

Enerji Sistemleri, Antrenman Planlaması ve Beslenmenin Sporcu Performansı İle İlişkisi

Fatih Kıyıcı¹, Ömer Yaşa²

Özet

Bu bölüm, sportif performansın sürdürülebilir biçimde artırılmasının, enerji sistemleri (ATP-PCr, anaerobik glikoliz, aerobik), bilimsel temelli antrenman planlaması ve kanıta dayalı beslenmenin bütüncül entegrasyonuna dayandığını ortaya koymaktadır. Enerji sistemlerinin egzersiz süresi ve şiddetine göre devreye giriş dinamiklerinin doğru anlaşılması; periodizasyonun mikro–mezo–makro–megasiklus düzeylerinde yüklenme–dinlenme dengesinin, bireyselleştirme ve özelleşme prensipleriyle birleştirilmesini mümkün kılar. Beslenmede, karbonhidratların glikojen ekonomisini koruyucu, proteinlerin kas protein sentezi ve toparlanmayı destekleyici, yağların uzun süreli oksidatif enerji üretimine katkı sağlayıcı rolleri vurgulanır; vitamin-mineraller ve elektrolitler oksijen taşınması, sinir iletimi, kas kontraksiyonu ve antioksidan savunma için kritiktir. Hidrasyon performansın sürekliliğinde belirleyicidir. Antrenman öncesi-sırası-sonrası beslenme zamanlaması, enerji sürekliliği ve toparlanmayı optimize eder; kreatin, beta-alanin, kafein ve sodyum bikarbonat gibi ergojenik desteklerin etkinliği ise doz-zamanlama-tolerans ve hedef uyumuna bağlıdır. Vaka örnekleri düzeyinde, maratonda aerobik, halterde ATP-PCr, takım sporlarında karma enerji profili öne çıkar; bu enerji profili antrenman ve beslenme tasarımı yönlendirir. Sonuç olarak, ölçme-izleme temelli ve bireyselleştirilmiş bu bütünsel yaklaşım, yalnızca kısa vadeli yarışma başarısını değil, uzun vadeli adaptasyon, dayanıklılık, toparlanma kapasitesi ve kariyer sürdürülebilirliğini de güvence altına alır.

- 1 Prof. Dr. Fatih KIYICI, Atatürk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Erzurum, fkiyici@atauni.edu.tr, 0000-0003-1982-3894
- 2 Ömer YAŞA, Atatürk Üniversitesi, Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, omer.yasa16@ogr.atauni.edu.tr, 0000-0003-3837-393X

1. Giriş

Sporcuların performans düzeylerini artırmaları, yalnızca yoğun antrenmanlarla değil; fizyolojik enerji sistemlerinin verimli kullanımı, bilimsel temelli antrenman planlaması ve yeterli-dengeli beslenme stratejileri ile mümkündür. Bu üç temel unsurun bir arada ve uyum içinde kullanılması, sporcularda optimal fiziksel kapasitenin gelişimini desteklerken aynı zamanda performansın sürdürülebilirliğini sağlar (Mercan, 2021; Kellmann vd., 2018; Mujika vd., 2018). Bu bağlamda, bu bölümün amacı enerji üretim sistemlerinin özelliklerini, antrenman planlamasının temel ilkelerini ve sporcu beslenmesinin performansa etkilerini inceleyerek okuyucuya kapsamlı bir bakış açısı kazandırmaktır.

Enerji sistemleri, vücudun fiziksel aktivite sırasında ihtiyaç duyduğu enerjiyi hangi yolla ürettiğini belirleyen mekanizmalardır (Şahin & Taşkın, 2023). Anaerobik alaktik (ATP-PCr), anaerobik laktik (glikoliz) ve aerobik (oksidatif) enerji sistemleri, yapılan sporun türüne, süresine ve yoğunluğuna göre devreye girerek enerji ihtiyacını karşılar (Dündar, 2003; Gastin, 2001; Franchini, 2023). Bu sistemlerin doğru anlaşılması, antrenman yüklenmelerinin bireysel özelliklere göre uyarlanmasını kolaylaştırarak sporcu verimliliğini artırır (Hostrup & Bangsbo, 2023).

Antrenman planlaması, sporcuların fizyolojik, psikolojik ve teknik kapasitelerine uygun olarak yüklenme ve dinlenme süreçlerinin yapılandırılmasını kapsar (Akkaya, 2022). Planlamanın bilimsel temellere dayandırılması, antrenmanların amaçlı ve sistematik bir şekilde uygulanmasını sağlar (Bompa & Haff, 2019; Mujika vd., 2018). Bu süreçte antrenman yoğunluğu, sıklığı ve süresi gibi değişkenlerin enerji sistemleriyle uyumlu biçimde organize edilmesi, adaptasyon sürecini hızlandırır ve sakatlık riskini azaltır (Kellmann vd., 2018).

Beslenme ise sporcunun enerji ihtiyacını karşılamasının ötesinde; toparlanma, bağışıklık sistemi fonksiyonları ve antrenman yanıtı üzerinde doğrudan etkili bir faktördür (Mor, 2018). Karbonhidrat, protein ve yağ dengesinin yanı sıra sıvı alımı ve mikro besin öğeleri, antrenman performansını optimize eden başlıca unsurlar arasında yer alır (Karagöz, 2023; Burke vd., 2019; Thomas, Erdman, & Burke, 2016). Yetersiz veya dengesiz beslenme; yorgunluk, konsantrasyon bozuklukları, toparlanma süresinde uzama ve sakatlık risklerinde artışa yol açabilir (Logue vd., 2018; Melin vd., 2024).

Sonuç olarak, sporcu performansının sürdürülebilirliği, enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenmenin birbirini tamamlayacak şekilde

yönetilmesiyle mümkündür. Bu bileşenlerin doğru entegrasyonu, sporcunun hem antrenman hem de müsabaka süreçlerinde en üst düzey verimi elde etmesine katkı sağlar (Guest vd., 2021; Vitale & Getzin, 2019).

2. Enerji Sistemleri ve ATP

2.1. Anaerobik Enerji Sistemleri

Anaerobik enerji sistemleri, kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerde devreye girer ve oksijen kullanmadan ATP üretimini sağlar (Yıldız, 2012). Bu sistemler hızlı ATP sentezi sunar; ancak bu hız, düşük verimlilik ve erken yorgunlukla sınırlıdır. Anaerobik sistemler iki ana alt sistemden oluşur.

2.1.1. ATP-PCr Sistem

ATP-PCr sistemi, literatürde aynı zamanda kreatin fosfat sistemi, fosfojen sistem veya alaktik enerji sistemi olarak da adlandırılmaktadır (Gastin, 2001; Spriet, 1992; Sahlin & Harris, 2011). Bu sistem, kısa süreli ve yüksek şiddetli fiziksel aktivitelerde enerji ihtiyacını karşılamak üzere devreye giren, vücudun en hızlı ATP üretebilen enerji yoludur (Franchini, 2023; Julio vd., 2017). Kas hücrelerinde sınırlı miktarda bulunan adenozin trifosfat (ATP) ve kreatin fosfat (CP), bu sistemin temel enerji kaynaklarını oluşturur. Kreatin fosfatın parçalanması sonucu ortaya çıkan enerjiyle adenozin difosfat (ADP) yeniden ATP'ye dönüştürülür; bu süreçte 1 mol kreatin fosfattan 1 mol ATP elde edilir (Sahlin & Harris, 2011; Sah vd., 2022).

Oksijen kullanımına ihtiyaç duyulmaz ve laktik asit oluşumu gerçekleşmez (Spriet, 1992; Shen vd., 2021). ATP-PCr sistemi, özellikle 10–15 saniyeyi geçmeyen kısa süreli maksimal eforlarda etkilidir ve yüksek patlayıcı güç gerektiren spor performanslarında belirleyici rol oynar (Franchini, 2023; Julio vd., 2017). Atletizmdeki kısa mesafe koşuları (ör. 100 metre), atma ve atlama branşları, futbolda topa vurma anı, voleybolda smaç vuruşu ve basketbolda turnike atışı gibi örneklerde bu sistem baskın olarak çalışır. Bu tür yüksek yoğunluklu, kısa süreli aktivitelerde, hızlı kasılan Tip II (beyaz) kas lifleri ön plandadır ve enerji sisteminin etkinliğini belirleyen temel kas lifi tipidir (Valkovic vd., 2022).

2.1.2. Anaerobik Glikoliz

Anaerobik glikolizis sistemi, egzersiz sırasında hızlı enerji üretiminin gerekli olduğu ancak ATP-PCr sisteminin süresinin yetersiz kaldığı durumlarda devreye giren bir enerji sistemidir (Açıkada, 2021; Spriet, 1992; Gastin, 2001). Literatürde sıklıkla “laktik asit sistemi” olarak da anılmaktadır (Özgür, 2016; Bayram, 2025). Bu sistemin temel enerji kaynağı,

karbonhidratlardır (glikoz ve glikojen) (Bompa & Haff, 2019; Sahlin & Harris, 2011). Glikozun hücre sitoplazmasında oksijen kullanılmaksızın yıkılmasıyla ATP sentezlenir ve bu süreçte yan ürün olarak laktik asit (LA) oluşur (Spriet, 1992; Özgür, 2016). Anaerobik glikoliz yoluyla, bir mol glikozdan yaklaşık 2 ila 3 mol ATP elde edilir (Açıkada, 2021; Dünder, 2003).

Bu sistem, özellikle 1 ila 3 dakika arasında süren, yüksek şiddetli egzersizlerde enerji ihtiyacını karşılamak üzere etkindir (Turgay vd., 2014; Aktaş, 2023; Franchini, 2023). Süre uzadıkça ve enerji talebi devam ettikçe, glikozun parçalanması hızlanır ve oluşan laktik asit, kas dokusunda ve kan dolaşımında birikmeye başlar (Akbaş vd., 2017; Cicioğlu, 2002; Andre, Fırat & Özçelik, 2024). Bu birikim, kas içi pH seviyesini düşürerek yorgunluğun temel nedenlerinden biri haline gelir (Bayram, 2025; Gastin, 2001). Dinlenik durumda kandaki laktat konsantrasyonu yaklaşık 1 mmol/L düzeyindeyken, yoğun egzersizle birlikte bu değer 16–20 mmol/L seviyelerine kadar çıkabilir (Akbaş vd., 2017; Aybek, 2023; Yıldız, 2012).

Egzersiz sonrasında veya oksijenin yeterli olduğu durumlarda, biriken laktik asit vücut tarafından metabolize edilir. Bu metabolik süreçlerin yaklaşık %72'si, laktatın kaslarda oksidatif yollarla enerjiye dönüştürülmesiyle gerçekleşir (Spriet, 1992; Açıkada, 2021). Geri kalan %18'i ise, karaciğerde glukoneogenez süreciyle yeniden karbonhidrata (glikoza) dönüştürülür (Bompa & Haff, 2019; Dünder, 2003; Özgür, 2016).

Anaerobik glikoliz sistemi, özellikle orta süreli yüksek yoğunluklu sporlarda baskın enerji kaynağıdır (Franchini, 2023; Julio vd., 2017; Bayram, 2025). Örnek olarak, 400–800 metre koşuları, 100–200 metre yüzme yarışları, bir rauntluk boks müsabakaları veya bir periyotluk güreş karşılaşmaları gibi aktiviteler verilebilir (Turgay vd., 2014; Aktaş, 2023). Bu egzersizlerde hızlı enerji üretimi ile birlikte laktat birikimi de gözlemlenir; bu nedenle antrenman planlamasında bu sistemin fizyolojik sınırları dikkate alınmalıdır (Akkaya, 2022; Bompa & Haff, 2019; Dünder, 2003).

2.2. Aerobik Sistem

Aerobik sistem, enerji üretiminde oksijen kullanımının temel alındığı ve uzun süreli dayanıklılık gerektiren fiziksel aktivitelerde baskın rol oynayan enerji sistemidir. Bu sistem, karbonhidratlar (glikoz), yağlar ve proteinlerin mitokondri organellerinde oksidatif metabolizma yoluyla parçalanması sonucu ATP sentezini sağlar. Aerobik sistem, enerji üretiminde en verimli ancak en yavaş mekanizma olarak kabul edilir.

Bir mol glikozun oksidatif yıkımı sonucunda yaklaşık 38–39 mol ATP

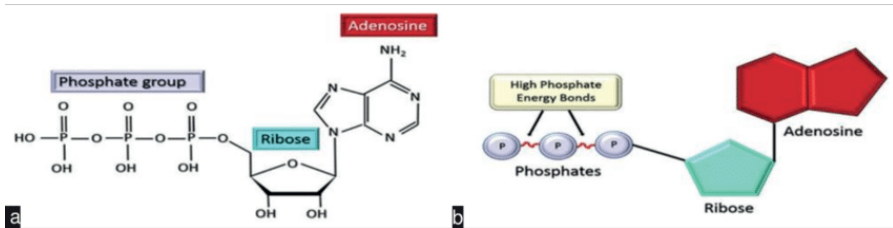
üretilirken, yağların oksidasyonu çok daha fazla enerji sağlar; örneğin uzun zincirli yağ asitlerinin metabolizması sonucunda 130 mol ATP'ye kadar enerji elde edilebilir. Ancak, eşit miktarda oksijen kullanımı koşulunda karbonhidratların enerji verimliliği yağlara kıyasla daha yüksektir (Alaeddinoğlu, Kaya, 2016).

Bu sistem, dayanıklılık sporlarında, örneğin maraton koşusu, triatlon, uzun mesafe yüzme ve bisiklet gibi uzun süre devam eden orta ve düşük şiddetteki egzersizlerde temel enerji kaynağıdır. Mitokondriyal enzimlerin aktivitesi, oksijen taşıma kapasitesi ve kardiyovasküler dayanıklılık aerobik sistemin performansını belirleyen başlıca fizyolojik parametrelerdir.

Sonuç olarak, aerobik enerji sistemi, yüksek miktarda ATP sentezleyerek uzun süreli kas aktivitesini desteklerken, yorgunluk oluşumunu geciktirir ve sporunun dayanıklılığını artırır.

2.3. Adenozin Trifosfat (ATP)

Fiziksel aktivite sırasında kas kasılmalarının gerçekleşebilmesi için gerekli olan temel enerji kaynağı, biyolojik bir molekül olan adenozin trifosfat (ATP)'dir (Gastin, 2001; Spriet, 1992). ATP, vücutta doğrudan kullanılan tek enerji formudur ve tüm metabolik süreçlerde enerji aktarımının merkezinde yer alır (Valkovič vd., 2022). Kimyasal olarak ATP; adenin bazına bağlı bir riboz (şeker) molekülü ve üç adet fosfat grubundan oluşur, bu yapısı sayesinde yüksek enerjili fosfat bağlarını içerir (Mahoney vd., 2018). Her kas kasılması, ATP'nin bir fosfat grubunu kaybederek adenozin difosfat (ADP) haline dönüşmesiyle birlikte ortaya çıkan enerji sayesinde gerçekleşir (Sahlin & Harris, 2011; Shen vd., 2021). Ancak, kas hücrelerinde depolanan ATP miktarı oldukça sınırlıdır ve yalnızca birkaç saniyelik yüksek şiddetli fiziksel aktiviteyi karşılayabilecek düzeydedir (Spriet, 1992; Julio vd., 2017). Bu nedenle, egzersiz süresince sürekli olarak yeni ATP sentezi gerekmektedir. Vücut, bu ihtiyacı karşılayabilmek için üç temel enerji sistemini kullanır: ATP-PCr sistemi, anaerobik glikoliz ve aerobik sistem (Franchini, 2023; Gastin, 2001).



Şekil 1. Adenozin Trifosfat Kimyasal Yapısı (Mahoney vd., 2018).

2.4. Enerji Sistemlerinin Sporcu Performansı Üzerindeki Rolü

Sporcularda fiziksel performansın sürdürülebilirliği ve etkinliği, enerji sistemlerinin doğru ve verimli bir şekilde çalışmasına doğrudan bağlıdır (Gastin, 2001; Franchini, 2023). Egzersiz sırasında kaslara gereken enerjinin sağlanması; aktivitenin süresi, şiddeti, tipi ve sporcunun fizyolojik kapasitesine göre farklılık gösteren enerji sistemleri tarafından gerçekleştirilir (Julio vd., 2017; Spriet, 1992). Bu sistemler, sportif performansı belirleyen temel biyolojik yapı taşları arasında yer almakta ve enerji metabolizmasının etkinliğiyle doğrudan ilişkilidir (Valkovič vd., 2022; Mujika vd., 2018).

ATP-PCr sistemi, kısa süreli ve yüksek şiddetli egzersizlerde anlık enerji gereksinimini karşılayan en hızlı enerji üretim yoludur. Bu sistem, özellikle sprint koşuları, uzun atlama, voleybolda smaç veya futbolda ani şut gibi patlayıcı güç gerektiren aktivitelerde baskındır (Sahlin & Harris, 2011; Sah vd., 2022). Bu tür aktivitelerde hızlı kasılan Tip IIB kas liflerinin etkinliği, sinir-kas koordinasyonu ve fosfokreatin depolarının yenilenme hızı performansı belirleyen başlıca faktörlerdir (Shen vd., 2021; Valkovič vd., 2022; Hostrup & Bangsbo, 2023).

Anaerobik glikoliz sistemi, 30 saniye ile 3 dakika arasındaki yüksek yoğunluklu egzersizlerde enerji üretiminde baskın hale gelir. Bu sistemin etkisi, 400–800 metre koşular, yüzme, boks ve güreş gibi branşlarda belirgindir (Turgay vd., 2014; Aktaş, 2023; Özgür, 2016). Ancak bu süreçte ortaya çıkan laktik asit birikimi kas içi pH'ı düşürerek yorgunluk ve performans düşüşüne yol açabilir (Akbaş vd., 2017; Cicioğlu, 2002; Andre vd., 2024). Bu nedenle antrenman programlarında laktat toleransını artırmaya yönelik interval, tempo ve eşik antrenmanları önemli bir yer tutar (Bayram, 2025; Apaydın, 2021).

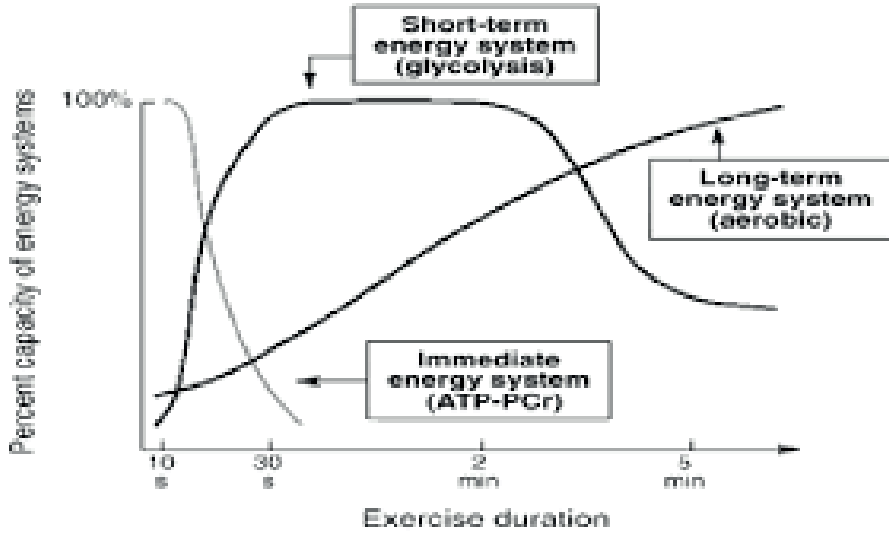
Aerobik enerji sistemi ise uzun süreli, düşük veya orta şiddetli egzersizlerde temel enerji kaynağı olarak görev yapar (Açıkada, 2021; Bilal & Sarioğlu, 1992). Maraton, triatlon, uzun mesafe yüzme ve bisiklet gibi dayanıklılık branşlarında bu sistemin etkinliği, performansın sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir (Baykara vd., 2019; Özdemir, 2010). Aerobik kapasitesi yüksek sporcular, daha düşük yorgunlukla daha uzun süre egzersiz yapabilir ve toparlanma süreçleri daha hızlı gerçekleşir (Aybek, 2023; Özgür, 2016). Bu sistemin gelişimi, mitokondri yoğunluğu, oksidatif enzim aktivitesi ve kardiyovasküler kapasiteyle yakından ilişkilidir (Burke vd., 2019; Guest vd., 2021).

Sonuç olarak, sportif performansın düzeyi; enerji sistemlerinin egzersize özgü taleplere ne ölçüde uyum sağladığıyla doğrudan ilişkilidir. Antrenörler

ve spor bilimciler, spor dalının enerji profiline uygun antrenman planlamaları yapmalı ve sporcuların aerobik-anaerobik sistem kapasitelerini branşa özgü biçimde geliştirmelidir (Açıkada, 2021; Bayram, 2025; Bompa & Haff, 2019). Böylece hem maksimal performans düzeyi artırılabilir hem de yorgunluğa karşı fizyolojik dayanıklılık optimize edilebilir (Cicioğlu, 2002; Andre vd., 2024; Kellmann vd., 2018).

Tablo 1. Bazı Spor Branşlarına Göre Baskın Enerji Sistemleri

Spor Branşı / Aktivite	Egzersiz Süresi ve Şiddeti	Baskın Enerji Sistemi
100 m Sprint (Atletizm)	8–12 saniye / Maksimal	ATP-PCr Sistemi
Uzun Atlama / Gülle Atma	5–10 saniye / Maksimal	ATP-PCr Sistemi
400–800 m Koşu	45 saniye – 2 dakika / Yüksek	Anaerobik Glikolizis
100–200 m Yüzme	1–2 dakika / Yüksek	Anaerobik Glikolizis
1 Raunt Boks / 1 Periyot Güreş	1–3 dakika / Yüksek	Anaerobik Glikolizis
Maraton (42 km)	2–3 saat / Orta – Düşük	Aerobik Sistem
Triatlon / Uzun Msafce Bisiklet	1–4 saat / Orta – Düşük	Aerobik Sistem
Futbol / Basketbol (Maç süresi)	90+ dakika / Değişken Şiddette	Aerobik + Anaerobik
Tenis / Voleybol (Uzun Ralli)	Sürekli – Patlayıcı + Süreklilik	ATP-PCr + Aerobik
Crossfit / Fonksiyonel Antrenman	10–30 dakika / Yüksek –Değişken	Anaerobik + Aerobik
Kayaklı Koşu	15-90 dakika / Orta - Yüksek	Aerobik + Anaerobik Glikolizis
Alp Disiplini	45 saniye - 2 dakika / Maksimal	ATP PCr + Anaerobik Glikolizis
Biathlon (Kayaklı koşu + atış)	30-60 dakika / Orta Yüksek	Aerobik + Anaerobik
Kayakla Atlama	5-10 saniye / Maksimal	ATP PCr Sistem



Şekil 1. Farklı sürelerde maksimal egzersiz sırasında anaerobik (ATP-PCr, glikoliz) ve aerobik enerji sistemlerinin katkısını gösteren geleneksel model (Swanwick & Matthews, 2018).

3. Antrenman Planlaması

Sporcuların performansını sistematik ve sürdürülebilir şekilde geliştirebilmek için antrenman yüklerinin belirli bir mantık çerçevesinde yapılandırılması gereklidir. Bu yapılandırma sürecinde, sporcunun fizyolojik, psikolojik ve teknik özellikleri dikkate alınarak kısa, orta ve uzun vadeli hedeflere ulaşılması amaçlanır. Antrenman planlaması, yüklenme ilkelerine uygun olarak antrenman şiddeti, süresi, sıklığı ve içeriğinin düzenlenmesini kapsar (Açıkkada, 2021; Thomas, Erdman & Burke, 2016).

Bu noktada devreye giren periodizasyon, antrenman biliminin temelini oluşturan kavramlardan biridir. Periodizasyon; yüklenme ve dinlenme süreçlerinin belirli bir zaman dilimi içerisinde sistematik biçimde düzenlenmesi ve sporcunun hedeflenen dönemde en yüksek performansa ulaşmasının sağlanmasıdır (Açıkkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021). Hazırlık, yarışma ve geçiş dönemlerine özgü programların geliştirilmesi sayesinde performansın tepe noktasına ulaşması amaçlanır.

Etkili bir antrenman planlaması yalnızca fizyolojik gelişimi desteklemekle kalmaz, aynı zamanda sakatlıkların önlenmesine, psikolojik dayanıklılığın artırılmasına ve sporcunun motivasyonunun korunmasına da katkı sağlar. Bu nedenle periodizasyon, antrenmanın rastgele değil, bilimsel temellere dayalı bir düzen içerisinde uygulanması gerektiğini vurgulayan kritik bir

yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

3.1. Antrenman Biliminin Temel Prensipleri

Antrenman sürecinin bilimsel bir temele oturtulabilmesi için belirli ilkelerin gözetilmesi gerekir. Bu ilkeler, periodizasyonun yapı taşlarını oluşturur ve sporcuların performans gelişiminde yol gösterici bir çerçeve sunar (Açıkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021).

Aşağıda antrenman biliminin temel prensipleri özetlenmiştir:

3.1.1. Yüklenme ve Adaptasyon Prensibi

Organizma, kendisine uygulanan stres faktörlerine uyum sağlamak üzere tepki verir. Yüklenme kademeli olarak artırıldığında performans gelişir. Ancak bu artış, sporcunun bireysel tolerans düzeyine uygun olmalıdır; aksi takdirde aşırı yüklenme ve sakatlık riski ortaya çıkar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

3.1.2. Süreklilik Prensibi

Antrenman uyaranlarının düzenli ve kesintisiz biçimde verilmesi gerekir. Uzun süreli aralar, kazanılan adaptasyonların kaybedilmesine yol açabilir. Bu nedenle süreklilik, antrenman sürecinin en kritik bileşenlerinden biridir (Açıkada, 2021).

3.1.3. Bireyselleştirme Prensibi

Sporcular arasında fizyolojik, psikolojik ve genetik farklılıklar bulunur. Aynı antrenman yüküne verilen yanıt her sporcu için farklılık gösterebilir. Bu nedenle programlar, sporcunun özelliklerine göre bireyselleştirilmelidir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

3.1.4. Özelleşme Prensibi

Antrenman uyaranları, sporcunun branşına ve performans hedeflerine uygun olmalıdır. Genel fiziksel gelişim önemli olmakla birlikte, sporcunun branşa özgü enerji sistemleri, kas grupları ve motor becerileri öncelikli olarak geliştirilmelidir (Açıkada, 2021; Jeukendrup, 2011).

3.1.5. Çeşitlilik Prensibi

Tekdüze antrenman uyaranları, performans gelişimini sınırlar. Çalışmalarda yöntemsel çeşitlilik sağlanmalı, yüklenme ve dinlenme döngüleri

dengeli biçimde planlanmalıdır (Malsagova ve ark., 2021; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

3.1.6. Çok Yönlü Gelişim Prensibi

Sporcu yalnızca branşa özgü değil, genel motorik özellikler (kuvvet, dayanıklılık, sürat, esneklik ve koordinasyon) açısından da gelişim göstermelidir. Çok yönlü gelişim hem performansın yükselmesine hem de sakatlıkların önlenmesine katkı sağlar (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008; Açıkada, 2021).

3.1.7. Aktif Katılım Prensibi

Antrenman sürecinde sporcunun aktif katılımı, öğrenme ve adaptasyonun kalıcı hale gelmesi açısından önemlidir. Sporcu pasif alıcı değil, sürecin aktif bir parçası olmalıdır (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

3.1.8. Yükün Kademeli Artırılması Prensibi

Organizmanın uyum kapasitesi göz önünde bulundurularak antrenman yükleri aşamalı şekilde artırılmalıdır. Ani ve aşırı yüklenmeler performansı olumsuz etkileyebilir (Açıkada, 2021; Thomas, Erdman & Burke, 2016).

3.1.9. Periyodizasyon Prensibi

Yüklenme ve dinlenme süreçlerinin belirli bir zaman dilimi içerisinde sistematik biçimde düzenlenmesini ifade eder. Bu prensip sayesinde sporcunun yıl içerisindeki performansı dalgalı ama planlı bir gelişim izler (Malsagova ve ark., 2021; Açıkada, 2021).

3.1.10. Geriye Dönüş Prensibi

Antrenman uyaranlarının azalması veya tamamen ortadan kalkması durumunda, kazanılmış performans adaptasyonları geriye döner. Bu nedenle düzenli çalışma sürdürülebilirlik açısından önemlidir (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

3.1.11. Modelleme (Antrenman Sürecini Biçimlendirme) Prensibi

Antrenman planı, sporcunun yarışma koşullarını mümkün olduğunca simüle edecek biçimde kurgulanmalıdır. Böylece sporcu, müsabaka stresine ve ortamına daha kolay adapte olur.

Bu prensipler hem bireysel sporcularda hem de takım sporlarında periodizasyonun temel taşlarını oluşturur. Uygulamada bu ilkelerin dikkate

alınması, antrenman planlamasının daha bilimsel ve sistematik bir çerçevede yürütülmesini sağlar (Açıkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021).

3.2. Periyodizasyonun Bölümleri: Birim Antrenman, Mikrosiklüs, Mezosiklüs, Makrosiklüs ve Megasiklüs

Antrenman planlamasında performansın sistematik biçimde geliştirilmesi, yalnızca tek tek antrenmanların değil, bütün bir yılın ve hatta birden fazla yılın mantıksal çerçevede yapılandırılmasını gerektirir. Bu nedenle periyodizasyon, farklı zaman ölçeklerinde planlama birimlerinden oluşur. Bu birimler hiyerarşik bir yapı içerisinde mikrosiklüs, mezosiklüs, makrosiklüs ve megasiklüs olarak sınıflandırılmaktadır (Açıkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021).

3.2.1. Birim Antrenman

Birim antrenman, periyodizasyonun en küçük ve en işlevsel yapı taşıdır. Tek bir gün içerisinde planlanan **ısınma, ana bölüm ve soğuma** evrelerinden oluşur. Her evre, sporcunun o günkü hedefine yönelik **fizyolojik ve psikolojik adaptasyonu** destekleyecek biçimde tasarlanır.

Bir birim antrenman, yalnızca o günün çalışması değil; aynı zamanda tüm antrenman döneminin kalitesini belirleyen temel halkadır. Yüklenme ve toparlanma dengesi, antrenman içeriğinin doğru planlanmasıyla sağlanır. Bu nedenle birim antrenmanlar, sporcunun gelişim sürecinde **“küçük ama belirleyici adımlar”** olarak görülmelidir.

3.2.2. Mikrosiklüs

5–7 günü kapsayan en küçük planlama birimidir. Günlük antrenman içeriklerinin sistematik biçimde düzenlenmesini sağlar. Yoğun yüklenme günleri ile aktif toparlanma günleri dengeli biçimde dağıtılarak sporcunun hem adaptasyonu hem de toparlanması desteklenir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

3.2.3. Mezosiklüs

3–6 haftalık süreyi kapsayan alt dönemlerdir. Her mezosiklüs belirli bir kapasiteyi (örneğin dayanıklılık, kuvvet, sürat veya beceri) geliştirmeye odaklanır. Bu süreçte antrenman içeriği, yoğunluk ve süre aşamalı olarak artırılarak hedeflenen fizyolojik adaptasyon sağlanır (Açıkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021).

3.2.4. Makrosiklüs

Genellikle 3–6 aylık süreyi kapsayan daha geniş dönemlerdir. Bir makrosiklüs içerisinde hazırlık, yarışma ve geçiş evreleri yer alabilir. Örneğin, bir futbol takımının hazırlık dönemi makrosiklüsünde dayanıklılık ve kuvvet çalışmaları ön plandayken, yarışma dönemi makrosiklüsünde daha çok sürat, çeviklik ve taktiksel çalışmalara ağırlık verilir (Jeukendrup, 2011; Açıkada, 2021).

3.2.5. Megasiklüs

En geniş ölçekli planlama birimidir ve genellikle **4–8 yılı** kapsar. Bu süre, özellikle olimpiyatlar, dünya şampiyonaları gibi sporcuların kariyerlerinde önemli dönemeçlere hazırlık süreçlerinde anlam kazanır. Megasiklüs kapsamında yıllık planlar birbirini tamamlayacak şekilde organize edilir; sporcu aşamalı olarak gelişim gösterir ve hedeflenen dönemde en üst düzey performansa ulaşmayı amaçlar (Malsagova ve ark., 2021; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

Bu hiyerarşik yapı sayesinde antrenmanlar hem kısa vadeli hedeflerle uyumlu hem de uzun vadeli gelişimi destekleyici nitelikte planlanır. Mikrosiklüslerden megasiklüs planlamasına kadar uzanan bu bütünsel yaklaşım, sporcuların fiziksel kapasitelerinin kademeli biçimde geliştirilmesine ve yarışma dönemlerinde en yüksek verimlilikle performans göstermelerine olanak tanır (Açıkada, 2021; Malsagova ve ark., 2021; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

3.3. Dayanıklılık, Kuvvet, Sürat ve Beceri Antrenmanlarının Planlanması

Antrenman planlamasında temel motorik özelliklerin geliştirilmesi, performansın kalıcı ve dengeli bir biçimde artışını sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda dayanıklılık, kuvvet, sürat ve beceri antrenmanlarının bilimsel temellere göre organize edilmesi gerekmektedir (Açıkada, 2021; Thomas, Erdman & Burke, 2016).

a. Dayanıklılık Antrenmanları: Aerobik ve anaerobik kapasitenin geliştirilmesine yönelik planlanır. Aerobik dayanıklılık çalışmaları düşük-orta şiddette ve uzun süreli yüklenmelerle sağlanırken, anaerobik dayanıklılık için yüksek yoğunluklu interval yöntemler kullanılır. Dayanıklılık, birçok branşta temel performans belirleyicisi olduğu için özellikle hazırlık dönemlerinde öncelikli yer tutar (Jeukendrup, 2011; Açıkada, 2021).

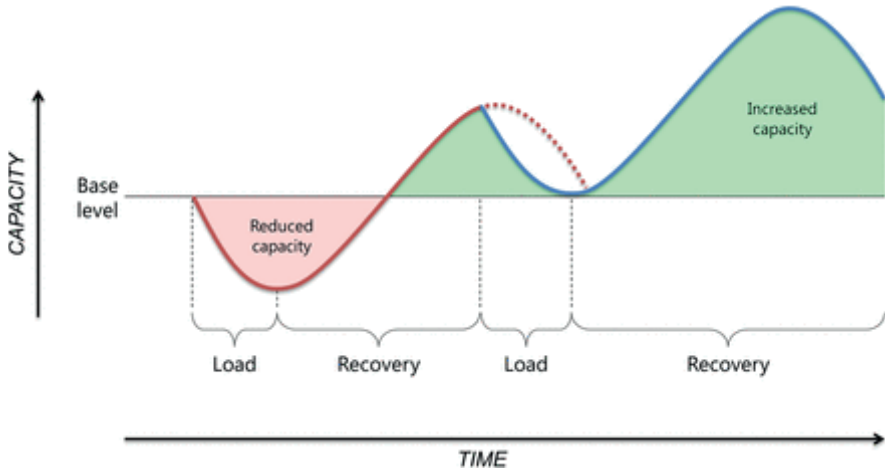
b. Kuvvet Antrenmanları: Kuvvetin farklı türleri (maksimal kuvvet, patlayıcı kuvvet, kuvvette devamlılık, hipertrofi) periyodik olarak geliştirilmelidir. Hazırlık döneminde genel kuvvet çalışmaları ön plandayken, yarışma döneminde branşa özgü kuvvet türlerine odaklanılır. Kuvvet antrenmanlarının planlanmasında yüklenme prensipleri (set, tekrar, yoğunluk, dinlenme süreleri) sistematik biçimde düzenlenmelidir (Wax ve ark., 2021; Malsagova ve ark., 2021).

c. Sürat Antrenmanları: Sinir-kas koordinasyonu, reaksiyon zamanı ve hız kapasitesini geliştirmeye yöneliktir. Kısa süreli, yüksek yoğunluklu ve tam dinlenmeli çalışmalarla planlanır. Sürat antrenmanları, özellikle futbol, basketbol ve atletizm gibi sporlarda performansın belirleyici unsurlarından biridir (Akbaş ve ark., 2017; Açıkada, 2021).

d. Beceri Antrenmanları: Branşa özgü teknik ve taktik becerilerin sistematik olarak öğretilmesi ve geliştirilmesini kapsar. Beceri antrenmanlarının başarısı, tekrar sıklığı, uygulama çeşitliliği ve oyun koşullarına benzerlik düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Mikro döngülerde beceri çalışmalarının düzenli olarak yer alması, teknik gelişimi kalıcı hale getirir (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

3.4. Yüklenme ve Toparlanma Dengesi

Performans gelişiminin temelinde yüklenme ile toparlanma arasındaki denge bulunmaktadır. Aşırı yüklenme toparlanmayı engelleyerek overtraining sendromuna, yetersiz yüklenme ise adaptasyonun gerçekleşmemesine yol açabilir. Bu nedenle yüklenme ve toparlanma döngülerinin periyodik biçimde düzenlenmesi gerekir. Toparlanmayı destekleyen unsurlar arasında uyku, beslenme, aktif dinlenme ve psikolojik iyileşme stratejileri yer alır (Meeusen vd., 2013). Yüklenme ve toparlanma döngüsünün zamana bağlı olarak kapasite üzerindeki etkisi Şekil 2’de gösterilmiştir (Onnia, 2019).



Şekil 2. Yüklenme ve toparlanma döngüsünün zamana bağlı olarak kapasite üzerindeki etkisi

3.5. Bazı Spor Branşına Özgü Örnekler

a. Maraton Koşusu: Aerobik dayanıklılığın geliştirilmesi için uzun süreli düşük-orta şiddette koşular ön plandadır. Yarışma döneminde ise hız sürdürme kapasitesini artırmak amacıyla tempo koşuları ve interval çalışmaları uygulanır (Jeukendrup, 2011).

b. Futbol: Dayanıklılık, sürat ve kuvvet antrenmanlarının dengeli bir kombinasyonu gerekir. Hazırlık döneminde genel dayanıklılık ve kuvvet çalışmaları ağırlıklı iken, yarışma döneminde sürat, çeviklik ve taktiksel antrenmanlar öne çıkar (Açıkada, 2021).

c. Halter: Kuvvet ve patlayıcı güç gelişimi esastır. Hazırlık döneminde genel kuvvet ve hipertrofiye odaklanılırken, yarışma öncesinde maksimal güç ve teknik beceri geliştirilir (Wax vd., 2021).

d. Jimnastik: Beceri ve koordinasyon antrenmanları temel öneme sahiptir. Kuvvet ve esneklik çalışmaları beceri kazanımını destekleyici biçimde planlanır (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

e. Kayaklı Koşu: Uzun süreli, değişken şiddette efor gerektiren bir branş olup aerobik dayanıklılığın baskın olduğu, ancak yüksek eğim geçişleri ve sprint finişlerinde anaerobik kapasitenin de devreye girdiği bir yapıya sahiptir. Hazırlık döneminde temel aerobik kapasiteyi artırmaya yönelik uzun mesafe kros ve rulo kayak çalışmaları yapılırken; yarışma döneminde yüksek yoğunluklu interval (HIIT), tepki-sürat ve teknik verimlilik antrenmanları

ön plana çıkar (Açıkada, 2021; Jeukendrup, 2011).

4. Beslenme ve Ergojenik Destekler

Sporcu performansının gelişiminde beslenme, yalnızca enerji ihtiyacını karşılayan bir unsur değil; aynı zamanda toparlanma, bağışıklık fonksiyonları ve antrenman adaptasyonu üzerinde doğrudan etkili bir faktördür (Thomas, Erdman & Burke, 2016). Bilimsel literatürde, makro ve mikro besin öğelerinin dengeli alımı ile hidrasyonun performans için kritik olduğu vurgulanmaktadır (Malsagova vd., 2021).

4.1. Makro Besin Öğeleri

Karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir. Vücuda enerji sağlayan, büyüme, onarım ve metabolik işlevlerin sürdürülmesi için büyük miktarlarda alınması gereken temel besin bileşenleridir. Karbonhidratlar hızlı enerji, yağlar uzun süreli enerji ve hücresel yapı, proteinler ise kas onarımı ve doku yenilenmesi için kullanılır (Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001; Thomas, Erdman & Burke, 2016).

4.1.1. Karbonhidratlar

Sporcunun motor gücünü besleyen en temel enerji kaynağı olarak, performansın sürekliliğini ve kas dayanıklılığını belirleyen biyokimyasal yapı taşlarıdır. Glikoz formunda dolaşıma katılan karbonhidratlar, kas ve karaciğerde glikojen şeklinde depolanarak yüksek yoğunluklu egzersizlerde hızlı enerji sağlar (Jeukendrup, 2011; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Bu depoların yeterliliği, özellikle anaerobik ve yüksek tempolu aktivitelerde yorgunluk eşiğini doğrudan etkiler (Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001; Eskici, 2020). Yetersiz karbonhidrat alımı, kas glikojeninin erken tükenmesine, laktat birikimine ve performans düşüşüne neden olurken; antrenman sonrası doğru zamanda alınan karbonhidratlar, glikojen resentez hızını artırarak toparlanmayı hızlandırır (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Özdemir, 2010). Dolayısıyla karbonhidrat, yalnızca bir enerji kaynağı değil, aynı zamanda antrenman adaptasyonu, dayanıklılık kapasitesi ve nöromusküler verimliliğin korunması açısından sporcu beslenmesinin bilimsel temelini oluşturur (Malsagova vd., 2021; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

4.1.2. Yağlar (lipitler)

Enerji metabolizmasının en yoğun kaynağı olup 1 gramı yaklaşık 9 kcal enerji sağlar ve özellikle orta-düşük şiddetli, uzun süreli egzersizlerde oksidatif fosforilasyon yoluyla enerji üretiminde temel rol oynar (Thomas,

Erdman & Burke, 2016; Jeukendrup, 2011). Trigliceritler, fosfolipitler ve steroller olmak üzere üç ana grupta incelenir; trigliceritler enerji deposu olarak kas ve adipöz dokuda, fosfolipitler hücre zarının yapısında, kolesterol ise steroid hormon ve D vitamini sentezinde görev alır (Filiz, 2023; Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022). Egzersiz sırasında mitokondriyal yağ oksidasyonu (β -oksidasyon) ile serbest yağ asitlerinden asetil-CoA oluşur, bu da Krebs döngüsüne katılarak ATP üretimini sağlar (Eskici, 2020; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001). Düzenli dayanıklılık antrenmanları, kas hücrelerinde mitokondri yoğunluğunu ve yağ oksidasyon enzimlerinin aktivitesini artırarak enerji verimliliğini geliştirir (Malsagova vd., 2021; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008). Ayrıca yağlar, A, D, E ve K vitaminlerinin emilimi için zorunludur ve hücre zarının akışkanlığını koruyarak hormonal ve sinirsel iletimin sağlıklı işlemesine katkıda bulunur (Yaman vd., 2022; Alphan, 2024). Bu nedenle yeterli ve dengeli yağ alımı, sadece enerji kaynağı değil, hücresel bütünlük, hormon üretimi, inflamasyon kontrolü ve uzun süreli performans sürdürülebilirliği açısından da sporcu beslenmesinde kritik bir bileşendir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

4.1.3. Proteinler

Organizmanın yapısal, fonksiyonel ve metabolik bütünlüğünü koruyan temel biyomoleküllerdir ve özellikle sporcularda kas dokusunun onarımı, yeniden yapılanması ve adaptasyonu açısından hayati öneme sahiptir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Eskici, 2020). Yaklaşık 20 aminoasitten oluşan proteinlerin 9'u esansiyel olup dışarıdan besin yoluyla alınmalıdır; bunlar vücutta sentezlenemez (Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001). Egzersiz sonrası kas liflerinde meydana gelen mikrotravmaların iyileşmesi, kas protein sentezi (MPS) süreciyle gerçekleşir ve bu süreçte özellikle lösin, izolösin ve valin gibi BCAA'lar (dallı zincirli aminoasitler) uyarıcı rol oynar (Wax vd., 2021; Andre, Fırat & Özçelik, 2024). 1 gram protein ortalama 4 kcal enerji sağlar; ancak proteinler, öncelikli olarak enerji değil, enzim, hormon, taşıyıcı molekül ve yapısal doku sentezinde kullanılır (Eskici, 2020; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Uzun süreli veya yüksek şiddetli egzersizlerde karbonhidrat depoları azaldığında, enerji ihtiyacının karşılanması için glukoneogenez yoluyla aminoasitlerin enerjiye dönüştürülmesi artar (Jeukendrup, 2011; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001). Sporcularda yetersiz protein alımı kas yıkımına (katabolizma) ve toparlanma sürecinin uzamasına yol açarken, yeterli ve zamanında alınan protein (özellikle egzersiz sonrası 20–40 g yüksek biyolojik değerli kaynaklardan) kas hipertrofisi, güç artışı ve metabolik adaptasyonun

desteklenmesini sağlar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Dolayısıyla proteinler, sadece kas gelişiminin değil, performansın korunması, bağışıklık fonksiyonlarının sürdürülmesi ve antrenman sonrası iyileşmenin hızlandırılması açısından da sporcu beslenmesinde vazgeçilmez bir makro besin ögesidir (Eskici, 2020; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

4.1.4. Makro Besin Öğelerinin Performansa Etkisi

Sportif performansın temel belirleyicilerindendir çünkü enerji üretimi, kas onarımı ve metabolik dayanıklılığın sürdürülmesinde doğrudan rol oynarlar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Karbonhidratlar, yüksek yoğunluklu egzersizlerde kas glikojen depoları aracılığıyla birincil enerji kaynağını oluşturur; yeterli karbonhidrat alımı, yorgunluk eşliğini geciktirir ve performans süresini uzatır (Jeukendrup, 2011; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001). Yağlar, özellikle düşük ve orta şiddetli egzersizlerde oksidatif sistem üzerinden enerji sağlar ve glikojen depolarının korunmasına yardımcı olur; böylece uzun süreli dayanıklılık aktivitelerinde verimliliği artırır (Filiz, 2023; Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022). Proteinler ise egzersiz sonrası kas liflerinde meydana gelen mikro hasarların onarımını destekleyerek toparlanmayı hızlandırır, kas kütesinin korunmasını sağlar ve kuvvet gelişimini destekler (Eskici, 2020; Wax vd., 2021). Dolayısıyla makro besin öğelerinin dengeli alımı, enerji metabolizmasının etkin çalışması, yorgunluğun geciktirilmesi, toparlanmanın hızlanması ve antrenman adaptasyonunun maksimize edilmesi açısından performansın biyokimyasal temelini oluşturur (Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

4.2. Mikro Besin Öğeleri

Enerji üretiminde doğrudan rol oynamayan, ancak metabolik reaksiyonların düzenlenmesi, kas kasılması, sinir iletimi, oksijen taşınması, bağışıklık fonksiyonları ve antioksidan savunma sistemleri için hayati öneme sahip vitaminler ve minerallerden oluşur (Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022; Çerit & Onat, 2024). Küçük miktarlarda gereksinim duyulmasına rağmen, sportif performans ve toparlanma süreçlerinde etkileri büyüktür (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Alphan, 2024).

4.2.1. Vitaminler

Vücudun enerji üretiminde doğrudan rol almayan ancak metabolik reaksiyonların düzenlenmesi, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, kas fonksiyonlarının sürdürülmesi ve oksidatif stresin azaltılması açısından

hayati önem taşıyan organik bileşiklerdir (Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022; Çerit & Onat, 2024). Küçük miktarlarda alınmalarına rağmen, biyokimyasal süreçlerde koenzim veya antioksidan olarak görev yaparlar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Alphan, 2024). Yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K) vücutta depo edilebilir ve özellikle hücre zarının korunması, kemik mineralizasyonu, kan pıhtılaşması ve görme fonksiyonları üzerinde etkilidir (Yaman vd., 2022; Filiz, 2023). Suda çözünen vitaminler (B grubu ve C vitamini) ise depolanmadıkları için düzenli olarak alınmalıdır; B vitaminleri özellikle enerji metabolizmasında görev alırken, C vitamini güçlü bir antioksidan olarak bağ dokusu sentezi, demir emilimi ve immün yanıtın desteklenmesinde rol oynar (Çerit & Onat, 2024; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008). Sporcularda artan metabolik hız, oksijen tüketimi ve oksidatif stres nedeniyle vitamin gereksinimi genellikle daha yüksektir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Bu nedenle yeterli vitamin alımı, enerji dönüşümünün verimliliğini artırır, kas yorgunluğunu azaltır, toparlanma sürecini hızlandırır ve egzersiz sonrası oksidatif hasarın sınırlandırılmasında önemli bir fizyolojik avantaj sağlar (Yaman vd., 2022; Çerit & Onat, 2024).

4.2.2. Mineraller

Organizmanın elektrolit dengesi, kas kasılması, sinir iletimi, enzim aktivasyonu ve kemik yapısının korunması gibi temel yaşam fonksiyonlarında görev alan inorganik elementlerdir (Alphan, 2024; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Enerji sağlamasalar da enerji metabolizmasının düzgün işlemesi için vazgeçilmezdirler (Malsagova vd., 2021; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008). Makro mineraller (kalsiyum, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum ve klor) vücutta yüksek miktarda bulunur ve özellikle kas kontraksiyonu, su dengesi ve sinirsel uyarı iletimi süreçlerinde kilit rol oynar (Alphan, 2024; Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022). Kalsiyum ve fosfor, kemik ve dişlerin yapısında yer alarak kas kasılması ve ATP üretiminde etkilidir; magnezyum, kas gevşemesi ve yüzlerce enzimatik reaksiyonun kofaktörüdür; sodyum, potasyum ve klor ise hücre içi-dışı sıvı dengesini düzenleyerek performans sırasında sıvı kaybına bağlı kas kramplarını önler (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019). İz mineraller (demir, çinko, bakır, selenyum, iyot vb.) daha az miktarda gereksinim duyulsa da hayati işlevler üstlenir; demir, hemoglobin ve miyogloblin aracılığıyla oksijen taşınmasında görev alırken, çinko protein sentezi ve bağışıklık fonksiyonlarını destekler, selenyum antioksidan savunma sisteminde görev yapar (Yaman vd., 2022; Çerit & Onat, 2024). Özellikle sporcularda terleme yoluyla mineral kaybı artar; bu nedenle elektrolit dengesi ve mineral yeterliliği, dayanıklılığın korunması, kas fonksiyonlarının devamı

ve egzersiz sonrası toparlanmanın hızlandırılması açısından kritik öneme sahiptir (Alphan, 2024; Thomas, Erdman & Burke, 2016).

4.2.3. Su ve Elektrolitler

Vücudun homeostatik dengesini, ısı düzenlemesini ve fizyolojik performansın sürdürülebilirliğini sağlayan temel unsurlardır (Alphan, 2024; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Su, insan vücudunun yaklaşık %55–70'ini oluşturur ve tüm metabolik reaksiyonların gerçekleştiği ortamdır (Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008; Malsagova vd., 2021). Hücre içi ve dışı sıvı dengesini koruyarak besinlerin taşınması, atık ürünlerin uzaklaştırılması, kan hacminin düzenlenmesi ve vücut ısısının terleme yoluyla kontrol edilmesinde hayati rol oynar (Alphan, 2024; Thomas vd., 2016). Egzersiz sırasında terleme ile kaybedilen suyun yanında sodyum (Na^+), potasyum (K^+), klor (Cl^-), magnezyum (Mg^{2+}) gibi elektrolitlerin de kaybı, kas krampları, sinir iletiminde bozulma, kan basıncında düşüş ve performans azalması gibi sonuçlara yol açabilir (Alphan, 2024; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019). Sodyum özellikle terle en fazla kaybedilen elektrolittir ve plazma ozmolalitesinin korunmasında kilit rol oynar; potasyum hücre içi sıvı dengesini ve kas kasılmasını düzenlerken, magnezyum kas gevşemesi ve enerji üretiminde görev alır (Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022; Alphan, 2024). Egzersiz sırasında %2'den fazla sıvı kaybı, dayanıklılıkta belirgin düşüşe neden olabilir; bu nedenle önceden, egzersiz süresince ve sonrasında yeterli hidrasyonun sağlanması performansın korunması ve ısıya bağlı stresin önlenmesi açısından zorunludur (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Bilimsel olarak değerlendirildiğinde su ve elektrolit dengesi, sadece sıvı alımı değil, aynı zamanda hücresel metabolizma, kardiyovasküler stabilite ve nöromusküler fonksiyonların devamlılığı için sporcu beslenmesinin en kritik bileşenlerinden biridir (Alphan, 2024; Akyol vd., 2008).

4.2.4. Mikro Besin Öğelerinin Performansa Etkisi

Doğrudan enerji sağlamasalar da enerji üretimi, kas kasılması, oksijen taşınması, sinir iletimi ve antioksidan savunma gibi yaşamsal süreçlerde görev alarak sportif performansın korunmasında kritik rol oynarlar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Yaman, Yıldırım, Tanyıldız & Tuna, 2022). Vitaminler, özellikle B grubu vitaminleri, enerji metabolizmasında koenzim olarak görev yapar ve kasların enerji üretim kapasitesini artırır; C ve E vitaminleri güçlü antioksidan özellikleriyle egzersiz sonucu oluşan oksidatif stres azaltarak kas hasarını önler (Çerit & Onat, 2024; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008). D vitamini kas kuvveti, kemik sağlığı ve bağışıklık

sistemi üzerinde doğrudan etkilidir (Yaman vd., 2022; Alphan, 2024). Mineraller ise elektrolit dengesi, kas kasılması ve oksijen taşınmasında belirleyicidir; demir hemoglobin aracılığıyla oksijenin kaslara taşınmasını sağlarken, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum kas kontraksiyonu ve sinir iletimini düzenler (Alphan, 2024; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019). Bu besin öğelerinin yetersizliği, yorgunluk, kas krampları, bağışıklık zayıflığı ve toparlanma süresinde uzama gibi performans düşürücü sonuçlara yol açar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Dolayısıyla mikro besin öğelerinin yeterli düzeyde alımı, metabolik verimlilik, dayanıklılık, toparlanma hızı ve fizyolojik denge açısından yüksek performansın sürdürülebilirliği için vazgeçilmezdir (Yaman vd., 2022; Çerit & Onat, 2024).

4.3. Antrenman Öncesi, Sırası ve Sonrası Beslenme Stratejileri

a. Antrenman öncesi beslenme, egzersiz sırasında kullanılacak enerji depolarının (özellikle kas glikojeni) yeterli düzeyde olmasını amaçlar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Jeukendrup, 2011). Antrenmandan 2–4 saat önce karbonhidrattan zengin, düşük yağ ve lif içeriğine sahip bir öğün tercih edilmelidir; bu yaklaşım, hipoglisemi riskini azaltır ve enerji sürekliliğini sağlar (Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001).

b. Antrenman sırasındaki beslenme, 60 dakikadan uzun süren yüksek yoğunluklu aktivitelerde performansın düşmemesi için gereklidir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Jeukendrup, 2011). Egzersiz süresince saat başına 30–60 gram karbonhidrat (örneğin sporcu içeceği veya jel formunda) alınması, kas glikojeninin korunmasına yardımcı olur; ayrıca sıvı ve elektrolit alımı, dehidratasyon ve elektrolit kaybını önleyerek termoregülasyonu destekler (Alphan, 2024; Malsagova vd., 2021).

c. Antrenman sonrası beslenme ise toparlanma ve kas onarımının en kritik evresidir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Eskici, 2020). İlk 30 dakika içinde karbonhidrat ve protein kombinasyonu (yaklaşık 3:1 oranında) alınması, glikojen depolarının yenilenmesini ve kas protein sentezinin artmasını sağlar (Wax vd., 2021; Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001). Ayrıca sıvı ve elektrolitlerin yeniden kazandırılması, hidrasyonun sağlanması ve antrenman adaptasyonunun optimize edilmesi açısından önemlidir (Alphan, 2024; Akyol, Bilgiç & Ersoy, 2008).

4.4. Sporcu Beslenmesinde Güncel Yaklaşımlar

Sporcu performansının sürdürülebilirliği ve enerji sistemlerinin etkinliği, yalnızca antrenman planlamasıyla değil; beslenme stratejilerinin enerji

metabolizmasıyla uyumlu biçimde düzenlenmesiyle de doğrudan ilişkilidir (Burke vd., 2019; Vitale & Getzin, 2019). Son yıllarda ketojenik diyet, aralıklı oruç (intermittent fasting), yüksek protein alımı ve ergogenik desteklerin (örneğin kreatin, beta-alanin, kafein, sodyum bikarbonat) kullanımı, performans artırıcı ve metabolik adaptasyon sağlayıcı potansiyelleri nedeniyle spor beslenmesinde öne çıkan güncel yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Conde-Pipó vd., 2024; Guest vd., 2021; Grgic vd., 2021).

Bu stratejilerin etkinliği; spor branşı, antrenman sıklığı, enerji harcaması ve bireysel fizyolojik yanıtlar gibi birçok değişkene bağlı olarak farklılık göstermektedir (Thomas, Erdman, & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Örneğin karbonhidrat kısıtlamasına dayalı ketojenik diyetler, kısa vadede yağ oksidasyon kapasitesini artırarak dayanıklılık sporcularında metabolik verimliliği destekleyebilirken, uzun vadede yüksek yoğunluklu egzersiz performansını sınırlayabilmektedir (Jeukendrup, 2011; Conde-Pipó vd., 2024).

Benzer şekilde, ergojenik desteklerin (örneğin kreatin, kafein, beta-alanin) etkinliği; doz, zamanlama, bireysel tolerans ve antrenman dönemine entegrasyon gibi faktörlerle yakından ilişkilidir (Wax vd., 2021; Andre vd., 2024). Kreatin takviyesi kısa süreli, yüksek şiddetli performanslarda ATP-PCr sistemini desteklerken; kafein merkezi sinir sistemi uyarımı yoluyla yorgunluk algısını azaltabilir (Guest vd., 2021). Buna karşın bilinçsiz veya aşırı kullanım, sıvı-elektrolit dengesizlikleri ve gastrointestinal rahatsızlıklara yol açabilir (Logue vd., 2018; Melin vd., 2024).

Bu nedenle çağdaş sporcu beslenmesi anlayışı, bilimsel kanıta dayalı, enerji sistemlerinin gereksinimleriyle uyumlu ve bireysel farklılıkları gözeten kişiselleştirilmiş beslenme planlarının oluşturulmasını esas almalıdır (Thomas, Erdman, & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021). Sporcuların antrenman yüklenmesi, toparlanma süreçleri ve müsabaka dönemleri göz önünde bulundurularak hazırlanan bu planlar, enerji üretim yollarının etkinliğini destekleyerek hem performans artışı hem de metabolik denge açısından en uygun sonuçların elde edilmesini sağlar (Burke vd., 2019; Vitale & Getzin, 2019).

5. Enerji Sistemleri, Antrenman Planlaması ve Beslenmenin Birbirini Tamamlayıcı Etkileri

Sporcu performansının bütüncül biçimde geliştirilmesi, enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenme süreçlerinin birbirini tamamlayacak şekilde yönetilmesine bağlıdır. Bu üç bileşen arasındaki etkileşim, sporcunun hem antrenman yanıtını hem de müsabaka performansını belirleyen temel

unsurlardandır (Açıkada, 2021; Thomas, Erdman, & Burke, 2016)

a. Enerji sistemleri: Sporcunun branşa ve antrenman türüne bağlı olarak kullandığı enerji yollarını belirler. ATP-PCr, anaerobik glikoliz ve aerobik enerji sistemlerinin işlevlerinin doğru anlaşılması, antrenman yüklenmelerinin süre, yoğunluk ve dinlenme oranlarına uygun şekilde düzenlenmesine yardımcı olur (Açıkada, 2021; Gastin, 2001; Spriet, 1992; Yıldız, 2012; Franchini, 2023). Enerji sistemleri arasındaki bu etkileşim, özellikle farklı süre ve şiddetteki egzersizlerde performansın belirlenmesinde kritik rol oynar (Bayram, 2025; Özgür, 2016).

b. Antrenman planlaması: Enerji sistemlerinin fizyolojik sınırlarını dikkate alarak programlanır. Örneğin, kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler ATP-PCr sistemini baskın kullanırken, uzun süreli dayanıklılık çalışmaları aerobik sistemi geliştirir (Dündar, 2003; Açıkada, 2021; Turgay vd., 2014). Bilimsel temelli antrenman programları, sporcuların enerji sistemlerini kademeli olarak geliştirmesine ve doğru dönemde zirve formuna ulaşmasına olanak tanır (Bompa & Haff, 2019; Akkaya, 2022; Bayram, 2025). Ayrıca, antrenman yüklenmesinin periyodik olarak planlanması, sporcunun hem anaerobik hem aerobik kapasitesini dengelemeyi sağlar (Andre, Fırat & Özçelik, 2024; Aktaş, 2023).

c. Beslenme ve ergogenik destekler: Enerji sistemlerinin etkin çalışmasını doğrudan etkiler. Karbonhidrat alımı glikojen depolarını destekleyerek anaerobik ve aerobik performansı artırırken; proteinler kas onarımı ve adaptasyonu hızlandırır, yağlar ise uzun süreli düşük-orta şiddetli aktivitelerde önemli enerji kaynağıdır (Özdemir, 2010; Mor, 2018; Karagöz, 2023; Baykara vd., 2019). Ergogenik destekler (ör. kreatin, kafein, beta-alanin) uygun planlamayla kullanıldığında antrenman adaptasyonunu destekler ve yorgunluğu geciktirir (Sahlin & Harris, 2011; Sah vd., 2022; Andre, Fırat & Özçelik, 2024; Apaydın, 2021). Bu nedenle beslenme stratejileri, antrenman türüne ve enerji sistemlerinin baskınlığına göre bireyselleştirilmelidir (Açıkada, 2021; Bompa & Haff, 2019).

Dolayısıyla enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenme tek tek düşünüldüğünde performansın yalnızca bir yönünü açıklarken, birlikte ele alındığında sporcunun maksimum verimliliğe ulaşmasını ve performansın sürdürülebilirliğini sağlar (Burke vd., 2019; Kellmann vd., 2018).

Dengesizlik Durumları ve Performans Kayıpları

Enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenme süreçlerinden herhangi birinin ihmal edilmesi, diğer bileşenleri olumsuz etkileyerek performans kayıplarına neden olabilir. Sporcu performansının bütüncül

biçimde sürdürülebilmesi için bu üç alanın eşgüdüm içinde yönetilmesi gerekmektedir (Açıkada, 2021; Thomas, Erdman, & Burke, 2016; Kellmann vd., 2018).

- *İyi antrenman planlaması fakat yetersiz beslenme:* Glikojen depolarının tükenmesi, hızlı yorgunluk, bağışıklık sistemi zayıflığı ve artan sakatlık riski ortaya çıkar (Mor, 2018; Özdemir, 2010; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019). Sporcu, antrenmanda gösterdiği eforu müsabaka döneminde sürdüremez (Açıkada, 2021; Bompa & Haff, 2019).

- *Yeterli beslenme fakat yanlış antrenman planlaması:* Sporcu enerji açısından hazır olsa bile, uygun yüklenme-dinlenme dengesi sağlanmadığı için adaptasyon gerçekleşmez (Dündar, 2003; Akkaya, 2022; Bayram, 2025). Potansiyel performans kullanılmaz, motivasyon kaybı ve aşırı antrenman riski artar (Bompa & Haff, 2019; Şahin & Taşkın, 2023).

- *Enerji sistemleri bilgisi olmadan yapılan antrenman:* Spor dalına uygun olmayan yüklenmeler, sporcunun yanlış sistemleri geliştirmesine yol açar (Açıkada, 2021; Gastin, 2001; Yıldız, 2012). Örneğin, maraton koşucusuna kısa süreli patlayıcı yüklenmelerin öncelik verilmesi, verimliliği düşürür (Franchini, 2023; Aktaş, 2023; Turgay vd., 2014).

Bu dengesizlikler, sporcu performansının sürdürülebilirliği için enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenmenin eşit önemde ve koordineli biçimde ele alınması gerektiğini açıkça göstermektedir (Burke vd., 2019; Guest vd., 2021).

6. Uygulamalı Vaka Örnekleri

a. Maraton: Aerobik enerji sistemi baskındır. Dayanıklılık antrenmanlarının büyük bölümü uzun süreli ve düşük-orta şiddetli koşulara dayanır. Beslenmede karbonhidrat yüklemesi, yarış öncesinde ve sırasında enerji devamlılığını sağlamak için kritik rol oynar (Jeukendrup, 2011; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Yetersiz beslenme durumunda “duvara çarpma” (hızlı glikojen tükenmesi) kaçınılmaz hale gelir (Gürsoy, Aktaş & Dane, 2001; Baykara, Cana, Sarıkabak & Aydemir, 2019).

b. Futbol: Karma enerji sistemlerini kullanır. Maç boyunca aerobik sistem dayanıklılığı sağlarken, ani sprintlerde ATP-PCr ve anaerobik glikoliz devreye girer (Açıkada, 2021; Akbaş vd., 2017). Bu nedenle antrenman programları dayanıklılık, kuvvet ve sürati dengeli biçimde geliştirmelidir. Beslenme stratejilerinde hem yüksek karbonhidrat alımı (maç içi enerji devamlılığı) hem de protein desteği (yoğun maç temposunda toparlanma) kritik öneme sahiptir (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Eskici, 2020).

c. Halter: Anaerobik alaktik (ATP-PCr) sistem baskındır. Antrenman planlaması kuvvet ve patlayıcı güce odaklanır. Beslenmede yüksek protein alımı kas onarımı için gereklidir, kreatin gibi ergogenik destekler de fosfokreatin depolarını artırarak patlayıcı güce katkıda bulunur (Wax vd., 2021; Andre, Fırat & Özçelik, 2024). Yetersiz planlama durumunda sporcunun maksimal kaldırış kapasitesi düşer ve sakatlık riski artar (Thomas, Erdman & Burke, 2016; Malsagova vd., 2021).

d. Kayak (Kros Kayak / Biatlon): Uzun süreli ve yüksek efor gerektiren bir branş olduğundan aerobik enerji sistemi baskındır; ancak yokuş çıkışları ve sprint finişleri sırasında anaerobik glikoliz de önemli rol oynar. Bu nedenle antrenman programları hem maksimal oksijen tüketimini ($VO_2\max$) geliştirmeye hem de laktat toleransını artırmaya yönelik olmalıdır (Açıkada, 2021; Turgay vd., 2014; Kıyıcı & Alaeddinoğlu, 2022). Soğuk ortam koşulları nedeniyle termoregülasyon ve enerji dengesi kritik öneme sahiptir. Karbonhidrat, yağ ve protein oranları dikkatle planlanmalı; özellikle uzun yarışlarda karbonhidrat jel veya içecek desteği glikojen depolarının korunmasına yardımcı olur (Jeukendrup, 2011; Thomas, Erdman & Burke, 2016). Ayrıca demir ve B12 vitamini eksiklikleri dayanıklılık performansını olumsuz etkileyebileceğinden düzenli kan değerleri takibi önerilir (Malsagova vd., 2021; Yaman vd., 2022).

7. Sonuç

Bu bölüm, sportif performansın sürdürülebilir biçimde geliştirilmesinin yalnızca yüksek antrenman yoğunluğuna değil, enerji sistemleri, bilimsel temelli antrenman planlaması ve kanıta dayalı beslenme stratejilerinin bütüncül entegrasyonuna bağlı olduğunu ortaya koymuştur. ATP-PCr, anaerobik glikoliz ve aerobik enerji sistemlerinin egzersiz süresi, şiddeti ve branşa özgü enerji gereksinimlerine göre devreye giriş dinamiklerinin doğru anlaşılması; periodizasyon ilkeleriyle uyumlu yüklenme–dinlenme dengesinin kurulmasını, bireysel adaptasyonun optimize edilmesini ve performans artışının kontrollü biçimde sürdürülmesini sağlar (Açıkada, 2021; Mujika vd., 2018; Kellmann vd., 2018).

Makro besinlerin zamanlamaya duyarlı kullanımı, enerji metabolizmasının etkinliği ve kas adaptasyonu açısından belirleyici rol oynamaktadır. Karbonhidratların glikojen depolarını koruyucu etkisi, proteinlerin kas protein sentezini ve toparlanmayı destekleyici işlevi, yağların ise uzun süreli enerji üretimindeki oksidatif katkısı, performansın biyokimyasal temelini oluşturur (Thomas, Erdman, & Burke, 2016; Burke vd., 2019). Buna ek olarak, mikro besin öğeleri (vitaminler, mineraller ve elektrolitler),

oksijen taşınması, sinir iletimi, kas kontraksiyonu ve antioksidan savunma süreçlerinin sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmezdir (Yaman vd., 2022; Malsagova vd., 2021).

Uygulamada her branşın enerji profiline özgü fizyolojik talepler dikkate alınmalı; örneğin maratonda aerobik kapasite, halterde ATP-PCr sistemi, takım sporlarında ise karma enerji profili esas alınarak antrenman içerikleri ve beslenme stratejileri uyarlanmalıdır (Açıkada, 2021; Jeukendrup, 2011). Ayrıca ergogenik desteklerin (örneğin kreatin, beta-alanin, kafein, sodyum bikarbonat) etkinliği; doz, zamanlama ve bireysel tolerans faktörleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Wax vd., 2021; Andre vd., 2024; Guest vd., 2021).

Sonuç olarak, enerji sistemleri, antrenman planlaması ve beslenmenin bütüncül biçimde yönetilmesi, yalnızca kısa vadeli müsabaka başarısını değil; uzun vadeli fizyolojik adaptasyon, dayanıklılık, toparlanma kapasitesi ve kariyer sürdürülebilirliğini güvence altına alan bilimsel bir temeli temsil etmektedir. Bu yaklaşım, modern spor bilimlerinde performansın çok boyutlu yönetimi için yeni bir paradigma olarak değerlendirilebilir (Burke vd., 2019; Malsagova vd., 2021; Vitale & Getzin, 2019).

8. Kaynaklar

- Açıkkada, C. (2021). *Enerji Sistemleri, Makro Besinler, Antrenman Alanları ve Antrenman Yöntemleri. Fenerbahçe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 1*(1), 3–13.
- Akbaş, S., Pelvan, S. O., Sunar, C., Bilici, S., & Çotuk, H. B. (2017). *Kısa Mesafe Sürat Koşularında Kan Laktat Seviyesi. Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 2*(1), 1–7.
- Akkaya, B. (2022). Antrenman Bilgisi. *Sportif Yönleriyle Türk Halk Oyunları*, 143.
- Aktaş, F. (2023). *Teniste Anaerobik Kapasitenin Önemi. In Spor Bilimleri Üzerine Araştırmalar–III* (s. 1).
- Akyol, A. G. A., Bilgiç, A. G. P., & Ersoy, G. (2008). *Fiziksel Aktivite, Beslenme ve Sağlıklı Yaşam*. Ankara: Klasmat Matbaacılık.
- Alaceddinoğlu, V., & Kaya, İ. (2016). Türkiye Kayak Milli Takımları Alp Disiplini ve Kuzey Disiplini Sporcularının Antropometrik ve Fizyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Sportif Bakış: Spor Ve Eğitim Bilimleri Dergisi, 3*(2), 116–123.
- Alphan, M. E. (2024). *Su, Elektrolitler ve Asit-Baz Dengesi. In Temel Beslenme İlkeleri ve Laboratuvar Uygulamaları* (s. 183).
- Andre, H., Fırat, F., & Özçelik, A. (2024). *Beta-Alanin ve Sodyum Bikarbonat Takviyelerinin Kombine Tüketiminin Egzersiz Performansına Etkisi: Sistematik Derleme. Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi, 5*(3), 34–52.*
- Apaydın, C. S. C. (2021). *Düzenli Olarak Yapılan Skillmill Egzersizlerinin Anaerobik Performans ve Solunum Fonksiyonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Aybek, S. (2023). *Futbolda Laktat Testi ve Performans Analizlerinde Teknoloji. In L. Ceylan & Z. Yurtsızoglu (Eds.), Spor Bilimlerine Kuramsal Bakış III* (s. 59–72).
- Baykara, C., Cana, H., Sarıkabak, M., & Aydemir, U. (2019). *Beslenme ve Sporcu Beslenmesi. In Her Yönüyle Spor* (s. 65).
- Baykara, C., Cana, H., Sarıkabak, M., & Aydemir, U. (2019). *Beslenme ve Sporcu Beslenmesi. In Her Yönüyle Spor* (s. 65).
- Bayram, T. A. N. (2025). *Bireysel Sporlarda Performansı Sürdürebilme: Enerji Sistemlerinin Rolü. In Bireysel Sporlarda Performans Gelişimi ve Bilimsel Uygulamalar* (s. 27).
- Baysal, A. (2004). *Beslenme*. Hatiboğlu Yayınevi.
- Bilal, M. S., & Sarioğlu, T. (1992). *İskemik Miyokard İnjurisi ve İntraoperatif Miyokard Korunmasına Genel Bir Bakış. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi, 1*(2), 118–126.

- Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2019). Periodization: Theory and methodology of training. *Human Kinetics*.
- Burke, L. M., Jeukendrup, A. E., Jones, A. M., & Mooses, M. (2019). Contemporary nutrition strategies to optimize performance in distance runners and race walkers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 117–129. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2019-0004>
- Cicioğlu, İ. (2002). *The Effect of Induced Alkalosis on Exhaustive Exercise Performance*. *Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 7(3), 9–16.
- Conde-Pipó, J., Mora-Fernandez, A., Martinez-Bebia, M., Gimenez-Blasi, N., Lopez-Moro, A., Latorre, J. A., Almendros-Ruiz, A., Requena, B., & Mariscal-Arcas, M. (2024). *Intermittent Fasting: Does It Affect Sports Performance? A Systematic Review*. *Nutrients*, 16(1), 168. <https://doi.org/10.3390/nu16010168>
- Çerit, G., & Onat, T. (2024). *Egzersiz ve Antioksidanlar*. In *Spor Bilimlerinde Multidisipliner Güncel Araştırmalar* (s. 107).
- Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi* (pp. 22-34). Nobel Yayın Dağıtım.
- Eskici, G. (2020). *Protein ve Egzersiz – Yeni Yaklaşımlar*. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(3), 1–13.
- Filiz, S. D. (2023). *Sporcuların Beslenmesinde Yağ Alımının Önemi*. *Türkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics – Special Topics*, 9(2), 72–76.
- Franchini, E. (2023). *Energy system contributions during Olympic combat sports: A narrative review*. *Metabolites*, 13(2), 297. <https://doi.org/10.3390/metabo13020297>
- Gastin, P. B. (2001). *Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise*. *Sports Medicine*, 31(10), 725–741. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131100-00003>
- Grgic, J., Pedisic, Z., Saunders, B., Artioli, G. G., Schoenfeld, B. J., McKenna, M. J., Bishop, D. J., Kreider, R. B., Stout, J. R., Kalman, D. S., Arent, S. M., VanDusseldorp, T. A., Lopez, H. L., Ziegenfuss, T. N., Burke, L. M., Antonio, J., & Campbell, B. I. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: Sodium bicarbonate and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00458-w>
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Goldstein, E. R., Kalman, D. S., & Campbell, B. I. (2021). *International Society of Sports Nutrition Position Stand: Caffeine and Exercise Performance*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>

- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Goldstein, E. R., Kalman, D. S., & Campbell, B. I. (2021). International Society of Sports Nutrition position stand: Caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
- Gürsoy, R., Aktaş, Ö., & Dane, Ş. (2001). *Beslenme ve Besinsel Ergojenikler I: Karbonhidrat, Yağ ve Proteinler. Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(2).
- Hostrup, M., & Bangsbo, J. (2023). Performance adaptations to intensified training in top-level football. *Sports Medicine (Aveuçlandı, N.Z.)*, 53(3), 577–594. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01791-z>
- Jäger, R., Mohr, A. E., Carpenter, K. C., Kerksick, C. M., Purpura, M., Mousa, A., Townsend, J. R., Lamprecht, M., West, N. P., Black, K., Gleeson, M., Pyne, D. B., Wells, S. D., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Campbell, B. I., Bannock, L., Scheiman, J., Wissent, C. J., ... Antonio, J. (2019). *International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 62. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0329-0>
- Jeukendrup, A. E. (2011). *Nutrition for Endurance Sports: Marathon, Triathlon, and Road Cycling. Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S91–S99. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.610348>
- Julio, U. F., Panissa, V. L. G., Esteves, J. V., Cury, R. L., Agostinho, M. F., & Franchini, E. (2017). *Energy-system contributions to simulated judo matches. International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(5), 676–683. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0750>
- Karagöz, Ö. Ü. Ş. (2023). Tenis özelinde beslenme prensipleri. *İçinde: Spor Bilimlerine Kuramsal Bakışı- Eds: Ceyhan, L., Yürsüzöğlü, Z., Gazi Kitabevi, Ankara*, 73-97.
- 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>
- Kıyıcı, F., & Alaeddinoğlu, V. (2022). Kayak Alp Disiplini Alt Yapısı İçin Yetenek Seçimi Üzerine Bir Değerlendirme. *Uluslararası Gelişim Akademik Dergisi*, 1(1), 14-32.
- Logue, D., Madigan, S. M., Delahunt, E., Heinen, M., Mc Donnell, S. J., & Corish, C. A. (2018). Low energy availability in athletes: A review of prevalence, dietary patterns, physiological health, and sports performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 73–96. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0790-3>

- Mahoney, D., Hiebert, J., Thimmesch, A., Pierce, J., Vacek, J., Clancy, R., Sauer, A., & Pierce, J. (2018). *Understanding D-ribose and mitochondrial function. Advances in Bioscience and Clinical Medicine*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.7575/aiac.abcm.v.6n.1p.1>
- Malsagova, K. A., Kopylov, A. T., Sinitsyna, A. A., Stepanov, A. A., Izotov, A. A., Butkova, T. V., Chingin, K., Klyuchnikov, M. S., & Kaysheva, A. L. (2021). *Sports Nutrition: Diets, Selection Factors, Recommendations. Nutrients*, 13(11), 3771. <https://doi.org/10.3390/nu13113771>
- Melin, A. K., Areta, J. L., Heikura, I. A., Stellingwerff, T., Torstveit, M. K., & Hackney, A. C. (2024). Direct and indirect impact of low energy availability on sports performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(1), e14327. <https://doi.org/10.1111/sms.14327>
- Mercan, G. (2021). Sporcuların beslenme, ergojenik destek ve probiyotik bilgi düzeylerinin incelenmesi: izmir örneği.
- Miko, H. C., Zillmann, N., Ring-Dimitriou, S., Dorner, T. E., Titze, S., & Bauer, R. (2020). Auswirkungen von Bewegung auf die Gesundheit [Effects of physical activity on health]. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 82(S 03), S184–S195. <https://doi.org/10.1055/a-1217-0549>
- Mor, A. (2018). *Antrenör ve Sporcular için Sporda Beslenme ve Besin Takviyesi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Mujika, I., Halson, S., Burke, L. M., Balagué, G., & Farrow, D. (2018). An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 538–561. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2018-0093>
- Onnia, T. (2019). *Development and evaluation of a heart rate sensor software for team sports monitoring*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19098.72640>
- Özdemir, G. (2010). *Spor Dallarına Göre Beslenme. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1–6.
- Özdemir, G. (2010). *Spor Dallarına Göre Beslenme. Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(1), 1–6.
- Özgür, B. O. (2016). *Anaerobik Eşik Belirleme Yöntemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Pekcan, G. (2008). *Beslenme Durumunun Saptanması*. In *Diyet El Kitabı* (s. 67–141).
- Sah, N., Stenhouse, C., Halloran, K. M., Moses, R. M., Seo, H., Burghardt, R. C., Johnson, G. A., Wu, G., & Bazer, F. W. (2022). *Creatine metabolism at the uterine-conceptus interface during early gestation in sheep†. Biology of Reproduction*, 107(6), 1528–1539. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioac171>

- Sahlin, K., & Harris, R. C. (2011). *The creatine kinase reaction: A simple reaction with functional complexity*. *Amino Acids*, 40(5), 1363–1367. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0856-8>
- Shen, D., Zheng, Y. W., Zhang, D., Shen, X. Y., & Wang, L. N. (2021). *Acupuncture modulates extracellular ATP levels in peripheral sensory nervous system during analgesia of ankle arthritis in rats*. *Purinergic Signalling*, 17(3), 411–424. <https://doi.org/10.1007/s11302-021-09777-8>
- Spriet, L. L. (1992). *Anaerobic metabolism in human skeletal muscle during short-term, intense activity*. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 70(1), 157–165. <https://doi.org/10.1139/y92-023>
- Swanwick, E., & Matthews, M. (2018). *Energy systems: A new look at aerobic metabolism in stressful exercise*. *MOJ Sports Medicine*, 2(1), 00039.
- Şahin, O., & Taşkın, S. (2023). Fiziksel Aktivite ve Yaşam Doyum İlişkisi. *Spor Bilimleri Üzerine Araştırmalar-IV*, 75.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). *American College of Sports Medicine Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(3), 543–568. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000852>
- Turgay, F., Çolakoglu, M., Karamızrak, O., Çolakoglu, S., Çeçen, A., Acarbay, Ş., & Sessiz, H. T. (2014). *400 ve 800m Koşu Performansı ve Pik Total Kan Laktatı İlişkisi*. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(4), 22–30.
- Valkovič, L., Apps, A., Ellis, J., Neubauer, S., Tyler, D. J., Schmid, A. I., Rider, O. J., & Rodgers, C. T. (2022). *Increased cardiac Pi/PCr in the diabetic heart observed using phosphorus magnetic resonance spectroscopy at 7T*. *PLOS ONE*, 17(6), e0269957. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269957>
- Vitale, K., & Getzin, A. (2019). Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations. *Nutrients*, 11(6), 1289. <https://doi.org/10.3390/nu11061289>
- Wax, B., Kerksick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., Lyons, B. C., & Kreider, R. B. (2021). *Creatine for Exercise and Sports Performance, with Recovery Considerations for Healthy Populations*. *Nutrients*, 13(6), 1915. <https://doi.org/10.3390/nu13061915>
- Yaman, M., Yıldırım, H., Tanyıldız, S., & Tuna, B. H. (2022). *Vitaminler*. In *A'dan Z'ye Beslenme*.
- Yıldız, S. A. (2012). Aerobik ve anacrobik kapasitenin anlamı nedir. *Solumum dergisi*, 14(1), 1-8.