

Antrenman ve Performansın Dinamikleri - I



Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ
Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇETİN SARIŞIK



ANTRENMAN VE PERFORMANSIN DİNAMİKLERİ - I

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ

Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇETİN SARIŞIK



Antrenman ve Performansın Dinamikleri - I

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ

Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇETİN SARIŞIK

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan BALPETEK

Kapak ve Sayfa Tasarımı: Duvar DESIGN

Basım Tarihi: Ekim 2026

Yayıncı Sertifika No: 49837

E-ISBN: 978-625-5471-35-2

© Duvar Yayınları

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

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1. Bölüm	1
Cluster Set Antrenmanı: Kuvvet ve Patlayıcı Güç Gelişimine Etkileri	
Hüseyin Bora SAÇAR	
2. Bölüm	18
Proprioseptif Antrenmanın Sportif Performanstaki Rolü:	
Değerlendirme Yöntemleri ve Antrenman Yaklaşımları	
Hüseyin Bora SAÇAR	
3. Bölüm	35
Performans ile Yaralanma Arasında:Antrenman Yüğü ve Sporcu Sağlığı	
Betül CANBOLAT GÜDER	
4. Bölüm	47
Toparlanma Sürecinde Beslenmenin Rolü	
Derya ÇETİN SARIŞIK	
5. Bölüm	57
Isoinertial (Flywheel) Antrenman Metodu:Eksantrik Aşırı Yüklenme	
Biyomekaniği ve Performansa Etkileri	
Hamza KARAKULAKLI, Cihan GÜRBÜZ	
6. Bölüm	75
Antrenman Süresi, Zamanlaması ve Sportif Performans İlişkisi	
Tunç İLÇİN	
7. Bölüm	83
Antrenmanda Mikro-Dozlama: Yük Yönetimi ve Performans Adaptasyonu	
Cihan GÜRBÜZ	

1. Bölüm

Cluster Set Antrenmanı: Kuvvet ve Patlayıcı Güç Gelişimine Etkileri

Hüseyin Bora SAÇAR¹

Özet

Cluster set antrenmanı, geleneksel direnç antrenmanı setlerinin daha küçük tekrar bloklarına ayrılması ve bu bloklar arasında kısa süreli set içi dinlenmeler uygulanması esasına dayanan bir antrenman yöntemidir. Bu yaklaşımın temel amacı, toplam antrenman hacmini değiştirmeden tekrarlar sırasında oluşan yorgunluğu ve hareket hızı kaybını sınırlandırarak mekanik performansın korunmasını sağlamaktır. Literatürde cluster setlerin özellikle yüksek yükte gerçekleştirilen direnç egzersizlerinde hareket hızı, güç çıktısı ve tekrar kalitesinin korunmasına katkı sağlayabildiği bildirilmektedir. Akut çalışmalar cluster setlerin geleneksel setlere kıyasla daha düşük hız kaybı, daha düşük mekanik ve metabolik yorgunluk ve daha yüksek hareket hızı sağlayabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, uzun dönem kuvvet ve hipertrofi adaptasyonları açısından cluster setlerin geleneksel setlere karşı sürekli ve belirgin bir üstünlüğü bulunmamaktadır. Güncel meta-analizler, alt ekstremité kas kuvveti ve sıçrama performansı açısından iki set yapısı arasında anlamlı farklılıkların her zaman ortaya çıkmadığını; buna karşılık patlayıcı güç açısından cluster setler lehine küçük düzeyde etkilerin bulunabileceğini göstermektedir. Bu nedenle cluster setler, özellikle yüksek hareket hızının, patlayıcı güç üretiminin ve mekanik performansın korunmasının önemli olduğu antrenmanlarda kullanılabilecek alternatif bir set yapılandırması olarak değerlendirilebilir. Yöntemin etkili biçimde uygulanmasında yük, tekrar sayısı, tekrar bloklarının büyüklüğü, set içi dinlenme süresi, egzersiz seçimi ve sporcunun performans hedeflerinin birlikte dikkate alınması gerekmektedir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6790-8414, E-posta: h.borasacar@gmail.com

Cluster Set Training: Effects On Strength and Explosive Power Development

Abstract

Cluster set training is a resistance training method in which traditional sets are divided into smaller repetition blocks separated by short intra-set rest intervals. The primary purpose of this approach is to preserve mechanical performance by limiting fatigue and reductions in movement velocity without necessarily changing the total training volume. The literature indicates that cluster sets may contribute to maintaining movement velocity, power output, and repetition quality, particularly during high-load resistance exercises. Acute studies generally suggest that cluster sets can result in lower velocity loss, reduced mechanical and metabolic fatigue, and greater movement velocity compared with traditional set configurations. However, current evidence does not demonstrate a consistent and substantial advantage of cluster sets over traditional sets for long-term strength and hypertrophy adaptations. Recent meta-analyses indicate that significant differences between cluster and traditional sets are not consistently observed for lower-limb muscular strength and jumping performance, whereas small beneficial effects may be observed for explosive power. Therefore, cluster sets may be considered an alternative set configuration, particularly in training contexts where maintaining high movement velocity, explosive power production, and mechanical performance is prioritized. Effective implementation requires the concurrent consideration of training load, repetition number, repetition-block structure, intra-set rest duration, exercise selection, and the athlete's specific performance objectives.

1. Giriş

Direnç antrenmanında uygulanan set yapısı, aynı toplam tekrar ve yük kullanılsa dahi egzersiz sırasında ortaya çıkan mekanik ve fizyolojik yanıtları değiştirebilmektedir. Geleneksel set yapısında belirlenen tekrarlar ara vermeden tamamlanırken, cluster set antrenmanında geleneksel bir set daha küçük tekrar bloklarına ayrılmakta ve bu blokların arasına kısa süreli set içi dinlenmeler yerleştirilmektedir. Bu kısa dinlenmelerin temel amacı, ardışık tekrarlar sırasında ortaya çıkan yorgunluğu azaltarak hareket hızının, kuvvet üretiminin ve mekanik performansın daha yüksek düzeyde korunmasına olanak sağlamaktır. Cluster set yaklaşımı özellikle yüksek kuvvet ve patlayıcı güç gerektiren sportif hareketlerde, tekrar kalitesinin korunması açısından alternatif bir direnç antrenmanı yöntemi olarak ele alınmaktadır. (Tufano vd., 2017; Wetmore vd., 2019).

Cluster set yaklaşımının temel mantığı, toplam antrenman hacmini mutlaka değiştirmekten ziyade, bu hacmin zamansal dağılımını değiştirmektir. Örneğin geleneksel olarak 6 tekrardan oluşan bir set, cluster yapısında 2+2+2 şeklinde uygulanabilir ve her iki tekrarın ardından yaklaşık 15–30 saniyelik kısa bir dinlenme verilebilir. Böylece toplam tekrar sayısı korunurken tekrarlar arasındaki toparlanma düzeyi artırılır. Set içi dinlenmenin süresi ve tekrarların nasıl bölündüğü, cluster yapısının oluşturduğu mekanik ve fizyolojik yanıtı belirleyen temel değişkenler arasında yer almaktadır. Bu nedenle cluster set tek bir standart protokolü ifade etmemekte; yük, tekrar sayısı, tekrar bloklarının büyüklüğü ve set içi dinlenme süresinin farklı kombinasyonlarından oluşan bir set yapılandırma yaklaşımını ifade etmektedir. (Tufano vd., 2017; Tufano vd., 2018).

Cluster set uygulamalarının sportif performans açısından önem kazanmasının temel nedenlerinden biri, direnç egzersizi sırasında hareket hızının korunabilmesidir. Ardışık tekrarların gerçekleştirilmesiyle birlikte nöromüsküler yorgunluk artmakta ve özellikle yüksek yüklerde sonraki tekrarların hareket hızı ve güç çıkışı düşebilmektedir. Set içerisine yerleştirilen kısa dinlenme aralıkları ise bu performans kaybını sınırlandırarak sporcunun aynı yükte daha yüksek hareket hızlarında tekrarlar gerçekleştirmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu özellik, özellikle kuvvetin yalnızca yüksek kuvvet üretme kapasitesi olarak değil, kuvvetin kısa sürede üretilmesi şeklindeki patlayıcı performans boyutuyla birlikte ele alındığı sportif uygulamalarda önem taşımaktadır. (Haff vd., 2003; Latella vd., 2019).

2. Cluster Set Antrenmanının Tanımı ve Temel Özellikleri

Cluster set antrenmanı, geleneksel bir direnç antrenmanı setinin daha küçük tekrar gruplarına ayrılması ve bu gruplar arasında kısa süreli dinlenme verilmesi esasına dayanmaktadır. Geleneksel setlerde sporcu, örneğin 6 tekrarı aralıksız biçimde tamamladıktan sonra setler arası dinlenmeye geçerken, cluster yapısında aynı 6 tekrar

2+2+2 veya 3+3 gibi alt bloklara ayrılabilir. Buradaki temel farklılık toplam tekrar sayısında değil, tekrarların gerçekleştirilme biçiminde ortaya çıkmaktadır. Set içi dinlenme, kasın ve enerji sistemlerinin kısmi toparlanmasına izin vererek sonraki tekrarların mekanik niteliğinin korunmasına katkıda bulunabilmektedir. (Tufano vd., 2017; Wetmore vd., 2019).

Cluster set yapılarında iki temel dinlenme kavramının birbirinden ayrılması gerekir. Set içi dinlenme (intra-set rest), aynı setin tekrar blokları arasındaki kısa dinlenmeyi ifade ederken, setler arası dinlenme (inter-set rest) bir cluster setin tamamlanması ile sonraki setin başlaması arasındaki dinlenme süresidir. Bu iki dinlenme süresinin toplamı, antrenman oturumunun mekanik ve metabolik yükünü etkileyebilmektedir. Özellikle set içi dinlenmenin eklenmesi, toplam set süresini uzatmasına rağmen aynı yük ve tekrar sayısında hareket hızının daha yüksek tutulmasını mümkün kılabilir. (Tufano vd., 2019; Tufano vd., 2018).

Cluster setlerin farklı biçimlerde uygulanabilmesi, yöntemin önemli özelliklerinden biridir. Basit cluster yapısında tekrar sayısı eşit küçük bloklara ayrılır; örneğin 6 tekrar 2+2+2 şeklinde düzenlenebilir. Rest-redistribution yapısında ise toplam dinlenme süresinin bir bölümü set içine aktarılır. Örneğin geleneksel yapıda uzun bir setler arası dinlenme kullanılırken cluster yapısında bu dinlenmenin belirli bölümü tekrarların arasına dağıtılabilir. Bu düzenleme, özellikle toplam dinlenme süresinin kontrol edildiği deneysel çalışmalarda cluster ve geleneksel setlerin karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır. (Tufano vd., 2018; Tufano vd., 2019).

Cluster setin erken dönem literatüründeki önemli araştırmalardan biri, farklı set yapılandırılmalarının clean pull egzersizindeki barbell hızı ve yer değiştirme özellikleri üzerindeki etkisini inceleyen Haff vd. (2003) çalışmasıdır. Çalışmada cluster yapısında gerçekleştirilen tekrarların tepe hızının geleneksel set yapısına kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Bu bulgu, set yapısının yalnızca toplam tekrar ve yük miktarı üzerinden değil, tekrarların hangi mekanik kaliteyle gerçekleştirildiği üzerinden de değerlendirilmesi gerektiğini göstermiştir. (Haff vd., 2003).

3. Cluster Set Antrenmanının Fizyolojik ve Nöromekanik Temelleri

Direnç antrenmanında ardışık tekrarların gerçekleştirilmesiyle birlikte yorgunluk birikmekte ve bu durum hareket hızında ve güç üretiminde düşüşe yol açabilmektedir. Özellikle yüksek yüklerle gerçekleştirilen egzersizlerde tekrarlar ilerledikçe barbell hızının azalması, aynı hareketin sonraki tekrarlarında mekanik çıktının düşmesine neden olabilmektedir. Cluster set uygulamasında tekrarlar arasına yerleştirilen kısa dinlenmeler, bu performans kaybının azaltılmasına yardımcı olarak hareket hızının daha yüksek düzeyde tutulmasını sağlayabilmektedir. Bu nedenle cluster setlerin temel nöromekanik özelliği, yorgunluğu tamamen ortadan

kaldırmaktan ziyade yorgunluğun tekrarlar arasındaki dağılımını değiştirmek ve mekanik performansın korunmasını sağlamaktır. (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011; Tufano vd., 2017).

Hareket hızı, direnç antrenmanı sırasında ortaya çıkan nöromüsküler yorgunluğun izlenmesinde kullanılabilen önemli bir değişkendir. Sánchez-Medina ve González-Badillo (2011), set içerisindeki hız kaybının direnç egzersizinin mekanik ve metabolik yüküyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Cluster set yapısında tekrarların kısa dinlenmelerle ayrılması, ardışık tekrarlar arasındaki hız kaybını sınırlayarak daha düşük hız kaybı ile antrenman yapılmasına olanak sağlayabilir. Bununla birlikte hız kaybı çalışmalarının tamamının cluster setlere özgü olmadığı ve bu nedenle hız kaybına ilişkin genel mekanizmaların cluster set araştırmalarındaki doğrudan bulgularla birlikte değerlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011; Latella vd., 2019).

Cluster setlerin hareket hızını koruyabilmesinde set içi kısa dinlenmelerin kısmi enerji sistemi toparlanmasına olanak sağlaması önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Özellikle yüksek şiddetli direnç egzersizlerinde fosfokreatin sisteminin toparlanması kısa süre içerisinde başlayabilmekte ve kısa dinlenme aralıkları sonraki tekrarların enerji gereksiniminin karşılanmasına katkıda bulunabilmektedir. Bununla birlikte cluster setlerin fizyolojik etkilerini yalnızca fosfokreatin toparlanmasıyla açıklamak yeterli değildir; nöromüsküler yorgunluk, metabolik birikim, tekrar hızı ve toplam dinlenme süresi birlikte değerlendirilmelidir. (Hobein vd., 2026).

Cluster ve geleneksel setler arasındaki akut farklılıklar üzerine gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analiz, cluster setlerin tepe ve ortalama hareket hızı ile tepe ve ortalama güç gibi mekanik değişkenlerin korunmasında avantaj sağlayabildiğini göstermiştir. Bu sonuç, cluster setlerin özellikle hareket hızının antrenman uyaranının önemli bir parçası olduğu güç odaklı direnç egzersizlerinde kullanılmasının mekanistik temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte akut mekanik avantajın uzun dönem adaptasyonlarda mutlaka daha büyük kuvvet veya güç kazanımına dönüşeceği şeklinde bir çıkarım yapılmamalıdır. (Latella vd., 2019).

4. Cluster Set Antrenmanının Akut Performans Üzerindeki Etkileri

Cluster setlerin en belirgin özelliklerinden biri, antrenman sırasında hareket hızının korunmasına yardımcı olmasıdır. Oliver ve ark. (2015) cluster ve geleneksel set yapılarını karşılaştırdıkları akut çalışmada cluster uygulamasında ortalama gücün daha yüksek tutulabildiğini ve toplam hacim yükünün daha yüksek olabildiğini bildirmiştir. Aynı çalışmada cluster yapısının daha kısa toplam çalışma süresi ve daha düşük bazı metabolik yanıtlarla ilişkili olduğu görülmüştür. Bu bulgular, cluster setlerin aynı egzersiz yükü altında mekanik performansın korunmasını

sağlayabilecek bir set düzenleme stratejisi olduğunu göstermektedir. (Oliver vd., 2015).

Bench press egzersizinde yapılan araştırmalar da benzer şekilde cluster setlerin hareket kalitesinin korunmasına katkıda bulunabileceğini göstermektedir. García-Ramos ve ark. (2020) geleneksel ve cluster set yapılarını karşılaştırdıkları çalışmalarında mekanik ve metabolik yanıtları değerlendirmiş ve set yapısının tekrar hızı ve yorgunluk profili üzerinde etkili olabileceğini ortaya koymuştur. Bu tür bulgular, cluster setlerin özellikle yüksek yükle gerçekleştirilen ve tekrar hızının performans göstergesi olarak kullanıldığı egzersizlerde tercih edilebileceğini düşündürmektedir. (García-Ramos vd., 2020).

Half squat üzerinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada cluster set protokolünün geleneksel set yapısına kıyasla mekanik yorgunluğu ve kan laktatı azaltabildiği bildirilmiştir. Bu sonuç, kısa set içi dinlenmelerin yalnızca hareket hızını korumakla kalmayıp egzersiz sırasında oluşan yorgunluğun niteliğini de değiştirebileceğini göstermektedir. Ancak laktat veya başka bir metabolik göstergedeki azalmanın tek başına daha iyi uzun dönem antrenman adaptasyonu anlamına gelmediği ve bu nedenle akut metabolik sonuçların kronik performans sonuçlarından ayrı değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmalıdır. (Varela-Olalla vd., 2020).

Back squat egzersizinde cluster loading üzerine yapılan çalışma da set yapısının kinetik ve kinematik sonuçları etkileyebildiğini göstermiştir. Cluster yapısında tekrarların arasına kısa dinlenme eklenmesi, sporcuların aynı toplam hacim içerisinde daha yüksek mutlak yüklerle veya daha yüksek mekanik kaliteyle çalışabilmesine olanak sağlayabilir. Bu nedenle cluster set uygulaması, özellikle kuvvet ve güç gelişiminde kullanılan temel çok eklemlı egzersizlerde hareket kalitesinin korunmasını amaçlayan bir programlama seçeneği olarak değerlendirilebilir. (Wetmore vd., 2019).

5. Cluster Set Antrenmanının Kuvvet Gelişimine Etkileri

Cluster setlerin maksimal kuvvet gelişimi üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde literatür, yöntemin geleneksel setlerden her durumda üstün olduğunu göstermemektedir. Arazi ve ark. (2021) tarafından erkek powerlifterlarda gerçekleştirilen 8 haftalık çalışmada cluster ve geleneksel set gruplarının kuvvet ve kas performansı adaptasyonları karşılaştırılmıştır. Çalışmada maksimal kuvvet ölçümlerinde cluster set lehine genel ve kesin bir üstünlük ortaya çıkmazken, bazı impulsif performans ölçümlerinde cluster grubu lehine farklılıklar bildirilmiştir. Bu nedenle cluster setlerin kuvvet gelişimindeki temel avantajı doğrudan daha fazla 1RM artışı sağlamaktan ziyade, yüksek kaliteli tekrarların gerçekleştirilmesine ve belirli nöromüsküler çıktılara yönelik uyarının korunmasına bağlanmalıdır. (Arazi vd., 2021).

Yüksek yükte bench press antrenmanını inceleyen Davies ve ark. (2020) çalışmasında da cluster ve geleneksel set yapılandırmaları 8 haftalık bir süreçte karşılaştırılmıştır. Çalışmada her iki yaklaşımın bench press hız ve güç değişkenlerinde zaman içerisinde gelişim sağladığı, ancak gruplar arasında anlamlı bir üstünlük bulunmadığı bildirilmiştir. Bu sonuç, cluster setlerin hareket kalitesini akut olarak koruyabilmesine rağmen uzun dönem kuvvet ve güç adaptasyonlarının toplam yük, antrenman yoğunluğu ve maksimal hız niyeti gibi diğer programlama değişkenlerinden bağımsız değerlendirilemeyeceğini göstermektedir. (Davies vd., 2020).

Cluster setlerin kronik etkilerine ilişkin en kapsamlı kanıtlardan biri Davies ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilen sistematik derleme ve meta-analizden gelmektedir. Yirmi dokuz çalışmanın dahil edildiği bu analizde cluster ve geleneksel set yapılandırmaları arasında kuvvet, güç, hız, hipertrofi veya kas dayanıklılığı adaptasyonları açısından anlamlı farklılık bulunmamıştır. Bu sonuç, cluster setlerin uzun dönem kuvvet gelişimi bakımından geleneksel setlerden otomatik olarak üstün kabul edilmemesi gerektiğini, yöntemin daha çok aynı antrenman uyaranını farklı bir yorgunluk ve performans profiliyle sunan alternatif bir set yapılandırması olarak değerlendirilmesinin uygun olduğunu göstermektedir. (Davies vd., 2021).

Bununla birlikte kronik sonuçların benzer olması cluster setlerin pratik değerini ortadan kaldırmamaktadır. Çünkü sporcu için yalnızca antrenman sonunda elde edilen 1RM değişimi değil, antrenman sırasında tekrarların hangi hız ve mekanik kaliteyle gerçekleştirildiği de önemlidir. Cluster setlerin daha düşük hız kaybı ve daha iyi hareket kalitesi sağlayabilmesi, özellikle yüksek yoğunluklu antrenmanlarda yorgunluğun yönetilmesi ve sonraki egzersizlerin performansının korunması açısından önem taşıyabilir. Dolayısıyla cluster setler maksimal kuvvet gelişimi bakımından “üstün yöntem” olarak değil, yüksek kaliteli kuvvet antrenmanını destekleyen alternatif bir set organizasyonu olarak ele alınmalıdır. (Davies vd., 2021; Pérez-Maldonado vd., 2024).

6. Cluster Set Antrenmanının Patlayıcı Güç ve Hareket Hızına Etkileri

Patlayıcı güç gelişimi açısından cluster setlerin teorik ve uygulamalı önemi daha belirgindir. Patlayıcı güç, yüksek kuvvetin kısa sürede üretilmesini gerektirdiğinden, tekrarların mümkün olduğunca yüksek hareket hızında gerçekleştirilmesi önem taşımaktadır. Geleneksel setlerde tekrarlar ilerledikçe oluşan yorgunluk, hareket hızında ve güç çıkışında azalmaya yol açabilirken, cluster setlerde kısa dinlenmeler bu düşüşü sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle cluster setlerin özellikle yüksek hızlı kuvvet üretiminin önemli olduğu sportif performanslarda kullanılmasının temel gerekçesi, toplam tekrar sayısını artırmaktan çok tekrar kalitesini korumaktır. (Haff vd., 2003; Latella vd., 2019).

Morales-Artacho ve ark. (2018) kısa süreli güç antrenmanında cluster ve geleneksel set yapılandırmalarını karşılaştırmış ve cluster yaklaşımının yük-spesifik hız ve güç adaptasyonları açısından kullanılabilir olduğunu göstermiştir. Çalışmada cluster grubunda 30 saniyelik set içi dinlenmeler kullanılmış ve alt ekstremitte kuvvet, hız ve güç çıktıları değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar, kısa süreli güç odaklı direnç antrenmanında cluster setlerin özellikle hızın korunmasına dayalı bir uyararı oluşturabileceğini göstermektedir. (Morales-Artacho vd., 2018).

Kong ve ark. (2026) meta-analizi, cluster ve geleneksel direnç antrenmanlarının alt ekstremitte kas kuvveti, sıçrama ve patlayıcı güç üzerindeki uzun dönem etkilerini doğrudan karşılaştırmıştır. Yirmi beş çalışmanın dahil edildiği analizde alt ekstremitte kas kuvveti ve sıçrama performansı açısından cluster ve geleneksel setler arasında anlamlı fark bulunmazken, patlayıcı güç değişkeninde cluster antrenmanı lehine küçük düzeyde bir etki bildirilmiştir. Bu bulgu, cluster setlerin patlayıcı güç açısından potansiyel bir avantaj sağlayabileceğini, ancak bu avantajın maksimal kuvvet veya sıçrama performansının bütün ölçümlerine genellenemeyeceğini göstermektedir. (Kong vd., 2026).

Sporcu popülasyonuna odaklanan Zhao ve ark. (2026) meta-analizi de cluster yapılandırmasının etkilerinin spor dalına ve performans gereksinimlerine göre değişebileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmada cluster ve geleneksel setlerin sporculardaki motor performans sonuçları sistematik olarak incelenmiş ve özellikle patlayıcı performans gereksiniminin yüksek olduğu spor dallarında cluster uygulamasının potansiyel katkıları değerlendirilmiştir. Bu nedenle cluster setlerin programlanmasında sporcunun branşı, temel performans özelliği ve kullanılan egzersizin hız-güç gereksinimi dikkate alınmalıdır. (Zhao vd., 2026).

7. Set İçi Dinlenmenin Hareket Hızı ve Yorgunluk Üzerindeki Rolü

Cluster setin etkisini belirleyen en önemli değişkenlerden biri set içi dinlenme süresidir. Çok kısa dinlenme süreleri yorgunluğun yeterince azalmasına izin vermeyebilirken, çok uzun dinlenme süreleri cluster yapısının zaman verimliliğini azaltabilir ve toplam antrenman süresini gereksiz biçimde uzatabilir. Literatürde 10–30 saniye civarındaki dinlenme aralıkları özellikle yüksek yük ve güç odaklı cluster protokollerinde sık kullanılmaktadır; ancak optimal süre egzersizin türüne, kullanılan yüke, tekrar sayısına ve sporcunun antrenman düzeyine göre değişebilmektedir. (Hoban vd., 2026; Tufano vd., 2018).

Set içi dinlenme süresinin performans üzerindeki etkisi, Tufano ve ark. (2019) tarafından farklı cluster yapılandırmalarının karşılaştırılmasıyla da gösterilmiştir. Çalışmada toplam yük, tekrar sayısı ve toplam dinlenme süresi eşit tutulmasına rağmen dinlenmenin tekrarlar arasındaki dağılımının hız kaybını etkileyebildiği görülmüştür. Bu bulgu, cluster setin yalnızca “set içine dinlenme eklemek” şeklinde

basit bir uygulama olmadığını; dinlenmenin nereye ve ne kadar süreyle yerleştirildiğinin de antrenman uyarısını belirlediğini göstermektedir. (Tufano vd., 2019).

2026 yılında yayımlanan Hobein ve ark. çalışması, direnç antrenmanı deneyimi bulunan kadın ve erkeklerde 6 haftalık squat temelli cluster ve geleneksel set programlarını karşılaştırmıştır. Cluster grubunda akut olarak daha yüksek barbell hızları ve daha düşük hız kaybı, laktat ve algılanan zorlanma görülürken, 1RM ve kas dayanıklılığı gelişimleri iki grupta benzer bulunmuştur. Çalışmada cluster yapısının yük-hız profilinde farklı bir adaptasyon oluşturabileceği de bildirilmiştir. Bu sonuç, set içi dinlenmenin özellikle hareket kalitesinin korunması bakımından önemli olduğunu, fakat akut avantajların her zaman daha büyük maksimal kuvvet artışına dönüşmediğini göstermektedir. (Hobein vd., 2026).

8. Cluster Set ve Geleneksel Setlerin Karşılaştırılması

Cluster set ve geleneksel setler arasındaki temel farklılık, kullanılan yük veya toplam tekrar sayısından önce tekrarların zaman içerisindeki dağılımıdır. Geleneksel sette tekrarlar aralıksız gerçekleştirilirken cluster sette tekrarlar küçük bloklara ayrılır. Bu nedenle iki yöntem aynı toplam hacmi sağlayabilir ancak antrenman sırasında oluşan hız kaybı, mekanik yorgunluk ve algılanan zorluk açısından farklı sonuçlar ortaya çıkarabilir. Akut araştırmalar genel olarak cluster setlerin hareket hızını ve güç çıktısını daha iyi koruyabildiğini göstermektedir. (Latella vd., 2019; Pérez-Maldonado vd., 2024).

Bununla birlikte uzun dönem karşılaştırmalarda sonuçlar daha dengelidir. Davies ve ark. (2021) meta-analizinde kuvvet, güç, hız, hipertrofi ve kas dayanıklılığı bakımından cluster ve geleneksel setler arasında anlamlı farklılık bulunmaması, set yapısının tek başına kronik adaptasyonları belirleyen bir değişken olmadığını göstermektedir. Dolayısıyla toplam antrenman hacmi, yüklenme düzeyi, egzersiz seçimi, antrenman sıklığı ve sporcunun başlangıç düzeyi gibi diğer programlama değişkenleri göz önünde bulundurulmalıdır. (Davies vd., 2021).

Üst ekstremité performansına yönelik 8 haftalık çalışmada da cluster ve geleneksel setlerin yüksek yükte bench press hız ve güç adaptasyonları açısından belirgin bir farklılık oluşturmadığı bildirilmiştir. Buna karşın cluster yapısının egzersiz sırasında daha düşük hız kaybıyla çalışmayı mümkün kılması, özellikle hızın antrenman hedefi olarak ön planda olduğu programlarda yöntemin tercih edilmesini gerektirebilir. Bu durum cluster setlerin “daha fazla adaptasyon” sağlayan bir yöntem olmaktan ziyade, belirli adaptasyon hedeflerine ulaşmak için antrenman uyarısının niteliğini değiştiren bir araç olduğunu düşündürmektedir. (Davies vd., 2020).

Yüksek hacimli cluster setlerin daha düşük hacimli geleneksel setlerle karşılaştırıldığı 2022 tarihli çalışmada da cluster grubunun bazı erken dönem hız ve güç göstergelerinde avantaj sağlayabildiği, ancak bu farklılıkların uzun dönem genel performans üstünlüğüne dönüşmediği görülmüştür. Bu sonuç, cluster setlerin özellikle antrenman kalitesinin korunması açısından kullanılabileceğini, fakat yalnızca set yapısını değiştirmenin kronik performans artışı garanti etmeyeceğini göstermektedir. (Davies vd., 2022).

9. Cluster Setlerin Kuvvet ve Güç Odaklı Programlanması

Cluster setlerin programlanmasında ilk olarak antrenmanın temel amacı belirlenmelidir. Maksimal kuvvet gelişimi hedefleniyorsa yüksek yüklerle daha az tekrar içeren cluster yapıları tercih edilebilirken, patlayıcı güç hedefleniyorsa daha düşük tekrar sayısı ve daha yüksek hareket hızı önceliklendirilebilir. Burada temel amaç, sporcunun belirlenen yükü teknik kaliteden ve hedeflenen hareket hızından aşırı ödün vermeden tamamlayabilmesidir. Bu nedenle cluster set programlaması yalnızca yüzde 1RM üzerinden değil, hareket hızı ve tekrar kalitesi üzerinden de değerlendirilebilir. (Tufano vd., 2017; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011).

Örneğin yüksek yükte bench press için 4×5 geleneksel set yapısı yerine, aynı toplam tekrar sayısını koruyacak biçimde 4×(2+2+1) veya 4×(3+2) cluster düzenlemesi uygulanabilir. Benzer biçimde squat egzersizinde 3×6 tekrar, 3×(2+2+2) şeklinde yapılandırılabilir. Burada verilen örnekler doğrudan tek bir araştırmanın zorunlu protokolü değil, literatürde kullanılan cluster prensiplerinin uygulamalı bir modelidir. Araştırmalarda 20–30 saniye civarındaki set içi dinlenmelerin ve yüksek yüklerde küçük tekrar bloklarının sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. (Morales-Artacho vd., 2018; Davies vd., 2020; Hobein vd., 2026).

Patlayıcı güç odaklı uygulamalarda cluster setlerin en önemli programlama ölçütlerinden biri hareket hızının korunmasıdır. Sporcunun tekrarlar ilerledikçe belirgin biçimde yavaşlaması, antrenmanın hedeflenen hız-güç uyaranından uzaklaşmasına neden olabilir. Bu nedenle cluster setlerde tekrarlar arasında kısa dinlenmeler kullanılarak hız kaybının sınırlandırılması ve her tekrarın mümkün olduğunca yüksek istemli konsantrik hızla gerçekleştirilmesi hedeflenebilir. Bu yaklaşım, özellikle yüksek hızda kuvvet üretiminin performans açısından önemli olduğu olimpiik kaldırış, sprint, sıçrama ve benzeri sportif gereksinimlere yönelik kuvvet-güç çalışmalarında teorik olarak anlamlıdır. (Davies vd., 2020; Morales-Artacho vd., 2018; Latella vd., 2019).

Cluster setlerin uygulanmasında egzersiz seçimi de önemlidir. Back squat ve bench press gibi çok eklemli ve yüksek yüklerin kullanıldığı temel direnç egzersizleri, literatürde cluster yapılandırmasının en sık incelendiği hareketler arasında yer almaktadır. Bu egzersizlerde set içi dinlenmenin eklenmesi, özellikle

tekrar hızının ve mekanik çıktının korunmasını kolaylaştırabilir. Buna karşılık küçük kas gruplarına yönelik düşük yükte egzersizlerde cluster yapısının sağladığı mekanik avantaj aynı düzeyde belirgin olmayabilir; bu nedenle yöntem öncelikle yüksek kuvvet ve güç gerektiren temel hareketlerde değerlendirilmelidir. (Wetmore vd., 2019; García-Ramos vd., 2020; Tufano vd., 2017).

10. Sporcu Gruplarında Cluster Set Uygulaması

Cluster setler özellikle kuvvet ve güç gereksiniminin yüksek olduğu spor branşlarında dikkat çekmektedir. Powerlifting sporcularında gerçekleştirilen çalışma, cluster ve geleneksel setlerin maksimal kuvvet gelişimi açısından benzer sonuçlar oluşturabileceğini, ancak bazı patlayıcı performans göstergelerinde farklı adaptasyonların ortaya çıkabileceğini göstermiştir. Bu nedenle powerlifting gibi maksimal kuvvetin temel olduğu spor dallarında cluster setler, geleneksel setlerin zorunlu bir alternatifi değil; yüksek kaliteli tekrarların gerçekleştirilmesini ve antrenman yorgunluğunun yönetilmesini sağlayabilecek tamamlayıcı bir yöntem olarak değerlendirilebilir. (Arazi vd., 2021).

Sporcularda cluster setlerin kullanımını inceleyen güncel meta-analitik kanıtlar, yöntemin etkilerinin spor branşına ve performans özelliğine göre farklılaşabileceğini göstermektedir. Zhao ve ark. (2026) cluster setlerin özellikle patlayıcı güç gereksiniminin yüksek olduğu spor dallarında potansiyel faydalarını vurgularken, sonuçların tüm sportif performans ölçütlerine aynı biçimde genellenemeyeceğini bildirmiştir. Bu nedenle bir sporcu için cluster set programlanırken branşın enerji ve performans gereksinimleri, kullanılan hareketlerin biyomekanik özellikleri ve hedeflenen performans çıktısı birlikte değerlendirilmelidir. (Zhao vd., 2026).

Cluster setlerin sportif uygulamalarındaki güncel araştırmalar yalnızca geleneksel kuvvet egzersizleriyle sınırlı değildir. 2026 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada cluster setlerin alt ekstremite kompleks antrenmanındaki kullanımı incelenmiş; ancak cluster set ile accentuated eccentric loading'in birlikte uygulanmasının tüm sıçrama değişkenlerinde avantaj sağlamadığı görülmüştür. Bu sonuç, cluster setin başka gelişmiş antrenman yöntemleriyle birleştirilmesinin otomatik olarak daha iyi sonuç oluşturmayacağını ve yöntem kombinasyonlarının ayrıca araştırılması gerektiğini göstermektedir. (Chae vd., 2026).

11. Uzun Dönem Adaptasyonlar: Kuvvet, Güç ve Hipertrofi

Cluster setlerin uzun dönem kas gelişimi üzerindeki etkisi, yöntemin kuvvet ve güç odaklı kullanımından farklı bir değerlendirme gerektirmektedir. Vargas-Molina ve ark. (2025) hacim ve çaba düzeyi eşleştirilmiş cluster ve geleneksel set protokollerini direnç antrenmanı deneyimli bireylerde karşılaştırmış ve iki yöntemin kas kalınlığı ile yağsız doku kazanımları açısından benzer sonuçlar oluşturduğunu

bildirmiştir. Bu bulgu, cluster setlerin hipertrofi bakımından geleneksel setlere doğrudan üstün bir yöntem olarak değerlendirilmemesi gerektiğini göstermektedir. (Vargas-Molina vd., 2025).

Cluster setlerin uzun dönem etkilerine ilişkin daha güncel bir çalışma olan Hobein ve ark. (2026) araştırmasında da 6 haftalık squat temelli antrenman sonrasında cluster ve geleneksel set gruplarında maksimal kuvvet ve kas dayanıklılığı gelişimlerinin benzer olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte cluster grubunda akut olarak daha yüksek barbell hızı, daha düşük hız kaybı, daha düşük laktat ve daha düşük algılanan zorlanma gözlenmiş ve yük-hız profilinde farklı adaptasyonlar ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, cluster setlerin kronik kuvvet kazanımını mutlaka artırmadığını; ancak hareket kalitesi ve yorgunluk yönetimi açısından farklı bir antrenman profili oluşturabileceğini göstermektedir. (Hobein vd., 2026).

12. Cluster Setlerde Yorgunluk Yönetimi

Cluster setlerin antrenman programlamasındaki önemli kullanım alanlarından biri yorgunluğun yönetimidir. Geleneksel setlerde ardışık tekrarların neden olduğu hız kaybı, mekanik performansın azalmasına ve yüksek yoğunluklu tekrarların son bölümlerinde hareket kalitesinin düşmesine yol açabilir. Cluster yapısında ise kısa dinlenmeler sayesinde bu yorgunluğun bir kısmı tekrar blokları arasında dağıtmakta ve performans kaybı sınırlandırılabilir. Bu özellik, özellikle aynı antrenman oturumunda birden fazla yüksek kaliteli güç egzersizinin gerçekleştirilmesi gereken sporcular açısından önem taşımaktadır. (Páez-Maldonado vd., 2024; Latella vd., 2019).

Páez-Maldonado vd. (2024) tarafından gerçekleştirilen araştırma, cluster setlerin geleneksel setlere kıyasla performansın korunması ve antrenman kaynaklı yorgunluğun azaltılması bakımından avantaj sağlayabileceğini göstermiştir. Çalışmada mekanik, metabolik ve nöromusküler değişkenler birlikte değerlendirilmiş ve cluster yapısının özellikle egzersiz sırasında performans kaybının sınırlandırılması açısından önemli olduğu ortaya konmuştur. Bu sonuç, cluster setlerin temel değerinin yalnızca antrenman sonunda oluşan adaptasyonları artırmak değil, antrenmanın kendisini daha yüksek mekanik kaliteyle gerçekleştirmeyi mümkün kılmak olduğunu desteklemektedir. (Páez-Maldonado vd., 2024).

Bununla birlikte yorgunluğun azaltılması her zaman antrenman uyarısının daha güçlü olduğu anlamına gelmemektedir. Geleneksel setlerde oluşan daha yüksek hız kaybı ve metabolik stres bazı antrenman hedefleri açısından bilinçli olarak kullanılabilir. Dolayısıyla cluster setlerin daha düşük yorgunluk oluşturmaları, yöntemin tüm antrenman hedeflerinde geleneksel setlerden üstün olduğunu göstermemektedir. Antrenman yöntemi, hedeflenen adaptasyon ve sporcunun sezon

içerisindeki durumuna göre belirlenmelidir. (Davies vd., 2021; Pérez-Maldonado vd., 2024).

13. Güncel Kanıtların Genel Değerlendirmesi

Cluster set literatürünün genel değerlendirmesi üç temel sonucu ortaya koymaktadır. Birincisi, cluster setlerin akut olarak hareket hızı ve güç çıktısının korunmasında geleneksel setlere göre avantaj sağlayabildiğidir. İkincisi, bu akut avantajların uzun dönem maksimal kuvvet ve hipertrofi gelişiminde sürekli bir üstünlük oluşturmadığıdır. Üçüncüsü ise patlayıcı güç gibi yüksek hızda kuvvet üretiminin önemli olduğu performans özelliklerinde cluster setlerin belirli koşullarda daha olumlu sonuçlar sağlayabileceğine ilişkin kanıtların giderek güçlenmesidir. (Latella vd., 2019; Davies vd., 2021; Kong vd., 2026).

2026 yılında yayımlanan iki meta-analiz bu değerlendirmeyi güncel biçimde desteklemektedir. Kong ve ark. (2026), alt ekstremitte kuvveti ve sıçrama performansında cluster ve geleneksel setler arasında anlamlı fark olmadığını, ancak patlayıcı güç açısından cluster lehine küçük bir etki bulunduğunu bildirmiştir. Zhao ve ark. (2026) ise sporcu popülasyonuna odaklanarak cluster set etkilerinin spor dalına ve performans gereksinimlerine göre değişebileceğini göstermiştir. Dolayısıyla mevcut kanıtlar cluster setleri evrensel olarak üstün bir yöntem olarak değil, özellikle yüksek hız ve patlayıcı performansın önemli olduğu durumlarda kullanılabilecek özgül bir set yapılandırması olarak desteklemektedir. (Kong vd., 2026; Zhao vd., 2026).

Güncel bireysel çalışmalar da bu genel tabloyla uyumludur. Hobein ve ark. (2026) cluster setlerin akut hız ve yorgunluk yönetiminde avantaj sağlarken maksimal kuvvet gelişiminin geleneksel setlere benzer olduğunu göstermiştir. Tsoukos ve ark. (2026) ise yüksek yük ve tükeniş yakın uygulamalarda cluster setlerin tekrar sayısı ve fizyolojik yanıtları değiştirebildiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, cluster setlerin temel işlevinin yüksek kaliteli tekrarların sürdürülebilmesi ve yorgunluğun set içerisinde yönetilmesi olduğu; uzun dönem adaptasyonun ise toplam antrenman uyarısı ve programlamanın diğer bileşenleriyle birlikte şekillendiği anlaşılmaktadır. (Hobein vd., 2026; Tsoukos vd., 2026).

14. Uygulamada Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

Cluster set programlanırken ilk olarak hedeflenen performans özelliğinin belirlenmesi gerekir. Maksimal kuvvet odaklı çalışmalarda yüksek yük ve küçük tekrar blokları tercih edilebilirken, patlayıcı güç odaklı çalışmalarda hareket hızının korunması daha öncelikli olabilir. Her iki durumda da set içi dinlenmenin amacı, sporcunun tekrarları teknik bozulma ve aşırı hız kaybı olmadan gerçekleştirebilmesini sağlamaktır. Bu nedenle cluster set programlamasında

yalnızca yüzde 1RM değil, tekrar hızı ve sporcunun antrenman sırasındaki performansı da dikkate alınmalıdır. (Tufano vd., 2017; Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011).

Uygulamada örnek bir yüksek yük cluster seti, 80–85% 1RM ile 4×(2+2) veya 4×(3+2) biçiminde düzenlenebilir ve tekrar blokları arasına yaklaşık 20–30 saniye dinlenme yerleştirilebilir. Bununla birlikte bu değerler tüm sporcular için standart reçete olarak görülmemelidir. Cluster set literatüründe farklı yük, tekrar ve dinlenme kombinasyonları kullanılmıştır ve optimum yapılandırma egzersizin niteliği ile hedeflenen performans özelliğine göre değişebilmektedir. (Morales-Artacho vd., 2018; Davies vd., 2020; Hobein vd., 2026).

Özellikle patlayıcı güç gelişiminde cluster setlerin başarısı, tekrarların yalnızca tamamlanmasına değil, yüksek mekanik kaliteyle gerçekleştirilmesine bağlanmalıdır. Bu nedenle sporcu belirgin bir hız kaybı yaşamaya başladığında set içi dinlenme süresi, tekrar bloklarının büyüklüğü veya toplam tekrar sayısı yeniden düzenlenebilir. Hız ölçümü yapılabilen ortamlarda barbell hızı bu kararların verilmesinde objektif bir gösterge sağlayabilir; ancak hız ölçüm cihazlarının bulunmadığı durumlarda teknik kalite, tekrarların algılanan zorluğu ve performansın gözlemlenebilir değişimi de programlamada kullanılabilir. (Sánchez-Medina & González-Badillo, 2011; Hobein vd., 2026).

15. Sınırlılıklar ve Gelecekteki Araştırmalar

Cluster set literatürünün önemli sınırlılıklarından biri kullanılan protokollerin oldukça heterojen olmasıdır. Çalışmalar arasında yük yüzdesi, tekrar sayısı, set sayısı, set içi dinlenme süresi, setler arası dinlenme süresi ve egzersiz türü bakımından önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle belirli bir cluster protokolünden elde edilen sonuçların başka egzersizlere veya farklı sporcu gruplarına doğrudan aktarılması dikkat gerektirir. Özellikle elit sporcular, kadın sporcular ve belirli spor branşları üzerindeki uzun dönem çalışmaların artırılması gerekmektedir. (Davies vd., 2021; Zhao vd., 2026).

Bir diğer önemli konu, akut performans avantajı ile kronik adaptasyon arasındaki ilişkinin daha ayrıntılı araştırılmasıdır. Cluster setler sırasında hareket hızının korunması oldukça iyi belgelenmiş olsa da bu mekanik avantajın hangi koşullarda daha fazla patlayıcı güç adaptasyonuna dönüştüğü henüz kesin değildir. 2026 meta-analizinde patlayıcı güç açısından küçük bir cluster-set etkisinin bulunması bu konuda umut verici olmakla birlikte, farklı spor dalları ve farklı antrenman geçmişlerine sahip sporcularda daha uzun süreli kontrollü araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. (Kong vd., 2026; Zhao vd., 2026).

16. Sonuç

Cluster set antrenmanı, geleneksel set yapısının kısa set içi dinlenme aralıklarıyla yeniden düzenlenmesine dayanan ve özellikle yüksek mekanik performansın korunmasını amaçlayan bir direnç antrenmanı yöntemidir. Mevcut bulgular, cluster setlerin ardışık tekrarlar sırasında ortaya çıkan hız kaybını ve akut yorgunluğu azaltarak hareket hızı ve güç üretiminin daha yüksek düzeylerde korunmasına katkı sağlayabildiğini göstermektedir. Buna karşın, uzun dönem kuvvet ve hipertrofi adaptasyonları açısından cluster setlerin geleneksel setlere karşı sürekli ve belirgin bir üstünlük sağladığına ilişkin kanıtlar sınırlıdır. Benzer antrenman hacmi ve çaba düzeyi korunduğunda, cluster ve geleneksel setlerin uzun dönem kas kuvveti ve hipertrofi gelişimi açısından çoğunlukla benzer sonuçlar oluşturabildiği görülmektedir.

Patlayıcı güç ve alt ekstremité performansı açısından değerlendirildiğinde, cluster setlerin özellikle hareket hızının ve mekanik performansın korunmasının önemli olduğu antrenmanlarda işlevsel bir seçenek oluşturabileceği görülmektedir. Güncel meta-analiz bulguları, cluster setlerin alt ekstremité patlayıcı güç performansında küçük düzeyde olumlu bir etki sağlayabildiğini, ancak maksimal kuvvet ve sıçrama performansı gibi bazı değişkenlerde anlamlı farklılıkların ortaya çıkmayabildiğini göstermektedir. Bu durum, cluster setlerin tüm performans değişkenlerinde genel bir üstünlük sağlayan bir yöntem olarak değil, belirli antrenman hedeflerine ve performans gereksinimlerine göre kullanılabilecek bir set yapılandırma yaklaşımı olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak cluster setlerin temel kullanım gerekçesi, benzer antrenman yükünün daha düşük akut yorgunluk ve daha sınırlı hız kaybıyla uygulanmasına olanak sağlayarak tekrar kalitesinin korunmasına katkıda bulunmasıdır. Bu yaklaşım özellikle yüksek hareket hızının, patlayıcı güç üretiminin ve mekanik performansın korunmasının öncelikli olduğu antrenmanlarda yararlı olabilir. Bununla birlikte, cluster setlerin uzun dönem kuvvet ve hipertrofi gelişiminde geleneksel setlere karşı otomatik bir üstünlük sağladığı söylenemez. Yöntemin etkili biçimde uygulanması; kullanılan yük, tekrar sayısı, set içi dinlenme süresi, egzersiz seçimi, hareket hızı ve sporcunun hedeflediği performans özelliğinin birbiriyle uyumlu biçimde programlanmasına bağlıdır. Bu nedenle cluster setler, geleneksel direnç antrenmanının yerine geçen bağımsız bir yöntemden ziyade, sporcunun performans hedeflerine ve antrenman gereksinimlerine göre kullanılabilen alternatif bir set yapılandırma stratejisi olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Arazi, H., Khoshnoud, A., Asadi, A., & Tufano, J. J. (2021). The effect of resistance training set configuration on strength and muscular performance adaptations in male powerlifters. *Scientific Reports*, 11, 7844. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-87372-y>
- Chae, S., Jukic, I., Merrigan, J. J., & Smith, J. C. (2026). The effect of cluster sets and accentuated eccentric loading on vertical jump performance and strategy during lower-body complex training. *European Journal of Sport Science*, 26(5), e70166. <https://doi.org/10.1002/ejsc.70166>
- Davies, T. B., Andersen, J. T., Halaki, M., Orr, R., & Hackett, D. A. (2022). Effect of high-volume cluster sets versus lower-volume traditional sets on muscular performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(11), 1456–1464. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.12994-4>
- Davies, T. B., Halaki, M., Orr, R., Helms, E. R., & Hackett, D. A. (2020). Changes in bench press velocity and power after 8 weeks of high-load cluster- or traditional-set structures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2734–2742. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003166>
- Davies, T. B., Tran, D. L., Hogan, C. M., Haff, G. G., & Latella, C. (2021). Chronic effects of altering resistance training set configurations using cluster sets: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(4), 707–736. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01408-3>
- García-Ramos, A., González-Hernández, J. M., Baños-Pelegrín, E., Castaño-Zambudio, A., Capelo-Ramírez, F., Boullosa, D., Haff, G. G., & Jiménez-Reyes, P. (2020). Mechanical and metabolic responses to traditional and cluster set configurations in the bench press exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(3), 663–670. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002301>
- Haff, G. G., Whitley, A., McCoy, L. B., O'Bryant, H. S., Kilgore, J. L., Haff, E. E., Pierce, K., & Stone, M. H. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during a clean pull. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 95–103. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0095:EODSCO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0095:EODSCO>2.0.CO;2)
- Hobein, E., Miltner, F., Jukic, I., Ferrauti, A., & Wiewelhove, T. (2026). Acute responses and chronic adaptations to cluster versus traditional set resistance training in males and females. *European Journal of Sport Science*, 26(4), e70160. <https://doi.org/10.1002/ejsc.70160>
- Kong, Z., Zhang, M., Xin, X., Chen, J., Zeng, B., & Xie, J. (2026). Cluster training versus traditional resistance training on lower-limb muscle strength, jumping, and explosive power performance: A systematic review and meta-analysis.

- BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 18, 127.
<https://doi.org/10.1186/s13102-026-01550-x>
- Latella, C., Teo, W.-P., Drinkwater, E. J., Kendall, K., & Haff, G. G. (2019). The acute neuromuscular responses to cluster set resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(12), 1861–1877.
<https://doi.org/10.1007/s40279-019-01172-z>
- Morales-Artacho, A. J., Padial, P., García-Ramos, A., Pérez-Castilla, A., & Feriche, B. (2018). Influence of a cluster set configuration on the adaptations to short-term power training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 930–937. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001925>
- Oliver, J. M., Kreutzer, A., Jenke, S., Phillips, M. D., Mitchell, J. B., & Jones, M. T. (2015). Acute response to cluster sets in trained and untrained men. *European Journal of Applied Physiology*, 115(11), 2383–2393.
<https://doi.org/10.1007/s00421-015-3216-7>
- Páez-Maldonado, J. A., Cornejo-Daza, P. J., Sánchez-Valdepeñas, J., Sánchez-Moreno, M., Piqueras-Sanchiz, F., Ortega-Becerra, M., & Pareja-Blanco, F. (2024). Cluster sets lead to better performance maintenance and minimize training-induced fatigue than traditional sets. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1467348. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1467348>
- Sánchez-Medina, L., & González-Badillo, J. J. (2011). Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(9), 1725–1734.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213f880>
- Tsoukos, A., Ververis, A., & Bogdanis, G. C. (2026). Effects of continuous and cluster-set configurations performed to failure on performance and physiological responses in the bench press and half squat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 36(7), e70337.
<https://doi.org/10.1111/sms.70337>
- Tufano, J. J., Brown, L. E., & Haff, G. G. (2017). Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 848–867.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001581>
- Tufano, J. J., Conlon, J. A., Nimphius, S., Oliver, J. M., Kreutzer, A., & Haff, G. G. (2019). Different cluster sets result in similar metabolic, endocrine, and perceptual responses in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(2), 346–354. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001898>
- Tufano, J. J., Halaj, M., Kampmiller, T., Novosad, A., & Buzgo, G. (2018). Cluster sets vs. traditional sets: Levelling out the playing field using a power-based

threshold. *PLoS ONE*, 13(11), e0208035.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208035>

- Varela-Olalla, D., Romero-Caballero, A., Del Campo-Vecino, J., & Balsalobre-Fernández, C. (2020). A cluster set protocol in the half squat exercise reduces mechanical fatigue and lactate concentrations in comparison with a traditional set configuration. *Sports*, 8(4), 45. <https://doi.org/10.3390/sports8040045>
- Vargas-Molina, S., García-Sillero, M., Maroto-Izquierdo, S., Baz-Valle, E., Bautista-Mayorga, B., Murri, M., Schoenfeld, B. J., & Benítez-Porres, J. (2025). Cluster sets and traditional sets elicit similar muscular hypertrophy: A volume and effort-matched study in resistance-trained individuals. *European Journal of Applied Physiology*, 125(6), 1725–1734. <https://doi.org/10.1007/s00421-025-05712-6>
- Wetmore, A. B., Wagle, J. P., Sams, M. L., Taber, C. B., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2019). Cluster set loading in the back squat: Kinetic and kinematic implications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(Suppl. 1), S19–S25. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002972>
- Zhao, X., Ya, X., Zhou, H., Liu, G., Liu, Z., Luo, J., Liu, Y., & Bu, Y. (2026). The specificity of cluster training effects in sports: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16, 1722401. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1722401>

2. Bölüm

Proprioseptif Antrenmanın Sportif Performanstaki Rolü: Değerlendirme Yöntemleri ve Antrenman Yaklaşımları

Hüseyin Bora SAÇAR¹

Özet

Propriosepsiyon, vücut segmentlerinin konumu, hareketi, eklem açısı ve uygulanan kuvvetin algılanmasını sağlayan ve motor kontrolün temel bileşenlerinden birini oluşturan önemli bir duyuşal mekanizmadır. Kas içcikleri, Golgi tendon organları ve eklem reseptörlerinden gelen duyuşal bilgilerin merkezi sinir sistemi tarafından işlenmesiyle oluşan proprioseptif bilgi, görsel ve vestibüler girdilerle bütünleşerek denge, postüral kontrol, koordinasyon ve hareketlerin etkili biçimde gerçekleştirilmesine katkı sağlar. Sporcularda proprioseptif kapasite; sportif performansın geliştirilmesi, nöromüsküler kontrolün desteklenmesi ve spor dalına özgü motor becerilerin etkili biçimde gerçekleştirilmesi açısından önemli bir role sahiptir. Propriosepsiyonun değerlendirilmesinde eklem pozisyon duyusu, hareket duyusu ve kuvvet algısı gibi farklı bileşenler ele alınmakta; ayarlama yöntemi, sabit uyaranlar yöntemi ve limit yöntemi gibi psikofiziksel yaklaşımların yanı sıra farklı ölçüm araçlarından yararlanılmaktadır. Bununla birlikte, proprioseptif antrenman sportif performansın geliştirilmesine yönelik farklı antrenman programlarında kullanılabilen önemli bir egzersiz yaklaşımıdır. Proprioseptif antrenman kapsamında BOSU ve Swiss ball ile antrenman, wobble board antrenmanı, tek ayaklı proprioseptif antrenman, instabil yüzeylerde proprioseptif antrenman, çok istasyonlu proprioseptif antrenman, görsel girdinin sınırlandırıldığı proprioseptif antrenman ve spor-spesifik proprioseptif antrenman gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu antrenman yaklaşımlarının denge, postüral kontrol, kuvvet, çeviklik, sıçrama performansı, koordinasyon ve spor-spesifik beceriler gibi sportif performans bileşenleri üzerindeki etkileri farklı araştırmalarda incelenmiştir. Bununla birlikte, proprioseptif antrenmanın etkilerinin kullanılan antrenman yöntemine, egzersizlerin özelliklerine ve değerlendirmede kullanılan ölçütlere göre farklılık gösterebildiği görülmektedir. Bu bölümde propriosepsiyonun temel özellikleri, proprioseptif değerlendirme yöntemleri ve ölçüm araçları ele alınmakta; propriosepsiyon ile sportif performans arasındaki ilişki incelenmekte ve farklı proprioseptif antrenman yöntemlerinin özellikleri ile sportif performans üzerindeki etkileri güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmektedir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye, ORCID: 0000-0002-6790-8414, E-posta: h.borasacar@gmail.com

The Role of Proprioceptive Training in Sports Performance: Assessment Methods and Training Approaches

Abstract

Proprioception is an important sensory mechanism that enables the perception of body segment position, movement, joint angle, and applied force and represents one of the fundamental components of motor control. Sensory information originating from muscle spindles, Golgi tendon organs, and joint receptors is processed by the central nervous system and integrated with visual and vestibular inputs, thereby contributing to balance, postural control, coordination, and the effective execution of movements. In athletes, proprioceptive capacity plays an important role in improving sports performance, supporting neuromuscular control, and effectively performing sport-specific motor skills. Proprioception can be assessed through different components, including joint position sense, movement sense, and force perception, using psychophysical approaches such as the method of adjustment, method of constant stimuli, and method of limits, as well as various measurement tools. In addition, proprioceptive training represents an important exercise approach that can be incorporated into different training programs aimed at improving sports performance. Proprioceptive training includes different methods such as training with BOSU and Swiss ball, wobble board training, single-leg proprioceptive training, proprioceptive training on unstable surfaces, multistation proprioceptive training, proprioceptive training with restricted visual input, and sport-specific proprioceptive training. The effects of these proprioceptive training approaches on different components of sports performance, including balance, postural control, strength, agility, jumping performance, coordination, and sport-specific skills, have been investigated in various studies. However, the effects of proprioceptive training may vary depending on the training method, exercise characteristics, and assessment criteria used. This chapter describes the fundamental characteristics of proprioception, proprioceptive assessment methods, and measurement tools; examines the relationship between proprioception and sports performance; and evaluates the characteristics of different proprioceptive training methods and their effects on sports performance based on current evidence.

1. Proprioepsiyon

“Proprioepsiyon” kavramı, 1906 yılında Charles Scott Sherrington tarafından literatüre kazandırılmıştır. Latince “proprius” sözcüğünden türeyen bu terim, bireyin kendi vücuduna ilişkin duysal bilgileri algılamasını ifade etmektedir. Proprioseptif sistem; vücudun ve ekstremitelerin pozisyonuna ilişkin duysal bilgilerin alınması ve merkezi sinir sistemi tarafından işlenmesinin yanı sıra, postür ve hareketin uygun biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan bilinçli veya otomatik motor yanıtların oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır (Subasi vd., 2008).

Proprioepsiyon, kişinin vücudunun farklı bölümlerinin uzaydaki konumunu, hareketini ve kaslardaki gerilim değişikliklerini görsel girdilere ihtiyaç duymadan değerlendirmesine olanak sağlayan duysal bir süreçtir. Bu duysal sistem, ekstremitelerin pozisyonunun ve hareketlerinin fark edilmesine katkıda bulunarak postüral dengenin sağlanması ve istemli motor aktivitelerin uygun şekilde kontrol edilmesinde önemli rol üstlenmektedir. Proprioseptif girdilerin merkezi sinir sistemi tarafından işlenmesi, hareketlerin koordineli biçimde gerçekleştirilmesine ve vücudun postüral stabilitesinin korunmasına katkı sağlamaktadır (Proske & Gandevia, 2012). Bu nedenle, hareket kalıplarını iyileştirmek, motor becerileri önemli ölçüde geliştirebilen vücut farkındalığını ve koordinasyonunu iyileştirmek için hayati önem taşır (Aman vd., 2015).

Vücut hareketlerinin düzenlenmesi, proprioseptif ve kinestetik duyuların yanı sıra eklem pozisyonunun algılanmasını ve hareketin uygun biçimde kontrol edilmesini sağlayan somatosensoriyel ve sensörimotor sistemlerin koordineli etkileşimiyle gerçekleşir (Kaya vd., 2019). Proprioseptif duyunun oluşmasında başlıca rol oynayan periferik reseptörler kas içcikleri, Golgi tendon organları ve eklem reseptörleridir. Kas içcikleri, kasın uzunluğunda meydana gelen değişiklikleri ve gerilme durumunu algılayarak merkezi sinir sistemine duysal bilgi aktarır (Guyton & Hall, 2021).

2. Proprioepsiyon Ölçüm Yöntemleri

Proprioseptif doğruluğun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler, bireyin eklem pozisyonu, hareket, hareketin yönü ve genişliği, hareket hızı, kuvvet, kas gerilimi, ağırlık ve boyut gibi farklı proprioseptif bilgileri ne ölçüde doğru algılayabildiğini belirlemeye yöneliktir. Proprioepsiyonun çok boyutlu yapısı nedeniyle, tek bir değerlendirme yönteminin proprioseptif duyunun tüm bileşenlerini ortaya koyması mümkün değildir. Nitekim sistematik bir incelemede, proprioseptif doğruluğu değerlendirmek amacıyla kullanılan yöntemlerin sekiz farklı proprioseptif boyutu hedeflediği ve bu yöntemlerin ayarlama yöntemi, sabit uyaranlar yöntemi ve limit yöntemi olmak üzere üç temel psikofiziksel paradigma altında sınıflandırılabilceği bildirilmiştir. Ayrıca, farklı vücut bölgelerinde ve farklı yöntemlerle elde edilen proprioseptif performans

sonuçlarının birbirleriyle her zaman ilişkili olmadığı, bu nedenle kullanılacak yöntemin araştırmanın amacı ve değerlendirilecek proprioseptif bileşen dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Horváth vd., 2023).

2.1. Ayarlama Yöntemi

Ayarlama yöntemi, bireyin kendisine sunulan bir proprioseptif uyararı referans olarak ikinci bir pozisyonu, hareketi veya kuvvet düzeyini mümkün olduğunca benzer hale getirmesine dayanmaktadır. Bu yöntemde katılımcı, genellikle görsel bilgi sınırlandırılmış veya tamamen ortadan kaldırılmış koşullarda, algıladığı proprioseptif bilgiyi kullanarak hedeflenen konumu ya da hareketi yeniden oluşturmaktadır. Ayarlama yöntemi kapsamında eklem pozisyonunun yeniden üretilmesi, proprioseptif hedefe işaret etme, hareketin yeniden üretilmesi, yörüngenin yeniden üretilmesi, hızın yeniden üretilmesi, kuvvetin yeniden üretilmesi, belirli bir kuvvet düzeyinin korunması ve kas geriliminin yeniden üretilmesi gibi farklı değerlendirme yaklaşımları bulunmaktadır (Horváth vd., 2023).

Ayarlama yöntemleri içerisinde en yaygın kullanılan yaklaşımlardan biri eklem pozisyonunun yeniden üretilmesi (Joint Position Reproduction; JPR) yöntemidir. Bu yöntemde bireyin belirli bir eklem açısını hatırlaması ve görsel geri bildirim olmaksızın aynı veya karşı ekstremitede yeniden oluşturması istenir. Referans pozisyon ile yeniden oluşturulan pozisyon arasındaki fark, proprioseptif doğruluğun temel göstergesi olarak değerlendirilir. Eklem pozisyon eşleştirme yöntemi, klinik ve deneysel araştırmalarda proprioseptif keskinliğin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmakla birlikte, hedef açının sunum süresi, hareket yönü, kullanılan ekstremité, eklem ve test protokolü gibi faktörlerin sonuçları etkileyebileceği belirtilmiştir (Goble, 2010).

JPR yönteminde temel olarak mutlak hata, yönlü hata ve bazı protokollerde değişkenlik gibi ölçütlerden yararlanılmaktadır. Mutlak hata, referans pozisyon ile yeniden oluşturulan pozisyon arasındaki farkın büyüklüğünü gösterirken, yönlü hata bireyin hedef pozisyonun üzerinde veya altında kalma eğilimini ortaya koymaktadır. Bu nedenle yalnızca hata büyüklüğünün değil, hata yönünün de değerlendirilmesi proprioseptif performansın daha ayrıntılı biçimde yorumlanmasına katkı sağlayabilmektedir (Goble, 2010).

Ayarlama yönteminin bir diğer biçimi, bireyin belirli bir proprioseptif hedefi işaret etmesi veya algıladığı eklem pozisyonunu başka bir uzaysal referansa aktarmasıdır. Bunun yanında hareketin yeniden üretilmesi ve hareket yörüngesinin yeniden oluşturulması, yalnızca statik eklem pozisyonunun değil, hareket sırasında ortaya çıkan kinestetik bilginin de değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Benzer şekilde, belirli bir hareket hızının, kuvvet düzeyinin veya kas geriliminin yeniden üretilmesi, proprioepsiyonun dinamik ve kuvvete ilişkin bileşenlerinin incelenmesini mümkün kılmaktadır (Horváth vd., 2023).

Bu kapsamda, proprioseptif değerlendirmenin yalnızca eklem pozisyon duyusuyla sınırlandırılmaması önemlidir. Proprioseptif sistem; vücut bölümlerinin pozisyonu ve hareketinin yanı sıra kas kuvveti ve eforun

algılanmasına ilişkin bilgileri de içermektedir. Dolayısıyla kuvvetin veya kas geriliminin yeniden üretilmesine dayalı testler, proprioseptif doğruluğun farklı bir boyutunu değerlendirmektedir (Horváth vd., 2023).

2.2. Sabit Uyarılar Yöntemi

Sabit uyarılar yönteminde bireye farklı büyüklük veya özelliklere sahip önceden belirlenmiş uyarılar sunulmakta ve bu uyarılar arasındaki farkları ayırt etmesi istenmektedir. Bu yaklaşım, bireyin belirli bir proprioseptif değişikliği algılayabilme ve birbirine yakın uyarıları birbirinden ayırt edebilme kapasitesini değerlendirmektedir. Horváth vd. (2023), sabit uyarılar yönteminin eklem pozisyonu, hareket, hız, kuvvet, ağırlık ve boyut ayrımı olmak üzere farklı proprioseptif özelliklerin değerlendirilmesinde kullanılabildiğini bildirmiştir.

Bu yöntem kapsamında kullanılan yaklaşımlardan biri eklem pozisyonu ayrımıdır (Joint Position Discrimination; JPD). JPD'de bireye birbirine yakın farklı eklem pozisyonları sunulmakta ve bu pozisyonların birbirinden farklı olup olmadığını ayırt etmesi istenmektedir. Bu yönüyle JPD, bireyin belirli bir pozisyonu yeniden oluşturma doğruluğunu değerlendiren JPR yönteminden farklı bir proprioseptif özelliği incelemektedir. Nitekim ayak bileğinde yapılan bir çalışmada JPR ile JPD performanslarının birbiriyle ilişkili olmadığı gösterilmiş ve bu iki yöntemin proprioseptif duyunun farklı özelliklerini değerlendirebileceği bildirilmiştir (Yang vd., 2020).

Sabit uyarılar paradigmasının önemli uygulamalarından biri de Active Movement Extent Discrimination Assessment (AMEDA) yöntemidir. AMEDA'da bireyden, birbirine yakın farklı hareket genişliklerini ayırt etmesi istenir. Bu yaklaşım özellikle hareketin büyüklüğüne ilişkin proprioseptif ayırım yeteneğinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. AMEDA'nın temel avantajlarından biri, yalnızca tek bir hedef pozisyonun yeniden üretilmesini değil, farklı hareket genişlikleri arasındaki ince farkların ayırt edilmesini değerlendirmesidir (Han vd., 2016).

AMEDA'nın uygulanabilirliği ve ölçüm güvenilirliği üzerine yapılan güncel bir çalışmada, testte kullanılan uyarı sayısının 50'den 25'e azaltılmasının ölçüm güvenilirliğini koruduğu ve test sırasında oluşabilecek yorgunluğun azaltılmasına katkı sağlayabileceği gösterilmiştir (Waddington vd., 2025). Bu bulgu, özellikle sporcularda tekrarlı ölçümlerin gerçekleştirildiği araştırmalarda test süresi ve yorgunluk gibi faktörlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Sabit uyarılar yöntemi yalnızca pozisyon ve hareket genişliğinin ayrımını değil, aynı zamanda hareket hızı, kuvvet, ağırlık ve nesne boyutu gibi proprioseptif özelliklerin ayırt edilmesini de kapsayabilmektedir. Bu nedenle yöntem, proprioseptif doğruluğun farklı boyutlarının birbirinden ayrılarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Horváth vd., 2023).

2.3. Limit Yöntemi

Limit yöntemi, bireyin bir proprioseptif değişikliği ilk kez algılayabildiği eşik değerin belirlenmesine dayanmaktadır. Bu yaklaşım özellikle pasif hareketi algılama eşiklerinin (Threshold to Detection of Passive Motion; TTDPM) belirlenmesinde kullanılmaktadır. TTDPM testlerinde eklem, bireyin aktif katkısı

olmaksızın çok düşük bir hızda hareket ettirilmekte ve bireyden hareketi ilk algıladığı anda yanıt vermesi istenmektedir. Hareketin başlangıcı ile bireyin hareketi algıladığı an arasındaki fark, proprioseptif algılama eşığının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Han vd., 2016).

TTDPM, özellikle kinestezi veya hareket duyusunun değerlendirilmesinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Eklem pozisyonunun yeniden üretilmesine dayalı JPR yönteminden farklı olarak TTDPM, bireyin eklem hareketinin başladığını ne kadar erken algılayabildiğini değerlendirmektedir. Bu nedenle JPR ile TTDPM aynı proprioseptif özelliği ölçmemekte ve bir yöntemin diğerinin yerine doğrudan kullanılması uygun görülmemektedir (Han vd., 2016; Hillier vd., 2015).

Genel olarak proprioseptif doğruluk değerlendirmelerinde JPR, TTDPM ve AMEDA en sık kullanılan temel yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte bu yöntemlerin her biri proprioseptif sistemin farklı bir özelliğine odaklanmaktadır. JPR daha çok eklem pozisyonunun yeniden oluşturulma doğruluğunu, TTDPM pasif hareketin algılanma eşığını, AMEDA ise farklı hareket genişliklerinin ayırt edilmesini değerlendirmektedir (Han vd., 2016).

3. Ölçüm Araçları ve Değerlendirme Sonuçlarının Yorumlanması

Proprioseptif doğruluğun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerin yanı sıra, ölçümün gerçekleştirildiği araç ve düzenek de sonuçların niteliğini etkileyebilmektedir. Gonyometre, inklinometre, izokinetik dinamometre ve hareket analiz sistemleri gibi farklı araçlar, farklı eklemlerde ve farklı proprioseptif bileşenlerin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Literatürde kullanılan yöntem ve cihazların oldukça heterojen olduğu; aynı proprioseptif özelliğin farklı cihaz ve protokollerle değerlendirilebildiği bildirilmiştir (Hillier vd., 2015; Han vd., 2016).

Bu nedenle proprioseptif ölçüm sonuçlarının yorumlanmasında yalnızca kullanılan cihazın teknik özellikleri değil, değerlendirilen proprioseptif bileşen, test yöntemi, eklem, hareket yönü, hareket hızı, başlangıç pozisyonu, görsel bilginin kontrolü ve ölçüm sonucunun hesaplanma biçimi de dikkate alınmalıdır. Özellikle eklem pozisyon eşleştirme testlerinde farklı uygulama protokollerinin sonuçlar üzerinde etkili olabileceği ve bu nedenle ölçüm protokolünün standartlaştırılmasının önemli olduğu vurgulanmaktadır (Goble, 2010; Hillier vd., 2015).

Sonuç olarak, proprioseptif doğruluğun değerlendirilmesinde tek bir altın standart yöntem bulunmamaktadır. Güncel sistematik incelemeler, proprioseptif doğruluğun eklem pozisyonu, hareket, yörünge, hız, kuvvet, kas gerilimi, ağırlık ve boyut gibi farklı boyutlardan oluştuğunu ve kullanılan yöntemin değerlendirilmek istenen proprioseptif özelliğe göre seçilmesi gerektiğini göstermektedir (Horváth vd., 2023). Bu nedenle sporcularda proprioseptif değerlendirme planlanırken, yalnızca yaygın kullanılan bir yöntemin tercih edilmesi yerine araştırma sorusuyla uyumlu proprioseptif bileşenin belirlenmesi ve buna uygun ölçüm paradigmasının seçilmesi daha uygun bir yaklaşımdır.

4. Proprioepsiyon ve Sportif Performansa Etkisi

Propriosepsiyon, bireyin vücut segmentlerinin pozisyonunu, hareketini ve eklem açılarındaki değişimleri algılamasını sağlayan temel bir sensorimotor bileşendir. Sportif aktiviteler sırasında hareketlerin doğru, hızlı ve koordineli biçimde gerçekleştirilebilmesi, proprioseptif girdilerin merkezi sinir sistemi tarafından uygun şekilde işlenmesine ve buna uygun motor yanıtların oluşturulmasına bağlıdır. Özellikle hızlı yön değiştirme, sıçrama, ivmelenme ve yavaşlama gibi yüksek düzeyde nöromüsküler kontrol gerektiren aktivitelerde proprioseptif bilginin etkin kullanımı, postüral kontrolün ve eklem stabilitesinin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Winter vd., 2022).

Propriosepsiyon, bireyin sporda başarılı olma kapasitesini önemli ölçüde etkileyen ve atletik performansın temel unsurlarından biri olarak kabul edilen kritik bir bileşendir. Bu nedenle, proprioseptif yeterlilik sportif başarı açısından önemli bir role sahip olmakta ve atletik performansın etkili bir şekilde ortaya konulmasına katkı sağlamaktadır (de Vasconcelos vd., 2021; Hübscher vd., 2010; Ljubojevic vd., 2020).

Aynı zamanda vücudun pozisyonunun, hareket hızının ve uygulanan hareketlere karşı oluşan direncin algılanmasında rol oynayarak sportif hareketlerin kontrolüne katkıda bulunmaktadır. Eklem stabilitesinin korunması ve spor yaralanmalarının önlenmesindeki rolü nedeniyle propriosepsiyon, sportif faaliyetlerin önemli bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Proprioseptif veya denge eğitimi, sensörimotor eğitim olarak da adlandırılmakta ve başlangıçta klinisyenler tarafından rehabilitasyon egzersizlerinin temel yaklaşımlarından biri olarak önerilmiştir (Gidu vd., 2022).

Proprioseptif antrenmanın sportif performans üzerindeki etkilerini inceleyen güncel kanıtlar, bu tür egzersizlerin yalnızca proprioseptif duyuyu geliştirmekle kalmayıp farklı performans bileşenlerinde de olumlu değişiklikler oluşturabileceğini göstermektedir. Yılmaz ve ark. tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, proprioseptif antrenmanın denge, postüral stabilite, patlayıcı kuvvet, hız, çeviklik, kas aktivasyonu ve spora özgü teknik beceriler üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmiştir. Araştırmacılar ayrıca proprioseptif antrenmanın kronik eklem instabilitesinin azaltılması ve kuvvetin daha etkili biçimde aktarılması açısından da yararlı olabileceğini belirtmiştir (Yılmaz vd., 2024).

Proprioseptif antrenmanın performans üzerindeki etkileri, motor kontrol ve sensorimotor adaptasyon mekanizmalarıyla açıklanabilir. Winter ve ark. tarafından gerçekleştirilen ve 70 çalışmanın dahil edildiği sistematik derlemede, proprioseptif antrenman sonrasında proprioseptif fonksiyonda yaklaşık %46, motor performansta ise yaklaşık %45 oranında gelişim bildirildiği belirtilmiştir. Özellikle aktif hareket içeren proprioseptif antrenmanların sensorimotor performansın geliştirilmesinde daha başarılı olduğu gösterilmiştir (Winter vd., 2022).

Proprioseptif sistemin sportif performansa katkısı, sporcunun hareket sırasında eklem ve vücut segmentlerinin pozisyonundaki değişiklikleri daha

doğru algılaması ve buna uygun motor yanıt oluşturmaları üzerinden gerçekleşebilir. Bu süreç, postüral kontrolün korunmasına, hareketlerin koordinasyonunun geliştirilmesine ve nöromüsküler yanıtların daha uygun biçimde düzenlenmesine katkı sağlayarak sportif hareketlerin daha etkili gerçekleştirilmesini destekleyebilir. Bu nedenle proprioseptif kapasitenin geliştirilmesi, özellikle denge, çeviklik, kuvvet üretimi ve hareket koordinasyonunun önemli olduğu spor branşlarında performansın desteklenmesinde önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (Yılmaz vd., 2024; Winter vd., 2022).

Bu ilişki, doğrudan sporcular üzerinde gerçekleştirilen müdahale çalışmalarında da gösterilmiştir. Gidu ve ark. adolesan erkek futbolcularda uygulanan proprioseptif antrenmanın denge, kuvvet, çeviklik ve top sürme performansında anlamlı gelişmeler sağladığını bildirmiştir. Bu bulgular, proprioseptif antrenmanın yalnızca temel sensorimotor fonksiyonları değil, aynı zamanda doğrudan spora özgü performans göstergelerini de geliştirebileceğini göstermektedir (Gidu vd., 2022).

Benzer şekilde, güncel bir çalışmada genç profesyonel futbolculara uygulanan 12 haftalık proprioseptif antrenmanın serbest top sektirme, dönüşümlü ayaklarla top sektirme, sağ ayakla top sektirme ve şut performansı gibi spora özgü teknik beceriler üzerinde anlamlı gelişmeler sağladığı bildirilmiştir. Bu sonuçlar, proprioseptif antrenmanın fiziksel performansın yanı sıra teknik becerilerin uygulanmasında gerekli olan sensorimotor kontrolü de destekleyebileceğini göstermektedir (Eraslan vd., 2025).

Sonuç olarak, propriosepsiyon sportif performansın temel bileşenleri olan denge, postüral kontrol, nöromüsküler koordinasyon, kuvvet, çeviklik ve spora özgü motor beceriler ile yakından ilişkilidir. Güncel sistematik derlemeler ve deneysel çalışmalar, proprioseptif antrenmanın bu performans bileşenlerinin geliştirilmesinde etkili olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, elde edilen kazanımların düzeyi; spor branşı, sporcunun antrenman düzeyi, uygulanan proprioseptif egzersizlerin içeriği, antrenman süresi ve değerlendirilen performans değişkenine göre farklılık gösterebilir (Winter vd., 2022; Gidu vd., 2022; Yılmaz vd., 2024).

5. Proprioseptif Antrenmanlar

Proprioseptif antrenmanlarda farklı egzersizler ve destek yüzeyleri kullanılarak proprioseptif ve sensorimotor işlevlerin çalıştırılması amaçlanmaktadır. Literatürde proprioseptif antrenman programları içerisinde BOSU ve Swiss ball gibi instabil yüzeylerde yapılan egzersizler, wobble board çalışmaları, tek ayaklı egzersizler, görsel girdinin sınırlandırıldığı uygulamalar ve çok istasyonlu egzersiz programları kullanılmıştır. Bu uygulamaların etkileri, çalışmanın amacına bağlı olarak eklem pozisyon duyusu, postüral stabilite, denge veya diğer nöromüsküler değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir (Eils & Rosenbaum, 2001; Romero-Franco vd., 2013; Gidu vd., 2022).

5.1. BOSU ve Swiss ball ile Proprioseptif Antrenman

BOSU ve Swiss ball, proprioseptif antrenman programlarında instabil destek yüzeyleri olarak kullanılan araçlardır. Romero-Franco ve ark. (2013) tarafından sporcularda gerçekleştirilen çalışmada, BOSU ve Swiss ball kullanılarak proprioseptif egzersiz uygulanmıştır. Çalışmaya farklı branşlardan 37 sporcu dahil edilmiş ve deney grubunda ısınmanın ardından altı adet 25 dakikalık egzersiz seansı gerçekleştirilmiştir. Egzersizlerde BOSU ve Swiss ball instabil platform olarak kullanılmıştır. Bipedal stabilometri ölçümleri antrenman öncesinde, antrenmandan hemen sonra ve 30 dakika, 1 saat, 6 saat ve 24 saat sonra gerçekleştirilmiştir. Araştırmada egzersiz sonrasında bazı stabilometrik değişkenlerde kısa süreli değişiklikler bildirilmiş; yazarlar BOSU ve Swiss ball kullanılan bu seansın sporcularda stabilometri üzerinde kısa süreli etkiler oluşturduğunu belirtmiştir (Romero-Franco vd., 2013).

BOSU temelli daha uzun süreli bir antrenman protokolü Gidu ve ark. (2022) tarafından 14 yaşındaki adölesan erkek futbolcularda uygulanmıştır. Çalışmada deney grubuna 8 hafta boyunca, haftada 4 kez ve her biri 30 dakika süren proprioseptif antrenman programı uygulanmıştır. Program toplam 12 BOSU egzersizinden oluşmuş ve egzersizler futbol topunun kullanılmadığı ve kullanıldığı iki alt programa ayrılmıştır. Program, 16 proprioseptif antrenman seansı boyunca bu iki alt programın dönüşümlü uygulanması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Egzersizler hem sert hem de köpük yüzeylerde uygulanmıştır (Gidu vd., 2022).

Gidu ve ark. (2022)'nin programında futbol topunun kullanılmadığı uygulamalar arasında çift ayaklı BOSU squat, tek ayaklı BOSU squat, tek ayak üzerinde öne-arkaya ve lateral bacak hareketleri, yerden BOSU üzerine öne sıçrama ve 2–3 saniyelik iniş, lateral sıçramalar ve iki BOSU arasında öne sıçrama-lunge gibi egzersizler yer almıştır. Futbol topunun kullanıldığı uygulamalarda ise BOSU üzerinde çift veya tek ayaklı duruş sırasında topa vurma, tek ayak üzerinde kafa vuruşu, BOSU'lar arasında sıçrayarak topa vurma ve tek ayak üzerinde top kontrolü gibi futbol-spesifik görevler kullanılmıştır (Gidu vd., 2022).

Gidu ve ark. (2022)'nin çalışmasında değerlendirmeler statik denge, dikey-yatay-lateral sıçrama, çeviklik ve dripling testleri ile yapılmıştır. Bu nedenle çalışma, BOSU temelli bir proprioseptif antrenman programının nasıl yapılandırılabileceğini gösteren bir uygulama örneği olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, çalışmada eklem pozisyon duyusu veya proprioseptif doğruluk gibi doğrudan bir proprioseptif ölçüm kullanılmadığından, elde edilen sonuçların doğrudan proprioseptif duyudaki değişimi gösterdiği şeklinde yorumlanmaması gerekir (Gidu vd., 2022).

Sprinterlerde gerçekleştirilen başka bir çalışmada Romero-Franco ve ark. (2012), 6 hafta boyunca haftada 3 kez ve her seans 30 dakika uygulanan sprinter-spesifik proprioseptif antrenman programını incelemiştir. Programda BOSU ve Swiss ball, sprint tekniğinin farklı bölümlerini taklit edecek şekilde tasarlanan beş egzersizin uygulanmasında kullanılmıştır. Antrenman sonrasında gözler açık medial-lateral stabilite ile sağ ve arka yöndeki ağırlık merkezi kontrolünün bazı

ölçümlerinde anlamlı gelişmeler bildirilmiştir. Bununla birlikte, diğer değerlendirme değişkenlerinin tamamında anlamlı değişiklik gözlenmemiştir (Romero-Franco vd., 2012).

5.2. Wobble Board ile Proprioseptif Antrenman

Wobble board (denge tahtası) kullanılarak yapılan antrenmanlar, proprioseptif antrenman içerisinde kullanılan uygulamalardan biridir. Taghavi Asl ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada, kronik ayak bileği instabilitesi bulunan 18–25 yaş arasındaki aktif erkeklerde wobble board antrenmanının etkisi incelenmiştir. Katılımcılar bilişsel görev içeren wobble board antrenmanı, yalnızca wobble board antrenmanı ve kontrol grubu olmak üzere üç gruba ayrılmış ve antrenman programı 5 hafta uygulanmıştır (Taghavi Asl vd., 2022).

Wobble board antrenmanında katılımcılar çift ayak, etkilenmeyen ayak ve etkilenen ayak üzerinde denge görevleri gerçekleştirmiştir. Egzersiz sırasında wobble board'un saat yönünde ve saat yönünün tersine kontrollü olarak hareket ettirilmesi istenmiştir. Her sette dönüş yönü 10 saniyede bir değiştirilmiş; toplam 5 set 40 saniyelik çalışma uygulanmış ve setler arasında 60 saniye dinlenme verilmiştir. Egzersizin zorluğu, wobble board'un altındaki kubbe yüksekliğinin artırılmasıyla kademeli olarak değiştirilmiştir (Taghavi Asl vd., 2022).

Bilişsel görev uygulanan grupta katılımcılardan wobble board egzersizini gerçekleştirirken 200–300 arasındaki rastgele bir sayıdan yedişer geriye doğru saymaları istenmiştir. Böylece wobble board çalışması sırasında motor göreve ek olarak bilişsel bir görev uygulanmıştır. Beş haftalık antrenman sonrasında hem bilişsel görev içeren hem de yalnızca wobble board uygulanan gruplarda ayak bileği proprioepsiyonunda gelişmeler bildirilmiş; iki antrenman yaklaşımı arasında anlamlı bir üstünlük bulunmamıştır (Taghavi Asl vd., 2022).

Çalışmanın proprioseptif antrenman açısından önemli bir özelliği, sonuçların yalnızca denge performansı üzerinden değerlendirilmemesidir. Araştırmada ayak bileği eklem pozisyon duygusu da değerlendirilmiştir. Proprioepsiyon değerlendirmesinde ayak bileğinin belirli inversiyon pozisyonlarını yeniden üretme performansı kullanılmıştır. Bu nedenle wobble board uygulaması ile doğrudan proprioseptif bir sonuç arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar arasında yer almaktadır (Taghavi Asl vd., 2022).

5.3. Tek Ayaklı Proprioseptif Antrenman

Tek ayaklı egzersizler, proprioseptif antrenman protokollerinde kullanılan uygulamalardan biridir. Gidu ve ark. (2022)'nin BOSU programında tek ayaklı BOSU squat, tek ayak üzerinde öne-arkaya ve lateral bacak hareketleri ve tek ayaklı sıçrama gibi egzersizler kullanılmıştır. Bu uygulamalar, tek ekstremita üzerine yük aktarımını ve instabil bir destek yüzeyi üzerinde postüral kontrol gereksinimini aynı egzersiz içerisinde birleştirmiştir (Gidu vd., 2022).

Görsel girdinin sınırlandırıldığı proprioseptif antrenmanın etkisini inceleyen bir başka çalışmada Zarei ve ark. (2020), 8 hafta boyunca görsel girdi olmadan proprioseptif antrenman uygulamıştır. Çalışmaya 20 erkek sağır öğrenci dahil

edilmiş ve katılımcılar deney ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Diz ve ayak bileği proprioepsiyonu elektrogonyometre kullanılarak değerlendirilmiş; ayrıca tek ekstremitte üzerinde denge performansı gözler açık ve kapalı, stabil ve köpük yüzey koşullarında incelenmiştir (Zarei vd., 2020).

Zarei ve ark. (2020)'nin sonuçlarına göre görsel girdi olmadan gerçekleştirilen proprioseptif antrenman sonrasında diz ve ayak bileği proprioepsiyonunda anlamlı gelişmeler elde edilmiştir. Tek ekstremitte üzerinde denge süresi de gözlerin açık ve kapalı olduğu bazı koşullarda anlamlı olarak artmıştır; ancak köpük yüzeyde gerçekleştirilen gözler açık ve kapalı koşullarda anlamlı değişiklik bulunmamıştır (Zarei vd., 2020).

Bu nedenle tek ayaklı uygulamalar ile görsel girdinin sınırlandırılması aynı antrenman yaklaşımının zorunlu bileşenleri olarak değil, literatürde farklı proprioseptif antrenman protokollerinde kullanılan ayrı uygulama özellikleri olarak değerlendirilmelidir. Gidu ve ark. (2022) tek ayaklı BOSU egzersizlerini içeren bir program sunarken, Zarei ve ark. (2020) görsel girdi olmadan uygulanan proprioseptif antrenmanın etkilerini incelemiştir (Gidu vd., 2022; Zarei vd., 2020).

5.4. İnstabil Yüzeylerde Proprioseptif Antrenman

İnstabil yüzeyler, proprioseptif antrenman çalışmalarında farklı egzersizlerin uygulanması için kullanılmaktadır. Romero-Franco ve ark. (2013) sporcularda BOSU ve Swiss ball kullanılarak akut proprioseptif egzersiz seansının stabilometrik etkilerini incelemiştir; Romero-Franco ve ark. (2012) ise BOSU ve Swiss ball kullanılan 6 haftalık bir proprioseptif antrenman programını sprinterlerde uygulamıştır (Romero-Franco vd., 2013; Romero-Franco vd., 2012).

Gidu ve ark. (2022) tarafından futbolcularda uygulanan programda da BOSU kullanılmış ve egzersizler hem sert hem de köpük yüzeyler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Programda BOSU üzerinde çift ve tek ayaklı squatlar, bacak hareketleri, sıçrama ve inişler ile futbol topunun kullanıldığı çeşitli görevler yer almıştır (Gidu vd., 2022).

Bununla birlikte, instabil yüzey kullanımının doğrudan periferik proprioepsiyonu hedeflediği varsayılmamalıdır. Kiers ve ark. (2012), instabil yüzeylerde gerçekleştirilen egzersizlerin periferik ayak bileği proprioepsiyonunu doğrudan hedefleyip hedeflemediğini incelemiştir. Çalışmada 100 sağlıklı bireyin stabil yüzey ve köpük yüzey üzerindeki postüral kontrolü değerlendirilmiş ve kas içiği kaynaklı proprioseptif girdilerin farklı destek yüzeylerindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, instabil yüzey egzersizlerinin periferik ayak bileği proprioepsiyonunu doğrudan hedeflemediği, ancak merkezi sinir sisteminin denge sırasında farklı proprioseptif bilgi kaynaklarının ağırlığını değiştirme kapasitesini zorlayabileceği sonucuna ulaşmıştır (Kiers vd., 2012).

Bu nedenle BOSU, Swiss ball veya diğer instabil yüzeyler proprioseptif/sensorimotor antrenman içerisinde kullanılan instabil yüzey uygulamaları olarak değerlendirilebilir; ancak bu araçların kullanımından tek

başına doğrudan proprioseptif gelişim sonucu çıkarılmamalıdır. Proprioseptif gelişimi doğrudan değerlendirmek amacıyla eklem pozisyon duyusu gibi ölçümlerin kullanıldığı çalışmalar bu konuda daha doğrudan kanıt sağlamaktadır. Örneğin Taghavi Asl ve ark. (2022), wobble board antrenmanı sonrasında ayak bileği proprioepsiyonunu doğrudan değerlendirmiştir (Taghavi Asl vd., 2022).

5.5. Çok İstasyonlu Proprioseptif Antrenman

Çok istasyonlu proprioseptif antrenman, farklı egzersizlerin aynı program içerisinde bir araya getirildiği bir uygulama biçimidir. Eils ve Rosenbaum (2001), kronik ayak bileği instabilitesi bulunan bireylerde 6 haftalık çok istasyonlu proprioseptif egzersiz programının etkisini incelemiştir. Çalışmada 30 katılımcının 48 instabil ayağı değerlendirilmiş; eklem pozisyon duyusu, postüral salınım ve ani inversiyon sırasında kas reaksiyon zamanları ölçülmüştür. Altı haftalık program sonrasında antrenman grubunda eklem pozisyon duyusu, postüral salınım ve kas reaksiyon zamanlarında anlamlı değişiklikler bildirilmiştir (Eils & Rosenbaum, 2001).

Bu çalışmanın özeti çok istasyonlu programın etkisini ve değerlendirme değişkenlerini açıkça bildirmekle birlikte, kullanılan istasyonların tek tek egzersiz içeriklerini ayrıntılı olarak vermemektedir. Bu nedenle programın spesifik istasyon içerikleri, tam metin doğrulanmadan bu çalışmaya dayandırılarak ayrıntılandırılmamalıdır (Eils & Rosenbaum, 2001).

Basketbolcularda gerçekleştirilen başka bir randomize kontrollü çalışmada Eils ve ark. (2010), bir sezon boyunca çok istasyonlu proprioseptif egzersiz programı uygulamıştır. Çalışmaya 232 basketbolcu dahil edilmiş; antrenman grubunda ayak bileği yaralanmaları takip edilmiş ve nöromüsküler performansı değerlendirmek amacıyla eklem açısı yeniden üretimi ile postüral salınım testleri uygulanmıştır. Antrenman grubunda kontrol grubuna göre ayak bileği yaralanmalarında yaklaşık %65 oranında azalma görülmüş; ayrıca eklem pozisyon duyusu ve tek ekstremite duruşunda anlamlı gelişmeler bildirilmiştir (Eils vd., 2010).

Bu bulgular, çok istasyonlu proprioseptif antrenmanın hem kronik ayak bileği instabilitesi bulunan bireylerde hem de sporcularda kullanılabilen bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu programların etkileri yalnızca yaralanma insidansı üzerinden değil, eklem pozisyon duyusu ve postüral kontrol gibi nöromüsküler değişkenler üzerinden de değerlendirilebilmektedir (Eils & Rosenbaum, 2001; Eils vd., 2010).

5.6. Görsel Girdinin Sınırlandırıldığı Proprioseptif Antrenman

Proprioseptif antrenmanlarda kullanılan bir diğer yaklaşım, görsel girdinin sınırlandırılması veya ortadan kaldırılmasıdır. Zarei ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada, 20 erkek sağır öğrenciye 8 hafta boyunca görsel girdi olmadan proprioseptif antrenman uygulanmıştır. Katılımcıların diz ve ayak bileği proprioepsiyonu elektrogonyometre kullanılarak değerlendirilmiş ve tek ekstremite üzerinde denge performansı dört farklı duyuşal koşulda incelenmiştir (Zarei vd., 2020).

Çalışma sonunda görsel girdi olmadan uygulanan proprioseptif antrenmanın diz ve ayak bileği proprioepsiyonunda anlamlı gelişmeler sağladığı bildirilmiştir. Tek ekstremitte üzerinde denge süresinde de gözlerin açık ve kapalı olduğu stabil yüzey koşullarında anlamlı gelişmeler görülmüş; ancak köpük yüzeyde gözler açık veya kapalı koşullarda anlamlı değişiklik bulunmamıştır (Zarei vd., 2020).

Bu nedenle görsel girdinin sınırlandırıldığı proprioseptif antrenman, proprioseptif duyunun doğrudan değerlendirildiği bir çalışma ile desteklenen antrenman yaklaşımlarından biridir. Bununla birlikte, Zarei ve ark. (2020)'nin katılımcılarının sağır öğrencilerden oluşması nedeniyle bu bulguların farklı yaş ve sporcu gruplarına doğrudan genellenmesi konusunda dikkatli olunmalıdır (Zarei vd., 2020).

5.7. Spor-Spesifik Proprioseptif Antrenman

Proprioseptif antrenmanlar spor dalına özgü hareketlerle birleştirilebilmektedir. Romero-Franco ve ark. (2012), sprinterlerde uygulanan programda BOSU ve Swiss ball kullanarak sprint tekniğinin farklı bölümlerini taklit eden beş egzersiz uygulamıştır. Program 6 hafta boyunca, haftada 3 kez ve her seans 30 dakika gerçekleştirilmiştir. Antrenman sonrasında gözler açık medial-lateral stabilite ve bazı ağırlık merkezi kontrol değişkenlerinde anlamlı gelişmeler bildirilmiştir (Romero-Franco vd., 2012).

Futbolcularda ise Gidu ve ark. (2022), BOSU üzerinde gerçekleştirilen egzersizleri topa vurma, kafa vuruşu ve top kontrolü gibi futbol-spesifik görevlerle birleştirmiştir. Program 8 hafta boyunca haftada dört seans ve seans başına 30 dakika uygulanmıştır. Bu nedenle proprioseptif antrenmanın, kullanılan egzersizlerin sporcunun branşına özgü hareketlerle birleştirilmesi yoluyla spor-spesifik bir biçimde uygulanabileceği görülmektedir (Gidu vd., 2022).

Basketbolcularda yapılan başka bir çalışmada da 8 haftalık basketbola özgü proprioseptif antrenman, tek düzlemli instabilite sağlayan bir denge platformu kullanılarak uygulanmıştır. Antrenman grubunda Y-Balance Test'in genel skorlarında ve postüral stabilite ölçümlerinde gelişmeler bildirilmiştir. Ancak bu çalışmada da doğrudan eklem pozisyon duyusu ölçülmediğinden, sonuçlar öncelikle denge ve postüral stabilite açısından değerlendirilmelidir (Goss ve ark., 2020).

Kaynakça

- Aman, J. E., Elangovan, N., Yeh, I.-L., & Konczak, J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 1075. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.01075>
- de Vasconcelos, G. S., Cini, A., & Lima, C. S. (2021). Proprioceptive training on dynamic neuromuscular control in fencers: A clinical trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(2), 220–225. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0469>
- Eils, E., & Rosenbaum, D. (2001). A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(12), 1991–1998. <https://doi.org/10.1097/00005768-200112000-00003>
- Eils, E., Schröter, R., Schröder, M., Gerss, J., & Rosenbaum, D. (2010). Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(11), 2098–2105. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e03667>
- Eraslan, M., Gürkan, A. C., Aydın, S., Şahin, M., Çelik, S., Söyler, M., Altuğ, T., & Mülhim, M. A. (2025). The effect of proprioceptive training on technical soccer skills in youth professional soccer. *Medicina*, 61(2), 252. <https://doi.org/10.3390/medicina61020252>
- Gidu, D. V., Bădău, D., Stoica, M., Aron, A., Focan, G., Monea, D., Stoica, A. M., & Calota, N. D. (2022). The effects of proprioceptive training on balance, strength, agility and dribbling in adolescent male soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(4), 2028. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042028>
- Goble, D. J. (2010). Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: From basic science to general practice. *Physical Therapy*, 90(8), 1176–1184. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090399>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>
- Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015). Assessing proprioception: A systematic review of possibilities. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(10), 933–949. <https://doi.org/10.1177/1545968315573055>
- Horváth, Á., Ferentzi, E., Schwartz, K., Jacobs, N., Meyns, P., & Köteles, F. (2023). The measurement of proprioceptive accuracy: A systematic literature review. *Journal of Sport and Health Science*, 12(2), 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.04.001>
- Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular training for sports injury prevention: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 413–421. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>

- Kaya, D., Kaya Yertutanol, F. D., & Çalık, M. (2018). Neurophysiology and assessment of the proprioception. In D. Kaya, B. Yosmaoğlu, & M. N. Doral (Eds.), *Proprioception in orthopaedics, sports medicine and rehabilitation* (pp. 3–11). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66640-2_1
- Kiers, H., Brumagne, S., van Dieën, J. H., van der Wees, P., & Vanhees, L. (2012). Ankle proprioception is not targeted by exercises on an unstable surface. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1577–1585. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2124-8>
- Ljubojevic, A., Popovic, B., Bijelic, S., & Jovanovic, S. (2020). Proprioceptive training in dance sport: Effects of agility skills. *Turkish Journal of Kinesiology*, 6(3), 109–117. <https://doi.org/10.31459/turkjin.742359>
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651–1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E. J., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., & Martínez-Amat, A. (2012). Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2071–2077. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823b06e6>
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E. J., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., Osuna-Pérez, M. C., & Martínez-Amat, A. (2013). Short-term effects of proprioceptive training with unstable platform on athletes' stabilometry. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(8), 2189–2197. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827de04c>
- Subasi, S. S., Gelecek, N., & Aksakoglu, G. (2008). Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17(2), 186–205. <https://doi.org/10.1123/jsr.17.2.186>
- Taghavi Asl, A., Shojaedin, S. S., & Hadadnezhad, M. (2022). Comparison of effect of wobble board training with and without cognitive intervention on balance, ankle proprioception and jump landing kinetic parameters of men with chronic ankle instability: A randomized control trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23, 888. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05706-x>
- Waddington, G., & Witchalls, J. (2025). The protocol for active movement extent discrimination assessment (AMEDA) is reliable when shortened from 50 to 25 stimuli to reduce testing fatigue. *Perceptual and Motor Skills*, 132(3), 395–406. <https://doi.org/10.1177/00315125241304169>
- Winter, L., Huang, Q., Sertic, J. V. L., & Konczak, J. (2022). The effectiveness of proprioceptive training for improving motor performance and motor dysfunction: A systematic review. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 830166. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.830166>

- Yang, N., Waddington, G., Adams, R., & Han, J. (2020). Joint position reproduction and joint position discrimination at the ankle are not related. *Somatosensory & Motor Research*, 37(2), 97–105. <https://doi.org/10.1080/08990220.2020.1746638>
- Yılmaz, O., Soylu, Y., Erkmen, N., Kaplan, T., & Batalik, L. (2024). Effects of proprioceptive training on sports performance: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16, 149. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00936-z>
- Zarei, H., & Norasteh, A. A. (2020). The effect of 8 weeks proprioception training without visual input on single-limb standing balance time in deaf students: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(2), 63–68. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.09.002>

3. Bölüm

Performans ile Yaralanma Arasında: Antrenman Yüğü ve Sporcu Sağlığı

Betül CANBOLAT GÜDER¹

ÖZET

Amaç: Bu bölümün amacı, antrenman yüğü ile sportif performans ve yaralanma arasındaki ilişkiyi ele almak ve sporcu sağlığının korunmasında yük yönetimi ile toparlanmanın önemini ortaya koymaktır. Bu kapsamda iç ve dış antrenman yüğü göstergeleri, yüklenmeye verilen bireysel yanıtlar, akut:kronik iş yüğü oranı ve toparlanma süreci birlikte değerlendirilmiştir.

Yöntem: Bölüm, antrenman yüğü, performans, yaralanma ve toparlanma konularında yayımlanmış bilimsel çalışmalar ve güncel uzlaşi raporları temel alınarak hazırlanmıştır. Literatürde yer alan bulgular; kalp atım hızı, session-RPE, mesafe, hız ve GNSS/GPS gibi iç ve dış yük göstergeleri ile sporcunun bireysel özellikleri ve toparlanma durumu açısından ele alınmıştır.

Sonuç: İncelenen çalışmalar, antrenman yüğü ile performans ve yaralanma arasındaki ilişkinin tek bir değişken üzerinden açıklanamayacağını göstermektedir. Yetersiz yüklenme sportif gelişimi sınırlayabilirken, kısa sürede artan veya yeterli toparlanma sağlanmadan sürdürülen yüksek yükler yorgunluğu artırarak sporcu sağlığı açısından olumsuz sonuçlara zemin hazırlayabilir. Bu nedenle yük yönetiminde temel yaklaşım, antrenman yükünü azaltmak yerine sporcunun kapasitesine uygun şekilde planlamak olmalıdır. İç ve dış yük göstergelerinin toparlanma, performans ve bireysel özelliklerle birlikte değerlendirilmesi, sürdürülebilir performans ve sporcu sağlığının korunması açısından daha uygun bir yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antrenman yüğü, iç yük, dış yük, sportif performans, yaralanma, toparlanma, sporcu sağlığı.

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Spor Yöneticiliği Bölümü
E- mail: betulguder@bayburt.edu.tr
Orcid: 0000-0001-9059-3230

GİRİŞ

Sportif performansın geliştirilmesinin yalnızca yapılan antrenman sayısının artırılmasına bağlı olduğu düşünülmemelidir. Burada önemli olan unsurlardan biri, antrenman sırasında uygulanan uyarının sporcunun fizyolojik ve psikolojik kapasitesiyle uyumlu olmasıdır. Yapılan her antrenman sporcularda belirli düzeyde yorgunluk oluştururken, aynı zamanda organizmada toparlanma ve uyum süreçleri de devreye girmektedir. Bu nedenle performans gelişimi, yüklenme ile toparlanma arasındaki dengenin doğru biçimde kurulmasına bağlıdır. Yükün gereğinden düşük tutulması beklenen adaptasyonu sınırlayabilirken, sporcunun mevcut kapasitesini aşan ve özellikle kısa süre içerisinde hızlı biçimde artan yüklenmeler; yorgunluk, performans kaybı ve yaralanma olasılığında artışla ilişkili olabilir (Drew & Finch, 2016; Eckard et al., 2018).

Antrenmanın başlıca amacı organizmanın zorlanmasına neden olarak fizyolojik uyumu desteklemektir. Antrenman her spor dalı için ayrı spesifik çalışmalardan oluşmaktadır. Yapılan spor branşına uygun temel teknikler, antrenman yoğunluğu, sıklığı, mesafesi, motivasyon artırıcı çalışmaların her biri sporcunun performansına etkileyen parametrelerdendir (Çetin Sarışık,2025). Aynı zamanda yapılan şiddetli antrenmanlar sonrasında sporcuya yeterli toparlanma için zaman verilmemesi zamanla biriken yorgunlukların sporcu performansında düşüşe neden olduğu yapılan birçok çalışmada saptanmaktadır. Yapılan spor branşına uygun temel teknikler, antrenman yoğunluğu, sıklığı, mesafesi, motivasyon artırıcı çalışmaların her biri sporcunun performansına etkileyen parametrelerdendir. Bu yüzden yapılan antrenmanlarda antrenman yükü ve şiddeti kadar sonrasında toparlanma sürecide sporcunun hem bir sonraki antrenmana fizyolojik ve psikolojik hazırlığı hem de sakatlanmalardan korunma için önemli bir rol oynamaktadır. Nitekim aşırı yüklenmenin yetersiz toparlanmayla birleşmesi, uzun süreli performans düşüşü ve aşırı antrenman tablosuyla ilişkilendirilmektedir (Meeusen et al., 2013; Kellmann et al., 2018, Çetin Sarışık,2025)

Modern sporcu takibinde antrenman yükünü tek bir değişken üzerinden ele almak yeterli görülmemektedir. Antrenman süresi ya da kat edilen toplam mesafe sporcu performansı hakkında önemli bilgiler verse de sporcunun yüklenmeye nasıl yanıt verdiğini tek başına açıklayamamaktadır. Bu nedenle kalp atım hızı, algılanan zorluk derecesi ve session-RPE gibi iç yük göstergeleri; mesafe, hız, ivmelenme, yavaşlama ve mekanik iş gibi dış yük göstergeleriyle birlikte değerlendirilmelidir. Bu çok yönlü yaklaşım, antrenmanın sporcu üzerindeki gerçek etkisinin daha ayrıntılı biçimde

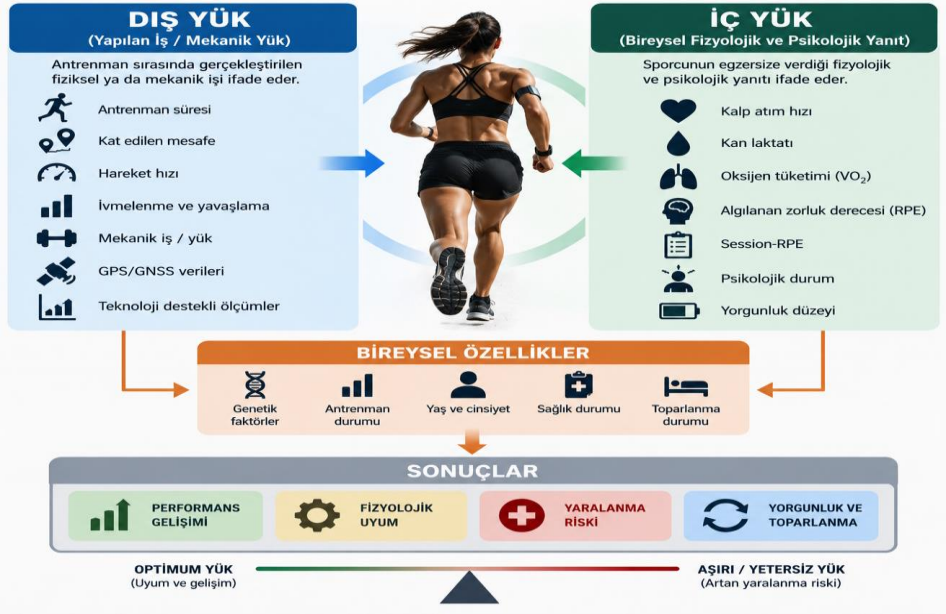
değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Impellizzeri et al., 2019; Bourdon et al., 2017).

Sonuç olarak, performansın geliştirilmesi ile sporcu sağlığının korunması birbiriyle yakından ilişkili iki unsur olarak ele alınmalıdır. Antrenman planlamasında temel amaç, yükü sürekli azaltmak yerine sporcunun gelişimini destekleyecek yeterli uyarıyı sağlamak ve kapasitesini aşabilecek ani ya da kontrolsüz yüklenmelerden kaçınmaktır. Bu noktada antrenman yükünün düzenli olarak takip edilmesi kadar, sporcunun yüklenmeye verdiği bireysel yanıtların ve toparlanma durumunun değerlendirilmesi de önem taşımaktadır. Yüklenme ve toparlanma arasındaki dengenin korunması, performansın uzun süre sürdürülebilmesi ve sporcu sağlığının korunması açısından temel bir gereklilik olarak görülmektedir (Meeusen et al., 2013; Soligard et al., 2016; Bourdon et al., 2017).

ANTRENMAN YÜKÜ

Antrenman yükü, belirli bir egzersiz ya da antrenman programının sporcu üzerinde oluşturduğu toplam uyarı ve stres düzeyi olarak tanımlanmaktadır fakat bu kavram yalnızca yapılan işin sayısını ifade etmez. Benzer antrenman programı farklı sporculara uygulandığında ortaya çıkan fizyolojik ve psikolojik yanıtlar birbirinden farklı olarak ortaya çıkabilir. Antrenman yükünün yorumlanması hem sporcunun yaptığı işin hem de bu işe verdiği bireysel yanıtın dikkate alınması gerekir (Impellizzeri et al., 2019).

Bu çerçevede iç yük, sporcunun antrenmana verdiği fizyolojik ve psikolojik yanıtı; dış yük ise antrenman sırasında ortaya çıkan fiziksel ya da mekanik işi ifade etmektedir. Kalp atım hızı, kan laktatı, oksijen tüketimi, algılanan zorluk derecesi ve session-RPE iç yükün değerlendirilmesinde çoklukla kullanılan ölçümlerdir. Dış yükün izlenmesinde ise antrenman süresi, kat edilen mesafe, hareket hızı, ivmelenme ve yavaşlama gibi göstergelerden yararlanılabilir. Özellikle hareket temelli spor dallarında GPS/GNSS ve benzeri teknolojiler, bu değişkenlerin antrenman süresince izlenmesini kolaylaştırmaktadır (Bourdon et al., 2017).



Şekil 1. İç ve dış antrenman yükünün bireysel özellikler, performans ve sporcu sağlığı ile ilişkisi

İÇ VE DİŞ YÜKÜN DEĞERLENDİRİLMESİ

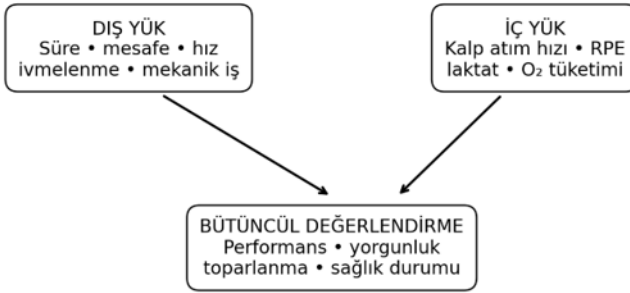
Kalp atım hızı, antrenman esnasında meydana gelen kardiyovasküler yükün izlenmesinde uzun yıllardır kullanılan Pratik belirteçlerdendir. Bu değeri yalnızca yapılan fiziksel işleme bağlamak doğru değildir. Ortam sıcaklığı, sıvı kaybı, uyku durumu, psikolojik stres ve geçmiş antrenmanlardan kalan yorgunluk gibi etkenler kalp atım yanıtını değiştirebilir. Bu nedenle kalp atım hızının dış yük verileriyle birlikte açıklanması, sporcunun antrenmana verdiği yanıtı daha anlamlı biçimde değerlendirmeyi sağlar (Bourdon et al., 2017).

İç yükün saha koşullarında izlenmesinde session-RPE yöntemi de oldukça sık kullanılmaktadır. Sporçunun bir antrenman seansını ne kadar zorlayıcı algıladığını temel alan bu yöntem, düşük maliyetli olması ve özel bir teknolojik altyapı gerektirmemesi nedeniyle farklı spor dallarında kolaylıkla uygulanabilir. Bununla birlikte ölçümün öznel niteliği göz önünde bulundurulmalıdır. Sporçunun motivasyonu, yorgunluğu, uyku kalitesi ya da psikolojik durumu algılanan zorluk düzeyini etkileyebilir (Impellizzeri et al., 2004).

Antrenör tarafından planlanan yük ile sporçunun algıladığı yükün her zaman tamamen örtüşmemesi de yük takibinin önemli bir boyutudur. Inoue ve arkadaşlarının (2022) sistematik derleme ve meta-analizinde genel RPE ve sRPE açısından antrenör ile sporcu değerlendirmeleri büyük ölçüde benzer bulunmakla birlikte, özellikle düşük şiddetli seanslarda farklılıkların ortaya

çıkabildiği bildirilmiştir. Bu bulgu, programda “kolay” olarak planlanan bir seansın her sporcu tarafından aynı düzeyde kolay algılanmayabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla antrenman planlamasında yalnızca antrenörün öngördüğü şiddetin değil, sporcunun seans sonrasında bildirdiği iç yükün de düzenli biçimde kaydedilmesi bireyselleştirme açısından yararlı olabilir (Inoue et al., 2022).

Antrenman yükünün çok boyutlu izlenmesi



Şekil 2. İç ve dış yük göstergelerinin bütüncül değerlendirilmesi (Bourdon et al., 2017; Impellizzeri et al., 2019 temel alınarak oluşturulmuştur).

Antrenmanlarda dış yükün izlenmesinde kullanılan teknolojiler son zamanlarda önemli ölçüde çeşitlilik göstermektedir. Giyilebilir sensörler, GNSS/GPS sistemleri ve ivme ölçerler sayesinde antrenman süresi, mesafe, hareket hızı, ivmelenme ve mekanik iş gibi çok sayıda parameter saptanmıştır. Bu veriler antrenmanın eksiklerini göz önüne getirir ve cihazlar arasında ölçüm hassasiyeti ve kullanılan algoritmalar bakımından farklılıklar gösterebilir. Bu yüzden uzun süreli sporcu takiplerinde aynı sistemin kullanılması ve alınan ölçümlerin mümkün olduğunca aynı koşullarda alınması önem taşımaktadır. (Bourdon et al., 2017).

Dış yük göstergesinin seçimi spor dalının fiziksel talepleriyle uyumlu olmalıdır. Dayanıklılık temelli etkinliklerde süre, mesafe ve hız gibi ölçümler öne çıkarken; kuvvet antrenmanlarında set, tekrar, kaldırılan yük ve toplam hacim; atış veya fırlatma içeren branşlarda ise tekrar sayısı gibi spora özgü göstergeler daha anlamlı olabilir. Adölesan sporcuları inceleyen sistematik bir derlemede sRPE ve kalp atım hızının en sık kullanılan iç yük yöntemleri; antrenman süresi ve GNSS ölçümlerinin ise yaygın dış yük yöntemleri arasında olduğu bildirilmiştir. Aynı derlemede tekil yük göstergelerinin fiziksel

özellikler, yaralanma ve hastalıkla ilişkilerinin birçok durumda sınırlı veya tutarsız olması, yükün çok değişkenli ve bağlama özgü biçimde değerlendirilmesi gerektiğini desteklemektedir (Dudley et al., 2023).

ANTRENMAN YÜKÜ VE PERFORMANS İLİŞKİSİ

Sporcularda yapılan antrenmanın amacı sürekli atlete yüklenmekten ziyade gelişimi arttıracak yeterli uyaranı oluştururken aynı zamanda sporcuya toparlanma içinde zaman kazandırmaktır. Bu yüzden antrenman yükü ile performans arasındaki ilişkiyi basit bir 'yük arttıkça performans artar' yaklaşımıyla açıklamak mümkün değildir. Planlı şekilde yapılan antrenman yüklenmesi sporcunun adaptasyonunu artırırken, toparlanmanın eksik bırakılması performansı düşürdüğü yorgunluğu arttırdığı ve olumsuz sonuçlara yol açtığı saptanmaktadır. (Drew & Finch, 2016).



Şekil 3. Antrenman yükü ile adaptasyon/performans arasındaki kavramsal ilişki. Şema, kaynaklardaki genel çerçeveyi görselleştirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Antrenman yüklenmesinin bilinçli ve planlı olması çok önemli olmasına rağmen her sporcuda yapılan antrenmanın aynı fiziksel kapasite arttırımını sağlamayacağını bilmeliyiz. Performansı etkileyen antrenman geçmişi, fiziksel kapasite, yapılan sporun özellikleri, müsabaka sıklığı ve toparlanma becerisi gibi etkenler sporcunun yükü tolere etme düzeyini değiştirebilir. Bu nedenle antrenman programı grup olarak değil bireysel farklılıkları göz önünde bulundurarak yapılması gerekmektedir. (Bourdon et al., 2017)

ANTRENMAN YÜKÜ VE YARALANMA RİSKİ

Antrenman yükü ile yaralanma arasındaki bağlantı, sporcu sağlığının korunması açısından önemli bir araştırma alanıdır. Yapılan araştırmalarda, yüklenme özellikleri ile yaralanma olasılığı arasında ilişkiler bulunduğunu göstermektedir; ancak bu ilişkiyi tek yönlü ve doğrusal biçimde yorumlamak yanıltıcı olabilir (Eckard et al., 2018). Yaralanmaların ortaya çıkmasında yalnızca antrenman yükü değil, önceki yaralanmalar, fiziksel hazırlık düzeyi, uyku, psikolojik stres, yaş, müsabaka yoğunluğu ve çevresel koşullar gibi çok sayıda unsur birlikte rol oynayabilir (Drew & Finch, 2016). Yaralanma riskinin değerlendirilmesinde yalnızca antrenman yükü değil, sporcunun bireysel anatomik ve biyomekanik özellikleri de dikkate alınmalıdır. Özellikle ayağın yapısal özellikleri, postüral kontrol ve sportif performans üzerinde etkili olabilmektedir. Şahin ve arkadaşlarının (2022) sporcular üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada, pes planus derecesi ile dikey sıçrama performansı ve stabilite sınırı (LOS) arasında anlamlı ilişkiler belirlenmiştir. Bu bulgular, sporcuların antrenman yüküne verdikleri yanıt değerlendirilirken denge, alt ekstremité biyomekaniği ve ayağın yapısal özellikleri gibi bireysel faktörlerin de göz önünde bulundurulmasının önemli olduğunu göstermektedir (Şahin et al., 2022).

Özellikle kısa bir zaman diliminde yapılan belirgin yük artışları, sporcunun o anda sahip olduğu kapasite ile karşılaştığı fiziksel talep arasındaki farkı büyütebilir. Bu yüzden antrenmanlarda yalnızca antrenman yükü değil yükün haftalar içinde değişimi ve dağıtımında önemlidir. Bununla birlikte herhangi bir yük göstergesini tek başına kullanarak yaralanmanın kesin biçimde öngörülebileceği düşünülmemelidir. Yaralanma riski, birçok değişkenin birlikte değerlendirilmesini gerektiren dinamik bir süreçtir (Kalkhoven et al., 2021). Antrenman sporcuların performansını etkileyen fiziksel, psikolojik ve yapmış olduğu spora özgü teknikler içeren bir bilim dalıdır. (Çetin Sarışık, 2025)

AKUT: KRONİK İŞ YÜKÜ ORANI VE YÜK DEĞİŞİMLERİ

Akut:Kronik İş Yükü Oranı (ACWR), kısa periyotlar halinde uygulanan antrenman yükünü daha uzun periyotlarda biriken antrenman yüküyle karşılaştırmak için geliştirilmiştir. Bu metot, özellikle antrenman yükünde meydana gelen ani değişimleri somut hâle getirmesi açısından spor biliminde ilgiyle karşılanmıştır. Ancak sonraki çalışmalar, oranın hesaplanma yöntemi ve istatistiksel özellikleri konusunda önemli sınırlılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle ACWR'nin tek başına bir yaralanma tahmin aracı olarak kullanılmasına ihtiyatlı yaklaşılmaktadır (Griffin et al., 2020; Impellizzeri et al., 2020).

Sahada daha anlamlı olan, tek bir sayısal değere odaklanmak yerine sporcunun yüklenme modelini bir bütün olarak izlemektir. Performans değişimleri, yorgunluk

belirtileri, toparlanma durumu ve geçmiş yaralanmalar antrenman yükü verileriyle birlikte ele alındığında, sporcunun mevcut durumuna ilişkin daha gerçekçi bir değerlendirme yapılabilir (Kalkhoven et al., 2021).

YÜKLENME VE TOPARLANMA

Antrenmanın beklenen etkiyi sağlayabilmesi için yüklenme kadar toparlanma süreci de önemlidir. Antrenman sonrasında oluşan yorgunluğun azalabilmesi ve organizmanın yeni uyaranlara ayak uydurabilmesi, elverişli bir dinlenme ortamıyla mümkündür. Sporcu toparlanma sürecini iyi geçirmediğinde, normal koşullarda katlanabildiği bir antrenman yükü bile daha ağır hissedilebilir ve daha yüksek fizyolojik stres oluşturabilir. Özellikle uyku eksikliği, psikolojik stres ve sık müsabaka dönemleri toparlanma kapasitesini olumsuz etkileyebilir (Jones et al., 2017).

Bu nedenle sporcu izleme periyodu sadece egzersiz sırasında kaydedilen verilerle sınırlı kalmamalıdır. Günlük yorgunluk hissi, kas ağrısı, uyku kalitesi ve algılanan toparlanma gibi basit parametreler, sporcunun antrenmana hazır olup olmadığı konusunda değerli bilgiler sağlayabilir. Antrenman yükünün bu parametrelerle birlikte değerlendirilmesi, sporcunun o günkü durumunu daha iyi anlamaya ve gerektiğinde planda küçük ama önemli düzenlemeler yapmaya yardımcı olur (Bourdon et al., 2017).



Şekil 4. Yüklenme-toparlanma dengesinde birlikte izlenmesi önerilen temel bileşenler. Kavramsal görselleştirme.

“Meeusen et al. (2013), Soligard et al. (2016) ve Bourdon et al. (2017) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur”

SPORCU SAĞLIĞININ KORUNMASINDA YÜK YÖNETİMİ

Sporcu sağlığını korumak için yapılan antrenman yükünü ve şiddetini en düşük seviyeye indirmek doğru bir amaç değildir. Bunun tersine sporcunun gelişimini sağlayacak antrenman şiddetinin ve yükünün sporcu performansına göre, fiziksel uygunluğuna göre ve psikolojik uygunluğuna göre sürdürülebilir hale getirmek önemli etkenlerdendir. Yapılan her antrenmanın planlı olarak yapılması ve sporcunun antrenmana vermiş olduğu cevabı kaydeye alarak bir sonraki antrenman planlanmasını yapılması sporcu yaralanmaları açısından önemli rol oynamaktadır. Yapılan antrenmanlar sonrasında sporcunun performans artışı kadar önemli olan toparlanma sürecinde çok önemlidir. Bu yüzden her iki faktöründe göz önünde bulundurarak yapılan antrenmanlar sporcu performans ve sağlığı açısından çok önemli yer tutmaktadır (Drew & Finch, 2016). Sporcu sağlığının korunması, yalnızca yaralanmaların önlenmesiyle sınırlı olmayıp solunum fonksiyonlarının desteklenmesi ve egzersiz sonrası toparlanmanın iyileştirilmesini de kapsayan bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir. Özellikle solunum fonksiyonlarının geliştirilmesi, egzersiz sırasında oksijenin daha etkin kullanılmasına ve toparlanma süreçlerinin desteklenmesine katkı sağlayabilir. Nitekim elit kadın sporcular üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, haloterapi uygulamasının solunum kas kuvveti, ventilatuar fonksiyon ve aerobik kapasitede olumlu değişimlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Çetin Sarışık et al., 2026).

Yapılan antrenmanlarda antrenmanın faydasını görebilmek için yapmış olduğumuz testlerde tek bir parameter ölçümü yerine bir çok parametreyi ölçerek değerlendirmemiz daha sağlıklı olacaktır. Antrenman süresi, session-RPE, kalp atım yanıtı, spora özgü dış yük verileri ve toparlanma ölçümleri birlikte ele alındığında sporcunun maruz kaldığı yük daha kapsamlı biçimde yorumlanabilir. Böylece her sporcunun kendine ait bireysel referans değerleri oluşur ve her sporcu için aynı antrenman yükü yada program yerine bireysel farklılıklarına özgü antrenman programı planlanarak sporcunun daha verimli performans artışı sağlanamaktadır (Kalkhoven et al., 2021). Antrenman yükünün yönetiminde yalnızca uygulanan yükün miktarı değil, sporcunun bu yüke güvenli biçimde hazırlanması da önem taşımaktadır. Özellikle yüksek şiddetli yüklenmeler öncesinde uygulanan kapsamlı ısınma programları, performansın geliştirilmesinin yanı sıra yaralanmalardan korunmaya da katkı sağlayabilir. Çetin Sarışık ve Şahin (2024), sekiz hafta boyunca uygulanan FIFA 11+ kapsamlı ısınma programının elit ve sub-elit kayakçılarda denge, anaerobik güç ve çeviklik parametreleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, antrenman öncesi hazırlığın sporcunun performans kapasitesini destekleyen önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak performans gelişimi ile sporcu sağlığının korunması birbirinden ayrı iki hedef değildir. Her ikisi de antrenman yükünün sporcunun kapasitesine uygun biçimde planlanmasına ve toparlanma sürecinin yakından izlenmesine bağlıdır. Yetersiz yüklenme gelişimi sınırlandırabilirken, hızlı artan veya yeterli toparlanma sağlanmadan sürdürülen yüksek yüklenmeler yorgunluğu artırabilir ve yaralanma açısından olumsuz bir ortam oluşturabilir. Bu nedenle etkili yük yönetiminde temel soru 'ne kadar az yük uygulanmalı?' değil, 'hangi sporcuya, ne zaman ve ne kadar yük uygulanmalı?' olmalıdır.

İç ve dış yük göstergelerinin birlikte kullanılması bu soruya daha kapsamlı yanıt vermeyi mümkün kılar. Bununla birlikte hiçbir ölçüm, oran ya da teknolojik sistem tek başına yaralanmayı kesin biçimde öngöremez. Kalp atım hızı, session-RPE, hareket temelli dış yük verileri ve toparlanma göstergeleri; performans ölçümleri, sporcunun bireysel geçmişi ve gerektiğinde klinik değerlendirmelerle birlikte yorumlandığında daha anlamlı hâle gelir. Böyle bir yaklaşım, performansı desteklerken sporcu sağlığını korumaya yönelik daha dengeli ve uygulanabilir bir çerçeve sunar (Eckard et al., 2018; Kalkhoven et al., 2021).

KAYNAKÇA

- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (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>
- Çetin Sarışık, D., Aydın, A. S., Söyler, M., Zileli, R., Özkurt, A., Yılmaz, C., Küçük, H., & Karataş, M. (2026). Effects of halotherapy as an adjunct to preseason training on respiratory and aerobic outcomes in elite female football players: A randomized controlled trial. *Life*, 16, 1233. <https://doi.org/10.3390/life16081233>
- Çetin Sarışık, D. (2025). Farklı zeminlerde antrenman uygulamaları ve etkileri. İçinde E. Kürkcü Akgönül & K. Kurak (Ed.), *Spor & Bilim 2025: Antrenman ve sportif performans* (ss. 237–247). Efe Akademi. <https://doi.org/10.59617/efepub2025106>
- Çetin Sarışık, D., & Şahin, F. N. (2024). Effects of a comprehensive warm-up program on performance parameters of elite and sub-elite male skiers. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 13, Article 38. <https://doi.org/10.6018/sportk.529251>
- Dudley, C., Johnston, R., Jones, B., Till, K., Westbrook, H., & Weakley, J. (2023). Methods of monitoring internal and external loads and their relationships with physical qualities, injury, or illness in adolescent athletes: A systematic review and best-evidence synthesis. *Sports Medicine*, 53(8), 1559–1593. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01844-x>
- Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The relationship between training load and injury, illness and soreness: A systematic and literature review. *Sports Medicine*, 46(6), 861–883. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>
- Eckard, T. G., Padua, D. A., Hearn, D. W., Pexa, B. S., & Frank, B. S. (2018). The relationship between training load and injury in athletes: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(8), 1929–1961. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0953-z>
- Griffin, A., Kenny, I. C., Comyns, T. M., & Lyons, M. (2020). The association between the acute:chronic workload ratio and injury and its application in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(3), 561–580. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01212-6>
- Inoue, A., dos Santos Bunn, P., do Carmo, E. C., Lattari, E., & da Silva, E. B. (2022). Internal training load perceived by athletes and planned by coaches: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 8, 35. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00420-3>

- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(2), 270–273. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0935>
- Impellizzeri, F. M., Woodcock, S., Coutts, A. J., Fanchini, M., McCall, A., & Vigotsky, A. D. (2020). What role do chronic workloads play in the acute to chronic workload ratio? Time to retire the ACWR and its use in sports science. *Sports Medicine*, 50, 581–592. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01378-6>
- Jones, C. M., Griffiths, P. C., & Mellalieu, S. D. (2017). Training load and fatigue marker associations with injury and illness: A systematic review of longitudinal studies. *Sports Medicine*, 47(5), 943–974. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0619-5>
- Kalkhoven, J. T., Watsford, M. L., Coutts, A. J., Edwards, W. B., & Impellizzeri, F. M. (2021). Training load and injury: Causal pathways and future directions. *Sports Medicine*, 51(6), 1137–1150. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01413-6>
- Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (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>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(1), 186–205. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318279a10a>
- Soligard, T., Schwelnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägg, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>
- Şahin, F. N., Ceylan, L., Küçük, H., Ceylan, T., Arıkan, G., Yiğit, S., Çetin Sarışık, D., & Güler, Ö. (2022). Examining the relationship between pes planus degree, balance and jump performances in athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11602. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811602>

4. Bölüm

Toparlanma Sürecinde Beslenmenin Rolü

Derya ÇETİN SARIŞIK¹

ÖZET

Amaç: Bu bölümün amacı, egzersiz sonrası toparlanma sürecinde beslenmenin önemini ele almak ve karbonhidrat, protein, sıvı ve elektrolit alımının toparlanmadaki temel rollerini açıklamaktır. Ayrıca beslenme zamanlaması, bireysel gereksinimler ve antrenman yükü ile beslenme arasındaki ilişki değerlendirilerek, sporcunun bir sonraki antrenmana hazırlanmasında yeterli ve dengeli beslenmenin öneminin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu bölüm, sporcu beslenmesi ve egzersiz sonrası toparlanma konusunda yayımlanmış bilimsel çalışmalar, pozisyon bildirileri ve uluslararası uzlaşi raporları temel alınarak hazırlanmıştır. Literatürde yer alan bilgiler; enerji ve glikojen depolarının yenilenmesi, protein alımı ve kas dokusunun toparlanması, sıvı-elektrolit dengesinin yeniden sağlanması, beslenme zamanlaması ve enerji kullanılabilirliği başlıkları altında ele alınmıştır.

Sonuç: Egzersiz sonrası toparlanmanın yalnızca dinlenmeyle sınırlı olmadığı; enerji depolarının yenilenmesi, kas dokusunun onarımının desteklenmesi ve kaybedilen sıvı ile elektrolitlerin yerine konulmasının da bu sürecin önemli parçaları olduğu görülmektedir. Karbonhidratlar glikojen depolarının yenilenmesine, protein kas dokusunun onarım ve yeniden yapılanmasına, sıvı ve elektrolitler ise vücudun sıvı dengesinin yeniden sağlanmasına katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte etkili bir toparlanma için yalnızca egzersiz sonrasında ilk öğüne odaklanmak yeterli değildir. Günlük toplam enerji ve besin ögesi alımının antrenmanın gereksinimleriyle uyumlu olması ve beslenme planının sporcunun bireysel özelliklerine göre düzenlenmesi önemlidir. Bu nedenle antrenman, beslenme ve toparlanmanın birbiriyle bağlantılı süreçler olarak ele alınması, performansın sürdürülebilmesi ve sporcu sağlığının korunması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sporcu beslenmesi, toparlanma, karbonhidrat, protein, hidrasyon, antrenman yükü.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitim ve Spor
E-Mail: deryacetin@bayburt.edu.tr, Orcid:0000-0003-4659-0803,

1. Giriş

Antrenmanın sona ermesi, organizmanın çalışmayı bıraktığı anlamına gelmez. Özellikle uzun süren veya tempolu geçen egzersizlerin ardından enerji depolarında azalma görülür; terleme nedeniyle sıvı ve elektrolit eksiklikleri oluşur. Bu süreçte kaslar bir yandan kendisini tamir ederken bir yandan da yeniden yapılır. Sporcunun bir sonraki antrenmana ne kadar hazır olduğu, bu süreçlerin ne ölçüde uygulandığıyla yakından ilişkilidir. Bu nedenle iyileşmeyi yalnızca antrenman sonrasında dinlenme süresi olarak değil, aynı zamanda antrenmanın bütünüleyici bir bileşeni olarak ele almak gerekir (Beelen et al., 2010).

Toparlanma sürecinin seyrini tayin eden etkenlerden biri de beslenmedir. Antrenman sonrasında karbonhidrat alınması boşalan enerji seviyelerinin optimize edilmesine katkı sağlarken, yeterli protein alımı kas protein sentezini tetiklemek ve doku onarımını gerçekleştirmek adına kritik bir öneme sahiptir. Özellikle terlemenin yoğun olduğu egzersizlerden sonra sıvı ve elektrolit kayıplarının da mutlak surette karşılanması gerekir. Sporcu beslenmesine ilişkin öneriler, uygun bir beslenme düzeninin performans kadar egzersiz sonrası toparlanma açısından da önemli olduğunu göstermektedir (Thomas et al., 2016).

Toparlanma ihtiyaçları sporcular arasında belirgin farklılıklar gösterebilir. Antrenmanın uzunluğu ve yoğunluğu, branşa özgü dinamikler, günlük enerji harcaması ve iki antrenman arasındaki süre bu ihtiyaçları doğrudan etkiler. Örneğin aynı gün yeniden antrenman yapacak bir sporcu ile bir sonraki antrenmanı aynı gün olmayan sporcunun beslenme önceliklerinin aynı olması beklenmez. Bu nedenle toparlanma beslenmesini herkese uygulanabilecek tek bir plan üzerinden değerlendirmek yerine, sporcunun koşullarına ve yapılan antrenmanın özelliklerine göre düzenlemek daha anlamlıdır (Thomas et al., 2016; Kerksick et al., 2017).



Şekil 1. Egzersiz sonrası toparlanmanın temel beslenme bileşenleri.

Beelen et al. (2010), Thomas et al. (2016) ve Kerkick et al. (2017) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

2. Egzersiz Sonrası Toparlanma ve Enerji Depolarının Yenilenmesi

Karbonhidratlar, özellikle yüksek yoğunluklu ve uzun soluklu egzersizlerde önemli bir enerji kaynağıdır. Antrenman sırasında kas ve karaciğerde depolanan glikojenden faydalanılır ve egzersizin süresi ile yoğunluğuna bağlı olarak bu depolarda azalma görülebilir. Bu yüzden yoğun bir antrenman sonrasında toparlanmanın temel amaçlarından biri yakılan glikojenin yeniden alınmasıdır (Burke et al., 2011).

Karbonhidrat tüketimi, egzersiz sırasında boşalan kas glikojen depolarının yeniden sentezlenmesi sürecine yardım eder. İki antrenman arasındaki sürenin kısa olduğu günlerde bu konu daha kritik bir boyut kazanır. Kerkick ve arkadaşları (2017), toparlanma süresinin dört saatten kısa olduğu durumlarda glikojen yenilenmesini hızlandırmak amacıyla yaklaşık 1.2 g/kg/saat karbonhidrat alımının kullanılabileceğini bildirmektedir. Buradaki değer genel bir çerçeve sunar; her sporcu ve her antrenman modeli için kesin bir kural teşkil etmez. Uygulamada yapılan antrenmanın niteliği, günlük enerji ihtiyacı ve bir sonraki antrenmana kalan süre birlikte hesaba katılmalıdır.

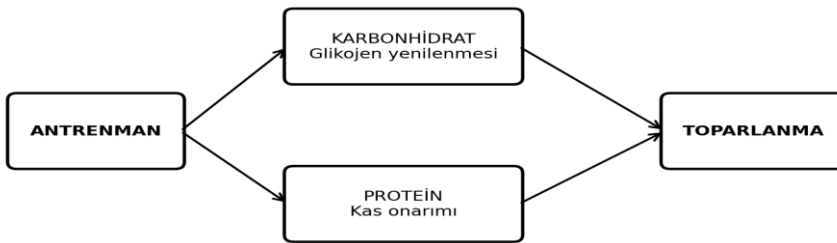
Toparlanma için uygun dinlenme aralığı olduğunda ise yalnızca antrenmanın hemen sonrasında yenilen öğüne odaklanmak yerine gün içindeki toplam karbonhidrat ve enerji alımının yeterli olması önem kazanır. Beelen ve arkadaşları (2010), özellikle yorucu dayanıklılık antrenmanlarından sonra glikojen depolarının yenilenmesi toparlanmanın önemli bir parçası olduğunu, ancak toparlanmanın yalnızca enerji depolarının yenilenmesiyle sınırlı olmadığını vurgulamaktadır.

3. Kasların Toparlanmasında Protein ve Karbonhidratın Rolü

Egzersiz sonrasında kas dokusunda iyileşme ve yeniden yapılanma devam eder. Bu aşamada yeterli protein desteği sağlamak kas protein sentezinin desteklenmesi açısından önem taşır. Başta direnç antrenmanları olmak üzere yoğun yüklenmeler sonrasında kaliteli protein kaynaklarının günlük beslenme içinde gereksinimi karşılayacak oranda alması gerekir (Jäger et al., 2017).

Protein tüketimini yalnızca antrenmandan hemen sonra yenilen bir öğünle sınırlandırmak konuyu eksik değerlendirmek olur. Gün içinde ne kadar protein alındığı ve alınan proteinin öğünlere bölünmeside oldukça önemlidir. Jäger ve arkadaşları (2017), fiziksel olarak aktif bireylerin çoğu için günlük yaklaşık 1.4-2.0 g/kg protein alımının kas kütlesinin korunması ve geliştirilmesini destekleyebileceğini belirtmiştir. Yine de bu aralık kişisel ihtiyaçların yerini tutmaz; vücut ağırlığı, enerji alımı, spor branşı ve antrenman yoğunluğu ihtiyaçların değişkenlik göstermesine sebep olabilir.

Karbonhidrat ve proteinin toparlanmada aynı katkıyı sunmaz. Karbonhidratın ana görevi antrenmanda yakılan glikojen depolarının yenilenmesine yardımcı olmakken, protein ise daha çok kas dokusunun yenilenmesi ve yeniden yapılanmasıyla ilişkilidir. Pratikte bu iki besin öğesini birbirinden bağımsız değerlendirmek yerine antrenmanın hedeflerine göre birlikte planlamak daha kullanışlıdır. Süt ve meyve, yoğurt ve yulaf veya karbonhidrat içeren bir temel öğünün yanında kaliteli bir protein kaynağı tüketilmesi günlük yaşamda uygulanabilecek seçenekler arasındadır. Önemli olan tek bir besini dayatmak değil, sporcunun ihtiyaç duyduğu toplam enerji ve besin öğelerini gün boyunca tam olarak almasını sağlamaktır (Beelen et al., 2010; Kerksick et al., 2017).



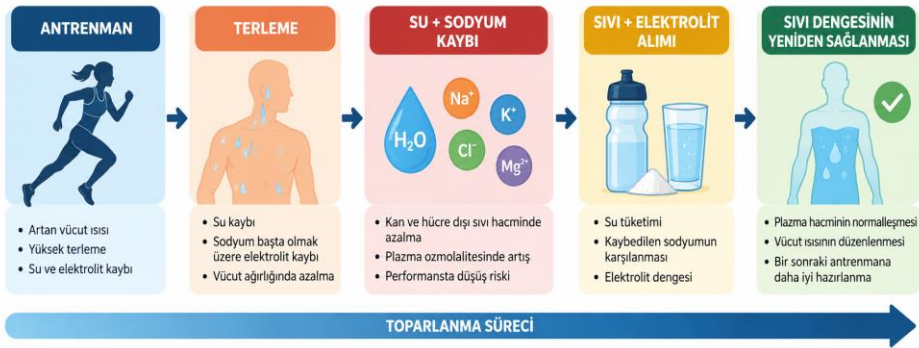
Şekil 2. Egzersiz sonrası karbonhidrat ve proteinin toparlanmadaki temel rolleri. Beelen et al. (2010) ve Kerksick et al. (2017) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

4. Sıvı ve Elektrolit Dengesinin Yeniden Sağlanması

Toparlanmanın göz ardı edilmemesi gereken bir başka tarafı sıvı dengesidir. Antrenman sırasında terleme yoluyla su ve elektrolit kaybedilir. Bu kayıplar özellikle sıcak ortamda yapılan, uzun zamanlı veya yüksek yoğunluklu egzersizlerde daha belirgin olabilir. Kaybedilen sıvının yeterince alınmaması, bir sonraki antrenmana vücudun susuz kalmış şekilde başlamasına neden olabilir (Evans et al., 2017).

Egzersiz sonrası sıvı tüketiminde asıl kilit nokta, yalnızca susuzluk hissini geçirmek değil, vücudun net sıvı dengesini tekrar yakalamaktır. Terle kaybedilen başlıca elektrolitlerden biri olan sodyum bu noktada önemli bir rol üstlenir. İçerisinde sodyum bulunan sıvı ve besinlerin alınması, özellikle yüksek oranda terleme gösteren sporcularda rehidrasyon mekanizmalarını doğrudan destekleyebilir (Evans et al., 2017).

Terleme ile kaybedilen sıvı miktarı kişiden kişiye farklılık gösterdiği için bütün sporculara eşit miktarda sıvı önermek doğru değildir. Antrenman uzunluğu, ortam ısısı, sporcunun terleme düzeyi ve egzersiz öncesi-sonrası vücut ağırlığındaki değişim gibi parametreler sıvı ihtiyacının belirlenmesinde kullanılabilir. Bu yüzden sıvı ve elektrolit tüketimi de karbonhidrat ve protein gibi bireysel ihtiyaçlara göre planlanmalıdır.



Şekil 3. Egzersiz sonrası sıvı ve elektrolit dengesinin yeniden sağlanması. *Evans et al. (2017) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.*

5. Toparlanma Beslenmesinin Zamanlaması ve Bireyselleştirilmesi

Toparlanma sürecinde besinin içeriği kadar alım zamanı da belli koşullarda açıkça ön plana çıkar. Ancak bu durumu, tüm sporcuların uyması gereken ve sadece birkaç dakikayla sınırlı bir kaçırılmayacak fırsat olarak yorumlamak doğru olmaz. Aynı gün içinde birden fazla egzersiz ya da müsabaka yapılacaksa, toparlanma için ayrılan süre azaldığından beslenmeye erken başlanması daha

anlamalı hale gelir. Bu ve benzeri toparlanma süreçlerinde karbonhidratın öncelikle alınması glikojen toparlanmasını destekleyebilir; proteinin antrenman sürecinde dengeli bir şekilde yayılması da kas protein sentezine katkıda bulunabilir (Kerksick et al., 2017).

Bir sonraki egzersiz seansına kadar yeterli zaman dilimi bulunduğunda durum biraz değişir. İşte bu senaryoda, egzersiz sonrasındaki yediğiniz ilk öğüne takılıp kalmak yerine, günün tamamında ne kadar enerji, karbonhidrat ve protein tükettiğinize bakmanız gerekir. Başka bir deyişle, beslenmenizin temeli yanlışsa, zamanlamayı ne kadar kusursuz yaparsanız yapın aradaki açığı kapatamazsınız; asıl belirleyici olan önce günlük toplam ihtiyacınızı doğru almak, ardından da öğünlerinizi antrenman saatlerinize göre mantıklı bir düzene oturtmaktır.

Toparlanma stratejisi oluşturulurken sporcunun bireysel özellikleri dikkate alınmalıdır. Bir dayanıklılık sporcusuyla kuvvet sporcusunun ihtiyaçları aynı olmadığı gibi, aynı daldaki iki sporcu da farklı egzersiz yükleri nedeniyle farklı gereksinimleri olabilir. Sporcunun vücut ağırlığı, günlük harcadığını enerji, ne sıklıkta antrenman yaptığı, çevre şartları ve ne kadar terlediği gibi faktörler, bu planın temel taşlarını oluşturur. Dolayısıyla uygulamada işe yarayan bir toparlanma planı, katı bir besin listesine bağlı kalmak yerine antrenmanın değişen gereksinimlerine göre modifiye edilebilen esnek bir yapıda olmalıdır (Thomas et al., 2016).

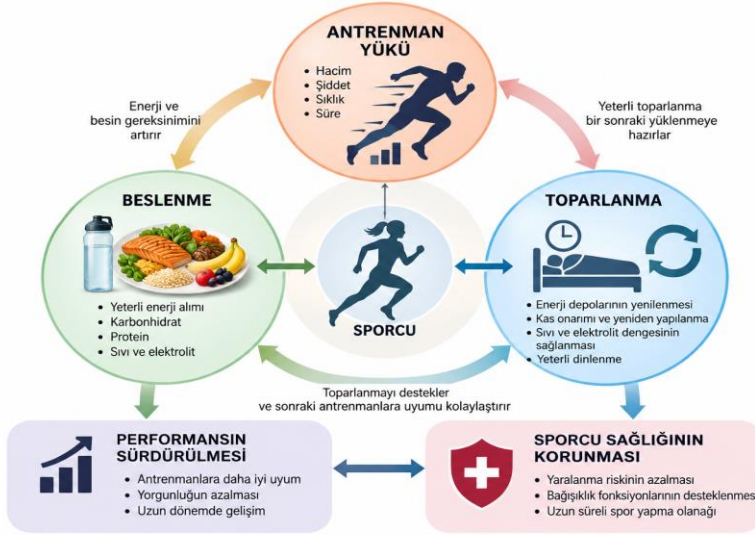
6. Antrenman Yükü, Beslenme ve Toparlanma İlişkisi

Antrenman yükünün yükselmesi sadece daha fazla fiziksel efor anlamına gelmez; sporcunun enerji ve besin ögesi ihtiyacı da buna paralel olarak değişebilir. Toparlanmanın gecikmemesi ve antrenmana uyum sürecinin olumsuz etkilenmemesi için beslenmenin bu artışı karşılaması gerekir. Bu nedenle antrenman programı ele alınırken yapılan işin boyutu kadar, sporcunun bu tempoyu karşılayacak enerji ve besin öğelerini vücuduna sağlayıp sağlayamadığı gözden kaçırılmamalıdır.

Bu noktada enerji kullanılabilirliği önemli bir kavramdır. Enerji kullanılabilirliği, antrenman için yakılan enerji çıkarıldıktan sonra vücudun temel fizyolojik işlevlerini devam ettirebilmesi için kalan besinsel enerjiyi ifade eder. Uzun zaman süregelen problemlili düşük enerji kullanılabilirliği, sağlık ve performans üzerinde olumsuz sonuçlarla ilişkili olabilir. Uluslararası Olimpiyat Komitesinin REDs uzlaşısı bildirisinde düşük enerji kullanılabilirliğinin metabolik işlevler, kas-iskelet sistemi, bağışıklık sistemi ve performansla ilişkili çeşitli sonuçları olabileceği belirtilmektedir (Mountjoy et al., 2023).

Bu ilişki özellikle şiddetli egzersiz dönemlerinde daha kolay fark edilir. Antrenman yoğunluğu artmasına rağmen beslenme düzeni aynı kaldığında

sporcularun enerji ihtiyacı karşılanamayabilir ve iyileşme süreci zorlaşabilir. Söz konusu periyotlarda toparlanmayı yalnızca daha fazla dinlenmekte aramak yeterli değildir; enerji ve karbonhidrat tüketiminin de egzersizdeki değişime göre yeniden planlanması gerekir. Sonuç olarak egzersiz yükü, beslenme ve toparlanmayı birbirinden bağımsız başlıklar olarak ele almak yerine, performans ve sporcu sağlığı üzerinde birlikte etkili olan süreçler olarak değerlendirmek daha yerindedir.



Şekil 4. Antrenman yükü, beslenme ve toparlanma arasındaki ilişki.

Thomas et al. (2016) ve Mountjoy et al. (2023) temel alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Sonuç

Sporcuların gelişimlerinin düzenli olarak takip edilmesi ve gözlemlenmesi, bedensel kapasitenin artırılması ve bu gelişimin müsabaka, turnuva veya maç gibi ortamlarda performansa dönüştürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Çakmak, 2025). Toparlanmayı sadece egzersiz sona erdikten sonra geçirilen dinlenme zamanı olarak görmek yeterli değildir. Antrenman sırasında boşalan enerji depolarının yeniden doldurulması, kas dokusundaki onarımın desteklenmesi ve kaybedilen sıvı ile elektrolitlerin tekrar alınması bu sürecin temel parçalarıdır. Beslenme düzeni de tüm bu yenilenme adımlarının sağlıklı bir şekilde ilerlemesi için çok kritik bir rol üstlenir (Beelen et al., 2010; Thomas et al., 2016).

Toparlanma açısından karbonhidrat, protein, sıvı ve elektrolitlerin her birinin farklı bir yeri vardır. Protein kas dokusunun onarımın desteklerken; karbonhidrat glikojenin yeniden depolanmasına katkı sağlar; sıvı ve elektrolitler ise egzersizle bozulan sıvı dengesinin yeniden kurulmasına yardımcı olur. Ancak iyi bir toparlanmayı tek bir besine veya yalnızca egzersiz sonrasındaki bir öğüne bağlamak gerçekçi değildir. Günün tamamındaki enerji ve besin ögesi alımının, yapılan antrenmanın ihtiyaçlarıyla uyumlu olması daha belirleyicidir.

Bu çerçevede antrenman, beslenme ve toparlanmayı aynı planın birbirini tamamlayan parçaları olarak düşünmek gerekir. Sporcunun yaptığı antrenmanın miktarı tek başına yeterli bilgi vermez; bu yükü karşılayacak biçimde beslenmesi ve sonraki antrenmana ne kadar hazır olduğu da değerlendirilmelidir. Sporcunun rutin yaşam koşullarına, antrenman programına ve kişisel ihtiyaçlarına uyarlanmış bir beslenme düzeni, toparlanmanın desteklenmesine, performansın sürdürülebilmesine ve uzun dönemde sağlığın korunmasına katkı sağlayabilir.

Kaynakça

- Beelen, M., Burke, L. M., Gibala, M. J., & van Loon, L. J. C. (2010). Nutritional strategies to promote postexercise recovery. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(6), 515–532. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.6.515>
- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl. 1), S17–S27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>
- Çakmak, C. S. (2025). Tenis Sporuna Yönelik Psikoloji Temalı Lisansüstü Tezlerin İçerik Analizi. In: Şıktar, E. & Biricik, Y. S. & Güler, M. Ş. & Dertli, Ş. (eds.), *Spor Yönetimi, Rekreasyon ve Psiko-Sosyal Alan Bilimsel Araştırmaları*. Özgür Yayınları. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1152.c4827>
- Evans, G. H., James, L. J., Shirreffs, S. M., & Maughan, R. J. (2017). Optimizing the restoration and maintenance of fluid balance after exercise-induced dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 122(4), 945–951. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00745.2016>
- Jäger, R., Kerkick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P. J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, Article 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Kerkick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Willoughby, D., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T. A., Ormsbee, M. J., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Aragon, A. A., & Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, Article 33. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Mountjoy, M., Ackerman, K. E., Bailey, D. M., Burke, L. M., Constantini, N., Hackney, A. C., Heikura, I. A., Melin, A., Pensgaard, A. M., Stellingwerff, T., Sundgot-Borgen, J. K., Torstveit, M. K., Jacobsen, A. U., Verhagen, E., Budgett, R., Engebretsen, L., & Erdener, U. (2023). 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *British Journal of Sports Medicine*, 57(17), 1073–1098. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2023-106994>

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>

5. Bölüm

Isoinertial (Flywheel) Antrenman Metodu: Eksantrik Aşırı Yüklenme Biyomekaniği ve Performansa Etkileri

Hamza KARAKULAKLI¹, Cihan GÜRBÜZ²

ÖZ

Bu çalışmanın amacı, izo-inertsial volan (flywheel) antrenman teknolojisinin biyomekanik çalışma prensiplerini, kas mimarisi üzerindeki hücresel ve yapısal adaptasyonlarını, performans çıktılarına katkılarını ve yaralanma önlemedeki rolünü bütüncül bir yaklaşımla incelemektir. Serbest ağırlıklara dayalı geleneksel direnç antrenmanlarından farklı olarak volan sistemleri, rotasyonel inersiya mekanizması sayesinde kasın hareketin tüm eklem açılarında maksimum dirençle karşılaşmasını sağlamaktadır.

Konsantrik evrede depolanan kinetik enerjinin eksantrik evrede kısa sürede emilmesiyle ortaya çıkan Eksantrik Aşırı Yüklenme (Eccentric Overload), kas liflerine seri halde yeni sarkomerlerin eklenmesini (sarkomerogenez) uyarır. Bu süreç, özellikle Biceps Femoris Caput Longum ve Vastus Lateralis kaslarında fasikül boyunu (Lf) uzatarak kuvvet-uzunluk eğrisini sağa kaydırmakta ve yaralanma eşiğini yükseltmektedir. Nöromüsküler uyum ve kas mimarisindeki bu dönüşüm; sporcuların yavaşlama (deceleration) kapasitesini, yön değiştirme süratini (COD), sprint ve sıçrama performanslarını geliştirmektedir. Ayrıca Quadriceps/Hamstring (Q:H) kuvvet dengesini optimize ederek Hamstring Strain Yaralanmaları (HSI) ve Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yaralanma risklerini belirgin şekilde azaltmaktadır. Sonuç olarak, bilimsel kanıtlara dayalı hazırlanan volan antrenman protokollerinin antrenörlerin pedagojik yaklaşımı ve dril-oyun kurgusuyla bütünleştirilmesi, hem atletik performansın geliştirilmesinde hem de koruyucu antrenman stratejilerinde yüksek verim sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Volan Antrenmanı, Eksantrik Aşırı Yüklenme, Kas Mimarisi, Fasikül Boyu, Yaralanma Önleme.

¹ Bayburt Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, hamzakarakulakli@gmail.com

Orcid No: 0000-0003-0221-5518,

² Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi, cihangurbuz@bayburt.edu.tr

Orcid No: 0000-0003-4131-3698

1.GİRİŞ

Spor kavramının etimolojik kökeni, Latince “dağıtmak”, “ayırmak” ve “eğlenmek” gibi anlamlar taşıyan “Disporte” ve “Deportone” kelimelerine dayandırılmaktadır. Bu kavram, tarihsel süreç içerisinde İngilizcede “Disport” ve “Desport” biçimlerinde kullanılmış, zamanla “sport” kelimesine dönüşmüştür. Türkçede ise bu kavram “spor” şeklinde kullanılmaya başlanmıştır (Hacıoğlu, 2001).

Spor, temel olarak insanın hareket etme gereksiniminden ortaya çıkmıştır. İnsanlık tarihi boyunca avlanma ve korunma gibi amaçlarla yapılan bilinçsiz fiziksel hareketler, zamanla insanın zihinsel ve kültürel gelişimiyle birlikte bilinçli ve planlı bir yapıya bürünmüştür. Bu tarihsel süreç içerisinde gelişimini sürdüren kavram, zamanla günümüzde “spor” olarak ifade edilen düzenli ve sistematik faaliyetler biçimine dönüşmüştür (Çumralıgil & Görücü, 2007, Çetin Sarışık & Şahin, 2024).

Tarihsel süreç içerisinde birçok yönden bireylere katkı sağlayan spor, sadece fiziksel fiziksel aktivite olmasının yanı sıra (Turan vd., 2020) aynı zamanda bireylerin bilişsel, psikolojik ve sosyal yönlerini de etkileyerek toplumlarda bir fenomen haline gelmiştir. Nitekim sportif yaşamdan elde edilen doyumun bireylerin yaşama bağlılıklarıyla pozitif yönde ilişkili olduğu ve sportif yaşam doyumunu arttıkça yaşama bağlılığın da arttığı belirlenmiştir (Han et al., 2024). Ayrıca spor kişilerin psikolojik olarak rahatlamasını sağlar (Turan vd., 2021). Sporun anlamı günümüz toplumlarında farklı şekillerde ele alınmakla birlikte bireylere sağladığı faydalar bakımından değişmektedir. Bu faydaların başında ise sağlıklı kalabilme, bedenin geliştirilmesi, sosyalleşme, motivasyon ve psikolojik fayda vb. gibi bileşenler gelmektedir. Spor yapma alışkanlığı, disiplini ve hedef belirleme yeteneklerini güçlendirebilir (Tatlısu ve Kan, 2023). Dolayısıyla tüm bu olumlu etkenler bireylerin spora olan ilgisini artırmış ve fiziksel aktiviteyi günlük yaşamının önemli bir parçası haline getirmiştir. Başka bir tanımda ise spor, bireylerin rakipleri karşısında üstün gelmek ya da başarı sağlamak amacı ile belirlenmiş kurallar doğrultusunda çeşitli fiziksel etkinliklerin gerçekleştirildiği bir etkinlik olarak ifade edilmiştir (Hosseinalipour, 2015).

Sporcuların hedeflenen verime ulaşmasında temel unsur olan antrenman kavramı ise “sporcunun verimini en yüksek seviyeye getirmek” olarak literatüre geçmiştir. Antrenman her spor dalı için ayrı spesifik çalışmalardan oluşmaktadır. Yapılan spor branşına uygun temel teknikler, antrenman yoğunluğu, sıklığı, mesafesi, motivasyon artırıcı çalışmaların her biri sporcunun performansına etkileyen parametrelerdendir (Çetin Sarışık,2025). Antrenman aynı zamanda, “sporcunun farklı egzersizlerle çok yönlü olarak müsabakaya

hazırlanmasıdır.” Bununla birlikte antrenman, sporcuların sporsal verimini arttırmayı amaçlayan tüm planlı ve sistematik egzersizler bütünüdür. Bu durum, sporsal verimin artırılmasıyla beraber sporcunun kendisini eğitmesini kapsayan öğrenmelerini de içerir (Harre, 1982).

Sporcular motorik özelliklerinin gelişimini sağlamak için çeşitli antrenman teknikleri kullanırlar (Adıgüzel, 2021). Bu kapsamda antrenman zihinsel ve fiziksel olmak üzere ikiye ayrılmıştır; fiziksel antrenman ise kendi içerisinde teknik ve kondisyon olarak ikiye ayrılmaktadır.

Fiziksel bir ortam olmadan, hareketlerin akışının öğrenilmesi ve gerçekleştirilmesi için zihinde hayal ederek yapılan antrenmana zihinsel antrenman denir. Yapılan araştırmalar zihinsel antrenmanın motorik gücü arttırmak için yedek enerji depolarını açığa çıkararak %20-25 oranında motorik gücü yükselttiğini saptamıştır (Gündüz, 1993).

İskelet ve kalp-dolaşım sistemine olumlu etkileri olan fiziksel antrenmanın tanımı; kişinin veya bir takımın fiziksel verimini artırmak için, belirli amaçlar doğrultusunda belirli yüklerin belirli aralıklarla uygulanmasıdır (Candan & Dünder, 1996). Bu bağlamda antrenman, bedenin organlar arası koordinasyonunu sağlamak amacıyla, belirli gün ve zamanlarda yapılan, bedenin gücünü daha verimli ve daha ekonomik bir şekilde kullanmak için gerçekleştirilen faaliyetlerdir. Bu faaliyet esnasında organizma yapısında bir değişiklik meydana gelmez (Çalışkan, 2013). Diğer bir tanıma göre ise antrenman, organizmanın yapısını değiştirerek güç verimini belirli zaman ve aralıklarla planlı ve sistematik şekilde arttırmayı amaçlayan faaliyetlerin tümüdür (Dünder, 1995).

2.Volan (Flywheel) Antrenmanının Çalışma Prensipleri ve Fizyolojik Temelleri

Antrenman sporcuların performansını etkileyen fiziksel, psikolojik ve yapmış olduğu spora özgü teknikler içeren bir bilim dalıdır. Sportif performans yalnızca fizyolojik kapasiteyle sınırlı olmayıp motivasyon, dikkat, kaygı yönetimi, benlik saygısı ve zihinsel dayanıklılık gibi psikolojik bileşenlerle de yakından ilişkilidir (Siner, 2025). Sportif performans yalnızca fiziksel kapasite, teknik beceri ve taktik bilgiyle açıklanamayacak kadar çok boyutlu bir yapı göstermekte; psikolojik faktörler de performansın ortaya konulmasında önemli rol oynamaktadır (Siner, 2025). Antrenman bilimi sporcuların performanslarını en iyi duruma getirebilmek için kullanılan metotları içerisinde barındırırken aynı zamanda sakatlıkları da önlemeyi hedeflemektedir (Çetin Sarışık, 2025). Geleneksel direnç antrenmanlarında kas gruplarına uygulanan yük, yerçekimi ivmesine ($g=9.81 \text{ m/s}^2$) ve serbest ağırlıkların veya ağırlık

bloklarının kütlesine bağlıdır. Ancak mikroyerçekimi (uzay) ortamında yerçekimi kuvvetinin bulunmaması, astronotlarda ciddi düzeyde iskelet kası atrofisine ve nöromüsküler güç kaybına yol açmaktadır. Bu metodolojik engeli aşmak amacıyla İsveçli bilim insanları Berg ve Tesch (1994), yerçekiminden bağımsız bir direnç mekanizması kurgulamışlardır. İsveç Karolinska Enstitüsü'nde geliştirilen bu teknoloji, "izometrik" veya "izokinetik" sistemlerden farklı olarak izo-inertsiyal direnç prensibine dayanmaktadır.

İzo-inertsiyal sistemlerde direnç kaynağı, serbest ağırlıklarda olduğu gibi yerçekimine karşı kaldırılan bir kütle değil; dönme ataletine sahip metal aksiyel bir diskin ivmelendirilmesi ve yavaşlatılmasıdır (Tesch vd., 2004). Son 20 yılda uzay tıbbi teknolojisinden atletik performans ve rehabilitasyon alanına aktarılan bu sistemler, spor bilimlerinde geleneksel ağırlık antrenmanlarına alternatif değil, nöromüsküler ve yapısal adaptasyonları en üst seviyeye çıkaran yenilikçi bir antrenman modalitesi olarak kabul görmektedir.

Volan antrenman cihazlarının temel çalışma prensibi, mekanik enerjinin dönüşümü ve momentumun korunumu yasalarına dayanır. Sistem; dönme eksenine bağlı bir mil, bu mil sarılı esnemeyen bir kayış/ip ve kütsel atalet momenti bilinen dönel çarklardan oluşur. Egzersiz iki belirgin faz üzerinden gerçekleşir:

Konsantrik Faz (İvmelenme Evresi): Sporcu hareketin başlangıcından itibaren kaslarını maksimum konsantrik kasılma ile kasarak kayışı hızla çeker. Sporcunun kas gücüyle gerçekleştirdiği doğrusal çekiş hareketi, şaft etrafında dönen volan diskine iletilir ve doğrusal hareket rotasyonel hareket enerjisine dönüştürülür. Sporcu konsantrik faz boyunca ne kadar yüksek bir kuvvet ve ivme uygularsa, çarkın kazanacağı açısal hız ve biriken kinetik enerji o derece yüksek olur.

Eksantrik Faz (Yavaşlatma / Frenleme Evresi): Konsantrik fazın sonuna ulaşıldığında, kayış mil etrafında tamamen açılır ve dönme momentumu sebebiyle volan çarkı aynı yönde dönmeye devam eder. Bu dönüş, kayışın mil etrafına aksi yönde geri sarılmasına neden olur. Volan diski, konsantrik fazda depoladığı mekanik enerjiyi sporcuyu başlangıç konumuna doğru geri çekerek serbest bırakır. Sporcu, çarkın bu geri çekişini ve açığa çıkan enerjiyi emebilmek (yavaşlatmak ve durdurmak) için kaslarını uzatarak kasılmaya (eksantrik kasılma) zorlar.

Volan sistemlerinin sunduğu en kritik fizyolojik ayrıcalık, bağımlı direnç mekanizmasıdır. Geleneksel serbest ağırlıklarda kasın maruz kaldığı yük eklem biyomekanik olarak en zayıf olduğu açıdaki taşıma kapasitesi ile sınırlıdır. Volan cihazlarında ise sabit bir ağırlık kütlesi bulunmadığı için sporcu hareketin tüm eklem açılarında üretebildiği maksimum kuvvet oranında dirençle

karşılaşır. Nöromüsküler açıdan incelediğimizde, Norrbrand ve arkadaşları (2010), volan antrenmanlarının geleneksel serbest ağırlık egzersizlerine kıyasla eksternal yükü ve kas içi elektromiyografik (EMG) aktivasyon düzeyini hem konsantrik hem de eksantrik fazda önemli ölçüde artırdığını göstermişlerdir. Konsantrik fazda maksimum düzeyde uyarılan motor üniteler, eksantrik fazda volanın geri dönen kinetik enerjisini frenlemek için daha yüksek mekanik gerilime maruz kalmaktadır. Bu durum;

Yüksek eşikli Tip IIa ve Tip IIx (hızlı kasılan) motor ünitelerin selektif olarak daha erken rekrüte edilmesini, Motor ünite ateşleme frekansının yükselmesini, Kas-kiriş kompleksinde yüksek mekanik stres algılanarak tip I/II mekanoreseptörlerin uyarılmasını sağlamaktadır (Maroto-Izquierdo vd., 2017).

3.Eksantrik Aşırı Yüklenme (Eccentric Overload) Mekanizması ve Kas Mimarisi (Fasikül Boyu Adaptasyonları)

İskelet kası fizyolojisinde kasların eksantrik kasılma esnasında üretebildiği maksimum izole kuvvet kapasitesi, konsantrik kasılma kapasitesinden yaklaşık %20–50%20–50 daha yüksektir. Geleneksel serbest ağırlık antrenmanlarında kaldırılan kütle sabit olduğundan (örneğin 100 kg Bench Press veya Squat), eksantrik evrede kaslar gerçek maksimum eksantrik kapasitelerinin oldukça altında yüklenmektedir.

Volan antrenmanları, Eksantrik Aşırı Yüklenme olgusunu mekanik bir illüzyon ve hareket stratejisi ile ortaya çıkarır. Sporcu, konsantrik faz boyunca geniş bir eklem açısı ve uzun bir zaman aralığında çarka kinetik enerji aktarır. Eksantrik fazın ilk yarısında kasten direnç göstermeyip, hareketin son açısız aralığında sert ve ani bir frenleme yaparsa; çarkın geniş bir zamanda biriktirdiği enerji, çok kısa bir zaman diliminde emilmek zorunda kalır. Sonuç olarak eksantrik fazda üretilen anlık tepe kuvveti ve güç çıktısı, konsantrik fazda üretilen değerlerin belirgin şekilde üstüne çıkar (Suchomel vd., 2019).

İskelet kasının mimari yapısı; kas liflerinin uzunluğu bu liflerin aponöroz ile yaptığı açı ve kas fizyolojik kesit alanı (PCSA) ile tanımlanır. Kas mimarisi, kasın mekanik çalışma aralığını ve kuvvet-hız ilişkisini doğrudan belirleyen en temel yapısal unsurdur.

GELENEKSEL KONSANTRİK YÜKLENME	EKSANTRİK AŞIRI YÜKLENME (VOLAN)
Paralel Sarkomer Eklemlenmesi (Kas Kesit Alanı Artışı - Hipertrofi / Pennasyon ↑)	Seri Sarkomer Eklemlenmesi (Sarcomerogenesis - Fasikül Boyu Uzaması Lf ↑)

Eksantrik aşırı yüklenme antrenmanlarının kas mimarisi üzerindeki etkileri, mekanik gerilim ve uzama stresi ile tetiklenen Seri Sarkomer Eklemlenmesi sürecine dayanır (Franchi, Reeves & Narici, 2017):

Fasikül Boyunda (Lf) Ulaşan Uzama: Kas uzatarak yüksek gerilim altında çalıştığında, z-çizgilerinde (Z-discs) ve titan protein yapılarında mikro düzeyde mekanik stres oluşur. Bu uyarı, miyofibrillerin uç kısımlarına seri halde yeni sarkomerlerin eklenmesini uyarır. Seri sarkomer sayısının artması, doğrudan ultrasonografik olarak ölçülen Biceps Femoris Caput Longum veya Vastus Lateralis fasikül boyunun (Lf) uzamasını sağlar (Seynnes vd., 2007).

Kuvvet-Uzunluk Eğrisinin Sağ Sağa Kayması: Uzayan fasikül boyu, kasın daha geniş eklem açıları ve daha uzun kas boylarında maksimum kuvvet üretebilmesini sağlar. Bu biyomekanik uyum, kasın aşırı esneme anlarında yaralanmaya karşı sergilediği pasif koruma kapasitesini artırır (Presland vd., 2018).

Pennasyon Açısı ve Hipertrofi: Volan antrenmanları kas içi paralel sarkomer eklemlenmesini de tetikleyerek kas kesit alanını (PCSA) ve pennasyon açısını optimize eder. Ancak geleneksel sadece konsantrik odaklı yüklenmelerin aksine, pennasyon açısındaki artış fasikül boyu kısalmasıyla değil, fasikül boyu uzaması ile eşzamanlı gerçekleşir (Nuñez vd., 2018).

Eksantrik aşırı yüklenmenin moleküler mekanizmasında Dev Protein Titin kritik rol oynar. Kasılma biriminde aktin ve miyozine eşlik eden titin proteini, eksantrik kasılma sırasında bir yay gibi gerilerek kalsiyum iyonlarının (Ca^{2+}) varlığında sertleşir (PEVK bölgesi). Bu mekanizma, ATP harcanmaksızın pasif mekanik direncin yükselmesini ve yüksek kuvvet çıktısının metabolik olarak daha az enerji harcanarak üretilmesini sağlar.

Ayrıca izo-inertsial antrenmanların düzenli uygulanması, başlangıçta oluşan kas hasarını (DOMS) kademeli olarak ortadan kaldıran "Gecikmiş Hasar Koruma Etkisi" (Repeated Bout Effect) geliştirir. Nöronal düzeyde ise eksantrik aşırı yüklenme, omurilik düzeyindeki Ib golgi tendon organı inhibisyonunu desensitize ederek (düşürerek) kasın merkezi sinir sisteminden gelen maksimum motor uyarılara karşı koruyucu refleks baskılamasını ortadan kaldırır.

4.Yön Değiştirme, Sprint ve Sıçrama Performansına Katkıları

Yön değiştirme performansının iyi olması için, yön değiştirme yapmadan önce hareketin yüksek etkinlikte yavaşlatılması ya da durdurulması gerekmektedir. Nitekim yavaşlamanın, yön değiştirme performansı için belki de en önemli bileşen olduğu ifade edilmiştir (Griffith, 2005). Yavaşlama becerisi, hızlanmanın tersi olarak sporcunun hareketin hızını en kısa zamanda ve ne kadar çabuk yavaşlatabildiğini veya durdurabildiğini ifade eden bir kavram

şeklinde tanımlanmaktadır (Hewit vd., 2011). Bu becerinin değerlendirilmesi hızlanma kadar kesin ve kolay olmadığından dolayı alandaki çalışmaların sayısının göreceli olarak az olduğu söylenebilir. Ancak son zamanlarda yapılan araştırmalarla yavaşlama becerisine yönelik ölçüm arayışı içine girildiği gözlenmektedir. Bu çalışmalardan birinde, işitsel bir uyarana kullanılarak kişilerin yavaşlama becerisi ölçülmek istenmiştir (Ashton & Jones, 2019).

Takım veya raket sporlarında sporcular, performanslarını belirleyici çok sayıda hareket gerçekleştirirler. Bu hareketlerin en önemlileri arasında yer alan temel becerilerden birisi çeviklik. Çeviklik, bir uyarana yanıt verilmesini içeren reaktif bir beceridir (Sheppard & Young, 2006). Bu beceri; bilişsel/algısal süreçler ve yön değiştirme sürati olmak üzere iki temel başlık altında kategorize edilmektedir (Sheppard & Young, 2006). Bu iki özellik, adeta bir elmanın iki yarısı gibi çeviklik becerisini oluşturur. Sportif müsabaka sırasında sporcunun herhangi bir uyarana göre hareket etmesi; örneğin rakip oyuncuya göre pozisyon alması, onun pozisyonuna göre teknik becerileri uygulaması veya topun geliş yönüne göre vücudunu yeniden ayarlaması gerekir. Başka bir deyişle, hücum ve savunma aksiyonları sırasında sporcu bu becerinin performansına ciddi ölçüde ihtiyaç duymaktadır.

Bununla birlikte çeviklik becerisi, bazen yön değiştirme sürat performansı olarak yani reaktiflik içermeyen de gerçekleşebilir. Young ve arkadaşlarının (2015) çalışmasında verdiği örneklerden yola çıkacak olursak; bir Amerikan futbolu oyuncusu önce sprint atıp daha sonra "L kat" yapabilir ya da bir basketbolcu savunmanın zayıf tarafını belirledikten sonra o tarafa doğru hareket edip skoru değiştirme çabası içinde önceden belirlediği becerileri uygulayabilir. Kişinin fiziksel ve teknik yeterliliklerine ihtiyaç duyan (Haff & Triplett, 2015) yön değiştirme sürat becerisi, birçok bilimsel araştırmanın ana konusu olmuştur (Adıgüzel vd., 2018; Condello vd., 2013; Gabbett, Kelly & Sheppard, 2008; Loturco, Jeffreys vd., 2020; McCormick vd., 2014; Nimphius vd., 2016, 2018; Young, Dawson & Henry, 2015). Bu bakımdan yön değiştirme sürat becerisi, bilişsel ve algısal süreçler kadar önemli olup, fiziksel özelliklere doğrudan bağlı bir yeti olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sprint ve çeviklik yalnızca kas-iskelet sistemine ait fiziksel kapasiteyle sınırlı olmayıp, oyunun hızla değişen yapısına uygun kararların zamanında verilebilmesi açısından bilişsel süreçlerle de doğrudan ilişkilidir. Literatürde, bu iki performans bileşeninin geliştirilmesine yönelik antrenmanların; reaksiyon süresinin kısılması ve durumsal farkındalığın artması gibi bilişsel çıktılar üzerinde de olumlu etkiler yarattığı belirtilmektedir (Serpell vd., 2010). Çetin Sarışık ve Şahin (2024), sekiz hafta boyunca haftada üç gün uygulanan FIFA 11+ kapsamlı ısınma programının elit ve sub-elit kayakçılarda çeviklik

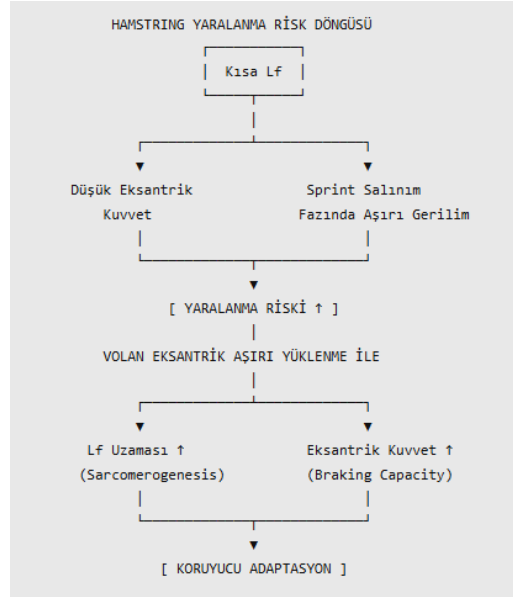
performansında olumlu değişimler oluşturduğunu bildirmiştir. Özellikle Hexagon Çeviklik Testi'nin ilk turunda sub-elit sporcularda anlamlı bir gelişme gözlenirken, her iki grupta da test sürelerinin azaldığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, çalışmada sprint performansı doğrudan değerlendirilmemiştir.

Öte yandan sıçrama, bacak kaslarının kasılma hızına ve koordinasyonuna bağlı olmakla birlikte bir sporcunun geliştirmesi gereken en önemli fiziksel özelliklerinden biri olarak kabul edilmektedir (Cizauskas, Kliziene, Klizas & Sipaviciene, 2014). Sıçrama; basketbol ve hentbol gibi pek çok branşın sayı getiren spesifik hareketlerinin içinde doğrudan yer aldığından ve sıçrama testleri aynı zamanda bir anaerobik güç belirleyicisi olduğundan, sıçrama performansını ölçen testler hem araştırmacılar hem de antrenörler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (Koca, Kosova, Kosova & Arkan, 2019; Mancha-Triguero, Garcia-Rubio, Calleja-Gonzalez & Ibanez, 2019; Ramirez-Campillo vd., 2020).

5.Hamstring ve Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) Yaralanmalarını Önlemede Volan Antrenmanı

Hamstring strain yaralanmaları (HSI), özellikle futbol, sprint, ragbi ve basketbol gibi yüksek ivmelenme, yavaşlama ve maksimum hız koşuları içeren branşlarda en sık rastlanan kas yaralanması tipidir. Yaralanmaların %84'ünden fazlası Biceps Femoris Caput Longum (BFLh) kasında meydana gelir. Yaralanmanın biyomekanik olarak en hassas olduğu evre, sprint koşusunun salınım sonu evresidir. Bu fazda hamstring kas grubu, kalçanın fleksiyonunu ve dizin ekstansiyonunu frenlemek için maksimum uzama altında yüksek eksantrik kasılma sergiler.

Timmins ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan çığır açıcı prospektif çalışmada, elit sporcularda iki temel değiştirilebilir risk faktörü tanımlanmıştır: Kısa BFLh Fasikül Boyu ($L_f < 10.56 \text{ cm}$): Fasikül boyu kısa olan sporcuların hamstring yaralanmasına yakalanma riskinin 4.1 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Düşük Eksantrik Diz Fleksör Kuvveti ($< 337 \text{ N}$): Eksantrik diz fleksör kuvveti zayıf olan sporcularda risk 4.4 kat artış göstermektedir.



Geleneksel olarak kullanılan Nordic Hamstring egzersizi (NHE) eksantrik kuvvet ve fasikül boyunu artırmada etkili olsa da, hareketin izokinetik yapıda olmaması ve kalça eklem açısını içermemesi gibi sınırlılıklara sahiptir. Volan teknolojisi ile gerçekleştirilen Leg Curl ve Flywheel Hip Extension / Deadlift egzersizleri, hamstring kas grubuna çok daha yüksek mekanik gerilim yükler. Askling ve arkadaşları (2003) tarafından elit futbolcular üzerinde yapılan klasik çalışmada, sezon öncesi hazırlık dönemine volan eksantrik antrenmanı eklenen grubun sezon içi hamstring yaralanma oranlarında %60–70 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlenmiştir. Volan antrenmanı: BFlh fasikül boyunu (LfLf) ortalama 1.2–2.0 cm aralığında uzatarak kasın yapısal mimarisini yaralanmaya dirençli hale getirir (Presland vd., 2018). Kasın maksimum kuvvet ürettiği optimum tepe açısını (peak torque angle) daha geniş diz ekstansiyon açalarına kaydırarak sprint sırasındaki gerilim yırtılmalarını engeller (Bourne vd., 2018).

Ön Çapraz Bağ (ÖÇB) yaralanmaları, sıklıkla temassız mekanizmalarla; ani yön değiştirme , tek bacak zıplama sonrası iniş ve aniden yavaşlama anlarında meydana gelir. Bu hareketler esnasında diz ekleminde yüksek anterior tibial makaslama kuvveti ve diz valgus momenti oluşur. Hamstring kas grubu, ÖÇB'nin birincil agonist yardımcısı ve dinamik koruyucusudur. Hamstring kasları kasıldığında kaval kemiğinin öne doğru kaymasını engeller ve ÖÇB üzerindeki mekanik yükü doğrudan azaltır. Volan cihazları ile yapılan çok eklemlili ve tek eklemlili eksantrik aşırı yüklenme antrenmanlarının ÖÇB

yaralanmalarını önlemedeki mekanizmaları şunlardır (Tous-Fajardo vd., 2016; Raya-González vd., 2021):

Quadriceps / Hamstring (Q:H) Kuvvet Oranının Optimize Edilmesi: Güçlü Quadriceps kasları tibianı öne çekerek ÖÇB'ye yük bindirirken; volan ile güçlendirilen eksantrik hamstring kuvveti (Functional Q:H ratio), iniş ve frenleme anında diz eklemini kilitler. Eksantrik Frenleme Kapasitesinin Gelişimi: İzo-inertsial antrenmanlar, sporcuların ani yavaşlamalar sırasında nöromüsküler ko-kontraksiyon (Quadriceps ve Hamstring kaslarının eşzamanlı dengeli kasılması) yeteneğini artırır. Böylece dize binen valgus açısız yüklenmeleri absorbe edilir (De Hoyo vd., 2015). Propriyosepsiyon ve Nöromüsküler Kontrol: Volan diskinin yarattığı değişken eksantrik çekiş gücü, diz çevresindeki propriyoseptörleri uyarak sporcunun beklenmeyen dinamik yüklenmelerde diz stabilizasyonunu koruma becerisini yükseltir.

6.Pratik Antrenman Programlama Protokolleri

Antrenman sürecinde kullanılan pratiklerin ve gerçekleştirilen müdahalelerin belirlenmesi, bu uygulamaların şekillenmesinde rol oynayan bilişsel ve düşünsel süreçlerin anlaşılmasına kıyasla daha kolay bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir. Çünkü antrenörlerin uygulamalarını hangi gerekçeler doğrultusunda gerçekleştirdiklerini açıklamaları her zaman mümkün olmayabilmekte ve antrenörlerin benimsediklerini ifade ettikleri pedagojik yaklaşımlar ile uygulama ortamında sergiledikleri davranışlar arasında farklılıklar ortaya çıkabilmektedir (Ashford vd., 2025; Duggan vd., 2021; Hooper, 2020; Nash vd., 2025; Partington & Cushion, 2013).

Literatürde, antrenörlerin ifade ettikleri düşünceler ile uygulamadaki davranışları arasındaki bu uyumsuzluk "epistemolojik boşluk" kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Epistemolojik boşluk, antrenörün sahip olduğunu belirttiği bilgi, inanç ve pedagojik anlayış ile bu unsurların antrenman ortamındaki uygulamalarına yansımaları arasındaki farklılığı ifade etmektedir (Light, 2008; Partington & Cushion, 2013). Dolayısıyla antrenörlerin ne yaptıklarının yanı sıra, gerçekleştirdikleri uygulamaları hangi bilgi, deneyim ve düşünsel süreçler doğrultusunda şekillendirdiklerinin incelenmesi, antrenman sürecinin daha kapsamlı biçimde anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

Bu doğrultuda gerçekleştirilen araştırmalar, antrenörlerin antrenman tasarımıyla yalnızca bilimsel bilgi ve biçimsel eğitim yoluyla edindikleri bilgilerden yararlanmadıklarını göstermektedir. Antrenörlerin kişisel sezgileri, sporun içerisinde zamanla oluşmuş geleneksel uygulamalar ve diğer antrenörlerin davranışlarının gözlemlenmesi de antrenman tasarımıyla şekillenmesinde etkili olabilmektedir (Harvey vd., 2013; Williams & Hodges,

2005). Bu bilgi kaynakları ve deneyimler, antrenörlerin uygulamalarını yönlendiren ve çoğunlukla örtük biçimde gelişen halk pedagojilerinin oluşumuna katkı sağlamaktadır.

Bununla birlikte, antrenörlerin antrenman tasarımı başvurdıkları bilgi kaynakları ve uygulama biçimleri sabit bir özellik göstermemekte, sahip oldukları uzmanlık düzeyine göre farklılaşabilmektedir. Sporcuların sahip oldukları beceri ve yeteneklerin geliştirilmesinde bilimsel araştırmalara dayalı bir yaklaşım izlenmesi önem taşımaktadır (Çetin Sarışık, 2026). Özellikle antrenörlük deneyimi ve uzmanlık düzeyindeki farklılıkların, antrenman planlama ve uygulama süreçlerinde kullanılan bilgi ve deneyimlerin niteliğini etkileyebildiği belirtilmektedir (Stonebridge & Cushion, 2018). Bu nedenle antrenörlerin uygulamalarını anlamaya yönelik araştırmalarda yalnızca gözlemlenebilir antrenman pratiklerine odaklanmak yerine, bu pratikleri biçimlendiren bilgi, inanç, deneyim ve düşünsel süreçlerin de dikkate alınması gerekmektedir.

Antrenman sürecinde kullanılan alıştırmalar, gerçekleştirilecek çalışmanın amacına bağlı olarak farklı biçimlerde adlandırılabilir. Örneğin, uygulanan çalışmanın içeriği esas alındığında koşu, pas ve şut çalışmaları gibi ifadeler kullanılırken; geliştirilmesi amaçlanan performans özelliği temel alındığında ise teknik, dayanıklılık veya kuvvet çalışmaları şeklinde sınıflandırmalar yapılabilir. Bununla birlikte, beceri öğrenimi perspektifinden ele alınan araştırmalar, antrenman alıştırmalarının yalnızca içeriklerine göre değil, aynı zamanda yapısal ve pedagojik özelliklerine göre de sınıflandırılabilirliğini ortaya koymaktadır (Ford vd., 2010; O'Connor vd., 2018).

Bu doğrultuda antrenman alıştırmaları genel olarak dril (antrenman), oyun ve geçiş olmak üzere üç temel kategoride değerlendirilmektedir. Önceden belirlenmiş bir yapıya ve büyük ölçüde sabit uygulama koşullarına sahip çalışmalar dril olarak tanımlanırken; rakip, rekabet ve değişken uygulama koşullarını içeren alıştırmalar oyun kapsamında ele alınmaktadır. Dril ve oyun etkinlikleri arasında kalan, bir çalışmadan diğerine geçiş amacıyla kullanılan zaman dilimleri ise geçiş bölümleri olarak ifade edilmektedir (Cushion vd., 2012).

Antrenmanın hedefi ve içeriğine bağlı olarak söz konusu alıştırmaların kullanım biçimleri, süreleri ve organizasyonları da farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle antrenman tasarımı dril, oyun ve geçiş bölümlerinin nasıl yapılandırıldığı, çalışmanın amaçları doğrultusunda değişen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Kinnerk vd., 2019; Kinnerk vd., 2025; O'Connor vd., 2018).

KAYNAKLAR

- Adıgüzel, S. (2021). The Effect of Swimming Training on Some Biochemical Parameters of Young Swimmers. *Age (years)*, 19(26.00), 24-5.
- Ashford, M., Cope, E., Abraham, A., & Poolton, J. (2025). Coaching player decision making in rugby union: Exploring coaches' espoused theories and theories in use as an indicator of effective coaching practice. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 30(1), 28-49. <https://doi.org/10.1080/17408989.2022.2153822>
- Ashton, Jonty, ve Paul A. Jones. (2019). The Reliability of Using a Laser Device to Assess Deceleration Ability. *Sports* 7 (8): 191.
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244-250. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
- Berg, H. E., & Tesch, P. A. (1994). A gravity-independent ergometer to be used for resistance training in space. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 65(8), 752-756.
- Bourne, M. N., Timmins, R. G., Opar, D. A., Pizzari, T., Ruddy, J. D., Sims, C., Williams, M. D., & Shield, A. J. (2018). An evidence-based framework for strengthening exercises to prevent hamstring injury. *Sports Medicine*, 48(2), 251-267. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0796-0>
- Candan, N. ve Dündar, U. (1996). *Atletizm Teorisi. Sporsal Uygulama Dizisi*, Ankara. s.11-13
- Cizauskas, G., Kliziene, I., Klizas, S., & Sipaviciene, S. (2014). The effect of plyometric training on explosive power and jumping performance. *Educational Performance & Sports Science*, 16(2), 45-52.
- Condello, G., Minganti, C., Lupo, C., Benvenuti, C., Pacini, D., & Tessitore, A. (2013). Evaluation of change-of-direction movements in young rugby players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 52-56. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.52>
- Cushion, C., Ford, P. R., & Williams, A. M. (2012). Coach behaviours and practice structures in youth soccer: Implications for talent development. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1631-1641. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.721930>
- Çalışkan, O. (2013). Özel düzenlenmiş pliometrik antrenmanların atletizm yapan (11-13 yaş) çocukların aerobik ve anaerobik güçlerine etkisi (Master's thesis, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Çetin Sarışık, D. (2025). Farklı zeminlerde antrenman uygulamaları ve etkileri. İçinde E. Kürkcü Akgönül & K. Kurak (Ed.), *Spor & Bilim 2025*:

- Antrenman ve sportif performans* (ss. 237–247). Efe Akademi.
<https://doi.org/10.59617/efepub2025106>
- Çetin Sarışık, D., & Şahin, F. N. (2024). Effects of a comprehensive warm-up program on performance parameters of elite and sub-elite male skiers. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 13, Article 38.
<https://doi.org/10.6018/sportk.529251>
- Çetin Sarışık, D. (2026). The relationship between anthropometric characteristics and tapping dynamic strength, balance, and force velocity in elite handball players. *International Journal of Sport, Health, Exercise and Recreation Research*, 2(1), 1–14.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.19882790>
- Çumralıgil B, Görücü A. (2007). Örgütlenme Yönetim Biçimleriyle Spor. Konya: Selçuk Üniversitesi Yayını.
- De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Navarro, F., & Alvarez-Mesa, A. (2015). Effects of a low-volume in-season flywheel device-based program on muscle power and countermovement jump in young elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2163–2170. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000858>
- Duggan, C., Mulvenna, C., Hounsell, T., & Fonseca, J. (2021). Exploring coaching behaviors and the relationship to coaching philosophy: A study of grassroots soccer coaches. *The International Journal of Sport and Society*, 12(2), 137–151. <https://doi.org/10.18848/2152-7857/CGP/v12i02/137-151>
- Dündar, U. (1995). *Antrenman Teorisi*. 2. Baskı, Ankara. s.9.
- Ford, P. R., Yates, I., & Williams, A. M. (2010). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: Exploring the link between science and application. *Journal of Sports Sciences*, 28(5), 483–495.
<https://doi.org/10.1080/02640410903582750>
- Franchi, M. V., Reeves, N. D., & Narici, M. V. (2017). Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: Morphological, molecular, and functional adaptations. *Frontiers in Physiology*, 8, 447. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00447>
- Gabbett, T. J., Kelly, J. N., & Sheppard, J. M. (2008). Speed, change of direction speed, and reactive agility of rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 174–181. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31815ef700>

- Griffith, Michael. (2005). "Putting on the Brakes: Deceleration Training". *Strength & Conditioning Journal* 27(1), 74-77.
- Gündüz, N. (1993). Antrenman Bilgisi. Kanyılmaz Matbaası İzmir. s.13-14-17
- Harre, D. (1982). Special problems in preparing for athletic competitions. *Principles*
- Hacıoğlu C. (2001). Türkiye’de Profesyonel Spor Kulüplerinin ve Sporcuların Vergilendirilmesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir, Anadolu Üniversitesi.
- Haff, G G, & N T Triplett. (2015). *Essentials of Strength Training and Conditioning* 4th Edition. Human Kinetics.
- Han, M. T., Siner, E., & Dursun, M. (2024). Relationship between sports life satisfaction and life commitment. *Research in Sports Science*, 14(2), 80–89. <https://doi.org/10.5152/rss.2024.24025>
- Harre, D. (1982). Special problems in preparing for athletic competitions. *Principles of Sports Training*.-Berlin: Sportverlag, 216-227
- Harvey, S., Cushion, C. J., Cope, E., & Muir, B. (2013). A season long investigation into coaching behaviours as a function of practice state: The case of three collegiate coaches. *Sports Coaching Review*, 2(1), 13–32. <https://doi.org/10.1080/21640629.2013.837238>
- Hewit, J., Cronin, J., Button, C., & Hume, P. (2011). Understanding deceleration in sport. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), 47–52. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182088a8f>
- Hewit, J., Cronin, J., Button, C., & Hume, P. (2011). Understanding deceleration in sport. *Strength and Conditioning Journal*, 33(1), 47–52.
- Hooper, D. N. (2020). An examination of the philosophies, behaviours and practices present within grassroots soccer, considering the perspectives of coaches and coach educators [Doktora tezi, Northumbria University]
- Hosseinalipour, F. (2015). Üniversiteli sporcu öğrencilerin sporda, motivasyon düzeyleri ve stresle başa çıkma yöntemlerinin incelenmesi (Tez No. 381484) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. Ankara.
- Kinnerk, P., Harvey, S., Kearney, P., MacDonncha, C., & Lyons, M. (2019). An investigation of the self-reported practice activities and session sequencing of inter-county Gaelic football coaches. *International Sport Coaching Journal*, 6(2), 211–219. <https://doi.org/10.1123/iscj.2018>
- Kinnerk, P., Kearney, P. E., Harvey, S., & Lyons, M. (2025). Gaelic Football Coaches' Use of a Game-Based Approach Impacts Game Performance, Session Characteristics, and Player Perceptions. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 96(4), 732–747. <https://doi.org/10.1080/02701367.2025.2496263>

- Koca Kosova, M., Kosova, S., & Arkan, A. (2019). The Effects of static stretching on anaerobic performance in athletes with different flexibility levels. *Journal of Physical Education & Sports Science/Beden Egitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-10. Köklü, Y., Alemdaroğlu, U., Özkan, A., Koz, M., & Ersöz, G. (2015). The relationship between sprint ability, agility and vertical jump performance in young soccer players. *Science & Sports*, 30(1), e1-e5. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2013.04.006>
- Light, R. (2008). Complex learning theory—Its epistemology and its assumptions about learning: Implications for physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 27(1), 21–37. <https://doi.org/10.1123/jtpe.27.1.21>
- Loturco, I., Jeffreys, I., Abad, C. C. C., Kobal, R., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Nimphius, S. (2020). Change-of-direction, speed and jump performance in soccer players: A comparison across different age-categories. *Journal of Sports Sciences*, 38(11-12), 1255–1261. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574276>
- Mancha-Triguero, D., García-Rubio, J., Calleja-González, J., & Ibáñez, S. J. (2019). Physical fitness in basketball players according to competitive level and playing position. *Journal of Human Kinetics*, 68(1), 215–225. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0065>
- Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., Fernandez-Gonzalo, R., Moreira, O. C., González-Gallego, J., & de Paz, J. A. (2017). Skeletal muscle functional and structural adaptations after eccentric overload flywheel resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2034–2043. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001747>
- McCormick, B. T., Hannon, J. C., Raines, M., Young, W. B., & Newton, R. U. (2014). Show me your agility test and I'll show you your movement skill. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 85(7), 29–33.
- Nash, C., Beckmann, J., Crespo, M., & Martínez-Gallego, R. (2025). Walk the walk or talk the talk: Elite coaches' espoused thoughts and actions. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/17408989.2025.2522446>
- Nimphius, Sophia, Samuel J. Callaghan, Neil E. Bezodis, ve Robert G. Lockie. (2018). "Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance". *Strength and Conditioning Journal*.
- Nimphius, Sophia, Samuel J. Callaghan, Tania Spiteri, ve Robert G. Lockie. (2016). "Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of

- Change of Direction Performance Than Total 505 Time". *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Norrbrand, L., Pozzo, M., & Tesch, P. A. (2010). Flywheel resistance training calls for greater eccentric muscle activation than weight training. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 997-1005. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1575-7>
- Nuñez, F. J., Santalla, A., Carrasquilla, I., Asian, J. A., Reina, J. I., & Suarez-Arrones, L. J. (2018). The effects of flywheel resistance training on muscle function and hypertrophy in a young population. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(7), 1875-1884. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002555>
- O'Connor, D., Larkin, P., & Williams, A. M. (2018). Observations of youth football training: How do coaches structure training sessions for player development? *Journal of Sports Sciences*, 36(1), 39–47. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1300314>
- Partington, M., & Cushion, C. (2013). An investigation of the practice activities and coaching behaviors of professional top-level youth soccer coaches. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(3), 374–382. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01383.x>
- Presland, J. D., Timmins, R. G., Bourne, M. N., Williams, M. D., & Opar, D. A. (2018). The effect of eccentric training on biceps femoris long head fascicle length when total work is matched. *European Journal of Applied Physiology*, 118(9), 1917-1926. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3913-x>
- Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Garcia-Pinillos, F., Sanchez-Sanchez, J., Yanci, J., Castillo, D., ... & Izquierdo, M. (2020). Effects of plyometric jump training on physical fitness in soccer players: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(4), 745–763. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01225-1>
- Raya-González, J., Castillo, D., & Beato, M. (2021). The physiological and performance effects of flywheel resistance training in team sports: A systematic review. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 89. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00388-7>
- Serpell, B. G., Ford, M., & Young, W. B. (2010). The development of a new test of agility for rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3270–3277. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b60430>
- Seynnes, O. R., de Boer, M., & Narici, M. V. (2007). Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity

- resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 102(1), 368-373. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00789.2006>
- Sheppard, J., ve W. Young. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences* 24 (9): 919–32.
- Siner, E. (2025). Sportif güven ve öz-yeterlik: Kuramsal yaklaşımlar, modeller ve performansla ilişkisi. İçinde E. Birol & S. Ş. Birol (Ed.), *Spor bilimleri alanında araştırma yöntemleri ve yenilikçi uygulamalar* (ss. 191–207). Platanus Publishing.
- Siner, E. (2025). Spor, psikoloji ve kültür ilişkisi. İçinde E. Kan & M. T. Han (Ed.), *Spor bilimlerinde psikososyal araştırmalar III* (ss. 89–100). Gazi Kitabevi.
- Stonebridge, I., & Cushion, C. (2018). An exploration of the relationship between educational background and the coaching behaviours and practice activities of professional youth soccer coaches. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 23(6), 636–656. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1485143>
- Suchomel, T. J., Wagle, J. P., Douglas, J., Taber, C. B., Harden, M., Haff, G. G., & Stone, M. H. (2019). Implementing eccentric resistance training—Part 1: A brief review of theory and methods. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(2), 38. <https://doi.org/10.3390/jfmk4020038>
- Tatlısu, B., & Kan, M. E. (2023). Öğretmen adaylarının spor ve farklı değişkenler açısından zekâ oyunlarına karşı tutumlarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1997-2003.
- Tesch, P. A., Ekberg, A., Lindquist, D. M., & Trieschmann, J. T. (2004). Muscle hypertrophy and strength gains after 29 days of flywheel resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 92(1-2), 38-45. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1048-2>
- Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris long head fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring strain injury in elite football players: A prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1524-1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>
- Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing change of direction ability in football players with a flywheel resistance training program. *Journal of Sports Sciences*, 34(11), 1010-1018. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1096011>

- Turan, M., Tatlısu, B., Tatlısu, T., & Uçan, İ. (2021). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Sıkıntıya Dayanma Düzeylerinin Spor ve Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi (Atatürk Üniversitesi Örneği). *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 63-75.
- Turan, M., Tatlısu, B. ve Uçan, İ. (2020). Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğrencilerin, Sosyal Görüntü Kaygı Düzeylerinin Özgüvenleri Üzerine Etkisi (Atatürk Üniversitesi Örneği). Spor ve Sağlık Araştırmaları. (Edt: Ağgön,E. ve Ağırbaş, Ö.) Akademisyen Yayın Evi. Ankara 173-188
- Williams, A. M., & Hodges, N. J. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 637–650. <https://doi.org/10.1080/02640410400021328>
- Young, Warren B., Brian Dawson, ve Greg J. Henry. (2015). Agility and Changeof-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Training for Agility in Invasion Sports. *International Journal of Sports Science & Coaching* 10 (1): 159–69.

6. Bölüm

Antrenman Süresi, Zamanlaması ve Sportif Performans İlişkisi

Tunç İLÇİN¹

Özet

Sportif performans, antrenman uyarının niceliği kadar bu uyarının gün, hafta ve sezon içindeki dağılımından da etkilenmektedir. Bu bölümde antrenman süresi, seans sıklığı, günün saati, sirkadiyen ritim, toparlanma ve dönemleme arasındaki ilişkiler güncel araştırmalar ışığında ele alınmaktadır. Bulgular, tüm sporcular için geçerli tek bir ideal antrenman saati ya da süresinin bulunmadığını; performans kazanımlarının yüklenmenin niteliği, bireysel yanıt, uyku düzeni ve yarışma koşullarıyla birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Antrenman ile performans testinin benzer saatlerde gerçekleştirilmesi bazı performans çıktıları açısından yararlı olabilir. Bununla birlikte mevcut kanıtlar, sabah veya akşam antrenmanının uzun dönem uyumlarda evrensel üstünlüğünü doğrulamamaktadır. Bölüm, antrenman programlarının zaman boyutunu bütüncül olarak yönetmeye yönelik uygulama önerileri sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Antrenman süresi, sirkadiyen ritim, antrenman zamanlaması, sportif performans, toparlanma.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bitlis Eren Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi
Orcid: 0000-0003-2681-7046

1. Giriş

Sportif başarı yalnızca yapılan egzersizin yoğunluğu ya da toplam miktarıyla açıklanamaz. Bir antrenman uyarının ne kadar sürdüğü, hangi sıklıkla tekrarlandığı, günün hangi zaman diliminde uygulandığı ve sonrasında ne kadar toparlanma fırsatı sağlandığı, organizmanın verdiği fizyolojik yanıtın önemli belirleyicileridir. Antrenman süresini performanstan bağımsız bir değişken olarak değerlendirmek bu nedenle yanıltıcı olabilir. Aynı süre içinde gerçekleştirilen iki seans, hareket seçimi, yoğunluk, dinlenme aralığı ve sporcunun hazır bulunuşluğu farklı olduğunda eşdeğer yük oluşturmaz (American College of Sports Medicine [ACSM], 2009).

Antrenman biliminin temel amacı, uygun yüklenme ve toparlanma dengesini kurarak performansı sürdürülebilir biçimde geliştirmektir. Bu çerçevede süre, yüklenmenin yalnızca nicel göstergelerinden biridir; zamanlama ise yüklenmenin biyolojik ritimlerle ve müsabaka takvimiyle uyumunu ifade eder. Uluslararası Olimpiyat Komitesinin uzlaşısı raporu, yük yönetiminin sakatlık riskinin azaltılması ve sporcu sağlığının korunması açısından bireyselleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Soligard et al., 2016).

Bu bölümün amacı, antrenman süresi ile gün içi ve uzun dönem zamanlamanın sportif performansa etkilerini kavramsal ve uygulamalı düzeyde tartışmak; araştırma bulgularının sınırlarını ortaya koyarak antrenörlere kanıta dayalı karar ilkeleri sunmaktır.

2. Antrenman Süresinin Kavramsal ve Fizyolojik Temelleri

Antrenman süresi, tek bir seansın başlangıcından bitişine kadar geçen toplam zaman olarak tanımlanabileceği gibi, belirli bir mikro döngüde veya hazırlık döneminde egzersize ayrılan birikimli zaman şeklinde de ele alınabilir. Ancak toplam seans süresi ile etkin çalışma süresinin ayrıştırılması gerekir. Isınma, teknik açıklama, setler arası dinlenme ve soğuma gibi bileşenler toplam süreyi artırırken doğrudan mekanik veya metabolik uyarının miktarını aynı oranda artırmayabilir.

Direnç antrenmanlarında sürenin anlamı, set ve tekrar sayısı, yük büyüklüğü, hareket temposu ve setler arası dinlenmeyle birlikte ortaya çıkar. ACSM (2009), antrenman geçmişi ve hedefe göre yoğunluk, hacim ve sıklığın kademeli biçimde düzenlenmesini önermektedir. Bu nedenle kısa süreli fakat yüksek yoğunluklu bir kuvvet seansı, uzun süreli ancak düşük yoğunluklu bir seansla aynı adaptasyonu oluşturmayabilir.

Dayanıklılık çalışmalarında da egzersiz süresi tek başına yeterli açıklayıcı değildir. Süre uzadıkça toplam enerji gereksinimi, substrat kullanımı, termoregülasyon ve sıvı dengesi önem kazanır. Bununla birlikte egzersizin

şiddeti, birikimli yorgunluğu belirleyen başlıca etmenlerdendir. Süreyi artırmak, yalnızca sporcunun mevcut toleransı ve toparlanma kapasitesiyle uyumlu olduğunda yararlı bir yüklenme stratejisidir.

Antrenman süresinin optimizasyonu, “daha uzun her zaman daha iyi” anlayışından uzaklaşmayı gerektirir. Belirli bir eşiğin ardından ek çalışma, kazanımı artırmak yerine teknik kalitenin düşmesine, algılanan zorlanmanın yükselmesine ve sonraki seansların niteliğinin bozulmasına neden olabilir. Bu olasılık özellikle sık müsabaka yapan ve birden fazla fiziksel özelliği eş zamanlı geliştirmeye çalışan sporcularda dikkate alınmalıdır.

3. Sirkadiyen Ritim ve Gün İçi Performans Değişkenliği

Sirkadiyen ritim, yaklaşık 24 saatlik döngülerle düzenlenen fizyolojik ve davranışsal süreçlerin bütünüdür. Uyku-uyanıklık örüntüsü, vücut sıcaklığı, hormonal salınım, dikkat ve öznel uyanıklık gibi değişkenler gün içinde farklılaşabilir. Bu değişimler, aynı sporcunun farklı saatlerde yaptığı performans testlerinin sonuçlarında dalgalanma görülmesini açıklayan olası mekanizmalar arasındadır.

Bununla birlikte gün içi performans farklılıkları her spor branşında ve her bireyde aynı yön ve büyüklükte değildir. Kronotip, alışılmış uyku saatleri, çevresel sıcaklık, beslenme zamanı, kafein tüketimi ve önceki günün antrenman yükü ölçümlere etki edebilir. Kang ve arkadaşlarının (2023) sistematik derleme ve meta-analizi, kardiyorespiratuvar yanıtlar ile dayanıklılık performansındaki gün içi farklılıkların değerlendirilmesinde bu değişkenlerin dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Özellikle sabah ve akşam ölçümlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda akut performans düzeyi ile uzun süreli antrenman adaptasyonu birbirinden ayrılmalıdır. Belirli bir saatte daha yüksek anlık kuvvet ya da güç üretimi, aynı saatte aylarca antrenman yapmanın mutlaka daha büyük kazanım sağlayacağı anlamına gelmez. Bruggisser ve arkadaşlarının (2023) sistematik derlemesi, belirli bir gün saatinde antrenman yapmanın uzun dönem sağlık ve performans sonuçları açısından üstünlüğüne ilişkin kanıtların sınırlı olduğunu ortaya koymuştur.

Pratik açıdan sirkadiyen ritim bilgisi, sporcuyu tek bir saat dilimine zorlamaktan çok, testlerin standardizasyonu ve yarışma saatine özgü hazırlık için kullanılmalıdır. Sabah yarışacak bir sporcunun önemli seanslarının bir bölümünü sabah yapması, yarışma koşullarına alışma açısından makul bir yaklaşımdır; ancak bu yaklaşımın her branşta aynı büyüklükte etki oluşturacağı varsayılmamalıdır.

4. Antrenman Zamanlamasının Akut ve Kronik Etkileri

Antrenman zamanlaması iki ayrı düzeyde incelenebilir: Birincisi, egzersizin günün hangi saatinde yapıldığı; ikincisi ise seansların haftalık ve sezonluk düzende nasıl konumlandırıldığıdır. İlk düzey biyolojik ritimler ve günlük yaşam koşullarıyla, ikinci düzey ise yüklenme-toparlanma organizasyonu ve dönemleme ilkeleriyle yakından ilişkilidir.

Bruggisser ve arkadaşları (2023), 26 çalışmayı içeren sistematik incelemelerinde, sabah ya da günün ilerleyen saatlerinde yapılan antrenmanların uzun dönem performans gelişiminde belirgin ve tutarlı bir üstünlük göstermediğini bildirmiştir. Buna karşılık antrenman saati ile performans testinin saatinin örtüşmesi bazı çıktılar bakımından olumlu görünmektedir. Bulguların yorumlanmasında örneklem büyüklükleri, çalışma tasarımları ve yanlılık riski önemli sınırlılıklardır.

Akut zamanlama etkileri, egzersiz öncesi uyanıklık süresi ve beslenme durumuyla da ilişkilidir. Sabah erken saatlerde yapılan seanslarda yetersiz uyku veya eksik ısınma performansı sınırlayabilirken, akşam geç saatlerde yapılan yoğun seanslar bazı sporcularda uyku düzeniyle çatışabilir. Bu olasılıklar bireysel düzeyde izlenmeli, tüm sporcular için değişmez kurallar olarak sunulmamalıdır.

Uzun dönem zamanlama ise antrenman uyarılarının birbirini destekleyecek şekilde sıralanmasını gerektirir. Yoğun kuvvet, sürat ve yüksek yoğunluklu dayanıklılık seanslarının art arda yerleştirilmesi, toparlanma gereksinimini artırabilir. Program tasarımında hedeflenen fiziksel niteliğe öncelik verilmesi ve yüksek kaliteli seansların yeterli hazırlıkla uygulanması önem taşır (ACSM, 2009).

5. Antrenman Süresi, Yük Yönetimi ve Toparlanma

Antrenman yükü, dış yük ve iç yük boyutlarıyla izlenebilir. Dış yük; koşulan mesafe, kaldırılan ağırlık, tekrar sayısı veya çalışma süresi gibi yapılan işin göstergelerini içerirken iç yük, organizmanın bu işe verdiği fizyolojik ve algısal yanıtı ifade eder. Aynı dış yükün farklı günlerde farklı iç yük oluşturabilmesi, zaman ve sürenin bireysel bağlamda değerlendirilmesini zorunlu kılar (Soligard et al., 2016).

Uzun süreli antrenmanların temel sorunu yalnızca seans sırasındaki yorgunluk değildir. Birikimli yük, sonraki günlerdeki hareket kalitesini, motivasyonu ve yüksek yoğunluklu çalışmaları gerçekleştirme kapasitesini de etkileyebilir. Bu nedenle toplam haftalık hacim planlanırken tek tek seansların süreleri kadar seanslar arasındaki dinlenme fırsatları da göz önünde bulundurulmalıdır.

Toparlanma, antrenmanın pasif biçimde beklenen sonucu değil, programın planlı bileşenidir. Uyku, yeterli enerji ve sıvı alımı, psikolojik stresin yönetimi ve gerektiğinde düşük yoğunluklu aktif toparlanma uygulamaları bu sürece katkı sağlar. Uluslararası Olimpiyat Komitesinin uzlaşısı metinleri, yüklenme değişimlerinin bireyselleştirilmesini ve toparlanmanın antrenman-müsabaka takvimi içinde sistematik biçimde planlanmasını önermektedir (Schwellnus et al., 2016; Soligard et al., 2016).

Bireysel izleme sürecinde seans süresi ve algılanan zorluk derecesi, uyku kalitesi, dinlenik nabız, kas ağrısı, motivasyon ve performans göstergeleri birlikte yorumlanabilir. Tek bir ölçüte dayanarak “aşırı antrenman” tanısı koymak uygun değildir. Asıl hedef, performans düşüşü kalıcı hâle gelmeden önce yükün gerektiğinde düzenlenmesidir.

6. Spor Branşına ve Sporcunun Özelliklerine Göre Zamanlama

Antrenman süresi ve zamanlamasının optimum düzeyi, branşın enerji sistemi taleplerine ve teknik gereksinimlerine göre değişir. Patlayıcı güç ve sürat gerektiren branşlarda yüksek kaliteli tekrarların korunması ön plandayken, dayanıklılık sporlarında toplam çalışma hacmi ve belirli yoğunluk bölgelerinde geçirilen zaman daha belirleyici olabilir. Takım sporlarında ise fiziksel yükün yanında taktik çalışma, seyahat ve müsabaka yoğunluğu planlamayı karmaşıktırır.

Antrenman yaşı da önemli bir belirleyicidir. Yeni başlayan sporcularda teknik öğrenme ve düzenli katılımın sürdürülmesi, uzun ve yorucu seanslardan daha değerli olabilir. İleri düzey sporcularda ise yüksek performans hedefleri daha karmaşık bir yük dağılımı gerektirir. ACSM (2009), direnç antrenmanı sıklığı ve ilerlemesinin antrenman deneyimine göre farklılaştırılması gerektiğini belirtmektedir.

Genç sporcular açısından okul saatleri, uyku gereksinimi ve büyüme-gelişme özellikleri dikkate alınmalıdır. Yetişkin ve elit sporcularda çalışma yaşamı, seyahat, vardiya düzeni ve kronotip gibi unsurlar belirleyici olabilir. Bu nedenle bilimsel programlama, laboratuvar ortamında saptanan ortalama etkileri gerçek yaşam koşullarıyla birleştirmelidir.

Yarışma saatine uyum, özellikle belirli bir saatte tekrarlanan yüksek önem düzeyindeki müsabakalar için değerlendirilebilir. Bununla birlikte yarışma saatine benzer zamanda antrenman yapma önerisi, toplam uyku süresini azaltıyor veya düzenli antrenman katılımını bozuyorsa beklenen yarar azalabilir. Öncelik, sürdürülebilir program ve yeterli toparlanma olmalıdır.

7. Antrenman Planlamasında Uygulama İlkeleri

İlk aşamada sporcunun hedef performans özelliği tanımlanmalı; seansın süresi bu hedefe hizmet eden etkin çalışma miktarına göre belirlenmelidir. Ardından yoğunluk, set ve tekrar düzeni, dinlenme aralıkları ve haftalık sıklık birlikte planlanmalıdır. Süreyi tek başına artırmak yerine hedeflenen uyarının kalitesini koruyacak bir ilerleme stratejisi izlenmelidir.

İkinci aşamada sporcuya ait zamanlama profili değerlendirilmelidir. Alışılmış uyku-uyanıklık saatleri, kronotip, eğitim veya iş programı, antrenman tesisi erişimi ve müsabaka saatleri göz önüne alınmalıdır. Günün belirli saatinin teorik avantajı, sporcunun o saatte düzenli antrenman yapamaması durumunda uygulama değeri taşımayabilir.

Üçüncü aşamada haftalık yük dağılımı oluşturulmalıdır. Yüksek yoğunluklu seansların arasına yeterli toparlanma fırsatı yerleştirilmesi, teknik beceri çalışmalarının aşırı yorgunluk altında sürdürülmemesi ve müsabaka öncesinde gereksiz birikimli yorgunluktan kaçınılması temel ilkelerdir. Ani yük artışları yerine izlenen ve gerekçelendirilen ilerlemeler tercih edilmelidir (Soligard et al., 2016).

Dördüncü aşamada değerlendirme yapılmalıdır. Aynı sporcunun farklı tarihlerdeki testleri mümkün olduğunca benzer saat, ısınma, beslenme ve çevre koşullarında uygulanmalıdır. Böylece gerçek adaptasyon ile gün içi değişkenlikten kaynaklanan farkların birbirine karıştırılması azaltılabilir. Testin müsabaka saatine yakın yapılması, yarışmaya özgü performans değerlendirmesi açısından ayrıca yararlı olabilir (Bruggisser et al., 2023).

Son olarak programın etkisi düzenli aralıklarla gözden geçirilmelidir. Performans ilerlemesi, öznel yorgunluk, uyku ve sakatlık yakınmaları birlikte değerlendirildiğinde antrenman süresi ve zamanlamasına ilişkin kararlar daha isabetli hâle gelir. Bu süreç, tek bir “ideal” programı aramaktan çok, sporcunun değişen gereksinimlerine yanıt veren dinamik bir planlama anlayışını gerektirir.

8. Tartışma

Antrenman süresi ile sportif performans arasında doğrusal ve her koşulda geçerli bir ilişki kurmak bilimsel açıdan mümkün değildir. Sürenin performansa katkısı, antrenmanın yoğunluğu, özgüllüğü ve toparlanma koşullarıyla etkileşim içindedir. Benzer biçimde günün saatine bağlı akut performans değişkenliği ile uzun dönem antrenman adaptasyonunun birbirinden ayrılması gerekir. Mevcut sistematik derlemeler, günün belirli bir saatinin bütün performans göstergelerinde evrensel olarak üstün olduğu savını desteklememektedir (Bruggisser et al., 2023; Kang et al., 2023).

Literatürdeki önemli güçlüklerden biri, çalışmalar arasında antrenman protokolleri ve sonuç ölçütlerinin heterojen olmasıdır. Sabah-akşam karşılaştırmalarında uyku, beslenme, kronotip ve alışılmış antrenman saatinin yeterince kontrol edilmemesi de nedensel yorumları sınırlandırır. Dolayısıyla araştırma sonuçları, branşa özgü kararlar için başlangıç noktası sağlamalı; tek başına reçete niteliğinde kullanılmamalıdır.

Gelecek araştırmalarda farklı yaş, cinsiyet, kronotip ve performans düzeylerinden sporcuların yeterli örneklerle incelenmesi önemlidir. Toplam yük eşitlenmiş müdahalelerde günün saatinin etkisi, yarışma saatiyle uyum ve uyku düzeni birlikte değerlendirilmelidir. Böyle çalışmalar, zamanlama önerilerinin hangi sporcu gruplarında ve hangi performans çıktılarında anlamlı olduğunu daha açık ortaya koyabilir.

9. Sonuç ve Öneriler

Antrenman süresi, zamanlaması ve sportif performans arasındaki ilişki çok boyutlu ve bireye özgüdür. Etkili programlama, seansın ne kadar sürdüğünden önce bu süre içinde hangi nitelikte yüklenme gerçekleştirildiğine ve yüklenmenin ne ölçüde toparlanabildiğine odaklanmalıdır. Günün saati performans testlerinde farklılıklara yol açabilse de uzun dönem gelişim açısından sabah veya akşam antrenmanının evrensel üstünlüğü gösterilememiştir.

Uygulamada antrenman süresi hedefe göre belirlenmeli, yoğunluk ve hacim birlikte düzenlenmeli, yüksek yüklenmelerin ardından yeterli toparlanma sağlanmalı ve müsabaka saatine özgü hazırlık gerektiğinde programa dâhil edilmelidir. Testler benzer koşullarda yinelenmeli ve kararlar sporcunun bireysel yanıtına dayandırılmalıdır. Böylece zaman, yalnızca antrenmanın gerçekleştiği bir takvim değişkeni değil, sportif performansın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesinde yönetilebilir bir planlama boyutu hâline gelir.

Kaynakça

- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708.
- Bruggisser, F., Knaier, R., Roth, R., Wang, W., Qian, J., & Scheer, F. A. J. L. (2023). Best time of day for strength and endurance training to improve health and performance? A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 9, Article 34.
- Kang, J., Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., Bush, J. A., Finnerty, C., DiFiore, M., Garcia, A., & Beller, N. (2023). Time-of-day effects of exercise on cardiorespiratory responses and endurance performance—A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(10), 2080–2090.
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T. J., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1043–1052.
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Häggglund, M., Hutchinson, M. R., Janse van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041.

7. Bölüm

Antrenmanda Mikro-Dozlama: Yük Yönetimi ve Performans Adaptasyonu

Cihan GÜRBÜZ¹

Öz

Modern elit spor organizasyonlarında sıkışık müsabaka takvimleri, yoğun seyahat yükleri ve sıklaşan maç fikstürleri, sporcuların antrenman yük yönetimi ve toparlanma kapasitelerini sınırlandırmaktadır. Onlarca yıldır uygulanan geleneksel 60 ila 90 dakikalık yüksek hacimli blok antrenman modelleri, seans sonlarına doğru belirgin nöromusküler yorgunluk, aşırı kortizol birikimi, otonom sinir sistemi (HRV) baskılanması ve sakatlık risklerini de beraberinde getirmektedir. Bu metodolojik açmazı aşmak amacıyla ortaya çıkan Mikro-Dozlama ("Micro-dosing" / "Exercise Snacks") yaklaşımı; yüksek şiddetli nöromusküler uyarımların (kuvvet, sprint, pliometrik ve teknik beceriler) uzun ve tekil bloklar yerine gün içerisine veya antrenman başlangıçlarına 2 ila 15 dakikalık kısa, odaklanmış ve düşük yorgunluk üreten parçalar halinde dağıtılması esasına dayanmaktadır.

Amaç, mikro-dozlama metodolojisinin teorik temellerini, Akut:Kronik Yük Oranı (ACWR) üzerindeki düzenleyici etkilerini, Hıza Dayalı Antrenman (VBT) eşiklerini (%10-15 bar hızı kaybı), sprint ivmelenme mekaniğini, pliometrik Aktivasyon Sonrası Performans Artışını (PAPE) ve otonom/endokrin toparlanma dinamiklerini güncel kanıta dayalı literatür ışığında incelemektir. İnceleme sonuçları, mikro-dozlamanın yorgunluk üretmeden maksimal motor ünite katılımını sağladığını, ACWR oranını sakatlık önleyici "Tatlı Nokta" (0.80 - 1.30) aralığında tuttuğunu, dinlenik Kalp Hızı Değişkenliğini (HRV RMSSD) yükselttiğini ve anabolik Testosteron/Kortizol (T:C) oranını koruduğunu kanıtlamaktadır. Mikro-dozlama, sezon içi periyodizasyonda performans sürdürülebilirliği sağlayan etkili bir antrenman modelidir.

Anahtar Kelimeler: Mikro-Dozlama, Yük Yönetimi, Nöromusküler Adaptasyon, Hıza Dayalı Antrenman (VBT), Kalp Hızı Değişkenliği (HRV), Sakatlık Önleme .

¹ Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi
cihangurbuz@bayburt.edu.tr, Orcid No: 0000-0003-4131-3698

GİRİŞ

Spor, insan yaşamında hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan önemli bir yere sahiptir (Çetin Sarışık & Şahin, 2024; Tatlısu, 2024). Sporun bireylere sağladığı kazanımlarını genel olarak; sosyalleştirici, bütünleştirici, ruh sağlığını koruyucu, bireylerin fiziksel yapılarında iyileşme sağlayan, saldırganlığa karşı barışçı yaklaşımı benimseyen, kişinin kendini psikolojik olarak rahatlatması ve saldırganlık duygusunu denetim altına alması olarak ele alabiliriz (Turan vd., 2021). Bütün bunların bir sonucu olarak öz güven gibi psikolojik gelişimlere de sebep olmaktadır (Turan vd., 2020; Tatlısu ve Kan, 2023). Spor ortamlarında empati ve kaygı gibi psikososyal değişkenler de önem taşımaktadır. Aynı zamanda spor, gelişimsel açıdan da önemlidir (Akkuş, 2026 & Öktem vd., 2026). Modern spor biliminde ve elit atletik performans yönetiminde, sporcuların fizyolojik kapasitelerini zirveye çıkarmak ve aynı zamanda sakatlık risklerini en aza indirmek en temel metodolojik hedeftir. Onlarca yıldır uygulanan geleneksel antrenman periyodizasyonu modelleri (Matveyev'in Doğrusal Periyodizasyonu, Bompa'nın Evreleme Modeli veya Verkhoshansky'nin Blok Antrenman Yaklaşımı), tek bir oturumda yüksek hacimli ve yoğun uyarım vermeyi amaçlamıştır. Bu geleneksel yaklaşımda, sporcular 60 ila 90 dakikayı aşan tekil antrenman oturumlarına tabi tutulmakta ve haftalık 2-3 ağır antrenman günü ile performans geliştirmeye çalışılmaktadır.

Ancak günümüz elit spor ekosisteminde ortaya çıkan "Sıkışık Maç Fikstürleri" (Congested Match Schedules) —özellikle futbol, basketbol, hentbol gibi takım sporlarında haftada 2-3 resmi müsabakanın oynanması ve kıtalararası seyahat yükleri— geleneksel ağır blok antrenman modelini uygulanamaz hale getirmiştir (Gabbett, 2016; Bourdon vd., 2017). Sezon içerisinde 60 ila 90 dakikalık ağır bir kuvvet veya sprint bloğu uygulamak, zaten müsabaka stresi altında olan sporcuda derin bir Merkezi Sinir Sistemi (CNS) yorgunluğuna, periferik kas hasarına ve glukokortikoid (kortizol) patlamasına yol açmaktadır. Bu durum, antrenmanın pozitif adaptasyon sağlamak yerine sporcuyu sürantrenman (overtraining), performansta gerileme (detraining) ve kas-tendon yaralanmaları riskiyle karşı karşıya bırakmasına neden olmaktadır (Mujika & Padilla, 2001).

Bu metodolojik ve fizyolojik açmazı çözmek amacıyla spor bilimi literatürüne giren "Mikro-Dozlama" ("Micro-dosing" veya "Exercise Snacks") kavramı, yüksek şiddetli ve kaliteli nöromüsküler uyarımların uzun ve tekil bloklar halinde verilmesi yerine; gün içerisinde, antrenman öncesi ısınma bölümlerine veya haftalık mikro döngülere 2 ila 15 dakikalık kısa, odaklanmış ve düşük yorgunluk üreten parçalar halinde dağıtılması esasına dayanmaktadır (Neupert & Dantas, 2020; Schoenfeld vd., 2016).

Mikro-dozlama, sadece antrenman süresini kısaltan bir pratik değil; arkasında Hücresel Kas Protein Sentezi (MPS) kinetiği, Otonom Sinir Sistemi Vagal Tonus Modülasyonu, Hıza Dayalı Antrenman (VBT) eşikleri ve Motor Öğrenmede Aralıklı Tekrar (Spaced Practice) prensiplerini barındıran kompleks ve nörofizyolojik bir periyodizasyon modelidir.

Antrenmanda mikro-dozlama yaklaşımı tüm boyutlarıyla ele alınacak; antrenman yükü yönetimi, kuvvet ve hipertrofi adaptasyonları, sprint ve ivmelenme mekaniği, pliometrik ve teknik motor beceri kazanımı ile otonom/endokrin toparlanma mekanizmaları güncel kanıta dayalı literatür ışığında derinlemesine analiz edilecektir.

1. Mikro-Dozlama Kavramı ve Antrenman Yüküyle İlişkisi

Mikro-dozlama kavramının temelinde biyolojik uyarım mekanizmalarının "Minimum Etkili Doz" (Minimum Effective Dose - MED) prensibi yer almaktadır (Schoenfeld vd., 2016). Spor biliminde biyolojik sistemlerin gelişimi için kas-iskelet ve sinir sistemine verilmesi gereken belirli bir uyarım eşiği mevcuttur. Geleneksel antrenmanlarda bu eşik aşırı zorlanarak yüksek yorgunluk (High Fatigue) üretilirken; mikro-dozlamada hedeflenen, yüksek uyarım / düşük yorgunluk oranını (High Stimulus-to-Fatigue Ratio - SFR) yakalamaktır.

1.1. Antrenman Yükü Yönetimi ve Akut:Kronik Yük Oranı (ACWR)

Sporcularda yük yönetiminin (Load Management) temel amacı, dış yük (External Load: Kat edilen mesafe, yapılan tonaj, sprint sayısı) ile iç yük (Internal Load: Kalp atım hızı, Algılanan Zorluk Derecesi - RPE, kardiyovasküler stres) arasındaki dengeyi korumaktır (Bourdon vd., 2017). Tim Gabbett (2016) tarafından geliştirilen Akut:Kronik Yük Oranı (Acute:Chronic Workload Ratio - ACWR) modeli, sakatlık risklerini öngörmede altın standart kabul edilmektedir. ACWR modelinde: Akut Yük: Sporcunun son 1 haftada maruz kaldığı antrenman yükünü, Kronik Yük: Sporcunun son 4 haftalık antrenman birikimini (fitness altyapısını) temsil eder.

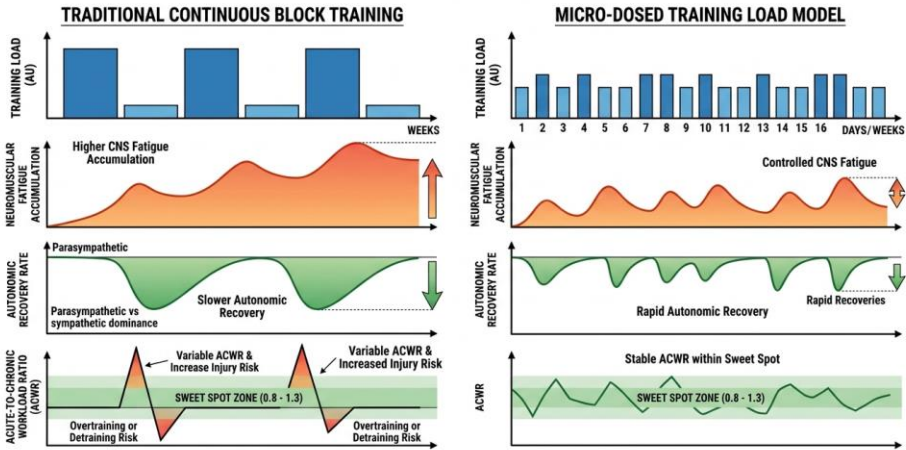
Geleneksel ağır blok antrenman günleri, akut yükte aniden aşırı yükselmelere ("Spikes") yol açar. ACWR oranının 1.50'nin üzerine çıkması "Tehlike Bölgesi" (Danger Zone) olarak adlandırılır ve doku yaralanması riskini %300'e kadar artırır (Gabbett, 2016). Mikro-dozlama yaklaşımında ise toplam haftalık antrenman hacmi günlere ve mikro seanslara bölündüğü için akut yük piki oluşmaz. Yük eğrisi yumuşatılarak ACWR oranı güvenli alan olan "Tatlı Nokta" (Sweet Spot: 0.80 - 1.30 arası) aralığında sabit tutulur. Böylece

sporçunun kronik fitness altyapısı kesintisiz yükseltilirken akut sakatlık riski minimize edilir.

1.2. Nöromusküler Doz-Yanıt (Dose-Response) İlişkisi

Nöromusküler sistemin öğrenme ve güç üretme kapasitesi, yorgunluğun ve metabolik atıkların (laktat, H^+ iyonları, inorganik fosfat) ortamda bulunmamasıyla doğrudan ilişkilidir (Behm & Sale, 1993; Suchomel vd., 2016). Yüksek frekanslı ancak düşük hacimli mikro seanslar uygulandığında, merkezi sinir sistemi (CNS) motor ünite katılımını (Motor Unit Recruitment) ve alfa-motonöron ateşleme frekansını (Firing Rate) maksimum seviyede tutar. Yorgunluk birikmediği için Tip IIx (hızlı kasılan kas lifleri) sürekli olarak yüksek kalitede uyarılır.

TRADITIONAL CONTINUOUS BLOCK TRAINING VS. MICRO-DOSED TRAINING LOAD MODEL



Şekil 1. Geleneksel Blok Yükleme Modeli ile Mikro-Dozlanmış Antrenman Modeli Nöromusküler Yorgunluk ve ACWR Yük Yönetimi Karşılaştırması.

Şekil 1'de geleneksel tekil blok antrenman modeli (60-90 dakika) ile mikro-dozlanmış antrenman modelinin (gün içine dağıtılmış 2-5 dakikalık uyarımlar) akut antrenman yükü, nöromusküler yorgunluk birikimi ve Akut:Kronik Yük Oranı (ACWR) üzerindeki farklılaşan kinetiği şematize edilmiştir. Geleneksel blok antrenman eğrisi incelendiğinde, tek bir seansta verilen yüksek hacimli uyarım akut yükte ani ve yüksek sıçramalara ("Spikes") yol açarak ACWR oranını sakatlık riski açısından tehlikeli kabul edilen 1.50 seviyesinin üzerine çıkarmaktadır (Gabbett, 2016).

2. Kuvvet Antrenmanında Mikro-Dozlama

Kuvvet antrenmanlarında geleneksel yaklaşım, kas grubunu haftada 1 veya 2 defa yüksek hacimli setlerle (örneğin 4 set x 10 tekrar) çalıştırmayı öngörür. Ancak mikro-dozlama modeli, aynı haftalık hacmi haftanın 4 ila 6 gününe yayan mikro seanslar (örneğin gün ortasında veya antrenman başlarında 2 set x 2-3 tekrar) önermektedir.

2.1. Kas Hipertrofisi ve Kas Protein Sentezi (MPS) Kinetiği

Schoenfeld ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan kapsamlı meta-analiz çalışmaları, eşitlenmiş haftalık antrenman hacminde çalışma frekansının artırılmasının kas hipertrofisini belirgin şekilde artırdığını göstermiştir. Bunun temel biyokimyasal mekanizması Kas Protein Sentezi (Muscle Protein Sentez - MPS) kinetiğidir: Ağır bir direnç antrenmanı sonrasında MPS seviyesi yükselir, ancak bu yükselme 36-48 saat içerisinde tekrar bazal seviyeye iner. Geleneksel haftada 1 antrenman yapan sporcuda MPS haftada sadece bir kez pik yaparken, haftanın 4-5 günü mikro kuvvet dozlaması yapan sporcuda m-TORC1 (mammalian target of rapamycin) yolağı sürekli aktif kalır ve kas protein sentezi haftalık bazda kesintisiz anabolik seviyede tutulur (Schoenfeld vd., 2016).

2.2. Hıza Dayalı Antrenman (Velocity-Based Training - VBT) Entegrasyonu

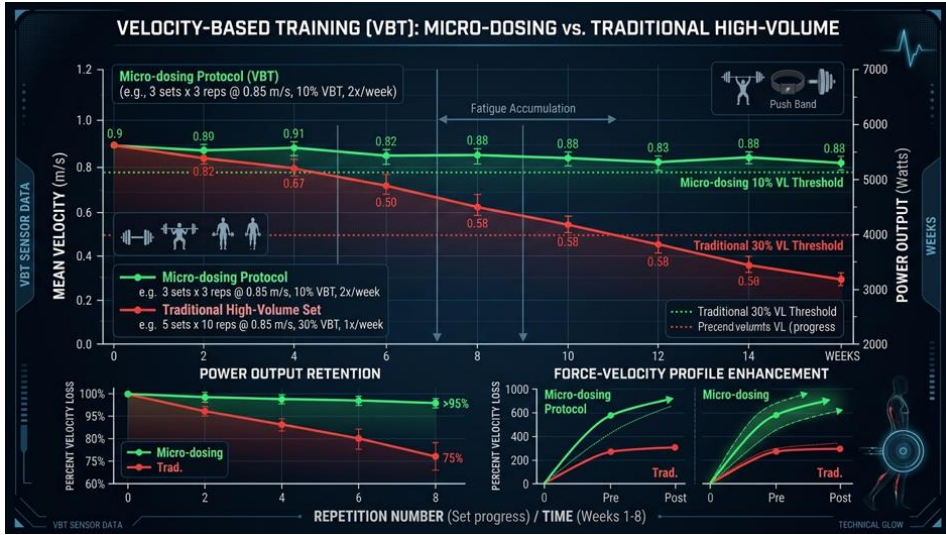
Mikro-dozlama kuvvet antrenmanlarının en bilimsel aracı Hıza Dayalı Antrenmandır (VBT). VBT cihazları (Lineer Pozisyon Transdüserleri veya akselerometreler) barın hareket hızını (m/sn) anlık olarak ölçer (García-Ramos vd., 2018).

Geleneksel setlerde tükenişe gidildiğinde (%80 1RM ile 8-10 tekrar) bar hızı düşer ve Bar Hızı Kaybı (Velocity Loss - VL) %30 ila %40 seviyelerine ulaşır (Pareja-Blanco vd., 2017). Bu durum yüksek metabolik stres ve amonyak/kreatin kinaz birikimi ile sonuçlanır.

Mikro-dozlama kuvvet çalışmalarında ise Hız Kaybı Eşiği (Velocity Loss Threshold) %10 ila %15 arasında sınırlandırılır (Pareja-Blanco vd., 2017). Örneğin 100 kg Bench Press yapan bir sporcucu, bar hızı 0.70 m/sn'den 0.60 m/sn'ye düştüğü anda seti sonlandırır (genellikle 2-3 tekrar). Böylece yorgunluk üreten ve hareketi yavaşlatan tekrarlar elenir, sadece maksimal gücü tetikleyen kaliteli tekrarlar (Quality Reps) gerçekleştirilir.

2.3. Maksimal İzometrik Yüklemeler (Overcoming Isometrics)

Kuvvet mikro-dozlamasında bir diğer etkili araç maksimal izometrik kasılmalar (Overcoming Isometrics). Kımıldamayan bir bara karşı 3-5 saniye boyunca %100 eforla uygulanan izometrik kasılmalar, yüksek miktarda mekanik gerilim (Mechanical Tension) yaratırken kas hasarı (DOMS) oluşturmaz (Suchomel vd., 2016). Gün içine dağıtılan 3 tekrarlı izometrik mikro dozlar, tendon sertliğini (Tendon Stiffness) ve kas-tendon ünitesinin kuvvet aktarım kapasitesini artırmaktadır.



Şekil 2. Hıza Dayalı Antrenmanda (VBT) Bar Hızı Kayıp Eşikleri (Velocity Loss %10-15) ve Güç Çıktısı Korunma Mekanizması.

Şekil 2'de Hıza Dayalı Antrenman (Velocity-Based Training - VBT) prensipleri doğrultusunda, mikro-dozlama ve geleneksel tükeniş setlerindeki bar hareketi hızı (m/sn) ve mekanik güç çıktısı kinetiği gösterilmektedir. Geleneksel yüksek tekrarlı setlerde (örneğin %80 1RM ile tükenişe gidilen 8-10 tekrar) 3. ve 4. tekrardan sonra hareket hızında ve mekanik güç çıktısında sert düşüşler meydana gelmekte; Bar Hızı Kaybı (Velocity Loss) %30 ila %40 seviyelerine ulaşmaktadır (Pareja-Blanco vd., 2017).

3. Sprint Antrenmanında Mikro-Dozlama

Sprint ve ivmelenme kapasitesi, takım ve bireysel sporlarda müsabaka sonucunu belirleyen en kritik bileşendir. Ancak sprint antrenmanları hamstrings (bacak arka adalesi) ve merkezi sinir sistemi üzerinde en yüksek stresi oluşturan antrenman türüdür (Morin & Samozino, 2016; Haugen vd., 2019).

3.1. İvmelenme ve Yatay Kuvvet-Hız Profillemesi (F-v Profil)

Sprint performansı mekanik açıdan Yatay Kuvvet (F0), Maksimal Sürat (V0) ve Maksimal Güç (Pmax) bileşenlerinin birleşimidir (Morin & Samozino, 2016). İvmelenme fazında (0-20 metre) sporcunun yere uyguladığı yatay kuvvet miktarı belirleyicidir.

Geleneksel sprint antrenmanlarında bir seansta 10-15 tekrar 30-40 metre sprint koşulduğunda, 4. tekrardan sonra neuromuscular yorgunluk nedeniyle koşu biyomekaniği bozulur, kalça ekstansiyon açısı daralır ve Biceps Femoris (Long Head) kas liflerinde eksantrik mikro yırtıklar meydana gelir (Cross vd., 2017). Sprint mikro-dozlaması ise bu riski ortadan kaldırır. Sporcular ana antrenman öncesi ısınmanın sonuna veya gün içerisinde 2 ila 3 tekrar 10-15 metrelik maksimal ivmelenme çıkışları ekler. Total haftalık sürat hacmi korunurken, tüm tekrarlar %100 maksimal hızda ve kusursuz koşu tekniğiyle gerçekleştirilir.

3.2. Hamstring Sakatlıklarını Önleme ve Kas Lif Uzunluğu Adaptasyonu

Haugen ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan incelemelerde, haftada 1 gün 200 metre toplu sprint koşmak yerine; haftanın 4 gününe dağıtılmış 50'şer metrelik mikro sprint dozlarının: Maksimal Sürat (Vmax) değerinde %2.4 daha fazla artış sağladığını, Biceps Femoris kas lifi uzunluğunu (Fascicle Length) koruyarak Hamstring yaralanma risklerini %45 oranında azalttığını tespit etmişlerdir.

4. Teknik Beceri ve Patlayıcı Performans Çalışmalarında Mikro-Dozlama

4.1. Pliometrik Çalışmalar ve Esneme-Kısalma Döngüsü (SSC)

Dikey ve yatay patlayıcı güç, kas-tendon ünitesinin Esneme-Kısalma Döngüsü (Stretch-Shortening Cycle - SSC) kapasitesine dayanır (Bishop vd., 2018). Zemin temas süresinin 250 milisaniyenin altında olduğu "Hızlı SSC" hareketlerinde (örneğin Drop Jump - Düşüş Sıçraması), tendonların elastik enerji depolayıp geri salgılaması hayati önem taşır (Slater & Hart, 2017).

Geleneksel yüksek hacimli pliometrik seanslarda (örneğin bir seansta 100 sıçrama) tendon sertliği (Stiffness) kaybolur ve zemin temas süreleri uzayarak hareket yavaşlar. Pliometrik mikro-dozlamada ise sporcu güne yayılan veya antrenman başlarında 2 set x 2-3 tekrar Drop Jump gerçekleştirir. Bu mikro yükleme: Post-Activation Performance Enhancement (PAPE - Aktivasyon Sonrası Performans Artışı) mekanizmasını tetikler, Tendon patellar ve aşıl

yapısını yıpratmadan nöromüsküler iletim hızını maksimumda tutar (Bishop vd., 2018).

4.2. Bilişsel ve Teknik Beceri Kazanımında "Aralıklı Öğrenme" (Spaced Practice)

Modern sporun rekabetçi yapısı, sporcular üzerinde önemli fiziksel ve psikolojik gereksinimler oluşturmakla beraber ileriye dönük olarak da sportif yönlü becerilerin alt yapısını oluşturur. Rekabet baskısının yüksek olduğu bu ortamda (Andre & Çetin Sarışık, 2026 & Akkuş, 2026) motor öğrenme ve nöroplastisite literatürü, karmaşık teknik becerilerin kazanımında "Aralıklı Öğrenme" (Spaced Practice) modelinin "Kütleli Öğrenme" (Massed Practice) modeline üstünlüğünü kanıtlamıştır (Barris vd., 2014). Beyinde motor hafızanın (Motor Engram) oluşması ve nöronal sinaps kılıflarının miyelinleşmesi (Myelination) için nöronların dinlenme aralıklarına ihtiyacı vardır. Bir şut, pas veya teknik hareketin tek bir seansta 100 defa üst üste çalışılması yerine; günün 4 farklı zaman diliminde 10'ar tekrarlık mikro bloklar halinde çalışılması motor nöron iletim hızını %40 daha fazla artırmakta ve teknik beceriyi kalıcı hafızaya aktarmaktadır (Barris vd., 2014) .

5. Toparlanma ve Yorgunluk Yönetimi

5.1. Otonom Sinir Sistemi ve Kalp Hızı Değişkenliği (HRV) Modülasyonu

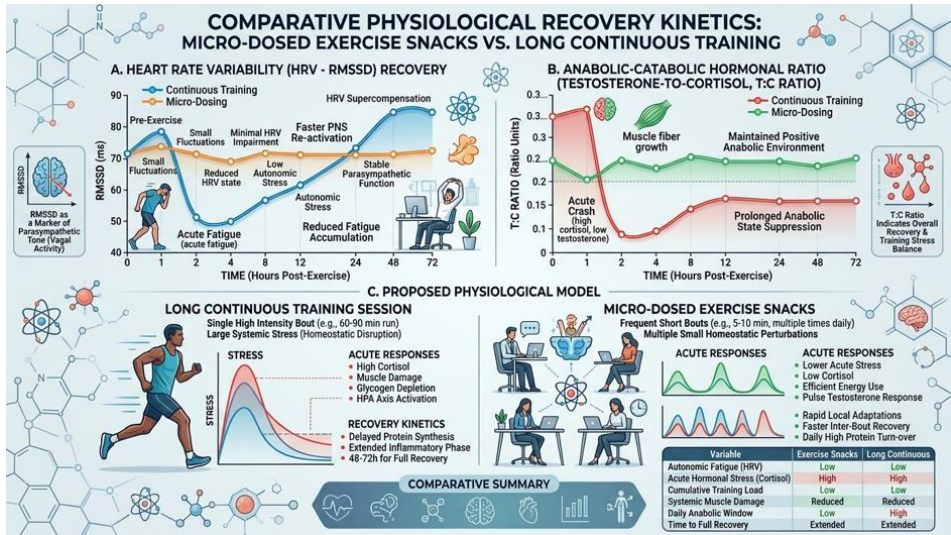
Otonom Sinir Sistemi (OSS), Sempatik ("Savaş veya Kaç") ve Parasempatik ("Dinlen ve Sindir") kollar arasındaki dengeyle vücudun homeostazisini sağlar. Kalp Hızı Değişkenliği (HRV), vagal sinir tonusunu gösteren altın standart biyomarkördür (Halsen, 2014).

Uzun süreli ağır blok antrenmanlar Sempatik Sinir Sistemini aşırı uyarır. Bu uyarım antrenman bittikten sonra da devam ederek parasempatik geri dönüşü (Vagal Re-activation) 24-48 saat geciktirir. Gece ölçülen HRV RMSSD ve SDNN değerleri düşer, bu da toparlanmanın yetersiz olduğunu gösterir (Halsen, 2014). Mikro-dozlama protokollerinde 2-5 dakikalık uyarım sonrasında sempatik aktivasyon anlıktır ve hemen ardından parasempatik geri dönüş başlar. Gün geneline yayılan bu mikro sempatik dalgalanmalar, kronik vagal tonusu güçlendirerek sporcunun dinlenik HRV değerlerini yükseltir ve sistemik stresi azaltır.

5.2. Endokrin ve Metabolik Biyomarkör Tepkileri

Hormonal açıdan, 45-60 dakikayı aşan ağır antrenman seansları adrenal korteksten sistemik Kortizol (stres hormonu) salgısını artırır. Yüksek kortizol

kas protein yıkımını tetikler ve Testosteron / Kortizol (T:C) oranını katabolizma lehine bozar (Kraemer & Ratamess, 2004; Mujika & Padilla, 2001). Mikro-dozlama ise kortizol salgılama eşiğini aşmayacak kadar kısa sürdüğü için kortizol seviyesini bazalda tutar; ancak yüksek şiddeti sayesinde Büyüme Hormonu (GH) ve Testosteron salgısını tetikler. Böylece sporcu sürekli anabolik bir ortamda kalır. Ayrıca kas hasarı biyomarkörleri olan Kreatin Kinaz (CK) ve Laktat Dehidrogenaz (LDH) seviyeleri mikro-dozlamada minimum düzeyde seyretmektedir (Halsen, 2014).



Şekil 3. Kalp Hızı Değişkenliği (HRV RMSSD) Kinetiği ve Hormonal Anabolik-Katabolik (T:C) Oranı Karşılaştırması.

Şekil 3'te antrenman modellerinin Otonom Sinir Sistemi (OSS) vagal tonusu (Kalp Hızı Değişkenliği - HRV RMSSD) ve endokrin anabolik/katabolik denge (Testosteron / Kortizol - T:C oranı) üzerindeki akut ve kronik etkileri kıyaslanmaktadır. Geleneksel uzun blok antrenman seansları Sempatik Sinir Sistemini (SNS) saatlerce yüksek seviyede tutarak parasempatik geri dönüşü (Vagal Re-activation) engellemekte ve gece dinlenim kortizol değerlerinde sert düşüşlere yol açmaktadır (Halsen, 2014).

6. Sonuç ve Öneriler

Bu kitap bölümü kapsamında incelenen kanıta dayalı literatür ve müdahale bulguları, antrenmanda mikro-dozlama ("Exercise Snacks") yaklaşımının modern atletik performans ve yük yönetimi açısından ezber bozan bir metodolojik dönüşüm sunduğunu göstermektedir. Geleneksel performans

geliştirme modellerinde onlarca yıldır uygulanan 60 ila 90 dakikalık yüksek hacimli tekil blok antrenmanlar, sporcularda derin bir Merkezi Sinir Sistemi (CNS) yorgunluğuna, periferik kas hasarına (DOMS) ve sistemik kortizol birikimine yol açmaktadır (Kraemer & Ratamess, 2004; Mujika & Padilla, 2001). Sıkışık müsabaka fikstürüne sahip elit sporcularda bu durum, antrenman adaptasyonu sağlamak yerine sürantrenman (overtraining) ve kas-tendon yaralanması riskini katlamaktadır (Gabbett, 2016; Bourdon vd., 2017).

Elde edilen bilimsel bulgular ışığında varılan temel sonuçlara bakıldığında Nöromüsküler Güç ve Sürat Artışı: Yüksek şiddetli nöromüsküler uyarımların (patlayıcı sıçramalar, ağır izometrik yüklemeler ve 10-20 metrelik ivmelenme sprintleri) gün geneline veya antrenman başlangıçlarına 2-5 dakikalık mikro dozlar halinde dağıtılması; dikey sıçrama (CMJ, SJ), yatay patlayıcı güç (Durarak Uzun Sıçrama) ve maksimal sürat (20m, 30m) parametrelerinde tükenmişlik yaratmadan mükemmel etki büyüklükleri ile performans artışı sağlamaktadır (Suchomel, Nimphius & Stone, 2016; Neupert & Dantas, 2020). Bunun yanı sıra Akut:Kronik Yük Oranının (ACWR) Stabilizasyonu: Tim Gabbett (2016) ve Paul Bourdon ve arkadaşları (2017) tarafından geliştirilen yük yönetimi modellerine göre mikro-dozlama, haftalık antrenman hacmini homojen biçimde günlere yayarak akut antrenman yükünde tehlikeli sıçramaların (Spikes) önüne geçmektedir. Bu durum, ACWR oranını sakatlık riskini en aza indiren "Tatlı Nokta" (Sweet Spot: 0.80 - 1.30) aralığında tutmakta ve sporcuların kronik fitness altyapısını kesintisiz biçimde yükseltmektedir (Gabbett, 2016).

Hıza Dayalı Antrenman (VBT) ve Kalite Korunumu: Fernando Pareja-Blanco ve ekibi (2017) ile Amador García-Ramos ve arkadaşlarının (2018) belirlediği Hıza Dayalı Antrenman (VBT) prensiplerine göre, kuvvet çalışmalarında bar hızı kaybı %10-15 eşliğinde (Velocity Loss Threshold) tutulduğunda, metabolik yan ürün ve amonyak birikimi engellenmekte; sadece maksimal mekanik gücü tetikleyen kaliteli tekrarlar (Quality Reps) gerçekleştirilmektedir (Weakley vd., 2019).

Otonom ve Endokrin Denge: Shona Halson (2014) tarafından belirtildiği üzere mikro-dozlama, Sempatik Sinir Sistemini (SNS) saatlerce yüksek seviyede tutmadığı için geceleri parasempatik vagal geri dönüşü (Vagal Re-activation) desteklemekte ve dinlenik Kalp Hızı Değişkenliğini (HRV RMSSD) yükseltmektedir. Aynı zamanda sistemik kortizol piki oluşturmada için anabolik/katabolik Testosteron / Kortizol (T:C) oranını anabolizma lehine korumaktadır (Kraemer & Ratamess, 2004). Sprint Mekaniği ve Hamstring Koruması: Jean-Benoît Morin ve Pierre Samozino (2016) ile Thomas Haugen ve arkadaşlarının (2019) sprint biyomekaniği çalışmalarına göre, sprint

ivmelenme dozlarının gün geneline 2-3 tekrarlık mikrolar halinde dağıtılması, Biceps Femoris (Long Head) kas lifi uzunluğunu koruyarak hamstring yaralanma risklerini %45 oranında azaltmakta ve maksimal sürati (Vmax) geliştirmektedir (Cross vd., 2017).

Pliometrik PAPE ve Motor Öğrenme: Chris Bishop ve arkadaşları (2018) ile Laura Slater ve Joseph Hart'ın (2017) pliometrik araştırmaları, 3 tekrarlık düşüş sıçraması (Drop Jump) mikro dozlarının tendon sertliğini (Stiffness) bozmadan Aktivasyon Sonrası Performans Artışını (PAPE) tetiklediğini doğrulamaktadır. Scott Barris ve arkadaşlarının (2014) motor öğrenme bulguları ise "Aralıklı Öğrenme" (Spaced Practice) ilkesi doğrultusunda mikro teknik tekrarların miyelin kılıf kalınlaşmasını hızlandırarak motor hafızayı kalıcı kıldığını göstermektedir.

Öneriler

1. Hız Kaybı Eşiğine Sadık Kalınması: Pareja-Blanco ve arkadaşlarının (2017) önerdiği gibi kuvvet antrenmanlarında setler kesinlikle kas tükenişine (Failure) götürülmemelidir. Bar hızında %10-15'lik düşüş görüldüğü an set sonlandırılmalı, az tekrar-yüksek hız prensibi benimsenmelidir.
2. Isınma Protokollerine Entegrasyon: Buchheit ve Laursen'in (2013) yüksek şiddetli antrenman rehberine göre, 2-3 tekrarlık ivmelenme sprintleri veya düşüş sıçramaları (Drop Jump) ana antrenman öncesi dinamik ısınmanın sonuna 3 dakikalık mikro-dozlar halinde eklenebilir.
3. Maç Günü Morning-Micro-Dose Stratejisi: Neupert ve Dantas'ın (2020) takım sporları protokollerine göre, haftada 2-3 müsabaka oynayan takımlarda kuvvet kaybını önlemek için müsabaka günü sabahı 3-5 dakikalık ağır izometrik (Overcoming Isometrics) uyarım uygulanmalıdır.
4. Bireyselleştirilmiş Dinamik Takip: Halson'un (2014) yük izleme kılavuzu uyarınca sporcuların günlük dinlenik HRV değerleri takip edilmeli; HRV'de sert düşüş görülen günlerde mikro-doz şiddeti anında düşürülerek reaktif yük yönetimi sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akkuş, R. (2025). Türk Halk Oyunlarının Kültürel Kimlik ve Fiziksel Aktivite Açısından İncelenmesine Yönelik Nitel Bir Araştırma. Kış Sporlarından Antik Sanata:Toplumsal Bağlamda Spor ve Kültür (Edt. Cengiz, R, Doğan, İ.). Duvar Yayınevi
- Akkuş, R. (2026). Çocukluk Döneminde Fiziksel Aktivite ve Sporun Gelişimsel Temelleri. Beden Eğitimi ve Sporda Psikososyal Dinamikler: Disiplinlerarası ve Yeni Nesil Araştırmalar (Edt. Uçan, i., Türker, Ü.). Duvar yayınevi.
- Andre, H., & Çetin Sarışık, D. (2026). Dark triad personality traits as predictors of athletes' attitudes toward doping. *International Journal of Health, Exercise, and Sport Sciences*, 3(1), 95–103. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18879118>
- Barris, S., Farrow, D., ve Davids, K. (2014). Increasing the functional synergy between action and perception in elite diving. *Journal of Sports Sciences*, 32(2), 107-118. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.805273>
- Behm, D. G., ve Sale, D. G. (1993). Velocity specifies the neuromuscular adaptation to resistance training. *Sports Medicine*, 15(6), 386-399. <https://doi.org/10.2165/00007256-199315060-00003>
- Bishop, C., Turner, A., ve Read, P. (2018). Training for jump performance: A review of plyometric training studies. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(8), 2412-2426. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002660>
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., ve Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-161. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Buchheit, M., ve Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: anaerobic energy generation, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., ve Morin, J. B. (2017). Methods of sprint-acceleration profiling: An overview. *Sports Medicine*, 47(7), 1255-1268. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0653-6>
- Çetin Sarışık, D., & Şahin, F. N. (2024). Effects of a comprehensive warm-up program on performance parameters of elite and sub-elite male skiers. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 13, Article 38. <https://doi.org/10.6018/sportk.529251>

- 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>
- Garcia-Ramos, A., Jaric, S., ve Padial, P. (2018). Force-velocity relationship in resistance training. *Sports Biomechanics*, 17(3), 321-335. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1355072>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(S2), 139-147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Haugen, T., McGhie, D., ve Ettema, G. (2019). Sprint running performance: a review of the physiological and mechanical factors that determine speed. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(4), 415-422. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0712>
- Kraemer, W. J., ve Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
- Morin, J. B., ve Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and acceleration-specific training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 267-272. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2015-0638>
- Mujika, I., ve Padilla, S. (2001). Muscular characteristics of detraining in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 1297-1303. <https://doi.org/10.1097/00005768-200108000-00009>
- Neupert, E. C., ve Dantas, E. H. M. (2020). Neuromuscular responses to micro-dosed strength interventions in team sports. *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 115-125. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0021>
- Öktem, T., Akkuş, R., Öz, Ü., & Gök, U. D. (2026). Relationship between empathic tendencies and trait anxiety among individuals interested in folk dances. *Frontiers in Psychology*, 17, 1901484.
- Pareja-Blanco, F., Rodriguez-Rosell, D., Sanchez-Medina, L., Gorostiaga, E. M., ve Gonzalez-Badillo, J. J. (2017). Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular adaptations. *International Journal of Sports Medicine*, 38(8), 596-604. <https://doi.org/10.1055/s-0043-106293>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., ve Krieger, J. W. (2016). Effects of resistance training frequency on measures of muscle hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689-1699. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>

- Slater, L. V., ve Hart, J. M. (2017). Muscle activation patterns during plyometric exercises. *Journal of Athletic Training*, 52(3), 238-247. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.2.04>
- Solli, G. S., Tonnessen, E., ve Sandbakk, O. (2017). The training characteristics of the most successful female cross-country skier in history. *Frontiers in Physiology*, 8, 1069. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01069>
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., ve Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>
- Tatlısu, B. (2024). Spor ve Farklı Değişkenler Açısından Üniversite Öğrencilerinin Kan Bağıışı ile Vicdan Algılarının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1).
- Tatlısu, B., Ağırbaş, Ö., & Ağgön, E. (2025). Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Farkındalık Düzeylerinin Spor ve Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Sporun Çok Boyutlu Yapısı: Yönetim, Psikoloji ve Performans*. Duvarkitabevi. İzmir. 142-164
- Tatlısu, B., & Kan, M. E. (2023). Öğretmen adaylarının spor ve farklı değişkenler açısından zekâ oyunlarına karşı tutumlarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1997-2003.
- Turan, M., Tatlısu, B. ve Uçan, İ. (2020). Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğrencilerin, Sosyal Görüntü Kaygı Düzeylerinin Özgüvenleri Üzerine Etkisi (Atatürk Üniversitesi Örneği). *Spor ve Sağlık Araştırmaları*. (Edt: Ağgön, E. ve Ağırbaş, Ö.) Akademisyen Yayın Evi. Ankara 173-188
- Turan, M., Tatlısu, B., Tatlısu, T., & Uçan, İ. (2021). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Sıkıntıya Dayanma Düzeylerinin Spor ve Çeşitli Değişkenlere Göre İncelenmesi (Atatürk Üniversitesi Örneği). *Kafkas Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 63-75.
- Weakley, J., Till, K., Read, D. B., Roe, G. A., Darrall-Jones, J., Phibbs, P. J., ve Jones, B. (2019). The effects of traditional, superset, and tri-set resistance training structures on physiological and biomechanical responses in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(8), 2108-2119. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003088>