR hesaplama yöntemlerinin yaralanma riskiyle ilişkisini inceleyerek branşa özgü yük takibinin önemini göstermektedir.

Branşa özgü değişken seçimi kadar sporcuya ve pozisyona özgü değerlendirme de önemlidir. Aynı takım içinde farklı mevkiler farklı yüklenme profillerine sahip olabilir. Ren vd. (2024), rugby union oyuncularında pozisyona göre dış yük değişkenlerinin farklılaşabildiğini göstermektedir. Bu nedenle ACWR hesaplamasında tek bir takım ortalaması yerine bireysel ve pozisyona özgü değerlendirme daha anlamlıdır.

6. ACWR Değerlerinin Yorumlanması ve Yaralanma Riskiyle İlişisi

ACWR değerlerinin yorumlanması, bu oranın sporcu izleme sistemlerinde en çok tartışılan yönlerinden biridir. İlk dönem çalışmalarda belirli oran aralıklarının yaralanma riski açısından daha güvenli veya daha riskli olabileceği ileri sürülmüştür. Ancak güncel literatür, bu aralıkların tüm branşlara, sporculara ve hesaplama yöntemlerine doğrudan genellenemeyeceğini göstermektedir. Bu nedenle ACWR değerleri yorumlanırken sayısal eşiklerin yanında kullanılan yük değişkeni, hesaplama yöntemi, zaman penceresi, spor branşı, bireysel yük toleransı ve yaralanma tipi birlikte değerlendirilmelidir (Dalen-Loretsen vd., 2021).

6.1. Düşük, Orta ve Yüksek ACWR Değerleri

ACWR'nin 1.00 civarında olması, akut yükün kronik yükle benzer düzeyde olduğunu gösterir. Düşük ACWR değerleri akut yükün kronik yükten belirgin biçimde düşük olduğu durumları ifade eder; bu durum planlı toparlanma veya rehabilitasyon sürecinde beklenen bir tablo olabilir. Ancak uzun süreli düşük akut yük, sporcunun yüklenme kapasitesini azaltabilir ve sonraki ani yük artışlarına karşı hassasiyet oluşturabilir.

Orta düzey ACWR değerleri genellikle akut ve kronik yük arasında daha dengeli bir ilişki olduğunu düşündürür. Literatürde 0.8-1.3 aralığı çoğunlukla "sweet spot" olarak tartışılmıştır. Yüksek ACWR değerleri ise akut yükün kronik

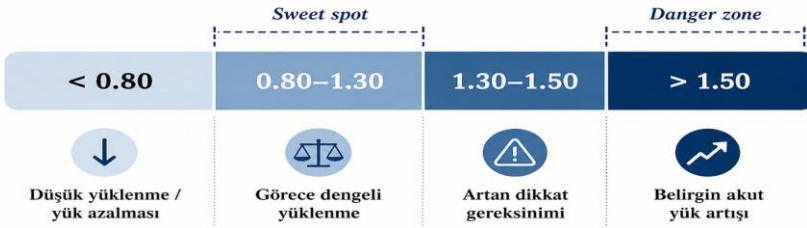
yüke göre belirgin biçimde arttığını gösterir; özellikle 1.5 üzerindeki değerler bazı çalışmalarda “danger zone” olarak yorumlanmıştır (Sedeaud vd., 2020; Torres vd., 2021). Bununla birlikte bu aralıklar kesin güvenli veya riskli eşikler değildir; bağlamsal yorum gerektirir.

6.2. “Sweet Spot” ve “Danger Zone” Yaklaşımları

“Sweet spot” kavramı, akut ve kronik yük arasında yaralanma riskinin görece düşük olduğu düşünülen ilişki aralığını ifade ederken; “danger zone” kavramı akut yükün kronik yükü belirgin biçimde aşması durumunda oluşabilecek potansiyel riskli bölgeyi ifade eder. Ancak Sedeaud vd. (2020), elit kadın futbolcular ve pentatletler üzerinde yaptıkları çalışmada önerilen 0.8-1.3 aralığının daha düşük yaralanma oranıyla ilişkili olmadığını ve yaralanmaların bu aralık içinde de görülebildiğini bildirmiştir.

Bu nedenle sweet spot ve danger zone kavramları, tarihsel ve pratik bir yorum çerçevesi olarak kullanılabilir; ancak mutlak bilimsel eşik olarak sunulmamalıdır. Yaralanma yalnızca ACWR değerine bağlı değildir. Önceki yaralanma öyküsü, kuvvet düzeyi, hareket kalitesi, uyku, toparlanma, psikolojik stres, müsabaka yoğunluğu, zemin, pozisyon ve temas/temassız yaralanma ayrımı gibi değişkenler de yaralanma riskini etkiler (Impellizzeri vd., 2020). ACWR değerleri çoğu zaman belirli yorum aralıkları çerçevesinde ele alınmakla birlikte, bu aralıkların evrensel eşikler olmadığı vurgulanmalıdır. Literatürde öne çıkan yorum çerçevesi Şekil 4’te özetlenmiştir.

Şekil 4. ACWR Değerlerinin Yorumlanmasına İlişkin Kavramsal Şema



Not: Bu aralıklar evrensel eşikler değil, literatürde tartışılmış yorum aralıklarıdır.

6.3. Ani Yük Artışları ve Kronik Yüğü Koruyucu Rolü

ACWR’nin uygulamadaki en önemli katkılarından biri ani yük artışlarını belirlemeye yardımcı olmasıdır. Ani yük artışı, sporcunun yakın dönem

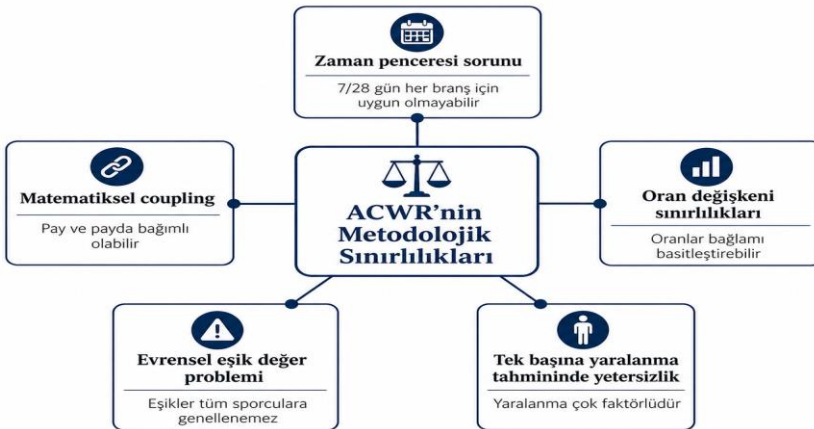
yüklenmesinin önceki alışılmış yük düzeyine göre belirgin biçimde yükselmesi olarak tanımlanabilir. Hulin vd. (2015), akut yükün kronik yüke göre belirgin biçimde arttığı durumlarda yaralanma riskinin yükselebileceğini, ancak yüksek kronik yükün bazı durumlarda koruyucu rol oynayabileceğini bildirmiştir.

Kronik yükün koruyucu rolü, özellikle kademeli yüklenme ilkesiyle ilişkilidir. Sporcunun yüklenme kapasitesi zaman içinde düzenli ve kontrollü biçimde artırıldığında, dokuların ve fizyolojik sistemlerin bu yüklenmelere uyum sağlama olasılığı artar. Jiang vd. (2022), profesyonel erkek futbolcularda yüksek akut yükün düşük kronik yükle birleştiği durumların daha riskli olabileceğini aktarmaktadır. Ancak yüksek kronik yük de tek başına koruyucu değildir; yetersiz toparlanma, kötü uyku, psikolojik stres veya önceki yaralanmalarla birleştiğinde risk artırıcı hâle gelebilir.

7. ACWR'ye Yönelik Metodolojik Tartışmalar ve Güncel Eleştiriler

ACWR pratik ve anlaşılır bir gösterge olmasına rağmen, son yıllarda önemli metodolojik eleştirilerin merkezinde yer almaktadır. Bu eleştiriler; zaman pencerelerinin standart olmaması, coupled hesaplamalarda matematiksel bağımlılık oluşması, oran değişkenlerinin istatistiksel sınırlılıkları, evrensel eşik değerlerin sorunlu kullanımı ve ACWR'nin tek başına yaralanma tahmin aracı gibi yorumlanması etrafında toplanmaktadır. Bu nedenle ACWR, yalnızca “yüksekse riskli, düşükse güvenli” biçiminde yorumlanabilecek basit bir ölçüt değildir.

Şekil 5. ACWR'ye Yönelik Temel Metodolojik Eleştiriler



ACWR'ye yönelik güncel literatürde çeşitli metodolojik eleştiriler gündeme gelmiştir. Bu eleştirilerin temel başlıkları Şekil 5'te özetlenmiştir.

7.1. Zaman Penceresi ve Matematiksel Coupling Sorunu

ACWR hesaplamasında akut yük için 7 gün, kronik yük için 21 veya 28 gün gibi zaman pencereleri sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak bu aralıkların tüm branşlar, yük değişkenleri ve sporcular için aynı fizyolojik anlamı taşıdığı söylenemez. Gabbett ve Whiteley (2017), 1 hafta:4 hafta zaman yapısının en uygun model olup olmadığının kesin olarak bilinmediğini belirtmiştir.

Matematiksel coupling sorunu ise coupled ACWR hesaplamalarında akut yükün kronik yükün içine dâhil edilmesinden kaynaklanır. Bu durumda pay ile payda tam bağımsız değildir. Lolli vd. (2017), geleneksel ACWR hesaplamalarında akut yükün kronik yükün önemli bir kısmını oluşturması nedeniyle “part-whole” ilişkisi ortaya çıktığını ve bunun yanıltıcı korelasyonlara yol açabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle ACWR raporlanırken hesaplamının coupled mı yoksa uncoupled mı olduğu açıkça belirtilmelidir.

7.2. Oran Değişkenlerinin İstatistiksel Sınırlılıkları

ACWR bir oran değişkenidir ve akut yükün kronik yüke bölünmesiyle hesaplanır. Bu nedenle payda değerinin büyüklüğü sonuca doğrudan etki eder. Özellikle kronik yükün düşük olduğu durumlarda, akut yükteki küçük artışlar bile yüksek ACWR değerleri üretebilir. Lolli vd. (2018), basit oranların anlamlı biçimde kullanılabilmesi için pay ve payda arasında gerçek ve orantılı bir ilişkinin bulunması gerektiğini vurgulamaktadır.

Aynı ACWR değeri farklı yüklenme örüntülerinden elde edilebilir. Bir sporcuda akut yük kademeli artmış, diğerinde ise çok kısa sürede ani yük sıçraması gerçekleşmiş olabilir; buna rağmen oran aynı çıkabilir. Matas-Bustos vd. (2025), benzer ACWR değerlerinin farklı zamansal yük dağılımlarından kaynaklanabileceğini ve oranın tek başına yüklenmenin zaman içindeki yapısını yeterince temsil etmeyebileceğini belirtmektedir. Bu nedenle ACWR, akut yük, kronik yük ve yükün zamansal dağılımıyla birlikte yorumlanmalıdır.

7.3. Evrensel Eşik Değer ve Tek Başına Tahmin Sorunu

ACWR literatüründe 0.8-1.3 aralığı “sweet spot”, 1.5 üzeri değerler ise “danger zone” olarak kullanılsa da bu eşiklerin evrensel geçerliliği yoktur. Sedeaud

vd. (2020), önerilen sweet spot aralığının bazı elit sporcu örneklemelerinde daha düşük yaralanma oranıyla ilişkili olmadığını göstermiştir. Ayrıca eşik değerlerin branştan, pozisyon, yük değişkeninden ve hesaplama yönteminden bağımsız olduğu varsayılmaz.

ACWR'nin tek başına yaralanma tahmin aracı olarak kullanılması da sorundur. Yaralanma çok faktörlü ve dinamik bir süreçtir; antrenman yükü bu sürecin yalnızca bir bileşenidir. Impellizzeri vd. (2020), antrenman yükü verilerinden doğrudan nedensel sonuçlar çıkarılmaması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu nedenle ACWR, sürekli değişken olarak, diğer risk faktörleriyle birlikte ve bağlamsal analizler içinde değerlendirilmelidir.

8. Uygulamada ACWR Kullanımı ve Gelecek Araştırmalar İçin Öneriler

ACWR'nin saha uygulamalarında kullanılabilmesi için öncelikle veri toplama süreci standartlaştırılmalıdır. Kullanılan yük değişkeni, ölçüm aracı, akut ve kronik zaman penceresi, hesaplama yöntemi ve analiz yaklaşımı açık biçimde belirlenmelidir. Session-RPE üzerinden hesaplama yapılacaksa RPE değerlerinin ne zaman ve nasıl alınacağı; GPS temelli hesaplama yapılacaksa cihaz tipi, veri işleme yöntemi, hız eşikleri, sprint tanımı, akselerasyon ve deselerasyon eşikleri tutarlı biçimde uygulanmalıdır.

Antrenörler açısından ACWR'nin temel işlevi yük artışlarını izlemek ve sporcunun yüklenme geçmişine göre daha kontrollü karar vermektir. Spor bilimciler açısından ise ACWR'nin yalnızca oran değerini değil, akut yük ve kronik yük bileşenlerini de ayrı ayrı raporlamak önemlidir. Aynı ACWR değeri farklı akut ve kronik yük kombinasyonlarından elde edilebilir. Sağlık ekibi açısından ACWR, ağrı, fonksiyonel kapasite, hareket kalitesi, kas kuvveti, uyku, yorgunluk ve toparlanma göstergeleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

ACWR'nin gelecekteki en önemli kullanım alanlarından biri bireyselleştirilmiş yük takibi sistemleri içinde yer almasıdır. Aynı takımın yer alan sporcular aynı antrenmana katılsa bile, bu yüklenmeye verdikleri iç yük yanıtı farklı olabilir. Bu nedenle ACWR takım ortalaması üzerinden değil, sporcunun kendi yüklenme geçmişi ve toleransı üzerinden değerlendirilmelidir. Wellness, uyku, kas ağrısı, yorgunluk, stres, performans testleri ve klinik değerlendirmeler bireyselleştirilmiş yorumun parçası olmalıdır (Kellmann vd., 2018).

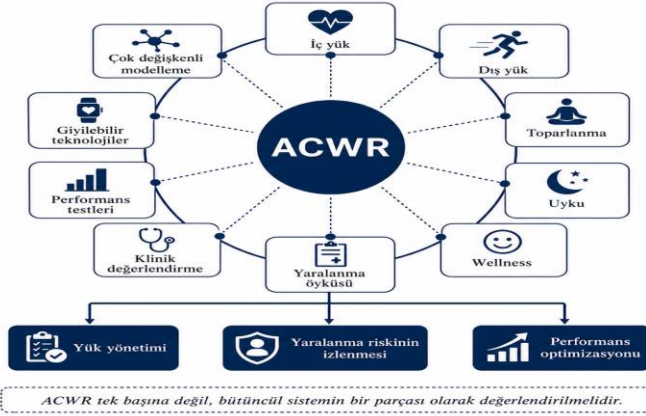
Giyilebilir teknolojiler, ACWR hesaplamasında kullanılan dış yük verilerinin daha ayrıntılı toplanmasını sağlamaktadır. GPS, ivmeölçer, jiroskop, kalp

atım hızı sensörleri ve benzeri sistemler toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, akselerasyon, deselerasyon ve player load gibi değişkenlerin düzenli izlenmesine katkı sunar. Bununla birlikte teknolojik veri toplama, tek başına doğru yorum anlamına gelmez; veri kalitesi, ölçüm standardizasyonu ve değişkenlerin branş açısından anlamlılığı kontrol edilmelidir.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi yaklaşımları, ACWR'nin gelecekteki kullanımında önemli bir araştırma alanıdır. Matas-Bustos vd. (2025), ACWR hesaplamalarının makine öğrenmesi bağlamında özellik mühendisliği kapsamında değerlendirilebileceğini belirtmektedir. Wu vd. (2024) ise sRPE temelli farklı yük izleme metrikleri ve makine öğrenmesi yaklaşımlarının yaralanma risk faktörlerini belirlemede kullanılabileceğini, ancak ACWR ve türev algoritmaların etkinliği konusunda tartışmaların sürdüğünü vurgulamaktadır. Bu nedenle gelecek çalışmalar ACWR'yi tekil bir eşik olarak değil, çok değişkenli modellerin bir bileşeni olarak değerlendirmelidir. ACWR'nin uygulamadaki en doğru kullanımı, bu göstergenin tek başına değil, çok boyutlu sporcu izleme sisteminin bir parçası olarak değerlendirilmesidir. Bu bütüncül yaklaşım Şekil 6'da gösterilmektedir.

9. Sonuç

Şekil 6. Bütüncül Sporcu İzleme Modelinde ACWR'nin Yeri



ACWR, sporcularda antrenman yükünün kısa ve uzun dönemli değişimini izlemek amacıyla kullanılan pratik ve anlaşılır bir göstergedir. Akut yükün kronik yüke oranlanmasıyla hesaplanan bu yaklaşım, sporcunun son dönemdeki yüklenmesinin önceki yüklenme geçmişiyle ne ölçüde uyumlu olduğunu değerlendirmeye olanak sağlar. Bu yönüyle ACWR, ani yük artışlarının belirlenmesi, antrenman

planlamasının izlenmesi ve sporcu yüklenme profilinin sistematik biçimde değerlendirilmesi açısından yararlı bir karar destek aracı olabilir.

Bununla birlikte ACWR'nin kullanımı metodolojik sınırlılıkları dikkate alınmadan ele alındığında yanıltıcı olabilir. Akut ve kronik zaman pencerelerinin belirlenmesi, rolling average veya EWMA yönteminin seçilmesi, coupled ya da uncoupled hesaplama yapılması, kullanılan yük değişkeninin türü ve yaralanmanın nasıl tanımlandığı sonuçları doğrudan etkiler. Bu nedenle ACWR tek ve standart bir ölçüm değil, metodolojik tercihlere duyarlı bir izleme göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

ACWR yorumlarında kullanılan sweet spot ve danger zone yaklaşımları dikkatli ele alınmalıdır. 0.8-1.3 veya 1.5 üzeri gibi aralıklar literatürde tartışılmış olsa da, evrensel güvenli veya riskli eşikler olarak kullanılmamalıdır. ACWR, yaralanma riskinin nedeni veya kesin belirleyicisi değildir; antrenman yükündeki görece değişimi gösteren bağlamsal bir parametredir. Yaralanma biyomekanik, fizyolojik, psikolojik, çevresel ve organizasyonel faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan çok boyutlu bir süreçtir.

Sonuç olarak ACWR, sporcu izleme sistemlerinde tamamen dışlanması gereken bir yaklaşım değil; sınırlılıkları bilinerek, bireyselleştirilmiş ve çok faktörlü analizler içinde dikkatle kullanılması gereken bir yük yönetimi aracıdır. En doğru kullanım biçimi, ACWR'yi antrenman yükü, toparlanma, performans, klinik durum ve sağlık göstergeleriyle birlikte değerlendirilen tamamlayıcı bir karar destek parametresi olarak ele almaktır.

Kaynakça

- Andrade, R., Wik, E. H., Rebelo-Marques, A., et al. (2020). Is the acute: chronic workload ratio (ACWR) associated with risk of time-loss injury in professional team sports? A systematic review of methodology, variables and injury risk in practical situations. *Sports Medicine*, 50(9), 1613–1635. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01308-6>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., et al. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-161–S2-170. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0208>
- Burgess, D. J. (2017). The research doesn't always apply: Practical solutions to evidence-based training-load monitoring in elite team sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-136–S2-141. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0608>
- Cousins, B. E. W., Morris, J. G., Sunderland, C., Bennett, A. M., Shahtahmassebi, G., Cooper, S. B., & Noon, M. (2019). Match and training load exposure and time-loss incidence in elite rugby union players. *Frontiers in Physiology*, 10, Article 1413. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01413>
- Dalen-Loretsen, T., Andersen, T. E., Bjørneboe, J., et al. (2021). A cherry, ripe for picking: The relationship between the acute-chronic workload ratio and health problems. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(4), 162–173. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.9893>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gabbett, T. J., & Whiteley, R. (2017). Two training-load paradoxes: Can we work harder and smarter, can physical preparation and medical be teammates? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(Suppl. 2), S2-50–S2-54. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0321>
- Gualtieri, A. R., Rampinini, E., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2023). High-speed running and sprinting in professional adult soccer: Current thresholds definition, match demands and training strategies. A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, Article 1116293. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1116293>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl. 2), 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Hulin, B. T., Gabbett, T. J., Lawson, D. W., Caputi, P., & Sampson, J. A. (2015). The acute:chronic workload ratio predicts injury: High chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *British Journal of Sports Medicine*, 50(4), 231–236. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094817>
- Impellizzeri, F. M., Menaspà, P., Coutts, A. J., Kalkhoven, J., & Menaspà, M. J. (2020). Training load and its role in injury prevention, part I: Back to the future. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 885–892. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-500-19>
- Jiang, Z., Hao, Y., Jin, N., & Li, Y. (2022). A systematic review of the relationship between workload and injury risk of professional male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20), Article 13237. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013237>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., et al. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(2), 240–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0759>

- Lolli, L., Batterham, A. M., Hawkins, R., et al. (2017). Mathematical coupling causes spurious correlation within the conventional acute-to-chronic workload ratio calculations. *British Journal of Sports Medicine*, 53(15), 921–922. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098110>
- Lolli, L., Batterham, A. M., Hawkins, R., et al. (2018). The acute-to-chronic workload ratio: An inaccurate scaling index for an unnecessary normalisation process? *British Journal of Sports Medicine*, 53(24), 1510–1512. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098884>
- Matas-Bustos, J. B., Mora, A. M., & de Hoyo Lora, M. (2025). Advanced feature engineering in acute:chronic workload ratio (ACWR) calculation for injury forecasting in elite soccer. *PLOS ONE*, 20(7), Article e0327960. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327960>
- Ren, X., Boisbluche, S., Philippe, K., et al. (2024). Assessing pre-season workload variation in professional rugby union players by comparing three acute:chronic workload ratio models based on playing positions. *Heliyon*, 10(17), Article e37176. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37176>
- Sedeaud, A., De Larochelambert, Q., Moussa, I., et al. (2020). Does an optimal relationship between injury risk and workload represented by the “sweet spot” really exist? An example from elite French soccer players and pentathletes. *Frontiers in Physiology*, 11, Article 1034. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01034>
- Timóteo, T. F., Debien, P. B., Fonseca, D. S., et al. (2024). Training load and injuries in volleyball: An approach based on different methods of calculating acute to chronic workload ratio. *Sports Health*, 17(1), 104–110. <https://doi.org/10.1177/19417381241293771>
- Torres, G., Veiga, G. N., Maposa, I., & Janse van Rensburg, D. C. (2021). Association of the acute:chronic workload ratio and wellness scores in premier league male hockey players. *South African Journal of Sports Medicine*, 33(1), 1–7. <https://doi.org/10.17159/2078-516x/2021/v33i1a9244>
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: A novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports Medicine*, 47(11), 2135–2142. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0714-2>
- Wu, J., Zhao, F., & Li, C. (2024). Analyzing activity and injury risk in elite curling athletes: Seven workload monitoring metrics from session-RPE. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1409198. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1409198>
- Zouhal, H., Boulosa, D., & Ramírez-Campillo, R. (2021). Editorial: Acute: Chronic workload ratio: Is there scientific evidence? *Frontiers in Physiology*, 12, Article 669687. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.669687>

—◆—
BÖLÜM I · SON
—◆—

— ◆ —
BÖLÜM II
— ◆ —

FUTBOLDA ISINMA PROTOKOLLERİ VE GPS TEKNOLOJİSİ: SPORTİF PERFORMANSIN HAZIRLANMASI VE İZLENMESİ

Tuncay KIRATLI¹

Kıratlı, T. (2026).Futbolda ısınma protokolleri ve gps teknolojisi: Sportif performansın hazırlanması ve izlenmesi. In F. Çatıkkaş (Ed.), *Hareket ve antrenman bilimleri: Performans, antrenman yükü ve dijital izleme yaklaşımları* (pp. 21–36). Duvar Yayınları.

¹ Balıkesir Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
ORCID ID: 0009-0002-0968-0383, E-posta: tuncay.kiratli@balikesir.edu.tr

1. Giriş

Futbol, oyuncuların kısa süreli yüksek şiddetli koşular, sprintler, ani hızlanma ve yavaşlamalar, yön değiştirmeler, sıçramalar ve teknik becerileri tekrarlı biçimde gerçekleştirdiği, fiziksel ve nöromüsküler gereksinimleri yüksek takım sporları arasında yer almaktadır. Maç süresi boyunca oluşan bu değişken hareket profili, oyuncunun sadece aerobik kapasitesine değil, ayrıca sprint performansı, kas kuvveti, patlayıcı güç, çeviklik, hareket kontrolü ve tekrarlı yüksek şiddetli eforları sürdürebilme kapasitesine de bağlıdır. Bu bağlamda futbol performansının geliştirilmesinde antrenman içeriğinin planlanması kadar, oyuncunun antrenman ve müsabaka öncesindeki fizyolojik ve nöromüsküler hazırlık düzeyinin de dikkate alınması gerekir. Özellikle modern futbolun giderek artan fiziksel temposu, performansa yönelik hazırlık stratejilerinin daha sistematik biçimde ele alınmasını gerekli kılmaktadır (Jeffreys & Goodwin, 2016). Bu bağlamda ısınma, antrenman veya müsabaka öncesinde organizmayı fiziksel ve nöromüsküler açıdan aktiviteye hazırlayan temel uygulamalardan arasında yer alır. Geleneksel yaklaşımda ısınmanın temel amacı vücut sıcaklığını yükseltmek ve düşük şiddetli hareketlerden daha yüksek şiddetli aktivitelere kademeli geçiş sağlamak iken, günümüzde ısınma protokolleri daha kapsamlı bir hazırlık süreci olarak değerlendirilmektedir. Dinamik hareketler, aktivasyon egzersizleri, yön değiştirme çalışmaları, sprintler, sıçramalar ve futbola özgü hareketlerin uygun sırayla kullanılması oyuncunun müsabaka içerisindeki hareket becerilerinin daha verimli kullanılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, ısınmanın içeriği ve yoğunluğu oyuncunun performansını olumlu etkileyebileceği gibi, gereğinden yüksek bir yük oluşturulduğunda performans üzerinde olumsuz sonuçlar da oluşabilir. Bu nedenle güncel yaklaşım, “daha fazla ısınma” yerine amacına uygun, bireyselleştirilmiş ve performans gereksinimleriyle uyumlu ısınma anlayışını öne çıkarmaktadır (Blazevich & Babault, 2019; Hammami ve diğ., 2016).

Isınma uygulamalarının değerlendirilmesinde bir diğer önemli konu ise gerçekleştirilen fiziksel yükün objektif biçimde saptanabilmesidir. Futbol antrenmanlarının ve müsabakaların fiziksel taleplerinin sadece gözlem yoluyla değerlendirilmesi, oyuncular arasındaki bireysel farklılıkların belirlenmesi adına yeterli olmayabilir. Bu noktada GPS ve daha geniş anlamıyla GNSS tabanlı taşınabilir mikro-teknolojiler önemli bir araç haline gelmiştir. GPS cihazları aracılığıyla toplam kat edilen mesafe, farklı hız bölgelerinde gerçekleştirilen koşular, yüksek hızlı koşu, sprint, hızlanma ve yavaşlama gibi çok sayıda dış yük değişkeni kaydedilebilmektedir. Güncel futbol literatüründe GPS tabanlı ölçümlerin dış

antrenman yükünün belirlenmesinde yaygın biçimde kullanıldığı ve özellikle toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint mesafesi, maksimum hız ve ivmelenme-yavaşlama değışkenlerinin öne çıktığı ileri sürülmektedir (Havanecz ve diğ., 2026).

Dolayısıyla ısınma protokolleri ile GPS teknolojisi birbirinden bağımsız iki uygulama olarak değerdendirilmemelidir. Isınma, oyuncunun performansa hazırlanmasını sağlayan aktif bir süreçken GPS teknolojisi bu sürecin ortaya çıkardığı hareket ve dış yük profilinin objektif biçimde değerdendirilmesine zemin hazırlar. Özellikle profesyonel futbol koşullarında, oyuncunun antrenman ve müsabaka boyunca oluşturduğu yükün izlenmesi ile performans hazırlığının bireyselleştirilmesi arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır. Bu bölümde futbolda kullanılan farklı ısınma yaklaşımları, bunların sportif performans üzerindeki etkileri, GPS teknolojisinin temel kullanım alanları ve GPS verilerinin performans izleme sürecine katkısı ele alınacak; son aşamada ise ısınma ve GPS teknolojisinin birlikte kullanılmasının futbol performansının optimizasyonundaki potansiyeli incelenecektir.

2. Futbolda Isınmanın Fizyolojik ve Performansa Yönelik Temelleri

Isınmanın temel fizyolojik amacı, organizmayı düşük yoğunluklu bir aktivite seviyesinden futbolun gerektirdiği yüksek yoğunluklu hareketlere hazırlamaktır. Bu süreçte kas sıcaklığının artması, metabolik reaksiyonların hızlanması, kas-tendon ünitesinin mekanik özelliklerinin değışim göstermesi ve sinir-kas sisteminin aktiviteye hazırlanması gibi çeşitli fizyolojik değışiklikler oluşur. Kas sıcaklığındaki artış, kas kasılmasının mekanik ve metabolik özelliklerini etkileyerek kuvvet üretimi ve hareket hızının geliştirilmesine yardımcı olabilir. Beraberinde artan dolaşım, oksijen sunumunun yükselmesine ve enerji metabolizmasının aktiviteye daha hızlı uyum sağlmasına zemin hazırlar (Racinais & Oksa, 2010).

Futbol açısından ele alındığında bu fizyolojik hazırlık oldukça önem taşımaktadır. Maçın ilk dakikalarında gerçekleştirilen sprint, ani yön değıştirme veya ikili mücadele gibi yüksek şiddetli eylemler, oyuncunun hazır olmayan bir nöromüsküler sistemle aktiviteye başlamasını zorlaştırabilir. Etkili bir ısınma ise oyuncunun hareket kalitesini ve koordinasyonunu destekleyerek yüksek şiddetli eforlara geçişi kolaylaştırabilir. Bu nedenle modern ısınma protokolleri sadece vücut sıcaklığını artırmayı değil, ek olarak futbola özgü hareket kalıplarının ve nöromüsküler kontrolün hazırlanmasını hedeflemektedir (McBurnie & Dos' Santos, 2022). Bu yaklaşım doğrutusunda hareket kalitesi, denge, mobilite, stabilizasyon,

koordinasyon ve motor kontrol gibi bileşenlerin birlikte değerlendirilmesi, sporcunun fonksiyonel hareket kapasitesinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir (Gürbüz, 2025b).

Isınmanın bir diğer önemli boyutu hareket açıklığıdır. Özellikle kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinin yeterli hareket kapasitesine sahip olması; sprint, yön değiştirme ve topa müdahale gibi hareketlerin etkili biçimde gerçekleştirilebilmesi açısından önemlidir. Ayrıca, hareket açıklığının artırılması amacıyla uygulanan germe egzersizlerinin zamanlaması ve türü performans açısından dikkatle incelenmelidir. Uzun süreli statik germe uygulamalarının akut dönemde maksimal kuvvet ve patlayıcı güç performansını azaltabileceğine ilişkin bulgular nedeniyle, müsabaka öncesi dönemde dinamik hareketlerin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu nedenle güncel ısınma anlayışı, statik germe uygulamalarını tamamen dışlamak yerine bunların süresini, yoğunluğunu ve ısınmanın hangi aşamasında kullanılacağını performans hedefleri doğrultusunda değerlendirmektedir (Reiman & Matheson, 2013).

Futbolcunun fiziksel olarak hazırlanmasının yanında algısal ve koordinatif açıdan da aktiviteye hazır hale gelmesi beklenir. Topla yapılan kısa paslar, yön değiştirmeler, rakip baskısını taklit eden hareketler veya küçük alan oyunları, oyuncunun teknik ve karar verme süreçlerini fiziksel hazırlıkla birleştirebilir. Böylece ısınma, sadece fizyolojik bir hazırlık olmaktan çıkarak müsabakanın gerektirdiği hareket ve becerilerin düşük hacimli bir provası haline evrilir (Sheppard & Young, 2006). Bu yaklaşımın önemli bir sonucu, ısınma protokolünün futbolun gerçek performans taleplerine mümkün olduğunca yaklaşmasıdır. Nitekim güncel araştırmalar, yapılandırılmış nöromüsküler ısınma programlarının özellikle denge, yön değiştirme ve sıçrama gibi performans bileşenlerinde olumlu sonuçlar sağlayabildiğini göstermektedir. 2025 yılında yayımlanan kapsamlı bir araştırmada 17 çalışma ve 611 futbolcunun verileri değerlendirilmiş olup; FIFA 11+ programının geleneksel ısınma uygulamalarına kıyasla dinamik denge, yön değiştirme hızı ve dikey sıçrama performansında küçük-orta düzeyde olumlu etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Kambitta Valappil ve diğ., 2026).

Bununla birlikte, ısınma protokollerinin performans üzerindeki etkileri protokolün uygulanma süresine ve zamanlamasına göre farklılaşabilir. Özellikle FIFA 11+ konusunda yapılan sistematik değerlendirmeler, uzun dönemli uygulamanın bazı fiziksel ve biyomekanik özelliklerde gelişme sağlayabileceğini; buna karşın müsabaka öncesinde akut olarak uygulanmasının bazı performans değişkenlerinde olumsuz sonuçlara yol açabileceğini göstermiştir. Bu durum,

antrenman amacıyla uygulanan kronik ısınma programı ile müsabaka öncesi akut ısınmanın aynı kavramsal çerçevede değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Asgari ve diğ., 2023). Dolayısıyla etkili bir ısınma protokolünün belirlenmesinde yalnızca kullanılan egzersizlerin türü değil; toplam süre, yoğunluk, tekrar sayısı, egzersizlerin sıralanması, oyuncunun yaş ve performans düzeyi, müsabakanın önemi ve bireysel fiziksel özellikler de dikkate alınmalıdır. Genç elit futbolcularda fiziksel özelliklerin farklı yaş grupları bağlamında değerlendirilmesi, performans hazırlığı ve antrenman uygulamalarında yaşa ve bireysel özelliklere özgü yaklaşımların önemini desteklemektedir (Uslu et al., 2022).

3. Futbolda Kullanılan Isınma Protokolleri

Futbolda ısınma uygulamaları genel olarak düşük şiddetli aerobik hareketlerle başlayıp giderek daha spesifik ve yüksek şiddetli aktivitelere ilerleyen bir yapı göstermektedir. Bunun temel nedeni organizmanın ani bir yüklenmeye maruz bırakılmasını önlemek ve oyuncunun müsabaka gereksinimlerine aşamalı biçimde hazırlanmasına yardımcı olmaktır. Ek olarak ise, modern futbolun performans talepleri dikkate alındığında tek tip bir ısınma protokolünün bütün oyuncular için ideal olduğu düşünülmemektedir (McGowan ve diğ., 2015). Dinamik ısınma bu kapsamda en yaygın kullanılan yaklaşımlar arasındadır. Dinamik ısınmada jogging, diz çekme, topuk kalçaya çekme, yan adımlama, kontrollü yön değiştirme, dinamik kalça ve hamstring hareketleri gibi uygulamalar kullanılır. Daha sonraki aşamalarda hızlanma, kısa sprintler, sıçramalar ve futbola özgü hareketler eklenebilir. Dinamik uygulamaların önemli avantajlarından biri, hareket açıklığını artırırken aynı zamanda kas-sinir sistemini aktivite içerisinde tutmasıdır (Opplert & Babault, 2018). Fonksiyonel antrenman uygulamalarında çok eklemlili hareketler, denge, esneklik, kuvvet ve koordinasyonun bütüncül biçimde ele alınması; sürat, çeviklik ve patlayıcı kuvvet gibi atletik performans bileşenlerinin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır (Gürbüz, 2025a). RAMP yaklaşımı ise modern ısınma modelleri içerisinde dikkat çeken sistematik yapılardan biridir. “Raise, Activate, Mobilise, Potentiate” bileşenlerinden oluşan bu yaklaşımda ilk aşamada vücut sıcaklığı ve genel aktivasyon düzeyi yükseltilmekte, ardından ilgili kas grupları aktive edilmekte, hareket açıklığı geliştirildikten sonra ise yüksek şiddetli ve performansa özgü hareketlerle organizmanın potansiyalinin arttırılması hedeflenmektedir. Futbol açısından bu son aşama özellikle önemlidir. Çünkü müsabakanın hemen başlangıcında ihtiyaç duyulabilecek sprint ve yön değiştirme gibi yüksek şiddetli

hareketlerin düşük hacimli tekrarları, oyuncunun performansa geçişini kolaylaştırabilir (Jeffreys, 2017).

FIFA 11+ ise futbol alanında en fazla araştırılan yapılandırılmış ısınma programlarından biridir. Program; koşu, kuvvet, denge, sıçrama, yön değiştirme ve nöromüsküler kontrol bileşenlerini belirli bir sıra içerisinde bir araya getirir. Başlangıçta temel amacı yaralanmaların önlenmesi olan FIFA 11+, zaman içerisinde fiziksel performans üzerindeki etkileri açısından da araştırılmıştır. Güncel meta-analiz bulguları, düzenli FIFA 11+ uygulamasının dinamik denge, yön değiştirme ve dikey sıçrama gibi özelliklerde olumlu sonuçlar sağlayabileceğini savunmaktadır (Kambitta Valappil ve diğ., 2026).

Özellikle genç futbolcular üzerinde yapılan 2025 tarihli bir çalışma FIFA 11+ uygulamasının dört haftalık dönemler halinde kullanılmasının sıçrama, sprint, çeviklik ve Y-Denge Testi gibi fiziksel performans göstergelerinde gelişim sağladığı raporlamıştır. Aynı çalışmada küçük alan oyunlarındaki bazı performans göstergelerinde de olumlu değişiklikler sunulmuştur. Bu bulgular, yapılandırılmış ısınmanın sadece laboratuvar temelli performans testlerine değil, futbola özgü oyun performansına da yansıyabileceğini düşündürmektedir (Arede ve diğ., 2025).

Ancak FIFA 11+'ın kullanımında önemli bir ayırım yapılmalıdır. Programın düzenli ve uzun süreli uygulanması ile müsabaka öncesinde akut olarak uygulanmasının sonuçları aynı değildir. 2023 yılında yayımlanan bir araştırma, orta ve uzun süreli uygulamanın çeşitli biyomekanik ve fiziksel özellikleri geliştirebildiğini; ancak akut uygulamanın bazı fiziksel performans ölçümlerinde dinamik ısınmaya kıyasla dezavantaj oluşturabileceğini bildirmiştir. Bu nedenle antrenörlerin müsabaka öncesi protokolü belirlerken programın toplam hacmini ve özellikle yüksek yorgunluk oluşturabilecek egzersizlerin dozunu dikkate almaları gerekir (Asgari ve diğ., 2023).

Futbol ısınmalarında bir diğer yaklaşım, küçük alan oyunlarının kullanılmasıdır. Küçük alan oyunları, oyuncuların hem top ile etkileşim kurmasını hem de kısa mesafeli hızlanma, yavaşlama, yön değiştirme ve karar verme gibi becerileri gerçekleştirmesini sağlar. Bununla birlikte, küçük alan oyunlarının oluşturduğu yük oyuncu sayısı, alan büyüklüğü, kural değişiklikleri, oyun süresi ve dinlenme aralıklarına göre önemli ölçüde değişebilir. Dolayısıyla bu uygulamalar ısınmanın bir parçası olarak kullanılacaksa yükün kontrol edilmesi önemlidir (Clemente ve diğ., 2021). Son aşamada kısa süreli sprintler, sıçramalar veya yön değiştirme egzersizleri kullanılabilir. Bu uygulamalar düşük tekrar sayılarıyla gerçekleştirildiğinde oyuncunun yüksek şiddetli hareketlere hazırlanmasını

sağlayabilir. Buradaki temel amaç kondisyon geliştirmek değil, mevcut performans kapasitesini müsabakanın başlangıcına taşımaktır. Bu nedenle müsabaka öncesi ısınmada hacim ve yoğunluk arasındaki denge kritik bir noktadır.

4. Isınma Protokollerinin Sportif Performans Üzerindeki Etkileri

Isınmanın sportif performans üzerindeki etkileri farklı performans bileşenleri üzerinden incelenmektedir. Futbolda özellikle sprint, çeviklik, yön değiştirme, sıçrama, kuvvet ve teknik performans ön plana çıkmaktadır. Bunun temel nedeni müsabaka sırasında oyuncuların bu özellikleri kısa aralıklarla ve yüksek yoğunluklarda kullanmak zorunda olmasıdır (Racinais & Oksa, 2010).

Sprint performansı futbolun belirleyici fiziksel özelliklerinden biridir. Bir oyuncunun kısa mesafede yüksek hız üretmesi, rakip savunma arkasına sarkma veya savunmada rakibe yetişme gibi durumlarda önemli avantaj sağlayabilir. Isınma sırasında gerçekleştirilen kontrollü hızlanmalar ve kısa sprintler, nöromüsküler sistemi bu tür hareketlere hazırlayabilir. Ancak sprint performansını artırmak amacıyla kullanılan egzersizlerin toplam hacminin aşırı yükseltilmesi, ısınmanın kendisinin yorucu bir antrenmana dönüşmesine neden olabilir (Morin ve diğ., 2015).

Yön değiştirme performansı da futbol açısından benzer öneme sahiptir. Oyuncu, düz çizgide koşmaktan çok daha sık biçimde hızını azaltmak, vücut pozisyonunu değiştirmek ve yeni hareket yönüne hızlanmak zorundadır. Bu bağlamda ısınma içerisinde kontrollü yön değiştirme hareketlerine yer verilmesi, müsabakanın hareket taleplerinin önceden hazırlanmasına katkıda bulunabilir. FIFA 11+ programının uzun dönemli uygulanmasını inceleyen 2025 meta-analizinde yön değiştirme hızında orta düzeyde olumlu etki bildirilmiş olması bu açıdan dikkat çekicidir. Sıçrama ve patlayıcı güç de özellikle hava topu mücadeleleri, kalecilik, ikili mücadeleler ve ani reaksiyonlar bakımından önem taşır. Kuvvet gelişimine yönelik egzersiz seçiminde ise açık ve kapalı kinetik zincir yaklaşımları, hareketin mekanik özellikleri ve hedeflenen kas grupları doğrultusunda antrenman amacına göre değerlendirilebilir (Gürbüz, 2023). Kuvvet ve anaerobik performans özelliklerinin sporcu performans profilinin önemli bileşenleri olduğu farklı takım sporlarında yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur (Akyüz ve diğ., 2013; Taş ve diğ., 2013). Dinamik egzersizlerin ve düşük hacimli patlayıcı hareketlerin uygun biçimde kullanılması, oyuncunun yüksek kuvvet üretme kapasitesine hazırlanmasına yardımcı olabilir. FIFA 11+ çalışmalarında dikey sıçrama

performansındaki gelişmelerin rapor edilmesi, yapılandırılmış nöromüsküler ısınmanın bu performans bileşeni açısından da kullanılabileceğini göstermektedir (Kambitta Valappil ve diğ., 2026). Benzer şekilde, genç sporcularda düzenli antrenman uygulamalarının çeşitli kondisyonel performans parametreleri üzerinde gelişim sağlayabileceği farklı takım sporlarında da bildirilmiştir (Uslu ve diğ., 2021).

Bununla birlikte, performans değerlendirmesinde yalnızca fiziksel test sonuçlarına odaklanmak yeterli değildir. Futbol bir beceri sporudur ve fiziksel kapasitenin teknik-taktik performansa dönüşmesi gerekir.

Takım sporlarında teknik değişkenlerin sportif başarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiği farklı branşlarda gerçekleştirilen çalışmalarla da desteklenmektedir (Dirier ve diğ., 2020). Pas, top sürme, şut, top kontrolü ve karar verme gibi beceriler, fiziksel hazırlığın oyun içerisinde kullanılmasını sağlar. Bu nedenle son yıllarda ısınmanın küçük alan oyunları veya topla yapılan teknik uygulamalarla bütünleştirilmesine yönelik ilgi artmıştır. Genç futbolcular üzerinde gerçekleştirilen güncel bir çalışmada futbola özgü beseri uygulamalarının bazı fiziksel performans göstergelerinin yanında küçük alan oyunlarındaki mesafe ve patlayıcı mesafe gibi değişkenlerde de gelişim sağlayabildiği bildirilmiştir Hepsert ve diğ., 2023).

Burada önemli olan nokta, ısınmanın performansı otomatik olarak artıran bir uygulama olarak görülmemesidir. Etki, kullanılan egzersizlerin türüne, yoğunluğuna, süresine ve oyuncunun özelliklerine göre değişebilir. Özellikle müsabaka öncesinde uzun süren veya yüksek metabolik yük oluşturan uygulamalar, teorik olarak performans için gerekli hazırlığı sağlarken aynı zamanda erken yorgunluk oluşturabilir. Bu nedenle günümüzde ısınma, yüksek hacimli bir fiziksel aktivite değil, performans için gerekli fizyolojik ve nöromüsküler durumun oluşturulması şeklinde ele alınmaktadır.

5. Futbolda GPS Teknolojisinin Temelleri ve Kullanım Alanları

Futbolda sportif performansın değerlendirilmesinde teknolojik gelişmeler, antrenörlerin oyuncuların hareket profillerini daha ayrıntılı biçimde incelemesine olanak sağlamıştır. GPS teknolojisi bu dönüşümün en önemli araçlarından biridir. Taşınabilir GPS/GNSS cihazları oyuncunun saha içerisindeki konumunu, hızını ve kat ettiği mesafeyi belirleyerek antrenman ve müsabaka sırasında meydana gelen dış yükün nicel olarak değerlendirilmesine yardımcı olur (Malone ve diğ., 2017).

Modern cihazlar sadece konum ve hız verisi sağlamamakta, aynı zamanda ivmeölçer, jiroskop ve manyetometre gibi sensörleri de bünyesinde

barındırabilmektedir. Böylece oyuncunun hareketlerinin daha ayrıntılı biçimde analiz edilmesi mümkün hale gelmektedir. Örneğin bazı güncel futbol çalışmalarında 10 Hz GPS cihazlarıyla toplam mesafe, farklı hız bölgelerindeki mesafeler, yüksek hızlı koşu, sprint, yüksek şiddetli ivmelenme ve yavaşlama gibi değişkenler kaydedilmektedir (Coutinho ve diğ., 2024).

GPS verilerinin temel kullanım alanlarından biri dış antrenman yükünün belirlenmesidir. Dış yük, oyuncunun gerçekleştirdiği fiziksel aktivitenin ölçülebilir yönünü ifade eder. Toplam mesafe, dakika başına kat edilen mesafe, yüksek hızlı koşu mesafesi, sprint mesafesi, ivmelenme ve yavaşlama sayısı bu kapsamda değerlendirilebilir. İç yük ise oyuncunun bu fiziksel aktiviteye verdiği fizyolojik ve algısal yanıtı ifade eder. Kalp atım hızı, algılanan zorluk derecesi ve session-RPE gibi göstergeler iç yükün değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Futbol yük izleme literatürü, dış ve iç yük ölçümlerinin birbirinin yerine geçmediğini ve performans değerlendirmesinde birlikte ele alınmalarının daha anlamlı olabileceğini ortaya koymaktadır (Miguel ve diğ., 2021).

GPS teknolojisinin futbol ortamında değerli olmasının bir diğer nedeni, oyuncunun hareket profilinin zaman içerisinde takip edilebilmesidir. Örneğin bir oyuncunun antrenmanlarda yüksek hızlı koşu kapasitesinin belirli bir düzeyde tutulması, maçta gerçekleştirdiği sprint mesafelerinin incelenmesi veya haftalık toplam yükünün izlenmesi mümkündür. Böylece antrenman planlaması yalnızca takımın genel programına göre değil, oyuncuların bireysel yük profillerine göre de şekillendirilebilir. Ancak GPS verilerinin yorumlanmasında standartlaştırma önemli bir sorundur. Farklı çalışmaların yüksek hızlı koşu veya sprint için farklı hız eşikleri kullanması, doğrudan karşılaştırmaları güçlendirmektedir. 2026 yılında yayımlanan genç futbolculara yönelik kapsamlı bir anlatı derlemesi, GPS çalışmalarında toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint mesafesi, dakika başına mesafe ve ivmelenme-yavaşlama değişkenlerinin yaygın biçimde kullanıldığını; ancak hız eşikleri ve ivmelenme tanımlarındaki farklılıkların çalışmalar arası karşılaştırmayı sınırladığını vurgulamıştır (Havanecz ve diğ., 2026).

Bu bağlamda GPS cihazından elde edilen herhangi bir değerin tek başına “iyi” veya “kötü” olarak değerlendirilmesi tam anlamıyla doğru değildir. Verinin oyuncunun pozisyonu, fiziksel kapasitesi, müsabaka düzeyi, antrenmanın amacı ve önceki yüklenmeleriyle birlikte yorumlanması gerekir. Aynı toplam mesafe veya yüksek hızlı koşu değeri farklı oyuncular için farklı fizyolojik anlamlar taşıyabilir.

6. GPS ile Futbolcularda Dış Yük ve Performans İzleme

GPS teknolojisinin performans izleme açısından en temel katkısı, oyuncunun saha içerisindeki hareketlerinin nicel olarak ortaya konulabilmesidir. Toplam mesafe bu ölçümlerin en basit göstergelerinden biri olmasına rağmen tek başına futbol performansını açıklamak için yeterli değildir. Çünkü oyuncunun 90 dakika boyunca aynı hızda koşması ile çok sayıda sprint, hızlanma ve yavaşlama gerçekleştirmesi aynı toplam mesafeyi oluşturabilir. Buna karşın bu iki hareket profilinin fizyolojik ve mekanik yükü birbirinden oldukça farklı olabilir (Di Prampero ve diğ., 2005).

Bu bağlamda GPS verilerinde hız bölgeleri farklı perspektiflerle değerlendirilmektedir. Düşük ve orta şiddetli koşuların yanı sıra yüksek hızlı koşu ve sprint mesafesi özellikle önem taşımaktadır. Güncel futbol araştırmalarında yüksek hızlı koşu ve sprint gibi değişkenlerin oyuncunun fiziksel performans profilini değerlendirmede yaygın biçimde kullanıldığı görülmektedir. Bunun yanında maksimum hız, dakika başına mesafe ve hız bölgelerinde geçirilen süre gibi ölçümler de performans analizine katkı sağlamaktadır (Havanecz ve diğ., 2026).

İvmelenme ve yavaşlama verileri de GPS tabanlı analizlerin önemli bir parçasıdır. Futbolda oyuncu sık sık yüksek hızdan düşük hıza geçmekte veya durgun durumdan kısa sürede yüksek hıza çıkmaktadır. Bu hareketler toplam mesafeden bağımsız mekanik yük oluşturabilir. Bu nedenle sadece kat edilen mesafenin takip edilmesi, oyuncunun gerçek hareket yükünün eksik değerlendirilmesine yol açabilir. Özellikle yön değiştirme ve ani hız değişimlerinin sık gerçekleştiği pozisyonlarda ivmelenme ve yavaşlama göstergelerinin ayrıca incelenmesi önemlidir (Vanrenterghem ve diğ., 2017).

GPS verilerinin haftalık mikro döngü içerisinde kullanılması, antrenman yükünün maç taleplerine göre düzenlenmesini kolaylaştırabilir. Örneğin maçı birkaç gün önce gerçekleştirilen yüksek şiddetli antrenmanlarda yüksek hızlı koşu ve sprint hacmi artırılırken, müsabakaya yaklaşıldıkça toplam yük azaltılabilir. Bu süreçte amaç yalnızca belirli bir mesafe değerine ulaşmak değil, oyuncunun müsabaka gereksinimlerine uygun bir yüklenme modeli içerisinde hazırlanmasını sağlamaktır. Profesyonel futbolcularla gerçekleştirilen güncel çalışmalar, bireyselleştirilmiş hız eşiklerinin kullanılmasının dış yük hesaplamalarını değiştirebildiğini ve oyuncular arasındaki farklılıkların dikkate alınmasının önemli olduğunu göstermektedir (Padrón-Cabo ve diğ., 2024). GPS verilerinin performans değerlendirmesindeki bir diğer kullanım alanı, maç ile antrenman yükünün karşılaştırılmasıdır. Bir oyuncunun maçta maruz kaldığı yüksek hızlı koşu veya

sprint yükünün antrenmanlarda ne ölçüde tekrarlandığı belirlenebilir. Bu karşılaştırma, antrenmanın maçın fiziksel gereksinimlerine ne kadar yaklaştığının değerlendirilmesine yardımcı olur. Nitekim 2024 yılında elit genç futbolcular üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada haftalık dış yük ile maçtaki koşu performansı arasındaki ilişkiler GPS üzerinden toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, ivmelenme ve yavaşlama değişkenleri kullanılarak incelenmiştir (Kanas ve diğ., 2024).

Bununla birlikte GPS verilerinin performans kararlarında tek başına kullanılmaması gerekir. Aynı dış yük, farklı oyuncularda farklı iç yük yanıtları oluşturabilir. Bu nedenle GPS verilerinin kalp atım hızı, RPE, uyku, toparlanma ve nöromusküler performans gibi diğer göstergelerle birlikte değerlendirilmesi daha kapsamlı bir yaklaşım sunar. Futbol yük izleme literatüründe dış yük ile iç yük arasındaki ilişkilerin incelenmesi bu nedenle giderek önem kazanmaktadır. Antrenman yükünün bireysel kapasiteye göre düzenlenmesi ve yeterli dinlenme ile desteklenmesi, sürdürülebilir performans gelişimi ve antrenmana uyum açısından temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Gürbüz, 2025c).

7. Isınma Protokolleri ile GPS Teknolojisinin Birlikte Kullanılması

Isınma protokolleri ile GPS teknolojisinin birlikte değerlendirilmesi, futbol performansının izlenmesi açısından önemli bir uygulama alanı oluşturmaktadır. Geleneksel yaklaşımda ısınma, antrenman veya müsabakanın başlamasından önce gerçekleştirilen ve çoğu zaman toplam antrenman yükü hesaplamalarına sınırlı biçimde dahil edilen bir hazırlık aşaması olarak görülmüştür. Ancak GPS teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte ısınma sırasında meydana gelen hareketlerin de ölçülebilir bir dış yük oluşturduğu anlaşılmaktadır (Towlson ve diğ., 2013).

Bu nokta özellikle müsabaka öncesi ısınmalar açısından önemlidir. Bir oyuncunun müsabakadan önce yaptığı koşular, hızlanmalar, kısa sprintler ve yön değiştirmeler, maç başlamadan önce belirli miktarda fiziksel yük oluşturur. Eğer bu yük toplam antrenman veya maç yükü içerisinde dikkate alınmazsa oyuncunun gerçek günlük yükü olduğundan daha düşük hesaplanabilir. GPS tabanlı mikro-teknoloji kullanımı üzerine yapılan sistematik değerlendirmelerde de müsabaka öncesi ısınmanın dış yükünün çoğu araştırmada yeterince dikkate alınmadığı belirtilmiştir (Rago ve diğ., 2020b).

Bu nedenle GPS verileri, farklı ısınma protokollerinin oluşturduğu yükün karşılaştırılması için kullanılabilir. Örneğin bir takımda standart dinamik ısınma ile RAMP temelli bir protokolün toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, ivmelenme ve yavaşlama açısından nasıl farklılaştığı belirlenebilir. Benzer şekilde FIFA 11+ veya küçük alan oyunlarının kullanıldığı ısınmaların oyuncular üzerindeki dış yükleri karşılaştırılabilir. Böyle bir yaklaşım, antrenörün yalnızca “hangi ısınma daha iyi?” sorusuna değil, “hangi oyuncu için, hangi maç koşulunda ve hangi yük düzeyindeki ısınma daha uygun?” sorusuna yanıt aramasını sağlar (Bizzini & Dvorak, 2015). GPS verilerinin burada sağladığı en önemli avantaj bireyselleştirmedir. Örneğin aynı ısınma protokolüne katılan iki oyuncunun GPS kayıtlarında farklı hız profilleri veya farklı ivmelenme sayıları ortaya çıkabilir. Bu durum oyuncuların ısınma sırasında farklı yükler oluşturduğunu gösterebilir. Böylece antrenör, özellikle müsabaka öncesinde fazla yük oluşturan oyuncuların ısınma hacmini azaltabilir veya düşük yük oluşturan oyuncuların son bölümde kısa süreli performans hazırlayıcı hareketler gerçekleştirmesini sağlayabilir (Rago ve diğ., 2020a). Bu yaklaşım aynı zamanda pozisyona özgü değerlendirmeye de olanak tanır. Kanat oyuncuları ve beklerin yüksek hızlı koşu ve sprint gereksinimleri ile stoperlerin hareket profilleri aynı değildir. Dolayısıyla bütün oyuncular için aynı ısınma içeriğinin aynı yoğunlukta uygulanması yerine, pozisyonun fiziksel taleplerine göre küçük farklılıklar oluşturulabilir. GPS verileri geçmiş müsabaka ve antrenmanlardan elde edilen pozisyonel profilleri ortaya koyarak bu bireyselleştirmeye bilimsel bir temel sağlayabilir (Escudero-Ferrer ve diğ., 2025).

Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, GPS verisinin ısınma kalitesini tek başına belirlememesidir. Daha yüksek toplam mesafe veya daha fazla sprint sayısı, otomatik olarak daha etkili bir ısınma anlamına gelmez. Isınmanın temel amacı oyuncuyu yormadan performansa hazırlamaktır. Bu nedenle GPS verisi, fizyolojik ve nöromüsküler ölçümlerle birlikte değerlendirilmelidir. Böylece dış yük ile performans yanıtı arasındaki ilişki daha doğru biçimde ortaya konabilir.

8. Sonuç

Futbolda sportif performansın geliştirilmesi, oyuncunun yalnızca antrenman sırasında maruz kaldığı yükün artırılmasıyla açıklanabilecek basit bir süreç değildir. Performansın ortaya çıkabilmesi için oyuncunun fiziksel, nöromüsküler ve teknik açıdan aktiviteye uygun biçimde hazırlanması; uygulanan yükün doğru şekilde izlenmesi ve elde edilen sonuçların bireysel özelliklere göre yorumlanması gerekir. Bu çerçevede ısınma protokolleri ve GPS teknolojisi birbirini tamamlayan iki önemli

uygulama alanı olarak nitelendirilebilir. Isınma, organizmanın yüksek şiddetli futbol hareketlerine geçişini kolaylaştıran önemli bir hazırlık sürecidir. Dinamik hareketler, aktivasyon egzersizleri, mobilizasyon, kısa süreli sprintler, yön değiştirme ve futbola özgü uygulamalar uygun biçimde bir araya getirildiğinde oyuncunun performans gereksinimlerine hazırlanmasına katkı sağlayabilir. FIFA 11+ gibi yapılandırılmış programların düzenli uygulanmasının denge, yön değiştirme ve sıçrama gibi fiziksel özelliklerde olumlu sonuçlar sağlayabildiğine ilişkin güncel kanıtlar bulunmaktadır. Bununla birlikte akut ve kronik etkilerin birbirinden ayrılması ve özellikle müsabaka öncesinde gereksiz yorgunluk oluşturmaktan kaçınılması gerekir. GPS teknolojisi ise bu hazırlık ve performans sürecinin objektif olarak izlenmesine olanak sağlamaktadır. Toplam mesafe, yüksek hızlı koşu, sprint, maksimum hız, ivmelenme ve yavaşlama gibi değişkenler aracılığıyla oyuncunun dış yük profili belirlenebilir. Ancak bu verilerin anlamlı hale gelebilmesi için oyuncunun pozisyonu, bireysel kapasitesi, antrenman amacı, müsabaka koşulları ve iç yük yanıtı ile birlikte değerlendirilmesi gerekir. Özellikle hız eşiklerinin ve değişken tanımlarının farklı çalışmalarda değişebilmesi nedeniyle, takım içerisinde tutarlı bir ölçüm ve yorumlama sistemi oluşturulması önemlidir. Isınma ve GPS teknolojisinin birlikte kullanılması, futbol performansının bireyselleştirilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Isınmanın oluşturduğu dış yükün ölçülmesi, farklı protokollerin karşılaştırılması ve oyuncunun geçmiş performans profiline göre ısınma hacminin düzenlenmesi mümkündür. Böylece ısınma, sadece maç öncesinde gerçekleştirilen standart bir rutin olmaktan çıkarak oyuncunun mevcut durumuna ve müsabakanın fiziksel gereksinimlerine göre düzenlenebilen dinamik bir performans hazırlığına dönüşebilir.

Sonuç olarak günümüz futbolunda etkili performans yönetimi, doğru hazırlık, doğru yük ve doğru izleme anlayışının birlikte yürütülmesini gerektirmektedir. Isınma protokolleri oyuncuyu performansa hazırlarken GPS teknolojisi bu hazırlığın ve sonrasında gerçekleştirilen fiziksel aktivitenin nicel olarak izlenmesine yardımcı olur. Ancak teknolojik ölçümün tek başına karar verici olarak görülmesi yerine, antrenör gözlemleri, performans testleri, iç yük göstergeleri ve oyuncunun bireysel özellikleriyle bütünleştirilmesi daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayacaktır. Bu bütüncül yaklaşım, futbolcunun performans kapasitesinin korunmasına, antrenmanların bireyselleştirilmesine ve müsabaka taleplerine daha etkili biçimde hazırlanmasına katkıda bulunabilecek bilimsel bir temel sunmaktadır.

9. Kaynakça

- Akyüz, M., Özkan, A., Taş, M., Sevim, O., Akyüz, Ö., & Uslu, S. (2013). Yıldız basketbol millî takımında yer alan kız sporcuların kuvvet profillerinin belirlenmesi ve ilişkilendirilmesi. *International Journal of Sport Culture and Science*, 1(3), 39–48. <https://dergipark.org.tr/en/pub/intjcs/article/108012>
- Arede, J., Shang, X., Moran, J., Calleja-González, J., Travassos, B., Madruga-Parera, M., & Leite, N. (2025). Does the FIFA 11+ warm-up program positively shape both the physical and small-sided game performance of youth football players?. *Intelligent Sports and Health*, 1(1), 22-29.
- Asgari, M., Nazari, B., Bizzini, M., & Jaitner, T. (2023). Effects of the FIFA 11+ program on performance, biomechanical measures, and physiological responses: A systematic review. *Journal of sport and health science*, 12(2), 226-235.
- Bizzini, M., & Dvorak, J. (2015). FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide—a narrative review. *British journal of sports medicine*, 49(9), 577-579.
- Blazeovich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in physiology*, 10, 479198.
- Clemente, F. M., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Small-sided games: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *PloS one*, 16(2), e0247067.
- Coutinho, D., Oliveira, D., Lisboa, P., Campos, F., Yuzo Nakamura, F., Baptista, J., & Abade, E. (2024). Weekly external load distribution in football teams of different competitive levels. *Biology of sport*, 41(4), 155.
- Di Prampero, P. E., Fusi, S., Sepulcri, L., Morin, J. B., Belli, A., & Antonutto, G. (2005). Sprint running: a new energetic approach. *Journal of experimental Biology*, 208(14), 2809-2816.
- Dirier, B. E., Uslu, S., Misovski, A., Milenkoski, J., İşgüzar, M. G., Barak, R., & Barak, İ. (2020). The effect of uncontrolled data and technical variables in the league matches to success in elite volleyball players. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 9(1), 61–72. <https://doi.org/10.46733/PESH2090061ed>
- Escudero-Ferrer, J. M., Martínez-Aranda, L. M., Sanz-Matesanz, M., Spyrou, K., Alcaraz, P. E., & Raya-González, J. (2025). Differences in the Relative External Load Demands of Pre-Competitive Warm-Ups and Official Matches in Semi-Professional Football Players: A Pilot Study Considering Specific Positions. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 182.
- Gürbüz, C. (2023). Açık ve kapalı kinetik zincir egzersizleri ve kuvvet gelişimi. In M. Çolak & D. Sevinç Yılmaz (Eds.), *Spor bilimlerinde multidisipliner yaklaşımlar - II* (pp. 47–59). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025a). Fonksiyonel antrenman ve atletik gelişim. In B. Tatlısu & R. Ceylan (Eds.), *Beden eğitimi ve spor eğitiminde akademik perspektifler* (pp. 92–102). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025b). Fonksiyonel hareket antrenmanlarının spor ve günlük yaşamda kullanımı. In İ. Uçan, B. Tatlısu, & R. Ceylan (Eds.), *Beden eğitimi ve spor eğitiminde akademik perspektifler 2* (pp. 94–107). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025c). Sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre optimize edilmiş yüklenme-dinlenme dengesi. In Ü. Erbaş & M. A. Ceyhan (Eds.), *Sporda gelişim ve etkileşim: Teorik ve uygulamalı yaklaşımlar* (pp. 5–18). Duvar Yayınları.
- Hammami, A., Zois, J., Slimani, M., Russell, M., & Bouhel, E. (2016). The efficacy, and characteristics of, warm-up and re-warm-up practices in soccer players: A systematic review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 58(1-2), 135-49.

- Havanecz, K., Matlák, J., Ihász, F., Géczi, G., Kopper, B., Sáfár, S., & Schuth, G. (2026). A Call for Consensus: A Narrative Review of GPS-Based External Training Load Monitoring in Male Youth Soccer Players. *Sports*, 14(4), 152.
- Hepsert, S., Kılıç, Y., & Tan, Ç. (2023). Adölesan futbolcularda uygulanan beceri antrenmanının seçilmiş bazı motorik özellikler ve yetenek testlerine etkisi. *ROL Spor Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 714, 728.
- Jeffreys, I. (2017). RAMP warm-ups: more than simply short-term preparation. *Prof Strength Cond*, 44, 17-23.
- Jeffreys, I., & Goodwin, J. E. (2016). Developing speed and agility for sports performance. *Strength and Conditioning for Sports Performance*, 383-413.
- Kambitta Valappil, I. N., Govindasamy, K., Vasanthi, G., Elayaraja, M., Clark, C. C., Parpa, K., ... & Granacher, U. (2026). Effects of the FIFA 11+ Program on Physical Fitness in Youth and Adult Soccer Players: A Systematic Review and Meta-analysis: INK Valappil et al. *Sports Medicine*, 56(2), 521-541.
- Kanaras, V., Michailidis, Y., Mandroukas, A., Stafylidis, A., Vardakis, L., Kyranoudis, A. E., ... & Metaxas, T. I. (2024). Weekly external load correlation in season microcycles with game running performance and training quantification in elite young soccer players. *Sensors*, 24(14), 4523.
- Malone, J. J., Lovell, R., Varley, M. C., & Coutts, A. J. (2017). Unpacking the black box: applications and considerations for using GPS devices in sport. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-18.
- McBurnie, A. J., & Dos' Santos, T. (2022). Multidirectional speed in youth soccer players: theoretical underpinnings. *Strength & Conditioning Journal*, 44(1), 15-33.
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports medicine*, 45(11), 1523-1546.
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load measures in training/match monitoring in soccer: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 18(5), 2721.
- Morin, J. B., Slawinski, J., Dorel, S., Couturier, A., Samozino, P., Brughelli, M., & Rabita, G. (2015). Acceleration capability in elite sprinters and ground impulse: push more, brake less?. *Journal of biomechanics*, 48(12), 3149-3154.
- Opplert, J., & Babault, N. (2018). Acute effects of dynamic stretching on muscle flexibility and performance: an analysis of the current literature. *Sports medicine*, 48(2), 299-325.
- Racinais, S., & Oksa, J. (2010). Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 1-18.
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Costa, J., Barreira, D., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020a). Methods to collect and interpret external training load using microtechnology incorporating GPS in professional football: a systematic review. *Research in Sports Medicine*, 28(3), 437-458.
- Rago, V., Brito, J., Figueiredo, P., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2020b). Application of individualized speed zones to quantify external training load in professional soccer. *Journal of Human Kinetics*, 72, 279.
- Reiman, M. P., & Matheson, J. W. (2013). Restricted hip mobility: clinical suggestions for self-mobilization and muscle re-education. *International journal of sports physical therapy*, 8(5), 729.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919-932.
- Taş, M., Sevim, O., Özkan, A., Akyüz, M., Akyüz, Ö., & Uslu, S. (2013). Yıldız basketbol millî takımında yer alan kız sporcuların anaerobik performans ve kuvvet değerlerinin belirlenmesinde çevresel

- ölçümlerden elde edilen bazı değerlerin rolü. *International Journal of Sport Culture and Science*, 1(3), 14–23. <https://dergipark.org.tr/en/pub/intjcs/article/108010>
- Towson, C., Midgley, A. W., & Lovell, R. (2013). Warm-up strategies of professional soccer players: practitioners' perspectives. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1393-1401.
- Uslu, S., Badur, K. I., Babur, E., & Ileri, M. (2022). Investigation of some physical characteristics of young elite soccer players in different age groups. *African Educational Research Journal*.
- Uslu, S., Riza, B., Mahmutović, I., Čaušević, D., Abazović, E., & Mahmutović, I. (2021). Effect of 12-week volleyball training on some conditional parameters of young female volleyball players. *International Journal of Life Sciences and Pharma Research*, 372–383. <https://www.ijlpr.com/>
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training load monitoring in team sports: a novel framework separating physiological and biomechanical load-adaptation pathways. *Sports medicine*, 47(11), 2135-2142.

— ♦ —
BÖLÜM II · SON
— ♦ —

— ◆ —
BÖLÜM III
— ◆ —

DAR ALAN OYUNLARININ FUTBOLCU PERFORMANSINA ETKİLERİ

Sezgin HEPSERT¹

Engin VURAL²

Hepsert, S., & Vural, E. (2026). Dar alan oyunlarının futbolcu performansına etkileri. In F. Çatıkkaş (Ed.), *Hareket ve antrenman bilimleri: Performans, antrenman yükü ve dijital izleme yaklaşımları* (pp. 37–46). Duvar Yayınları.

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni, Elazığ, Türkiye.
sezginnepsert@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4299-8548>

² Milli Eğitim Bakanlığı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni, Bitlis, Türkiye,
enginvural06@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7717-4928>

1. GİRİŞ

Futbol, performansın tek bir fiziksel özelliğe bağılı kalmadığı ek olarak; kuvvet, sürat, dayanıklılık, çeviklik, teknik beceri, taktiksel davranış ve bilişsel süreçlerin bir arada kullanıldığı kompleks takım sporları arasında sayılmaktadır. Müsabaka esnasında oyuncular, değişen oyun koşullarına kısa süre içerisinde adapte olmak, rakibin baskısı altında doğru karar vermek, takım arkadaşlarının hareketlerini değerlendirmek ve verdikleri kararları uygun teknik becerilerle uygulamak durumundadır. Bu bağlamda futbol antrenmanlarının amacını sadece fiziksel kapasitenin geliştirilmesine yönelik olarak görmek, müsabakanın çok boyutlu gerekliliklerinin tamamını karşılamak açısından olumsuz çıktılar oluşturur. Antrenman ortamının mümkün olduğunca oyunun doğal yapısını yansıtmayı ve oyuncuların fiziksel özelliklerini teknik ve taktik becerilerle birlikte kullanmalarına yardımcı olması bu açıdan önemlidir. Atletik gelişim açısından da kuvvet, sürat, çeviklik, koordinasyon ve hareket yeterliliği gibi performans bileşenlerinin birbirinden bağımsız değil, bütüncül bir antrenman yaklaşımı içerisinde ele alınması önem taşımaktadır (Gürbüz, 2025a). Bu gereksinim, futbol antrenmanında oyun temelli uygulamalara olan ilgiyi artırarak, dar alan oyunlarını önemli antrenman yöntemleri arasında sokmaktadır (Bizati, 2016).

Dar alan oyunlarının antrenman içerisindeki öneminin anlaşılabilmesi için öncelikle bu uygulamaların temel yapısının irdelenmesi gerekmektedir. Dar alan oyunları; oyuncu sayısının ve/veya oyun alanının sınırlı tutulması, belirli oyun kurallarının değiştirilmesi ya da oyuna çeşitli kısıtlamaların eklenmesi yoluyla planlanan ve temel olarak futbolun oyun yapısını koruyan antrenman metodlarıdır. Bu uygulamalarda saha boyutu, oyuncu sayısı, oyuncu başına düşen alan, oyun süresi, dinlenme aralıkları, kaleci kullanımı ve uygulanan kurallar gibi çok sayıda parametre antrenmanın kalitesi üzerinde belirleyici bir özellik taşımaktadır. Dolayısıyla dar alan oyunlarını tek ve standart bir antrenman modeli şeklinde değerlendirmekten ziyade, farklı performans hedeflerine göre düzenlenebilen esnek bir antrenman aracı olarak ele almak daha doğrudur. Nitekim Kaya ve Gürol (2021), dar alan oyunlarının farklı değişkenler üzerinden yapılandırılabildiğini ve bu değişkenlerin oyuncuların oyun içerisindeki davranışlarını ve antrenmana verdikleri yanıtları etkileyebildiğini raporlamaktadır. Bu parametrelerin değiştirilmesi ise dar alan oyunları fiziksel bir yüklenme aracı olmaktan çıkarak farklı performans bileşenlerinin aynı oyun ortamında geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çok yönlü yapı, dar alan oyunlarının özellikle teknik ve taktik becerilerin geliştirilmesi açısından önemini gözler önüne sermektedir. Oyuncular dar bir alanda ve sınırlı zaman içerisinde pas verme, top kontrolü, top sürme, rakibi geçme ve savunma gibi teknik becerileri uygularken beraberinde rakibin konumunu, takım arkadaşlarının hareketlerini ve kullanılabilecek boş alanları değerlendirmek durumundadır. Bu sayede teknik uygulama, oyun içerisindeki karar verme sürecinden bağımsız olarak gerçekleşmemekte; oyuncu gerçekleştireceği teknik hareketi mevcut oyun koşullarına göre şekillendirmektedir. Başka bir ifadeyle dar alan oyunlarında oyuncunun yalnızca "ne yapacağını" değil, "ne zaman ve hangi koşulda yapacağını" da değerlendirmesi gerekmektedir. Bu özellik, dar alan oyunlarının teknik beceriler ile algısal ve bilişsel süreçleri aynı uygulamada bütünleştirmesine zemin hazırlamaktadır. Nitekim 4'e 4 dar alan oyunlarını inceleyen Soylu (2021), bu uygulamaların futbolcularda psikolojik ve bilişsel yanıtlar oluşturduğunu bildirmiştir. Böylece dar alan oyunlarının etkilerinin hem fiziksel yüklenme hem de bilişsel yönden değerlendirilmesi gerektiği daha açık hâle gelmektedir.

Paralel olarak, teknik ve bilişsel süreçlerin oyun ortamında birlikte kullanılabilmesi, oyuncunun fiziksel kapasitesinden bağımsız değildir. Futbolcu, karar verme ve teknik uygulamaları gerçekleştirirken aynı zamanda hareket etmek, hızlanmak, yavaşlamak, yön değiştirmek ve oyun içerisindeki pozisyonunu sürekli olarak yeniden düzenlemek zorundadır. Bu nedenle futbol antrenmanında beceri gelişimi ile motorik özelliklerin birbirinden tamamen ayrı süreçler olarak ele alınması yerine, bu özelliklerin oyun koşulları içerisinde birbirini nasıl desteklediğinin değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Özellikle genç ve adölesan futbolcularda beceri temelli antrenmanların motorik özellikler ve futbol yetenekleri üzerindeki etkilerini ortaya koyan çalışmalar, teknik becerilerin fiziksel gelişimle birlikte ele alınmasının gerekliliğini savunmaktadır (Hepsert ve diğ., 2023). Bu açıdan incelendiğinde dar alan oyunları, oyuncuların teknik becerilerini fiziksel hareketlilik içerisinde uygulamalarına ve ortaya çıkan oyun koşullarına göre bu becerileri uyarlamalarına olanak sağlayan bir yapı sunmaktadır.

Dar alan oyunlarının kompleks niteliği, aynı zamanda antrenörün oyun tasarımında kullanabileceği değişkenlerin önemini artırmaktadır. Oyuncu sayısının azaltılması, saha alanının değiştirilmesi, kaleci kullanılması, belirli sayıda pas zorunluluğu getirilmesi veya hücum ve savunma davranışlarına yönelik kurallar eklenmesi, oyuncuların karşılaştıkları oyun problemlerini ve bu problemlere

verdikleri yanıtları farklılaştırabilmektedir. Bu nedenle aynı oyuncu grubuyla gerçekleştirilen iki farklı dar alan oyunu, kullanılan değişkenlere bağılı olarak farklı fiziksel, teknik, taktik, psikolojik ve bilişsel uyarıların oluşumunu sağlayabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, dar alan oyunlarının sadece belirli bir formatın uygulanmasından ibaret olmadığı; antrenör tarafından belirlenen hedef doğrultusunda sistematik biçimde yapılandırılması gerektiğidir. Bu yaklaşım, dar alan oyunlarının futbol antrenmanında farklı performans bileşenlerine yönelik kullanılabilmesini mümkün kılmaktadır (Bizati, 2016; Kaya & Gürol, 2021).

Sonuç olarak dar alan oyunları, futbolun doğal oyun yapısını korurken oyuncuların fiziksel, teknik, taktik, psikolojik ve bilişsel gerekliliklerle aynı ortam içerisinde karşılaşmasına olanak sağlayan ve birçok uyarıyı barındıran antrenman yaklaşımlarıdır. Ancak bu uygulamalardan elde edilecek uyarıların niteliğı, oyunun nasıl tasarlandığı ve hangi değişkenlerin kullanıldığı ile yakından ilişkilidir. Bu bağlamda dar alan oyunlarının futbolcu performansına katkısını değerlendirebilmek için sadece uygulamanın adının veya oyuncu sayısının dikkate alınması yeterli olmayıp, oyunun bütün yapısının birlikte ele alınması daha fazla önem taşımaktadır. Bu bölümde futbolcularda dar alan oyunlarının yapısı ve temel değişkenleri, fiziksel, fizyolojik, teknik ve taktik performans üzerindeki etkileri ile antrenman planlamasında kullanımına ilişkin yaklaşımlar güncel literatür doğrultusunda ele alınacaktır.

2. Dar Alan Oyunlarının Yapısı ve Antrenman Değişkenleri

Dar alan oyunlarının antrenman içerisindeki etkisini anlayabilmek için öncelikle bu oyunların azaltılmış oyuncu sayısı ve saha boyutundan oluşan basit uygulamalar olmadığı anlaşılmalıdır. Dar alan oyunları, antrenör tarafından çeşitli görev ve çevresel kısıtlamaların değiştirilmesiyle planlanan, teknik, taktik ve fiziksel gereklilikleri aynı oyun ortamında bir araya getiren antrenman protokolleridir. Oyuncu sayısı, saha alanı, oyun kuralları, kaleci kullanımı, hedeflerin yapısı, çalışma süresi ve dinlenme aralıkları gibi parametreler, oyuncuların oyun içerisindeki davranışlarını ve maruz kaldıkları antrenman yükünde değişim oluşturabilmektedir (Hill-Haas ve diğ., 2011; Bujalance-Moreno ve diğ., 2019). Bu nedenle antrenman yükünün yalnızca uygulamanın yoğunluğu üzerinden değil, çalışma süresi, dinlenme aralıkları ve sporcunun bireysel gereksinimleriyle birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Gürbüz, 2025b). Bu nedenle dar alan

oyununun kaç oyuncuyla oynandığına bakılarak değerlendirilmesinden ziyade, oyunun yapısının bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

Bu değişkenler içerisinde saha alanı ve oyuncu başına düşen relatif alan, dar alan oyunlarının yükünün düzenlenmesinde özellikle önemlidir. Aynı sayıda oyuncunun farklı büyüklükteki sahalarda oynatılması, oyuncuların hareket etmek için sahip oldukları alanı ve dolayısıyla oyun içerisindeki fiziksel gereksinimlerde değişim oluşturmaktadır. Literatürde, daha geniş saha alanlarında gerçekleştirilen dar alan oyunlarında daha yüksek kalp atım hızı, algılanan zorluk düzeyi, toplam mesafe ve yüksek hızlı koşu değerleri elde edildiğini açıklanmaktadır (Rumpf ve diğ., 2026). Benzer şekilde daha geniş relatif alanın toplam mesafe, maksimum hız, sprint, yüksek hızlı koşu, hızlanma ve yavaşlama gibi birçok fiziksel değişkenle pozitif yönde ilişkili taşıdığı açıklanmıştır (Rumpf ve diğ., 2025). Bu nedenle saha boyutunun belirlenmesinde sadece toplam saha ölçülerinin değil, oyuncu başına düşen alanın da dikkate alınması, farklı dar alan oyunu formatlarının karşılaştırılabilmesi bağlamında gereklidir.

Saha alanı değişimine paralel olarak oyuncu sayısının da değiştirilmesi dar alan oyunlarının karakterini belirleyen temel unsurudur. Örneğin 3'e 3, 4'e 4, 5'e 5 veya daha fazla oyuncuyla gerçekleştirilen oyunlar, oyuncuların topa ulaşma, destek sağlama, boş alan oluşturma ve savunma organizasyonu açısından farklı çevresel koşullarla karşılaşmasına zemin hazırlamaktadır. Bununla birlikte oyuncu sayısındaki değişikliğin etkisi, saha alanı ile birlikte değerlendirilmelidir. Çünkü oyuncu sayısı azaltılırken saha alanının da aynı anda değiştirilmesi, ortaya çıkan etkinin hangi değişkenden kaynaklandığının belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Randers ve diğ., 2018). Nitekim güncel bir araştırma oyuncu sayısının yanı sıra sayısal üstünlük ve eksiklik durumlarının da fiziksel yük, teknik uygulamalar ve taktik davranışlar üzerinde farklı etkiler oluşturduğu; sayısal üstünlükteki oyuncuların daha fazla pas ve teknik aksiyon gerçekleştirirken daha düşük fizyolojik ve yüksek şiddetli fiziksel yüke maruz kalabildiği açıklamıştır (Nunes ve diğ., 2020).

Dar alan oyunlarının yapısını belirleyen diğer önemli unsurlar arasında: oyun kuralları, kaleci kullanımı, hedeflerin yapısı ve oyun süresidir sayılmaktadır. Kalecinin oyuna dahil edilmesi, küçük kalelerin kullanılması, topa sahip olma zorunluluğu, belirli sayıda pas sonrasında gol atılması veya geçişlerin belirli süre içerisinde tamamlanmasının istenmesi, oyuncuların karşılaştıkları teknik ve taktik problemleri çeşitlendirebilmektedir. Bu nedenle aynı oyuncu sayısı ve aynı saha

alanı kullanılsa dahi farklı kurallar altında gerçekleştirilen iki dar alan oyununun oyunculara oluşturduğu uyaran farklılaşabilir. Literatürde farklı oyun formatlarının ve oyuncu sayılarının hem fizyolojik hem de fiziksel talepleri değiştirebildiği gösterilmiş olup ek olarak görev kısıtlamalarının teknik ve taktik davranışlar üzerindeki etkilerinin de dikkate alınması gerektiği ileri sürülmüştür (Castellano ve diğ., 2013).

Bu doğrultuda dar alan oyunlarının planlanmasında temel yaklaşım, antrenman amacına uygun değişkenlerin sistematik biçimde planlanması ve uygulanmasıdır. Fiziksel yükün artırılması amacıyla daha geniş relatif alanlardan yararlanılabilirken, teknik eylemlerin ve karar verme gereksiniminin artırılması için oyuncu sayısı, saha alanı ve oyun kuralları farklı biçimlerde manipüle edilebilir. Ayrıca tek bir değişkenin değiştirilmesi her zaman aynı yönde bir sonuç oluşturmayaabileceğinden, antrenörün oyun formatını bütüncül biçimde değerlendirmesi gerekebilir. Güncel kanıtlar da dar alan oyunlarının tasarımında saha alanı, oyuncu sayısı, kaleci kullanımı, hedef türü, sayısal üstünlük ve geçiş kuralları gibi değişkenlerin birlikte değerlendirilmesinin önemli olduğunu öne sürmektedir (Chootsungnoen ve diğ., 2026). Böylece dar alan oyunları, önceden belirlenmiş bir formatın tekrarından ziyade, futbolcunun ihtiyaçlarına ve antrenmanın hedeflerine göre yükü ve oyun davranışlarını düzenlemeye imkân sağlayan esnek bir antrenman aracı olarak uygulanabilir.

3. Dar Alan Oyunlarının Futbolcu Performansı Üzerindeki Etkileri

Dar alan oyunları, futbolcuların fiziksel, fizyolojik, teknik ve taktik özelliklerinin oyun koşulları içerisinde geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu oyunların performans üzerindeki etkileri; oyuncu sayısı, saha alanı, oyun süresi, kurallar ve kullanılan hedefler gibi değişkenlere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Bu nedenle dar alan oyunlarının etkileri değerlendirilirken kullanılan oyun formatının özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır (Bujalance-Moreno ve diğ., 2019; Sarmiento ve diğ., 2018).

Fiziksel ve fizyolojik açıdan dar alan oyunları, yüksek yoğunluklu bir antrenman uyararı oluşturabilmektedir. Özellikle oyuncu başına düşen alanın artırılması, daha fazla mesafe kat edilmesi ve yüksek hızlı hareketlerin artmasıyla ilişkilendirilmektedir. Praça ve arkadaşlarının (2022) yürüttüğü çalışmada, daha geniş göreceli saha alanlarının futbolcuların fiziksel ve fizyolojik yanıtlarını artırdığı ifade edilmiştir. Bunun yanı sıra oyuncu sayısının azaltılması da oyun yoğunluğunu

artırabilmekte ve kalp atım hızı ile kan laktatı gibi fizyolojik göstergelerde daha yüksek yanıtlar oluşturabilmektedir (Köklü ve diğ., 2011). Bu sonuçlar, dar alan oyunlarının aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin uyarılmasında kullanılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, genç elit futbolcularda fiziksel özelliklerin yaş gruplarına göre farklılık gösterebilmesi, dar alan oyunlarında ortaya çıkan fiziksel yüklerin oyuncuların gelişim ve performans özellikleri dikkate alınarak yorumlanması gerektiğini düşündürmektedir (Uslu ve diğ., 2022).

Dar alan oyunlarının fiziksel etkileri sadece akut yanıtlarla sınırlı kalmamaktadır. Uzun süreli uygulamalar sonucunda aerobik kapasite ve çeşitli fiziksel uygunluk göstergelerinde gelişmeler ileri sürülmektedir. Düzenli antrenman uygulamalarının çeşitli kondisyonel performans özelliklerinde değişim oluşturabileceği farklı takım sporlarında da bildirilmiştir (Uslu et al., 2021). Bujalance-Moreno ve arkadaşları (2019), futbolcularda dar alan oyunlarının hem akut fizyolojik yanıtlar hem de uzun dönemli fiziksel adaptasyonlar açısından önemli bir antrenman aracı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca uygulamanın süresi, tekrar sayısı, dinlenme aralıkları ve oyun formatı elde edilen adaptasyonların düzeyini etkileyebilmektedir.

Teknik performans açısından dar alan oyunları, oyuncuların pas verme, top kontrolü, top sürme ve rakip baskısı altında teknik becerilerini kullanmalarına olanak sağlar. Oyun alanının sınırlı olması, oyuncunun topu kontrol ettikten sonra karar vermesi için daha kısa bir süre oluşturmakta ve teknik becerilerin oyun bağlamında uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu özellik, geleneksel teknik tekrarların aksine becerinin algılama, karar verme ve uygulama süreçleriyle birlikte gerçekleştirilmesini kolaylaştırmaktadır. Teknik değişkenlerin sportif başarıyla ilişkili olarak değerlendirilmesinin önemi, farklı takım sporlarında gerçekleştirilen araştırmalarda da ortaya konulmuştur (Dirier et al., 2020). Özellikle genç futbolcular üzerinde yürütülen araştırmalar, dar alan oyunlarının teknik ve taktik gelişim açısından kullanılabilir bir antrenman yaklaşımı olduğunu savunmaktadır (Fernández-Espínola ve diğ., 2020).

Taktik performans bakımından dar alan oyunlarının önemli bir özelliği, oyuncuların sürekli değişen oyun koşullarına uyum sağlamasını gerektirmesidir. Oyuncular topun konumuna, takım arkadaşlarının hareketlerine ve rakiplerin savunma davranışlarına göre pozisyonlarını sürekli değiştirmek zorundadır. Clemente ve arkadaşlarının (2020) ele aldığı çalışmada, daha küçük oyun formatlarının penetrasyon ve savunma geciktirme davranışlarını artırabildiği, daha

geniş formatların ise hücum ve savunmada takım bütünlüğüyle ilişkili kolektif davranışları daha fazla destekleyebildiği ileri sürmüştür. Bu durum, farklı dar alan oyunu formatlarının farklı taktik amaçlara hizmet edebileceğini savunmaktadır.

Dar alan oyunlarının bir diğer önemli özelliğı, fiziksel ve teknik-taktik performansın aynı anda ortaya çıkmasıdır. Oyuncu sayısı, saha büyüklüğü veya oyun kurallarındaki değişiklikler hem hareket yükünü hem de oyuncuların topa ilişkin davranışlarını değiştirebilmektedir. Bu bağlamda antrenörlerin dar alan oyunlarını sadece kondisyon geliştirme amacıyla değil, teknik ve taktik hedeflerle birlikte planlaması mümkündür. Ayrıca farklı uygulamalarda fiziksel, teknik ve taktik yanıtın değişkenlik gösterebildiğı ve aynı oyun formatının her oyuncuda aynı seviyede yük oluşturmayaabileceğine de dikkate edilmelidir (Coutinho ve diğ., 2017; Bujalance-Moreno ve diğ., 2019).

Genel olarak incelendiğinde dar alan oyunları; fiziksel kapasitenin geliştirilmesi, teknik becerilerin oyun koşullarında uygulanması ve taktik karar verme süreçlerinin desteklenmesi açısından kompleks bir antrenman yaklaşımını temsil etmektedir. Ancak tek bir oyun formatının futbol performansının bütün boyutlarını aynı düzeyde geliştirmesi beklenmemelidir. Bu nedenle saha alanı, oyuncu sayısı, oyun süresi, dinlenme aralıkları ve kuralların antrenmanın temel amacı doğrultusunda düzenlenmesi, dar alan oyunlarından elde edilecek performans kazanımlarının artırılması açısından önem taşımaktadır.

4. SONUÇ

Dar alan oyunları, futbolcuların fiziksel, teknik ve taktik özelliklerinin oyun koşulları içerisinde geliştirilmesine olanak sağlayan etkili antrenman uygulamalarıdır. Saha büyüklüğü, oyuncu sayısı, oyun süresi ve kuralların değiştirilmesiyle farklı performans gereksinimleri oluşturulabilmektedir. Bu nedenle dar alan oyunlarının antrenman hedeflerine uygun biçimde planlanması önem taşımaktadır. Uygun şekilde yapılandırıldığında dar alan oyunları, futbolcuların performans gelişimini destekleyen çok yönlü ve işlevsel bir antrenman yöntemi olarak kullanılabilir. Ayrıca oyuncuların karar verme ve baskı altında becerilerini uygulama süreçlerini desteklemesi, bu yöntemin oyun odaklı yapısını güçlendirmektedir. Farklı oyun formatlarının planlı biçimde kullanılması, futbolcuların çeşitli maç koşullarına hazırlanmasına katkı sağlayabilir.

5. KAYNAKÇA

- Bizati, Ö. (2016). Futbolda dar alan oyunlarının önemi. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(2), 225-233.
- Bujalance-Moreno, P., Latorre-Román, P. Á., & García-Pinillos, F. (2019). A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. *Journal of sports sciences*, 37(8), 921-949.
- Castellano, J., Casamichana, D., & Dellal, A. (2013). Influence of game format and number of players on heart rate responses and physical demands in small-sided soccer games. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1295-1303.
- Chootsungnoen, P., Sonchan, W., Chainok, P., & Leenoi, P. (2026). Effects of Task Constraint Manipulation on Physical, Physiological and Technical-Tactical Demands of Small-Sided Games in Soccer: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 11(3), 354.
- Clemente, F. M., Afonso, J., Castillo, D., Los Arcos, A., Silva, A. F., & Sarmiento, H. (2020). The effects of small-sided soccer games on tactical behavior and collective dynamics: A systematic review. *Chaos, Solitons & Fractals*, 134, 109710.
- Clemente, F., Praça, G. M., Aquino, R., Castillo, D., Raya-González, J., Rico-González, M., ... & Ramirez-Campillo, R. (2023). Effects of pitch size on soccer players' physiological, physical, technical, and tactical responses during small-sided games: a meta-analytical comparison. *Biology of sport*, 40(1), 111-147.
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Travassos, B., Wong, D. P., Coutts, A. J., & Sampaio, J. E. (2017). Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. *Frontiers in psychology*, 8, 1645.
- Dirier, B. E., Uslu, S., Misovski, A., Milenkoski, J., İşgüzar, M. G., Barak, R., & Barak, İ. (2020). The effect of uncontrolled data and technical variables in the league matches to success in elite volleyball players. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 9(1), 61-72. <https://doi.org/10.46733/PESH2090061ed>
- Fernández-Espínola, C., Abad Robles, M. T., & Giménez Fuentes-Guerra, F. J. (2020). Small-sided games as a methodological resource for team sports teaching: A systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 17(6), 1884.
- Gürbüz, C. (2025a). Fonksiyonel antrenman ve atletik gelişim. In B. Tatlısu & R. Ceylan (Eds.), *Beden eğitimi ve spor eğitiminde akademik perspektifler* (pp. 92-102). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025b). Sporcuların bireysel ihtiyaçlarına göre optimize edilmiş yüklenme-dinlenme dengesi. In Ü. Erbaş & M. A. Ceyhan (Eds.), *Sporda gelişim ve etkileşim: Teorik ve uygulamalı yaklaşımlar* (pp. 5-18). Duvar Yayınları.
- Hepsert, S., Kılıç, Y., & Tan, Ç. (2023). Adölesan futbolcularda uygulanan beceri antrenmanının seçilmiş bazı motorik özellikler ve yetenek testlerine etkisi. *ROL Spor Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 714, 728.
- 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*, 41(3), 199-220.
- Kapelman, A. E. (2025). Futbolda Atletik Performans Antrenmanına Bütünsel Yaklaşım: Taktiksel Periyotlama. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 11(1), 9-25.
- Kaya, K., & Gürol, B. (2021). Futbolda Dar Alan Oyunları Değişkenlerinin İncelenmesi. *Sportive*, 4(2), 117-131.
- Köklü, Y., Ersöz, G., Alemdaroglu, U. T. K. U., Aşçı, A., & Özkan, A. (2012). Physiological responses and time-motion characteristics of 4-a-side small-sided game in young soccer players: The influence

- of different team formation methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3118-3123.
- Nunes, N. A., Gonçalves, B., Coutinho, D., & Travassos, B. (2020). How numerical unbalance constraints physical and tactical individual demands of ball possession small-sided soccer games. *Frontiers in psychology*, 11, 1464.
- Praça, G. M., Chagas, M. H., Bredt, S. D. G. T., & de Andrade, A. G. P. (2022). Small-sided soccer games with larger relative areas result in higher physical and physiological responses: a systematic and meta-analytical review. *Journal of human kinetics*, 81, 163.
- Randers, M. B., Ørntoft, C., Hagman, M., Nielsen, J. J., & Krstrup, P. (2018). Movement pattern and physiological response in recreational small-sided football—effect of number of players with a fixed pitch size. *Journal of sports sciences*, 36(13), 1549-1556.
- Rumpf, M. C., Jäger, J., Clemente, F. M., Altmann, S., & Lochmann, M. (2025). The effect of relative pitch size on physiological, physical, technical and tactical variables in small-sided games: a literature review and practical guide. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1592536.
- Rumpf, M. C., Jäger, J., Lloyd, R. S., & Lochmann, M. (2026). Manipulating player numbers in small-sided soccer games: effects on numerical superiority and inferiority across physiological, physical, technical, and tactical performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8, 1813770.
- Sarmento, H., Clemente, F. M., Harper, L. D., Costa, I. T. D., Owen, A., & Figueiredo, A. J. (2018). Small sided games in soccer—a systematic review. *International journal of performance analysis in sport*, 18(5), 693-749.
- Soylu, Y. (2021). Futbolda 4v4 dar alan oyunlarına verilen psikolojik ve bilişsel cevaplar. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 12(2), 186-199.
- Uslu, S., Badur, K. I., Babur, E., & Ileri, M. (2022). Investigation of some physical characteristics of young elite soccer players in different age groups. *African Educational Research Journal*.
- Uslu, S., Riza, B., Mahmutović, I., Čaušević, D., Abazović, E., & Mahmutović, I. (2021). Effect of 12-week volleyball training on some conditional parameters of young female volleyball players. *International Journal of Life Sciences and Pharma Research*, 372–383. <https://www.ijlpr.com/>

— ♦ —
BÖLÜM III · SON
— ♦ —

—◆—
BÖLÜM IV
—◆—

HAREKET VE ANTRENMAN SÜRECİNDE SPORCU PERFORMANSININ DİJİTAL VERİLERLE İZLENMESİ VE BÜTÜNCÜL DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğretim Üyesi Emre Yamaner¹
Doç. Dr. Tuna Turğut²

Yamaner, E., & Turğut, T. (2026). Hareket ve antrenman sürecinde sporcu performansının dijital verilerle izlenmesi ve bütüncül değerlendirilmesi. In F. Çatıkkaş (Ed.), *Hareket ve antrenman bilimleri: Performans, antrenman yükü ve dijital izleme yaklaşımları* (pp. 47–63). Duvar Yayınları.

¹ Hitit Üniversitesi, emreyamaner@hitit.edu.tr ORCID:0000-0001-5958-0722

² Bartın Üniversitesi, tunaaturgut@gmail.com ORCID: 0009-0006-9574-8899

Giriş

Modern spor bilimi, atletik performansı yalnızca fiziksel kapasitenin çıktısı olarak değil, fizyolojik yeterlilik ile psikolojik dayanıklılığın sürekli etkileşiminden doğan çok boyutlu bir süreç olarak değerlendirmektedir (Altıntaş & Akalan, 2003). Atletik gelişimin kuvvet, sürat, çeviklik, koordinasyon ve hareket yeterliliği gibi birbirleriyle ilişkili performans bileşenlerinin bütüncül biçimde ele alınmasını gerektirdiği de vurgulanmaktadır (Gürbüz, 2025a). Fizyolojik kapasite sporcunun yüklenme ve toparlanma potansiyelini belirlerken, motivasyon, dikkat, stresle başa çıkma ve zihinsel dayanıklılık gibi psikolojik değişkenler bu kapasitenin müsabaka ortamında ne ölçüde kullanılabileceğini şekillendirmektedir (Karaca, 2021). Egzersize verilen fizyolojik yanıtların değerlendirilmesi, antrenman yükünün düzenlenmesi ve performansın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesi açısından temel önem taşımaktadır (Uğurlu, 2023). Antrenman yükü ile toparlanma arasındaki dengenin sporcunun bireysel gereksinimlerine göre düzenlenmesi, sürdürülebilir performans gelişiminin temel unsurlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Gürbüz, 2025b). Bu nedenle iki boyutun bağımsız ele alınması performansın gerçek belirleyicilerini açıklamakta yetersiz kalmakta; özellikle fiziksel sınırların zorlandığı rekabetçi ortamlarda zihinsel hazırlık belirleyici bir rol oynamaktadır (Çetin ve ark., 2025).

Dijital teknolojilerin sunduğu gerçek zamanlı veriler, bu etkileşimin sistematik izlenmesine olanak sağlayarak performans yönetiminde önemli bir dönüşüm yaratmaktadır (Havuz ve ark., 2025). Giyilebilir teknolojiler ve biyometrik sensörler aracılığıyla elde edilen veriler; antrenman yükü, fizyolojik yanıt, toparlanma durumu ve mental iyilik hâlinin birlikte değerlendirilmesini mümkün kılar (Aslan ve ark., 2024; Yüceant ve ark., 2026). Dolayısıyla dijital veriler yalnızca performansı ölçen pasif araçlar değil, antrenman kararlarını yönlendiren aktif yönetim araçları olarak ele alınmalıdır. Ancak veri niceliğinin artması tek başına daha doğru kararları garanti etmez; göstergelerin geçerli, güvenilir ve bağlamsal olarak yorumlanması gerekir (Galily ve ark., 2026).

Bütüncül değerlendirmenin gerekçesi burada ortaya çıkar. Yalnızca kondisyonel göstergelere dayalı bir yaklaşım, sporcunun stresle başa çıkma kapasitesini ve psikolojik iyilik hâlini göz ardı edebilir; oysa bu süreçlerin uygun ölçme araçlarıyla izlenmesi performansın sürdürülebilirliğini daha kapsamlı açıklar (Görgülü & Şenel, 2023; Parlak, 2023). Fizyolojik ve psikolojik verilerin birlikte analiz edilmesi,

antrenörlerin bu yetilerin birbirini nasıl etkilediğini belirleyerek kişiselleştirilmiş müdahale stratejileri geliştirmesine imkân tanır (Kılınç & Özen, 2024; Ruíz-Vanoye ve ark., 2025).

Bu entegrasyon, karmaşık verilerin yapay zekâ algoritmalarıyla işlenerek öngörülere dönüştürülmesini gerektirir (Gaikwad, 2026). GPS tabanlı fiziksel metriklerin sosyal ağ analizi gibi yaklaşımlarla birlikte değerlendirilmesi, takım sporlarında grup dinamikleri ve liderlik mekanizmalarının performansa etkilerinin daha somut incelenmesine olanak tanır (Çayır, 2025). Yapay zekâ destekli öngörü modelleri ise antrenman yoğunluğu, toparlanma süreçleri ve mental iyilik hâli arasındaki ilişkileri analiz ederek yaralanma riskinin ve performans düşüşünün erken belirtilerini belirlemeye katkı sunmaktadır (Özbay & Ulupınar, 2023).

Bu derlemenin amacı, sporcu performansının fizyolojik ve psikolojik belirleyicilerinin dijital verilerle bütüncül biçimde yönetilmesine ilişkin mevcut literatürü tematik olarak sentezlemek ve alandaki yöntemsel boşlukları tartışmaktır. Bu amaç doğrultusunda iki soruya yanıt aranmıştır: (i) Giyilebilir teknolojiler ve yapay zekâ destekli analitik yöntemler, psikolojik ve fizyolojik göstergelerin bütüncül değerlendirilmesine hangi düzeyde katkı sunmaktadır? (ii) Bu entegrasyonun uygulamadaki sınırlılıkları ve etik gereklilikleri nelerdir?

Bu çalışma, sporcu performansına ilişkin fizyolojik ve psikolojik göstergelerin dijital araçlarla bütüncül biçimde değerlendirilmesine yönelik mevcut bilgi birikimini tematik olarak sentezleyen anlatsal bir derlemedir. Sistematik bir derleme protokolü izlenmemiş; bu tercih, bulguların nicel bir üst-sentezine imkân vermemesi bakımından çalışmanın temel sınırlılığı olarak kabul edilmektedir. İncelenen literatür dört tema altında sınıflandırılmıştır: (i) psikolojik beceri ve zihinsel dayanıklılık, (ii) giyilebilir teknolojilerle fizyolojik izleme, (iii) sanal gerçeklik temelli dijital müdahaleler, (iv) veri analitiği ve karar destek sistemleri.

Psikolojik Beceri ve Zihinsel Dayanıklılık

Sporcu performansını etkileyen faktörleri inceleyen literatür, psikolojik dayanıklılığın ve öz yeterlik inancının özellikle yüksek stresli rekabet ortamlarında fiziksel kapasiteyi optimize edici bir işleve sahip olduğunu vurgulamaktadır (Yüceant ve ark., 2026). Sportif katılımın psikolojik ve sosyal boyutları da sporcu davranışlarının ve performans sürecinin bütüncül olarak değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Uğurlu, 2024). Bununla birlikte teknolojinin sporcu

üzerindeki etkisi ikili bir yapı sergiler: dijital araçlar dikkat gerektiren görevlerde hassas ölçümler sunarken, sürekli veri izleme uyku kalitesini bozma ve dışsal metriklerin kimlik algısı üzerindeki baskısını artırma gibi psikolojik zafiyetleri tetikleyebilir (Galily ve ark., 2026).

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi entegrasyonu sporcuların mental süreçlerini sürekli izlemeyi hedefleyen yaklaşımlar, kişiselleştirilmiş müdahale ve iyileşme stratejileri sunma potansiyeli taşımaktadır (Ruiz-Vanoye ve ark., 2025). Hedef belirleme ve öz farkındalık gibi adaptif psikolojik becerilerin dijital verilerle eş zamanlı izlenmesi, sporcuların rekabet ortamındaki direncini artırarak performansın sürdürülebilirliğine katkı sunabilir (Görgülü & Şenel, 2023).

Giyilebilir Teknolojilerle Fizyolojik İzleme

Yapay zekâ tabanlı giyilebilir teknolojilerin sunduğu anlık biyogeribildirim imkânları, sporcuların stres yönetimi ve rahatlama stratejilerini antrenman döngülerine daha etkin biçimde entegre etmesine olanak tanımaktadır (Adebisi ve ark., 2025). Giyilebilir sensörlerin sağladığı yüksek çözünürlüklü veriler ise uzun vadeli psikolojik adaptasyon süreçlerinin izlenmesine zemin hazırlamaktadır (Şekeroğlu ve ark., 2025; Uluca ve ark., 2024).

Dijital verilerin geleneksel fizyolojik ölçümlerle birleştirilmesi ise antrenman yükü ile psikolojik dayanıklılık arasındaki ilişkinin anlamlandırılmasında bütüncül bir perspektif sunmaktadır (Li ve ark., 2023; Xian, 2025).

Sanal Gerçeklik Temelli Dijital Müdahaleler

Ancak bu dijital müdahalelerin etkinliğine dair kesin bir bilimsel kanıt henüz oluşmamıştır; bu durum uygulamaların geliştirilmesinde temkinli ve akademik temelli bir yaklaşımı zorunlu kılmaktadır (Bonetti ve ark., 2025). Bu noktada psikolojik beceri eğitiminin dijital platformlara aktarılması, maliyet, erişilebilirlik ve damgalanma gibi engellerin aşılmasında önemli bir çözüm olanağı sunmaktadır (Beh ve ark., 2026).

Sanal gerçeklik temelli müdahaleler, sporcuların kontrollü simülasyonlarda psikolojik becerilerini pratik etmelerini sağlayarak bilişsel yükün yönetilmesine ve karar verme süreçlerinin optimize edilmesine katkı sunmaktadır (Gonzalez-Fernandes ve ark., 2025; Öztürk ve ark., 2025). Psikolojik müdahale programlarının sistematik uygulanması, sporcuların fiziksel ve mental potansiyellerini bir arada

kullanmalarına imkân tanımaktadır (Filik & Baş, 2024); fizyolojik toparlanma ile zihinsel dayanıklılık arasındaki bu bağlantı, sanal gerçeklik destekli eğitimlerin otonom sinir sistemi regülasyonu ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Kegelaers & Oudejans, 2022).

Buna karşın dijital platformlardaki müdahalelerin uzun vadeli performans çıktıları henüz netlik kazanmamış olup, verilerin gerçek dünya senaryolarındaki geçerliliğini doğrulamak için daha kapsamlı deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır (Richlan ve ark., 2023). Sanal gerçeklik ortamlarında kaydedilen kalp atış hızı ve EEG gibi verilerin sporcunun bilişsel durumunu doğrudan yansıtması, performans psikolojisi ile teknoloji entegrasyonunu güçlendirmektedir (Noury ve ark., 2023). Bu etkileşimli ortamlar, sporcuların müsabaka stresini yönetmesine olanak tanıyarak laboratuvar dışındaki otantik davranış kalıplarının daha doğru analizine zemin hazırlamaktadır (Gerwann ve ark., 2024).

Veri Analitiği ve Karar Destek Sistemleri

Performans analizinde büyük veri setlerinin işlenmesinde kullanılan yapay zekâ algoritmaları sporcunun davranış örüntülerini tahmin etmede kritik bir potansiyel sunmakla birlikte, bağlamsal değişkenlerin göz ardı edilmesi öngörülerin verimliliğini sınırlamaktadır (Raab ve ark., 2023). Dijital araçların sunduğu verilerin nitelikli yorumlanabilmesi için algoritmaların etik kurallar ve şeffaflık ilkeleri çerçevesinde geliştirilmesi bu nedenle zorunludur (Tunay, 2025; Çakır ve ark., 2023).

Veriye dayalı antrenman modellerinin başarısı, nesnel ölçümlerin antrenörlerin pedagojik bilgi birikimiyle harmanlanmasına bağlıdır (KILINÇ & Özen, 2024); bu bağlamda veri güvenliğinin ve etik standartların ön planda tutulduğu sistemler kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (Soyugür, 2026).

Değerlendirme Çerçevesi ve Yaklaşım

Değerlendirme çerçevesi fizyolojik, psikolojik ve bağlamsal olmak üzere üç bileşen üzerine kurulmuştur (Özsoy ve ark., 2023). Giyilebilir sensörlerden elde edilen nesnel veriler ile öz bildirim ölçekleriyle toplanan öznel göstergelerin birlikte yorumlanması, sporcunun fiziksel ve mental durumuna ilişkin daha kapsamlı bir tablo sunmaktadır (Mao, 2025). Ancak bu iki veri türünün zaman ölçeği ve ölçüm hatası bakımından farklılaştığı göz önünde tutulmalıdır; öznel göstergelerdeki yanlılık ve sensör verilerindeki sinyal kaybı, modellerin öngörü gücünü doğrudan

etkilemektedir (Badicu & Silva, 2025; Taber ve ark., 2024). Bağlamsal geçerliliğı artırmak amacıyla antrenör görüşleri ve saha gözlemlerinden yararlanılması, veri çeşitlendirmesine dayalı bir üçgenleme mantığına karşılık gelmektedir (Vélez ve ark., 2025). Fiziksel sağlık, beslenme, uyku ve zihinsel durum gibi temel performans sütunları arasındaki karmaşık etkileşimleri anlamlandırmak için doğrusal olmayan intra-bireysel farklılıkları analiz edebilen yöntemlerin kullanılması gerekmektedir (Sahdra ve ark., 2024). Egzersiz ve beslenmenin birlikte ele alınması, fiziksel kapasitenin korunması ve performans süreçlerinin desteklenmesi açısından temel bir yaklaşım oluşturmaktadır (Uğurlu, 2020). İndirgemeci yaklaşımlardan kaçınılması, bütüncül değerlendirmenin ön koşuludur (Sarmiento ve ark., 2017). Genç elit futbolcularda fiziksel özelliklerin yaş gruplarına göre farklılaşabilmesi de performans değerlendirmelerinde bireysel ve gelişimsel özelliklerin dikkate alınmasının önemini desteklemektedir (Uslu ve ark., 2022).

Analitik yaklaşım, betimleyici ve tanısal analizlerden öngörüşel ve kuralcı modellere doğru genişleyen bir sürekliliğe oturtulmuştur (Houtmeyers ve ark., 2021). Bu süreklilik içinde çok modlu analiz mimarileri, yüksek boyutlu ve heterojen veri kaynaklarındaki gizli yapıları anlamlı performans göstergelerine dönüştürmeyi; gradyan yükseltme ve çok katmanlı perseptron gibi modeller ise taktiksel kararların ve bireysel antrenman mekaniklerinin optimize edilmesini hedeflemektedir (Mănescu, 2025; Sédiri ve ark., 2026). Takım sporlarında oyuncu etkileşimlerinin ağ bilimi yöntemleriyle modellenmesi, saha içi stratejilerin ve takım koordinasyonunun bilimsel temellerini güçlendirmektedir (Çobanoğlu ve ark., 2025). Bireysel eğilimlerin trend analizleri ve performans değişkenleri arasındaki sapmaların istatistiksel süreç kontrolü modelleriyle izlenmesi, antrenman yönetiminin doğruluğunu artırmaktadır (Sands ve ark., 2016). Verilerin boylamsal analizi, sporcunun biyolojik ritmi ile psikolojik dayanıklılığı arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılarak kişiselleştirilmiş rejenerasyon protokollerinin geliştirilmesine olanak tanır (Exel & Dabnichki, 2024); bu öngörüşler aracılığıyla antrenman yoğunluğu ve toparlanma stratejilerinin dinamik olarak uyarlanması, sakatlık risklerinin azaltılmasına ve sporcu iyilik hâlinin desteklenmesine katkı sunabilir (Mateus ve ark., 2024). Toplanan veriler; antrenman yüğü takibi, yaralanma önleme stratejileri ve yetenek tanımlama gibi alanlarda karar alma süreçlerini destekleyen bir karar destek mekanizmasına evrilmektedir (Cossich ve ark., 2023; Suyudi, 2023).

Bu çerçevenin uygulanmasında veri mahremiyeti, aydınlatılmış rıza, sporcunun veri sahipliği ve algoritmik şeffaflık ilkeleri merkeze alınmaktadır. Sürekli gözetim pratiklerinin sporcu üzerindeki psikolojik maliyeti ve performans tahmini amacıyla kullanılan modellerin etik sınırları, teknik kapasite tartışmalarından bağımsız olarak ele alınması gereken öncelikli başlıklardır.

Tartışma ve Değerlendirme

Tematik Sentez

Bu bölümde sunulan ifadeler, incelenen literatürün tematik sentezinden elde edilen eğilimleri yansıtmakta olup özgün bir veri setinin analiz sonuçları değildir.

Psikolojik göstergelerin kalp hızı değişkenliği ve elektrodermal aktivite gibi otonom sinir sistemi sinyalleriyle eşleştirilmesi, sporcuların stres ve yorgunluk durumlarının nesnel bir yansımaları sunmakta ve performans üzerindeki etkilerinin somut göstergelerle izlenmesine imkân tanımaktadır (Cheng ve ark., 2026). Uyku kalitesi ve toparlanma paternleri ile otonomik regülasyon arasındaki ilişki, bilişsel kaynakların korunmasında kritik bir rol oynamaktadır (Pourhassan ve ark., 2025). Fizyolojik verilerden elde edilen performans örüntüleri, sporcuların maruz kaldığı antrenman yüklerinin kinematik ve mekanik etkilerinin deşifre edilmesine ve aşırı yüklenmeye bağlı sakatlık risklerinin azaltılmasına katkı sunabilecek bir erken uyarı işlevi görmektedir (Akyıldız & Akarçeşme, 2020).

Giyilebilir sensörler aracılığıyla sağlanan kalp hızı, oksijen tüketimi ve kas aktivitesi gibi gerçek zamanlı veriler, bireysel biyomekanik profillerin antrenman hedefleriyle uyumunun optimize edilmesine ve fiziksel kapasitenin daha isabetli yönetilmesine olanak tanımaktadır (Shukla, 2024). Bütüncül dijital veri analizi, fizyolojik ve psikolojik göstergelerin birlikte değerlendirilmesi sayesinde antrenörlerin her sporcunun performans yörüngesini daha hassas izlemesine imkân tanımaktadır (Ma, 2024). Bu entegrasyon, sporcuyla teknik bir çıktı kaynağı olarak değil, karmaşık uyum sağlayan bir sistem perspektifiyle ele almakta ve öznel deneyimin nesnel ölçümler üzerindeki belirleyiciliğini ön plana çıkarmaktadır (Montull ve ark., 2022). Beyin, beden ve davranış verilerinin teknolojik araçlarla harmanlanması, göreve özgü ve bireyselleştirilmiş müdahale stratejilerinin geliştirilmesini desteklemektedir (Bovolon ve ark., 2025). Yapay zekâ destekli analiz platformları, verileri anlamlı geri bildirim döngülerine dönüştürerek sporcuların

bilişsel odaklanma ve fiziksel verimlilik seviyelerinin eş zamanlı iyileştirilmesine katkı sunmaktadır (Hartigh ve ark., 2022; Liu, 2025; Yaman ve ark., 2026).

Sentezlenen literatür, dijital temelli performans yönetiminin nicel verilerin ötesine geçerek antrenör-sporcu-teknoloji üçgenindeki deneyimsel bilgiyi kapsayan karma yöntemli tasarımlarla daha yüksek bir öngörü gücüne ulaşabileceğini göstermektedir (Ramos ve ark., 2021). Fizyolojik stres belirteçlerinin öz bildirim temelli psikolojik skorlarla çaprazlanması, antrenman yükünün toparlanma kapasitesine öznel ve nesnel yansımalarının daha hassas ayrıştırılmasına imkân tanımaktadır (Nässi ve ark., 2017). Buna karşın aşırı veri yüklemesinin sporcularda stres ve anksiyete düzeylerini tetikleyebileceği gerçeği, teknolojinin "önce zarar verme" ilkesi doğrultusunda kullanılması gerektiğini hatırlatmaktadır (Hurley, 2021). Dijital izleme sistemlerinden elde edilen göstergelerin, antrenörlerin mesleki sezgisinin yerini almaktan ziyade karar alma süreçlerini destekleyici araçlar olarak konumlandırılması bu nedenle kritik önemdedir (Lobo, 2026).

Dijital sistemlerin sunduğu verilerin teorik geçerliliği ve güvenilirliği, veriye dayalı kararların pratikteki başarısını belirleyen temel kısıtlar olarak öne çıkmaktadır (West ve ark., 2020). Boylamsal veri setlerinin yokluğu ve farklı antrenman aşamalarında profil stabilitesinin değişkenlik göstermesi, mevcut modellerin uzun vadeli sporcu gelişimini yordama kapasitesini sınırlamaktadır (Volgemute ve ark., 2026). Veri odaklı öngörü modelleri için gereken geniş örneklem ve değişken çeşitliliği spor ekosisteminde genellikle mevcut olmadığından, modellerin "kara kutu" olarak işlev görmesi yerel antrenman pratiklerinde uygulanabilirliği kısıtlayabilmektedir (Hecksteden ve ark., 2023). Teknoloji, yapısal eşitsizlikleri ve çevresel kısıtları tek başına çözemeyeceği için antrenman tasarımlarının bağlamsal değişkenleri içerecek biçimde bütüncül ve etkileşimli bir yapıda kurgulanması gerekmektedir (Thuany ve ark., 2026). Sonuç olarak performans teknolojilerinin seçiminde, verinin teknik potansiyelinden ziyade aracın sporcunun özgün ihtiyaçlarına ve saha içi gerçeklerine uyum kapasitesi öncelikli hale getirilmelidir. (Windt ve ark., 2020).

Sınırlılıklar ve Gelecek Araştırma Yönelimleri

Bu derlemenin bulguları üç temel kısıt altında değerlendirilmelidir. Birincisi, incelenen kaynakların ağırlığı futbol ve takım sporlarında toplanmıştır; bireysel branşlara ve kadın sporculara ilişkin kanıt tabanı görece zayıftır. Kadın ve erkek

sporcular arasında psikolojik ölçümlerde farklılıklar bildirilmekle birlikte, fizyolojik belirteçlere dayalı farklılaşmalara ilişkin kanıt tutarlı değildir (Pourhassan ve ark., 2025); bu durum, cinsiyete özgü modellerin ayrıca test edilmesini gerekli kılmaktadır. İkincisi, dijital müdahalelerin büyük bölümü kısa süreli ve laboratuvar temellidir; uzun vadeli performans çıktılarına ilişkin kanıt sınırlıdır. Üçüncüsü, sistematik bir protokol izlenmemesi nedeniyle kaynak seçiminde yanlışlık riski tam olarak dışlanamamaktadır.

Veri setlerinin ekonomik erişilebilirliğinin artırılması ve antrenör-sporcu arasındaki iş birliğine dayalı iletişimin dijital araçlarla güçlendirilmesi, teknolojinin saha içindeki kabulünü ve uygulama etkinliğini doğrudan belirleyecektir (Rebelo ve ark., 2023). Gelecekteki çalışmaların mekanik, kinematik ve fizyolojik parametreleri eşzamanlı irdeleyen bütünlük çerçeveler geliştirmesi, performans analizinin sporcu potansiyelini destekleme kapasitesini ileri taşıyabilir (Ferraz ve ark., 2023). Sistemlerin uzun vadeli güvenilirliğini ve çevresel değişimlere adaptasyon yeteneğini ölçen standartlaştırılmış doğrulama protokollerinin oluşturulması, veri odaklı performans yönetiminde sürdürülebilir başarı için gereklidir (Adlou ve ark., 2025). Teknolojik okuryazarlığın performans analistleri için temel bir yetkinlik hâline gelmesi, dijital dönüşümün spor organizasyonlarına etik ve bütüncül entegrasyonu açısından hayati önemdedir (Robertson, 2020).

Yapay zekâ tabanlı derin öğrenme modellerinin şeffaflaştırılması ve kullanıcı dostu arayüzlerle sunulması, karmaşık verilerin sahadaki pratik kararlara dönüştürülmesini kolaylaştırarak dijital uçurumun kapanmasına yardımcı olabilir (Jia ve ark., 2025). Makine öğrenmesi ve sinir ağları gibi gelişmiş hesaplama tekniklerinin kullanımı, teknik, fiziksel ve taktiksel verilerin iç içe geçmiş yapısının çözümlenmesine ve performansın daha derinlemesine temsil edilmesine olanak tanımaktadır (Vegt ve ark., 2023). Giyilebilir biyomedikal sensörlerden elde edilen verilerin yapay zekâ algoritmalarıyla sentezlenmesi, performans analizinde branşa özgü tanımlamaların daha hassas yapılmasını sağlayabilir (Subramaniam ve ark., 2023). Bilgisayarlı görü ve biyomekanik hareket analizlerinin gerçek zamanlı entegrasyonu, sporcuların hareket verimliliğinin izlenmesinde ve yaralanma riskinin azaltılmasında kritik bir alan olarak öne çıkmaktadır (Sarmiento ve ark., 2022).

Sonuç

Bu derleme, sporcu performansının bütüncül yönetiminin çok boyutlu veri entegrasyonuna dayandığını ve bu entegrasyonun antrenman ile sağlık durumunun bilimsel temellere dayalı olarak izlenmesine imkân tanıdığını göstermektedir (Düking ve ark., 2016). Dijital verilerin sporcu gelişimindeki rolü, antrenman yükü ile toparlanma dinamikleri arasındaki ilişkilerin nesnel göstergelerle yönetilmesini mümkün kılmaktadır (Weakley ve ark., 2023). Ancak bu kapasitenin, ancak nesnel ölçümlerin öznel göstergelerle ve uzman yorumuyla birleştirildiği bir çerçevede işlevsel hâle geldiği unutulmamalıdır; teknolojik kapasitenin tek başına artırılması daha doğru kararlar üretmez.

Bu doğrultuda öncelikli gereksinim, yapay zekâ destekli analizlerin öngörü yeteneğinin geniş ölçekli ve uzunlamasına veri setleriyle, etik standartlar çerçevesinde güçlendirilmesidir (Baker ve ark., 2025). Teknolojinin saha pratiklerinde uygulanabilirliğini artırmak adına daha basit, branşa özgü ve yüksek doğruluklu araçların geliştirilmesi gerekmektedir (Migliaccio ve ark., 2024). Takım sporlarında teknik değişkenlerin sportif başarıyla ilişkili olabileceğinin gösterilmesi, performans yönetiminde yalnızca fizyolojik verilerin değil teknik göstergelerin de dikkate alınması gerektiğini desteklemektedir (Dirier ve ark., 2020). Dijital sistemlerden elde edilen bulguların teknik, taktik ve yetenek parametreleriyle birleştirilerek disiplinlerarası bir modelleme çerçevesine oturtulması, spor bilimlerinde daha kapsamlı ve uygulanabilir bir performans ekosisteminin inşasına katkı sunacaktır (Mishra, 2025).

Kaynakça

- Adebisi, E., Balogun, S. T., Oguntuase, S. B., & Olajide, F. O. (2025). Leveraging Artificial intelligence (AI) for Stress Management in Peak Athletic Performance: An Integrative Review. *Scientific Journal of Engineering and Technology*, 2(2), 94–106. <https://doi.org/10.69739/sjet.v2i2.999>
- Adlou, B., Wilburn, C., & Weimar, W. H. (2025). Motion Capture Technologies for Athletic Performance Enhancement and Injury Risk Assessment: A Review for Multi-Sport Organizations. *Sensors*, 25(14), 4384. <https://doi.org/10.3390/s25144384>
- Akyıldız, Z., & Akarçesme, C. (2020). FUTBOLDA ANTRENMAN YÜKÜ TAKİBİ VE VERİ ANALİZ YÖNTEMLERİ. *DergiPark (Istanbul University)*, 14(3), 481–493. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsd/article/777194>
- Altıntaş, A., & Akalan, C. (2003). ZİHİNSEL ANTRENMAN VE YÜKSEK PERFORMANS. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 39–43. <https://doi.org/10.1501/sporm.0000000131>
- Aslan, C. S., Yıldırım, Ş., Çelebi, M., Sarıkaya, U., Özaltaş, H. N., & Özgür, B. (2024). Antrenman Biliminde Performans Üzerine Analitik İncelemeler. *İN Özgür Yayınları eBooks*. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub619>
- Badicu, G., & Silva, R. (2025). *The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Monitoring Athletes' Mental States: A Machine Learning Approach*. 3(3), 1–12. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.3.3.8>
- Baker, J., Cattle, A., McAuley, A., Kelly, A. L., & Johnston, K. (2025). Will artificial intelligence solve the riddle of athlete development? A critical review of how AI is being used for athlete identification, selection, and development. *Psychology of Sport and Exercise*, 82, 102978. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2025.102978>
- Beh, N. C. S., Koh, K. J. J., Goh, A. Y. H., Tan, Y. E., & Hartanto, A. (2026). *Promises and Challenges of the Use of Digital Interventions in Psychological Skills Training: A Systematic Review (Preprint)*. <https://doi.org/10.2196/preprints.94590>
- Bonetti, R., Rotten, F. C. von, & Hauw, D. (2025). Training Psychological Skills: Efficacy and Assessment of a Nonclinical Psychological Sports Coaching E-Intervention for Young Elite Athletes. *Current Issues in Sport Science (CISS)*, 10(2), 21. <https://doi.org/10.36950/2025.2ciss021>
- Bovolon, L., Fano, A. D., Pinto, G. D., Rosito, S. A., Scaramuzza, C., Tanet, E., & Bertollo, M. (2025). Integrating brain-body-behavior data for performance optimization: Augmented technologies for the next generation of sport psychologists. *Psychology of Sport and Exercise*, 81, 102954. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2025.102954>
- Cheng, Y., Gong, T., & Zhao, H. (2026). Psychological-physical synergy of athletes based on artificial intelligence and deep learning. *Scientific Reports*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-026-45920-4>
- Cossich, V. R. A., Carlgren, D., Holash, R. J., & Katz, L. (2023). Technological Breakthroughs in Sport: Current Practice and Future Potential of Artificial Intelligence, Virtual Reality, Augmented Reality, and Modern Data Visualization in Performance Analysis. *Applied Sciences*, 13(23), 12965. <https://doi.org/10.3390/app132312965>
- Çakır, Z., Ceyhan, M. A., Gönen, M., & Erbaş, Ü. (2023). Yapay zeka teknolojilerindeki gelişmeler ile eğitim ve spor bilimlerinde paradigma değişimi. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, 1(2), 56–71.

- Çayır, H. (2025). Futbol antrenmanında güncel yöntemlerle performansın desteklenmesi. *Journal of Optimal Zenith Sport Sciences*, 2(2). <https://doi.org/10.70736/jozss.2091>
- Çetin, M., Kumcu, R., & Çelik, M. (2025). Mental Toughness in Athletes: A Comprehensive Review. *DergiPark (Istanbul University)*. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kmujiipes/issue/91111/1645768>
- Çobanoğlu, H. O., Bayrakdar, A., & ÖDEMİŞ, M. (2025). Veri Analitiği Tabanlı Spor Bilimleri: Makine Öğrenimi ve Ağ Bilimi Yaklaşımları. *İn Özgür Yayınları eBooks*. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub723>
- Dirier, B. E., Uslu, S., Misovski, A., Milenkoski, J., İşgüzar, M. G., Barak, R., & Barak, İ. (2020). The effect of uncontrolled data and technical variables in the league matches to success in elite volleyball players. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 9(1), 61–72. <https://doi.org/10.46733/PESH2090061ed>
- Düking, P., Hotho, A., Holmberg, H., Fuss, F. K., & Sperlich, B. (2016). Comparison of Non-Invasive Individual Monitoring of the Training and Health of Athletes with Commercially Available Wearable Technologies. *Frontiers in Physiology*, 7, 71. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00071>
- Eğer önerdiğimiz üçüncü cümleyi de eklediyseniz:
- Exel, J., & Dabnichki, P. (2024). Precision Sports Science: What Is Next for Data Analytics for Athlete Performance and Well-Being Optimization? *Applied Sciences*, 14(8), 3361. <https://doi.org/10.3390/app14083361>
- 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. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1284086>
- Filik, Y. S. G., & Baş, A. U. (2024). Sporda Psikolojik Becerilere Yönelik Uygulanan Müdahale Programlarının Sistematiik Derlemesi. *Batı anadolu eğitim bilimleri dergisi*, 15(1), 57–88. <https://doi.org/10.51460/baebd.1379093>
- Gaikwad, V. (2026). Artificial Intelligence in Sports Psychology and Performance Enhancement. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18975039>
- Galily, Y., Samuel, R. D., & Tenenbaum, G. (2026). Psychological Dimensions of Physical Activity, Sport, and Technology. *American Behavioral Scientist*. <https://doi.org/10.1177/00027642261421293>
- Gerwahn, S., Baetzner, A. S., & Hill, Y. (2024). Immersive virtual reality and augmented virtuality in sport and performance psychology: Opportunities, current limitations, and practical recommendations. *Sport Exercise and Performance Psychology*, 14(1), 268–283. <https://doi.org/10.1037/spy0000367>
- Gonzalez-Fernandes, F. T., Fahimi, M., & Brini, S. (2025). Virtual Reality (VR) for Mental Skills Training in Elite Athletes: A Quasi-Experimental Study. 3(3), 1–11. <https://doi.org/10.61838/kman.aitech.3.3.10>
- Görgülü, R., & Şenel, E. (2023). Spor Yapan Çocuklarda Yetkinliği Geliştirmenin Psikolojik Özellikleri. *İn Özgür Yayınları eBooks*. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub373.c1577>
- Gürbüz, C. (2025a). Fonksiyonel antrenman ve atletik gelişim. In B. Tatlısu & R. Ceylan (Eds.), *Beden eğitimi ve spor eğitiminde akademik perspektifler* (pp. 92–102). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025b). Fonksiyonel hareket antrenmanlarının spor ve günlük yaşamda kullanımı. In İ. Uçan, B. Tatlısu, & R. Ceylan (Eds.), *Beden eğitimi ve spor eğitiminde akademik perspektifler 2* (pp. 94–107). Duvar Yayınları.
- Hartigh, R. J. R. D., Meerhoff, L. A., Yperen, N. W. V., Neumann, N. D., Brauers, J. J., Frencken, W., Emerencia, A. C., Hill, Y., Platvoet, S., Atzmueller, M., Lemmink, K., & Brink, M. S. (2022). Resilience in sports: a multidisciplinary, dynamic, and personalized perspective. *International*

Review of Sport and Exercise Psychology, 17(1), 564–586.
<https://doi.org/10.1080/1750984x.2022.2039749>

- Havuz, Y., ÇAKIR, G., & ÇAKIR, H. İ. (2025). Sporda Fiziksel, Fizyolojik ve Psikolojik Ölçümlerde Güncel Yaklaşımlar. *Spor Eğitim Dergisi*, 9(3), 478–495. <https://doi.org/10.55238/seder.1708474>
- Hecksteden, A., Keller, N., Guangze, Z., Meyer, T., & Häuser, T. (2023). Why Humble Farmers May in Fact Grow Bigger Potatoes: A Call for Street-Smart Decision-Making in Sport. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 94. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00641-0>
- Houtmeyers, K. C., Jaspers, A., & Figueiredo, P. (2021). Managing the Training Process in Elite Sports: From Descriptive to Prescriptive Data Analytics. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(11), 1719–1723. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2020-0958>
- Hurley, O. A. (2021). Sport Cyberpsychology in Action During the COVID-19 Pandemic (Opportunities, Challenges, and Future Possibilities): A Narrative Review. *Frontiers in Psychology*, 12, 621283. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.621283>
- Jia, Y., Abdullah, N. A., Eliza, H., Lu, Q., Si, D., Guo, H., & Wang, W. (2025). A narrative review of deep learning applications in sports performance analysis: current practices, challenges, and future directions. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 249. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01294-0>
- Karaca, R. (2021). Oryantiring sporcularında zihinsel antrenman ve performans ilişkisinin incelenmesi. *Ankara Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 99–115. <https://doi.org/10.33689/spormetre.719991>
- Kegelaers, J., & Oudejans, R. R. D. (2022). Pressure makes diamonds? A narrative review on the application of pressure training in high-performance sports. *VUBIR (Vrije Universiteit Brussel)*, 22(1), 141–159. <https://doi.org/10.1080/16122197x.2022.2134436>
- Kılınç, F., & Özen, G. (2024). Basketbolcularda Çoklu Performans Analizi. <https://hdl.handle.net/20.500.12428/6709>
- Li, Q., Li, X., Chui, K. T., & Arya, V. (2023). Exploring the Intersection of Athletic Psychology and Emerging Technologies. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.4018/ijswis.329168>
- Liu, H. (2025). Technology-based sports performance enhancement: A conference review. *Intelligent Sports and Health*, 1(2), 98–102. <https://doi.org/10.1016/j.ish.2025.04.002>
- Lobo, J. (2026). From athlete monitoring to responsible decision support in sports analytics. *Journal of Human Sport and Exercise*, 21(4), 1261–1282. <https://doi.org/10.55860/9c1pxv60>
- Ma, S. (2024). Integrating sports education with data analysis and computer technology: A new paradigm for enhanced athletic performance. *Applied and Computational Engineering*, 57(1), 178–183. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/57/20241330>
- Mănescu, D. C. (2025). Big Data Analytics Framework for Decision-Making in Sports Performance Optimization. *Data*, 10(7), 116. <https://doi.org/10.3390/data10070116>
- Mao, Z. (2025). Advancements in research on psychological and emotional aspects of student-athletes. *Frontiers in Psychology*, 16, 1645177. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1645177>
- Mateus, N., Abade, E., Coutinho, D., Gómez, M., Lago-Peñas, C., & Sampaio, J. (2024). Empowering the Sports Scientist with Artificial Intelligence in Training, Performance, and Health Management. *Sensors*, 25(1), 139. <https://doi.org/10.3390/s25010139>

- Migliaccio, G. M., Padulo, J., & Russo, L. (2024). The Impact of Wearable Technologies on Marginal Gains in Sports Performance: An Integrative Overview on Advances in Sports, Exercise, and Health. *Applied Sciences*, 14(15), 6649. <https://doi.org/10.3390/app14156649>
- Mishra, M. (2025). AI and analytics in sports: Leveraging BERTopic to map the past and chart the future. In *ArXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2510.15487>
- Montull, L., Slapšinskaitė, A., Kiely, J., Hristovski, R., & Balagué, N. (2022). Integrative Proposals of Sports Monitoring: Subjective Outperforms Objective Monitoring. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00432-z>
- Nässi, A., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2017). Psychological tools used for monitoring training responses of athletes. *Performance Enhancement & Health*, 5(4), 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.peh.2017.05.001>
- Noury, P. L., Polman, R., Maloney, M., & Gorman, A. D. (2023). XR Programmers Give Their Perspective on How XR Technology can be Effectively Utilised in High-Performance Sport. *Sports Medicine - Open*, 9(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s40798-023-00593-5>
- Özbay, S., & Ulupınar, S. (2023). Sportif Performans Analizinde Yeni Nesil Teknolojiler Üzerine Genel Bir Bakış. İn *Özgür Yayınları eBooks*. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub223.c963>
- Özsoy, D., Özsoy, Y., & Karakuş, O. (2023). Endüstri 5.0'da Spor. *DergiPark (Istanbul University)*. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fbujss/issue/79700/1241961>
- Öztürk, R. Y., Temel, N. C., Ermiş, S. A., Toros, T., & Serin, E. (2025). The Use of Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Technologies in Sports Psychology: Effects on Performance, Motivation and Psychological Recovery. *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, 18, 44–52. <https://doi.org/10.14571/brajets.v18.nse3.44-52>
- Parlak, N. (2023). Amatör Futbolcularda Zihinsel Antrenmanın Zihinsel Dayanıklılığa Etkisinin İncelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 83–100. <https://doi.org/10.30803/adusobed.1233266>
- Pourhassan, J., Hitzl, W., Langenstein, B. A., Erbguth, F., & Richter, K. (2025). Pain and mental-health scores significantly different in male and female football-players with traits of decision-reinvestment, but heart-rate-variability differences are unsupported. *Scientific Reports*, 15(1), 32587. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19985-6>
- Raab, M., Schinke, R. J., & Maher, C. A. (2023). Technology Meets Sport Psychology: How Technology and Artificial Intelligence Can Shape the Future of Elite Sport Performance. *Journal of Sport Psychology in Action*, 15(2), 63–69. <https://doi.org/10.1080/21520704.2023.2287324>
- Ramos, A., Coutinho, P., Davids, K., & Mesquita, I. (2021). How could process-oriented research approaches capture the interplay between training and competition in athlete performance preparation? The contribution of ecological dynamics. *Psychology of Sport and Exercise*, 57, 102019. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2021.102019>
- Rebelo, A., Martinho, D. V., Valente-dos-Santos, J., Coelho-e-Silva, M. J., & Teixeira, D. (2023). From data to action: a scoping review of wearable technologies and biomechanical assessments informing injury prevention strategies in sport. *BMC Sports Science Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00783-4>
- Richlan, F., Weiß, M., Kastner, P., & Braid, J. (2023). Virtual training, real effects: a narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality. *Frontiers in Psychology*, 14, 1240790. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1240790>

- Robertson, S. (2020). Man & machine: Adaptive tools for the contemporary performance analyst. *Journal of Sports Sciences*, 38(18), 2118–2126. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1774143>
- Ruiz-Vanoye, J. A., Díaz-Parra, O., Fuentes-Penna, A., & Barrera-Cámara, R. A. (2025). Enhancing Performance and Well-being in the Sports Industry through Smart Sport Psychology. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics.*, 16(2), 1–16. <https://doi.org/10.61467/2007.1558.2025.v16i2.1059>
- Sahdra, S. K., Duthie, G. M., Kay, J., & Yacef, K. (2024). Understanding the Person-specific Predictors of Athlete Performance: Ubicomp/ISWC 2024 Doctoral Colloquium. *Victoria University Research Repository (Victoria University)*, 249–255. <https://doi.org/10.1145/3675094.3678362>
- Sands, W. A., Kavanaugh, A. A., Murray, S. R., McNeal, J. R., & Jemni, M. (2016). Modern Techniques and Technologies Applied to Training and Performance Monitoring. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0405>
- Sarmento, H., Clemente, F. M., Afonso, J., Araújo, D., Fachada, M., Nobre, P., & Davids, K. (2022). Match Analysis in Team Ball Sports: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Sports Medicine - Open*, 8(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00454-7>
- Sarmento, H., Clemente, F. M., Araújo, D., Davids, K., McRobert, A. P., & Figueiredo, A. J. (2017). What Performance Analysts Need to Know About Research Trends in Association Football (2012–2016): A Systematic Review. *Liverpool John Moores University*, 48(4), 799–836. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0836-6>
- Sédiri, A., Barbaria, S., Ceylan, H., Giorgio, A. D., Puce, L., Stefanica, V., BRAGAZZI, N., Dergaa, I., & Rahmouni, H. (2026). Digital twins in sports science: applications for performance enhancement, injury prevention, and rehabilitation through advanced big data analytics and deep learning methodologies – a comprehensive narrative review. *Biology of Sport*. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2026.161106>
- Shukla, T. D. (2024). The Impact Of Digital Technology On Athletic Performance: A Review Of Wearable Devices And Sports Analytics. *Shodhkosh Journal Of Visual And Performing Arts*, 5(1). <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i1.2024.1645>
- Soyugür, B. (2026). Spor Bilimlerinde Yapay Zekâ Kullanımında Etik İlkelere Duyulan Gereksinim: Ulusal Bir Çalıştay Önerisi. *Spor Bilimleri Dergisi Hacettepe Üniversitesi*, 37(1), 97–100. <https://doi.org/10.17644/sbd.1740656>
- Subramaniam, S., Shankar, M. R., Zazali, A. A., Swin, H. S., Muhamed, Z., Sivakumar, R., Napiiah, M. Z., & Embung, F. (2023). A Survey of Evolving Performance Analysis Technologies, Algorithms and Models for Sports. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(9). <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2023.0140916>
- Suyudi, I. (2023). The Digital Revolution in Sports: Analyzing the Impact of Information Technology on Athlete Training and Management. *Golden Ratio of Mapping Idea and Literature Format*, 3(2), 124–139. <https://doi.org/10.52970/grmilf.v3i2.343>
- Şekeroğlu, M. Ö., Pekgor, M., Algin, A., Toros, T., Serin, E., Uzun, M., Çerit, G., Onat, T., & Ermiş, S. A. (2025). Transdisciplinary Innovations in Athlete Health: 3D-Printable Wearable Sensors for Health Monitoring and Sports Psychology. *Sensors*, 25(5), 1453. <https://doi.org/10.3390/s25051453>
- Taber, C. B., Sharma, S., Raval, M. S., Senbel, S., Keefe, A., Shah, J., Patterson, E., Nolan, J. K., Artan, N. S., & Kaya, T. (2024). A holistic approach to performance prediction in collegiate athletics: player,

- team, and conference perspectives. *Scientific Reports*, 14(1), 1162. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51658-8>
- Thuany, M., Forte, P., & Gomes, T. N. (2026). Editorial: Environmental determinants of athletes' development and performance. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8, 1840848. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1840848>
- Tunay, D. (2025). Data Driven Training: Enhancing Athletic Performance through Wearable Technologies and Artificial Intelligence. *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17583376>
- Uğurlu, D. (2020). Egzersiz ve beslenme. In E. Yılmaz (Ed.), *Spor bilimlerinde temel kavramlar* (pp. 175–192). Akademisyen Kitabevi.
- Uğurlu, D. (2023). Egzersiz fizyolojisi. In Y. Er (Ed.), *Spor bilimleri alanında akademik değerlendirmeler-6* (pp. 80–97). Duvar Yayınları.
- Uğurlu, D. (2024). Spor bilimleri ve psiko-sosyal etkiler. In M. Kargün & K. Sarğın (Eds.), *Spor bilimlerinde yenilikçi çalışmalar-9* (pp. 15–26). Duvar Yayınları.
- Uluca, M., Yel, K., Güzel, S., & Çakır, Z. (2024). Yapay Zeka ve Drone Teknolojileri ile Spor Etkinlikleri Gözlem ve Analizinde Güncel Yaklaşımlar. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 47-70. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dksbd/article/1578255> <https://izlik.org/IA78TK82KF>
- Uslu, S., Badur, K. I., Babur, E., & İleri, M. (2022). Investigation of some physical characteristics of young elite soccer players in different age groups. *African Educational Research Journal*.
- Vegt, B. R. van der, Gepp, A., Keogh, J., & Farley, J. B. (2023). Methods of performance analysis in women's Australian football: a scoping review. *Bond University Research Portal (Bond University)*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.14946>
- Vélez, C. A. M., Pazmiño, J. X. A., Jaramillo, Lcdo. Á. D. S., Calle, C. C., Muyulema, L. I. S., & Muyulema, I. M. S. (2025). El impacto de la inteligencia artificial y el análisis de datos en el rendimiento deportivo de alto nivel. *Revista Multidisciplinar de Estudios Generales*, 4(3), 601–620. <https://doi.org/10.70577/reg.v4i3.189>
- Volgemute, K., Ulme, G., Abele, A., Vazne, Z., Ansons, K., Licis, R., Lavins, R., & Klonova, A. (2026). Multi-factorial profiling of athletes integrating personality, psychological skills, and Psychophysiological performance indicators. *Scientific Reports*, 16(1), 4949. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-35809-7>
- Weakley, J., Black, G. M., McLaren, S. J., Scantlebury, S., Suchomel, T. J., McMahon, E., Watts, D., & Read, D. B. (2023). Testing and Profiling Athletes: Recommendations for Test Selection, Implementation, and Maximizing Information. *Strength and Conditioning Journal*, 46(2), 159–179. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000784>
- West, S., Clubb, J., Torres-Ronda, L., Howells, D., Leng, E., Vescovi, J. D., Carmody, S., Posthumus, M., Dalen-Lorentsen, T., & Windt, J. (2020). More than a Metric: How Training Load is Used in Elite Sport for Athlete Management. *International Journal of Sports Medicine*, 42(4), 300–306. <https://doi.org/10.1055/a-1268-8791>
- Windt, J., MacDonald, K., Taylor, D., Zumbo, B. D., Sporer, B. C., & Martin, D. T. (2020). "To Tech or Not to Tech?" A Critical Decision-Making Framework for Implementing Technology in Sport. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 902–910. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0540.19>
- Xian, X. (2025). The Impact of Virtual Reality on Athletes' Psychological Toughness in Training. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.4018/ijwltt.393275>

- Yaman, M. S., Çakır, Z., Çatıkkaş, F., Türkmen, M., Şengönül, A., Gönen, M., Öktem, T., Güzel, S., & Yel, K. (2026). Physical activity, technology use, and AI anxiety among university students: Associations with academic integrity attitudes. *SAGE Open*, 16(3), 1–28. <https://doi.org/10.1177/21582440261482059>
- Yüceant, M., Ünlü, H., Başal, V., Vurgun, Ş., Ceritli, M. B., & Özbüber, S. (2026). Psychological Performance and Self-Efficacy in Athletes: Descriptive Study. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 18(1), 58–67. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2025-113065>

— ❖ —
BÖLÜM IV · SON
— ❖ —

BÖLÜM V



Ergojenik Yardımcıların Antrenman ve Sportif Performansa Etkileri

Sezgin HEPSERT¹

Engin VURAL²

Hepsert, S., & Vural, E. (2026). Ergojenik yardımcıların antrenman ve sportif performansa etkileri. In F. Çatıkkaş (Ed.), *Hareket ve antrenman bilimleri: Performans, antrenman yüğü ve dijital izleme yaklaşımları* (pp. 64–85). Duvar Yayınları.

¹ Milli Eğitim Bakanlığı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni, Elazığ, Türkiye.
sezginnepsert@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4299-8548>

² Milli Eğitim Bakanlığı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmeni, Bitlis, Türkiye,
enginvural06@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7717-4928>

1. GİRİŞ

Sporcu performansının geliştirilmesi; uygun antrenman planlaması, yeterli toparlanma ve bireyin fizyolojik gereksinimlerini karşılayan dengeli bir beslenme düzeninin birlikte değerlendirilmesini gerektirmektedir. Egzersiz ve beslenmenin birlikte ele alınması, fiziksel performansın desteklenmesi ve antrenman gereksinimlerinin karşılanması açısından temel bir yaklaşım oluşturmaktadır (Uğurlu, 2020). Özellikle enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin karşılanması, egzersiz sırasında enerji üretiminin sürdürülmesi, toparlanmanın desteklenmesi ve uzun süreli antrenman adaptasyonlarının sağlanması açısından önemlidir. Sporcuların beslenme gereksinimleri; egzersizin türü, süresi ve yoğunluğu, antrenman sıklığı, bireysel özellikler ve performans hedeflerine göre değişebilmektedir (Amawi ve diğ., 2024). Bu nedenle sporcu beslenmesi yalnızca günlük enerji gereksiniminin karşılanması olarak değil, performansın sürdürülebilir biçimde desteklenmesinin temel unsurlarından biri olarak ele alınmalıdır.

Beslenme alışkanlıkları ile sağlık ve fiziksel aktivite düzeyi arasındaki ilişki, sporcu olmayan bireyler açısından da önem taşımaktadır. Üniversite öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada, sedanter ve antrene bireylerin obezite ve metabolik sendrom konusundaki farkındalıklarının incelenmesi, sağlıklı beslenme ve fiziksel aktivitenin sağlık açısından önemini ortaya koymuştur (Sezer ve diğ., 2024). Benzer şekilde, beden eğitimi ve spor alanında öğrenim gören öğrencilerin yeme tutumlarını inceleyen bir araştırma, sporla ilişkili eğitim alan bireylerde beslenme davranışlarının değerlendirilmesinin önemine dikkat çekmiştir (Özer ve diğ., 2022). Bu bulgular, fiziksel aktivite ve sporla ilgilenen bireylerde beslenmenin hem sağlık hem de performans açısından dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Temel beslenme gereksinimlerinin karşılanmasının yanında, bazı besin ögeleri ve özel bileşenler egzersiz kapasitesini veya performansın belirli yönlerini desteklemek amacıyla kullanılabilir. Bu noktada ergojenik yardımcıları, sportif performansı geliştirmek veya egzersiz sırasında ortaya çıkan fizyolojik sınırlılıkları azaltmak amacıyla kullanılan besinsel, farmakolojik, fizyolojik ve diğer stratejileri kapsayan geniş bir kavramdır. Bu yardımcıların etkileri; enerji üretiminin desteklenmesi, yorgunluğun geciktirilmesi, kas fonksiyonunun korunması, egzersiz toleransının artırılması ve toparlanmanın kolaylaştırılması gibi farklı mekanizmalar üzerinden ortaya çıkabilmektedir (Mota & Marocolo, 2022).

Ergojenik yardımcıları arasında özellikle besinsel takviyeler sporcular tarafından yaygın biçimde kullanılmaktadır. Kreatin, kafein, beta-alanin, nitrat ve sodyum

bikarbonat, egzersiz ve spor performansı açısından en fazla araştırılan bileşenler arasında yer almaktadır. Özellikle kreatin takviyesinin yüksek yoğunluklu egzersizlerde performans, antrenman kapasitesi ve toparlanmayla ilişkili çeşitli sonuçları destekleyebileceği bildirilmiştir (Wax ve diğ., 2021). Bununla birlikte, spor takviyelerinin etkilerinin her sporcu için aynı olması beklenmemelidir. Kullanılan maddenin özellikleri, dozajı, kullanım zamanı, egzersiz türü ve bireysel özellikler elde edilen sonuçları etkileyebilmektedir.

Güncel literatürde bazı takviyeler, performans üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtların niteliği ve kullanım alanları bakımından daha fazla öne çıkmaktadır. Antonio et al. (2024), spor performansı açısından dikkate alınması gereken temel takviyeler arasında kreatin ve kafeini ele almakta ve bu maddelerin bilimsel kanıtlar doğrultusunda değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Bu nedenle ergojenik yardımcı kullanımına ilişkin kararların yalnızca ürünlerin yaygınlığı veya çevresel öneriler doğrultusunda değil, bilimsel kanıtlar ve bireysel gereksinimler temelinde şekillendirilmesi önem taşımaktadır.

Ergojenik yardımcıların performans üzerindeki etkileri, kullanılan maddenin fizyolojik özelliklerine ve hedeflenen performans bileşenine göre değişebilmektedir. Bazı yardımcıları enerji metabolizması veya nöromüsküler fonksiyonlar üzerinde etkili olurken, bazıları kas tamponlama kapasitesi, algılanan yorgunluk ya da egzersiz toleransı üzerinden rol oynayabilmektedir. Bu nedenle değerlendirme yapılırken yalnızca performans çıktılarındaki değişimlerin değil, bu değişimlerin altında yatan fizyolojik mekanizmaların da dikkate alınması gerekmektedir (Mota & Marocolo, 2022). Ayrıca artan performans beklentileri ergojenik yardımcıların kullanımını yaygınlaştırırken, ürünlerin güvenilirliği, uygun dozda kullanımı ve uzun dönemli sonuçları konusunda dikkatli olunmasını gerektirmektedir.

Bu bağlamda ergojenik yardımcıların sporcu performansı üzerindeki etkilerinin bilimsel kanıtlar doğrultusunda incelenmesi, sporcu beslenmesinin önemli çalışma alanlarından biridir. Beslenme gereksinimlerinin karşılanması temel yaklaşım olmakla birlikte, uygun koşullarda kullanılan belirli ergojenik yardımcıları antrenman ve performans süreçlerini destekleyebilmektedir (Amawi ve diğ., 2024; Antonio ve diğ., 2024). Bununla birlikte, bir ergojenik yardımcıının olası etkisinin değerlendirilmesi; kullanım amacı, egzersiz türü, doz, kullanım zamanı, bireysel özellikler ve mevcut bilimsel kanıtların birlikte ele alınmasını gerektirir. Bu bölümde ergojenik yardımcı kavramı ve sınıflandırılması, başlıca besinsel ve farmakolojik ergojenik yardımcıları, fizyolojik etki mekanizmaları, sporcu performansı üzerindeki

etkileri ile güvenilirlik ve doping açısından değerlendirilmesi güncel literatür doğrultusunda ele alınacaktır.

2. Ergojenik Yardımcı Kavramı ve Sınıflandırılması

Ergojenik yardımcıları, egzersiz ve sportif performansın geliştirilmesi amacıyla kullanılan, farklı fizyolojik süreçleri etkileyerek egzersiz kapasitesi, performans veya toparlanmayı desteklemeyi hedefleyen maddeler ve uygulamalar olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram yalnızca sporcu takviyelerini değil, performans üzerinde etkili olabilecek farklı besinsel ve farmakolojik yaklaşımları da kapsamaktadır. Temel kullanım amaçları arasında enerji üretiminin desteklenmesi, yorgunluğun geciktirilmesi, kas fonksiyonunun korunması veya geliştirilmesi, egzersiz toleransının artırılması ve performans çıktılarının iyileştirilmesi yer almaktadır (Dunn ve diğ., 2024; Valiño-Marques ve diğ., 2024).

Ergojenik yardımcıların etkisinin değerlendirilmesinde, kullanılan madde veya stratejinin hangi performans bileşenini hedeflediğinin belirlenmesi önemlidir. Çünkü elde edilen sonuçlar egzersizin türü ve yoğunluğu, uygulama süresi, bireysel özellikler, çevresel koşullar ve doz gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Bisiklet sporuna yönelik bir sistematik derlemede, farklı besinsel ergojenik yardımcıların dayanıklılık performansı ve egzersiz yanıtları üzerindeki etkilerinin kullanılan strateji ve egzersiz koşullarına göre farklılaşabildiği bildirilmiştir (Valiño-Marques ve diğ., 2024). Benzer şekilde, yüksek yoğunluklu ve birden fazla enerji sisteminin devreye girdiği CrossFit® egzersizlerinde beslenme stratejileri ve ergojenik yardımcıların performans ve toparlanma açısından birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Martinho ve diğ., 2025).

Ergojenik yardımcıları genel olarak besinsel, farmakolojik, fizyolojik, mekanik ve psikolojik yaklaşımlar şeklinde sınıflandırılabilir. Besinsel ergojenik yardımcıları; günlük beslenmeye ek olarak kullanılan ve enerji metabolizması, kas fonksiyonu, nöromusküler aktivite veya egzersiz toleransını etkileyebilen besin öğeleri, bileşenler ve takviyeleri kapsamaktadır. Kafein, kreatin, beta-alanin, nitrat ve sodyum bikarbonat bu grupta sıklıkla incelenen bileşenlerdir. Özellikle kafein üzerine yapılan güncel araştırmalar, bu maddenin kas dayanıklılığı, kuvvet ve güç gibi farklı performans değişkenleri üzerinde akut etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Ščapec ve diğ., 2024). Bununla birlikte, aynı ergojenik yardımcıya

verilen yanıtın bireyler arasında farklılaşabilmesi, kişisel özelliklerin değerlendirme sürecine dahil edilmesini gerektirmektedir.

Farmakolojik ergojenik yardımcıları ise ilaç niteliğindeki veya farmakolojik etki oluşturan maddelerin fiziksel performansı artırma amacıyla kullanılmasını ifade etmektedir. Besinsel takviyelerden farklı olarak doğrudan farmakolojik mekanizmalar üzerinden etki gösterebilen bu maddeler, olası performans etkilerinin yanı sıra güvenilirlik, yan etki ve doping düzenlemeleri açısından da değerlendirilmelidir. Bu nedenle farmakolojik ergojenik yardımcıların sportif performans bağlamındaki kullanımı yalnızca performans artışı açısından değil, sağlık ve etik boyutlarıyla birlikte ele alınmalıdır.

Ergojenik yardımcıların etkilerinde fizyolojik ve çevresel koşullar da önemli bir rol oynamaktadır. Egzersiz sırasında ortaya çıkan fizyolojik yanıtların anlaşılması, performansı etkileyen uygulamaların ve antrenman uyaranlarının doğru biçimde değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (Uğurlu, 2023). Özellikle sıcak çevre koşullarında gerçekleştirilen egzersizlerde hidrasyon, karbonhidrat ve elektrolit desteği ile çeşitli ergojenik stratejiler; akut fizyolojik yanıtları ve uzun dönemli adaptasyonları etkileyebilmektedir. Dunn et al. (2024), sıcak maruziyeti sırasında kullanılan beslenme stratejileri ve ergojenik yardımcıların termoregülasyon, kardiyovasküler yanıt, performans ve egzersize adaptasyon açısından birlikte değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Bu durum, ergojenik yardımcıların etkilerinin yalnızca kullanılan maddenin özellikleriyle değil, egzersizin gerçekleştirildiği çevresel koşullarla da ilişkili olduğunu göstermektedir.

Besinsel ergojenik yardımcıların değerlendirilmesinde bilimsel kanıt düzeyi de temel bir unsurdur. Bir ürünün sporcular arasında yaygın kullanılması, tek başına performansı geliştirdiğini göstermemektedir. Bu nedenle kontrollü araştırmalar, sistematik derlemeler ve güncel bilimsel kanıtlar doğrultusunda değerlendirme yapılması gerekmektedir. Bisiklet sporuna ilişkin sistematik derleme sonuçları, farklı besinsel ergojenik yardımcıların performans üzerindeki etkilerinin aynı düzeyde olmadığını ve sonuçların kullanılan strateji ile performans ölçütüne göre değişebildiğini ortaya koymaktadır (Valiño-Marques ve diğ., 2024). CrossFit® sporcularına yönelik güncel literatür de beslenme ve ergojenik stratejilerin performans, toparlanma ve antrenman gereksinimleriyle birlikte ele alınması gerektiğine işaret etmektedir (Martinho ve diğ., 2025).

Sonuç olarak ergojenik yardımcıları, tek tip bir ürün veya uygulama grubundan ziyade farklı etki mekanizmalarına sahip geniş bir stratejiler bütünü olarak

değerlendirilmelidir. Besinsel ve farmakolojik yaklaşımlar bu kapsamın önemli bileşenlerini oluştururken, elde edilen etkiler egzersizin niteliği, bireysel özellikler ve çevresel koşullara göre farklılaşabilmektedir. Bu nedenle ergojenik yardımcıların değerlendirilmesinde yalnızca performans artışı sağlayıp sağlamadıkları değil, hangi koşullarda, hangi mekanizma üzerinden, hangi performans bileşenini etkiledikleri ve hangi güvenlik sınırları içerisinde kullanılmaları gerektiği dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşım, sonraki bölümlerde ele alınacak besinsel ve farmakolojik ergojenik yardımcıların daha sistematik biçimde değerlendirilmesine temel oluşturmaktadır.

3. Bazı Besinsel Ergojenik Yardımcılar

Besinsel ergojenik yardımcıları, sporcuların egzersiz kapasitesini, performansını veya toparlanma süreçlerini desteklemek amacıyla beslenme yoluyla alınan belirli besin öğeleri, bileşikler ve takviyeleri kapsamaktadır. Sporcu beslenmesinde temel yaklaşım, öncelikle enerji ve besin ögesi gereksinimlerinin yeterli ve dengeli bir beslenme düzeni aracılığıyla karşılanmasıdır. Bununla birlikte, bazı besinsel yardımcıların belirli egzersiz koşullarında performans üzerinde anlamlı katkılar sağlayabileceğine ilişkin bilimsel kanıtlar bulunmaktadır. Uluslararası Olimpiyat Komitesi'nin (IOC) sporcu beslenmesi ve takviyelerine ilişkin uzlaşma raporunda, performans üzerindeki doğrudan veya dolaylı etkileri bakımından en fazla kanıt bulunan takviyeler arasında kafein, kreatin, nitrat, sodyum bikarbonat ve beta-alanin gibi bileşenler öne çıkarılmıştır (Maughan ve diğ., 2018).

Besinsel ergojenik yardımcıların etkileri tek bir mekanizma üzerinden açıklanamamaktadır. Kullanılan bileşenin kimyasal ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak enerji metabolizması, nöromusküler fonksiyon, kas içi tamponlama kapasitesi, nitrik oksit biyoyararlanımı veya merkezi sinir sistemi aktivitesi gibi farklı süreçler etkilenebilmektedir. Bu nedenle herhangi bir besinsel ergojenik yardımcıının değerlendirilmesinde yalnızca genel bir "performans artırıcı" özelliğe sahip olup olmadığı değil, hangi egzersiz türünde, hangi süre ve yoğunlukta ve hangi bireylerde etkili olduğunun da dikkate alınması gerekmektedir (Jäger ve diğ., 2025).

3.1. Kafein

Kafein, sportif performans açısından en fazla araştırılmış besinsel ergojenik yardımcıları arasında yer almaktadır. Kafeinin egzersiz performansı üzerindeki etkileri, başta merkezi sinir sistemi olmak üzere farklı fizyolojik mekanizmalarla ilişkilendirilmektedir. Güncel kanıtlar, kafein kullanımının kas dayanıklılığı, kas

kuvveti, hareket hızı, sprint, sıçrama ve atma performansı gibi farklı performans bileşenlerinde küçük veya orta düzeyde iyileşmeler sağlayabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bireyler arasındaki yanıt farklılıkları ve egzersiz türüne bağlı değişkenlik nedeniyle kafeinin etkisinin tüm sporcularda aynı düzeyde ortaya çıkması beklenmemektedir (Guest ve diğ., 2021). Kafeinin ergojenik etkileri özellikle dayanıklılık egzersizlerinde daha tutarlı biçimde bildirilmiştir. Bunun yanında takım sporları gibi aralıklı ve yüksek yoğunluklu eforların bulunduğu aktivitelerde de kafeinin performans üzerinde olumlu etkileri olabileceği belirtilmektedir. ISSN pozisyon bildirisinde, kafeinin genellikle 3–6 mg/kg vücut ağırlığı aralığında kullanıldığında performans üzerinde etkili olduğu, daha yüksek dozların ise ek performans yararı sağlamadan yan etki riskini arttırabileceği ifade edilmektedir (Guest ve diğ., 2021). Kafein kullanımında doz kadar bireysel tolerans, kullanım zamanı ve alışkanlık düzeyi de önem taşımaktadır. Yüksek dozların bulantı, anksiyete, kalp hızında artış ve uyku bozuklukları gibi istenmeyen etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir (Maughan ve diğ., 2018). Bu nedenle kafeinin performans amacıyla kullanımında "daha yüksek dozun daha fazla performans sağlayacağı" yaklaşımı bilimsel olarak desteklenmemektedir.

3.2. Beta-alanin

Beta-alanin, özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerde kas içi tamponlama kapasitesini desteklemek amacıyla kullanılan bir besinsel ergojenik yardımcıdır. Beta-alanin takviyesinin temel fizyolojik etkisi, kas dokusunda karnozin sentezinin artırılması üzerinden açıklanmaktadır. Karnozin, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında ortaya çıkan hidrojen iyonlarının tamponlanmasına katkı sağlayarak kas içi pH dengesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Bu mekanizma, özellikle metabolik asidozun performansı sınırlayabildiği yüksek yoğunluklu egzersizlerde beta-alaninin potansiyel ergojenik etkisinin temelini oluşturmaktadır (Trexler ve diğ., 2015). Beta-alanin kullanımında akut uygulamadan ziyade düzenli ve uzun süreli takviye önem taşımaktadır. ISSN pozisyon bildirisinde, günlük 4–6 g beta-alanin kullanımının yaklaşık dört hafta içerisinde kas karnozin düzeylerini anlamlı biçimde arttırabildiği ve bunun hücre içi tamponlama kapasitesini geliştirebildiği belirtilmektedir. Performans üzerindeki etkilerin özellikle yaklaşık 1–4 dakika süren yüksek yoğunluklu egzersizlerde daha belirgin olduğu bildirilmektedir (Trexler ve diğ., 2015). Beta-alanin kullanımında en sık bildirilen yan etki parestezi olarak adlandırılan geçici karıncalanma hissidir. Bu durumun tek seferde alınan yüksek

miktarların küçük dozlara bölünmesi veya sürekli salınımlı preparatların kullanılmasıyla azaltılabileceği belirtilmektedir (Trexler ve diğ., 2015). Bu nedenle beta-alaninin kullanımında yalnızca toplam günlük miktarın değil, uygulama biçiminin de dikkate alınması gerekmektedir.

3.3. Kreatin

Kreatin, sporcu beslenmesinde en fazla araştırılmış ve yaygın olarak kullanılan besinsel ergojenik yardımcıları arasında bulunmaktadır. Kreatin monohidratın temel etkisi, kaslardaki kreatin ve fosfokreatin depolarının artırılması yoluyla yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında ATP'nin yeniden sentezlenmesini desteklemekle ilişkilidir. Bu nedenle kreatin özellikle kısa süreli, yüksek yoğunluklu ve tekrarlı egzersizlerde performansın desteklenmesi açısından önem taşımaktadır (Kreider ve diğ., 2017). Kreatin takviyesinin yalnızca tek bir egzersiz seansındaki performans açısından değil, uzun süreli antrenman adaptasyonları bakımından da değerlendirilebileceği bildirilmektedir. Özellikle direnç antrenmanı ile birlikte kullanıldığında kas kütlesi, kuvvet ve yüksek yoğunluklu egzersiz kapasitesindeki gelişimleri destekleyebileceğine ilişkin güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Kreider ve diğ., 2017). Ayrıca kreatin kullanımının egzersiz sonrası toparlanma ve yüksek antrenman yüklerine tolerans gibi farklı süreçlerle ilişkili olabileceği de bildirilmektedir. Kreatin konusunda dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri, farklı bireylerin takviyeye verdiği yanıtın aynı olmamasıdır. Kas kreatin depolarının başlangıç düzeyi, beslenme özellikleri, antrenman durumu ve uygulanan takviye protokolü elde edilen sonuçları etkileyebilmektedir. Bununla birlikte, mevcut literatür özellikle kreatin monohidratın sportif performans açısından en fazla kanıt birikmiş kreatin formu olduğunu göstermektedir (Kreider ve diğ., 2017).

3.4. Nitrat

Diyetle alınan inorganik nitrat, nitrik oksit biyoyararlanımını artırabilmesi nedeniyle üzerinde yoğun biçimde araştırılan bir başka besinsel ergojenik yardımcıdır. Nitratın fizyolojik etkileri, nitrat-nitrit-nitrik oksit yoluyla nitrik oksit düzeylerinin artırılması ve buna bağlı olarak damar fonksiyonu ile kasın oksijen kullanım süreçlerinin etkilenmesi üzerinden açıklanmaktadır (Shannon ve diğ., 2022). Nitrat takviyesinin egzersiz performansı üzerindeki etkileri bireysel özelliklere ve egzersizin niteliğine göre değişebilmektedir. Özellikle dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu egzersizlerde potansiyel ergojenik etkiler araştırılmış olmakla

birlikte, mevcut kanıtların tüm sporcu grupları için aynı düzeyde olmadığı belirtilmektedir. Uzman uzlaşısında, yüksek aerobik kapasiteye sahip bireylerde nitratin performans üzerindeki etkisinin daha sınırlı olabileceği ve bireysel aerobik uygunluk düzeyinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Shannon ve diğ., 2022). Nitratin kaynakları arasında özellikle pancar ve pancar suyu gibi nitrat açısından zengin sebze kaynakları öne çıkmaktadır. Uzmanlar, performans amacıyla nitrat kullanımında besinsel kaynakların da değerlendirilmesini önermektedir. Bununla birlikte, kronik kullanımın güvenliliği konusunda akut kullanıma kıyasla daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır (Shannon ve diğ., 2022).

3.5. Sodyum Bikarbonat

Sodyum bikarbonat, özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerde hücre dışı tamponlama kapasitesini artırarak egzersiz performansını destekleyebilen bir ergojenik yardımcıdır. Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında hidrojen iyonlarının birikimi ve buna bağlı metabolik değişiklikler kas performansının sürdürülmesini sınırlayabilmektedir. Sodyum bikarbonatın tamponlama kapasitesini artırması, bu süreçlerin performans üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunabilmektedir (Grgic ve diğ., 2021). ISSN'nin pozisyon bildirisinde sodyum bikarbonatın özellikle yaklaşık 30 saniye ile 12 dakika arasında süren yüksek yoğunluklu egzersizlerde performansı geliştirebildiği bildirilmektedir. Etkiler; kas dayanıklılığı, yüksek yoğunluklu bisiklet, koşu, yüzme, kürek ve çeşitli mücadele sporlarındaki performans görevlerinde gösterilmiştir (Grgic ve diğ., 2021). Sodyum bikarbonat kullanımında performans etkisinin yanında gastrointestinal yan etkiler de dikkate alınmalıdır. Şişkinlik, bulantı, kusma ve abdominal rahatsızlık en sık bildirilen sorunlar arasında yer almaktadır. Bu yan etkiler bazı sporcularda performans üzerinde elde edilmesi beklenen olumlu etkinin tersine olumsuz sonuçlara yol açabileceğinden, uygulama protokolünün bireysel toleransa göre planlanması önemlidir (Grgic ve diğ., 2021). Besinsel ergojenik yardımcıları, sporcu performansının desteklenmesinde potansiyel olarak yararlı araçlar olmakla birlikte, etkileri kullanılan bileşene, egzersizin özelliklerine ve bireysel farklılıklara göre değişmektedir. Kafein daha çok merkezi sinir sistemi ve performans algısı ile ilişkili etkileriyle; beta-alanin kas içi tamponlama kapasitesiyle; kreatin yüksek yoğunluklu egzersizlerde fosfokreatin sistemini desteklemesiyle; nitrat nitrik oksit biyoyararlanımıyla; sodyum bikarbonat ise hücre dışı tamponlama kapasitesiyle

öne çıkmaktadır. Bu farklılıklar, ergojenik yardımcıların tek bir kategori içerisinde değerlendirilmesine rağmen fizyolojik etkilerinin birbirinden önemli ölçüde ayrıldığını göstermektedir (Maughan ve diğ., 2018; Guest ve diğ., 2021; Kreider ve diğ., 2017; Shannon ve diğ., 2022; Grgic ve diğ., 2021). Sonuç olarak, besinsel ergojenik yardımcıların kullanımında temel beslenme düzeninin yeterliliği öncelikli olarak ele alınmalı ve takviyeler bilimsel kanıtların izin verdiği ölçüde değerlendirilmelidir. IOC uzlaşısı raporu da performans artırıcı takviyelerin ancak etkinlik, güvenilirlik ve yasal uygunluk açısından yeterli kanıt bulunduğu ve sporcunun temel beslenme gereksinimleri karşılandıktan sonra değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Maughan ve diğ., 2018).

4. Farmakolojik Ergojenik Yardımcılar

Farmakolojik ergojenik yardımcıları, sportif performansı artırmak amacıyla kullanılan veya fizyolojik süreçleri değiştirerek egzersiz kapasitesi üzerinde etkili olabilen ilaç ve farmakolojik maddeleri ifade etmektedir. Besinsel ergojenik yardımcıları karşılaştırıldığında bu gruptaki maddeler, daha belirgin farmakolojik etki mekanizmalarına sahip olmaları ve terapötik kullanım ile performans amacıyla kullanım arasında önemli farklılıklar bulunabilmesi nedeniyle ayrı bir değerlendirmeyi gerektirmektedir. Spor ortamında farmakolojik maddelerin kullanımı; kas kütlesinin ve kuvvetin artırılması, oksijen taşıma kapasitesinin geliştirilmesi, yorgunluğun algılanmasının değiştirilmesi veya vücut kompozisyonunun düzenlenmesi gibi farklı amaçlarla ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte, performans üzerindeki potansiyel etkiler ile sağlık üzerindeki riskler her madde için aynı değildir ve bilimsel kanıtlar farmakolojik ajanlar arasında önemli farklılıklar göstermektedir (Warrier ve diğ., 2024).

Farmakolojik ergojenik yardımcıların başlıca grupları arasında anabolik-androjenik steroidler, büyüme hormonu ve diğer peptid hormonları, eritropoietin ve benzeri eritropoezi uyaran ajanlar, beta-2 agonistler, uyarıcılar ve hormon/metabolizma düzenleyicileri bulunmaktadır. Bu maddelerin bir bölümü tıbbi amaçlarla kullanılmakla birlikte, sportif performansı artırma amacıyla terapötik gereklilik dışında kullanıldığında doping kapsamında değerlendirilebilmektedir. Nitekim Dünya Anti-Doping Ajansı'nın (WADA) 2026 Yasaklılar Listesi'nde anabolik ajanlar, peptid hormonları ve büyüme faktörleri, beta-2 agonistler, hormon ve metabolik modülatörler ile diüretikler ve maskeleyici ajanlar müsabaka içi ve dışı yasaklanan gruplar arasında yer almaktadır. Uyarıcılar

ise 2026 listesinde müsabaka sırasında yasaklanan maddeler arasında sınıflandırılmıştır (World Anti-Doping Agency [WADA], 2026).

4.1. Anabolik-Androjenik Steroidler

Anabolik-androjenik steroidler (AAS), testosteron ve ilişkili sentetik türevleri kapsayan ve protein sentezi ile kas dokusunun gelişimi üzerinde anabolik etkiler oluşturabilen farmakolojik ajanlardır. Bu maddeler sportif performans bağlamında özellikle kas kütlesi, kuvvet ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri nedeniyle kullanılmıştır. Sağlıklı bireylerde performans artırıcı ilaçların etkilerini değerlendiren bir umbrella review, AAS kullanımının kuvvet ve yağsız vücut kütlesinde artışlarla ilişkili olabildiğini, ancak bunun lipid profili üzerindeki olumsuz değişiklikler gibi önemli sağlık sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğini bildirmiştir (Warrier ve diğ., 2024).

AAS kullanımının potansiyel performans etkileri, bu maddelerin sağlık açısından oluşturabileceği risklerden bağımsız olarak değerlendirilmemelidir. Uzun süreli veya yüksek doz kullanımla ilişkili kardiyovasküler, endokrin ve metabolik sorunlar nedeniyle AAS, sportif performans amacıyla kullanılması açısından önemli bir risk alanı oluşturmaktadır. Bu nedenle AAS'nin olası ergojenik etkileri, güvenilirlik sınırları ve anti-doping kuralları birlikte değerlendirilmelidir. WADA'nın 2026 Yasaklılar Listesi'nde anabolik ajanlar S1 kategorisinde ve hem müsabaka içi hem de müsabaka dışı yasaklı maddeler arasında yer almaktadır (WADA, 2026).

4.2. Peptit Hormonlar, Büyüme Hormonu ve Eritropoezi Uyarıcı Ajanlar

Büyüme hormonu (GH) ve eritropoietin (EPO) gibi ajanlar, sportif performans bağlamında araştırılmış diğer farmakolojik maddeler arasındadır. GH'nin vücut kompozisyonu üzerinde bazı değişikliklere yol açabilmesine rağmen sağlıklı sporcularda kuvvet veya fiziksel performans üzerinde belirgin bir iyileşme sağladığına ilişkin kanıtların sınırlı olduğu bildirilmektedir. Buna karşılık EPO ve benzeri eritropoezi uyarıcı ajanlar, kırmızı kan hücresi üretimini ve oksijen taşıma kapasitesini artırabilmeleri nedeniyle özellikle dayanıklılık performansı açısından önem taşımaktadır (Warrier ve diğ., 2024). Eritropoezi uyarıcı ajanların kullanımı, performans üzerindeki olası etkilerinin yanında ciddi kardiyovasküler riskler nedeniyle özellikle dikkat gerektirmektedir. Warrier et al. (2024), EPO kullanımının bazı fizyolojik performans göstergelerinde artış oluşturabildiğini ancak ciddi kardiyovasküler risklerle ilişkilendirildiğini bildirmiştir. WADA'nın güncel

sınıflandırmasında EPO ve benzeri ajanlar S2 kapsamında, peptit hormonlar, büyüme faktörleri ve ilişkili maddeler arasında yer almakta ve müsabaka içi ve dışı yasaklanmaktadır (WADA, 2026).

4.3. Beta-2 Agonistler

Beta-2 adrenerjik agonistler, esas olarak solunum yolu hastalıklarının tedavisinde kullanılan farmakolojik ajanlardır. Bu maddelerin bazıları bronkodilatör etkileri nedeniyle klinik olarak önemli olmakla birlikte, belirli beta-2 agonistlerin performans amacıyla kötüye kullanılması anti-doping açısından önem taşımaktadır. Bu grubun sportif performans üzerindeki etkileri kullanılan ajanın türüne, dozuna ve uygulama biçimine göre değişebilmektedir. WADA'nın 2026 Yasaklılar Listesi'nde beta-2 agonistler S3 kategorisinde değerlendirilmekte ve genel olarak müsabaka içi ve dışı yasaklanmaktadır; bununla birlikte bazı tıbbi kullanımlar için belirlenmiş doz ve uygulama koşullarına ilişkin istisnalar bulunmaktadır (WADA, 2026).

4.4. Uyarıcılar

Uyarıcılar, merkezi sinir sistemi aktivitesini artırabilen ve uyanıklık, dikkat, algılanan efor veya yorgunlukla ilişkili süreçleri etkileyebilen farmakolojik maddelerdir. Amfetaminler ve benzeri maddeler tarihsel olarak sportif performans artırmak amacıyla kullanılmış olmakla birlikte, performans sonuçlarına ilişkin bulguların her madde ve her spor dalı açısından aynı olmadığı belirtilmektedir. Uyarıcıların performans üzerindeki potansiyel etkilerinin yanı sıra kardiyovasküler ve nörolojik yan etkileri nedeniyle kullanımları ciddi sağlık ve anti-doping sorunları doğurabilmektedir (Warrier ve diğ., 2024). WADA'nın 2026 listesinde uyarıcılar S6 kategorisinde ve müsabaka sırasında yasaklı maddeler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte bazı uyarıcıların tıbbi ürünlerde bulunabilmesi nedeniyle sporcuların kullandıkları ilaçların anti-doping statüsünü önceden kontrol etmeleri önem taşımaktadır (WADA, 2026).

4.5. Hormon ve Metabolik Modülatörler

Hormon ve metabolik modülatörler, endokrin sistemin veya metabolik süreçlerin belirli bileşenlerini değiştiren farmakolojik maddeleri kapsamaktadır. Bu gruptaki ajanlar; hormon düzeylerinin düzenlenmesi, hormonların etkilerinin değiştirilmesi veya enerji metabolizmasıyla ilişkili süreçlerin modülasyonu gibi

farklı mekanizmalar üzerinden etki gösterebilmektedir. Sportif performans amacıyla bu tür maddelerin kullanılması, doğal fizyolojik süreçlerin farmakolojik yollarla değiştirilmesi nedeniyle anti-doping açısından önemli bir alan oluşturmaktadır. WADA'nın 2026 Yasaklılar Listesi'nde hormon ve metabolik modölatörler S4 kategorisinde sınıflandırılmış ve müsabaka içi ve dışı yasaklanmıştır. Bu gruptaki bazı maddelerin diyabet, infertilite, meme kanseri ve diğer klinik durumların tedavisinde kullanılan ilaçlarda bulunabilmesi, terapötik kullanım ile doping amacı arasındaki ayrımın önemini artırmaktadır (WADA, 2026).

4.6. Farmakolojik Ergojenik Yardımcıların Değerlendirilmesinde Doping Boyutu

Farmakolojik ajanların spor performansı amacıyla kullanımı, ergojenik etkilere bağımsız olarak anti-doping kuralları çerçevesinde değerlendirilmelidir. WADA'nın yasaklı madde ve yöntemleri düzenli olarak güncellemesi, sporcuların yalnızca kullandıkları ilacın ticari veya farmakolojik adına değil, güncel yasaklılar listesinde yer alan madde ve sınıflandırmalara göre hareket etmelerini gerekli kılmaktadır. 2026 listesinde bazı maddeler sürekli olarak yasaklanırken bazıları yalnızca müsabaka sırasında yasaklanmakta, bazı ilaçların ise belirli tıbbi koşullarda kullanımına izin verilebilmektedir (WADA, 2026). Bu noktada terapötik kullanım ile performans artırma amacı arasındaki ayrım önem kazanmaktadır. Bir farmakolojik ajanın tıbbi amaçla kullanılması, aynı maddenin sportif performansı artırmak amacıyla kullanımının otomatik olarak uygun olduğu anlamına gelmemektedir. Özellikle yasaklı maddelerin tedavi amacıyla gerekli olduğu durumlarda sporcuların ilgili anti-doping prosedürlerini ve varsa Terapötik Kullanım İstisnası (TUE) süreçlerini dikkate almaları gerekmektedir. Böylece farmakolojik ajanların değerlendirilmesi yalnızca olası performans etkileri üzerinden değil, tıbbi gereklilik, güvenlik ve anti-doping kuralları birlikte dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir.

Sonuç olarak farmakolojik ergojenik yardımcıları, sportif performans üzerinde farklı mekanizmalar yoluyla etkili olabilen ancak kullanımında sağlık ve etik boyutların özellikle önem kazandığı bir grubu oluşturmaktadır. Anabolik-androjenik steroidler kas kütlesi ve kuvvet, eritropoezi uyaran ajanlar oksijen taşıma kapasitesi, bazı uyarıcılar ise merkezi sinir sistemi üzerinden farklı performans süreçleriyle ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte, farmakolojik bir ajanın performans üzerindeki potansiyel etkisinin bulunması, güvenli veya sportif açıdan

kabul edilebilir olduğu anlamına gelmemektedir. Mevcut bilimsel kanıtlar bazı ajanların performans üzerinde etkili olabileceğini gösterirken, bu etkiler çoğu durumda önemli sağlık riskleri ve anti-doping sınırlamalarıyla birlikte değerlendirilmelidir (Warrier ve diğ., 2024).

5. Ergojenik Yardımcıların Antrenman Sürecindeki Yeri

Ergojenik yardımcıların etkileri yalnızca akut performans artışı açısından değil, antrenman sürecinin bütünü içerisinde değerlendirilmelidir. Bazı ergojenik yardımcıları yüksek şiddetli egzersiz kapasitesinin sürdürülmesi, tekrarlı yüklenmelerde performansın korunması, toparlanmanın desteklenmesi ve uzun dönemli antrenman adaptasyonlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte, bu etkiler egzersizin türü, süresi ve şiddeti, antrenman dönemi, sporcunun antrenman düzeyi ve bireysel özelliklerine göre değişebilmektedir. Düzenli antrenman süreçlerinin çeşitli kondisyonel performans parametrelerinde değişim oluşturabildiği farklı takım sporlarında da gösterilmiştir (Uslu et al., 2021).

Kreatin, kafein, beta-alanin, nitrat ve sodyum bikarbonat gibi yardımcıların kullanımı bu nedenle antrenman programının amacı ve hedeflenen performans bileşeniyle birlikte ele alınmalıdır. Kalp hızı, algılanan efor, hız, güç çıktısı ve egzersiz süresi gibi göstergelerin dijital sistemler ve giyilebilir teknolojiler aracılığıyla izlenmesi, ergojenik stratejilerin antrenman yüküne verilen yanıt ve toparlanma durumu ile birlikte değerlendirilmesini kolaylaştırabilir.

Sonuç olarak ergojenik yardımcıları, antrenmanın yerini alan bağımsız performans artırıcı araçlar olarak değil; uygun yüklenme, yeterli toparlanma, bireysel performans gereksinimleri ve bilimsel kanıtlarla bütünlük destekleyici stratejiler olarak değerlendirilmelidir. Bu yaklaşım, ergojenik yardımcıların hem akut performans çıktıları hem de uzun dönemli antrenman süreci üzerindeki etkilerinin daha bütüncül biçimde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

6. Ergojenik Yardımcıların Sporcu Performansına Etkileri

Ergojenik yardımcıların sporcu performansı üzerindeki etkileri, kullanılan yardımcıının özelliklerinin yanı sıra egzersizin türü, süresi ve şiddeti, sporcunun antrenman düzeyi ve bireysel özellikleri tarafından belirlenmektedir. Bu nedenle herhangi bir ergojenik yardımcıının etkisi tüm spor branşlarında veya bütün performans göstergelerinde aynı düzeyde ortaya çıkmamaktadır. Uluslararası Olimpiyat Komitesi'nin değerlendirmesine göre performans üzerinde doğrudan yarar sağladığına ilişkin güçlü kanıt bulunan besinsel yardımcıların sayısı sınırlıdır

ve etkileri belirli egzersiz koşullarıyla ilişkilidir. Kafein, kreatin, bazı tamponlayıcı ajanlar ve nitrat bu açıdan en fazla bilimsel desteğe sahip yardımcıları arasında yer almaktadır (Maughan ve diğ., 2018).

Kafein, farklı egzersiz türlerinde performans artışı açısından en kapsamlı araştırılan ergojenik yardımcıları başında gelmektedir. Özellikle dayanıklılık egzersizleri, yüksek şiddetli aktiviteler ve tekrarlı sprint performansında olumlu sonuçlar sağlayabildiği bildirilmektedir. Güncel ISSN pozisyon bildirisinde kafeinin akut olarak egzersiz performansının çeşitli bileşenlerini iyileştirebildiği, ancak etkinin bireyler ve performans ölçütleri arasında farklılık gösterebildiği belirtilmektedir (Guest ve diğ., 2021). Önceki ISSN değerlendirmeleri de kafeinin dayanıklılık performansı ve zaman denemesi gibi göstergelerde belirgin ergojenik etkilere sahip olabileceğini ortaya koymuştur (Goldstein ve diğ., 2010).

Kafeinin etkileri takım sporları açısından da önem taşımaktadır. Futbol gibi sprint, yön değiştirme ve tekrarlı yüksek şiddetli eforların bir arada bulunduğu branşlarda kafeinin bazı performans göstergelerini iyileştirebildiği bildirilmektedir. Futbolcuları inceleyen güncel bir sistematik derleme ve ağ meta-analizinde kafeinin özellikle çeviklik performansı üzerinde anlamlı olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu, ancak etkinin performans değişkenine göre farklılaştığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada kreatin, beta-alanin ve bazı kombinasyonların da futbolcularda farklı performans göstergeleri üzerinde olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir (Luo ve diğ., 2025).

Kreatin, özellikle kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerde güç üretimi ve tekrarlı yüksek şiddetli egzersiz kapasitesi açısından önemli bir ergojenik yardımcıdır. Kreatin desteğinin kas içi kreatin depolarını artırarak yüksek şiddetli egzersiz sırasında enerji üretimini desteklediği ve bunun antrenman kapasitesindeki gelişimlere katkı sağlayabildiği bildirilmektedir. ISSN pozisyon bildirisinde kreatin kullanımının yüksek şiddetli egzersiz performansı ve uzun dönemli antrenman adaptasyonları üzerinde olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kreider ve diğ., 2017). Ayrıca direnç ve yüksek şiddetli antrenman süreçlerinde kreatin kullanımı; kuvvet, yağsız vücut kütlesi ve antrenman kapasitesindeki gelişimleri destekleyebilmektedir. Futbol gibi sprint ve tekrarlı yüksek şiddetli aktivitelerin önemli olduğu branşlarda da sprint, sıçrama ve yön değiştirme performansları üzerinde olumlu sonuçlar bildirilmiştir (Kreider ve diğ., 2017; Luo ve diğ., 2025). Bu nedenle kreatinin ergojenik etkisi değerlendirilirken yalnızca akut performans

testleri değil, antrenman sürecinde ortaya çıkan adaptasyonlar da dikkate alınmalıdır.

Beta-alanin, özellikle yüksek şiddetli egzersizlerde performans kapasitesini etkileyebilecek bir diğer besinsel ergojenik yardımcıdır. Kullanımının kas karnosin düzeylerini artırması ve tamponlama kapasitesini desteklemesi nedeniyle orta-yüksek şiddette sürdürülen egzersizlerde yararlı olabileceği ileri sürülmektedir. ISSN pozisyon bildirisinde beta-alanin desteğinin özellikle yaklaşık 0,5–10 dakika arasında sürdürülen yüksek şiddetli egzersizlerde performans açısından potansiyel fayda sağlayabileceği belirtilmiştir (Trexler ve diğ., 2015). Bununla birlikte, bu etkilerin tüm egzersiz protokollerinde aynı düzeyde olmadığı görülmektedir. Beta-alanin ile sodyum bikarbonatın tek başına ve birlikte kullanımını inceleyen güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde, her iki yardımcının tek başına kullanımında incelenen performans sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı genel bir ergojenik etki belirlenmemiştir (Curran-Bowen ve diğ., 2024). Bu sonuç, fizyolojik olarak performansı destekleme potansiyeli bulunan bir yardımcının her egzersiz koşulunda ölçülebilir bir performans artışı oluşturmayaabileceğini göstermektedir.

Sodyum bikarbonat, özellikle yüksek şiddetli ve kısa süreli egzersizlerde performansı desteklemek amacıyla kullanılan tamponlayıcı bir ergojenik yardımcıdır. ISSN pozisyon bildirisinde sodyum bikarbonatın yaklaşık 30 saniye ile 12 dakika arasında sürdürülen yüksek şiddetli egzersizlerde tek ve tekrarlı egzersiz performansını geliştirebildiğine ilişkin kanıtlar bulunduğu belirtilmiştir. Bu etkilerin bisiklet, koşu, yüzme ve kürek gibi farklı egzersiz modellerinde gözlenebilmesi, yardımcının yüksek metabolik stres oluşturan aktivitelerdeki potansiyel önemini ortaya koymaktadır (Grgic ve diğ., 2021). Sodyum bikarbonatı değerlendiren umbrella review sonuçları da önceki meta-analizlerde genel olarak olumlu bulgular olduğunu, ancak etkinin egzersizin süresi, şiddeti ve türüne ve bireysel yanıtlara göre değişebileceğini göstermektedir (Grgic ve diğ., 2021). Dolayısıyla sodyum bikarbonatın etkisi, tüm sporcular için genel bir performans artırıcı özellikten ziyade belirli egzersiz koşullarında ortaya çıkabilen bağlama özgü bir etki olarak değerlendirilmelidir.

Nitrat ve nitrat açısından zengin besinler ise özellikle dayanıklılık performansı açısından araştırılmıştır. Nitrat desteğinin egzersiz sırasında oksijen kullanımının etkinliği ve kas fonksiyonları üzerinden performansa katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Sistematik derleme ve meta-analizlerde nitrat kullanımının bazı

dayanıklılık performansı göstergelerinde olumlu sonuçlarla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Yetmiş üç çalışma ve 1061 katılımcıyı içeren bir meta-analizde nitrat kullanımının güç çıktısı, tükenme süresi ve kat edilen mesafe gibi bazı performans göstergelerinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir (McMahon ve diğ., 2021).

Bununla birlikte, nitratin etkisi egzersiz koşullarından bağımsız değildir. Yüz yirmi üç çalışma ve 1705 katılımcıyı içeren daha kapsamlı bir meta-analiz, etkinin egzersiz koşulları, takviyenin uygulanma biçimi ve katılımcı özelliklerine göre farklılaşabildiğini göstermiştir. Genel olarak küçük ancak istatistiksel olarak anlamlı bir performans etkisi saptanırken, nitratin kaynağının da sonuçları etkileyebileceği bildirilmiştir (Silva ve diğ., 2022). Nitratin etkileri yalnızca dayanıklılık egzersizleriyle de sınırlı olmayabilir. Direnç antrenmanı yapan bireyleri inceleyen bir sistematik derleme ve meta-analizde nitrat desteğinin tükenmeye kadar gerçekleştirilen tekrar sayısı, ortalama güç ve ortalama hız üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği; buna karşılık maksimum güç ve maksimum hız üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığı bildirilmiştir (Gonzalez ve diğ., 2023). Bu bulgular, aynı ergojenik yardımcının farklı performans bileşenlerinde farklı sonuçlar oluşturabileceğini göstermektedir.

Ergojenik yardımcıların değerlendirilmesinde yalnızca tek tek ürünlerin etkileri değil, kombinasyonları da dikkate alınmaktadır. Bisiklet sporcularında gerçekleştirilen bir sistematik derlemede kafein, kreatin, sodyum bikarbonat, beta-alanin ve nitrat gibi farklı besinsel ergojenik yardımcıların performans üzerindeki etkileri birlikte incelenmiştir. Otuz altı çalışma ve 701 katılımcının dahil edildiği bu derlemede, etkilerin performans testinin özelliklerine göre değiştiği ve bazı kombinasyonların belirli koşullarda araştırıldığı görülmüştür (Valiño-Marques ve diğ., 2024).

Bununla birlikte, birden fazla ergojenik yardımcının birlikte kullanılmasının otomatik olarak daha yüksek performans artışı sağlayacağı düşünülmemelidir. Kafein ve sodyum bikarbonat kombinasyonunu inceleyen çalışmalar, birleşik etkinin her durumda tek başına kullanımdan daha üstün olmadığını göstermektedir. Bu nedenle kombinasyonların değerlendirilmesinde her bir yardımcının bağımsız etkisi, olası etkileşimleri ve egzersiz protokolünün özellikleri birlikte ele alınmalıdır (Grgic, 2021; Curran-Bowen ve diğ., 2024).

Ergojenik yardımcıların etkileri spor branşına göre değerlendirildiğinde, özellikle takım sporlarında performans gereksinimlerinin çok boyutlu olması nedeniyle tek bir performans göstergesinin yeterli olmadığı görülmektedir.

Futbolda sprint, sıçrama, çeviklik, yön değiştirme, tekrarlı yüksek şiddetli egzersiz ve algılanan efor gibi birçok değişken önem taşımaktadır. Futbolculara yönelik güncel sistematik derlemeler, kreatin, kafein ve diğer bazı besinsel yardımcıların farklı performans ölçütlerinde olumlu sonuçlar sağlayabildiğini; ancak sonuçların kullanılan ürüne ve performans göstergesine göre değiştiğini ortaya koymaktadır (Luo ve diğ., 2025).

Ergojenik yardımcıların performans etkileri değerlendirilirken istatistiksel anlamlılık ile spor açısından anlamlı bir performans kazanımının birbirinden ayrılması da önemlidir. Sportif performansın objektif biçimde değerlendirilmesinde, hedeflenen fiziksel özelliğe uygun performans testlerinin seçilmesi ve ölçüm sonuçlarının doğru yorumlanması önem taşımaktadır (Yapıcı & Arslan, 2019). Küçük örneklemli laboratuvar çalışmalarında istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişikliklerin müsabaka performansına ne ölçüde yansıtacağı her zaman açık değildir. IOC konsensusunda da performans araştırmalarında kullanılan testlerin gerçek spor koşullarını ne ölçüde yansıttığının ve gözlenen değişikliğin spor açısından anlamlı olup olmadığının dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Maughan ve diğ., 2018).

Bireysel yanıt farklılıkları da ergojenik yardımcıların etkilerinin yorumlanmasında önemli bir değişkendir. Antrenman düzeyi, beslenme düzeni, genetik özellikler, önceki yardımcı kullanım deneyimi, egzersiz türü ve çevresel koşullar aynı ürünün farklı sporcularda farklı sonuçlar oluşturmaya neden olabilir. Genç elit futbolcularda fiziksel özelliklerin farklı yaş grupları bağlamında değişkenlik gösterebilmesi de performans değerlendirmelerinde bireysel ve gelişimsel özelliklerin dikkate alınmasının önemini desteklemektedir (Uslu ve diğ., 2022). Nitrat çalışmalarında olduğu gibi takviyenin kaynağı, uygulama biçimi ve egzersiz koşulları da elde edilen etkinin büyüklüğünü değiştirebilmektedir (Silva ve diğ., 2022). Bu nedenle grup düzeyinde elde edilen bir performans etkisinin her bireyde aynı büyüklükte gerçekleşeceği varsayılmamalıdır.

Sonuç olarak ergojenik yardımcıların sporcu performansına etkileri; ürüne, egzersiz koşullarına ve bireysel özelliklere bağlı olarak değişmektedir. Kafein özellikle dayanıklılık ve yüksek şiddetli egzersizlerde; kreatin yüksek şiddetli egzersiz, kuvvet ve antrenman adaptasyonlarında; sodyum bikarbonat yüksek şiddetli ve metabolik stresin belirgin olduğu aktivitelerde; nitrat ise bazı dayanıklılık performanslarında olumlu sonuçlarla ilişkilendirilmektedir. Beta-alanin için belirli yüksek şiddetli egzersizlerde potansiyel yararlar bulunmakla

birlikte, sonuçların tüm performans koşullarında tutarlı olmadığı görülmektedir (Guest ve diğ., 2021; Kreider ve diğ., 2017; Trexler ve diğ., 2015; Grgic ve diğ., 2021; Silva ve diğ., 2022).

Bu nedenle ergojenik yardımcıların sporcu performansına katkısı, yalnızca ürünün performans artırıcı olarak tanımlanmasına dayanarak değerlendirilmemelidir. Bilimsel kanıt düzeyi, hedeflenen performans bileşeni, sporcunun özellikleri, kullanım koşulları, güvenlik ve doping riski birlikte ele alınmalıdır. Nitekim IOC yaklaşımı, performans artırıcı olduğu ileri sürülen ürünlerin kullanımından önce sporcunun temel beslenme gereksinimlerinin karşılanmasını ve ürünün etkinlik, güvenlik ve doping riski açısından değerlendirilmesini önermektedir (Maughan ve diğ., 2018).

7. Sonuç

Ergojenik yardımcıları, sporcuların performans kapasitesini desteklemek amacıyla kullanılan ve etkileri yardımcıının özelliklerine, egzersiz türüne, antrenman yüküne ve bireysel farklılıklara göre değişebilen uygulamalardır. Bilimsel kanıtlar, bazı ergojenik yardımcıların belirli koşullarda dayanıklılık, kuvvet, güç ve yüksek şiddetli egzersiz performansına katkı sağlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, her yardımcıının tüm sporcular ve performans bileşenleri üzerinde aynı düzeyde etkili olmadığı dikkate alınmalıdır.

Bu nedenle ergojenik yardımcıların kullanımı, tek başına bir performans artırma yaklaşımı olarak değil; uygun antrenman planlaması, doğru yüklenme, yeterli toparlanma ve temel beslenme gereksinimleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle antrenman kapasitesinin sürdürülmesi, tekrarlı yüksek şiddetli egzersizlerde performansın korunması ve uzun dönemli antrenman adaptasyonlarının desteklenmesi açısından etkilerin bağlama özgü biçimde ele alınması önemlidir. Sonuç olarak, ergojenik yardımcıların sportif performansa katkısı; bilimsel kanıt düzeyi, bireysel özellikler, egzersizin niteliği, antrenman yükü, güvenlik ve anti-doping düzenlemeleri birlikte değerlendirilerek belirlenmelidir.

8. Kaynakça

- Amawi, A., AlKasasbeh, W., Jaradat, M., Almasri, A., Alobaidi, S., Hammad, A. A., ... & Ghazzawi, H. (2024). Athletes' nutritional demands: a narrative review of nutritional requirements. *Frontiers in nutrition*, 10, 1331854.
- Antonio, J., Pereira, F., Curtis, J., Rojas, J., & Evans, C. (2024). The top 5 can't-miss sport supplements. *Nutrients*, 16(19), 3247.
- Bhasin, S., Storer, T. W., Berman, N., Callegari, C., Clevenger, B., Phillips, J., ... & Casaburi, R. (1996). The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *New England Journal of Medicine*, 335(1), 1-7.
- Curran-Bowen, T., da Silva, A. G., Barreto, G., Buckley, J., & Saunders, B. (2024). Sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation: Is combining both better than either alone? A systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport*, 41(3), 79-87.
- Curran-Bowen, T., da Silva, A. G., Barreto, G., Buckley, J., & Saunders, B. (2024). Sodium bicarbonate and beta-alanine supplementation: Is combining both better than either alone? A systematic review and meta-analysis. *Biology of Sport*, 41(3), 79-87.
- Dunn, R. A., Tinsley, G. M., Palmer, T. B., Benjamin, C. L., & Sekiguchi, Y. (2024). The efficacy of nutritional strategies and ergogenic aids on acute responses and chronic adaptations to exertional-heat exposure: A narrative review. *Nutrients*, 16(22), 3792.
- Gao, C., Gupta, S., Adli, T., Hou, W., Coolsaet, R., Hayes, A., ... & Whitlock, R. P. (2021). The effects of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance and cardiorespiratory measures in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 55.
- Gonzalez, A. M., Townsend, J. R., Pinzone, A. G., & Hoffman, J. R. (2023). Supplementation with nitric oxide precursors for strength performance: a review of the current literature. *Nutrients*, 15(3), 660.
- Grgic, J., Grgic, I., Del Coso, J., Schoenfeld, B. J., & Pedisic, Z. (2021). Effects of sodium bicarbonate supplementation on exercise performance: an umbrella review. *Journal of the international society of sports nutrition*, 18(1), 71.
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D., ... & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the international society of sports nutrition*, 18(1), 1.
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D., ... & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the international society of sports nutrition*, 18(1), 1.
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D., ... & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the international society of sports nutrition*, 18(1), 1.
- Haupt, H. A., & Rovere, G. D. (1984). Anabolic steroids: a review of the literature. *The American journal of sports medicine*, 12(6), 469-484.
- Heuberger, J. A., & Cohen, A. F. (2019). Review of WADA Prohibited Substances: Limited Evidence for Performance-Enhancing Effects: JAAC Heuberger, AF Cohen. *Sports Medicine*, 49(4), 525-539.
- Heuberger, J. A., Cohen Tervaert, J. M., Schepers, F. M., Vliegthart, A. D., Rotmans, J. I., Daniels, J. M., ... & Cohen, A. F. (2013). Erythropoietin doping in cycling: lack of evidence for efficacy and a negative risk-benefit. *British journal of clinical pharmacology*, 75(6), 1406-1421.

- Jäger, R., Heileson, J. L., Abou Sawan, S., Dickerson, B. L., Leonard, M., Kreider, R. B., ... & Antonio, J. (2025). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Nutritional Concerns of the Female Athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, (1).
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., ... & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the international society of sports nutrition*, 14(1), 18.
- Liu, H., Bravata, D. M., Olkin, I., Friedlander, A., Liu, V., Roberts, B., ... & Hoffman, A. R. (2008). Systematic review: the effects of growth hormone on athletic performance. *Annals of internal medicine*, 148(10), 747-758.
- Luo, H., Tengku Kamalden, T. F., Zhu, X., Xiang, C., & Nasharuddin, N. A. (2025). Effects of different dietary supplements on athletic performance in soccer players: a systematic review and network meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), 2467890.
- Martinho, D. V., Rebelo, A., Clemente, F. M., Costa, R., Gouveia, É. R., Field, A., ... & Sarmiento, H. (2025). Nutrition in CrossFit®—scientific evidence and practical perspectives: a systematic scoping review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), 2509674.
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., ... & Engebretsen, L. (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 104-125.
- Mota, G. R., & Marocolo, M. (2022). Ergogenic aids: Physiological and performance responses. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 902024.
- Oleksak, P., Nepovimova, E., Valko, M., Alwasel, S., Alomar, S., & Kuca, K. (2024). Comprehensive analysis of prohibited substances and methods in sports: Unveiling trends, pharmacokinetics, and WADA evolution. *Environmental toxicology and pharmacology*, 108, 104447.
- Özer, H., Hepsert, S., & Kılıç, Y. (2022). Beden eğitimi ve spor alanında öğrenim gören öğrencilerin yeme tutumlarının incelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(2), 334-343.
- Ščapec, B., Grgic, J., Varović, D., & Mikulić, P. (2024). Caffeine, but not paracetamol (acetaminophen), enhances muscular endurance, strength, and power.
- Sezer, B. S., Hepsert, S., Akel, D., & Kılıç, Y. (2024). Sedanter ve antrene üniversite öğrencilerinde obezite ve metabolik sendrom farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *Türk Spor Bilimleri Dergisi*, 7(2), 21-29.
- Shannon, O. M., Allen, J. D., Bescos, R., Burke, L., Clifford, T., Easton, C., ... & Porcelli, S. (2022). Dietary Inorganic Nitrate as an Ergogenic Aid: An Expert Consensus Derived via the Modified Delphi Technique: OM Shannon. *Sports medicine*, 52(10), 2537-2558.
- Silva, K. V. C., Costa, B. D., Gomes, A. C., Saunders, B., & Mota, J. F. (2022). Factors that moderate the effect of nitrate ingestion on exercise performance in adults: a systematic review with meta-analyses and meta-regressions. *Advances in Nutrition*, 13(5), 1866-1881.
- Thevis, M., Kuuranne, T., & Geyer, H. (2024). Annual banned-substance review 16th edition—Analytical approaches in human sports drug testing 2022/2023. *Drug testing and analysis*, 16(1), 5-29.
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., ... & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1), 30.
- Uğurlu, D. (2020). Egzersiz ve beslenme. In E. Yılmaz (Ed.), *Spor bilimlerinde temel kavramlar* (pp. 175–192). Akademisyen Kitabevi.

- Uğurlu, D. (2023). Egzersiz fizyolojisi. In Y. Er (Ed.), Spor bilimleri alanında akademik değerlendirmeler-6 (pp. 80–97). Duvar Yayınları.
- Uslu, S., Badur, K. I., Babur, E., & İleri, M. (2022). Investigation of some physical characteristics of young elite soccer players in different age groups. *African Educational Research Journal*, 10(S1), S27–S33. <https://doi.org/10.30918/AERI.10S1.22.003> Net Journals
- Uslu, S., Barak, R., Mahmutović, I., Čaušević, D., Abazović, E., & Mahmutović, I. (2021). Effect of 12-week volleyball training on some conditional parameters of young female volleyball players. *International Journal of Life Science and Pharma Research*, 11, 372–383.
- Valiño-Marques, A., Lamas, A., Miranda, J. M., Cepeda, A., & Regal, P. (2024). Nutritional ergogenic aids in cycling: A systematic review. *Nutrients*, 16(11), 1768.
- Valiño-Marques, A., Lamas, A., Miranda, J. M., Cepeda, A., & Regal, P. (2024). Nutritional ergogenic aids in cycling: A systematic review. *Nutrients*, 16(11), 1768.
- Warrier, A. A., Azua, E. N., Kasson, L. B., Allahabadi, S., Khan, Z. A., Mameri, E. S., ... & Chahla, J. (2024). Performance-enhancing drugs in healthy athletes: An Umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Sports Health*, 16(5), 695-705.
- Wax, B., Kerkisick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., & Kreider, R. B. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6), 1915.
- World Anti-Doping Agency. (2026). 2026 prohibited list: International standard. World Anti-Doping Agency. Erişim Tarihi: 10.08.2026.
- Yapıcı, H., & Arslan, S. (2019). Spor bilimlerinde uygulanan performans testleri. In G. Hergüner (Ed.), *Her yönüyle spor* (pp. 926–952). Güven Plus Grup A.Ş.