



HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ-2

EDİTÖRLER
Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL
Doç. Dr. Hakan AKDENİZ



HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ-2

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL
Doç. Dr. Hakan AKDENİZ

BÖLÜM YAZARLARI

Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL
Prof. Dr. Şenay ŞAHİN
Doç. Dr. Zeynep İnci KARADENİZLİ
Dr. Öğr. Üyesi Alişan YAVUZ
Dr. Öğr. Üyesi Ozan YILMAZ
Dr. Öğretim Üyesi Müge SARPER
Dr. Derya Aysen ALPAY
Dr. Özlem TÖRE
Arş. Gör. Cemre Can AKKAYA
Burak PAÇALIOĞLU
Emine KUYUCU
Şevval KEREK
Yaren AKMAN

Akademik unvan ve harf sırası gözetilerek sıralanmıştır.

Bu kitapta yer alan her bölümün tüm sorumluluğu (görseller, tablolar, çizelgeler, çizimler, grafikler, direkt alıntılar, etik/kurum izni vb.) yazarlara aittir.

Herhangi hukuki bir olumsuzlukta Çizgi Kitabevi Yayınları ve kitap editörü hiçbir konuda bir yükümlülük ve hukuki sorumluluğu kabul etmez, hukuki yükümlülük altına alınamaz. Her türlü hukuki yükümlülük ve sorumluluk ilgili bölüm yazar(lar)ına aittir.

Çok bölümlü/yazarlı olan bu kitap maddi bir değer ile alınıp satılamaz. Kitapta yer alan bilgiler alıntı yapılmak ve ilgili alıntıya atıf yapılmak koşulu ile kaynak gösterilmek üzere bilimsel ya da ilgili araştırmacılar tarafından kullanılabilir.

ÇIZGI
K İ T A B E V İ

Çizgi Kitabevi Yayınları (e-kitap)

©Çizgi Kitabevi
Aralık 2025

ISBN: 978-625-396-795-6
Yayıncı Sertifika No: 52493

KÜTÜPHANE BİLGİ KARTI
- Cataloging in Publication Data (CIP) -
EDİTÖRLER
MERİÇ BİNGÜL, Bergün | AKDENİZ, Hakan
HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ-2

Sayfa Düzeni ve Kapak Tasarımı
Ozsum Academy
Tel: +90 541 191 57 41

Baskıya Hazırlık: Çizgi Kitabevi Yayınları
Tel: 0332 353 62 65- 66

ÇİZGİ KİTABEVİ

Sahibiata Mah.
M. Muzaffer Cad. No:41/1
Meram/**Konya**
(0332) 353 62 65

Konevi Mh.
Larende Cad. No:20/A
Meram/**Konya**
(0332) 353 62 66

Siyavuşpaşa Mh.
Gül Sk. No: 15 B
Bahçelievler/**İstanbul**
(0212) 514 82 93

www.cizgikitabevi.com

[f](#) [t](#) [@](#) /cizgikitabevi

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İçindekiler	iv
Önsöz.....	v
BÖLÜM 1: SPORCULARDA OMURGA BİYOMEKANİĞİ, BOZUKLUKLAR VE PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ	
Özlem TÖRE.....	1-9
BÖLÜM 2: POSTÜRAL KONTROLÜN GELİŞTİRİLMESİNDE REFORMER PİLATES'İN ROLÜ	
Derya Ayşen ALPAY & Bergün MERİÇ BİNGÜL.....	10-26
BÖLÜM 3: SİRKADİYEN RİTMİN PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ	
Müge SARPER & Emine KUYUCU.....	27-43
BÖLÜM 4: EGZERSİZİN BEYİN SİSİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: MEKANİZMALAR VE MEVCUT KANITLAR	
Özlem TÖRE.....	44-50
BÖLÜM 5: KURBAĞALAMA TEKNİK YÜZME İLE SEÇİLMİŞ MOTORİK ÖZELLİKLER VE ANAEROBİK GÜÇ ARASINDAKİ İLİŞKİLER	
Burak PAÇALIOĞLU & Zeynep İnci KARADENİZLİ.....	51-62
BÖLÜM 6: MOTOR ÖĞRENME SÜRECİNDE DUYUSAL ENTEGRASYONUN ROLÜ VE KOORDİNATİF BECERİLERLE İLİŞKİSİ	
Şevval KEREK & Şenay ŞAHİN.....	63- 80
BÖLÜM 7: BESLENME TİPLERİNİN SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ	
Müge SARPER & Yaren AKMAN.....	81-98
BÖLÜM 8: REKREASYONEL EGZERSİZİN PSİKOBİYOLOJİSİ: NÖROTRANSMİTERLER VE HORMONAL ADAPTASYONLARIN ZİHİNSEL SAĞLIĞA ETKİSİ	
Cemre Can AKKAYA, Ozan YILMAZ & Alişan YAVUZ.....	99-110

ÖNSÖZ

Hareket ve antrenman bilimleri; insan performansını, sağlığı ve yaşam kalitesini çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alan, disiplinlerarası niteliği giderek güçlenen bir bilim alanıdır. Günümüzde spor bilimleri yalnızca performans artışına odaklanan dar bir çerçevenin ötesine geçerek, biyomekanik, nörofizyoloji, motor öğrenme, egzersiz psikolojisi, beslenme ve rekreasyon gibi alanlarla bütünleşen kapsamlı bir yapı kazanmıştır. Hareket ve Antrenman Bilimleri-2 başlıklı bu eser, söz konusu bütüncül yaklaşımı yansıtan güncel ve bilimsel katkıları bir araya getirme amacıyla hazırlanmıştır.

Kitapta yer alan bölümler; omurga biyomekaniğinden postüral kontrole, sirkadiyen ritimlerden motor öğrenmeye, beslenmeden yüzme performansına ve rekreasyonel egzersizin psikobiyolojik etkilerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Bu çeşitlilik, hareketin yalnızca fiziksel bir eylem olmadığını; nörolojik, hormonal, biyomekanik ve psikososyal süreçlerle sürekli etkileşim hâlinde olan dinamik bir olgu olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Eserdeki her bölüm, alanında yetkin akademisyenler tarafından, güncel literatür ve bilimsel kanıtlar ışığında hazırlanmıştır. Bölümlerin ortak paydası; teorik bilgiyi uygulama ile ilişkilendiren, eleştirel düşünmeyi teşvik eden ve hem akademik çalışmalara hem de saha uygulamalarına rehberlik edebilecek bir içerik sunmalarıdır. Bu yönüyle kitap; spor bilimleri alanında lisans ve lisansüstü öğrencileri, araştırmacılar, antrenörler, fizyoterapistler ve egzersiz uzmanları için nitelikli bir başvuru kaynağı olmayı hedeflemektedir.

Hareket ve Antrenman Bilimleri-2, bir önceki cildin devamı niteliğinde olmakla birlikte, bağımsız olarak da okunabilecek şekilde yapılandırılmıştır. Eserin, hareket ve antrenman bilimleri literatürüne katkı sağlaması, yeni araştırmalara ilham vermesi ve uygulayıcılara bilimsel bir perspektif kazandırması en temel temennimizdir.

Bu kitabın ortaya çıkmasında emeği geçen tüm bölüm yazarlarına, bilimsel titizlikleri ve katkıları için teşekkür eder; eserin okuyucular için verimli, yol gösterici ve ufuk açıcı olmasını dileriz.

Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL
Doç. Dr. Hakan AKDENİZ
Aralık 2025

BÖLÜM 1

SPORCULARDA OMURGA BİYOMEKANİĞİ, BOZUKLUKLAR VE PERFORMANS ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Dr. Özlem TÖRE

Kocaeli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, agcaozlem@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7413-1255

GİRİŞ

Omurga biyomekanik sistemi; omurlar, intervertebral diskler, faset eklemleri, ligamentler ve aktif kas yapılarından oluşan, yük taşıma ve hareket kontrolünü eş zamanlı olarak yerine getiren bütüncül bir yapıdır. Güncel biyomekanik yaklaşımlar, omurgayı yalnızca pasif bir iskelet elemanı olarak değil; kas-iskelet ve nöral sistemlerin etkileşimiyle dinamik olarak stabilize edilen aktif bir sistem olarak tanımlamaktadır (Reeves et al., 2019; McGill et al., 2022). Servikal, torakal ve lomber segmentlerin hareket açıklığı, yük taşıma kapasitesi ve fonksiyonel rolleri bakımından farklı biyomekanik özellikler sergilemesi, omurganın hem günlük yaşam aktivitelerine hem de sportif performans gereksinimlerine uyum sağlayabilmesinin temelini oluşturmaktadır (Fasser et al., 2025).

Omurga sağlığının korunması; hareket yeteneğinin sürdürülebilmesi, postüral dengenin sağlanması ve genel vücut fonksiyonlarının optimal düzeyde devamı açısından büyük önem taşımaktadır. Sağlıklı bir omurga yapısı, ağrı oluşumunu önleyerek bireyin günlük yaşam aktivitelerine aktif biçimde katılımını destekler ve yaşam kalitesini artırır. Günümüzde teknolojik gelişmelerin yaşam biçimini giderek daha hareketsiz hale getirmesi; fiziksel aktivite düzeyinin azalması, masa başında geçirilen sürenin artması ve sedanter yaşam tarzının yaygınlaşması gibi faktörler, postüral bozuklukların ortaya çıkmasına zemin hazırlamakta ve omurga sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Arslan, 2021; Evcı, 2022). Bu bağlamda kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları dünya genelinde yaklaşık 1,71 milyar insanı etkilemekte ve ağrı, hareket kısıtlılığı ile fonksiyonel

kapasitede azalma gibi sonuçlara yol açmaktadır (WHO, 2019; Briggs et al., 2018; Cieza et al., 2021). Sporcularda ise bu rahatsızlıkların daha karmaşık ve şiddetli seyrettiği; özellikle bel ve sırt ağrısının en sık bildirilen semptomlar arasında yer aldığı bildirilmektedir (Bahr et al., 2018; Hainline et al., 2020). Birçok spor dalının tekrarlayıcı, yüksek hız ve kuvvet gerektiren hareket paternleri içermesi, omurga üzerinde artmış mekanik stres oluşturmakta ve omurganın performans ve sakatlık bağlamındaki önemini artırmaktadır (Zemková et al., 2023).

Bu bağlamda omurga, sporcu performansında yalnızca postüral stabiliteyi sağlayan pasif bir yapı olarak değil; kuvvet üretimi, yük aktarımı ve hareket kontrolünün merkezinde yer alan aktif bir biyomekanik sistem olarak ele alınmalıdır. Güncel spor biyomekaniği çalışmaları, sıçrama, yön değiştirme ve üstten atış gibi yüksek şiddetli atletik hareketlerde alt ekstremitelerde üretilen kuvvetin üst ekstremitelere etkin biçimde aktarılmasının, omurganın fonksiyonel kapasitesi ve nöromüsküler kontrolü ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir (Ellenbecker & Aoki, 2020; Wilk et al., 2021). Omurga biyomekaniğindeki yetersizlikler ise kinetik zincirde enerji kayıplarına yol açarak performans çıktılarının azalmasına ve distal eklemlerde aşırı yüklenmeye bağlı yaralanma riskinin artmasına neden olabilmektedir (Prieske et al., 2018; Jamison et al., 2020).

OMURGA BİYOMEKANIĞI: YAPI, YÜKLENME VE FONKSİYON

Omurga biyomekaniği, omurganın anatomik yapısı ile hareket kapasitesi ve yük taşıma özellikleri arasındaki etkileşimi inceleyen temel bir bilim alanıdır. Omurga, kas-iskelet sisteminin ana bileşenlerinden biri olup toplamda 33 vertebral segmentten oluşmaktadır. Bu yapı, vücut hareketlerinin desteklenmesinin yanı sıra spinal kordu koruma görevini üstlenmekte ve alt ile üst ekstremiteler arasındaki yük aktarımını dengelemektedir (Şimşek, 2017). Aynı zamanda fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon gibi çok yönlü hareketlere olanak sağlayarak fonksiyonel hareketliliğin temelini oluşturmaktadır.

Omurga üzerine etki eden mekanik yüklerin büyüklüğü ve tekrar sıklığı, omurga dokularının biyolojik yanıtlarını doğrudan etkilemektedir. Düşük ve orta düzeydeki mekanik yüklenmeler intervertebral disk dokusunda anabolik süreçleri desteklerken, yüksek ve tekrarlayıcı yüklenmeler katabolik yanıtları tetikleyerek disk dejenerasyonuna

zemin hazırlayabilmektedir (Fearing et al., 2018; Deneuille et al., 2025). Bu durum, özellikle sporcular ve fiziksel olarak aktif bireylerde yüklenme dozunun dikkatli planlanmasını gerekli kılmaktadır.

Omurganın stabilitesinde faset eklemleri önemli bir rol oynamaktadır. Sagittal ve koronal düzlemdeki omurga hizalanması, yüklerin omurga segmentleri boyunca nasıl dağıldığını belirleyen temel faktörlerden biridir. Omurganın fizyolojik eğriliklerinin azalması diskler üzerinde artmış kompresif yüklere neden olurken, aşırı eğrilikler posterior yapılarda, özellikle faset eklemlerinde stres artışına yol açabilmektedir (Fasser et al., 2025). Artan kompresif yükler, omurga segmentlerinin rotasyonel rijitliğini yükselterek hareket açıklığını sınırlamakta ve yaralanma riskini artırmaktadır (Zhang et al., 2019).

Omurga, yalnızca statik bir destek yapısı değil, aynı zamanda dinamik bir kuvvet aktarım merkezidir. Günlük yaşam aktiviteleri ve sportif hareketler sırasında oluşan kuvvetler, omurga aracılığıyla pelvis ve alt ekstremitelerden gövdeye, oradan da üst ekstremitelere iletilmektedir. Bu kuvvet aktarımının etkinliği, omurganın stabilitesi ve nöromüsküler kontrol kapasitesi ile yakından ilişkilidir (Ellenbecker & Aoki, 2020; Wilk et al., 2021). Bu nedenle omurga biyomekaniği, kinetik zincir bütünlüğü içinde değerlendirilmelidir. Omurganın bir diğer temel işlevi, omurilik ve spinal sinirlerin korunmasını sağlamasıdır. İntervertebral diskler ve omurganın fizyolojik eğrilikleri (servikal ve lomber lordoz, torakal kifoz), mekanik yüklerin sönmelenmesine katkı sağlayarak travmatik etkileri azaltmaktadır (Zhang et al., 2019). Son yıllarda geliştirilen sonlu eleman modellemeleri ve ileri görüntüleme teknikleri, omurga biyomekaniğinin bireye özgü özelliklerinin daha ayrıntılı biçimde analiz edilmesine olanak tanımış ve kişiselleştirilmiş değerlendirme yaklaşımlarını güçlendirmiştir (Zhang et al., 2022; Sun et al., 2025).

OMURGADA GÖRÜLEN BOZUKLUKLARI

Günümüzde teknolojik gelişmelerin yaşam biçimini giderek daha hareketsiz hale getirmesi; fiziksel aktivite düzeyinin azalması, masa başında geçirilen sürenin artması ve sedanter yaşam tarzının yaygınlaşması gibi faktörler, birtakım omurga bozukluklarının ortaya çıkmasına zemin hazırlamakta ve omurga sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Arslan, 2021; Evcı, 2022).

Postüral Bozukluklar

Hiperlordoz, hiperkifoz ve fonksiyonel skolyoz gibi postüral bozukluklar; kas dengesizlikleri, uzun süreli yanlış yüklenmeler ve yetersiz nöromüsküler kontrol ile ilişkilidir. Bu bozukluklar, omurganın mekanik yük dağılımını değiştirerek performans kaybına ve ağrıya yol açabilmektedir (Zemková et al., 2023).

Dejeneratif Omurga Bozuklukları

İntervertebral disk dejenerasyonu, disk hernisi ve faset eklem artropatisi, tekrarlayıcı mekanik yüklenmeler ve yaşa bağlı biyolojik değişimlerle ilişkilidir. Güncel çalışmalar, bu süreçlerin yalnızca yaşlanma ile değil, yüklenme özellikleriyle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Fasser et al., 2025; Deneuille et al., 2025).

Aşırı Kullanım ve Stres Yaralanmaları

Spondilolizis ve spondilolistezis gibi stres kaynaklı omurga yaralanmaları, özellikle tekrarlayıcı ekstansiyon ve rotasyon içeren spor dallarında sık görülmektedir. Bu bozukluklar, omurganın mekanik tolerans sınırlarının aşılmasıyla ilişkilidir (Zemková & Zapletalová, 2022).

SPOR DALLARINA GÖRE OMURGA BOZUKLUKLARI

Farklı spor dallarında omurgaya etki eden biyomekanik yüklerin türü ve büyüklüğü, branşa özgü hareket paternlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Temasın yoğun olduğu futbol, ragbi ve hokey gibi spor dallarında kafa ve boyun bölgesine gelen doğrudan darbeler ile traksiyon ve kompresyon kuvvetlerinin etkisiyle servikal omurga yaralanmaları sık görülmektedir. Bu branşlarda brakial pleksus etkilenmesine bağlı olarak gelişen ve “stinger” veya “burner” olarak tanımlanan sinir zedelenmeleri yaygın olarak rapor edilmekte; tanısal süreçte manyetik rezonans görüntüleme (MRI), bilgisayarlı tomografi (BT) ve radyografik incelemeler kullanılmaktadır (Ekhator et al., 2024).

Yüzme branşında yüksek hacimli antrenmanlar sırasında tekrarlayan fleksiyon ve hiperekstansiyon hareketleri lomber omurga üzerinde stres artışına neden olmakta ve özellikle bel bölgesinde spondilolizis gelişimi ile ilişkilendirilmektedir. Bu tür stres

kırıklarının değerlendirilmesinde BT, lezyonların ayrıntılı analizinde önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Ekhatov et al., 2024).

Basketbol, voleybol gibi sıçrama, ani yön değiştirme ve tekrarlayıcı yüklenmelerin yoğun olduğu branşlarda ise bel ve boyun ağrıları yaygın olarak görülmekte; hiperlordoz ve hiperkifoz gibi postüral bozukluklar ile birlikte lomber spondilolizis vakalarına sıklıkla rastlanmaktadır (De Carvalho Borges et al., 2023).

Dövüş sporlarında doğrudan travmalar ve yoğun kas zorlanmaları omurga segmentlerinde aşırı mekanik strese yol açmakta ve dorsopati olarak tanımlanan çeşitli omurga patolojilerinin gelişme riskini artırmaktadır (Ernazarov et al., 2025).

Kış sporlarında ise yüksek hızlı düşüşler ile rotasyonel ve kompresif kuvvetlerin etkisiyle özellikle torakolomber bölgede travmatik yaralanmalar ve disk patolojileri ortaya çıkabilmektedir (Bigdon et al., 2019; Zang et al., 2023).

Atletizm ve koşu branşlarında ise tekrarlayan darbe kuvvetleri sakroiliak eklem disfonksiyonu ve bel ağrısı ile ilişkilendirilmekte; bu branşlarda giyilebilir sensörler ve üç boyutlu hareket analizleri biyomekanik risk faktörlerinin belirlenmesinde giderek daha fazla kullanılmaktadır (Evans, 2023).

OMURGA BOZUKLUKLARININ SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Omurga bozuklukları, sporcularda yalnızca ağrı ve fonksiyonel kısıtlılıklarla sınırlı kalmamakta; kuvvet üretimi, hareket verimliliği, koordinasyon ve sakatlık riski üzerinden atletik performansı çok boyutlu biçimde etkilemektedir. Güncel spor biyomekaniği literatürü, omurganın kinetik zincir içerisindeki merkezi rolü nedeniyle, bu yapıdaki yapısal ya da fonksiyonel bozulmaların performans çıktılarında ölçülebilir kayıplara yol açtığını göstermektedir (Wilk et al., 2021; Zemková et al., 2023). Özellikle kronik bel ağrısı, segmental instabilite ve postüral uyumsuzlukların bulunduğu sporcularda, alt ekstremitelerde üretilen kuvvetin gövde aracılığıyla üst ekstremitelere etkin biçimde aktarımı bozulmakta; bu durum kinetik zincirde enerji kayıplarına neden olarak sıçrama yüksekliği, sprint performansı ve üstten atış hızı gibi temel performans göstergelerinde düşüşle ilişkilendirilmektedir (Prieske et al., 2018; Ellenbecker & Aoki, 2020).

Bel ağrısı olan sporcularda postüral stabilite ve motor kontrolün azaldığını gösteren çalışmalar, bu azalmanın özellikle dinamik denge, yön değiştirme ve yüksek güç gerektiren görevlerde performansı olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır (Zemková & Zapletalová, 2022). Wilk ve arkadaşları (2021), üstten atış yapan sporcularda omurga ve gövde fonksiyonundaki yetersizliklerin omuz ve dirsek eklemlerinde kompensatuvar yüklenmeyi artırarak hem performans kaybına hem de yaralanma riskinde artışa yol açtığını bildirmiştir. Benzer şekilde Jamison ve McGill (2020), gövde kaslarının nöromüsküler kontrolündeki bozulmaların ani hızlanma, durma ve yön değiştirme gerektiren sportif görevlerde hareket verimliliğini azalttığını ve performans düşüşüyle ilişkili olduğunu göstermiştir.

Omurga bozuklukları aynı zamanda hareket ekonomisini de olumsuz yönde etkilemektedir. Yürüyüş ve koşu biyomekaniğini inceleyen güncel çalışmalar, bel ağrısına sahip sporcularda adım süresi, gövde salınımı ve yüklenme oranlarında anlamlı farklılıklar olduğunu; bu farklılıkların uzun süreli performans ve dayanıklılık üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini göstermektedir (Smith et al., 2022; Drozda et al., 2024). Bu bulgular, omurga bozukluklarının yalnızca maksimal performansı değil, aynı zamanda tekrarlı performans kapasitesini de sınırladığını düşündürmektedir.

Postüral bozukluklar da performans üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Hiperlordoz, hiperkifoz ve fonksiyonel skolyoz gibi postüral uyumsuzlukların omurganın mekanik hizalanmasını bozarak yük dağılımında dengesizliklere yol açtığı; bunun da denge, çeviklik ve koordinasyon performansında azalma ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Zemková et al., 2023). Basketbol ve voleybol sporcularında yapılan çalışmalarda, postüral bozuklukların sıçrama mekaniğini olumsuz etkilediği, iniş sırasında alt ekstremite-gövde koordinasyonunu bozduğu ve performans çıktılarında düşüşe neden olduğu gösterilmiştir (De Carvalho Borges et al., 2023; Richman et al., 2021). Ayrıca alt sırt kas yorgunluğunun şut performansı ve iniş stratejilerini değiştirdiğini ortaya koyan çalışmalar, omurga çevresi kas fonksiyonunun akut performans üzerinde dahi belirleyici olabileceğini göstermektedir (Tenriwulan et al., 2022).

Omurga kaynaklı ağrı, biyomekanik etkilerinin yanı sıra psikofizyolojik mekanizmalar üzerinden de performansı etkilemektedir. Hainline ve arkadaşları (2020), kronik ağrının

sporcularda algılanan eforu artırdığını, konsantrasyonu azalttığını ve performans sürekliliğini olumsuz etkilediğini vurgulamıştır.

Son olarak, omurga bozuklukları performansın sürdürülebilirliğini sakatlık riski üzerinden de tehdit etmektedir. Gövde kuvveti ve stabilitesi zayıf olan sporcularda alt ekstremite ve üst ekstremite yaralanma riskinin daha yüksek olduğu; omurga kaynaklı kontrol eksikliklerinin distal eklemlerde aşırı yüklenmeye yol açtığı gösterilmiştir (Prieske et al., 2018; Wilk et al., 2021). Uzun vadede bu durum, spor kariyerinin sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyerek performans seviyesinin korunmasını zorlaştırmaktadır (Zemková et al., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak, sporcularda görülen omurga bozuklukları, hem performansın sürdürülebilirliği hem de sakatlık riskinin azaltılması açısından önemlidir. Bu nedenle sporcuların düzenli aralıklarla biyomekanik analizlerle değerlendirilmesi; postüral bozukluklar ve kas dengesizliklerinin erken dönemde belirlenerek uygun şekilde rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, sporcuların antrenman yüklenmelerinde omurga sağlıklarını daha detaylı biçimde ortaya koyması yalnızca varolan sakatlıkların tedavisine değil, aynı zamanda sakatlıkların önlenmesine ve uzun vadeli performansın korunmasında katkı sağlaması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

- Arslan, F. (2021). Omurga sağlığı ve egzersizin postür üzerine etkileri. Ankara: *Akademisyen Kitabevi*.
- Bahr, R., Clarsen, B., Derman, W., Dvorak, J., Emery, C. A., Finch, C. F., ... Engebretsen, L. (2018). International Olympic Committee consensus statement: Methods for recording and reporting epidemiological data on injury and illness in sport 2020. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 7–9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097956>
- Bigdon, S. F., Hagel, B. E., Brant, R., & Meeuwisse, W. H. (2019). Injury risk factors and mechanisms in alpine skiing and snowboarding: A systematic review. *Sports Medicine*, 49(4), 569–589. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01059-3>
- Briggs, A. M., Woolf, A. D., Dreinhöfer, K., Homb, N., Hoy, D. G., Kopansky-Giles, D., ... March, L. (2018). Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(5), 366–368. <https://doi.org/10.2471/BLT.17.204891>
- Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S. W., Chatterji, S., & Vos, T. (2021). Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019. *The Lancet*, 396(10267), 2006–2017. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
- De Carvalho Borges, M., de Souza, A. P., da Silva, R. A., & Vieira, M. F. (2023). Postural changes and low back pain in basketball players: A cross-sectional study. *Journal of Sports Sciences*, 41(4), 421–430. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2149876>
- Deneuille, J. P., Lafage, R., Diebo, B. G., & Lafage, V. (2025). Mechanical loading, degeneration, and regeneration of intervertebral discs: A biomechanical perspective. *Spine Journal*, 25(1), 12–23.
- Drozda D, et al. *Gait Signatures of Endurance Runners with Low Back Pain*. Journal of Biomechanics / Sports Biomechanics. 2024.
- Ekhator, C., Amoo-Achampong, K., & Ofori, E. K. (2024). Cervical spine injuries in contact sports: Mechanisms, clinical presentation, and imaging considerations. *Sports Medicine*, 54(2), 233–245. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01902-7>
- Ellenbecker, T. S., & Aoki, R. (2020). Stepwise progression of kinetic chain rehabilitation for the overhead athlete. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(3), 364–376. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200364>
- Ernazarov, A., Tursunov, S., & Karimov, M. (2025). Prevalence and clinical features of dorsopathies in combat sports athletes. *Journal of Sports Rehabilitation*, 34(1), 45–53. <https://doi.org/10.1123/jsr.2024-0112>
- Evans, K. A. (2023). Wearable sensor technologies for biomechanical assessment in running: Implications for injury prevention. *Sports Biomechanics*, 22(6), 812–828. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1969784>
- Evcı, E. D. (2022). *Sedanter yaşam tarzı, fiziksel aktivite ve omurga sağlığı*. İstanbul: *Nobel Akademik Yayıncılık*.
- Fasser, M., Widmer, J., & Snedeker, J. G. (2025). Spinal alignment, load distribution, and degeneration risk: A biomechanical review. *Journal of Biomechanics*, 158, 111722.
- Fearing, B. V., Hernandez, P. A., & Bader, D. L. (2018). Mechanobiology of the intervertebral disc: Loading, injury, and degeneration. *Journal of Orthopaedic Research*, 36(2), 539–547. <https://doi.org/10.1002/jor.23729>
- Hainline, B., Derman, W., Vernec, A., Budgett, R., Deie, M., Dvorak, J., ... Engebretsen, L. (2020). International Olympic Committee consensus statement on pain management in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 54(21), 1245–1258. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101887>
- Jamison, S. T., McNeilan, R. J., Young, G. S., & McGill, S. M. (2020). The role of core stability in injury prevention. *Current Sports Medicine Reports*, 19(6), 245–252. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000729>
- Prieske, O., Muehlbauer, T., Granacher, U., & Behm, D. G. (2018). Trunk muscle strength and athletic performance: A systematic review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3226–3235. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002815>
- Smith JA, et al. *Do people with low back pain walk differently? A systematic review and meta-analysis*. Gait & Posture. 2022.

- Sun, K., Li, Q., Zhang, Y., & Chen, W. (2025). Finite element modeling of the human spine: Current trends and clinical applications. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 28(2), 145–158.
- Şimşek, D. (2017). Kas-iskelet sistemi anatomisi ve biyomekaniği. Ankara: *Güneş Tıp Kitabevleri*.
- Wilk, K. E., Macrina, L. C., & Reinold, M. M. (2021). The role of the trunk and kinetic chain in athletic movement. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 29(3), 132–140. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000301>
- World Health Organization. (2019). *Musculoskeletal conditions*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Zang, Y., Li, H., Wang, Q., & Zhang, L. (2023). Thoracolumbar spine injuries in winter sports: Epidemiology and imaging features. *European Journal of Radiology*, 163, 110826. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2023.110826>
- Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). Motor control and postural stability in athletes with low back pain. *Sports Medicine*, 52(6), 1347–1361. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01610-3>
- Zemková, E., Dzurenková, D., & Kováčiková, Z. (2023). Spinal disorders and their impact on physical performance in athletes. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1123456. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1123456>
- Zhang, Q., Teo, E. C., & Lee, K. K. (2019). Effects of compressive loading on spinal segment stiffness and rotation. *Journal of Biomechanics*, 85, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.01.021>
- Zhang, Y., Sun, K., Li, Q., & Chen, W. (2022). Patient-specific spinal biomechanics using finite element analysis. *Medical Engineering & Physics*, 104, 103821. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2022.103821>

BÖLÜM 2

POSTÜRAL KONTROLÜN GELİŞTİRİLMESİNDE REFORMER PİLATES'İN ROLÜ

Dr. Derya Ayşen ALPAY

deryaaysengurkan@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-6982-7976

Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL

Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi,

bergunmeric@gmail.com

ORCID: 0000-0002-4001-9617

GİRİŞ

Postür, vücudu oluşturan her bir segmentin, kendisine komşu segmentler ve tüm vücut bütünüyle olan ilişkisi içerisinde, biyomekanik açıdan en uygun konumda yerleşimini ifade etmektedir (İnal, 2017). İdeal postür; kas, eklem ve bağ dokularının dengeli bir biçimde çalışmasını sağlayarak ağrısız hareketi desteklemekte ve genel kas-iskelet sistemi sağlığının korunmasında temel bir rol oynamaktadır (Kendall et al., 2005; McGill, 2016). Buna karşılık, sedanter yaşam tarzı, ergonomik yetersizlikler, beden farkındalığının düşük olması ve psikososyal stres faktörleri postüral hizalanmanın bozulmasına yol açabilmektedir (Straker et al., 2018; Smith et al., 2020).

Postüral bozukluklar günümüzde dünya genelinde oldukça yaygın görülmesine rağmen çoğu zaman klinik açıdan yeterince önemsenmeyen sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Yanlış postür, vücudun dik duruş sırasında dokuların ve organların fizyolojik işlevlerini optimal şekilde yerine getirememesi ile karakterize edilmektedir (Kendall et al., 2005). Postüral dizilim; yaş, cinsiyet, büyüme süreci, çevresel koşullar ve bireyin fiziksel-psikolojik durumu gibi çok sayıda değişkene bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Hodges & Smeets, 2015). Epidemiyolojik veriler, çocuk ve ergenlerin yaklaşık %30-50'sinde çeşitli düzeylerde postüral bozuklukların

bulduğunu göstermektedir (Widhe, 2001; Penha et al., 2018). En sık karşılaşılan postüral sorunlar arasında öne baş pozisyonu, artmış torasik kifoz, omuz kuşağı asimetrisi ve skapular malpozisyon yer almaktadır (Neumann, 2017). Bu bozukluklar, yalnızca estetik bir sorun olmanın ötesinde, ağrı sendromları ve omurga deformiteleri gibi önemli klinik sonuçlarla ilişkilendirilmektedir (McGill, 2016; Quek et al., 2021).

Son yıllarda postür, kas kuvveti, yeniden hizalanma, core stabilitesi ve hareket kontrolü üzerine odaklanan Pilates egzersizleri, etkili ve bütüncül bir egzersiz yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (Wells et al., 2014). Pilates yöntemi, 1920'li yıllarda Joseph Pilates tarafından geliştirilmiş olup merkezleme, konsantrasyon, kontrol, kesinlik, akıcılık ve nefes olmak üzere altı temel prensibe dayanmaktadır (Isacowitz & Clippinger, 2011). Bu prensipler doğrultusunda uygulanan egzersizler, omurga ve pelvis stabilitesinin sağlanmasını, postüral simetrisinin geliştirilmesini ve vücut farkındalığının artırılmasını hedeflemektedir (Muscolino, 2019).

Özellikle Reformer Pilates, ayarlanabilir yay dirençleri ve destekleyici mekanik yapısı sayesinde bireyin postüral ihtiyaçlarına özgü egzersizlerin güvenli ve kontrollü şekilde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Literatürde, Pilates egzersizlerinin öne baş postürü, kifoz ve genel postüral hizalanma üzerinde olumlu etkiler yarattığı bildirilmiştir. Lee ve arkadaşları (2016), öne baş postürü olan bireylerde haftada üç gün uygulanan 10 haftalık Pilates programının ağrıyı azalttığını ve kraniovertebral açığı anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermiştir. Benzer şekilde, sağlıklı yetişkinlerde gerçekleştirilen çalışmalarda Pilates uygulamalarının postüral hizalanmayı olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Cruz-Díaz et al., 2017; Kloubec, 2010).

Güncel sistematik derlemeler, Pilates ve Reformer Pilates egzersizlerinin postüral bozuklukların yönetiminde etkili olabileceğini; kas kuvveti, denge, esneklik ve hareket kontrolü gibi parametreleri geliştirerek omurga üzerindeki mekanik yüklenmeyi azalttığını ortaya koymaktadır (Yamato et al., 2015; Lim et al., 2022). Bu bağlamda Reformer Pilates, postüral kontrolün geliştirilmesinde fizyoterapi ve egzersiz bilimleri alanında tamamlayıcı ve fonksiyonel bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Postürün Tanımı ve Biyomekanik Temelleri

Postür, bireyin statik ve dinamik aktiviteler sırasında vücut segmentlerini uzayda nasıl konumlandığını ifade eden duruş organizasyonudur. Bu organizasyon; kas-iskelet sistemi yapısı, beden farkındalığı, emosyonel durum ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir (İnal, 2017). Biyomekanik açıdan postür, vücut segmentlerinin birbirleriyle ve yerçekimi hattı ile olan ilişkisi olarak tanımlanır (Kendall et al., 2005). Optimal postüral dizilim, hareket ve duruş sırasında minimum enerji harcamasıyla fonksiyonun sürdürülmesini ve kas-iskelet sistemi üzerindeki gereksiz yüklenmelerin azaltılmasını amaçlar (McGill, 2016).

Postüral Kontrol

Postüral kontrol, vücudun ağırlık merkezinin destek yüzeyi üzerinde korunması ve çevresel koşullara göre sürekli düzenlenebilmesi yeteneğidir (van Dieen et al., 2015). Bu süreç; postüral oryantasyonun sağlanması ve dengeye yönelik uygun motor yanıtların oluşturulmasını kapsar. Postüral kontrol, vizüel, vestibüler ve somatosensöriyel sistemlerden gelen duyuşal bilgilerin merkezi sinir sistemi tarafından bütünleştirilmesiyle sağlanmaktadır (Nashner, 2014). Reformer Pilates egzersizlerinde kullanılan kontrollü hareket paternleri, değişken destek yüzeyleri ve dirençler bu sistemleri uyararak postüral kontrolün gelişimine katkı sağlamaktadır.

Statik denge sabit pozisyonların korunmasını, dinamik denge ise hareket sırasında veya dış pertürbasyonlara karşı stabilitenin sürdürülebilmesini ifade eder (Horak, 2006). Reformer Pilates, özellikle dinamik denge ve adaptif postüral yanıtların geliştirilmesinde etkili bir egzersiz yaklaşımıdır.

Postüral Kontrolde Rol Oynayan Sistemler ve Reformer Pilates ile İlişkisi

Postüral kontrol; vestibüler, vizüel, proprioseptif ve serebellar sistemlerin koordineli çalışmasıyla sağlanır (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Vestibüler sistem denge ve baş kontrolüne katkı sağlarken, vizüel sistem çevresel referanslara göre postüral hizalanmayı destekler (Lord & Sturnieks, 2005). Proprioseptif sistem, kas ve eklemlerden gelen geri bildirimlerle eklem pozisyon hissini ve core aktivasyonunu düzenler. Serebellar sistem ise hareketlerin koordinasyonu ve

akıcılığından sorumludur. Reformer Pilates'in kontrollü ve ritmik yapısı, bu sistemlerin bütüncül olarak uyarılmasına katkı sağlar.

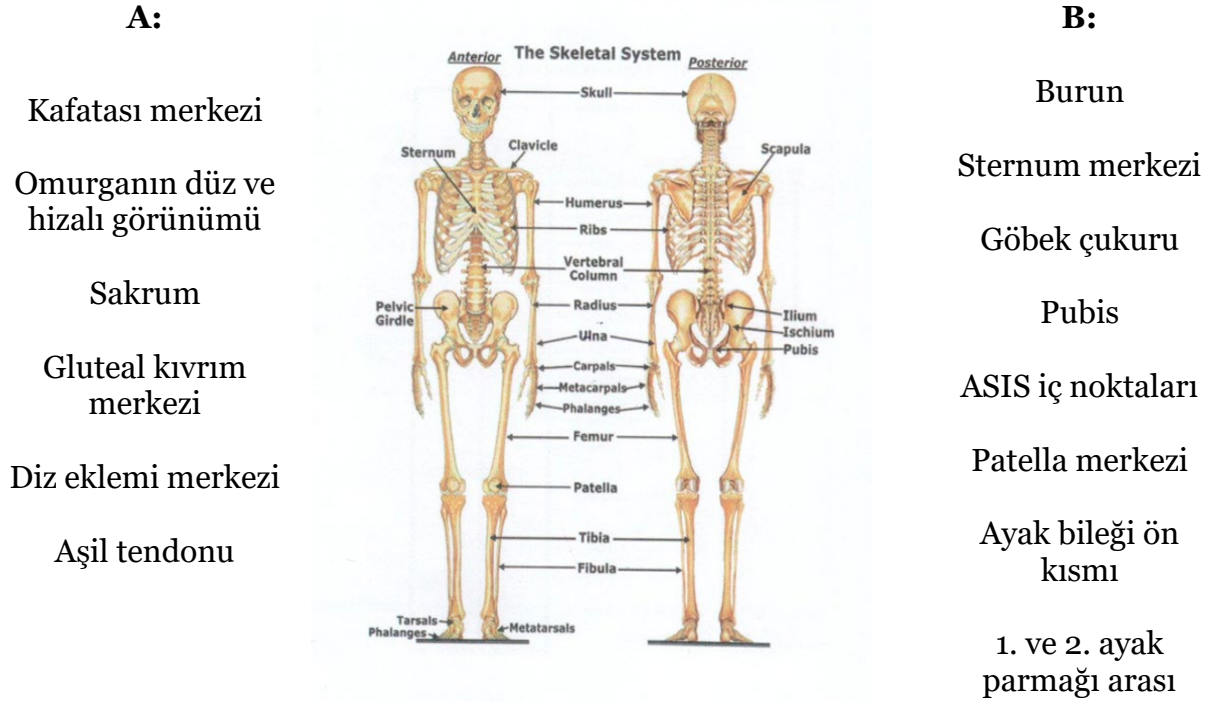
İdeal Postür

İdeal postür, vücut segmentlerinin anatomik ve biyomekanik prensiplere uygun şekilde hizalandığı, eklemler üzerine binen mekanik stresin en aza indirildiği duruş olarak tanımlanmaktadır (Magee, 2014). Pelvis ve gövde segmentleri postüral dizilimin merkezini oluşturarak omurga eğriliklerini ve alt ekstremitte hizalanmasını belirler. Pelvik nötral pozisyonun korunması, lumbar lordoz ve torasik kifozun fizyolojik sınırlar içinde kalmasını desteklemektedir (Hodges et al., 2013). İdeal postürde kaslar minimal enerji harcayarak dengeyi sürdürürken, agonist–antagonist kaslar arasında optimal bir kuvvet dengesi sağlanmaktadır.

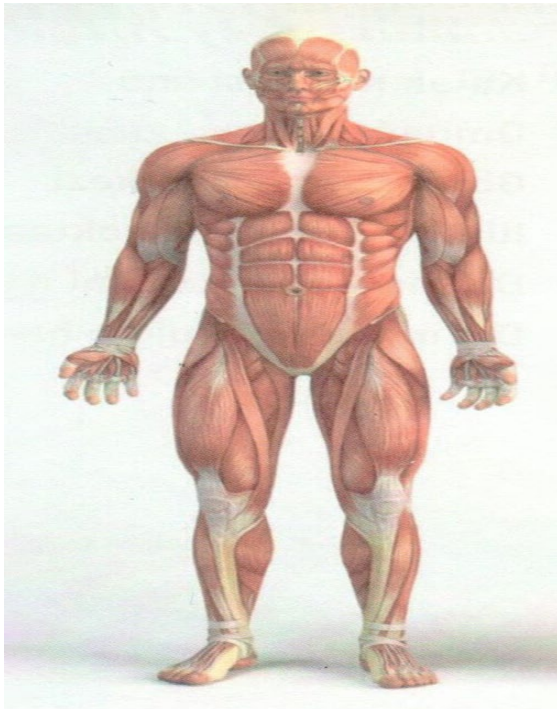
Pelvik hizalanmadaki bozulmalar, omurga segmentleri boyunca kompensatuar değişikliklere yol açarak postüral sapmaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Özellikle alt ekstremitedeki diz ve ayak bileği hizalanma bozuklukları, kinetik zincir boyunca yük dağılımını etkileyerek gövde postürünü de dolaylı olarak değiştirebilmektedir (Buldt & Murley, 2018). Bu bağlamda ideal postür, yalnızca statik bir duruş değil; hareket sırasında korunabilen fonksiyonel bir organizasyon olarak ele alınmalıdır.

İdeal Postür Hizalanmaları

Postüral hizalanma, yerçekimi hattının vücuttan geçişinin değerlendirilmesidir. Amaç; eklemler, segmentler ve vücut kütle merkezinin minimum kas aktivitesiyle dengede tutulup tutulmadığını incelemektir. İdeal postürün değerlendirilmesinde kullanılan anatomik referans noktalarını önden, arkadan ve yandan olmak üzere üç temel bakış açısıyla tanımlamaktadır (Şekil 1, 2, 3 ve 4). Postüral analiz; baş, omuz kuşağı, pelvis, alt ekstremitte ve ayak diziliminin yerçekimi hattına göre konumunu inceleyerek segmentler arası uyumu ortaya koymayı amaçlar. Bu hizalanma kriterleri, özellikle pelvis–omurga–alt ekstremitte biyomekanik zincirindeki kompensasyonların saptanmasında klinik açıdan büyük önem taşır (TCF, 2021). Değerlendirme üç ana planda yapılır.



Şekil 1. A: Önden Dikey Hizalanma, **B:** Arkadan Dikey Hizalama (TCF, 2021).



- Göz seviyeleri
- Omuz seviyeleri
- Kollar ile torso arası mesafe
- ASIS seviyesi
- Crista iliaca ve büyük trokanter seviyesi
- Dizlerin eşitliği
- Ayakların dışa dönüklüğü

Şekil 2. Önden Yatay Hizalanma (TCF, 2021)



Klavikula ve omuz seviyesi

Skapulaların dengeli oluşu

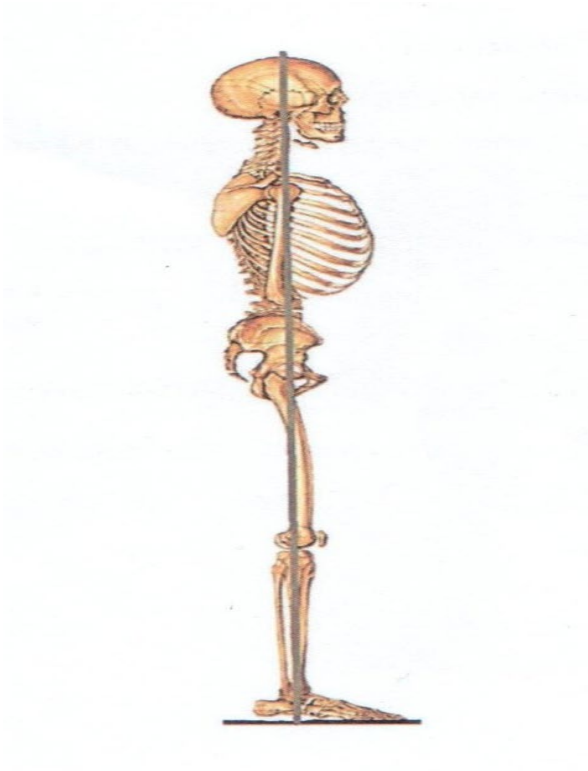
Omurga ve kaburgaların yanlara eşit mesafesi

Posterior superior iliac spine (PSIS)

İliac crest seviyesinin en yüksek noktası

Diz seviyesi

Şekil 3. Arkadan Yatay Hizalama (TCF, 2021).



Kulak memesinin önü

Omuz başı (akromion)

Göğüs kafesi merkezi

İliac kemiğin üst noktası

Diz eklemi lateral merkezi

Lateral malleolün hafif önü

Şekil 4. Yandan Dikey Hizalanma (TCF, 2021).

Önden, yandan ve arkadan gerçekleştirilen postüral hizalanma değerlendirmeleri; vücudun segmentler arası ilişkisini, sağ–sol simetrisini ve yerçekimine karşı optimal dizilimini ortaya koymaktadır. Bu çok yönlü değerlendirme, omurga, pelvis ve alt ekstremitte segmentlerinin frontal ve sagittal planlardaki uyumunu bütüncül olarak analiz etmeye olanak sağlar. Postüral hizalanmadaki sapmalar, kas-iskelet sistemi dengesizlikleri ve kinetik zincir bozuklukları ile ilişkilidir. Bu nedenle postüral değerlendirme, bireye özgü egzersiz programlarının planlanmasında ve postüral kontrolün geliştirilmesinde temel bir referans oluşturmaktadır (TCF, 2021).

Postür Değerlendirmesi

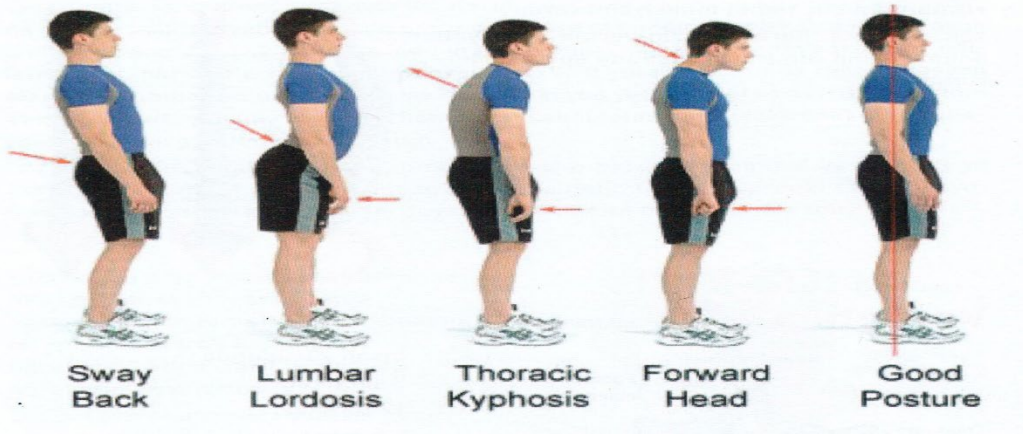
Postür değerlendirmesi, bireyin statik ve dinamik durumlarda vücut segmentlerini biyomekanik prensiplere uygun biçimde konumlandırabilme düzeyini incelemektedir (Sherrill, 2004). Klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan gözlemsel değerlendirmelerde, vücut segmentleri frontal, sagittal ve transvers düzlemler referans alınarak analiz edilmektedir (Kendall et al., 2005). Yerçekimi hattının baş, omuz, pelvis, diz ve ayak bileği gibi yüzeysel anatomik referans noktalarına göre konumu postüral hizalanmanın temel göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Dinamik postür değerlendirmeleri ise yürüme, sıçrama ve denge görevleri sırasında postüral kontrolün sürekliliği hakkında bilgi sağlamaktadır. Özellikle sportif ve fonksiyonel aktivitelerde ekstremiteler arası koordinasyon, gövde stabilitesi ve yerçekimi merkezinin kontrolü performansı doğrudan etkilemektedir (Whiting & Rugg, 2006). Bu nedenle postür değerlendirmesi, yalnızca duruş analizini değil, hareket sırasında sürdürülebilen biyomekanik organizasyonu da kapsayan bütüncül bir yaklaşım gerektirmektedir.

Postür Bozuklukları

Postür bozuklukları, kas kuvveti dengesizlikleri, yetersiz postüral kontrol ve tekrarlayan hatalı hareket paternleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. En sık görülen bozukluklar arasında artmış torasik kifoz, lumbar hiperlordoz, öne baş postürü, omuz kuşağı asimetrisi, genu valgum–varum ve ayak pronasyonu yer almaktadır (Şekil 5) (Neumann, 2017; Powers, 2022). Bu postüral sapmalar, eklemler üzerindeki yüklenmeyi artırarak ağrı ve fonksiyonel kısıtlılıklara neden olabilmektedir.

Uzun süreli postür bozuklukları, merkezi sinir sistemi düzeyinde hatalı motor paternlerin yerleşmesine ve postüral kontrol mekanizmalarının zayıflamasına yol açabilmektedir. Özellikle gövde ve pelvis stabilitesinin yetersiz olması, ekstremiteler hareketleri sırasında kompensatuar stratejilerin gelişmesine neden olmaktadır. Bu durum, performans düşüşü ve yaralanma riskinin artmasıyla ilişkilendirilmektedir.



Şekil 5. Postür Bozuklukları (TCF, 2021).

Pilates Eğitimi – Pilates’in Tarihçesi

Pilates yöntemi, 20. yüzyılın başlarında Joseph Pilates tarafından geliştirilmiş ve başlangıçta “Contrology” olarak adlandırılmıştır. Yöntem, beden ve zihin bütünlüğü içinde kontrollü hareketi esas alarak kas kuvveti, esneklik ve postüral farkındalığın birlikte geliştirilmesini amaçlamaktadır (Latey, 2001). Joseph Pilates, omurga sağlığını fiziksel uygunluğun temel göstergesi olarak tanımlamış ve egzersizlerini bu yaklaşım üzerine inşa etmiştir.

Zaman içerisinde reformer, cadillac ve chair gibi ekipmanların geliştirilmesiyle Pilates yöntemi klinik rehabilitasyon, sporcu performansı ve postüral eğitim alanlarında yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Reformer Pilates (Şekil 6), yaylı direnç sistemi sayesinde kontrollü ve destekli hareket imkânı sunarak farklı fiziksel seviyelerdeki bireyler için uygulanabilir bir egzersiz yaklaşımı hâline gelmiştir.



Şekil 6. Reformer (Aletli Pilates) (Bendis Pilates, 2025).

Pilatesin Temel Prensipleri

Nefes: Nefes, Pilates yönteminin temel bileşenlerinden biridir ve hareketin kontrolünü destekler. Diyafragmatik solunum, toraksın postero-lateral genişlemesini sağlayarak transversus abdominis aktivasyonunu artırır ve spinal stabiliteye katkı sunar. Zorlayıcı fazlarda nefes verme yaklaşımı denge ve kontrolün sürdürülmesini kolaylaştırmaktadır (Smith & Smith, 2005; Yamato et al., 2015).

Konsantrasyon: Konsantrasyon, hareket sırasında beden–zihin bütünlüğünün sağlanmasını ifade eder. Çalışan kaslara, nefese ve postüral hizalanmaya bilinçli odaklanma, nöromüsküler kontrolü geliştirir. Eğitimci geri bildirimleri, hareket doğruluğunu ve postüral farkındalığı artırmaktadır (Penelope, 2002; Iulian-Doru et al., 2013).

Kontrol: Kontrol prensibi, hareketlerin bilinçli ve düzenli şekilde gerçekleştirilmesini esas alır. Kasların konsantrik ve eksantrik çalışmasının denetimli olması, kompansatuvar hareketleri sınırlar. Bu yaklaşım, egzersiz etkinliğini artırırken yaralanma riskini azaltmaktadır (Owsley, 2005; Isacowitz & Clippinger, 2011).

Merkezeleme: Merkezeleme, transversus abdominis, pelvik taban, multifidus ve gluteal kasları kapsayan kor bölgesinin aktivasyonunu ifade eder. Bu kasların

izometrik çalışması, ekstremite hareketleri sırasında omurga stabilitesini destekler. Kuvvet aktarımının verimli gerçekleşmesine katkı sağlar (Berkow, 2011; da Luz et al., 2014).

Kesinlik: Kesinlik, hareketlerin doğru eklem açıları ve uygun hızda uygulanmasını ifade eder. Kontrol ve konsantrasyon ile çalışarak hatalı motor paternlerin gelişmesini önler. Bu prensip, fonksiyonel hareket kalitesini ve postüral farkındalığı artırır (Muscolino & Cipriani, 2004; Isacowitz & Clippinger, 2011).

Ritim (Akıcılık): Ritim, hareketlerin kesintisiz ve dengeli bir tempo ile uygulanmasını tanımlar. Akıcı geçişler, kor bölgesinden başlayan koordineli segmental hareketi destekler. Bu akışkan yapı, Pilates egzersizlerinin fonksiyonel ve estetik niteliğini güçlendirmektedir (Iulian-Doru et al., 2013; Karaca, 2015).

Reformer Pilates ve Postür Bozukluklarına Etkisi

Reformer Pilates, postüral dizilim bozukluklarının tedavisi ve postüral kontrolün geliştirilmesinde kullanılan bir egzersiz yaklaşımı olarak değerlendirilmiştir. Sistematik incelemeler, Pilates temelli egzersizlerin omurga postürünü iyileştirmede ve spinal deformiteleri azaltmada olumlu etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır. Bu derlemelerde Pilates uygulamalarının spinal eğriliklerde, trunk rotasyonunda ve postür değerlendirme ölçümlerinde iyileşme sağladığı bildirilmiştir (Yürekli & Şenel, 2024; Yamato et al., 2015).

Aynı sistematik incelemeler, Pilates programlarının ağrı azaltma, denge, esneklik, kas kuvveti, ROM (hareket açıklığı) ve yaşam kalitesinde iyileşme gibi çeşitli fonksiyonel faydalar sağladığını da rapor etmiştir. Bu bulgular, Pilates'in postüral bozuklukların yönetiminde fizyoterapi ile tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir (Yürekli & Şenel, 2024; Yamato et al., 2015).

Buna ek olarak, Reformer Pilates'in sedanter kadınlarda postür bozukluğu üzerine uygulandığı bir çalışmada, düzenli egzersizlerin postüral açı değerlerinde olumlu değişimler sağladığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular, Reformer Pilates'in sedanter bireylerde postüral kontrolün geliştirilmesinde etkin olabileceğini desteklemektedir (Selçuk Üniversitesi çalışması, 2025).

Ek olarak, Pilates'in postür üzerindeki etkilerini değerlendiren geniş kapsamlı sistematik incelemeler, metodolojik farklılıklar olmasına rağmen genel olarak Pilates'in omurga postür bozukluklarını iyileştirmede etkili olduğunu göstermektedir (de Luz et al., 2014; Yürekli & Şenel, 2024). Bununla birlikte mevcut literatürde, farklı postür bozukluklarının bireysel etkilerini net şekilde tanımlayan daha fazla yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (Yürekli & Şenel, 2024; Yamato et al., 2015).

Özellikle Reformer Pilates'in postüral hizalanma üzerindeki etkisi ile ilgili yapılmış özgün bir klinik çalışmada, haftada iki kez, 8 hafta süren Reformer Pilates programının sedanter (masa başı) çalışanlarda postüral hizalanmayı belirgin şekilde iyileştirdiği bildirilmiştir. Bu çalışmada Reformer Pilates'in postür skorlarında anlamlı gelişmeler sağladığı ve beden farkındalığını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Taştan et al., 2025).

Li ve ark. (2024) tarafından yapılan sistematik derleme, Pilates'in farklı yaş gruplarında postüral hizalanmayı iyileştirebildiğini göstermektedir; ancak uygulama süresi, egzersiz içeriği ve değerlendirme yöntemlerindeki farklılıklar bazı çalışmalarda anlamlı gelişme görülmemesine yol açmıştır. Sonuç olarak, Pilates postür geliştirmede potansiyel sunmakla birlikte, daha kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (Li et al., 2024).

Karavelioğlu ve ark. (2024) ise sedanter kadınlarda 8 haftalık Reformer Pilates programının postür bozukluklarını iyileştirdiğini, total posterior açı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme sağladığını bildirmiştir ($p < 0.05$).

Pilates egzersizleri hem fiziksel uygunluğu artırmak hem de rehabilitasyon süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Vücudun merkez kaslarını hedef alması sayesinde postüral yapıyı ve genel fiziksel uygunluğu geliştirdiği bildirilmektedir (Marques ve ark., 2013). Antropometrik özellikler üzerine yapılan çalışmalarda, Pilates'in bel çevresi yağ oranını azalttığı, vücut kitle indeksini iyileştirdiği ve vücut kompozisyonunu olumlu yönde etkilediği görülmektedir (Segal ve ark., 2004; Çakmakçı, 2011; Kocakulak ve Özdemir, 2024).

Sporcularda yapılan çalışmalar, Pilates'in atletik performansı artırdığı, yaralanmaları önlediği ve konsantrasyonu desteklediğini göstermektedir (Iulian-Doru ve ark., 2013; Jago ve ark., 2006). Kas-iskelet sistemi üzerine yapılan araştırmalar ise, Pilates'in kas

kuvveti, kassal endurans, fonksiyonellik, çeviklik, esneklik ve stabiliteyi artırarak postürü iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Cozen, 2000; Sekendiz ve ark., 2007; Phrompaet ve ark., 2011). Ayrıca denge, koordinasyon ve propriosepsiyon gibi motor becerileri de olumlu etkilediği raporlanmıştır (Johnson ve ark., 2007; Bullo ve ark., 2015).

Kronik bel ve boyun ağrısı gibi kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarında, Pilates'in kifoz, lordoz ve skolyoz gibi postüral bozukluklarda etkili olduğu görülmektedir (La Touche ve ark., 2008; Bhadauria ve Gurudut, 2017; Otman ve ark., 2005). Erişkinlerde yapılan çalışmalar, Pilates'in osteoporozun önlenmesinin yanı sıra dengeyi geliştirdiğini, düşme riskini azalttığını ve hipertansiyon, diyabet ile kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkı sağladığını göstermektedir (Pata ve ark., 2014; Bird ve Fell, 2014; Tunar ve ark., 2012).

KAYNAKÇA

- Abbasi, S., et al. (2024). Association between lower limb alignment and low back pain. *PLOS ONE*, 19(4), Article e0311480. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311480>
- Basaran Ozden, C., Kuru Colak, T. (2023). Are clinical Pilates exercises an effective treatment for scoliosis? A randomized clinical trial. *Journal of Health Allied Sciences NU*, 13, 365–372.
- Berkow, R. (2011). *Pilates anatomy*. Human Kinetics.
- Bhadauria, E., & Gurudut, P. (2017). Effect of Pilates exercises on postural deviations: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.08.004>
- Bird, M., & Fell, J. (2014). Pilates in the management of chronic diseases: Effects on physical fitness and health outcomes. *Clinical Rehabilitation*, 28(6), 574–585. <https://doi.org/10.1177/0269215513517887>
- Blanpied, P. R. (2010). Biomechanical principles. In *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation* (pp. 77–118). Mosby Elsevier.
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42–46. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-42.1.42>
- Britannica Editors. (2025). Pilates. In *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/Pilates>
- Buldt, A. K., & Murley, G. S. (2018). Posterior tibial tendon dysfunction: A review of anatomy, biomechanics, diagnosis and treatment. *Journal of Foot and Ankle Research*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0262-3>
- Bullo, V., Gobbo, S., Vendramin, B., et al. (2015). Effects of Pilates exercise on balance and falls in older adults: A systematic review. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 383–398. <https://doi.org/10.2147/CIA.S74728>
- Cozen, R. (2000). Pilates and postural improvement in adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 4(3), 215–222. <https://doi.org/10.1054/jbmt.2000.0211>
- Cruz-Díaz, D., Martínez-Amat, A., Osuna-Pérez, M. C., de la Torre-Cruz, M., Hita-Contreras, F., & Martínez-López, E. J. (2017). The effect of Pilates training on flexibility and body composition in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(4), 767–772. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.12.007>
- Çakmakçı, O. (2011). Pilates ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 22(2), 45–55.
- Da Luz, M. A., Costa, L. O. P., Fuhro, F. F., Manzoni, A. C. T., Oliveira, N. T. B., & Cabral, C. M. N. (2014). Effectiveness of mat Pilates or equipment-based Pilates exercises in patients with chronic nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 94(5), 623–631. <https://doi.org/10.2522/ptj.20130277>
- Davlin, C. D. (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 98, 1171–1176. <https://doi.org/10.2466/pms.98.3c.1171-1176>
- Demirtaş, G., & Güzel, N. A. (2025). Forward Head Posture: Examination from biomechanical, postural, and therapeutic perspectives – Current literature and rehabilitation methods. *Journal of Laodikeia Rehabilitation Sciences*, 3(1), 10–17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15277916>
- Dikici, T. F., & Demirdel, E. (2023). The relationship between pes planus severity and lower extremity functional performance in young adults. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation*, 34(3), 304–312.
- Dolphens, M., Cagnie, B., Coorevits, P., et al. (2012). Sagittal standing posture and its association with spinal pain: A school-based epidemiological study of 1196 Flemish adolescents before age at peak height velocity. *Spine (Phila Pa 1976)*, 37, 1657–1666. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31823b2b29>
- Dunn, J., & Leitschuh, P. (2006). *Posture and movement analysis in clinical practice*. Human Kinetics.

- Emery, K., De Serres, S. J., McMillan, A., & Cote, J. N. (2010). The effects of a Pilates training program on arm-trunk posture and movement. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 25, 124–130. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.09.006>
- Engers, P. B., Rombaldi, A. J., & Portella, E. G. da Silva, M. C. (2016). The effect of the Pilates method in the elderly: A systematic review. *Revista Brasileira de Reumatologia*, 56(4), 352–365. <https://doi.org/10.1016/j.rbre.2015.12.007>
- Fokin, A. A., Steuerwald, N. M., Ahrens, W. A., & Allen, K. E. (2018). Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 30(2), 165–175. <https://doi.org/10.1053/j.semtevs.2018.01.005>
- Hodges, P. W., & Smeets, R. J. (2015). Interaction between pain, movement, and physical activity: Short-term benefits, long-term consequences, and targets for treatment. *The Clinical Journal of Pain*, 31(2), 97–107. <https://doi.org/10.1097/AJP.000000000000098>
- Hodges, P. W., Smeets, R. J., & Ferreira, P. H. (2013). Core stability and motor control in low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(2), 100–108. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4655>
- Hodges, P. W., van Dieën, J. H., Cholewicki, J., et al. (2013). The role of spinal stabilization in posture and movement control. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(4), 683–692. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.03.005>
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35(suppl_2), ii7–ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/af077>
- Hotchkiss, A., Fisher, A., Robertson, R., Ruttencutter, A., Schuffert, J., & Barker, D. B. (2004). Convergent and predictive validity of three scales related to falls in the elderly. *American Journal of Occupational Therapy*, 58(1), 100–103. <https://doi.org/10.5014/ajot.58.1.100>
- Isacowitz, R., & Clippinger, K. (2011). *Pilates anatomy*. Human Kinetics.
- Iulian-Doru, B., Cristea, A., & Niculescu, M. (2013). The role of Pilates exercises in developing body awareness. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 84, 117–122. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.521>
- İnal, H. S. (2017). *Spor ve egzersizde vücut biyomekaniği*. Hipokrat Kitabevi. ISBN 9786059160575
- Jago, R., et al. (2006). Pilates for improving strength and flexibility in athletes. *Physical Therapy in Sport*, 7(4), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2006.05.003>
- Johnson, M., et al. (2007). Pilates and proprioception in adults: A controlled study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11(4), 287–293. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2007.02.001>
- Karaca, S. (2015). Pilates egzersizlerinin postür kontrol ve denge üzerine etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 26(3), 121–129.
- Karavelioğlu, M. B., Kiloatar, H., & Başkaya, G. (2024). Investigation of the effects of reformer Pilates exercises on posture disorder in sedentary women. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 26(1), 45–56. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tsed/article/1272614>
- Karimi, K., Ömer, Ş., & Ada, R. (2023). Postural sway differences in lower extremity alignment. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15, Article 123. <https://doi.org/10.1186/s13102-023-00686-4>
- Kasovic, M., Stefan, L., Piler, P., & Zvonar, M. (2022). Longitudinal associations between sport participation and fat mass with body posture in children: A 5-year follow-up from the Czech ELSPAC study. *PLoS ONE*, 17, e0266903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266903>
- Keays, K. S., Harris, S. R., Lucyshyn, J. M., & MacIntyre, D. L. (2008). Effects of Pilates exercises on shoulder range of motion, pain, mood, and upper-extremity function in women living with breast cancer: A pilot study. *Physical Therapy*, 88, 494–510. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070121>

- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, W. A. (2005). *Muscles: Testing and function with posture and pain* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Kloubec, J. A. (2010). Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 661–667. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181cfc9f6>
- Kocakulak, O., & Özdemir, R. (2024). Pilates and body composition: Effects on BMI and waist circumference. *Journal of Exercise Science*, 15(2), 100–110.
- Komro, K. A., Tobler, A. L., Delisle, A. L., O'Mara, R. J., & Wagenaar, A. C. (2013). Beyond the clinic: Improving child health through evidence-based community development. *BMC Pediatrics*, 13, 172. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-172>
- Koumantakis, G. A., Winstanley, J., & Oldham, J. A. (2020). Thoracic posture and respiratory function. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(2), 252–258. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.12.004>
- Kowalski, I. M., Protasiewicz-Faldowska, H., Siwik, P., et al. (2013). Analysis of the sagittal plane in standing and sitting position in girls with left lumbar idiopathic scoliosis. *Polish Annals of Medicine*, 20, 30–34.
- Kritz, M., & Cronin, J. (2022). Posture, movement efficiency, and injury risk in physical activity. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 30, 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.11.012>
- La Touche, R., et al. (2008). Pilates for postural correction in chronic low back pain patients. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 12(3), 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.04.002>
- Latey, P. (2001). The Pilates method: History and philosophy. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 5(4), 275–282. [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(01\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(01)00055-8)
- Lee, J. H., Yoo, W. G., & Kim, M. H. (2016). The effect of Pilates exercises on craniovertebral angle and pain in subjects with forward head posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(4), 1241–1243. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1241>
- Li, F., Dev, R. O., Soh, K. G., et al. (2024). Effects of Pilates exercises on spine deformities and posture: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16, 55. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00843-3>
- Lim, E. C. W., Poh, R. L. C., Low, A. Y., & Wong, W. P. (2022). Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with chronic low back pain: A systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(1), 12–22. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10464>
- Lord, S. R., & Sturnieks, D. L. (2005). The physiology of falling: Assessment and prevention strategies for older people. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(1), 35–42. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(05\)80022-2](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(05)80022-2)
- Maciaczyk-Paprocka, K., Stawinska-Witoszy, B., Kotwicki, T., et al. (2017). Prevalence of incorrect body posture in children and adolescents with overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, 176, 563–572. <https://doi.org/10.1007/s00431-017-2905-0>
- Macpherson, J. M., & Horak, F. B. (2013). Posture. In *Principles of neuroscience* (5th ed., pp. 935–959). McGraw Hill Medical.
- Magee, D. J. (2014). *Orthopedic physical assessment: Gait assessment*. W.B. Saunders Company.
- Marques, N. R., Morcelli, M. H., Hallal, C. Z., & Gonçalves, M. (2013). EMG activity of trunk stabilizer muscles during Pilates-based exercises. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(3), 347–352. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.09.002>
- McEvoy, M. P., & Grimmer, K. (2005). Reliability of upright posture measurements in primary school children. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6(1), 35. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-6-35>
- McGill, S. M. (2016). *Low back disorders: Evidence-based prevention and rehabilitation* (3rd ed.). Human Kinetics.
- McGinnis, P. M. (2013). *Biomechanics of sport and exercise* (2nd ed.). Human Kinetics.

- Motta-Valencia, K. (2006). Dance-related injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 17(3), 697–723. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2006.06.001>
- Motylewski, S., Zientala, A., Pawlicka-Lisowska, A., & Poziomska-Piatkowska, E. (2015). Assessment of body posture in 12- and 13-year-olds attending primary schools in Pabianice. *Pol Merkur Lekarski*, 39, 368–371.
- Muscolino, J. E. (2019). *The Pilates body: An anatomical approach*. Mosby.
- Muscolino, J. E., & Cipriani, S. (2004). Pilates and the “powerhouse” I. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8(1), 15–24. [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(03\)00057-3](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(03)00057-3)
- Nashner, L. M. (2014). Practical biomechanics and physiology of balance. In *Balance function assessment and management* (p. 431). Thieme Medical Publishers.
- Neumann, D. A. (2017). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation* (3rd ed.). Elsevier.
- Otman, S., & Köse, N. (2013). Postür ve postür analizi. *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*, 11–33. Meteksan Matbaacılık.
- Otman, S., et al. (2005). Pilates for scoliosis and spinal deformities. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 11(4), 230–236. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2005.05.005>
- Owsley, A. (2005). An introduction to clinical Pilates. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9(1), 69–70. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2004.05.002>
- Pata, A., et al. (2014). Pilates in older adults: Effects on balance and fall prevention. *Geriatric Nursing*, 35(5), 378–384. <https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2014.04.001>
- Paterson, J. (2008). *Teaching Pilates for postural faults, illness and injury: A practical guide*. Elsevier Health Sciences.
- Penelope, L. (2002). Mind–body exercise and movement awareness. *Physical Therapy Reviews*, 7(3), 161–170. <https://doi.org/10.1179/108331902225004044>
- Penha, P. J., Casarotto, R. A., Sacco, I. C. N., Marques, A. P., & João, S. M. A. (2018). Qualitative postural analysis among boys and girls of seven to ten years of age. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(5), 386–391.
- Phrompaet, S., et al. (2011). Pilates and musculoskeletal health: Strength and flexibility outcomes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(3), 340–348. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.07.003>
- Pilates Method Alliance. (2006). PMA position statement: On Pilates. Miami: The Pilates Method Alliance.
- Pilates Northwest. (2025). History of Pilates. <https://www.pilatesnorthwest.com/about-us/history-of-pilates/>
- Powers, C. M. (2022). Biomechanics of the knee and lower extremity alignment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(2), 72–81. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10785>
- Quek, J., Pua, Y. H., Clark, R. A., & Bryant, A. L. (2021). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*, 25, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.math.2021.03.004>
- Raj, M. A. (2023). *Pes planus*. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Segal, N., et al. (2004). The effects of Pilates training on body composition and postural alignment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(3), 123–130. <https://doi.org/10.2519/jospt.2004.34.3.123>
- Sekendiz, B., et al. (2007). Effects of Pilates exercises on balance, flexibility and muscle strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 1113–1119. <https://doi.org/10.1519/R-21167.1>
- Selçuk Üniversitesi. (2025). *Investigation of the effects of reformer Pilates exercises on posture disorder in sedentary women* [Unpublished thesis]. Selçuk University Repository. <https://acikerisim.selcuk.edu.tr/items/9cf6d9c4-dc5f-4a0e-bed9-4bf9bf4fbo2f>
- Sherrill, C. (2004). *Adapted physical activity, recreation, and sport: Cross-disciplinary and lifespan* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Wolters Kluwer.

- Smith, K., & Smith, E. (2005). Integrating breathing techniques in Pilates training. *Journal of Physical Education and Sport Science*, 12(2), 45–52.
- Straker, L., Mathiassen, S. E., & Holtermann, A. (2018). Sedentary work and musculoskeletal disorders. *Applied Ergonomics*, 68, 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.11.009>
- Taştan, Z., Genç, N., Demirli, A., & ark. (2025). The effects of reformer Pilates on postural alignment, body appreciation and social appearance anxiety in office workers. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, Article 280. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01338-5>
- Toledo, D. R., & Barela, J. A. (2010). Age-related differences in postural control: Effects of the complexity of visual manipulation and sensorimotor contribution. *Experimental Brain Research*, 205(4), 537–546. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2398-8>
- Tunar, H., et al. (2012). Pilates exercises for chronic disease prevention and health promotion. *Turkish Journal of Sport and Exercise*, 14(1), 12–20.
- Türkiye Cimnastik Federasyonu. (2019). *Pilates eğitim kitapçığı*. Türkiye Cimnastik Federasyonu Yayınları.
- Van Dieën, J. H., Reeves, N. P., Kawchuk, G., van Dillen, L. R., & Hodges, P. W. (2019). Motor control changes in low back pain: Divergence in presentations and mechanisms. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 49(6), 370–379. <https://doi.org/10.2519/jospt.2019.7917>
- Weiss, H. R., Turnbull, D., & Bohr, S. (2021). Brace treatment for patients with scoliosis: A systematic review. *Spine Deformity*, 9(4), 957–971. <https://doi.org/10.1007/s43390-021-00301-9>
- Wells, C., Kolt, G. S., & Bialocerowski, A. (2014). Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 22(2), 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.01.005>
- Whiting, W. C., & Rugg, S. (2006). *Dynamics of human movement*. Human Kinetics.
- Winnick, J. P., & Lavay, B. W. (2005). Perceptual-motor development. In J. P. Winnick (Ed.), *Adapted physical education and sport*. Human Kinetics.
- Yamato, T. P., Maher, C. G., Saragiotto, B. T., Hancock, M. J., Ostelo, R. W., Cabral, C. M., & Costa, L. O. (2015). Pilates for low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7), CD010265. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010265.pub>
- Yazdani, S., Alizadeh, F., Dizaji, E., & Mohammadi, F. (2020). Postural sway changes in genu recurvatum deformity during standing with manipulation of visual and proprioceptive systems. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 24(4), 147–151. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.06.001>
- Yip, C. H. T., Chiu, T. T. W., & Poon, A. T. K. (2008). The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. *Manual Therapy*, 13(2), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.07.007>
- Yürekli, G., & Şenel, Ö. (2024). Pilates egzersizlerin omurga postür bozukluklarına etkisi: Sistematik derleme. *Gazi Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 29(3), 113–123. <https://doi.org/10.53434/gbesbd.1410331>

BÖLÜM 3

SİRKADİYEN RİTMİN PERFORMANS ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğretim Üyesi Müge SARPER

Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, mugesarper91@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9731-9418

Emine KUYUCU

Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, kuyucueminee@gmail.com

ORCID: 0009-0000-2314-3934

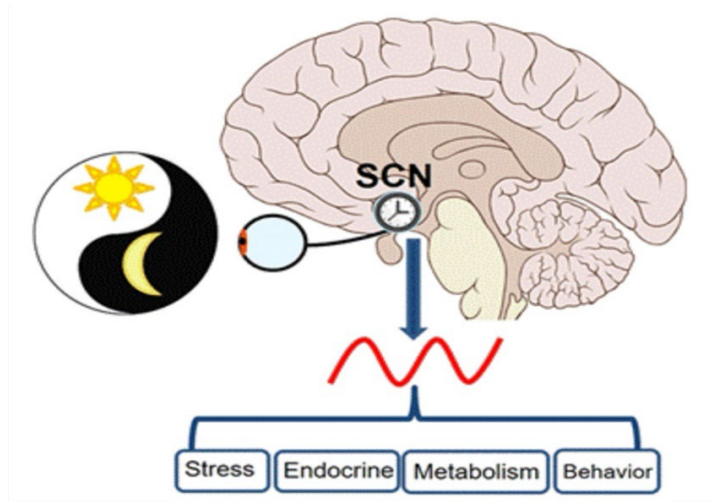
GİRİŞ

Biyolojik ritimler, organizmada belirli zaman dilimlerinde meydana gelen döngülerdir. Bu döngüler saniyeden yıla kadar değişen sürelerde gerçekleşebilir. Biyolojik ritimler, 19. yüzyılda "Kronobiyoloji" adı altında sistematik olarak incelenmeye başlanmıştır (Selvi ve ark., 2011). Döngü periyotlarına göre temelde dört ana biyolojik ritimden söz edilebilir. Bu ritimler, sirkadiyen ritim; yaklaşık 24 saatlik döngülerle vücudun fizyolojik ve hormonal olaylarını düzenleyen ritimdir. Diurnal ritim; gün ve gece boyunca meydana gelen olayları yansıtan günlük ritimdir. Ultradiyen ritim; bir günden kısa süren döngüleri ifade eder örneğin, REM/NREM uyku döngüsü gibi. Infradiyen ritim; 24 saatten uzun süren döngüleri kapsar örneğin, menstrüasyon döngüsü gibi (Dokumacı, 2022).

Sirkadiyen ritim, Latince "Circa" (yaklaşık) ve "dies" (gün) kelimelerinden türemiştir ve "yaklaşık bir gün" anlamına gelir (Potter ve ark., 2016). İnsan vücudu, güneşin doğuşu ve batışına uyum sağlayan 24 saatlik bir biyolojik döngüyle çalışır (Akgün, S.F. 2022). Vücut sıcaklığı, melatonin ve kortizol seviyeleri gibi hormonal olaylar, gece-gündüz döngüsüne bağlı olarak 24 saatlik bir ritim izler. Vücudun içsel biyolojik saati, hipotalamusun bir bölgesinde bulunan suprakiazmatik çekirdek (SCN) tarafından yönetilir. SCN, vücut sıcaklığı, uyku-uyanıklık döngüsü, melatonin ve kortizol gibi hormonların salgılanmasını organize ederek vücudun 24 saatlik döngüsünü senkronize eder (Akdeniz ve ark., 2024). Sirkadiyen ritim, hem fiziksel hem de zihinsel sağlık için kritik bir rol oynar ve spor performansını önemli ölçüde etkiler.

Hipotalamusun bir bölgesinde bulunan SCN, vücudun temel biyolojik saati olarak çalışır (Saper ve ark., 2005). SCN'deki sinir hücreleri, proteinleri 24-25 saatlik bir döngüyle üretilir ve bu biyolojik ritmi oluşturur. SCN, gündüz güneş ışığını algılar ve bu bilgiye göre melatonin salgısını durdurarak biyolojik saatimizi yeniden ayarlar (Moore, 1997). SCN, vücut sıcaklığı, uyku-uyanıklık döngüsü, melatonin ve diğer hormonların salgılanmasını düzenler. Aynı zamanda bu biyolojik merkez, bireyin dış ortamdaki değişikliklere (gündüz-gece döngüsü gibi) uyum sağlamasında kilit bir rol oynar. Epifiz bezi, melatonin salgılayarak uyku-uyanıklık döngüsünü destekler. SCN'nin melatonin salgısını durdurma mekanizması, vücudun dış ortamlarla senkronize olmasını sağlar.

Sirkadiyen ritmi etkileyen faktörlerin başında ışık ve uyku gelirken bu liste beslenme, vücut sıcaklığı, fiziksel aktivite (egzersiz), hormonlar (melatonin, kortizol vs.), sosyal faktörler, çevresel faktörler olarak devam eder. Işık, sirkadiyen ritmin en önemli düzenleyicisidir (Mukherji ve ark. 2015).

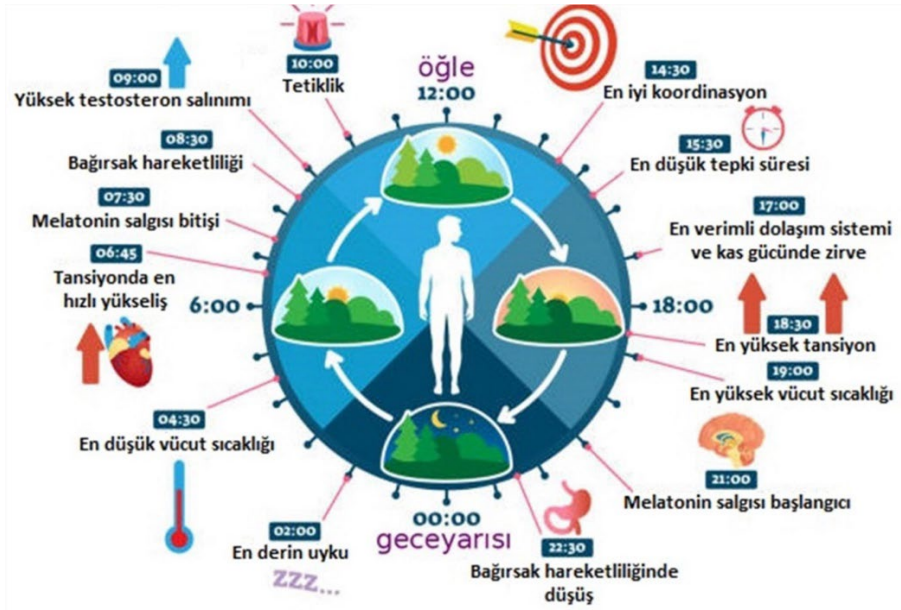


“ŞEKİL 1. SCN VE SİRKADİYEN RİTMİN FİZYOLOJİK SİSTEMLERE ETKİSİ.”

Biyolojik saat, çevresel değişimlere ışık sayesinde uyum sağlar. Aydınlik-karanlık döngüsü, ritmin 24 saatlik düzenini belirler. Melanopsin, mavi ışığa duyarlı bir fotopigmenttir ve retinal ganglion hücreleri aracılığıyla SCN'ye sinyal iletir. (Moore, 1997). Uyku, enerji toplama, hafıza düzenleme, bağışıklık güçlendirme ve zihinsel sağlığı korur. Hem homeostatik sistemler hem de sirkadiyen ritim uyku-uyanıklık döngüsünü düzenler. Sirkadiyen döngü, uykunun zamanlamasını; homeostatik mekanizmalar ise miktar ve kalitesini belirler. Gün içinde artan uyanıklık hali, gece uyku ihtiyacını artırır. (Ozan ve Buzdağı, 2022). Beslenme, periferik saatin belirleyicilerindendir ve sirkadiyen ritimle uyumlu çalışır. Aynı zamanda besinlerin

metabolize edilmesinde önemli etkidir (Yüksel, 2019). Günlük yeme düzeni, sirkadiyen ritimle ilişkilidir. Uyumsuz beslenme, biyolojik saati bozarak metabolik sorunlara ve kronik hastalıklara yol açabilir (Mukherji ve ark. 2015). Vücut sıcaklığı, sirkadiyen ritmin bir göstergesidir ve gün içinde dar aralıklarda korunmak üzere değişkenlik gösterir. Gündüz sıcaklık artar, metabolizma hızlanır. Gece sıcaklık düşer, vücut dinlenir ve yenilenir. Sıcaklık, metabolizma ve enerji harcamasıyla ilişkilidir. Isı dengesi, terleme ve kan akımıyla sağlanır (Blondin ve Haman, 2018).

Sirkadiyen ritme bağlı hormonların işleyişlerine bakmak da bu konuyu daha iyi anlamamızı sağlar. Bu hormonların başında kortizol gelir. Kortizol, enerji sağlama ve stres yönetiminde görevlidir. Sabah 08:00'da peak yapar. Gün boyunca azalarak akşam saatlerinde oldukça düşer. Uyandıktan sonra enerji artışı sağlar, kan şekerini düzenleyerek stresle başa çıkmayı destekler. Melatonin; uyku-uyanıklık döngüsünü düzenler. Akşam karanlıkta salgılanmaya başlar ve gece boyunca peak yapar. Uykuya geçişi kolaylaştırır. Gece boyunca vücudu dinlenme moduna geçirir. Diğer bir hormonumuz testosterondur. Testosteron; kas büyümesi, enerji ve cinsel fonksiyonların düzenlenmesini sağlar. Sabah 07:00'da en yüksek seviyededir. Gün boyunca azalır. Sabah saatlerinde kas güçlenmesini destekler. Antrenman için ideal zamanı belirler. İnsülin; kan şekerini düzenler. Yemeklerden sonra artarak glikozun hücrelere taşınmasını sağlar ve enerji üretimini destekler (Firsov ve Bonny, 2018). Büyüme hormonu ise doku yenilenmesi ve kas gelişiminde görevlidir. Gece uyku sırasında (özellikle REM uykusunda) zirve yapar. Kas ve kemik dokusunu yenilerken enerji depolarını da doldurur. Adrenalin ve Noradrenalin ise hızlı enerji üretimi ve reaksiyon hormonudur. Gün boyunca ani stres durumlarında artarak kalp atış hızını ve enerji seviyesini artırır. Acil durumlarda "Savaş ya da kaç" tepkisini tetikler. Leptin diğer adıyla tokluk hormonu beyne tokluk sinyali gönderir. Gece saatlerinde artar, gece yeme isteğini azaltır. Açlık hormonu adıyla tanıdığımız Ghrelin, beyne açlık sinyali gönderir. Yemeklerden önce artar ve sonrasında azalır. Tiroid hormonları (T3 ve T4) metabolizma hızını düzenlemekle görevlidir. Gün boyunca sabit bir seviyede çalışır, sabahları metabolizmayı hızlandırarak enerji üretimini ve metabolizmayı optimize eder (Gnocchi & Bruscalupi, 2017).



“ŞEKİL 2. SİRKADİYEN RİTME BAĞLI GÜNLÜK FİZYOLOJİK DEĞİŞİMLER.”

Hormonlar, yukarıda belirtildiği gibi sirkadiyen ritimle uyumlu olarak salgılanır. Bu düzen, uyku, enerji, metabolizma ve performansı optimize eder. Ritme uygun günlük düzenlemeler sağlığı ve performansın üzerinde olumlu etki yaratır.

Bu çalışmada, biyolojik bir döngü olan sirkadiyen ritme dikkat çekilerek egzersiz ve antrenman türleriyle olan ilişkisini fizyolojik, hormonal ve performans temelli değişkenler üzerinden ortaya koymak amaçlanmaktadır.

EGZERSİZ VE SİRKADİYEN RİTİM

Sirkadiyen ritim, bireylerin spor performansı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkiler yaratan temel bir biyolojik süreçtir. Vücudu 24 saatlik döngüde düzenlerken; egzersiz, kas gücünü artırır, metabolik dengeyi optimize eder ve enerji kullanımını düzenler (Uluç, 2023). Vücut sıcaklığı, hormon salgısı, uyku-uyanıklık döngüsü ve metabolizma gibi fizyolojik süreçler, sirkadiyen ritim doğrultusunda değişir. Bu değişimlerin sporcuların performansı üzerinde hem fiziksel hem de zihinsel boyutta önemli etkileri bulunmaktadır. Egzersiz ise ışık gibi güçlü bir *zeitgeber* (zamanlayıcı) olarak, biyolojik saatin yeniden senkronizasyonuna katkıda bulunur (Ozan & Buzdağı, 2022). Shibata ve Tahara (2014)'e göre, egzersizin hem merkezi hem de periferik biyolojik saatleri etkileyerek faz kaymalarını düzenleyebildiğini ve bu yolla metabolik denge ile performans üzerinde belirleyici rol oynadığını belirtmiştir. Düzenli fiziksel aktivite, melatonin ve kortizol sekresyon ritmini stabilize ederken; uyku kalitesini, enerji metabolizmasını ve hormonal ritimleri optimize eder. Bu nedenle, egzersiz yalnızca

fiziksel performansı değil, aynı zamanda biyolojik ritmin dengelenmesini de sağlamış olur.

Günün farklı saatlerinde sirkadiyen ritim kaynaklı fizyolojik değişimler, egzersiz performansında belirgin farklılıklara neden olur. Sabah saatlerinde kortizol düzeyleri yüksektir. Bu saatlerde kas aktivasyonu artar. Bu dönem yüksek yoğunluklu antrenmanlar için uygundur. Öğleden sonra vücut sıcaklığı, refleks hızı ve kas gücü en yüksek seviyelerine ulaşır. Bu da hız, çeviklik ve güç gerektiren egzersizlerde performans avantajı sağlar. Akşam saatlerinde ise melatonin düzeylerinin artışıyla birlikte kaslar gevşemeye başlar. Bu zaman dilimi hafif egzersizler veya aktif dinlenme için daha uygundur (Bayraktar & Kurtoğlu, 2009; Uluç, 2023). Bu değişimlerin, sporcuların hem fiziksel hem de zihinsel performansı üzerinde etkili olduğu ve antrenman programlarının buna göre planlanmasının performansı artırmada önemli bir faktör olduğu belirtilmektedir.

İskelet kası düzeyinde de egzersiz ile sirkadiyen ritim arasındaki etkileşim dikkat çekicidir. Kas dokusunda yer alan moleküler saatler, protein sentezi, enerji üretimi ve kas onarımında belirleyici bir role sahiptir. Egzersiz, bu moleküler saatlerin aktivitesini artırarak kas protein sentezini ve enerji metabolizmasını düzenler. Ayrıca, sirkadiyen ritimle uyumlu gerçekleşen egzersizler ATP üretimini optimize eder. Mekanosensörler ve metabolik sensörler aracılığıyla kasın adaptasyon kapasitesini artırır (Uluç, 2023). Bu mekanizmalar, düzenli egzersizin yalnızca performansı değil, hücresel düzeydeki biyolojik uyumu da güçlendirdiğini göstermektedir.

Sirkadiyen ritim aynı zamanda sporcuların psikolojik ve bilişsel performansını da etkiler. Sabah saatlerinde zihinsel uyanıklık ve reaksiyon hızı düşüktür. Buna karşın öğleden sonra dikkat, koordinasyon ve karar verme becerileri en üst düzeye ulaşır (Winget ve ark., 1985). Bu durum, stratejik düşünme ve anlık tepki gerektiren branşlarda öğleden sonra yapılan antrenmanların daha verimli olabileceğini göstermektedir. Sirkadiyen ritme uygun egzersiz programları, sporcuların motivasyon ve odak düzeylerini artırarak psikolojik dengeyi desteklemektedir (Uluç, 2023). Bu sebeple antrenmanların sirkadiyen ritme yönelik dizayn edilmesi sportif verimi arttıracaktır.

Bireysel biyolojik farklılıklar, sirkadiyen ritim yanıtlarının çeşitlenmesinde önemli rol oynar. İnsanlar genellikle sabahçıl ve akşamcıl kronotipler olarak ikiye ayrılır. Sabahçıl bireyler erken saatlerde daha aktif ve verimli olurken, akşamcıl bireylerde performans

artışı günün ilerleyen saatlerinde gözlenir. Sabahçıl bireylerin vücut sıcaklığı sabah erken saatlerde yükselirken, akşamcıl bireylerde bu artış daha geç saatlerde ortaya çıkar. Bu farklılıklar, içsel biyolojik saat ve sirkadiyen ritimlerin fizyolojik süreçleri doğrudan etkilediğini göstermektedir (Montaruli ve ark., 2021).

Gabriel ve Zierath (2019), kronotipe uygun egzersiz zamanlamasının metabolik sağlık ve performans açısından belirleyici olduğunu; sabah yapılan orta şiddette aerobik antrenmanların metabolik verimliliği artırabildiğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Le Gates ve ark. (2014), öğle ve akşam saatlerinde yapılan kuvvet antrenmanlarının sabah seanslarına göre daha yüksek performans sağladığını bildirmiştir. Bu fark, sirkadiyen ritim, hormon düzeyleri ve vücut sıcaklığı gibi fizyolojik etkenlerden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, sirkadiyen ritmin etkisinin anlaşılması sporculara rehberlik eder. Spor etkinliklerinin zamanlaması, genetik yatkınlık, yaşam tarzı ve çevresel faktörlerle şekillenen bireysel ritimlere göre planlanmalıdır. Sporcuların kendi kronotiplerine uygun antrenman saatlerini belirlemeleri hem antrenman verimini artırmakta hem de sirkadiyen uyumu koruyarak uzun vadeli performans sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

AEROBİK ANTRENMANLAR VE SİRKADİYEN RİTİM

Aerobik antrenmanlar, uzun süreli ve düşük-orta şiddette yapılan fiziksel aktiviteleri kapsar ve oksijen kullanım kapasitesini geliştirir. Bu tür egzersizlerin yalnızca kardiyovasküler ve metabolik sistemler üzerinde değil, aynı zamanda endokrin sistemi üzerinde de düzenleyici etkiler gösterdiği bilinmektedir. Egzersiz, ışık gibi güçlü bir *zeitgeber* olarak biyolojik saatin yeniden senkronizasyonuna katkı sağlar (Ozan & Buzdağı, 2022).

Hayvan ve insan çalışmalarında, aerobik egzersizin hem merkezi hem de periferik biyolojik saatleri etkilediği gösterilmiştir. Örneğin; (Raza ve ark. 2024), yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde aerobik egzersiz ve zaman kısıtlı beslenme (time-restricted feeding; tRF) protokolünün birlikte uygulanmasının metabolik belirteçleri ve sirkadiyen gen ifadesini senkronize ettiğini bildirmiştir. Bu sonuç, bizlere aerobik egzersizin metabolik ritimlerin senkronizasyonunda doğrudan düzenleyici bir etkide rol oynayabileceğini göstermektedir.

İnsan temelli çalışmalar da benzer biçimde egzersiz zamanlamasının ritmik süreçleri etkilediğini desteklemektedir. Hınça ve Gültekin (2018) elit yüzücüler üzerinde yaptıkları araştırmada, sabah erken saatlerde yapılan yüzme antrenmanlarının kortizol

düzeyinin artışı yoluyla uyanıklığı artırdığını; öğleden sonra yapılanların ise vücut sıcaklığı artışıyla birlikte performansın en yüksek seviyeye ulaştığını belirlemiştir. Bu bulgular, aerobik dayanıklılık performansının sirkadiyen döngüyle uyumlu şekilde gün içinde değiştiğini bizlere göstermektedir.

Menek (2021) çalışmasında, Tip 2 diyabet tanısı almış 30 birey üzerinde gerçekleştirdiği araştırma ile sirkadiyen ritme uygun yapılan egzersizlerin Tip-2 diyabet üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmada 35-65 yaş arasındaki katılımcılara Sabahçıl-Akşamcıl Anketi uygulanarak sirkadiyen ritim değerlendirilmesi yapılmıştır. Katılımcılar iki gruba ayrılarak, 6 hafta boyunca sabah ve akşam egzersizleri uygulanmıştır. Haftada 3 gün yapılan aerobik egzersizler toplamda 12 hafta süren bir programla gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da sabah ve akşam egzersizleri, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kan değeri ölçümleri, kas gücü ölçümleri, altı dakika yürüme testi, otuz saniye otur kalk testi ile mobilite, tek ayak üstünde durma testi ile denge, yaşam kalitesi ve uyku kalitesi değerlerinde istatistiksel anlamlılık elde edilmiştir. Sabahçıl kronotip grubunda sabah egzersizlerinin, akşamcıl kronotip grubunda ise akşam egzersizlerinin değerlendirme ölçümlerinde daha fazla iyileşme sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Shiotani ve ark. (2009) tarafından yürütülen çalışmada, 35 sağlıklı yetişkin iki gruba ayrılarak sekiz hafta boyunca aerobik egzersiz programı uygulanmıştır. Katılımcılar, haftada beş gün orta şiddette bisiklet ergometresi egzersizi yapmış, çalışma öncesi ve sonrası 24 saatlik EKG ve 24 saatlik kan basıncı izlemi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlarda, egzersiz grubunda ortalama kalp hızı değerlerinde anlamlı azalma ve kalp hızı değişkenliği (HRV) parametrelerinden LF/HF oranında düşüş gözlenmiştir. Bu durum sempatik aktivitenin azalması ve otonom dengenin parasempatik yönde güçlendiğini göstermektedir. Değişim özellikle sabah saatlerinde belirginleşmiş, gece ritmi ise korunmuştur. Buna karşın kan basıncı düzeylerinde anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Araştırma, düzenli aerobik egzersizin kalp hızı sirkadiyen desenini iyileştirerek kardiyovasküler sistemin ritmik stabilitesini artırdığını, dolayısıyla otonom sinir sistemi düzeninde zamanlama temelli bir adaptasyon sağladığını ortaya koymuştur.

Wang (2017) tarafından yayımlanan kapsamlı derlemede, sirkadiyen ritim, kardiyovasküler sistem ve egzersiz arasındaki karşılıklı etkileşimler incelenmiştir. Çalışmada, düzenli aerobik egzersizin kalp hızı değişkenliğini (HRV) artırarak otonom

sinir sisteminde parasempatik etkinliği güçlendirdiği ve 24 saatlik kardiyak ritim stabilitesini desteklediği vurgulanmıştır. Egzersiz zamanlamasının, kortizol, melatonin ve çekirdek vücut sıcaklığı ritimleriyle doğrudan etkileşerek kardiyovasküler yanıtların büyüklüğünü değiştirebildiği bildirilmiştir. Ayrıca, yüksek şiddette veya geç saatlerde yapılan antrenmanların melatonin salınımını geciktirerek uyku kalitesini düşürebileceği, dolayısıyla egzersiz programlarının yoğunluk ve zamanlama dengesine göre planlanmasının biyolojik uyum açısından kritik olduğu belirtilmiştir.

Bütün bu bulgular, aerobik egzersizlerin yalnızca kardiyorespiratuvar kapasiteyi değil, aynı zamanda hormonal dengeyi, enerji metabolizmasını ve sirkadiyen gen ifadesini de etkilediğini göstermektedir. Sabah saatlerinde yapılan aerobik antrenmanlar melatonin fazını erkene çekerek uyku-uyanıklık döngüsünü stabilize ederken; öğleden sonra gerçekleştirilen antrenmanlar vücut sıcaklığı, oksijen tüketimi (VO₂max) ve reaksiyon süresinde geçici iyileşmeler sağlar. Bu nedenle antrenman programlarının, bireyin kronotipine ve sirkadiyen profiline göre planlanması, performansın sürekliliği ve biyolojik uyum açısından önem taşır.

ANAEROBİK ANTRENMANLAR VE SİRKADİYEN RİTİM

Anaerobik antrenmanlar, kısa süreli, yüksek yoğunluklu ve genellikle oksijen kullanımının sınırlı olduğu egzersiz türleridir. Bu antrenmanlar, fosfojen ve glikolitik enerji sistemlerinin etkinliğini artırır. Sirkadiyen ritim, bu enerji sistemlerinin etkinliğinde ve antrenman verimliliğinde belirleyici bir rol oynar. Günün farklı saatlerinde yapılan anaerobik çalışmaların, kas gücü, hız, çeviklik ve patlayıcı güç performanslarında değişkenlik yarattığı pek çok çalışmada gösterilmiştir.

Egesoy ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada, genç futbolcuların sirkadiyen ritminin bazı performans parametreleri üzerindeki akut etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada, sabah saatlerinde elde edilen sıçrama değerlerinin öğlen ve akşam saatlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu görülmüştür. Öte yandan, öğlen ve akşam saatlerinde elde edilen sıçrama değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. 20 metre sprint testi sonuçları incelendiğinde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çeviklik testi sonuçlarına göre ise sabah ve akşam saatlerinde alınan çeviklik değerleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu veriler, anaerobik ağırlıklı antrenmanların fizyolojik yanıtlarının özellikle pliyometrik ve sprint içerikli dizaynlarda sabah akşam saatlerine göre farklılaşmaya

ranstlanmadığını fakat çeviklik unsurları bakımından fark olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Dinç ve Hayta (2018), günün üç farklı zamanında yapılan Wingate anaerobik testinde performans değişimlerini incelemiş ve akşam saatlerinde uygulanan testlerde ortalama güç, maksimal güç ve toplam iş kapasitesinin sabah değerlerinden anlamlı derecede yüksek olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar, anaerobik gücün sirkadiyen ritimle bağlantılı olarak öğleden sonra ve akşam saatlerinde zirveye ulaştığını göstermektedir. Aynı zamanda, artan vücut sıcaklığı ve kas içi enzim aktivitesi, bu saatlerde yüksek performansa katkıda bulunmaktadır.

Kinişler (2005)'in yapmış olduğu çalışmada da benzer şekilde anaerobik performansın gün içindeki değişimleri incelenmiş; katılımcıların sabah (09:00), öğle (13:00) ve akşam (17:00) saatlerinde gerçekleştirdikleri aktif sıçrama ve Wingate testleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada maksimal güç, ortalama güç ve oral vücut sıcaklığı değerlerinde günün saatine bağlı anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Özellikle öğleden sonra yapılan testlerde anaerobik performansın daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmacı, bu değişimin yalnızca vücut sıcaklığına değil, sinir-kas aktivasyonu, hormonal düzeyler ve sirkadiyen faktörlerin ortak etkisine bağlı olabileceğini vurgulamıştır.

Çetin (2022) tarafından yürütülen çalışmada, Aktivasyon sonrası potansiyasyon (PAP) protokolünün sürat performansı üzerindeki etkisi sirkadiyen ritim bağlamında incelenmiştir. Katılımcıların öğle saatlerinde, sabah ve akşam seanslarına göre daha yüksek sprint performansı gösterdiği belirlenmiştir. Bu bulgu, sinir-kas etkileşimi ve motor ünite aktivasyonunun sirkadiyen döngüyle uyumlu olarak günün ilerleyen saatlerinde daha etkin hale geldiğini desteklemektedir.

Benzer şekilde, Kulaksız (2021), farklı menstrüel fazlardaki kadın sporcularda tekrarlı sprint performansını sirkadiyen ritim açısından değerlendirmiştir. Çalışmanın sonuçları, genel performansta anlamlı bir fark göstermese de anaerobik metabolizmayı temsil eden LAMAKS (laktat maksimum) düzeylerinin günün saatlerine göre değiştiğini ortaya koymuştur. Bu durum, hormonal döngüler ve sirkadiyen değişkenliklerin birlikte enerji üretimi ve yorgunluk eşiğini etkileyebildiğini düşündürmektedir.

Ünver (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, sirkadiyen ritmin anaerobik performansa, toparlanmaya ve kas hasarına etkisi incelenmiştir. Sirkadiyen ritmin kas

hasarı ve solunum kas kuvveti üzerinde etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ancak öğle saatlerinde 14.00 daha yüksek kas kuvveti gösterilebildiği ve toparlanmanın daha hızlı gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Akdeniz ve ark., (2024) tarafından yapılan çalışmada; erkek dövüş sporcularının ramazan ayındaki antrenman ve uyku düzenlerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışma daha yapılmıştır. Veri toplamada Pittsburgh Uyku Kalitesi Endeksi (PSQI) kullanılmıştır. 73 sporcunun gönüllü olarak katıldığı çalışmada yemek saatlerindeki değişiklikler, iştah, uyku ve uykuya dalma süresi gibi durumlarda anlamlı farklılaşmalara rastlanmıştır. Ramazan ayında yeme ve uyku programındaki değişikliklerin, sporcuların uyku kalitesini olumsuz etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Yılmaz ve Hoşgörler (2020), futbolda sirkadiyen ritmin denge ve pas performansı üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında, vücut sıcaklığının öğleden sonra arttığını ve pas isabet oranının bu saatlerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Her ne kadar anaerobik kapasite doğrudan ölçülmemiş olsa da kısa süreli yoğun aktivitelerde performansın günün geç saatlerinde yükseldiği yönündeki genel eğilimi desteklemektedir.

Yüksek yoğunluklu, kısa süreli eforlar içeren takım sporlarında da sirkadiyen faz kaymaları performansı etkileyebilmektedir. Özdalyan ve ark. (2024) yapmış olduğu çalışmada NBA takımlarının performansları üzerinde sirkadiyen ritmin etkisi araştırılmıştır. Bu konu, NBA takımlarında zaman dilimi değişikliklerinin sirkadiyen ritim (CR) faz kaymaları ve performansa etkisini incelemek, olarak sınırlandırılarak 21 sezonda 25.016 maç analiz edilmiştir. Takımlar, yerel saat ve rakiplerine göre dahili saat farklarına göre kategorize edilerek, sirkadiyen ritim kaymaları, ev sahibi avantajını etkilerken, deplasman performansı büyük ölçüde seyahat yorgunluğuna bağlıdır.

Tüm bu bulgular, anaerobik antrenmanların etkinliğinin biyolojik saatle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Kas sıcaklığı, sinir iletim hızı, motor ünite aktivasyonu ve metabolik enzimlerin (ör. fosfofruktokinaz) aktivitesi günün saatine göre değişmekte; bu da egzersiz yanıtını belirlemektedir. Akşam saatlerinde yapılan anaerobik egzersizlerde, kasın gevşeme süresi kısaltılmakta, nöromüsküler koordinasyon artmakta ve patlayıcı güç performansı yükselmektedir. Bu nedenle, sprint, çeviklik ve güç gerektiren spor dallarında, antrenman programlarının günün bu saatlerine planlanması performans açısından avantaj sağlayabilir.

DİRENÇ ANTRENMANLARI VE SİRKADİYEN RİTİM

Direnç antrenmanları, kas kuvvetini, gücünü, dayanıklılığını ve kas kütlelerini artırmak amacıyla uygulanan, yük, yoğunluk, tekrar ve set sayısı gibi değişkenlerle planlanan egzersiz türleridir. Bu antrenmanlar; serbest ağırlıklar, makineler, elastik bantlar veya vücut ağırlığı kullanılarak uygulanabilir. Direnç antrenmanlarının fizyolojik temeli, kas liflerinde oluşturulan mekanik gerilme ve mikro hasarların protein sentezini uyararak kas hipertrofisi ve nöromusküler adaptasyon sağlamasıdır (Çetin ve ark., 2022). Modern yaklaşımlar, yalnızca kas hacmini artırmayı değil, aynı zamanda kuvvet geliştirme hızını ve patlayıcı güç çıktısını iyileştirmeyi de amaçlar.

Direnç egzersizleri sırasında testosteron, büyüme hormonu (GH), IGF-1 ve kortizol gibi hormonlarda geçici artışlar meydana gelir. Bu hormonlar PI3K/Akt/mTOR sinyal yolağını aktive ederek anabolik süreçleri başlatır ve kas protein sentezini artırır. Günlük hormon salınımı sirkadiyen ritimle senkronize olduğunda, anabolik yanıtın etkinliği yükselir (Hayes ve ark., 2010).

Sirkadiyen ritim, direnç egzersizinin performans ve adaptasyon üzerindeki etkilerini anlamada önemli bir faktördür. Chtourou ve Souissi (2012), kuvvet ve güç performansının çoğu bireyde öğleden sonra ve akşam saatlerinde daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bu fark, çekirdek vücut sıcaklığının artışı, motor ünite aktivasyonundaki iyileşme ve sinir-kas iletim hızının yükselmesi ile açıklanabilir. Bununla birlikte Hayes ve ark. (2010), sabah saatlerinde kortizol ve testosteron düzeylerinin yüksek olmasına rağmen, kuvvet performansının genellikle öğleden sonra en yüksek düzeye ulaştığını; ancak uzun dönem adaptasyonların “en uygun saatten” ziyade antrenman zamanlamasının tutarlılığına bağlı olduğunu vurgulamıştır.

Andersen ve ark. (2001), erkeklerde ağır direnç egzersizinin tükürük testosteron konsantrasyonu üzerindeki etkisini incelemiş ve sabah yapılan antrenmanlarda testosteron artışının daha belirgin olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, sabah antrenmanlarının doğal hormonal zirveyle çakışarak daha güçlü bir anabolik ortam yaratabileceğini düşündürmektedir. Buna karşın Linder (2003), kadın sporcularda 10 farklı çok eklemli hareketten oluşan 3×10RM yüksek yoğunluklu direnç protokolü uygulamış, seans sonrası kortizol seviyelerinde anlamlı artış gözlemlemiş ancak kortizolün 24 saatlik sirkadiyen döngüsünde bir değişim olmadığını raporlamıştır. Bu, ağır direnç antrenmanının güçlü bir akut stres yanıtı oluşturduğunu ancak biyolojik saatin faz düzenini bozmadığını göstermektedir.

Direnç egzersizinin kas protein sentezini uyararak kas kütlesi ve gücünde artış sağladığı bilinmektedir. Ancak bu antrenmanlara verilen yanıt, bireyler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bu değişkenliğin, sirkadiyen sistemle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Moleküler düzeyde yapılan araştırmalar, direnç antrenmanına verilen yanıtların da sirkadiyen sistemden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Morton ve ark. (2018), bireyler arasında anabolik farklılıkların kısmen kas içi saat genlerinin (*Per1/2*, *CLOCK/Bmal1*,) ekspresyonuyla ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Bu genler protein sentezi, enerji metabolizması ve onarım süreçlerini hassas şekilde düzenler; egzersiz, bu genlerin ifadesinde faz kayması oluşturarak kasın yeniden yapılanma sürecini etkileyebilir. Ayrıca Bagherpour ve ark. (2024), bağ dokusu saatlerinin egzersizle uyarıldığını, bunun da kolajen sentezi ve doku onarımı üzerinde zamanlama temelli bir etki yarattığını bildirmiştir.

Cho ve ark. (2023), obez sıçanlarda egzersiz sırası (aerobik-direnç vs. direnç-aerobik) ve günün saatinin (sabah vs. akşam) kas hipertrofisi ve mitokondriyal biyogenez üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, akşam yapılan aerobik-direnç kombinasyonu, kas hipertrofisini destekleyen p-Akt ve p-mTOR düzeylerini artırırken, sabah yapılan direnç-aerobik kombinasyonu, mitokondriyal biyogenez göstergeleri olan p-AMPK, CaMK ve PGC-1 α 'da daha güçlü artışlar sağlamıştır. Bu bulgular, direnç egzersizinin etkinliğinin hem günün saatine hem de egzersiz sırasına bağlı olduğunu göstermektedir.

Leonardo-Mendonça ve ark. (2015) ise direnç antrenmanı yapan sporcularda 4 haftalık melatonin desteğinin sirkadiyen düzeni ve uyku kalitesini iyileştirdiğini, ancak doğrudan performans artışı sağlamadığını raporlamıştır. Özellikle geç saatlerde antrenman yapan sporcular için melatonin desteği, faz hizalanmasını koruyarak toparlanma kalitesini artırabilir.

Sonuç olarak, direnç antrenmanlarının hormonal, nöromüsküler ve moleküler adaptasyonları günün saatine duyarlıdır. Öğleden sonra yapılan seanslar yüksek kuvvet çıktıları sağlarken, sabah seansları hormonal senkronizasyon sayesinde anabolik yanıtı güçlendirebilir. Uzun vadeli uyum açısından en önemli unsur, antrenman saatinde tutarlılığın korunmasıdır. Düzenli bir zaman penceresinde yapılan direnç antrenmanları, periferik saatlerin senkronizasyonunu sürdürür, adaptasyon dalgalanmalarını azaltır ve performansın sürdürülebilirliğini destekler.

SİRKADYEN RİTMİ VE SPORTİF PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Sirkadiyen ritim, vücut sıcaklığı, hormon salınımı, kalp atım hızı, metabolik aktivite ve bilişsel performans gibi birçok fizyolojik süreci düzenleyen içsel bir zamanlama sistemidir. Bu sistemin işleyişi hem içsel biyolojik mekanizmalar hem de dışsal çevresel faktörler tarafından şekillenir (Chtourou & Souissi, 2012). Sporcularda sirkadiyen ritmin korunması, antrenman performansı, toparlanma süreci ve yaralanma riskini azaltma açısından kritik bir öneme sahiptir.

Işık maruziyeti, sirkadiyen ritmin en güçlü zamanlayıcısıdır. Gün içinde doğal ışığa yeterli düzeyde maruz kalmak, melatonin baskılanması ve uyanıklık düzeyinin artırılması açısından önemlidir (Golombek & Rosenstein, 2010). Buna karşın gece saatlerinde yoğun yapay ışığa maruz kalmak, melatonin salınımını baskılayarak uyku kalitesini düşürebilir.

Uyku düzeni de sirkadiyen ritimle doğrudan ilişkilidir. Uyku yoksunluğu, kortizol düzeylerini artırırken testosteron ve büyüme hormonu salınımını olumsuz etkileyebilir (Hayes, Bickerstaff & Baker, 2010). Düzenli uyku, özellikle derin uyku evresinde meydana gelen anabolik hormon salınımı sayesinde kas onarımı ve performans gelişimini destekler.

Beslenme zamanlaması, periferik saatlerin senkronizasyonunda önemli bir rol oynar. Uygun saatlerde yapılan öğünler, glikoz ve lipid metabolizmasını sirkadiyen ritimle uyumlu hale getirirken, gece geç saatlerde yapılan enerji alımı bu uyumu bozarak metabolik stres yaratabilir (Mukherji ve ark., 2015).

Fiziksel aktivite ise hem merkezi hem periferik biyolojik saatleri etkileyen önemli bir zamanlayıcıdır. Egzersiz, vücut ısısı, hormon salınımı ve enerji metabolizması üzerinden biyolojik saatin yeniden hizalanmasını sağlayabilir (Shibata & Tahara, 2014). Ancak egzersiz zamanlaması performans çıktılarında farklılık yaratabilir; öğleden sonra yapılan egzersizlerin çoğunlukla daha yüksek güç ve dayanıklılık performansıyla ilişkilendiği bildirilmiştir (Atkinson & Davenne, 2007).

Zaman dilimi değişiklikleri (jet lag), biyolojik saatin dış çevreyle uyumunu bozan en belirgin dışsal etkenlerden biridir. Uzak mesafelere seyahat eden sporcularda, sirkadiyen faz kaymaları yorgunluk, konsantrasyon bozukluğu ve performans düşüşüne yol açabilir. Bu etkileri azaltmak için ışık terapisi, uyku saatlerinin kademeli

olarak yeni zaman dilimine kaydırılması, beslenme zamanlamasının yeniden düzenlenmesi ve melatonin takviyesi gibi stratejiler kullanılmaktadır (Waterhouse ve ark., 2004). Ayrıca kısa süreli hafif egzersizlerin seyahat sonrası uygulanması, dolaşımı artırarak kaslarda biriken yorgunluğu azaltabilir.

Sonuç olarak, sirkadiyen ritmin dengesi çoklu faktörlerin etkileşimine bağlıdır. Işık, uyku, beslenme ve egzersiz zamanlaması arasındaki uyumun sağlanması, sporcuların performansını en üst düzeye çıkarmak ve fizyolojik dengenin korunmasını sağlamak açısından önem taşımaktadır.

SONUÇ

Sirkadiyen ritim organizmanın tüm fizyolojik, hormonal ve metabolik süreçlerini yöneten temel bir biyolojik mekanizmadır ve spor performansı üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Egzersiz, ışık gibi güçlü bir zamanlayıcı (zeitgeber) olarak biyolojik saatin yeniden hizalanmasına katkı sağlar. Bu etkileşim, uyku düzeni, hormon salınımı, vücut sıcaklığı, kas aktivasyonu ve enerji metabolizması gibi birçok fizyolojik sistemin bir arada ilerlemesini sağlamaktadır. Araştırmalar, performansın gün boyunca dalgalandığını ve bu dalgalanmanın sirkadiyen ritimle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Genellikle sabah saatlerinde kortizol düzeylerinin yüksek olması nedeniyle uyanıklık ve dayanıklılık ön plandayken, öğleden sonra artan vücut sıcaklığı ve sinir-kas iletimi sayesinde güç, hız ve çeviklik performansı en üst düzeye çıkar. Akşam saatlerinde ise melatonin düzeyinin artışıyla birlikte vücut gevşeme evresine geçer ve bu dönem düşük yoğunluklu egzersizler veya toparlanma çalışmaları için daha uygundur.

Aerobik, anaerobik ve direnç antrenmanları üzerine yapılan çalışmalar, egzersiz türlerinin, sirkadiyen ritimle farklı şekillerde etkileştiğini göstermektedir. Aerobik antrenmanlar, otonom sinir sisteminde dengeyi destekleyerek kalp hızı değişkenliğini artırır, enerji metabolizmasını düzenler ve uyku kalitesini iyileştirir. Anaerobik performans, özellikle öğleden sonra ve akşam saatlerinde kas sıcaklığı, fosfofruktokinaz aktivitesi ve motor ünite katılımının artmasıyla zirveye ulaşır. Direnç antrenmanları ise hormonal yanıtlar açısından günün saatine duyarlıdır; sabah antrenmanlarında kortizol ve testosteron düzeylerinin yüksekliği anabolik bir ortam oluştururken, öğleden sonra yapılan seanslar genellikle daha yüksek kuvvet ve güç çıktıları sağlar. Bu farklılıklar, sirkadiyen ritimle uyumlu planlanan antrenmanların hem kısa süreli performans artışı hem de uzun süreli adaptasyon açısından daha etkili

olduğunu göstermektedir. Sirkadiyen ritim sadece fiziksel performansı değil, aynı zamanda zihinsel odaklanma, motivasyon ve karar verme süreçlerini de etkiler. Sabah saatlerinde dikkat ve reaksiyon hızı daha düşükken, öğleden sonra bilişsel performans en yüksek seviyeye ulaşır. Bu nedenle antrenman ve yarışma saatlerinin planlanmasında sporcuların kronotipleri, yani sabahçıl veya akşamcıl eğilimleri dikkate alınmalıdır. Bireyin biyolojik saatine uygun egzersiz zamanlaması hem performansın sürekliliğini sağlar hem de hormonal ve metabolik dengeyi korur. Ayrıca uyku, beslenme ve dinlenme gibi temel faktörlerin de sirkadiyen ritimle uyumlu hale getirilmesi, toparlanmayı hızlandırır ve sakatlanma riskini azaltır.

Sonuç olarak, sirkadiyen ritim sporda performansın sürdürülebilirliği için göz ardı edilmemesi gereken bir değişkendir. Egzersiz zamanlaması, bireysel kronotip, uyku ve beslenme düzeni gibi unsurların bir bütün olarak ele alınması, antrenman verimliliğini artırır ve fizyolojik dengeyi korur. Bu yaklaşımla oluşturulan antrenman programları, sporcuların hem fiziksel hem zihinsel açıdan en verimli oldukları saatlerde çalışmasını sağlayarak performansı optimize eder. Gelecekte yapılacak araştırmaların farklı spor dallarında sirkadiyen uyuma dayalı antrenman stratejilerinin etkilerini incelemesi ve spor biliminde zamanlama temelli performans optimizasyonuna yeni bir bakış açısı kazandıracaktır.

KAYNAKÇA

- Akgün, S. F. (2022). *Cerrahi hemşirelerinde sirkadiyen ritmin bozulması ile sağlık sorunlarının ve tükenmişliğin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Hemşirelik Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Akdeniz, H., Kahveci, M. S., Karadenizli Taşkın, S., Uzuner, M. E., & Koçoğlu, B. (2024). Erkek dövüş sporcularının Ramazan ayında antrenman ve uyku düzenlerine etkisi. *Erkek Sağlığı Dergisi*, 20(7), 149–156.
- Andersen, M. L., Tufik, S., & Kjaer, M. (2001). The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *European Journal of Applied Physiology*, 84(1–2), 13–18.
- Arpa-Altınel, B. (2020). *Sağlıklı kadınlarda menstrual döngünün farklı fazlarında sirkadiyen ritmin fiziksel performans etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Atkinson, G., & Davenne, D. (2007). Sports performance and chronobiological systems. *Clinics in Sports Medicine*, 26(1), 47–66.
- Bagherpour, P., et al. (2024). Exercise-induced stimulation of musculoskeletal connective tissue clocks. *The Journal of Physiology*.
- Bayraktar, B., & Kurtuluş, M. (2009). Sporda performans, etkili faktörler, değerlendirilmesi ve artırılması. *Klinik Gelişim Dergisi*, 22(1), 16–24.
- Blondin, D. P., & Haman, F. (2018). Shivering and nonshivering thermogenesis in skeletal muscles. *Handbook of Clinical Neurology*, 156, 153–173.
- Çetin, O., Kaya, S., Sungur, Y., & Demirtaş, B. (2022). Direnç antrenmanlarına güncel yaklaşım: Hız temelli antrenman [Current approach to resistance training: Velocity-based training]. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi*, 14(1), 124–134.
- Cho, Y.-H., Lee, J.-Y., & Seo, T.-B. (2023). Effects of exercise sequence and circadian rhythms on molecular mechanisms of muscle hypertrophy and mitochondrial biogenesis in obese rats. *Korean Journal of Sport and Exercise Physiology*, 32(3), 347–353.
- Chtourou, H., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time of day: A review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1984–2005.
- Demirhan, B. (2011). *Gece ve gündüz yapılan tükenme egzersizlerinin serum melatonin düzeylerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dokumacı, D. (2022). *Sirkadiyen ritimde sabahçıl, akşamcıl ve ara tip kişilerin menstrual siklus özellikleri ile kronotipler arasındaki premenstrüel sendrom görülmesinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul.
- Egesoy, H., Yapıcı, A., Sönmez, S., & Yüksel, Y. (2023). Genç futbolcularda sirkadiyen ritmin bazı performans parametreleri üzerine akut etkisi: İlişkisel çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(2).
- Firsov, D., & Bonny, O. (2018). Circadian rhythms and the kidney. *Nature Reviews Nephrology*, 14(10), 626–635.
- Gabriel, B. M., & Zierath, J. R. (2019). Circadian rhythms and exercise—Re-setting the clock in metabolic disease. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(4), 197–206.
- Gnocchi, D., & Bruscalupi, G. (2017). Circadian rhythms and hormonal homeostasis: Pathophysiological implications. *Biology*, 6(1), 10.
- Golombek, D. A., & Rosenstein, R. E. (2010). Physiology of circadian entrainment. *Physiological Reviews*, 90(3), 1063–1102.
- Hayes, L. D., Bickerstaff, G. F., & Baker, J. S. (2010). Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training: Influence of circadian rhythms. *Chronobiology International*, 27(4), 675–705.
- Kinişler, A. (2005). Anaerobik performansta sirkadiyen değişimlerin incelenmesi. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 16(4), 174–184.
- Kulaksız, T. N. (2021). *Farklı menstrüel döngü fazlarında sirkadiyen ritme göre tekrarlı sprint performans değişimlerinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- LeGates, T. A., Fernandez, D. C., & Hattar, S. (2014). Light as a central modulator of circadian rhythms, sleep and affect. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(7), 443–454.
- Leonardo-Mendonça, R. C., Martinez-Nicolas, A., de Teresa Galván, C., Ocaña-Wilhelmi, J., Rusanova, I., & Guerra-Hernández, E. (2015). Benefits of four-week melatonin treatment on circadian system stability and sleep in resistance-trained athletes. *Chronobiology International*, 32(6), 783–794.
- Linder, E. E. (2003). The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary cortisol in women. *UW-L Journal of Undergraduate Research*, 6, 1–6.

- Manfredini, R., Manfredini, F., Fersini, C., & Conconi, F. (1998). Circadian rhythms, athletic performance and jet lag. *British Journal of Sports Medicine*, 32(2), 101–106.
- Menek, M. Y. (2021). *Tip 2 diyabette sirkadiyen ritme uygun yapılan egzersizlerin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Medipol Üniversitesi, İstanbul.
- Montaruli, A., Castelli, L., Mulè, A., Scurati, R., Esposito, F., Galasso, L., & Roveda, E. (2021). Biological rhythm and chronotype: New perspectives in health. *Biomolecules*, 11(4), 487.
- Moore, M. D., & Ry, R. (1997). Circadian rhythms: Basic neurobiology and clinical applications. *Annual Review of Medicine*, 48(1), 253–266.
- Morton, R. W., et al. (2018). Anabolic heterogeneity following resistance training: A role for circadian mechanisms? *Frontiers in Physiology*, 9, 569.
- Mukherji, A., Kobiita, A., Damara, M., Misra, N., Meziane, H., Champy, M. F., & Chambon, P. (2015). Shifting eating to the circadian rest phase misaligns the peripheral clocks with the master SCN clock and leads to a metabolic syndrome. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(48), E6691–E6698.
- Ozan, M., & Buzdağı, Y. (2022). Fiziksel egzersizin sirkadiyen ritim üzerindeki etkileri. *ResearchGate*.
- Özdalyan, F., Çene, E., Gümüş, H., & Açıkgöz, O. (2024). NBA takımlarının performansları üzerinde sirkadiyen ritmin etkisinin araştırılması. *PubMed*.
- Raza, G. S., Kaya, Y., Stenbäck, V., Sharma, R., Sodum, N., Mutt, S. J., Gagnon, D. D., Tulppo, M., Järvelin, M.-R., Herzig, K.-H., & Mäkelä, K. A. (2024). Effect of aerobic exercise and time-restricted feeding on metabolic markers and circadian rhythm in mice fed with the high-fat diet. *Molecular Nutrition & Food Research*, 68(5), e2300465.
- Saper, C. B., Scammell, T. E., & Lu, J. (2005). Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. *Nature*, 437(7063), 1257–1263.
- Selvi, Y., Beşiroğlu, L., & Aydın, A. (2011). Kronobiyoloji ve duygudurum bozuklukları. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 3(3), 368–386.
- Shibata, S., & Tahara, Y. (2014). Circadian rhythm and exercise. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 3(1), 65–72.
- Shiotani, H., Umegaki, Y., Tanaka, M., Kimura, M., & Ando, H. (2009). Effects of aerobic exercise on the circadian rhythm of heart rate and blood pressure. *Chronobiology International*, 26(8), 1636–1646.
- Uluç, S. (2023). Sporda sirkadiyen ritim: Bir derleme çalışması. *Uluslararası Bozok Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 149–164.
- Ünver, Ş. (2019). *Sirkadiyen ritmin anaerobik performansa, toparlanmaya ve kas hasarına etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Wang, C.-Y. (2017). Circadian rhythm, exercise, and heart. *International Journal of Sport, Exercise and Health Research*, 1(2), 36–45.
- Waterhouse, J., Reilly, T., & Edwards, B. (2004). The impact of jet lag on athletic performance. *Sports Medicine*, 34(4), 253–271.
- Winget, C. M., DeRoshia, C. W., & Holley, D. C. (1985). Circadian rhythms and athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(5), 498–516.
- Yılmaz, M. E. (2020). *Futbolda sirkadiyen ritmin denge ve pas verme performansına etkisinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Yüksel, A. (2019). Sirkadiyen ritim ile yeme zamanı ilişkisi. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 38–43.
- Şekil 1. SCN ve Sirkadiyen ritmin fizyolojik sistemlere etkisi. *Sirkadiyen Ritim ve Egzersiz*, Quadro Athletics, t.y., <https://quadroathletics.com/sirkadiyen-ritim-ve-egzersiz/>
- Şekil 2. Sirkadiyen ritme bağlı günlük fizyolojik değişimler. *Sirkadiyen Ritim ve Egzersiz*, Quadro Athletics, t.y., <https://quadroathletics.com/sirkadiyen-ritim-ve-egzersiz/>

BÖLÜM 4

EGZERSİZİN BEYİN SİSİ ÜZERİNDEKİ ROLÜ: MEKANİZMALAR VE MEVCUT KANITLAR

Dr. Özlem TÖRE

Kocaeli Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, agcaozlem@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7413-1255

GİRİŞ

Beyin sisi” (*brain fog*), klinik literatürde tek bir hastalık ya da tanıyı ifade etmekten ziyade, zihinsel işlevlerde yaşanan çeşitli öznel yakınmaların bir arada görüldüğü bir durumu tanımlamak için kullanılan bir şemsiye kavramdır. Bu kapsamda zihinsel netlikte azalma, dikkati sürdürmede güçlük, bilgi işleme hızında yavaşlama, bellekle ilişkili zorlanmalar, kelime bulma güçlüğü ve artmış bilişsel efor hissi sıklıkla bildirilen semptomlar arasında yer almaktadır. Bu bilişsel yakınmalara çoğu zaman yorgunluk ve duygudurum değişikliklerinin de eşlik ettiği bildirilmektedir (McWhirter ve ark., 2023). Günlük kullanımda oldukça yaygın olmasına karşın, bilimsel literatürde beyin sisi kavramı genellikle öznel bilişsel yakınmalar başlığı altında ele alınmakta ve farklı klinik durumlara göre değişen örüntüler sergilemektedir (Sanger ve ark., 2025).

Türkçe literatürde ise “beyin sisi” kavramının çoğunlukla bilişsel bulanıklık, mental yorgunluk, zihinsel yavaşlama ya da öznel bilişsel işlev bozukluğu gibi ifadelerle karşılandığı görülmektedir. Bu kavram özellikle nörolojik, psikiyatrik ve sistemik hastalıklar bağlamında tartışılmakta; ancak ortak ve standart bir tanım üzerinde henüz uzlaşa sağlanabilmiş değildir (Aydın & Kaya, 2021; Öztürk ve ark., 2022). Bu durum, beyin

sisinin hem ulusal hem de uluslararası literatürde çok boyutlu ve disiplinlerarası bir çerçevede ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

BEYİN SİSİ'NİN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

Beyin sisi ile ilgili araştırmalarda öne çıkan temel metodolojik sorunlardan biri, bireylerin bildirdiği öznel bilişsel yakınmalar ile objektif nöropsikolojik test sonuçları arasındaki uyumsuzluktur. Birçok çalışmada, bireyler dikkat ve bellek alanlarında belirgin güçlükler yaşadıklarını ifade etmelerine karşın, standart bilişsel değerlendirme araçlarıyla ölçülebilir bir performans düşüklüğü her zaman saptanamamaktadır (2025; McWhirter ve ark., 2023). Psikiyatrik ve nörolojik örneklemeler üzerinde yapılan araştırmalar, bu öznel bilişsel yakınmaların çoğu zaman yorgunluk düzeyi, duygudurum bozuklukları ve algılanan stres yükü ile daha güçlü ilişkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır (Sanger ve ark., 2025).

Bu nedenle beyin sisi, yalnızca bilişsel performansta bir düşüş olarak değerlendirilmemelidir. Bilişsel çaba gereksiniminin artması ve zihinsel dayanıklılığın azalması ile karakterize olarak ele alınması daha uygun görünmektedir.

BEYİN SİSİ'NİN GÖRÜLDÜĞÜ DURUMLAR

a) Enfeksiyon Sonrası Sendromlar ve Long COVID Dönemi

Özellikle COVID-19 pandemisi sonrası dönemde beyin sisi kavramı literatürde belirgin bir artış göstermiştir. Uzamış COVID (long COVID) hastalarında dikkat, yürütücü işlevler ve bellekle ilişkili yakınmaların daha sık belirtildiği ve bu semptomların aylarca hatta yıllarca sürebildiği bildirilmiştir (Becker ve ark., 2021; BMJ, 2025; Knopman, 2024).

b) Kronik Yorgunluk Sendromu ve Fibromiyalji

Myalgic ensefalomyelit/kronik yorgunluk sendromu (ME/CFS) ve fibromiyalji tanısı alan bireylerde zihinsel yavaşlama ve mental yorgunluk yaygın olarak bildirilmektedir. Uluslararası literatürde bu durum sıklıkla “cognitive dysfunction” ya da “brain fog” başlıkları altında ele alınmakta; özellikle dikkat ve işleme hızında belirgin etkilenmeler rapor edilmektedir. Türk Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon literatürü de fibromiyaljili bireylerde bilişsel yakınmaların günlük yaşam aktivitelerini ve işlevselliği anlamlı düzeyde etkilediğini ortaya koymaktadır (Kuru ve ark., 2020).

c) Menopoz ve Hormonal Geçiş Dönemleri

Kadınlarda perimenopoz ve menopoz dönemlerinde bildirilen beyin sisi yakınmalarının çoğunlukla öznel bilişsel algı ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (McWhirter ve ark., 2023). Bu dönem yalnızca yaşlanmaya bağlı fizyolojik değişimlerle açıklanamamakta; aynı zamanda hormonal dalgalanmalar, uyku bozuklukları ve vazomotor semptomlarla ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Metcalf ve ark., 2023).

d) Kanser Tedavileri ve Uyku Bozuklukları

Kemoterapiye bağlı bilişsel etkilenme, literatürde “chemo brain” olarak adlandırılmakta ve dikkat, bellek ile işleme hızında bozulmalarla karakterize edilmektedir. Bu durum hem uluslararası hem de Türk onkoloji literatüründe iyi tanımlanmış bir klinik tablo olarak kabul edilmektedir (Demirci ve ark., 2020). Ayrıca uyku kalitesindeki bozulmanın bilişsel performansı ve öznel zihinsel berraklık algısını olumsuz etkilediği; bu ilişkinin farklı yaş gruplarında tutarlı biçimde gözlemlendiği bildirilmektedir (Çelik ve ark., 2019; Ma ve ark., 2020).

EGZERSİZ VE BEYİN SİSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Egzersiz; planlı, yapılandırılmış, tekrarlı ve belirli bir amaca yönelik olarak gerçekleştirilen bir fiziksel aktivite biçimi olarak tanımlanmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), egzersizi yalnızca kardiyovasküler ve kas-iskelet sistemi sağlığı açısından değil, aynı zamanda bilişsel işlevler ve ruhsal iyilik hali açısından da ele almaktadır. Son yıllarda artan bilimsel kanıtlar, düzenli egzersizin öğrenme, bellek, dikkat ve yürütücü işlevler üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Zhou ve ark., 2022).

Egzersiz Türlerinin Sınıflandırılması

Egzersiz türleri, enerji üretim sistemlerine göre temel olarak aerobik ve anaerobik egzersizler şeklinde sınıflandırılmaktadır. Aerobik egzersizler, enerji üretiminin ağırlıklı olarak oksijen kullanımı yoluyla sağlandığı, orta şiddette ve uzun süreli aktiviteleri kapsamaktadır. Yürüyüş, koşu, bisiklet, yüzme ve düşük-orta yoğunluklu dans aktiviteleri bu gruba örnek olarak verilebilir. Aerobik

egzersizlerin serebral kan akımını artırdığı, beyin dokusunun oksijenlenmesini iyileştirdiği ve özellikle hipokampus başta olmak üzere bilişsel işlevlerle ilişkili beyin bölgelerinde nöroplastisiteyi desteklediği bilinmektedir (Zhou ve ark., 2022).

Anaerobik egzersizler ise kısa süreli, yüksek şiddetli ve enerji üretiminin ağırlıklı olarak anaerobik metabolik yollarla sağlandığı aktiviteleri içermektedir. Direnç egzersizleri, sprintler ve yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanlar (HIIT) bu grupta yer almaktadır. Anaerobik egzersizlerin kas kuvveti ve metabolik sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, son yıllarda bilişsel işlevler üzerindeki potansiyel etkileri de araştırılmaya başlanmıştır (Whitaker ve ark., 2025).

EGZERSİZİN BEYİN SİSİ ÜZERİNDEKİ ETKİ MEKANİZMALARI

Nörobiyolojik Mekanizmalar

Fiziksel egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki etkileri; beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerinde artış, sinaptik plastisitenin güçlenmesi, serebral kan akımının iyileşmesi ve inflamatuvar süreçlerin baskılanması gibi birden fazla nörobiyolojik mekanizma üzerinden açıklanmaktadır (Zhou ve ark., 2022). Özellikle BDNF düzeylerindeki artış, öğrenme ve bellek süreçleriyle ilişkili adaptasyonları destekler ve böylelikle bilişsel performansın sürdürülmesine ve zihinsel dayanıklılığın artırılmasına katkı sağlamaktadır. Literatürde aerobik egzersizlerin bu mekanizmaları aktive ettiği ve olumlu etkilerle ilişkili olduğu bildirilmektedir (Zhou ve ark., 2022). Bu biyolojik süreçlerin, özellikle beyin sisi gibi çok boyutlu bilişsel yakınmalarda koruyucu ve düzenleyici bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Yapılmış çalışmalar; düzenli fiziksel aktivitenin dikkat, bilişsel esneklik ve yürütücü işlevler üzerinde destekleyici etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Tamer & Akyol, 2018). Bu sonuçlar, egzersizin beyin sisi bağlamında yalnızca semptomatik değil, aynı zamanda nörofizyolojik düzeyde de etkili bir müdahale olabileceğini düşündürmektedir.

Bilişsel İşlevler Üzerindeki Etkiler

Egzersiz uygulamalarının bilişsel işlevler üzerindeki etkileri, uygulanan egzersiz türü, yoğunluğu, süresi ve çalışmaya dahil edilen popülasyonun özelliklerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Dayanıklılık ve direnç egzersizlerini içeren dört haftalık bir fiziksel rehabilitasyon programı uygulanan hastalarda Montreal Bilişsel

Değerlendirme (MoCA) skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar rapor edilmiştir. Bu bulgu, kısa süreli egzersiz müdahalelerinin dahi bilişsel performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Buna karşın, Long COVID ile ilişkili beyin sisi ve müdahalelerin bilişsel etkileri üzerine yapılan narrative derlemelerde; egzersizin, bilişsel eğitim ve diğer yaklaşımların mevcut kanıtları tartışılmaktadır (Whitaker ve ark., 2025). Bu sonuçlar, egzersizin bilişsel etkilerinin her bireyde aynı düzeyde ortaya çıkmadığını; bireysel özellikler, müdahale süresi, egzersiz yoğunluğu ve kullanılan değerlendirme araçlarının sonuçlar üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Uluslararası çalışmalarda, düzenli yürüyüş ve bisiklet gibi orta şiddette aerobik egzersizlerin dikkat ve işleme hızı üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığı; özellikle öznel bilişsel yakınmaları olan bireylerde egzersiz sonrasında “zihinsel berraklık” algısının arttığı bildirilmiştir (McWhirter ve ark., 2023).

Psikolojik ve Dolaylı Etkiler

Egzersizin beyin sisi üzerindeki etkileri yalnızca nörobiyolojik mekanizmalarla sınırlı değildir. Fiziksel aktivite; anksiyete ve depresyon belirtilerini azaltılması, uyku kalitesinin iyileştirilmesi ve hissedilen zihinsel yorgunluğun düzenlenmesiyle beyin sisi semptomlarını dolaylı biçimde hafifletebilmektedir.

Fiziksel aktivite düzeyi ve zihinsel iyi oluş arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada, egzersiz arttıkça bireylerin öznel zihinsel iyi oluş düzeylerinin de anlamlı biçimde yükseldiği gösterilmiştir (Çetin & Sarı, 2020). Bu bulgular, beyin sisinin büyük ölçüde öznel bir deneyim olması nedeniyle, egzersizin psikolojik araçlar üzerinden etkili bir müdahale aracı olabileceğini düşündürmektedir.

Başka bir çalışma da egzersiz uygulamalarının katılımcıların bildirdiği zihinsel yorgunluk düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı azalmalar sağladığını göstermektedir. Altı haftalık aerobik egzersiz içeren yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) programı uygulanan bir çalışmada, hem kadın hem de erkek katılımcıların genel yorgunluk düzeylerinde ve yorgunluğun yaşam üzerindeki etkisinde anlamlı düşüşler gözlemlendiği belirtilmiştir (Whitaker ve ark., 2025).

Egzersiz Türü, Dozu ve Klinik Popülasyona Özgü Yanıtlar

Literatürde beyin sisi ile egzersiz ilişkisini inceleyen çalışmaların bir kısmında egzersizin etkilerinin yalnızca varlığıyla değil; türü, dozu ve uygulandığı klinik popülasyonla yakından ilişkili olduğu söylenmiştir. Mevcut bulgular, özellikle aerobik egzersizlerin beyin sisi semptomlarının hafifletilmesinde daha tutarlı ve güçlü bir kanıt tabanına sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Öte taraftan, anaerobik veya yüksek yoğunluklu egzersiz uygulamalarının, katılımcıların özelliklerine bağlı olarak değişen yanıtlar doğurabildiği bildirilmektedir. Direnç egzersizlerinin özellikle yaşlı bireylerde yürütücü işlevler üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği gösterilmiş olmakla birlikte, long COVID ve ME/CFS gibi post-viral durumlarda yüksek yoğunluklu egzersizlerin semptom alevlenmesine yol açabileceği bildirilmektedir (Knopman, 2024). Bu nedenle, bu popülasyonlarda egzersiz reçetelerinin bireyselleştirilmesi, kademeli ilerleme prensibinin benimsenmesi ve düşük–orta yoğunluklu programlara öncelik verilmesi önerilmektedir (Yıldırım & Özdemir, 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel olarak değerlendirildiğinde, egzersizin beyin sisi üzerindeki etkilerinin; nörobiyolojik, bilişsel ve psiko-sosyal mekanizmaların birbiriyle etkileşimi sonucunda ortaya çıktığı görülmektedir. Mevcut literatür, özellikle aerobik egzersizlerin, dikkat, işleme hızı ve öznel zihinsel berraklık algısı üzerinde daha olumlu etkiler sağladığını belirtmektedir. Buna karşılık anaerobik ve yüksek yoğunluklu egzersizlerin etkileri, klinik popülasyonlara ve bireysel toleransa bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle beyin sisi yönetiminde egzersiz, tek tip bir müdahale olarak değil; bireysel özellikler ve klinik bağlam dikkate alınarak planlanan bütüncül bir yaklaşımın parçası olarak ele alınmalıdır. Gelecek çalışmalarda egzersizin türü, dozu ve süresine ilişkin kanıt düzeyinin güçlendirilmesi, hem klinik uygulamalar hem de bilimsel literatür açısından önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Aydın, S., & Kaya, Y. (2021). Bilişsel yakınmalar ve nörolojik hastalıklar. *Türk Nöroloji Dergisi*, 27(3), 145–152.
- Becker, J. H., Lin, J. J., Doernberg, M., Stone, K., Navis, A., Festa, J. R., & Wisniewski, T. (2021). Assessment of cognitive function in patients after COVID-19 infection. *JAMA Network Open*, 4(10), e2130645. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.30645>
- BMJ. (2025). Cognitive and mental health outcomes in long covid. *BMJ*, 390, e080174. <https://doi.org/10.1136/bmj-2024-080174>
- Çelik, Y., Akıncı, B., & Yılmaz, S. (2019). Uyku kalitesi ve bilişsel performans arasındaki ilişki. *Anadolu Psikiyatri Dergisi*, 20(4), 389–397.
- Çetin, E., & Sarı, İ. (2020). Fiziksel aktivite düzeyi ile psikolojik iyi oluş arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 31(2), 85–96.
- Demirci, U., Yıldırım, H., & Arslan, D. (2020). Kemoterapiye bağlı bilişsel bozukluklar ve klinik yansımaları. *Türk Onkoloji Dergisi*, 35(1), 1–8.
- Knopman, D. S. (2024). Interventions for cognitive symptoms in long COVID. *JAMA Neurology*, 81(2), 125–132. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2023.4756>
- Kuru, Ö., Yıldız, N., & Baltacı, G. (2020). Fibromiyalji de bilişsel fonksiyonlar ve yaşam kalitesi ilişkisi. *Türk Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 66(2), 167–174.
- Ma, Y., Liang, L., Zheng, F., Shi, L., Zhong, B., & Xie, W. (2020). Association between sleep duration and cognitive decline: A systematic review and meta-analysis. *JAMA Network Open*, 3(9), e2013573. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.13573>
- McWhirter, L., Carson, A., Stone, J., & McKenzie, K. (2023). What is brain fog? An evaluation of the concept in neurological practice. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 94(4), 321–327. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2022-330104>
- Metcalfe, C. A., Thurston, R. C., & Derby, C. A. (2023). Cognitive function in perimenopause and menopause: A narrative review. *Menopause*, 30(4), 395–404.
- Öztürk, M., Kaya, H., & Aslan, E. (2022). Öznel bilişsel yakınmalar ve klinik yansımaları. *Türk Nöroloji Dergisi*, 28(2), 95–102.
- Sanger, B. D., Alarachi, A., McNeely, H. E., McKinnon, M. C., & McCabe, R. E. (2025). Brain Fog and Cognitive Dysfunction in Posttraumatic Stress Disorder: An Evidence-Based Review. *Psychology Research and Behavior Management*, 589–606.
- Tamer, K., & Akyol, P. (2018). Egzersiz ve beyin sağlığı: Nörobilişsel etkiler. *Spor Bilimleri Dergisi*, 29(1), 1–12.
- Yıldırım, A., & Özdemir, F. (2023). Post-viral sendromlarda rehabilitasyon yaklaşımları ve egzersiz reçetesi. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*, 69(3), 345–354.
- Whitaker-Hardin, B., McGregor, K. M., Uswatte, G., & Lokken, K. (2025). A Narrative Review of the Efficacy of Long COVID Interventions on Brain Fog, Processing Speed, and Other Related Cognitive Outcomes. *Biomedicine*, 13(2), 421.
- Zhou, B., Chen, K., Wang, J., & Li, X. (2022). Physical activity, brain-derived neurotrophic factor, and cognitive function: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 898834. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.898834>

BÖLÜM 5

KURBAĞALAMA TEKNİK YÜZME İLE SEÇİLMİŞ MOTORİK ÖZELLİKLER VE ANAEROBİK GÜÇ ARASINDAKİ İLİŞKİLER*

Burak PAÇALIOĞLU

burakpacalioglu@gmail.com

ORCID: 0009-0004-2526-4624

Doç. Dr. Zeynep İnci KARADENİZLİ

Düzce Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, incikaradenizli@duzce.edu.tr

ORCID: 0000-0002-9159-999X

**Bu çalışma; "8-12 yaş çocuklarda 50 metre kurbağalama teknik yüzme performansı ile anaerobik güç, reaksiyon zamanı, denge ve seçilmiş motorik özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesi" isimli yüksek lisans tezinden üretilmiştir.*

GİRİŞ

Spor, sağlıklı bir yaşamın temel yapı taşlarından biridir. Dünya genelinde yüzme, hem bireysel hem de takım sporu olarak büyük ilgi gören bir branştır. Özellikle gelişmiş ülkelerde yüzme, yalnızca bir eğlence aracı değil, aynı zamanda ciddi bir sportif etkinlik olarak değerlendirilmekte ve bu alana önemli yatırımlar yapılmaktadır. Çocukluk döneminde kazanılması gereken temel becerilerden biri olan yüzme, hayati bir öneme sahiptir. Bu spor, çocukların kas ve kemik yapısının güçlenmesine yardımcı olurken; koordinasyon, denge ve motor becerilerinin gelişimini de destekler. Çocuklara yönelik yüzme eğitimlerinin eğlenceli ve ilgi çekici biçimde sunulması, onların spora karşı olumlu tutum geliştirmelerini kolaylaştırır (Pişkintaş, 2016; Bozdoğan ve Özüak, 2003).

Yüzme, kol ve bacak hareketlerinin senkronize biçimde gerçekleştirildiği, vücudun birçok kas grubunu aynı anda çalıştıran kompleks bir spor dalıdır. Farklı yüzme stilleriyle uygulanabilen bu branş, diğer spor dallarından farklı olarak su ortamında ve yatay pozisyonda icra edilir (Bozdoğan ve Özüak, 2003; Muratlı ve ark., 2000). Yüzme sırasında vücut ağırlığı kas-iskelet sistemine dik olarak gelmediği için, iskelet bozuklukları gibi ortopedik sorunlarla karşılaşma riski düşüktür. Bu nedenle gelişmiş

ülkelerde çocukların erken yaşta yüzme sporuna yönlendirilmesi yaygın bir uygulamadır. Yüzme, kalp ve akciğer kapasitesini maksimum düzeye çıkararak genel sağlığa olumlu katkılar sağlar. İnsan bedeni, tıpkı bir makine gibi çalıştıkça enerji tüketir ve yaşamın sürdürülebilmesi için sürekli enerjiye ihtiyaç duyar. Bu enerji, solunan oksijenin kana karışması, kalp aracılığıyla dokulara taşınması ve burada besin maddeleriyle birleşerek yakılmasıyla elde edilir. Yüzme esnasında vücut yatay pozisyonda bulunduğu için, kalbe dönen kan miktarı ayakta durmaya kıyasla daha fazladır. Bu durum, suyun kaldırma kuvvetiyle oluşan dirençten kaynaklanır. Aynı zamanda, vücudun suda yatay konumda olması sakatlanma riskini azaltan bir faktördür. Suyun direncine karşı yapılan bir spor olması nedeniyle yüzme, tüm kas gruplarının dengeli biçimde çalışmasına olanak tanır. Bu yönüyle yüzme, yalnızca çocuklar için değil, her yaşta birey için uygun ve faydalı bir fiziksel aktivite olarak öne çıkar. Yüzme, kas gelişimini desteklerken aynı zamanda dayanıklılığı artırır ve esneklik kazandırır (Horoz, 2022; Bergün ve ark., 2009).

Yüzmenin başlıca faydaları şunlardır:

- Kalp ve akciğer kapasitesini büyük ölçüde geliştirir.
- Esneklik ve dayanıklılığı artırır.
- Kalp sağlığını güçlendirir.
- Kan dolaşımını düzenler.
- Fiziksel görünümde olumlu değişiklikler sağlar.
- Kilo kontrolüne yardımcı olur.
- Kas zayıflığı gibi rahatsızlıkların tedavisinde fiziksel terapi ve rehabilitasyona destek olur (Horoz, 2022).

Fiziksel aktivitenin ötesinde, yüzme hem sağlık hem de psikolojik iyilik hali açısından önemli katkılar sunar. Kasların güçlenmesi ve esnekliğin artması açısından da yüzme etkili bir araçtır (Bozdoğan ve Özüak, 2003). Yüzme sporunun temel amacı, belirlenmiş mesafeyi, seçilen stil ve kurallar doğrultusunda, yeterli fiziksel kondisyonla birlikte, doğru kol ve bacak hareketleriyle en kısa sürede tamamlamaktır. Bu hedefe ulaşmak, teknik bilgi, beceri ve koordinasyonun uyum içinde kullanılmasını gerektirir (Muratlı, 2007; Gül, 2011).

Yüzme sporu, yalnızca teknik bilgiyle öğrenilip uygulanabilecek bir branş değildir. Etkin bir yüzme performansı için teknik becerilerin yanı sıra bazı motorik özelliklerin de gelişmiş olması gerekmektedir (Bozdoğan ve Özüak, 2003; Kıstak ve ark., 2019). Suyun yarattığı direnç, yüzücülerin motorik kapasitelerini artırmalarına yardımcı olur; çünkü bu direnci aşabilmek için kas gücü, dayanıklılık, sürat ve esneklik gibi fiziksel özelliklerin etkin biçimde kullanılması gerekir. Aynı zamanda su direnci, yüzme tekniklerini doğrudan etkileyen bir faktördür. Yüzücüler, bu dirençle uyumlu biçimde yüzebilmek için kulaç sayısı ve uzunluğu, anaerobik güç düzeyi ve vücut pozisyonlarını uygun şekilde düzenlemek zorundadır (Pehlivan ve Karadenizli, 2019).

Kurbağalama Stil

Kurbağalama stilinde kullanılan ayak hareketi, genellikle kısa kol çekişiyle eşleşen ve “kırbaç vuruşu” olarak adlandırılan bir teknikle gerçekleştirilir. Bu hareket, farklı kaynaklarda çeşitli isimlerle anılsa da temel prensip olarak suyu geriye doğru iterek ilerlemeyi sağlar. Stil, gerçek anlamda kurbağaların su içindeki yüzme hareketlerine benzerlik gösterdiği için bu isimle anılmaktadır. Kurbağalama yüzme tekniği, diğer stillere kıyasla en yavaş yüzme biçimi olarak kabul edilir. Bunun temel nedeni, her kulaçta yaşanan hızlanma ve ardından gelen yavaşlama döngüsüdür. Özellikle bacakların toparlanma aşamasında yüzücülerde belirgin bir hız kaybı gözlemlenmektedir (Born ve ark., 2021; Yavaş ve Karadenizli, 2024). Bu stilin en hafif yüzme biçimi olarak tanımlanması, su direncine karşı yapılan hareketlerin daha az ivme üretmesiyle ilişkilidir. Kurbağalama stilinde kollar ve bacaklar yana doğru açılır ve ardından senkronize bir şekilde tekrar toplanır. Bu hareketler sırasında eller ve ayaklar dairesel çizgiler izleyerek suyu itmeye yardımcı olur. Stil içerisinde eller; küçülme, yükselme ve uzanma gibi üç temel hareketi gerçekleştirir. Bu kol hareketlerine ayaklar, eş zamanlı olarak eşlik eder, böylece stilin senkronize yapısı korunmuş olur (Morouço ve ark., 2011; Born ve ark., 2021; Yavaş ve Karadenizli, 2024).

Kurbağalama Stilinde Teknik Hareketler ve Kulaç Mekanikliği

Kurbağalama teknikle yüzme sırasında, bacaklar ve kolların pasif ve aktif hareketleri birbirini tamamlayan bir döngü içerisinde yer alır. Bu nedenle hareketlerin doğru uygulanması, yüzme verimliliğini ve performans düzeyini doğrudan etkilemektedir.

Bacak hareketleri iki aşamada incelenir:

- **Pasif hareketlerde**, suda kayma pozisyonundan sonra bacaklar omuz genişliğinde açılır, dizler kapalı biçimde bükülür, topuklar kalçaya doğru çekilir. Ayaklar önce dorsi fleksiyona (parmaklar öne ve yukarıya bakacak şekilde) ardından eversiyona (ayak bileği dışa doğru döndürülerek parmaklar dışa bakacak şekilde) getirilir.
- **Aktif hareketlerde**, ayak tabanlarıyla su yandan arkaya doğru süpürülerek kuvvetlice itilir. Bu itiş tamamlandığında, ayaklar birleşerek düz bir pozisyona getirilir ve yeniden kayma pozisyonuna geçilir.

Kol hareketleri de iki aşamada gerçekleşir:

- **Pasif hareketlerde**, kollar omuzlarla birlikte öne uzatılır. Eller, kollar düz biçimde birbirine paralel konuma gelene kadar ileriye doğru uzatılır.
- **Aktif hareketlerde**, kollar gergin biçimde ileriye doğru uzatılırken, avuç içleri önce dışa, sonra içeriye doğru süpürme hareketi yapar. Bu hareket, topukların kalçaya doğru çekilmeye başlamasına kadar devam eder.

Nefes alma süreci, ellerin suyu dışa doğru süpürmesiyle başlar ve ellerin birleşip ileriye doğru uzanmasına kadar devam eder. Etkili ilerleme için nefes alındıktan sonra başın suyun dışına çıkarılmaması önerilir. Yüzücüler, ancak doğru teknik ve etkili kulaç mekaniğiyle suyu en uzak noktadan yakalayarak maksimum verimle geriye doğru itebilirler. Bu sayede minimum sürtünmeyle hareket ederek performanslarını en üst düzeye çıkarabilirler (Born ve ark., 2021; Yavaş ve Karadenizli, 2024).

Yüzmede Antropometrik Özellikler

Antropometri, insan vücudunun ölçülmesi yoluyla bireylerin veya toplumların genel sağlık ve beslenme durumlarının değerlendirilmesini sağlayan bilimsel bir yöntemdir. Bu ölçüm teknikleri, belirli anatomik bölgelerden özel ekipmanlar kullanılarak gerçekleştirilir ve spor bilimlerinde önemli bir yer tutar (Toselli, 2016; Hlavatý, 2010; İnan ve Saygın, 2019). Antropometrik değerlendirmeler; vücut ağırlığı, boy, deri kıvrım kalınlığı, baş, boyun, bel ve bacak çevresi gibi çevresel ölçümler ile bacak uzunluğu ve omuz genişliği gibi yapısal ölçümleri kapsar. Bu ölçümler, bireyin fiziksel yapısının detaylı bir şekilde analiz edilmesini mümkün kılar (Özer, 2009; Hlavatý, 2010; İnan ve Saygın, 2019).

Spor alanında antropometrik ölçümlerin temel amacı, sporcunun fiziksel yapısının ilgili spor branşına uygunluğunu değerlendirmek ve fiziksel gelişim düzeyini takip etmektir. Yüzme branşında ise bu ölçümler, performansla doğrudan ilişkili olan vücut kompozisyonu, ekstremiteler uzunlukları ve kas kütlesi gibi parametrelerin belirlenmesinde kritik rol oynar. Özellikle kurbağalama stilinde, vücut yoğunluğu, kol ve bacak uzunluğu gibi antropometrik özellikler, su içindeki verimliliği ve teknik uygulamayı doğrudan etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Hlavatý, 2010; Toselli, 2016; Yüksek, ve ark., 2017).

Yüzmede Fiziksel Özellikler

Fiziksel uygunluk, bireyin hareketleri doğru ve etkili biçimde gerçekleştirme kapasitesini ifade ederken, aynı zamanda genel kondisyon düzeyi ve fiziksel dayanıklılıkla da ilişkilidir. Bu bağlamda fiziksel uygunluğu yüksek olan birey, uzun süre yorulmadan hareket edebilme yetisine sahiptir. Dolayısıyla fiziksel uygunluk, belirli fiziksel aktiviteleri başarıyla yerine getirme becerisi olarak da tanımlanabilir (Günay, 2008; Özer, 2009; İnan ve Saygın, 2019; Bozkurt ve Göral, 2021).

Fiziksel uygunluk; dayanıklılık, kuvvet, sürat ve esneklik gibi temel fiziksel özellikleri kapsar. Bu bileşenler, bireyin fiziksel yeteneklerini belirlemenin yanı sıra sportif performansın değerlendirilmesinde de kritik rol oynar. Yüzme branşında bu özelliklerin gelişmiş olması, teknik uygulamaların etkinliğini ve yarış performansını doğrudan etkiler (Toselli, 2016; İnan ve Saygın, 2019; Bozkurt ve Göral 2021; Günay, 2007).

Bilimsel çalışmalar, büyümenin en hızlı gerçekleştiği dönemlerde bazı spor branşlarında erken özelleşme eğiliminin görüldüğünü ortaya koymaktadır. Yüzme sporunda üst düzey performansla ulaşma yaşı, diğer branşlara kıyasla daha erken olabilir. Genellikle 12–13 yaşlarına kadar sporcular bireysel karışık stil ile yüzdürülürken, bu yaşlardan itibaren her yüzücü kendi uzmanlık alanını seçmeye başlar (Günay, 2008; Özer, 2009; İnan ve Saygın, 2019). Çocukların gelişimi, dönemsel olarak değişkenlik gösterebilir. Gelişim süreci, bireysel farklılıklar ve özgün özellikler nedeniyle keskin sınırlara bölünemez; çünkü her gelişim evresi bir sonrakiyle iç içe geçer. Ergenlik döneminde bazı testlerde kız çocuklarında plato eğilimi gözlemlenebilirken, motor beceri gelişimi genellikle 7 ile 17 yaş arasında hem kız hem de erkek çocuklarda artış göstermektedir (İnan ve Saygın, 2019; Karadenizli ve Paçaloğlu, 2024).

Motorik Özelliklerin Yüzme Performansındaki Rolü

Motorik özellikler, bireyin fiziksel hareketleri etkili ve kontrollü biçimde gerçekleştirme kapasitesini ifade eder. Yüzme gibi su direncine karşı yapılan spor dallarında, bu özelliklerin gelişmiş olması performans açısından kritik öneme sahiptir (Muratlı, 2007; Gül, 2011). Yüzme sporunda başarıya ulaşmak için bireylerin sahip olması gereken temel motorik özellikler, sistemli ve hedefe yönelik antrenmanlarla geliştirilebilir. Bu özellikler, yüzme performansını doğrudan etkileyen fiziksel kapasite bileşenleridir (Özer, 2009).

Yüzme branşı, bazı diğer spor dallarından farklı olarak belirli kurallara dayalı özel nitelikler taşır. Su içinde hareket ederken karşılaşılan dirençle başa çıkabilmek için bireylerin belirli motorik becerilere sahip olması gereklidir. Motorik beceriler, bireyin fiziksel hareketleri gerçekleştirmesini sağlayan temel yetilerdir. Bu yetiler; kuvvet, sürat, dayanıklılık, çeviklik, denge, esneklik, koordinasyon ve reaksiyon zamanı gibi alt başlıklara ayrılır. Yüzme, bu motorik becerilerin gelişimine önemli ölçüde katkı sağlar; çünkü yüzücüler, suyun direncine karşı koyarken farklı kas gruplarını çalıştırır ve çeşitli yüzme teknikleriyle vücutlarını etkin biçimde kullanırlar (Kıstak ve ark., 2019).

Kuvvet, direnci aşma ve ona karşı koyabilme becerisi olarak tanımlanır. Yüzme sırasında suyun yarattığı direnç, kas kuvvetinin etkin kullanımını zorunlu kılar (Muratlı, 2007; Özer, 2009). Kuvvet, spor aktivitelerinin hemen her alanında kritik bir rol oynar. Yüzme branşında, suyun oluşturduğu direnç kuvvetine karşı koyabilmek için gelişmiş kas gücüne ihtiyaç duyulur. Güçlü kas yapısı, yüzme performansının artırılmasında temel bir faktördür. Sporcuların kas kuvvetini artırmaya yönelik sistematik antrenmanlara odaklanmaları, teknik uygulamaların etkinliğini ve su içindeki verimliliği artırır (Bompa ve Haff, 2009; Özer, 2009).

Sürat, bireyin motorik hareketlerini en kısa sürede ve en yüksek yoğunlukta gerçekleştirme yetisidir. Sprint yüzme performansında belirleyici bir faktördür (Kaya, 2012; Karadenizli ve Paçalıoğlu, 2024). Sürat, bireyin kendisini bir noktadan diğerine en kısa sürede taşıyabilme yeteneğidir. Zaman ve mesafe arasındaki oranı ifade eden bu özellik; reaksiyon zamanı, hareket frekansı ve yer değiştirme hızı gibi üç temel bileşene dayanır. Sprint performansı, yarış başlangıcındaki reaksiyon süresi, vücudu ileri itme kuvveti ve kulaç sıklığı gibi faktörlere bağlıdır. Sürat antrenmanları öncesinde dinamik ısınma ve hareketli esneme egzersizleri uygulanmalı, hem

sakatlanma riski azaltılmalı hem de motivasyon artırılmalıdır (Özer, 2009; Kaya, 2012; Bulgan ve ark., 2017).

Dayanıklılık, organizmanın uzun süreli fiziksel aktiviteleri sürdürebilme kapasitesidir. Yüzme gibi aerobik ve anaerobik sistemleri birlikte kullanan sporlarda dayanıklılık, teknik devamlılık ve yarış temposunun korunması açısından önemlidir (Muratlı, 2007; Özer, 2009).

Çeviklik, bireyin kısa sürede yavaşlama, yön değiştirme ve hızlanma gibi hareketleri etkili biçimde gerçekleştirebilmesini sağlayan fiziksel bir yetidir. Aynı zamanda kişinin yönünü hızlı ve isabetli şekilde değiştirme kapasitesi olarak da tanımlanır. Yüzmede dönüş ve çıkış hareketleri çevikliğin en belirgin örneklerindedir (Muratlı, 2007; Göksu ve Yüksek, 2011). Çeviklik; yavaşlama, yön değiştirme ve hızlanma gibi hareketlerin kısa sürede ve verimli biçimde gerçekleştirilmesini sağlayan temel bir fiziksel beceridir. Yüzme sporunda dönüş hareketi, çevikliğin en belirgin örneklerinden biridir. Bu beceri hız, kuvvet ve denge bileşenleriyle desteklenir ve tekrar eden hareketlerle geliştirilebilir. Ergenlik öncesi dönemde çeviklik hızlı bir gelişim gösterirken, bu dönemden yaklaşık üç yıl sonra performansta azalma gözlemlenebilir (Muratlı, 2007; Bompa, 2013).

Esneklik, eklem ve kas dokularının izin verdiği ölçüde gerçekleştirilebilen ideal hareket açıklığıdır. Bu tanım yalnızca esnekliğin miktarını değil, aynı zamanda hareketin mesafesini ve açisal genişliğini de kapsar. Esneklik, tıpkı kuvvet ve dayanıklılık gibi kas temelli performansın temel bileşenlerinden biridir (Göksu ve Yüksek, 2011). Yüzme performansında omuz bölgesinin hem güçlü hem de esnek olması büyük önem taşır. Özellikle omuz esnekliği, doğru ve etkili kulaç tekniğinin uygulanabilmesi açısından belirleyicidir. Esneklik, aynı zamanda sakatlıkların önlenmesinde koruyucu bir faktördür. Yüzme gibi tekrarlayan hareketlerin yoğun olduğu spor dallarında kas gerginliği oluşabilir. Bu nedenle, antrenman öncesi dinamik esneme ve sonrasında statik esneme egzersizleriyle kaslar hazırlanmalı ve gevşetilmelidir (Özer, 2009; Bompa ve Haff, 2009).

Yüzme sporunda başarıya ulaşmak isteyen bireylerin sahip olması gereken temel motorik özellikler bulunmaktadır. Bu özellikler, sistemli ve sürekli uygulanan hazırlık süreçleri ile özel dönem antrenmanları aracılığıyla geliştirilebilir. Motorik beceriler, yüzme performansını doğrudan etkileyen fiziksel kapasite bileşenleridir. Başlıca motorik özellikler arasında denge, esneklik, çeviklik, kuvvet ve sürat yer almaktadır.

Bu bileşenler, yüzücünün su içindeki hareket verimliliğini, teknik uygulama doğruluğunu ve yarış temposunu belirleyen temel faktörlerdir. Özellikle su direncine karşı yapılan hareketlerde bu motorik özelliklerin gelişmiş olması, yüzme performansını üst düzeye çıkarmada kritik rol oynar (Bompa, 2013; Kıstak ve ark., 2019).

Yüzmede Anaerobik Güç

Anaerobik güç, oksijen eksikliği altında yapılan yüksek yoğunluklu fiziksel aktivitelerde vücudun enerji üretme kapasitesini ifade eder. Dakikada, vücut ağırlığının her kilogramı başına milimetre cinsinden oksijen tüketimiyle tanımlanabilir. Bu kapasitenin değerlendirilmesinde dikey sıçrama, sprint testleri, hızlı merdiven çıkma ve bisiklet sürme gibi testler önerilmektedir (Kaya, 2012; Demir, 2023). Ancak dikey sıçrama testi, süresinin çok kısa olması nedeniyle anaerobik gücü tam olarak yansıtmakta yetersiz kalabilir ve daha çok kas gücünü ölçen bir test olarak değerlendirilir. Koşu ve bisiklet testleri ise yüzücüler için tek başına yeterli değildir; çünkü bu testler esas olarak bacak kaslarının hızlı iş üretimini ölçer. Oysa yüzme, özellikle kurbağalama stili dışında, büyük ölçüde kol kaslarının aktif olarak kullanıldığı bir spor dalıdır (Bompa, 2013; Ernest, 2015).

Performans Boyutunda Yüzme

Spor performansı, belirli bir sportif görevin başarıyla yerine getirilmesi sürecinde ortaya konan hızlı ve etkili sonuçların toplamı olarak tanımlanır. Bu performansı şekillendiren çok sayıda etken bulunmaktadır. Fizyolojik özellikler, vücut kompozisyonu, motor beceriler, zihinsel durum, sağlık durumu ve beslenme alışkanlıkları gibi unsurlar, bireyin sportif başarısını doğrudan etkileyen faktörler arasında yer alır. Yüzme branşında üstün performans sergileyebilmek için, belirlenen mesafenin en yüksek hızda ve teknik doğrulukla tamamlanması esastır. Bu bağlamda performansı etkileyen temel faktörler arasında solunum ritmi, ayak vuruşlarının etkinliği ve el-ayak koordinasyonunun düzeyi öne çıkmaktadır. Bu unsurların uyum içinde çalışması, yüzücünün su içindeki verimliliğini artırarak yarış performansını üst düzeye taşır (Yüksek ve ark., 2017; Kıstak ve ark., 2019; İnan ve Saygın, 2019).

SONUÇ

Kurbağalama yüzme stili, tarihsel kökeni ve teknik yapısıyla yüzme sporunun evriminde temel bir rol oynamaktadır. Senkronize kol ve bacak hareketleriyle karakterize edilen bu stil, su direncine karşı yapılan kontrollü hareketlerle performansın şekillenmesini sağlar. Stil içerisindeki pasif ve aktif hareket döngüleri, yüzme verimliliğini doğrudan etkileyen teknik unsurlar olup, doğru uygulandığında yüzücünün suyu maksimum verimle itmesini ve minimum sürtünmeyle ilerlemesini mümkün kılar (Born ve ark., 2021; Yavaş ve Karadenizli, 2024).

Yüzme performansının belirleyicileri arasında yer alan motorik özellikler; kuvvet, sürat, çeviklik, denge ve esneklik gibi bileşenlerle yüzücünün su içindeki hareket etkinliğini ve teknik doğruluğunu doğrudan etkiler. Bu özelliklerin gelişmişliği, özellikle su direncine karşı yapılan hareketlerde performansın üst düzeye çıkarılmasında kritik rol oynar (Kaya, 2012; Bompa ve Haff, 2009). Anaerobik güç ise kısa süreli, yüksek yoğunluklu yüzme performanslarında enerji üretim kapasitesini belirleyen fizyolojik bir parametre olarak öne çıkmakta; ancak değerlendirme yöntemlerinin yüzme branşına özgü olması gerektiği vurgulanmaktadır (Ernest, 2015; Bompa, 2013).

Antropometrik yapı, yüzme stilinin uygulanabilirliğini ve teknik doğruluğunu etkileyen bir diğer temel faktördür. Kol ve bacak uzunluğu, vücut kompozisyonu ve kas kütlesi gibi parametreler, kurbağalama stilinde su içindeki verimliliği belirleyen temel değişkenler arasında yer alır (Toselli, 2016). Bu bağlamda, sporcuların fiziksel yapılarının branşa uygunluğu, stil seçimi ve antrenman planlamasında dikkate alınmalıdır (Özer, 2009).

8–12 yaş grubu çocuklar, motor gelişimin ve sporla ilişkili hareketlerin pekiştirildiği kritik bir evrede yer almakta olup, bu dönemde uygulanan planlı ve bireyselleştirilmiş yüzme eğitimleri, hem fiziksel hem de psikolojik gelişimi desteklemektedir. Erken yaşta yüzme sporuna yönlendirilme, çocukların koordinasyon, denge ve motor becerilerinin gelişimini hızlandırırken, aynı zamanda sporla ilişkili olumlu tutumlar kazanmalarına katkı sağlar (Günay, 2008; Özer ve Özer, 2016; Demir, 2023)

Sonuç olarak, kurbağalama yüzme stilinde yüksek performansa ulaşmak; teknik bilgi, motorik kapasite, anaerobik güç ve antropometrik uygunluğun bütüncül biçimde değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle, yüzme eğitimi sürecinde çocukların gelişimsel özellikleri dikkate alınarak bireyselleştirilmiş antrenman programları

oluşturulmalı, teknik öğretim bilimsel temellere dayandırılmalı ve performans gelişimi sistematik biçimde izlenmelidir. Böylece hem sporcu sağlığı korunabilir hem de uzun vadeli başarı sürdürülebilir hale getirilebilir.

KAYNAKÇA

- Kaya, B. (2012). 9-11 yaş grubu serbest yüzücülerde kulaç uzunluğu ve sıklığının performans etkisi, *e-Journal of New World Sciences Academy*, cilt. 7, no. 2, ss. 27-36.
- Bergün, M., Menşure, A., Tuncay, Ç., Aydın, Ö., & Çiğdem, B. (2009). 3D kinematic analysis of overarm movements for different sports. *Kinesiology*, 41(1), 105-111.
- Bozdoğan, A. (2003). Yüzmede Fizyoloji, Mekanik ve Metod. İlpres Basım ve Yayın. İstanbul.
- Bozdoğan, A., ve Özüak, A. (2003). *Yüzme Teknikleri ve Öğretimi*. İstanbul: Morpa Yayınları.
- Bulgan, C., Ersoz, G., Bingul, B., Mengutay, S., & Aydın, M. (2017). Three-dimensional angular kinematics of 200m flatwater sprint kayaking. *Acta Medica*, 33, 129.
- C. Ölmez, S. Yüksek, M. Üçüncü, ve V. Ayan, "8-12 yaş çocuklarda bazı antropometrik özellikler ile 50 metre serbest stil yüzme performansı arasındaki ilişkinin incelenmesi," *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, cilt. 9, no. 3, ss. 95-100, 2017. DOI: 10.5336/sportsci.2016-54026
- D. P. Born, J. Kuger, M. Polach ve M. Romann, "Start and turn performances of elite male swimmers: benchmarks and underlying mechanisms," *Sports Biomechanics*, ss. 1-19, 2021.
- E. Bozkurt ve K. Göral, "Çocuklarda antropometrik özellikler ve fiziksel uygunluk parametreleri yüzme performansı ile ilişkili midir?," *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, cilt. 6, no. 1, ss. 137-151, 2021.
- E. Günay, "Düzenli yapılan yüzme antrenmanlarının çocukların fiziksel ve fizyolojik parametreleri üzerine etkisi," Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- Ernest, J. (2015). Anaerobic Capacity and Testing in Aquatic Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(3), , 345-352.
- Göksu, F., ve Yüksek, S. (2011). Esneklik ve Spor Performansı. *Spor Bilimleri Dergisi*, 45-53.
- Gül, M. (2011). Çocuklarda Spor Branşlaşması Süreci. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(2), , 78-85.
- Günay, M. (2008). *Spor Fizyolojisi*. Ankara : Gazi Kitabevi.
- Hlavatý, R. (2010, September). The anthropometric and kinematic determinants of swimming performance. In *Joint International IGIP-SEFI Annual Conference, 19th-22nd September, Trnava, Slovakia*.
- Horoz, T. (2022). Yüzme Sporunun Sağlık Üzerindeki Etkileri. *Spor ve Sağlık Araştırmaları Dergisi*, 4(1), , 15-28.
- İ. Demir, "8 Haftalık Core Antrenmanın Elit Kızak (Luge) Sporcularında Denge, Reaksiyon, Sürat, Çeviklik ve Anaerobik Güç Üzerine Etkisinin İncelenmesi," Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye, 2023.
- İnan, Ş., & Saygın, Ö. (2019). Genç yüzücülerde antropometrik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerin müsabaka performansına etkisinin araştırılması. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences-IJSETS*, 5(4), 183-191.
- Karadenizli, Z. İ., & Paçaloğlu, B. (2024). 4-6 Yaş Grubu Çocuklarda Sürat, Çeviklik, Esneklik ve Sıçrama Performansı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *Düzce Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 86-95.
- Kıstak, B., Bulgan, Ç., Bingül, B. M., & Başar, M. A. (2019). 8-10 Yaş Grubu Yüzücülerin 25m Farklı Stil Yüzme Performanslarının Motorik Özellikler İle İlişkisi. *Spor ve Performans Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 94-103.
- Muratlı, S. (2007). *Sporcu Gelişiminde Motorik Özellikler*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Muratlı, S., Toraman, F., Çetin, E. (2000). Sportif Hareketlerin Biyomekanik Temelleri. Bağırhan Yayımevi, Ankara.
- Özer, D. (2009). Esneklik Antrenmanları ve Sporcu Sağlığı. *Antrenman Bilimi Dergisi*, 1(1), , 22-30.
- P. G. Morouço, K. L. Keskinen, J. P. Vilas-Boas ve R. J. Fernandes, "Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance," *Journal of Applied Biomechanics*, cilt 27, ss. 161-169, 2011.
- Pehlivan, S., ve Karadenizli, Z. İ. (2019). 9-13 yaş grubu yüzücülerde 50 m serbest teknik yüzme performansı ile antropometrik ve motorik özellikler arasındaki ilişki. *Beden Eğitimi ve Spor Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 118-129.
- Pişkintaş, A. (2016). Çocuklarda Sporun Gelişimsel Etkileri. *Eğitim ve Spor Dergisi*, 2(1), 12-20.
- T. O. Bompa ve G. G. Haff, *Periodization, Theory and Methodology of Training*, Human Kinetics, America, 2009, ss. 266-284.
- T. O. Bompa, *Dönemleme: Antrenman Kuramı ve Yöntemi*, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi, 2013, ss. 4, 144, 307-313.
- Toselli, S. C. (2016). Anthropometric characteristics and body composition of young swimmers. *Journal of Human Sport and Exercise*, 11(1), 90-100.

- Yavaş, B., & Karadenizli, Z. İ. (2024). Yüzücü Çocuklarda, Boy, Vücut Ağırlığı, Kulaç Uzunluğu, Dikey Sıçrama, Anaerobik Güç Değerleri ile Serbest ve Kurbağalama Teknik Yüzme Performansı Arasındaki İlişkiler. *Düzce Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 42-50.
- Yüksek, S., Hatipoğlu, Ö., Ayan, V., & Ölmez, C. (2017). 9-12 Yaş Yüzücülerde 50 Metre Sürat Koşusu ile 25 Metre Serbest Stil Yüzme Performansları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 9(2).

BÖLÜM 6

MOTOR ÖĞRENME SÜRECİNDE DUYUSAL ENTEGRASYONUN ROLÜ VE KOORDİNATİF BECERİLERLE İLİŞKİSİ

Şevval KEREK

Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi

602580002@ogr.uludag.edu.tr

ORCID: 0009-0006-9999-2274

Prof. Dr. Şenay ŞAHİN

Bursa Uludağ Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü

sksahin@uludag.edu.tr

ORCID: 0000-0002-9221-0616

GİRİŞ

İnsan hareketi, çoğu zaman düşünüldüğünün aksine yalnızca kasların mekanik kasılması değil; merkezi sinir sistemi ile duyuşal ağlar arasında kurulan ince ayarlı ve son derece senkronize bir işbirliğinin sonucudur.

Bu karmaşık süreç, hareketin nasıl öğrenildiğini, uyarlandığını ve kontrol edildiğini belirleyen temel nörolojik mekanizmaların bir arada çalışmasını gerektirir. Motor öğrenme, duyuşal bilginin beyinde işlenmesiyle şekillenen ve hareketin doğruluğunu, akıcılığını ve otomatikliğini artıran bir uyumlanma sürecidir. Bu öğrenme sürecinin güvenilir şekilde işlenmesi ise proprioseptif, vestibüler, görsel ve taktil duyulardan gelen bilgilerin etkili biçimde bütünleştirilmesini gerektirir.

Duyuşal entegrasyonun sağladığı bu bilgi akışı, hareketlerin planlanmasını ve uyarlanmasını mümkün kılarken, motor davranışın sahadaki karşılığı olan koordinatif yetilerin temelini oluşturur. Denge, reaksiyon, oryantasyon, ritim ve zamanlama gibi alt bileşenlerden oluşan koordinatif yetiler, hem günlük hareketlerin hem de sportif performansın kalitesini belirleyen en kritik kapasitelerdendir.

Bu bölümde motor öğrenmenin nörofizyolojik temelleri, duyuşal entegrasyonun bu süreçteki rolü ve koordinatif yetilerin performans üzerindeki etkileri ele alınarak, insan hareketinin arka planındaki çok katmanlı yapı bütüncül bir bakışla incelenecektir.

1. Motor Öğrenme: Mekanizmalar ve Duyuşal Bağlantı

Motor öğrenme, bireyin deneyim ve tekrar yoluyla bir hareketi kalıcı olarak geliştirmesi veya edinmesi sürecidir; bu, bir hareketin daha iyi, daha hızlı, daha doğru ve otomatik olarak yapılmaya başlanması anlamına gelir.

1.1. Motor Öğrenme Biçimleri

Motor öğrenme, farklı mekanizmalar üzerinden gerçekleşir (Leech et al., 2022):

- **Hata Temelli Öğrenme:** Amaçlanan hareket ile gerçekleşen hareket arasındaki duyuşal tahmin hatalarına dayalı düzeltmeler yoluyla ilerleyen öğrenmedir (Mazzoni & Krakauer, 2006).
- **Pekiştirmeli Öğrenme:** Başarılı bir sonuca yol açan eylemlerin tekrarlanarak pekiştirildiği, başarı temelli bir süreçtir (Leech et al., 2022).
- **Kullanıma Bağlı Öğrenme:** Hata sinyallerinden bağımsız olarak, hareketlerin basit tekrarlarıyla davranış değişikliklerinin tetiklendiği bir olgudur.
- **Strateji Temelli Öğrenme:** Bilişsel süreçlerin veya açık bilginin kullanılarak motor problemlerin çözülmesini ifade eder. Bu farklı öğrenme biçimlerinin tamamının temelinde, duyuşal bilginin sinir sistemi tarafından ne kadar doğru ve etkili bir şekilde entegre edildiği gerçeği yatmaktadır.

1.2. Duyuşal Entegrasyon ve Motor Öğrenme İlişkisi

Motor öğrenmenin başarısı, doğrudan duyuşal bilginin doğru entegrasyonuna bağlıdır. Yeni bir hareketin öğrenilmesi süreci, beynin doğru duyuşal bilgiyi alıp işleyebilme kapasitesine dayanır. Sensörimotor entegrasyon, kişinin vücudu ve çevresi hakkındaki duyuşal girdileri, motor çıktıyı bilgilendirmek ve şekillendirmek amacıyla birleştirme yeteneğini ifade eder ve motor kontrolün temel bir bileşenidir.

Eğer duyuşal entegrasyon mekanizmaları zayıf işlerse, kişi doğru kas gruplarını doğru zamanda aktive edemez; bu durum, motor öğrenmenin yavaşlamasına veya hatalı motor programlarının gelişimine yol açar. Motor öğrenme süreci, duyuşal

entegrasyonun sağladığı bu kritik bilgileri kullanarak hareketlerin giderek uyarlanmasını ve hassaslaştırılmasını mümkün kılar. Yeni bir hareket tekrar ve geri bildirimle öğrenildiğinde, beyin sinir ağlarını yeniden organize eder, sinapslar güçlenir ve hareket gitgide daha doğru, akıcı ve otomatik bir hâle gelir.

2. Duyusal Entegrasyon: Kavramsal Çerçeve ve Süreçler

2.1. Tanım ve Kuramsal Temel

Duyusal entegrasyon, kişinin kendi vücudundan ve çevresinden gelen tüm duyu bilgilerin beyin farklı bölgelerinde organize edildiği ve bu organizasyonun, bireyin vücudunu çevresel koşullara uygun, etkili bir şekilde kullanmasına olanak tanıyan nörolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Esasen bu süreç, dış ve iç çevreden gelen duyu girdileri beyinde anlamlı bir bütün haline getirerek, çevreye uyumlu ve amaca yönelik motor tepkilerin oluşturulmasını sağlar.

Bu kuramın temelleri, nöropsikolog ve mesleki terapist Jean Ayres tarafından 1970'lerde atılmıştır. Ayres, sinir sisteminin duyu bilgiyi eyleme nasıl dönüştürdüğünü açıklayan **"Duyusal Bütünleştirme Teorisi"**ni geliştirmiştir. Bu teori, iki temel ilke üzerine kurulmuştur: İlki, beyin dinamik ve kendi kendini organize eden bir sistem olduğu; ikincisi ise, duyu arası bütünleşmenin tüm işlevlerin temelini oluşturmasıdır.

Duyusal entegrasyonun bu kavramsal çerçevesi, sürecin basit bir algılamadan ziyade, aşamalı ve karmaşık bir dizi nöral aktiviteden oluştuğunu göstermektedir.

2.2. Entegrasyon Sürecinin Adımları

Duyusal entegrasyon, karmaşık motor beceri ve postüral hareketlerle sonuçlanan aşamalı bir dizi nöral aktiviteden oluşur:

- 1. Alma ve Algılama:** Vücuttan ve çevreden gelen uyarıcıların alınması ve sinir yolları vasıtasıyla beyne iletilmesi ilk adımı teşkil eder.
- 2. Entegrasyon:** Beyin içerisinde farklı duyu sistemlerden gelen bilgilerin birbiriyle eş zamanlı olarak algılanması ve birleştirilmesi gerçekleşir.
- 3. Modülasyon:** Beyin, gelen duyu girdilerini düzenleyerek sinir sistemine olan bilgi akışını hassas bir dengeye getirir.

4. **Diskriminasyon:** Üst beyin merkezlerine iletilen duyunun tam olarak ne olduğu, nerede konumlandığı ve niteliğinin ne olduğunun ayırt edilmesi bu aşamada sağlanır.
5. **Motor Planlama:** Algılanan ve düzenlenen duyuya yanıt olarak, çok aşamalı bir eylemin zihinde canlandırılması, motor planın uygulanması için vücudun organize edilmesi ve planın yürütülmesini içeren bir yorumlama ve planlama aşamasıdır.
6. **Motor Beceri ve Postüral Hareket:** Duyusal bütünleme sürecinin son halkası, beynin nihai olarak gerekli fiziksel hareketleri oluşturması ve bunun dışarıdan gözlemlenebilen bir davranış olarak ortaya çıkmasıdır.

Bu adımların sağlıklı bir şekilde işlemesi ,özellikle hareket ve denge kontrolü için hayati öneme sahip olan temel duyu sistemlerinin etkin çalışmasına bağlıdır.

2.3. Temel Duyusal Sistemler

Duyusal entegrasyonun temelini oluşturan başlıca sistemler, hareket ve denge kontrolü açısından hayati öneme sahiptir:

- **Propriosepsiyon (Özduyum):** Kas, eklem ve tendonlardan gelen bilgiler aracılığıyla vücudun pozisyonu, hareket farkındalığı ve uzaydaki konumunun algılanmasını sağlar (Sherrington, 1906).
- **Vestibüler Sistem:** İç kulaktaki organlar vasıtasıyla başın hareketini ve uzaydaki pozisyonunu algılayarak denge ve postür kontrolünü mümkün kılar (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).
- **Taktil Sistem (Dokunma):** Deri üzerindeki reseptörler aracılığıyla dokunma, basınç, sıcaklık ve ağrı gibi uyarıyı algılayarak bireyin çevresiyle etkileşimini ve nesnelere güvenli bir biçimde manipüle etmesini sağlar (Ayres, 1972; Harkla, 2025).
- **Görsel Sistem:** Işık uyarılarını işleyerek çevrenin algılanmasına ve motor hareketlerin yönlendirilmesine rehberlik eder; bu nedenle motor planlama için kritik bir rol üstlenir (Goldstein, 2014).

Bu duyu sistemlerinin etkin biçimde entegrasyonu, bireylerin çevreye uyumlu, dengeli ve nihayetinde etkili hareketler sergilemelerinin temel koşuludur.

3. Sensörimotor Entegrasyon Modeli: İstemli Hareketin Nöral Döngüsü

İstemli hareketin nöral döngüsü, duyuşal ve motor entegrasyonun sinir sistemindeki karmaşık etkileşimini tanımlar. Bu döngü, bir eylemin niyetinden fiziksel olarak gerçekleşmesine kadar geçen süreçleri ve temel beyin bölgelerinin katkısını üç aşamada açıklar.

3.1. İntansiyon (Niyet) ve Planlama Aşaması

Hareket etme isteği veya niyeti, öncelikli olarak prefrontal korteks ve limbik sistem bölgelerinde oluşur ve eylemin motivasyonel temelini oluşturur. Ardından, hareketlerin karmaşık zaman ve uzay dizileri (sekansları), tamamlayıcı ve ön-tamamlayıcı motor alanlar tarafından programlanır. Zihin de oluşan bu planlama aşamasını takiben, hareketin başlatılması ve ince ayarlarının yapılması için subkortikal merkezlerin dahil olduğu motor hazırlık aşamasına geçilir.

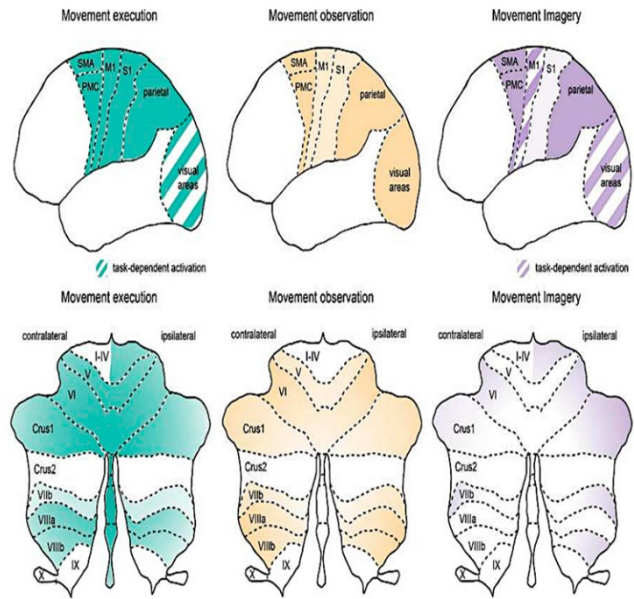
3.2. Motor Hazırlık ve Subkortikal Modülasyon

Motor planın uygulanmak üzere olduğuna dair ilk kortikal sinyaller (Bereitschaftspotential - BP1), hareketi düzenlemek üzere Bazal Gangliyonlara ve Serebelluma iletilir.

- Bazal Gangliyonlar, gelen sinyalleri işleyerek istenen hareketin başlatılması için motor programını seçerken, istenmeyen hareketleri engeller.

- Serebellum ise, hareketin zamanlamasını ve koordinasyonunu optimize etmek için hata sinyallerine dayalı ayarlamaları hesaplar. Bu subkortikal merkezlerde işlenen bilgiler, Talamus'un Ventral Anterior/Ventrolateral çekirdekleri aracılığıyla motor kortekse geri beslenir. Bu döngü, motor planın nihai onayını ve hassaslaştırılmasını sağlar.

Planın Bazal Gangliyonlar ve Serebellum tarafından modüle edilip onaylanmasının ardından, hareketin fiziksel olarak icrası ve geri bildirim mekanizmalarının devreye girmesiyle döngü tamamlanır.



3.3. İcra (Yürütme) ve Geri

Bildirim Mekanizmaları

Hareketi başlatan motor komut (BP2) Birincil Motor Korteks'ten çıkmadan hemen önce, bu komutun beklenen duyuşal sonucu (efference copy) bir "sonuç deşarjı" (Forward Model - İleri Besleme) olarak üretilir. Bu sonuç deşarjı, gerçek hareketten gelen duyuşal geri bildirim (proprioseptif bilgi) ile karşılaştırılmak üzere Parietal Korteks gibi bölgelere yönlendirilir. Bu kritik karşılaştırma, bireyin hareketi kendisinin yaptığına dair Eylemlilik Hissinin oluşmasını sağlar. Nihai motor sinyali (BP2), Birincil Motor Korteks'ten kortikospinal yol aracılığıyla kaslara inerek hareketin fiziksel olarak gerçekleşmesini sağlar. Bu model, duyuşal bilginin motor programlamayı sürekli olarak nasıl bilgilendirdiğini ve bir hareketin otomatik ve akıcı bir şekilde nasıl yürütüldüğünü entegre bir biçimde açıklar.

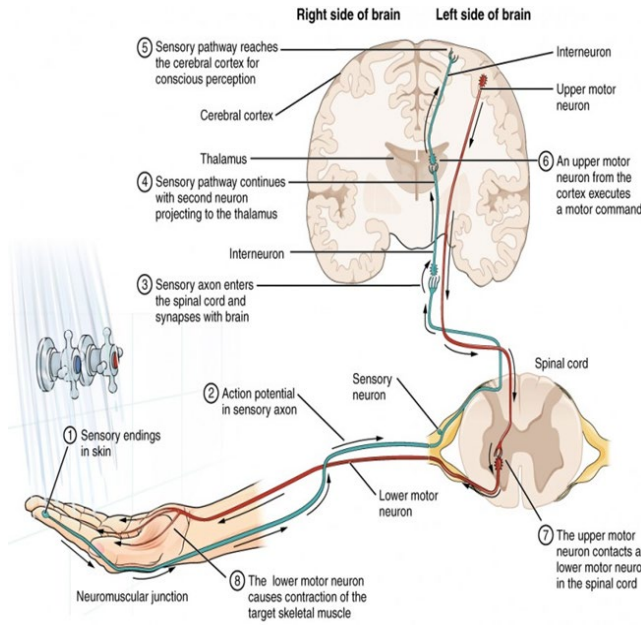
4. Sensörimotor Entegrasyona Katkı Sağlayan Nörolojik Yapılar

Motor öğrenme ve sensörimotor entegrasyon, beynin karmaşık yapılarının senkronize bir işbirliğiyle mümkündür.

4.1. Üst Kollikulus

Sensörimotor dönüşüm süreçlerinin kritik bir kavşığı olan Üst Kollikulus, görsel, işitsel ve somatosensoryel sistemlerden gelen verileri uzamsal haritalar üzerinde hizalayarak bütünleştirir. Talamus ve bazal gangliyonlarla kurduğu stratejik bağlantılar sayesinde bu yapı, sadece duyuşal girdileri toplamayıp; aynı zamanda mekansal yönelim, dikkat ve karar verme süreçlerini motor komutlarla senkronize ederek davranışın uzamsal organizasyonunu yönetir (Lee H., Park, J., & Kim, S. (2025)).

4.2. Talamus

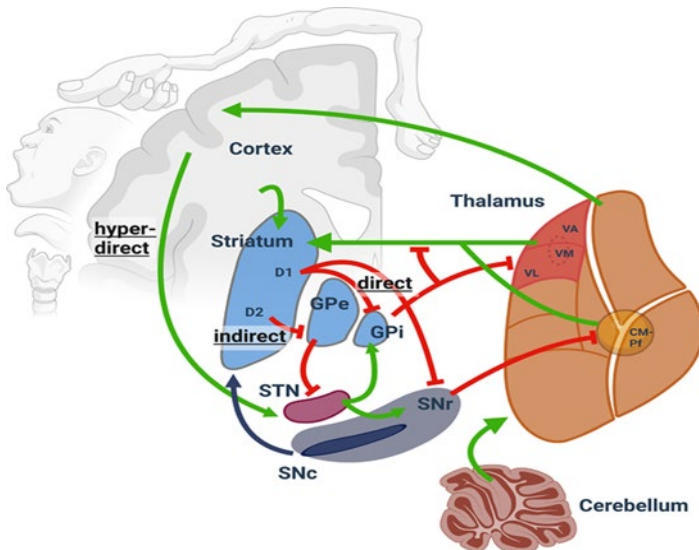


Koku duyusu dışındaki tüm duyuşal sinyallerin serebral kortekse ulaşmadan önceki son ve ana röle merkezi Talamus'tur. Ancak bu yapı pasif bir iletim istasyonundan ziyade, özellikle talamik retiküler çekirdek aracılığıyla bilgi akışını süzgeçten geçiren ve zamansal ve mekânsal modüle eden aktif bir düzenleyicidir. Motor kontrol perspektifinden bakıldığında Talamus; Serebellum ve Bazal Gangliyonlarda işlenen düzeltici

ve seçici motor bilgileri (Ventral Anterior ve Ventrolateral çekirdekler üzerinden) devralır ve bunları motor kortekse geri bildirerek (feedback) hareket planlama döngüsünün merkezinde yer alır.

Talamus'un motor bilgiyi iletmeye oynadığı bu merkezi role ek olarak, hareketin seçimi ve dizilenmesi gibi karmaşık eylemlerin yürütülmesinde kritik bir rol üstlenen Bazal Gangliyonlar devreye girmektedir.

4.3. Bazal Gangliyonlar



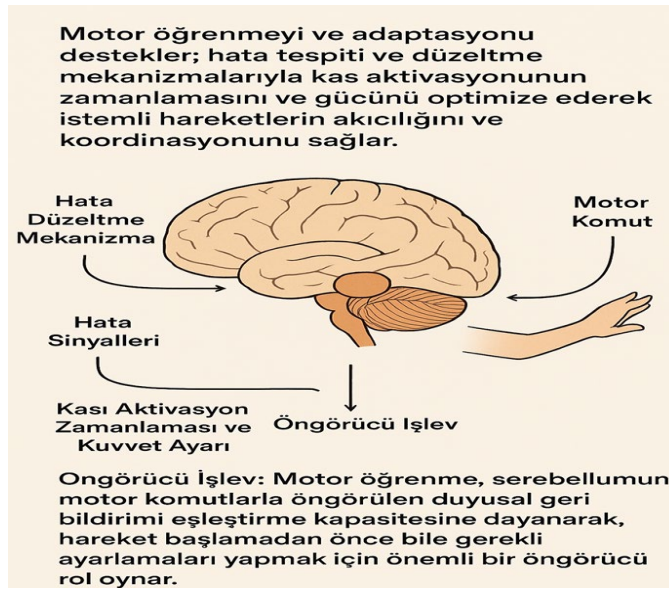
Bazal Gangliyonlar Hareketin başlatılması, seçilmesi ve sıralanması (sekanslama) gibi karmaşık süreçler, Bazal Gangliyonların denetimindedir. Korteksten gelen yoğun sinyal trafiğini işleyen bu merkez, "direkt yol" üzerinden amaca yönelik hareketleri kolaylaştırırken, "dolaylı yol" aracılığıyla talamik aktiviteyi

baskılayarak istenmeyen kas eylemlerini engeller (Lee, 2015; Brown & Marsden, 1998). Motor öğrenme sürecinde hareketler otomatikleşip birer beceriye dönüştükçe, nöral

aktivitenin bu yapı içindeki dağılımı ön bölgelerden arka sensörimotor alanlara (özellikle putamen bölgesine) kayar; bu durum Bazal Gangliyonların öğrenilmiş motor şemaların depolanmasında kilit rol oynadığını gösterir.

Bazal Gangliyonlar hareketin başlatılması ve seçimi ile ilgilenirken, hareketin ince ayarı ve hata düzeltme mekanizması olan Serebellum sensörimotor entegrasyonun bir diğer temel bileşenini oluşturur.

4.4. Serebellum

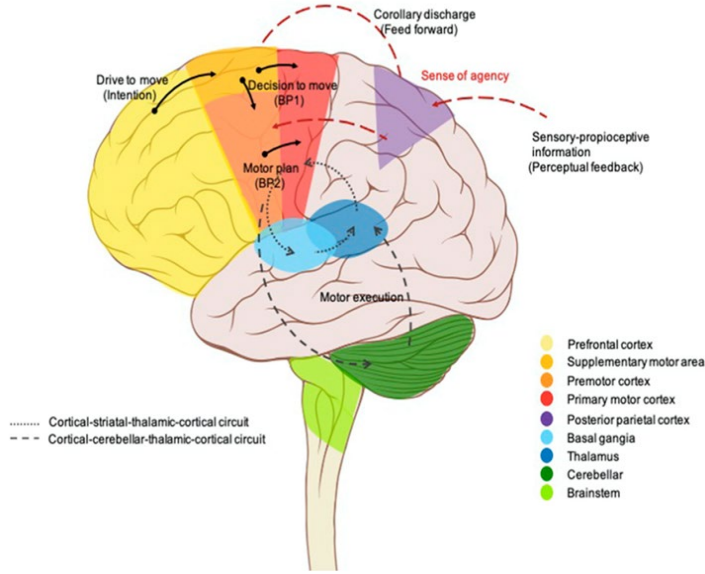


Hareketin sadece yapılmasıyla değil, "ne kadar doğru" yapıldığıyla ilgilenen Serebellum, sistemin hata düzeltme mekanizması olarak çalışır. Amaçlanan hareket ile gerçekleşen eylem arasındaki duyuşal uyumsuzlukları (tahmin hatalarını) milisaniyeler içinde tespit ederek, kas aktivasyonunun zamanlamasını ve kuvvetini optimize eder. Serebellumun en kritik özelliği

"öngörücü" (predictive) kapasitesidir; bu sayede hareket henüz başlangıç aşamasındayken beklenen duyuşal sonuçları simüle ederek gerekli ince ayarları önceden yapar ve akıcı bir motor kontrol sağlar.

Subkortikal düzeyde bu düzenlemeler devam ederken, tüm bu karmaşık entegrasyon ve planlama süreçleri nihayetinde hareketin en üst düzeyde organize edildiği Kortikal Alanlara ulaşır.

4.5. Kortikal Alanlar



Tüm bu alt sistemlerin nihai entegrasyonu ve komuta süreci serebral korteksin farklı bölgelerinde şekillenir. Parietal Korteks, çoklu duyuşal girdileri birleştirerek vücudun uzaydaki konumu hakkında bir farkındalık (vücut şeması) yaratır ve motor komutlar için gerekli uzamsal haritayı sunar. Dışsal ipuçlarına dayalı hareketlerin seçimi ve yeni

motor programların kurgulanması Premotor Korteks tarafından yönetilirken; Ek Motor Alan (SMA), özellikle içsel kaynaklı ve karmaşık hareket dizilerinin hazırlık aşamasında devreye girer. Son aşamada ise, tüm bu planlama ve modülasyon süreçlerinden geçen nihai komut, Birincil Motor Korteks üzerinden kaslara iletilerek fiziksel eyleme dönüşür.

Basit hareketler minimal kortikal alanları aktive ederken, karmaşık hareketlerde Premotor Korteks, Parietal korteks, Bazal Gangliyonlar ve Serebellum dahil daha geniş sinir ağları senkronize biçimde harekete geçirilir.

5. Koordinatif Yetiler ve Duyusal Entegrasyon İlişkisi

5.1 Koordinasyonun Tanımı ve Önemi

- Duyusal entegrasyon, motor performansın oluşumunda ara bir basamak işlevi gören koordinatif yetiler aracılığıyla somutlaşır. Kalb (1989), koordinatif yetenekleri hareket düzenleme ve kontrolünün temel modeli olarak tanımlamış; bu yetilerin, motor performansın ön koşulu olduğunu vurgulamıştır.
- Koordinatif yetiler, merkezi sinir sistemi ile kas-iskelet sisteminin etkileşimi sonucu ortaya çıkan; hareketlerin çevresel koşullara uygun, doğru, ekonomik ve uyumlu biçimde düzenlenmesini sağlayan nöromotor becerilerdir (Hirtz, 1985; Meinel & Schnabel, 2004). Bu nedenle koordinasyon, duyuşal girdilerin uygun motor yanıtlarla bütünleştirilmesinde kritik bir role sahiptir.

- Koordinasyonun sportif performanstaki önemi literatürde açıkça vurgulanmıştır. Dünder (1996), koordinatif yetileri sensomotor öğrenmenin temeli olarak tanımlar ve yüksek koordinatif kapasitenin yeni tekniklerin öğrenilmesini hızlandırdığını belirtir. Aşçı ve ark. (1995), bu yeteneklerin alışılmamış durumlarda teknik ve taktik uygulamaları kolaylaştırdığını savunurken; Muratlı (2007) ve Bompa (2001), koordinasyonu güçlü sporcuların sorun çözmede daha hızlı olduğunu ifade eder.
- (Minz, 2003) tekniğin belirleyici olduğu sporlarda koordinatif yetilerin tekniğin istikrarını, çeşitliliğini ve otomatikleşmesini sağladığını belirtir. (Singh, 1991) ise koordinatif kapasitenin üst seviyede geliştirilememesinin performansın sınırlayıcı faktörlerinden biri olduğunu vurgulamıştır.

5.2 Koordinasyonun Fizyolojik Temelleri

Fizyolojik açıdan koordinasyon, sinir ve kas yapılarının uyum içinde çalışması olarak tanımlanır. Fetz, optimal bir hareket koordinasyonunun iki temel uyum biçimiyle sağlandığını belirtir:

1. **İntramuskular (Kas İçi) Koordinasyon:** Hareketi yaptıran kasın içindeki fibrillerin uyum içinde çalışmasıdır.
2. **İntermuskular (Kaslar Arası) Koordinasyon:** Hareketi yaptırmak için olaya katılan kas gruplarının (agonist, antagonist, sinerjist) birbirleriyle uyum içinde çalışmalarıdır.

Zatsyorskı, kas kuvveti etmenlerini sıralarken; kaslar arası uyum, kas içindeki eşgüdüm (koordinasyon) ve sinirsel uyarıya yanıt veren kasın kuvveti olarak sınıflandırma yapmıştır .

5.3 Koordinatif Yeteneklerin Sınıflandırılması

Koordinatif yeteneklerin sınıflandırılması konusunda farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Meinel ve Schnabel (1987), koordinatif yetenekleri motorik, algılama ve bilişsel sistemlerle ilişkili olarak iki ana bölümde incelemişlerdir:

1. **Motor Öğrenme Yeteneği:** Bilgilerin elde edilmesi, işlenmesi ve depolanması mekanizmasına dayanır. Koordinatif yeteneklerin en üst düzeyidir.

2. **Sevk ve İdare Yeteneği:** Hareketlerin kapsamı zorlaştıkça önem kazanan, karmaşık hareketlerin yönetimini sağlayan yetidir.
3. **Adaptasyon (Uyum ve Durum Değiştirme) Yeteneği:** Değişen durumlara optimal düzeyde uyum sağlayabilmektir. Rieder (1987)'e göre yetenek sistemleri ile eylem sistemleri arasında sıkı bir bağ vardır. Blume (1978) ise koordinatif yetenekleri "çeviklik" özelliğinin karşılığı olarak ele almış ve zamanlama yeteneğinin önemini vurgulamıştır

Vestibüler, proprioseptif ve görsel sistemler tarafından sağlanan duyuşal bilgilerin bütünleştirilmesi, koordinatif yetilerin temelini oluşturur (Shumway-Cook & Woollacott, 2017). Bu sistemlerin entegrasyonu sayesinde bireyler, çevresel değişimlere hızla uyum sağlayabilir, dengelerini koruyabilir ve amaçlı hareketleri akıcı bir şekilde gerçekleştirebilir (Bolognini, Russo & Vallar, 2016). Bu nedenle koordinatif yetiler, duyuşal entegrasyonun motor çıktıyı bilgilendirmesinde ve motor performansa dönüştürmesinde kritik bir ara basamak işlevi görür. Koordinatif yetilerin bu bütünleyici yapısı bireyin sergilediği motor performansın niteğini belirleyen temel bileşenleri açıkça ortaya koymaktadır.

5.4 Temel Koordinatif Yetiler

Hirtz (1988), yaptığı kapsamlı araştırmada 20 faktör analizi sonucunda koordinatif yetenekleri oluşturan 5 temel unsur tespit etmiştir :

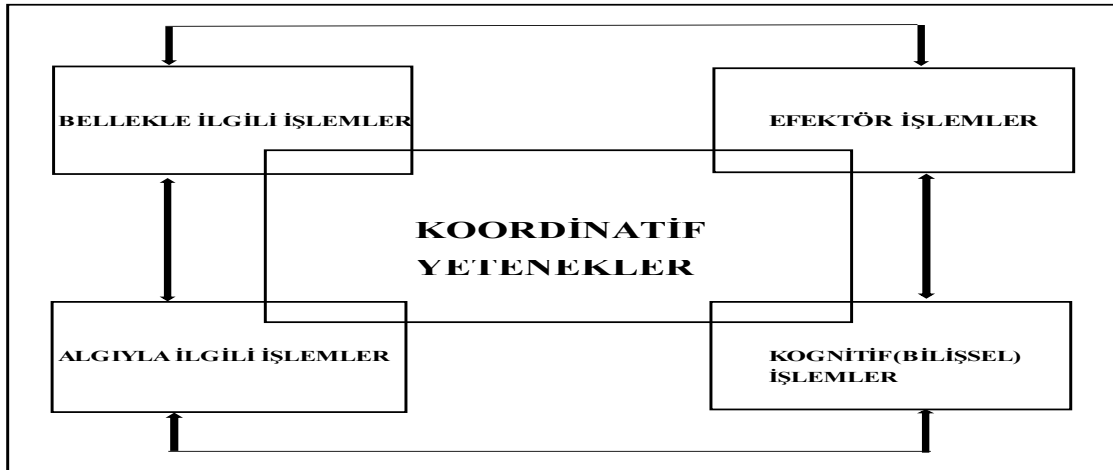
1. **Ayrımlama (Farkındalık/Kinestetik Ayrımlama) Yeteneği:** Hareketin akışı sırasında kaslardan gelen bilgileri (kinestetik) hassas bir şekilde ayırma ve güç kullanımını ekonomik hale getirme yetisidir.
2. **Oryantasyon (Yön Bulma) Yeteneği:** Sporcunun sahadaki konumu, rakipleri ve topa göre kendini uzaysal olarak yönlendirebilmesidir.
3. **Denge Yeteneği:** Değişen çevre şartlarında vücut dengesini koruma veya bozulan dengeyi yeniden sağlama yetisidir. Statik ve dinamik olarak ayrılır.
4. **Reaksiyon (Tepki) Yeteneği:** Bir veya birden fazla uyarıcıya karşı çabuk ve uygun bir şekilde harekete başlamadır. Basit ve karmaşık tepki olarak ikiye ayrılır.
5. **Ritim Yeteneği:** Hareketin akışı esnasında önceden belirlenen bir ritme uyma veya harekete uygun dinamik bir ritim geliştirme yeteneğidir.

6. **Hareketleri Bağlama (İletim) Yeteneği:** Farklı hareket evrelerinin veya vücut bölümlerinin (bacaklardan gövdeye aktarım gibi) akıcı bir şekilde birbirine bağlanmasıdır (**Schnabel**).
7. **Zamanlama (Timing):** Doğru zamanda doğru hareketin uygulanmasıdır. Üst düzey performans için kritik öneme sahiptir.

Bu bileşenlerin bir arada işlev görmesi, bireyin motor görevleri etkin biçimde yerine getirmesini sağlar. Örneğin bir topu havada yakalamak yalnızca kas gücü değil, aynı zamanda zamanlama, yön algısı ve el-göz koordinasyonu gerektirir.

Meinel ve Schnabel (1987) koordinatif yeteneklerin içerdikleri unsurları şu şekilde ele almışlardır:

Buna göre motorik, algılama, bellek, efektörler ve sevk ve idare eden bilişsel sistemlerle sıkı bir şekilde bağlıdır.



5.5 Koordinasyon Gelişim İlkeleri

Koordinatif yeteneklerin en verimli gelişimi, sinir sisteminin yüksek düzeyde plastisite sergilediği çocukluk ve ergenlik evrelerinde gözlemlenir. Alan yazında, özellikle 7 yaş civarı ile ergenlik dönemi arasındaki pre-pubertal yaş aralığının, koordinasyon gelişiminin hem hız hem de kalıcılık açısından en yüksek potansiyele sahip olduğu kritik bir pencere olduğu öne sürülmektedir (Hirtz, 1988; Meinel & Schnabel, 1987).

Bu gelişimsel üstünlük, salt biyolojik olgunlaşmayla sınırlı olmayıp, aynı zamanda duyu entegrasyonunun giderek rafineleşmesiyle yakından ilişkilidir. Vestibüler, proprioseptif ve görsel sistemlerden elde edilen duyu verilerinin daha etkili işlenmesi,

bu dönemi koordinasyon antrenmanları açısından stratejik bir zaman dilimi haline getirir (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Bu bağlamda, koordinasyon gelişimini yönlendiren temel ilkeler, duyu-motor bütünleşmeyi destekleyen teorik zemin ile Smîdu'nun (2014) belirlediği 10 antrenman esasını birleştirerek aşağıdaki gibi formüle edilmelidir:

I. Sinirsel Tazelik ve Yüklenme Yönetimi Esasları

Koordinasyon antrenmanlarının verimliliği, büyük ölçüde sinir sisteminin tazeliğine ve algısal açıklığa bağlıdır. Smîdu (2014), yorgunluğun motor öğrenme kalitesini ve hareket doğruluğunu düşürdüğünü, bu nedenle koordinatif çalışmaların antrenmanın başında, iyi bir ısınmanın hemen ardından, yorulmamış bir sistemde yapılması gerektiğini vurgular. Sinirsel toparlanmayı garanti altına almak amacıyla, setler arasındaki dinlenme süreleri, kas yorgunluğunu gidermekten ziyade sinirsel toparlanmayı sağlayacak kadar uzun tutulmalıdır. Ayrıca, yüklenmenin dozu mutlaka kademeli olarak artırılmalı ve sporcunun mevcut kapasitesini aşırı zorlaması ile titreme veya kasılmaya yol açan egzersizlerden kaçınılmalı aynı zamanda duyu-motor bütünleşmesine uygun hızda olmalıdır Motor kontrol tam gelişmemiş ise sakatlanma riskini artırır.

II. Programlama ve Çeşitlilik Esasları

Koordinatif yetilerin geliştirilmesinde "değişkenlik" ve "uyum sağlama" kavramları merkezi bir rol oynar. Koordinatif yetilerin en güçlü geliştiricilerinden biri antrenmanın değişkenliğidir. Antrenman programlarında mekanik tekrarlar yerine, dış koşulların ve bilginin sık sık değiştirildiği dinamik senaryolar tercih edilmelidir. Tekdüzelikten ve monotonluktan kaçınmak adına sürekli yeni hareketler öğretilmeli ve egzersiz türü sık sık değiştirilmelidir. Ancak, bir seans içinde çok sayıda yeni uyarının verilmesi motor programların pekişmesini engelleyebileceğinden, çeşitlilik dengeli bir dozajda sunulmalıdır. Optimal öğrenme, "yeni ancak sindirilebilir" uyarıların verilmesiyle gerçekleşir. Hareket performansı geliştikçe, egzersizlerin zorluk düzeyi sistematik olarak artırılmalıdır.

III. Uygulama ve Bütünleşme Esasları

Motor becerilerin sahaya yansması, izole hareketlerin değil, birbiriyle bağlantılı hareket zincirlerinin zaman baskısı altında uygulanabilmesine bağlıdır. Bu bağlamda, hareket fazlarının akıcı bir şekilde birbirine bağlandığı ve zincirlendiği uygulamalar

öne çıkmaktadır. Antrenman sürecinde, kompleks hareketler ve çoklu beceriler içeren uygulamalı parkurlar, oyun formatları ve yarışma temelli etkinlikler kullanılmalıdır. Özellikle zaman baskısı altında yapılan çalışmalar, sporcunun karar verme mekanizmalarını zorlayarak tekniği otomatikleştirir ve uygulama kalitesini artırır.

Koordinatif gelişim ilkeleri, duyuşsal entegrasyonun motor çıktıya dönüşme süreçleriyle bütünleştiğinde; sporcu daha hızlı öğrenen, daha hızlı uyum sağlayan, teknik ve taktik problemleri daha kısa sürede çözen ve yüksek performans için gerekli nöromotor temeli daha erken yaşta oluşturan bir yapıya kavuşur. Bu bütünleşik yaklaşımların doğru yaşlarda antrene edilmesi sporcunun ileriki yıllardaki yüksek performans kapasitesinin nöromotor temelini oluşturur (Smîdu, 2014).

5.6 DUYUSAL ENTEGRASYON VE KOORDİNASYON

Koordinatif yetilerin gelişimi doğrudan duyuşsal entegrasyon süreçlerine bağlıdır. Örneğin, proprioseptif ve vestibüler girdilerin düzgün işlenmesi vücudun uzayda konumunu algılayabilmesi için şarttır (Bril & Ledebt, 1998) . Ayrıca duyuşsal işleme sorunları bulunan bireylerde koordinasyon ve motor becerilerde gerilik saptanmıştır: örneğin motor beceri düzeyi ile duyuşsal işleme becerileri arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (Kashefimehr et al., 2021)

Bu ilişkiyi destekleyen bir çalışma, duyuşsal entegrasyon tabanlı spor antrenman programlarının motor koordinasyonu olumlu yönde etkilediğini göstermiştir (Wen & Wu, 2025) . Böylelikle duyuşsal sistemlerin etkin çalışması, koordinatif yetilerin gelişimini destekleyen zemin oluşturur.

5.7 MOTOR ÖĞRENME VE KOORDİNASYON

Koordinatif yetiler aynı zamanda motor öğrenme süreçlerinde temel bir rol oynar. Motor öğrenme, bireyin yeni hareketleri öğrenmesi ve zamanla kalıcı hale getirmesi sürecidir. Bu süreçte, duyuşsal girdilerin doğru kodlanması, geri bildirimlerin işlenmesi ve hareketlerin merkezi sinir sistemi tarafından optimize edilmesi önemlidir. İyi gelişmiş koordinatif yetiler, yeni motor eylemlerin daha hızlı öğrenilmesini, farklı koşullara uyumlanmasını ve süreklilik kazanmasını kolaylaştırır (Smîdu, 2014) . Özetle, koordinatif yetiler motor öğrenmenin biyomekanik ve nörofizyolojik altyapısını güçlendirir.

Öte yandan, motor öğrenme süreci duyuşsal entegrasyon ile doğrudan bağlantılıdır. Duyuşsal sistemlerden gelen verilerin doğru şekilde işlenmesi, motor çıktının kalitesini

ve öğrenme hızını belirler. Çok sayıda araştırma, duyuşal işleme bozukluklarının motor öğrenmeyi olumsuz etkilediğini göstermektedir (Nakagawa et al., 2016). Bu bağlamda, koordinatif yetilerin geliştirilmesi, hem duyuşal sistemlerin optimize edilmesini hem de motor öğrenme kapasitesinin artmasını destekler.

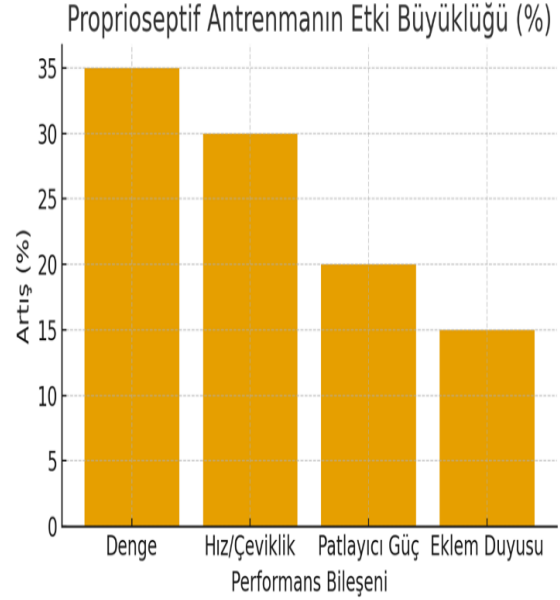
6. SPOR PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE UYGULAMALAR

Sensörimotor entegrasyonun etkinliği, spor performansının doğrudan bir belirleyicisidir. Antrenman programlarına düzenli olarak entegre edilen propriyoseptif egzersizler, sporcuların vücut farkındalığını artırır, yaralanma riskini azaltır ve güç transferini optimize eder. İyi entegre olmuş duyuşal sistemler, sporcunun hareketleri daha hızlı öğrenmesini ve performans sırasındaki hataları anında düzeltmesini sağlar. Örneğin, bir basketbolcunun şut atarken hedefi algılaması (görsel), dengesini koruması (vestibüler) ve kas-eklem pozisyonunu hissetmesi (propriosepsiyon), milisaniyeler içinde gerçekleşen duyuşal entegrasyonun kusursuz bir sonucudur.

Antrenman bilimleri, vestibüler ve propriyoseptif sistemlerin güçlendirilmesi için denge tahtaları ve Bosu üzerinde yapılan egzersizler gibi yöntemleri kullanır. Ayrıca, duyuşal sistemlerin etkin desteklenmesi yalnızca performans artışına katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda sporcuların sakatlık riskini de önemli ölçüde düşürür. Literatürdeki sistematik derlemeler, propriyoseptif antrenmanların sporcularda koordinatif yetileri geliştirerek eklem stabilitesini artırdığını ve bu nedenle spor antrenman programlarına destekleyici bir bileşen olarak entegre edilmesi gerektiğini doğrulamaktadır.

Yılmaz ve ark. (2024) tarafından yapılan sistematik derleme, propriyoseptif antrenmanların spor performansının farklı bileşenleri üzerindeki etkilerini kapsamlı şekilde değerlendirmiştir. Web of Science, PubMed ve Scopus veritabanlarında yapılan tarama sonucunda dahil edilen çalışmalar, aktif sporcularda uygulanan propriyoseptif

Performans Bileşeni	Gözlenen Etki	Bulgular
Denge ve Postural Stabilite	Artış	Denge skorlarında anlamlı gelişme
Hız ve Çeviklik	Artış	Sprint ve çeviklik testlerinde iyileşme
Patlayıcı Güç	Orta Artış	Alt ekstremite kaslarında kuvvet artışı
Eklem Pozisyon Duyusu	Artış	Diz ve ayak bileğinde daha hassas kontrol
Sakatlanma Riski	Azalma	Eklem stabilitesi ile yaralanma riski düşüşü



antrenman protokollerinin denge, çeviklik, hız, patlayıcı güç ve eklem pozisyon duyusu gibi performans göstergelerinde anlamlı gelişmeler sağladığını ortaya koymuştur.

Derlemede yer alan çalışmalar, propriyosepsiyon temelli egzersizlerin eklem stabilitesini artırarak hem performans artışına katkıda bulunduğunu hem de spor yaralanmalarının önlenmesinde kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Bu bağlamda propriyoseptif antrenmanların, sporcuların motor kontrol düzeylerini iyileştirerek hareket doğruluğunu artırdığı; böylece teknik becerilerin daha güvenli, daha ekonomik ve daha verimli şekilde uygulanmasını sağladığı belirtilmiştir.

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, propriyoseptif antrenmanların performans üzerindeki etkilerinin spor branşı fark etmeksizin tutarlı olduğudur. Buna göre basketbol, futbol, voleybol, hentbol, atletizm ve dövüş sporları gibi farklı disiplinlerde antrenman programlarına eklenen propriyoseptif egzersizlerin, atletlerin genel motor yeteneklerinde belirgin iyileşmeler oluşturduğu rapor edilmiştir.

Genel olarak bu sistematik derleme, propriyoseptif antrenmanların spor performansı üzerinde çok yönlü ve güçlü bir etkiye sahip olduğunu; bu nedenle spora özgü antrenman programlarının ayrılmaz bir bileşeni olarak planlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Derlemenin sonuçları, duyuşsal entegrasyon süreçlerinin

güçlendirilmesinin, motor performansın artırılması ve sakatlık riskinin azaltılması açısından bilimsel temelli bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

Akut kardiyorespiratuar egzersiz seanslarının nöroplastisiteyi artırarak motor öğrenmeyi iyileştirme potansiyeline sahip olduğu da gösterilmiştir. Özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerin, motor beceri pekiştirme (konsolidasyon) üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Örneğin, serpiştirilmiş uygulama sonrasında yapılan egzersizin, dinlenmeye kıyasla uzun vadeli pekiştirmede (7 günlük tutma testi) daha büyük bir artış sağladığı ve bu faydanın, kaslar arası beta bandı senkronizasyonundaki bir artışla ilişkili olduğu gözlenmiştir. Bu bulgular, egzersizin motor öğrenme rehabilitasyonunda hem öğrenme öncesi (hazırlayıcı) hem de öğrenme sonrası (pekiştirici) bir araç olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

SONUÇ

Mevcut literatür ve bu çalışma kapsamında ele alınan bulgular bütüncül bir yaklaşımla değerlendirildiğinde; antrenman programlarında duyuşal sistemlerin özellikle propriyoseptif mekanizmaların stratejik olarak hedeflenmesinin, motor öğrenme kapasitesini ve performans çıktısını belirgin şekilde artırdığı görülmektedir. Duyusal girdilerin zenginleştirildiği ve propriyoseptif farkındalığı artırmaya yönelik egzersizlerin sistematik kullanımı, sporcunun vücut-çevre etkileşimini optimize etmekte; bu da motor kontrolün keskinleşmesine ve yeni öğrenilen tekniklerin daha hızlı bir şekilde kalıcı (konsolide) hale gelmesine olanak tanımaktadır.

Sonuç olarak, sensörimotor entegrasyonun nörofizyolojik zeminini kavrayarak oluşturulan antrenman modelleri, sadece anlık performans artışı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda motor öğrenme süreçlerinin verimliliğini de maksimize etmektedir. Bu entegre yaklaşımın, sporcunun nöral adaptasyon süreçlerini destekleyen temel bir metodoloji olarak kabul edilmesi gerekmektedir. İlerleyen dönemde yapılacak araştırmaların, farklı spor branşları ve popülasyonlar üzerindeki uzun vadeli adaptasyonları incelemesi, bu protokollerin standardizasyonu ve optimizasyonu açısından literatüre önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Ayres, A. J. (1972). *Sensory integration and the child*. Western Psychological Services.
- Bolognini, N., Russo, C., & Vallar, G. (2016). The role of multisensory integration in motor control. *Neuropsychologia*, 83, 281–292. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.08.007>
- Bril, B., & Ledebt, A. (1998). Head coordination as a means to assist sensory integration in learning to walk. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22(4), 555–563. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(98\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(98)00023-6)
- Brown, P., & Marsden, C. D. (1998). What functional role do the basal ganglia play in movement? *Brain*, 121(4), 585–599. <https://doi.org/10.1093/brain/121.4.585>
- Goldstein, E. B. (2014). *Sensation and perception* (9th ed.). Cengage Learning.
- Harkla. (2025). *Tactile system*. Retrieved December 2025, from <https://harkla.co/blogs/articles/tactile-system>
- Hirtz, P. (1985). *Koordinative Fähigkeiten*. Verlag Barth.
- Kashefimehr, B., et al. (2021). *The relationship between sensory processing and motor coordination* (Unpublished master's thesis). Biruni Üniversitesi. <https://dspace.biruni.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12445/2024>
- Lee, H. (2015). The basal ganglia and motor control. In *Advances in Experimental Medicine and Biology* (Vol. 856, pp. 371–386). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17326-9_17
- Lee, H., Park, J., & Kim, S. (2025). Emergent aspects of the integration of sensory and motor functions. *Brain Sciences*, 15(2), 162. <https://doi.org/10.3390/brainsci15020162>
- Leech, K. A., Roemmich, R. T., Gordon, J., Reisman, D. S., & Cherry-Allen, K. M. (2022). Updates in motor learning: Implications for physical therapist practice and education. *Physical Therapy*, 102(1), pzab250. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab250>
- Matur, Z., & Öge, A. E. (2017). Motor öğrenme sürecinde duyusal motor integrasyon: Transkranyal manyetik uyurum çalışmaları. *Archives of Neuropsychiatry*, 54, 358–363.
- Mazzoni, P., & Krakauer, J. W. (2006). An implicit plan overrides an explicit strategy during visuomotor adaptation. *Journal of Neuroscience*, 26(14), 3642–3645. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5317-05.2006>
- Meinel, K., & Schnabel, G. (2004). *Bewegungslehre: Sportmotorik unter pädagogischem Aspekt*. Hofmann Verlag.
- Mink, J. W. (1996). The basal ganglia: Focused selection and inhibition of competing motor programs. *Progress in Neurobiology*, 50(4), 381–405.
- Minz, A. K. (2003). *Relationship of coordinative abilities to performance in badminton* (Master's thesis). Lakshmi Bai National Institute of Physical Education, India.
- Özyazıcı, K., Boğa Baran, E., Alagöz, N., Varlıklöz, K., Arslan, Z., & Sağlam, M. (2021). Duyuların gelişimi ve duyu bütünleme. *Gelişim ve Psikoloji Dergisi*, 2(4), 209–226. <https://doi.org/10.51503/gpd.879070>
- Redgrave, P., Hammond, S. C., & Redgrave, N. D. (2010). The basal ganglia as a dynamic decision maker: Beyond the direct and indirect pathways. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(6), 664–670. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.08.005>
- Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Wolters Kluwer.
- Singh, H. (1991). *Science of sports training*. D.V.S. Publishing.
- Smídu, N. (2014). The importance of coordinative abilities in achieving athletic performance. *Marathon*, 6(1), 91–95.
- Wen, L., & Wu, Z. (2025). The impact of sensory integration-based sports training on motor and social skill development in children with autism spectrum disorder. *Scientific Reports*, 15, 19974. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19974-x>
- 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>

BÖLÜM 7

BESLENME TIPLERİNİN SPORCU PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğretim Üyesi Müge SARPER

Kocaeli Üniversitesi, mugesarper91@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9731-9418

Yaren AKMAN

Kocaeli Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, yarenakmannn@gmail.com

ORCID: 0009-0009-3058-1313

Beslenme Nedir?

Beslenme, çoğu zaman gündelik bir eylem olarak algılansa da, bilimsel literatürde organizmanın yaşamsal fonksiyonlarını idame ettirmesi ve genetik potansiyelini gerçekleştirmesi için gerekli olan besin öğelerinin alım, dönüşüm ve kullanım süreçlerini kapsayan karmaşık bir biyokimyasal ve fizyolojik disiplin olarak tanımlanır (Mahan ve Raymond, 2017). Temel olarak, yaşamın sürdürülmesi, büyüme, organların normal işlevi ve enerji üretimi için gerekli olan yabancı katı ve sıvı maddelerin organizma tarafından alınması ve dönüştürülmesi bu sürecin temelini oluşturur (Mahan ve Raymond, 2017).

Beslenmenin akademik önemi, sadece fizyolojik gereksinimleri karşılamadan ötesine geçerek, koruyucu hekimlik ve kronik hastalık yönetimi alanındaki kritik rolüne odaklanmıştır. Dengeli ve besin öğeleri açısından zengin bir diyetin; bağışıklık sistemini güçlendirdiği, hücrel onarımı desteklediği ve özellikle kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve bazı kanser türleri gibi yaygın kronik hastalıkların riskini azalttığı, geniş çaplı epidemiyolojik çalışmalarla kanıtlanmıştır (Hussein ve ark., 2025). Beslenme, enflamasyon, metabolik yollar ve genetik ifade üzerindeki doğrudan etkisi sayesinde, sağlık sonuçlarını iyileştirmede farmasötik tedaviler kadar merkezi bir role sahiptir (Alyafei ve Daley, 2025).

Bu nedenle, bilimsel hedeflere uygun beslenme yaklaşımı, tesadüfi yeme alışkanlıklarından ayrılan Yeterli ve Dengeli Beslenme ilkesiyle belirlenir. Sağlıklı bir diyetin temelini oluşturan bilimsel ilkeler; çeşitlilik, denge ve ölçülülük (moderasyon) olarak özetlenir (Lawrence, 2024). Bu üç ilke, bireyin yaşına, fizyolojik durumuna ve özellikle fiziksel aktivite düzeyine uygun olarak, tüm temel besin öğelerinden (makro ve mikro) yeterli düzeyde alımını sağlarken, aynı zamanda metabolik riskleri artıran aşırıya kaçan veya dengesiz tüketimi minimize etmeyi amaçlar. Bu stratejik beslenme planlaması, bireyin sadece sağlığını değil, aynı zamanda fiziksel performansını ve yaşam kalitesinin artmasında önemli rol aldığı düşünülmektedir.

Sporcu Beslenmesi

Yeterli enerji ve besin ögesi alımı, sadece antrenman adaptasyonlarını maksimize etmekle kalmaz, aynı zamanda sağlığın korunması ve elit düzeyde performansın sürdürülebilirliği için de elzemdir. (Thomas, Erdman Burke, 2016). Yoğun antrenman dönemlerinde karşılaşılan oksidatif stres ve inflamasyonla başa çıkabilmek ve kardiyovasküler sağlığı desteklemek amacıyla, birçok dayanıklılık sporcusu bitki temelli diyetler gibi alternatif beslenme modellerine yönelmektedir (Barnard ve ark., 2019).

Günümüzde elit performansa ulaşma hedefindeki sporcular, beslenme uygulamalarına giderek daha fazla önem vermektedir. Ancak bu süreçte, sosyal medya platformları, antrenörler ve akran grupları gibi güvenilirliği değişken kaynaklardan yayılan yoğun bir bilgi akışına maruz kalmaktadırlar (Trakman ve ark., 2016). Bilimsel temelden yoksun popüler diyet akımlarının aksine, kanıta dayalı beslenme stratejileri; enerji metabolizmasının düzenlenmesi, antrenman adaptasyonlarının iyileştirilmesi ve kas hasarının onarılması süreçlerinde belirleyici bir role sahiptir (Burke ve ark., 2019).

Yeterli ve dengeli beslenme, organizmanın yaşamını sürdürebilmesi, büyüme ve gelişme süreçlerinin sağlıklı bir biçimde ilerleyebilmesi, aynı zamanda fiziksel ve zihinsel performansın korunabilmesi için gerekli olan enerji ve besin öğelerinin uygun miktar ve oranlarda alınmasını ifade eder. Dengeli bir beslenme planında, toplam enerji gereksiniminin yaklaşık %50–60'ının karbonhidratlardan, %25–30'unun proteinlerden ve %20–25'inin yağlardan karşılanması önerilmektedir. Bu oranlar, metabolik işlevlerin düzenli bir şekilde yürütülmesi ve vücudun enerji dengesinin korunması açısından büyük önem taşır.

Günlük sıvı tüketimi de beslenmenin ayrılmaz bir parçasıdır; metabolik süreçlerin verimli bir biçimde gerçekleşebilmesi, toksinlerin vücuttan uzaklaştırılması ve hücrel faaliyetlerin sağlıklı biçimde devam edebilmesi için yetişkin bireylerin günde ortalama 2–2,5 litre su tüketmeleri önerilmektedir. Bununla birlikte, vitamin ve minerallerin de doğal besin kaynaklarından yeterli düzeyde alınması, bağışıklık sisteminin güçlenmesine ve genel sağlık durumunun korunmasına katkı sağlar. Günlük beslenme düzeninde taze sebze ve meyvelerin yeterli miktarda tüketilmesi, vücudun ihtiyaç duyduğu antioksidanlar, lif ve mikro besin öğelerinin karşılanmasında temel bir rol oynamaktadır (Zorba ve Bayrakdar, 2020).



Resim 1. Dengeli beslenme ve spor (http1, 2025).

Sporcuların Kullandıkları Beslenme Tipleri

Sporcuların kullandıkları beslenme tipleri; sporcunun branşına, antrenman yoğunluğuna, enerji gereksinimine ve performans hedeflerine göre değişiklik göstermektedir. En sık uygulanan diyet modelleri arasında yüksek karbonhidrat diyeti, yüksek protein diyeti, düşük karbonhidrat (ketojenik) diyet, vejetaryen/vegan diyet ve aralıklı oruç (intermittent fasting) stratejileri yer almaktadır (Thomas ve ark., 2016). Yüksek karbonhidratlı diyetler dayanıklılık gerektiren sporlarda enerji sürekliliğini desteklerken, yüksek proteinli diyetler kas gelişimi ve toparlanmayı artırmayı hedefler (Phillips ve Van Loon, 2011). Düşük karbonhidrat ya da ketojenik diyetler yağ oksidasyonunu teşvik etse de, yüksek yoğunluklu egzersizlerde performans düşüşüne neden olabilmektedir (Burke, 2021). Sonuç olarak, sporcularda beslenme tipi seçimi bireysel ihtiyaçlara ve spor dalının özelliklerine göre planlanmalıdır.

Vegan beslenme nedir?

Bitki temelli beslenme modelleri, hayvansal kaynaklı ürünlerin diyetten çıkarılma derecesi açısından kategorize edilir. Vejetaryenlik, et, kümes hayvanları ve balık gibi ögeleri hariç tutan, ancak süt ürünleri (lakto) ve/veya yumurta (ovo) tüketimine izin veren farklı alt türleri içeren geniş bir şemsiye terimdir. Buna karşılık, vegan diyet en kısıtlayıcı formu temsil eder ve yumurta, süt ve bal dahil olmak üzere tüm hayvansal gıdaların diyetten tamamen çıkarılmasını gerektirir (Melina ve ark., 2016; Craig, 2009).

Bitki temelli diyetler, lif ve mikro besin zenginliği sunsa da, yüksek protein ve enerji gereksinimi olan sporcular için bazı zorluklar içerir. Özellikle hayvansal kaynaklı olmayan demirin biyoyararlanımı düşüktür ve B12 vitamini doğal olarak bulunmaz; bu da sporcularda yorgunluğa ve performansta düşüşe yol açabilecek anemi riskini artırabilir. Ayrıca, bazı sporcularda lif içeriğinin yüksek olması nedeniyle enerji alımının yetersiz kalması riski de mevcuttur (Burke ve ark., 2018).

Aksine bitki temelli diyetler (vegan ve vejetaryen), kardiyometabolik sağlığın iyileştirilmesi yönünde güçlü kanıtlar sunmaktadır. Yüksek kaliteli klinik çalışmaların meta-analizleri, vegan beslenmenin toplam kolesterol ve LDL-kolesterol seviyelerini anlamlı ölçüde düşürdüğünü, glisemik göstergeleri iyileştirdiğini ve vücut kitle indeksini (VKİ) ile diğer antropometrik ölçümleri azalttığını desteklemektedir (Najjar ve Feresin, 2023). Sporcu performansı açısından bakıldığında ise, titizlikle planlanmış vejetaryen diyet programları, bir sporcunun yüksek enerji ve makro besin gereksinimlerini (özellikle protein ve kompleks karbonhidratlar) etkin bir şekilde karşılayabilir, böylece atletik performansı ve toparlanmayı destekleyebilir (Rogerson, 2022).

Clarys ve arkadaşlarının çalışmasında, farklı beslenme modelleri karşılaştırılmış ve vejetaryen diyetlerin uygun şekilde düzenlendiğinde protein, karbonhidrat ve toplam enerji alımını sporcuların ihtiyaçlarına uygun düzeyde karşılayabildiği rapor edilmiştir. Bu bulgular, sporcuların vejetaryen bir diyet uygularken makro besin gereksinimlerini eksiksiz karşılayabileceğini ve böylece performanslarını destekleyebileceğini ortaya koymaktadır (Clarys ve ark., 2017).

Hayvansal kaynaklı ürünleri kısıtlayan vegan ve vejetaryen diyetler, bazı temel amino asitlerin yanı sıra demir, çinko, kalsiyum ve D vitamini gibi sporcu sağlığı ve performansını destekleyen önemli mikro besinlerin alımını sınırlandırabilir. Bu mikro besinler (örneğin kalsiyum ve demir) bitki temelli gıdalarla alınabilse de, bu kaynakların biyoyararlanımı genellikle daha düşüktür. Dolayısıyla, hayvansal ürünleri tüketmeyi bırakıp bitkisel temelli bir diyeteye geçiş yapan bireyler için bu durum dikkate alınması gereken önemli bir unsurdur (Vitale ve ark., 2021).

Dinu ve ark. (2017)'de Vejetaryen ve vegan diyetin çoklu sonuçlarıyla ilgili makalede 86 kesitsel, 10 tane de kohort çalışmasına yer verilirken, sonuçlar incelendiğinde; her 2 beslenmeyi de yapan bireylerin vki, kolesterol, kşs seviyelerinin düştüğü, vejetaryenlerin kalp hastalığı insidansının anlamlı olarak azaldığı ve kanser riskini %8 azalttığı yönünde bulguların olduğu görülmüştür.

Yüksek protein diyeti nedir?

Sporcularda yüksek protein diyeti, kas kütlelerinin artırılması, toparlanmanın hızlandırılması ve egzersiz sonrası kas hasarının azaltılması amacıyla günlük enerji alımında proteinin normal gereksinimin üzerine çıkarıldığı beslenme modelidir. Genel olarak bu tür diyetlerde protein alımı, bireyin vücut ağırlığına göre 1.6–2.2 g/kg/gün düzeyinde önerilmektedir (Phillips ve Van Loon, 2013). Yüksek proteinli diyetlerin dayanıklılık ve kuvvet sporcularında kas protein sentezini artırarak antrenman adaptasyonlarını desteklediği bildirilmektedir (Jager ve ark., 2017) Bununla birlikte, proteinin enerji kaynağı olarak aşırı kullanımı böbrek fonksiyonları ve sıvı dengesi üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği için, diyet planlaması bireysel ihtiyaçlara cevap verecek şekilde ve kontrollü yapılmalıdır (Halton ve Frank, 2016).

Yüksek protein alımının, sporcularda performansın çeşitli bileşenleri üzerinde olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir. Özellikle direnç antrenmanı yapan sporcularda yeterli protein alımı, kas protein sentezini artırarak kas kütlesi ve kuvvet kazanımını desteklemekte, böylece performans kapasitesini geliştirmektedir (Morton ve ark., 2020). Ayrıca, protein açısından zengin diyetlerin egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırdığı, kas hasarını ve yorgunluğu azalttığı belirtilmiştir (Jager ve ark., 2022). Dayanıklılık sporcularında ise protein desteği, enerji metabolizmasını ve azot dengesini koruyarak uzun süreli performansın sürdürülmesine katkı sağlayabilir (Phillips ve Van Loon, 2011). Bununla birlikte, yüksek proteinli diyetlerin performans artışı üzerindeki etkileri, antrenman tipi, bireysel enerji dengesi ve karbonhidrat alımı

gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Mettler ve ark., 2010). Genel olarak, uygun miktarda ve zamana yayılmış protein alımının, sporcuların hem antrenman adaptasyonlarını hem de rekabet performanslarını desteklediği ifade edilmektedir (Halton ve Frank, 2004).

Jager ve ark. (2022)'de Uluslararası Spor Beslenmesi Derneği'nin (ISSN) fiziksel aktivite yapan bireylerin protein alımına dair bilimsel kanıtlara dayanan kapsamlı çalışmasında kas kütlesi kazanımı ve korunması için çoğu sporcuya önerilen genel günlük protein alım aralığı, vücut ağırlığının kilogramı başına 1.4–2.0 gr. olarak belirtilmektedir. Kılavuz, kas protein sentezini (MPS) maksimize etmek adına porsiyonların Esansiyel Amino Asitler (EAA'lar) ve özellikle yeterli lösin içeriği açısından zengin olması gerektiğini ve ideal olarak gün boyunca 3-4 saatte bir eşit dağıtılması gerektiğini vurgular. Ayrıca, uzun süredir devam eden endişelerin aksine, kontrollü bilimsel çalışmaların yüksek protein tüketiminin sağlıklı, egzersiz yapan bireyler için herhangi bir sağlık riski oluşturmadığını göstererek protein tüketiminin güvenilirliğini onaylamaktadır.

Yüksek Karbonhidrat Diyeti nedir?

Yüksek karbonhidrat diyeti, özellikle dayanıklılık gerektiren spor dallarında, kas glikojen depolarını maksimum düzeyde tutarak enerji sürekliliğini sağlamayı amaçlayan bir beslenme stratejisidir. Egzersiz sırasında karbonhidrat, kas kasılmaları için en verimli enerji kaynağı olduğundan, yeterli alımı performansın korunmasında kritik rol oynar (Burke ve ark., 2013). Sporcular için önerilen günlük karbonhidrat miktarı, antrenman yoğunluğuna göre 5–12 g/kg/gün arasında değişmektedir (Thomas ve ark., 2016).

Yeterli karbonhidrat alımı, yalnızca enerji üretimini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda toparlanma sürecinde glikojen yeniden sentezini hızlandırır (Mata ve ark., 2021). Buna karşın, yetersiz karbonhidrat tüketimi, erken yorgunluk, performans düşüşü ve bağışıklık fonksiyonlarında azalma gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir (Stellingwerff ve ark., 2014). Bu nedenle yüksek karbonhidrat diyetleri, özellikle uzun süreli ve yüksek yoğunluklu antrenman yapan sporcular için performansın sürdürülebilirliği açısından temel bir bileşen olarak kabul edilebilir.

Yüksek karbonhidrat diyeti, sporcuların performansını doğrudan etkileyen en temel beslenme stratejilerinden biridir. Karbonhidratlar, yüksek yoğunluklu egzersizlerde kaslar için birincil enerji kaynağı olarak görev yapar ve yeterli düzeyde alındığında

egzersiz süresini uzatarak yorgunluğun gecikmesini sağlar (Burke ve ark., 2016). Karbonhidrat zamanlaması (timing), sporcu performansında kilit bir rol oynar. Uzun süreli müsabakalardan önce uygulanan karbonhidrat yüklemesi, kas glikojen depolarını maksimize ederek yorgunluğun başlangıcını erteler ve dayanıklılık kapasitesini artırır. Ayrıca, egzersiz sonrasında hızlı ve yeterli karbonhidrat tüketimi, tükenen glikojenin yeniden sentezlenme hızını önemli ölçüde artırarak toparlanma sürecine katkıda bulunur (Ivy ve Portman, 2004; Thomas ve ark., 2016). Buna karşın, karbonhidratın yetersiz alımı performans düşüşüne, kas glikojen seviyelerinin azalmasına ve merkezi sinir sistemi yorgunluğuna neden olabilir (Stellingwerff ve Cox, 2014). Dolayısıyla, yüksek karbonhidrat diyetleri, özellikle uzun süreli ve yüksek yoğunluklu antrenmanlara katılan sporcular için performansın korunması ve gelişimi açısından kritik bir öneme sahiptir.

Yüksek karbonhidrat alımı, başta dayanıklılık sporları olmak üzere birçok sportif performans türü için temel bir enerji stratejisi olarak kabul edilmektedir. Literatür, karbonhidratın kas glikojen depolarını optimize ederek hem uzun süreli egzersizlerde yorgunluk başlangıcını geciktirdiğini hem de yüksek yoğunluklu aralıklı aktivitelerde toplam iş performansını artırdığını göstermektedir. Burke ve ark. (2011), yoğun antrenman dönemlerinde karbonhidrat alımının artırılmasının glikojen superkompensasyonu kolaylaştırdığını ve bunun özellikle yarışma gününde metabolik verimliliğe katkı sağladığını belirtmektedir. Ayrıca çalışmada, sporcuların antrenman hacmi, branşın enerji gereksinimleri ve bireysel metabolik yanıtlarının dikkate alınarak karbonhidrat alımının periodize edilmesinin performans üzerinde daha sürdürülebilir etkiler yaratabileceği vurgulanmıştır. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, yüksek karbonhidrat diyetinin hem dayanıklılık kapasitesini hem de yüksek yoğunluklu efor sırasında enerji sürekliliğini destekleyen kritik bir beslenme yaklaşımı olduğu görülmektedir.

Ketojenik Diyet Nedir?

Ketojenik diyet, enerji alımının büyük bölümünün yağlardan sağlandığı, buna karşılık karbonhidrat tüketiminin oldukça düşük seviyelere sınırlandığı bir beslenme modelidir. Bu diyetin temel amacı, karbonhidrat eksikliği nedeniyle glikoz kullanımının azalması ve vücudun alternatif bir enerji kaynağı olan keton cisimciklerini üretmeye başlamasıdır. Karbonhidrat alımının genellikle 20–50 g/gün düzeyine düşürülmesiyle ortaya çıkan ketozis durumunda, karaciğer yağ asitlerinden

beta-hidroksibütirat, asetoasetat ve asetondan oluşan ketonları sentezler. Bu metabolik dönüşüm, özellikle yağ oksidasyonunu artırmak ve glisemik yanıtı stabilize etmek amacıyla terapötik ve performans odaklı beslenme stratejilerinde kullanılmaktadır (Paoli, 2014; Masood ve Uppaluri, 2023). Sporcularda ketojenik diyet uygulamaları, enerji metabolizması üzerinde oluşturduğu değişiklikler nedeniyle son yıllarda giderek daha fazla araştırılan bir konu hâline gelmiştir. Karbonhidrat alımının belirgin biçimde sınırlandırılması sonucunda vücut ketozis durumuna geçmekte ve enerji gereksinimini büyük ölçüde yağ oksidasyonundan karşılamaya başlamaktadır. Bu metabolik adaptasyon, özellikle uzun süreli ve düşük–orta şiddetli dayanıklılık egzersizlerinde enerji elde etme kapasitesini artırabilmektedir. Nitekim keto-adapte sporcularda yağ kullanım hızının anlamlı olarak yükseldiği ve egzersiz sırasında daha az glikojen tüketildiği bildirilmiştir (Volek ve ark., 2016).

Bununla birlikte ketojenik diyetin her spor dalı için avantaj yaratmadığı da görülmektedir. Yüksek yoğunluklu ve kısa süreli aktivitelerde performansın büyük oranda glikolitik enerji sistemine bağlı olması nedeniyle sınırlı karbonhidrat alımı, bu tür egzersizlerde güç çıkışını ve sprint kapasitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Çeşitli çalışmalarda, ketojenik diyete geçen sporcularda anaerobik performans ve yüksek yoğunluklu dayanıklılık testlerinde düşüşler gözlemlendiği belirtilmiştir (Volek ve ark., 2014). Bu nedenle ketojenik beslenmenin özellikle hızlı enerji gerektiren spor branşlarında performansı kısıtlayabileceği vurgulanmaktadır.

Öte yandan ketojenik diyet, son yıllarda dayanıklılık sporcuları arasında metabolik esnekliği artırma ve yağ oksidasyonunu optimize etme amacıyla giderek daha fazla ilgi görmektedir. Literatürde, düşük karbonhidrat alımının glikojen kullanımını azaltarak yağ kullanımını artırdığı ve bunun özellikle uzun süreli egzersizlerde potansiyel bir avantaj sağlayabileceği belirtilmektedir. Ancak ketojenik diyet uygulayan sporcularda yüksek yoğunluklu performansın zaman zaman olumsuz etkilenebildiği de rapor edilmiştir. Burke ve ark. (2020), ketojenik diyetin enerji metabolizmasını belirgin şekilde değiştirdiğini, fakat bu değişimin sprint ve yüksek şiddetli interval performansı için her zaman fayda sağlamadığını söylemektedir.

Ketojenik diyetin sporcu performansı üzerindeki etkileri hem avantajlar hem de sınırlılıklarla karakterizedir. Olumlu yönden bakıldığında, ketojenik beslenme uzun süreli düşük–orta yoğunluklu egzersizlerde yağ oksidasyon kapasitesini belirgin biçimde artırarak enerji üretiminde daha “sürdürülebilir” bir metabolik profil

oluşturur (Volek ve ark., 2014). Bu adaptasyon, dayanıklılık sporcularında glikojen kullanımını azaltarak yorgunluk başlangıcını geciktirebilir ve uzun müsabakalarda stabil enerji temini sağlayabilir. Bununla birlikte ketojenik diyetin olumsuz yönleri özellikle yüksek yoğunluklu ve anaerobik metabolizmanın baskın olduğu spor dallarında ortaya çıkmaktadır. Düşük karbonhidrat alımı, glikolitik performansı sınırlayarak sprint, güç, hızlı tekrar gerektiren interval çalışmalar ve yüksek patlayıcı güç gerektiren branşlarda performans düşüşüne yol açabilir. Ayrıca ketojenik adaptasyon sürecinin haftalar alması, bazı sporcularda gastrointestinal rahatsızlıklar, düşük başlangıç enerjisi ve toparlanmada yavaşlama gibi yan etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir. Tüm bu bulgular ketojenik diyetin performans sonuçlarının sporun gerektirdiği enerji sistemine, sporcunun antrenman düzeyine ve adaptasyon sürecine bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir.

Aralıklı Oruç Diyeti Nedir?

Aralıklı oruç (intermittent fasting), enerji alımının günün belirli saatleriyle sınırlandırıldığı veya haftanın bazı günlerinde ciddi biçimde azaltıldığı bir beslenme stratejisidir. Bu yaklaşımda temel hedef, beslenme ve açlık periyotlarını düzenleyerek metabolik süreçlerde iyileşme sağlamaktır. Aralıklı oruç klasik bir “diyet modeli” olmaktan ziyade, besin alımının zamanlamasına odaklanan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. En yaygın uygulama biçimlerinden biri olan 16/8 yöntemi, bireyin 16 saatlik açlığı takiben 8 saatlik bir beslenme penceresine sahip olmasını içerirken; 5:2 modeli haftanın iki günü enerji alımının yaklaşık %70 oranında azaltılmasına dayanmaktadır. Bunun yanı sıra alternatif gün orucu (ADF), açlık ve normal beslenme günlerinin dönüşümlü olarak tekrarlandığı bir yapı sunar. Daha kısıtlayıcı bir model olan 24 saat orucu (Eat-Stop-Eat), haftada bir veya iki kez tam gün süren açlığı kapsarken; Warrior Diet olarak bilinen yöntemde ise gün boyunca düşük kalorili atıştırmalar yapılır ve tüm enerji alımı akşam saatlerinde tek bir büyük öğünde toplanır. Son yıllarda popülerlik kazanan zamana dayalı beslenme (time-restricted eating, TRE) ise günlük açlık sürelerini 12–20 saat aralığında tutarak metabolik ritimlerin circadian döngülerle uyumlu çalışmasını hedeflemektedir (Patterson ve Sears, 2017; Longo ve Mattson, 2014). Bu çeşitlilik, aralıklı orucun farklı yaşam tarzı ve performans hedeflerine göre özelleştirilebilir bir beslenme zamanlaması stratejisi olarak kullanılmasına olanak sağladığı düşünülmektedir.

Bu beslenme düzeni, açlık süresinin uzamasıyla birlikte glikojen depolarının azalması ve metabolizmanın enerji kaynağı olarak yağ asitlerine yönelmesi sonucu metabolik esnekliği artırabilmektedir. Araştırmalar aralıklı oruç uygulamalarının insülin duyarlılığını artırabildiğini, glikoz metabolizmasını iyileştirebildiğini ve vücut ağırlığı dahil bazı antropometrik parametrelerde düşüş sağlayabildiğini bildirmiştir (Tinsley ve La Bounty, 2015). Ayrıca hücresele düzeyde otofaji mekanizmalarının aktive olmasıyla inflamatuvar süreçlerin azalmasına katkıda bulunduğu söylenebilir.

Aralıklı oruç uygulamalarının sporcu performansı üzerindeki etkileri, yapılan çalışmaların çeşitliliği nedeniyle farklılık göstermekle birlikte, özellikle metabolik adaptasyonlar ve vücut kompozisyonuna yönelik değişiklikler üzerinden değerlendirilmektedir. Kısa ve orta vadeli araştırmalar, aralıklı oruç yöntemlerinin yağ oksidasyonunu artırarak metabolik esnekliği geliştirebildiğini, bunun da dayanıklılık temelli sporlarda enerji verimliliğini kısmen artırabileceğini göstermektedir (Moro ve ark., 2016). Bu adaptasyon, açlık periyotlarında glikojen kullanımının azalması ve yağ asidi mobilizasyonunun artmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Direnç antrenmanı yapan sporcularda aralıklı oruç, uygun protein alımı sağlandığı sürece yağsız vücut kütlelerinin korunmasına ve yağ kütlelerinde azalmaya katkı verebilmektedir. Ancak bazı çalışmalar, özellikle yüksek yoğunluklu antrenmanlar sırasında uzun süreli açlık pencerelerinin anaerobik performansı sınırlayabileceğini, bunun da glikojen erişiminin kısıtlanmasıyla ilişkili olabileceğini rapor etmektedir (Tinsley ve ark., 2016). Bu nedenle aralıklı orucun etkisinin, uygulanan yöntemin süresi, beslenme penceresindeki enerji alımı ve sporcunun antrenman yoğunluğuna bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

Mevcut literatür, aralıklı orucun sporcularda özellikle vücut ağırlığı kontrolü ve yağ kütlelerinin azaltılması açısından etkili bir yöntem olabileceğini; ancak yüksek glikojen gereksinimi olan yoğun antrenmanlarda performansın korunabilmesi için beslenme zamanlamasının titizlikle düzenlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Tinsley ve La Bounty, 2015).

Aralıklı oruç (IF), belirli saatler arasında yemek yemeyi sınırlayan beslenme modeli olarak sporcularda hem performans hem de vücut kompozisyonu üzerinde etkiler yaratmaktadır. Olumlu yönleri arasında, IF'nin vücut yağ oranını azaltmaya, insülin duyarlılığını artırmaya ve metabolik esnekliği geliştirmeye yardımcı olarak dayanıklılık ve aerobik kapasiteyi destekleyebileceği belirtilmektedir (Tinsley ve La Bounty, 2015).

Ayrıca bazı çalışmalarda, IF'nin antrenman sırasında yağ yakımını artırarak enerji kullanımını optimize edebileceği ve sporcuların enerji verimliliğini artırabileceği bildirilmiştir. Ancak olumsuz etkiler de göz ardı edilemez; özellikle yüksek yoğunluklu veya güç gerektiren spor dallarında yemek penceresinin kısıtlı olması, yeterli enerji ve protein alımını sınırlayarak kas kütlesi kaybı, yorgunluk ve toparlanma süresinin uzamasına neden olabilir. Ayrıca, uzun süreli açlık dönemleri sırasında sıvı ve elektrolit dengesi bozulabilir ve bu da performans düşüşüne yol açabilir. Bu bulgular, aralıklı orucun sporcularda performans etkilerinin, egzersiz türüne, antrenman yoğunluğuna ve beslenme penceresinin bu bağlamda riskli olacağı düşünülmektedir.

Performansın Gizli Kahramanları: Su, Vitamin ve Mineraller

Sporcularda optimal performansın sürdürülebilmesi, yalnızca enerji ve makro besin alımının yeterli düzeyde olmasına değil, aynı zamanda su, vitamin ve mineraller gibi temel mikro besin öğelerinin dengeli bir biçimde sağlanmasına da bağlıdır. Hidrasyon durumu, egzersiz kapasitesinin belirleyicilerinden biri olup, vücut ağırlığının yalnızca %1–2 oranında sıvı kaybı bile plazma hacmini azaltarak kardiyovasküler stresin artmasına, termoregülasyonun bozulmasına ve aerobik performansın düşmesine neden olabilmektedir (Sawka ve Cheuvront, 2005). Bununla birlikte sıvı elektrolitler (özellikle sodyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum) kas kasılması, sinir iletimi ve hücrel sıvı dengesinin devamı için kritik rol oynamaktadır; eksiklikleri kramp, yorgunluk ve kas fonksiyon bozukluklarına yol açabilmektedir (Maughan ve Shirreffs, 2010). Vitaminler ise enerji metabolizmasında görev alan koenzimlerin temel bileşenleri olarak, özellikle B grubu vitaminleriyle karbonhidrat ve yağ oksidasyonunda, antioksidan özellikleriyle de C ve E vitaminleri aracılığıyla egzersizin neden olduğu oksidatif stresin azaltılmasında önemli işlevler üstlenmektedir (Rodriguez ve ark., 2009). Demir, çinko ve selenyum gibi eser elementler, sporcularda oksijen taşıma kapasitesi, bağışıklık fonksiyonları ve kas dokusu onarımı açısından kritik öneme sahiptir. Demir, hemoglobin ve miyoglobin sentezinde görev alarak aerobik performansın sürdürülmesinde temel bir rol oynarken (Beard ve Tobin, 2000), çinko hücrel onarım, protein sentezi ve bağışıklık yanıtı için gerekli bir kofaktör olarak antrenman sonrası toparlanmayı desteklemektedir (Lukaski, 2004). Selenyum ise glutatyon peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin bileşeni olup egzersizin neden olduğu oksidatif stresi azaltarak kas dokusunun korunmasına katkı sağlamaktadır (Rayman, 2000). Literatür, mikro besin yetersizliklerinin subklinik düzeylerde dahi

sportif performansı olumsuz etkileyebileceğini, buna karşın yeterli su, vitamin ve mineral alımının antrenman adaptasyonunu, metabolik süreçlerin verimliliğini ve toparlanmayı belirgin biçimde desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle hidrasyon ile mikro besin dengesinin korunması, sporcular için yalnızca genel sağlık açısından değil, uzun vadeli performans sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından da temel bir bileşen olarak değerlendirilmelidir.



Resim 2. Beslenme Piramidi (http2, 2025).

Beslenme Tiplerinin Karşılaştırılması

Sporcularda kullanılan farklı beslenme modellerinin performans, metabolik adaptasyon ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri incelendiğinde, her bir diyetin biyolojik süreçlerde farklı yönleri hedeflediği görülmektedir. Bu nedenle literatürde yüksek karbonhidrat, yüksek protein, vegan/vegetaryen, ketojenik ve aralıklı oruç temelli beslenme modellerinin sporcu performansı üzerindeki etkilerine ilişkin karşılaştırmalı araştırmalar giderek artmaktadır. Bu bölümde, söz konusu beslenme modelleri bilimsel çalışmalar ışığında tartışılarak güçlü ve sınırlı yönleri değerlendirilmiştir.

Yüksek karbonhidrat tüketimi, yıllardır dayanıklılık sporları için temel beslenme stratejisi olarak kabul edilmektedir. Burke ve ark. (2017) elit yürüyüşçüler üzerinde yaptığı çalışmada, yüksek karbonhidrat diyeti uygulayan sporcuların yarışma performansının anlamlı biçimde korunduğu, buna karşılık düşük karbonhidrat-yüksek yağ (LCHF) grubunda enerji ekonomisinin bozulduğu tespit edilmiştir. Çalışma metabolik adaptasyonların hızlı gerçekleşmesine rağmen, glikolitik enerji gereksiniminin yüksek olduğu etkinliklerde LCHF yaklaşımının performansı sınırladığını göstermektedir. Buna benzer şekilde, Stellingwerff ve Cox (2014) ise karbonhidrat kısıtlamasının merkezi sinir sistemi yorgunluğunu artırabildiğini ve yüksek yoğunluklu aktivitelerde performans kayıplarına neden olabildiğini belirtmiştir. Bu bulgular, karbonhidratın özellikle yüksek şiddetli egzersizlerde vazgeçilmez bir enerji kaynağı olduğunu desteklemektedir.

Yüksek proteinli diyetlere ilişkin çalışmalar özellikle direnç antrenmanı yapan sporcularda yoğunlaşmıştır. Morton ve ark. (2018)'un 49 randomize kontrollü çalışmayı içeren meta-analizinde, günlük protein alımının artırılmasının kas kütlesi ve kuvvet kazanımını anlamlı ölçüde desteklediği bildirilmiştir. Ancak bu etki, günlük toplam protein alımı yaklaşık 1.6 g/kg/gün seviyesine ulaştığında plato yapmaktadır. Antonio ve ark. (2016) ileri düzey erkek sporcularla yürüttüğü çalışmada ise bir yıl boyunca yüksek proteinli diyet (≥ 3.0 g/kg/gün) uygulayan katılımcılarda böbrek fonksiyonları veya metabolik sağlık üzerinde olumsuz bir etkisine rastlanılmamıştır. Bu bulgular yüksek proteinli diyetlerin güvenli olduğunu gösterse de, karbonhidratın aşırı kısıtlanması hâlinde glikojen sentezinin ve yüksek yoğunluklu performansın olumsuz etkilenebileceği belirtilmektedir (Mettler ve ark., 2010).

Vegan ve vejetaryen beslenme modelleri, son yıllarda sporcularda sürdürülebilirlik, sağlık ve etik sebeplerle giderek daha fazla tercih edilmektedir. Clarys ve ark. (2017) yılında yaptığı çalışmada farklı diyet türlerini karşılaştırdığı çalışmada vegan ve vejetaryen sporcuların enerji, karbonhidrat ve protein alımlarının omnivorlara benzer seviyelerde olduğu, uygun planlama ile performansı destekleyen makro besin alımının rahatlıkla sağlanabildiği bildirilmiştir. Diğer taraftan Wang ve ark. (2023) yoğun rafine edilmiş bitkisel ürünlerin baskın olduğu kötü planlanmış vejetaryen diyetlerin mikro besin eksiklikleri nedeniyle sağlık risklerini artırabileceğini vurgulamaktadır. Selinger ve ark. (2022) umbrella review çalışması ise uygun planlanmış vegan beslenmenin LDL-kolesterol, glisemik kontrol ve vücut ağırlığı gibi kardiyometabolik

parametrelerde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermiştir. Bu bulgular vegan/vejetaryen diyetlerin performans açısından uygun olabilmesi için düzenli mikro besin izleminin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Ketojenik diyet, düşük karbonhidrat alımı nedeniyle enerji metabolizmasını dramatik şekilde değiştirerek yağ oksidasyonunu artırmaktadır. Volek ve ark. (2016) çalışmasında keto-adapte dayanıklılık sporcularında yağ kullanım kapasitesinin belirgin şekilde arttığını gösteren çalışması, ketojenik diyetin uzun süreli düşük-orta şiddetli egzersizlerde metabolik avantaj sağlayabildiğini göstermektedir. Ancak Burke ve ark. (2020) yürüttüğü randomize kontrollü çalışmada ketojenik diyet uygulayan elit yürüyüşçülerde, artan yağ oksidasyonuna rağmen yarışma performansının anlamlı derecede düştüğü ve oksijen kullanım verimliliğinin bozulduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar ketojenik diyetin yüksek yoğunluklu, glikojen bağımlı sporlar için uygun olmadığını ortaya koymaktadır.

Aralıklı oruç uygulamalarına ilişkin çalışmalar ise sporcularda metabolik esneklik ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkileri incelemektedir. Moro ve ark. (2016)'da 16/8 protokolü ile gerçekleştirdikleri araştırmada, direnç antrenmanı yapan erkek sporcularda yağ kütlesinin azaldığı, ancak kas kütlesinin korunduğu bildirilmiştir. Tinsley ve La Bounty (2015)'in derlemesi ise aralıklı orucun insülin duyarlılığında ve glikoz metabolizmasında iyileşmeler sağlayabildiğini göstermektedir. Ancak uzun açlık periyotlarında glikojen tükenmesi yaşanabileceğinden, yüksek yoğunluklu antrenman gerektiren dönemlerde aralıklı orucun sprint ve anaerobik performans üzerinde sınırlayıcı etkiler gösterebileceği belirtilmiştir (Tinsley ve ark., 2019).

Sporcularda beslenme stratejisinin belirlenmesinde yalnızca toplam enerji alımı yeterli olmayabilir; metabolik süreçler, antrenman tipi ve yoğunluğu ile bireysel özellikler de dikkate alınmalıdır. Farklı beslenme modelleri, karbonhidrat ve yağ kullanımı, keton üretimi, kas protein sentezi ve glikojen depoları gibi metabolik yolları çeşitli düzeylerde etkileyerek performans üzerinde değişimler oluşturabilir. Bu nedenle sporcunun branşı, antrenman yoğunluğu, toparlanma kapasitesi, vücut kompozisyonu, gastrointestinal tolerans ve hormonal yanıtlar gibi faktörler, uygun beslenme yaklaşımının planlanmasında göz önünde bulundurulabilir.

Sporcu beslenmesinde, tek bir diyet modeline odaklanmak yerine, farklı beslenme yaklaşımlarının bilimsel olarak desteklenen yönlerinden esnek biçimde yararlanmak, sporcunun bireysel gereksinimlerine uygun planlar oluşturmayı mümkün kılabilir. Bu

tür uyarlanabilir beslenme stratejileri, egzersiz sırasında enerji üretimini destekleyebilir, antrenman sonrası toparlanma süreçlerini iyileştirebilir ve kas adaptasyonlarının etkinliğine katkıda bulunabilir. Ayrıca, bağışıklık fonksiyonunun korunmasına yardımcı olması ve aşırı yüklenmeye bağlı performans dalgalanmalarını sınırlayabilmesi, bu yaklaşımın olası avantajları arasında yer alır.

Bunun yanında, uzun vadeli sağlık göstergelerinin korunması ve sürdürülebilir performans gelişiminin desteklenmesi açısından beslenme planlarının sporcunun biyokimyasal parametreleri, mikro besin durumu, hormon profili, hidrasyon ve enerji dengesi göz önünde bulundurularak düzenli biçimde izlenmesi önemlidir. Bu şekilde dinamik olarak güncellenen, bireye özgü beslenme stratejileri, yalnızca kısa vadeli performans artışı sağlamaya değil, aynı zamanda uzun süreli adaptasyonları ve optimal fizyolojik işleyişi desteklemeye de katkıda bulunabilir.

Beslenme Türlerini Karşılaştırma Tablosu

Diyet Türü	Olumlu Etkileri	Olumsuz Etkileri	Performans Etkisi	Kaynak
Yüksek Karbonhidrat Diyeti	<ul style="list-style-type: none"> -Kas glikojen depolarını artırır -Yorgunluğu geciktirir -Dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu egzersizi destekler 	<ul style="list-style-type: none"> -Kas glikojen depolarını artırır -Yorgunluğu geciktirir -Dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu egzersizi destekler 	<ul style="list-style-type: none"> -Dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu performansı artırır 	Burke et al., 2011; Jeukendrup & Killer, 2010
Yüksek Protein Diyeti	<ul style="list-style-type: none"> -Kas protein sentezini destekler -Kas kütlesi ve toparlanmayı artırır -Antrenman sonrası onarımı hızlandırır 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek alımda böbrek fonksiyonuna etkiler tartışmalı -Yeterli karbonhidrat alınmazsa glikojen depoları sınırlı kalabilir 	<ul style="list-style-type: none"> -Güç ve toparlanmada pozitif etki, dayanıklılıkta etkisi sınırlı 	Phillips & Van Loon, 2011; Antonio et al., 2017
Ketojenik (Düşük Karbonhidrat / Yüksek Yağ) Diyeti	<ul style="list-style-type: none"> -Yağ oksidasyonunu artırır -Metabolik esnekliği geliştirir -Uzun süreli düşük-orta yoğunlukta dayanıklılık performansını destekler 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek yoğunluklu/glikolitik aktivitelerde performans düşebilir -Adaptasyon süreci haftalar alır -Kas kütlesi kaybı riski 	<ul style="list-style-type: none"> -Dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu performansı artırır 	Volek et al., 2015; Phinney et al., 1983
Aralıklı Oruç (IF) Diyeti	<ul style="list-style-type: none"> -Vücut yağ oranını azaltır -Metabolik esnekliği artırır -Bazı dayanıklılık egzersizlerinde enerji verimliliğini artırabilir 	<ul style="list-style-type: none"> -Yüksek yoğunlukta enerji ve protein alımı sınırlı olabilir -Kas kaybı, yorgunluk ve toparlanma gecikmesi 	<ul style="list-style-type: none"> -Düşük-orta yoğunlukta yararlı, yüksek yoğunlukta performansı sınırlayabilir 	Tinsley & La Bounty, 2015; Moro et al., 2016
Vegan Beslenme	<ul style="list-style-type: none"> -Antioksidan ve lif açısından zengin -Kardiyovaskül er sağlık ve inflamasyonu azaltabilir -Bazı sporcularda toparlanmayı destekleyebilir 	<ul style="list-style-type: none"> -Yeterli protein ve bazı mikro besinlerin (B12, demir, çinko, omega-3) eksikliği riski -Kas kütlesi ve güç kazanımı sınırlı olabilir 	<ul style="list-style-type: none"> -Düzenli planlanırsa dayanıklılık ve toparlanma iyi, kas kütlesi ve yüksek yoğunluklu güç performansı sınırlı 	Melina et al., 2016; Craig, 2009

KAYNAKÇA

- Alyafei, A., & Daley, S. F. (2025). The Role of Dietary Lifestyle Modification in Chronic Disease Prevention and Management. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing.
- Barnard, N. D. (2019). Plant-Based Diets for Cardiovascular Safety and Performance in Endurance Sports. *Nutrients*, *11*(1), 130.
- Bayrakdar, A., & Zorba, E. (2020). *Egzersiz ve beslenme* (Vol. 47518). Akademisyen Kitabevi.
- Burke, L. M., et al. (2016). Low-carbohydrate, high-fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of Physiology*, *595*(9), 2785-2807.
- Burke, L. M. (2019). Macronutrients for training and competition. International Association of Athletics Federations (IAAF) Consensus Statement 2019: *Nutrition for Athletics*, *29*(2), 73-84.
- Burke, L. M., et al. (2020). Low-carbohydrate, high-fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of Physiology*, *595*(9), 2785-2807.
- Burke, L. M. (2021). Ketogenic low-carbohydrate diets have no advantage over carbohydrate-rich diets for the achievement of body composition goals and are detrimental to performance during high-intensity exercise. *British Journal of Sports Medicine*, *599*(3), 819-843.
- Cox, T. S. (2014). Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *British Journal of Sports Medicine*, *39*(9), 998-1011.
- D. Travis Thomas, K. A. (2016). American College of Sports Medicine joint position statement: Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*(3), 543-568.
- Fernando Mata, P. L.-O. (2019). Carbohydrate availability and physical performance: Physiological overview and practical recommendations. *Nutrients*, *11*(5), 1084.
- Grant, M., & Tinsley, P. M. (2015). Effects of intermittent fasting on body composition and clinical health markers in humans. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *73*(10), 661-674.
- Hadeel Ali Ghazzawi, M. A. (2023). Exploring the relationship between micronutrients and athletic performance: A comprehensive scientific systematic review of the literature in sports medicine. *Sports*, *11*(6), 109.
- Http1: <https://www.zehrasen.com.tr/s89956-sporcu-beslenmesi> Erişim tarihi 06.12.2025
- Http2: <https://berkayturkkan.com/besin-piramidi-nedir-dogru-beslenme-icin-neleri-bilmemiz-gerekir> Erişim tarihi 06.12.25
- J. Beard, B. T. (2000). Iron status and exercise. *American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(2), 594S-597S.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Aragon, A. A., Antonio, J., Bonilla, C. B., ... Ziegenfuss, T. N. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*(1), 20.
- Jeff S. Volek, T. N. (2014). Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *European Journal of Sport Science*, *15*(1), 13-20.
- Kenneth Vitale, S. H. (2021). Update on vegetarian and vegan athletes: A review. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, *10*(1), 1-11.
- Lawrence, M. (2024). Fundamentals of a healthy and sustainable diet. *Nutrition Journal*, *23*(1), 150.
- Louise M., Burke, J. A. (2013). Carbohydrates for training and competition. *Food, Nutrition and Sports Performance III*, 17-27.
- Lukaski, H. C. (2004). Vitamin and mineral status: Effects on physical performance. *Nutrition*, *20*(7-8), 632-644.
- Mahan, L. K. (2016). *Krause's Food & the Nutrition Care Process-E-Book: Krause's Food & the Nutrition Care Process-E-Book*. Elsevier health sciences.
- Masood, W., Annamaraju, P., Suheb, M. Z. K., & Uppaluri, K. R. (2023). Ketogenic diet In: StatPearls [internet]. *National Library of Medicine: StatPearls Publishing*.
- Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Kenefick, R. W. (2015). Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Medicine*, *45*(Suppl 1), 51-60.
- Mohammed Salah Hussein, E. A. (2025). The role of nutrition in disease prevention and management. *International Journal of Medicine in Developing Countries*, *9*(3), 763-763.
- Monica Dinu, R. A. (2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *57*(17), 3640-3649.
- Nancy R. Rodriguez, N. M. (2009). American College of Sports Medicine position stand: Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*(3), 709-731.
- Paoli, A. (2014). Ketogenic diet for obesity: Friend or foe? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *11*(2), 2092-2107.

- Peter Clarys, T. D. (2017). Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pescovegetarian and omnivorous diet. *Nutrients*, 6(3), 1318-1332.
- Peter Peeling, M. J. (2018). Evidence-based supplements for the enhancement of athletic performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28 (2), 178-187.
- Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. (2013). Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Food, Nutrition and Sports Performance III*, 29-38.
- Portman, J. L. (2004). Nutrient timing: *The future of sports nutrition*. North Bergen, NJ: Basic Health, 7-14.
- Rayman, M. P. (2000). The importance of selenium to human health. *The Lancet*, 356(9225), 233-241.
- RJ Maughan, S. S. (2010). Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high-intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 59-69.
- Robert W. Morton, K. T. (2020). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains. *British Journal of Sports Medicine*, 52(6), 376-384.
- Rogerson, D. (2017). Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 36.
- Ruth E. Patterson, D. D. (2017). Metabolic effects of intermittent fasting. *Annual Review of Nutrition*, 37(1), 371-393.
- Samuel Mettler, N. M. (2010). Increased protein intake reduces lean body mass loss during energy restriction in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(2), 326-337.
- Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. (2013). Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Food, Nutrition and Sports Performance III*, 29-38.
- Tatiana Moro, G. T. (2016). Effects of eight weeks of time-restricted feeding 16/8. *Journal of translational medicine*, 14(1), 290.
- Halton, T. L., & Hu, F. B. (2004). The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *Journal of the American college of nutrition*, 23(5), 373-385.
- Thomas, D. T. (2016). Nutrition and athletic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(3), 543-568.
- Timothy Noakes, J. S. (2014). Low-carbohydrate diets for athletes: *What evidence?* *British Journal of Sports Medicine*, 48(14), 1077-1078.
- Trakman, G. L. (2016). A systematic review of athletes' and coaches' nutrition knowledge and reflections on the quality of current nutrition knowledge measures. *Nutrients*, 8(9), 570.
- Trent Stellingwerff, G. R. (2014). Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 39(9), 998-1011.
- Valter D. Longo, M. P. (2014). Fasting: *Molecular mechanisms and clinical applications*. *Cell metabolism* 19.2 (2014): 181-192.
- Vesanto Melina, W. C. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetic*, 116(12), 1970-1980.
- Winston, C. (2009). Health effects of vegan diets. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1627S-1633S.

BÖLÜM 8

REKREASYONEL EGZERSİZİN PSİKOBİYOLOJİSİ: NÖROTRANSMİTERLER VE HORMONAL ADAPTASYONLARIN ZİHİNSEL SAĞLIĞA ETKİSİ

Arş. Gör. Cemre Can AKKAYA

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
Antrenörlük Eğitimi Bölümü

cemrecan.akkaya@yeniyuzuyil.edu.tr

ORCID:0000-0001-8751-4335

Dr. Öğr. Üyesi Ozan YILMAZ

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Rekreasyon Bölümü

ozan.yilmaz@yeniyuzuyil.edu.tr

ORCID: 0000-0001-5889-7365

Dr. Öğr. Üyesi Alişan YAVUZ

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
Antrenörlük Eğitimi Bölümü alisan.yavuz@yeniyuzuyil.edu.tr

ORCID: 0000-0003-0842-3123

GİRİŞ

Egzersiz, Caspersen ve arkadaşları (1985) tarafından fiziksel uygunluğu ve genel iyilik hâlini geliştirmek veya sürdürmek amacıyla planlı, yapılandırılmış ve tekrarlayıcı biçimde gerçekleştirilen fiziksel aktivite olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz, sağlıklı bir yaşamın temelidir ve sadece bedeni değil, aynı zamanda zihni de olumlu yönde etkilemektedir (Paraschiv, 2024). Rekreatif egzersiz, bireyin serbest zamanlarında fiziksel olarak katıldığı birçok aktiviteyi kapsayan sportif amaçlı etkinliklerdir (Bekar, 2019; Yaşar, 2023). Bu çerçevesinde ele alındığında, rekreatif egzersiz yalnızca kas-iskelet sistemini harekete geçiren bir etkinlik olmanın ötesinde, zihinsel sağlık üzerinde çok katmanlı etkiler yaratan karmaşık bir biyopsikolojik süreçtir. Günümüzde

artan bilimsel kanıtlar, düzenli ve gönüllü olarak yapılan fiziksel aktivitenin bireyin psikolojik iyilik hâlini destekleyen güçlü bir biyolojik düzenleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu etkiler, başta nörotransmitter sistemler ve nörogelişimsel faktörler olmak üzere, hormonal adaptasyonların dinamik etkileşimiyle şekillenmektedir.

Orta şiddette gerçekleştirilen rekreasyonel egzersiz, beynin yapısal ve işlevsel esnekliğini ifade eden nöroplastisiteyi artırarak depresyon ve anksiyete gibi yaygın psikiyatrik bozuklukların semptomlarının hafifletilmesine katkı sağlamaktadır. Bu süreçte norepinefrin, serotonin, asetilkolin ve gama-aminobütirik asit (Gamma-Aminobutyric Acid=GABA) gibi temel nörotransmitterlerin etkinliği artarken, beyin kaynaklı nörotrofik faktör (Brain-Derived Neurotrophic Factor= BDNF) başta olmak üzere sinir hücrelerinin gelişimini ve hayatta kalmasını destekleyen nörogelişimsel moleküllerin ekspresyonu da yükselmektedir (Ma, 2008; Hossain ve ark., 2024). Özellikle BDNF'nin artışı, öğrenme, hafıza ve duygudurum düzenlenmesi gibi bilişsel ve duygusal süreçler açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Fiziksel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki koruyucu etkileri yalnızca nörotransmitter düzeyleriyle sınırlı değildir. Egzersiz; sinaptik plastisite, nörojenez, anjiyogenez ve otofaji gibi temel biyolojik mekanizmalar aracılığıyla merkezi ve otonom sinir sisteminin işlevlerini optimize etmektedir. Bu mekanizmalar, nörodejeneratif hastalıkların gelişme riskini azaltırken, bilişsel işlevlerin korunmasına ve geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır (Mahalakshmi ve ark., 2020).

Egzersizle ilişkili bir diğer önemli nörokimyasal bileşen dopamindir. Dopamin düzeylerindeki artış, stres algısının azalması, motivasyonun artması ve depresif belirtilerin hafiflemesiyle ilişkilidir. Dopamin ile fiziksel aktivite arasındaki çift yönlü ilişki, egzersizin bu nörotransmitter üzerindeki etkisinin yaş ve cinsiyet gibi bireysel değişkenlerden büyük ölçüde bağımsız olarak sürdüğünü göstermektedir (Marques ve ark., 2021). Bu durum, egzersizin geniş bir popülasyon için evrensel bir zihinsel sağlık destekleyicisi olabileceğine işaret etmektedir.

Nörolojik hastalıklar bağlamında değerlendirildiğinde, egzersizin önemi daha da belirgin hâle gelmektedir. Parkinson hastalığında fiziksel aktivite, dopaminerjik nöronların korunmasına katkı sağlayarak motor fonksiyonlardaki bozulmaların yanı sıra bilişsel ve duygudurumla ilişkili semptomların hafifletilmesine yardımcı olmaktadır. Egzersiz, dopamin sentezini ve ilgili nörotransmitterlerin ekspresyonunu destekleyerek beyin plastisitesinin sürdürülmesinde önemli bir rol üstlenmektedir

(Oliveira De Carvalho ve ark., 2018). Benzer şekilde, bipolar bozukluk gibi psikiyatrik rahatsızlıklarda aerobik egzersizin BDNF ekspresyonunu artırarak beyin sağlığını güçlendirdiği ve kronik stresin olumsuz etkilerini azalttığı ileri sürülmektedir (Manochio ve ark., 2015).

Egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki etkileri hormonal sistemle olan etkileşimiyle daha da genişlemektedir. Düzenli fiziksel aktivite, testosteron, folikül uyarıcı hormon ve luteinizan hormon gibi üreme hormonlarının dengelenmesine katkı sağlarken, aşırı ve kontrolsüz egzersizin bu hormonal dengeyi bozabileceği belirtilmektedir (Adelowo ve ark., 2024). Bunun yanı sıra, yüksek dozda androjen kullanımının BDNF düzeylerinde azalmaya yol açtığı ve bu durumun zihinsel sağlık üzerinde olumsuz sonuçlar doğurabileceği vurgulanmaktadır (Bjørnebekk ve ark., 2022). Bu bulgular, egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki etkilerinin doz ve süre açısından dengeli bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Psikolojik iyilik hâli açısından değerlendirildiğinde, egzersiz inflamasyonu azaltması, uyku kalitesini iyileştirmesi ve endorfin salınımını artırması yoluyla depresyon ve anksiyete belirtilerinin hafifletilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Aynı zamanda pozitif ruh hâlinin desteklenmesi, stres düzeylerinin düşürülmesi, benlik saygısının güçlendirilmesi ve sosyal etkileşimin teşvik edilmesi gibi psikososyal kazanımlar, rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki bütüncül etkilerini ortaya koymaktadır (Hossain ve ark., 2024; Arazi ve ark., 2022).

Sonuç olarak rekreasyonel egzersiz, nörotransmitter sistemler ve hormonal adaptasyonlar üzerinde çok çeşitli etkiler göstererek zihinsel sağlığın biyolojik temellerinin düzenlenmesinde merkezi bir rol üstlenmektedir. Bu biyopsikolojik süreçlerin anlaşılması, bireylerin ruhsal iyi oluşunu destekleyen sürdürülebilir ve etkili müdahalelerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bölüm, hareketin psikolojik iyilik haline katkısını nörotransmitterler ve hormonal adaptasyonlar bağlamında ele alarak rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki biyolojik mekanizmalarını kapsamlı bir çerçevede açıklamayı amaçlamaktadır.

Psikobiyolojik Yaklaşım

Psikobiyoloji, zihin ile beden arasındaki karşılıklı etkileşimi inceleyen disiplinlerarası bir yaklaşım olup, psikolojik ve biyolojik süreçlerin birbirini nasıl etkilediğine odaklanmaktadır. Bu alan; insan davranışı, biliş, duygulanım ve fiziksel sağlık üzerinde etkili olan nörobiyolojik, psikolojik ve fizyolojik faktörleri bütüncül bir çerçevede ele

almaktadır. Psikobiyolojik yaklaşım, özellikle egzersiz ve spor bağlamında, zihinsel durumların fiziksel performans ve genel iyilik hali üzerindeki belirleyici rolünü anlamada önemli katkılar sağlamıştır. Bilişsel ve duygusal mekanizmaların, optimal fiziksel performansın sürdürülmesi ve stresle başa çıkma kapasitesinin geliştirilmesindeki işlevi bu yaklaşım sayesinde daha görünür hâle gelmiştir (Acevedo ve Ekkekakis, 2006; Crivelli ve ark., 2024).

Egzersiz bağlamında nöroplastisite, beynin fiziksel aktiviteye yanıt olarak yapısal ve işlevsel düzeyde uyum sağlama kapasitesini ifade etmektedir. Fiziksel egzersiz; moleküler, hücresel ve sistemik düzeylerde nöroplastik değişimleri tetikleyerek bilişsel ve motor işlevlerin gelişimini desteklemektedir. Aerobik egzersiz başta olmak üzere farklı egzersiz türleri; nörogenez, sinaptik plastisite, anjiyogenez ve nörotransmitterler ile nörotrofik faktörlerin salınımını artırarak beyin sağlığı ve işlevselliğini güçlendirmektedir. Nörogörüntüleme çalışmalarından elde edilen bulgular, özellikle ultra-dayanıklılık sporcularında, yoğun fiziksel ve psikolojik stresin yol açtığı serebral atrofinin egzersize bağlı nöroplastik uyum süreçleriyle tersine çevrilebildiğini göstermektedir. Bu nöral adaptasyonlar, atletlerde dayanıklılık ve bilişsel kapasitenin genişlemesine katkı sağlarken, aynı zamanda genel popülasyonda beyin sağlığını desteklemeye yönelik önemli müdahale olanakları sunmaktadır (Perrey ve Mandrick, 2012; Matta Mello Portugal ve ark., 2013; El-Sayes ve ark., 2018; Lee, 2022).

Rekreasyonel sporcular ise egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden yararlanmakla birlikte, performans odaklı stresörlere daha sınırlı düzeyde maruz kalmaktadır. Buna rağmen, motivasyon, stres yanıtları ve toparlanma süreçleri açısından bireysel farklılıklar gösterebilmektedirler. Her iki spor bağlamında da vagus sinirinin otonom sinir sistemi düzenleyici rolü öne çıkmaktadır. Vagus siniri aracılığıyla sağlanan otonom denge; toparlanma süreçleri, duygusal düzenleme ve stres altında bilişsel kontrol üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Özellikle performans sporlarında bu düzenleme, odaklanmanın sürdürülmesi ve tükenmişliğin önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Cerin ve ark., 2009; Zulyniak ve ark., 2020; Silva-Júnior ve ark., 2016; Crivelli ve ark., 2024; Lopez Blanco ve Tyler, 2025).

Sonuç olarak psikobiyoloji, egzersizin beyin yapısı ve işlevi üzerindeki etkilerini nöroplastisite yoluyla açıklayan bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, bilişsel ve duygusal uyum süreçlerinin fiziksel performans ve zihinsel dayanıklılık üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Rekreasyonel ve performans sporları arasındaki

psikolojik farklılıklar; bilişsel taleplerin düzeyi, stres maruziyeti ve zihinsel yorgunluk yönetimi gibi faktörlerden kaynaklanmakta; performans sporcuları bu süreçleri yönetebilmek için daha gelişmiş psikobiyojik stratejilere başvurmaktadır. Bu bağlamda psikobiyojik yaklaşım, hem sportif performansın sürdürülebilirliği hem de zihinsel sağlığın korunması açısından temel bir kuramsal zemin oluşturmaktadır.

Rekreasyonel Egzersizin Nörotransmitter Düzeyleri ve Hormonal Denge Üzerindeki Etkileri

Rekreasyonel egzersizin nörotransmitter düzeyleri ve hormonal denge üzerindeki etkileri, uygulanan egzersiz türüne bağlı olarak farklı fizyolojik ve metabolik yollar üzerinden ortaya çıkmaktadır (Meeusen ve Meirleir, 1995; Babyak ve ark., 2000; Strasser ve Fuchs, 2015; Adanur, 2018; Öviz ve Göçer, 2021). Aerobik ve anaerobik egzersiz biçimleri, merkezi sinir sistemi ve endokrin sistem üzerinde farklı yanıtlar oluşturarak zihinsel ve fiziksel sağlık çıktılarının çeşitlenmesine neden olmaktadır.

Aerobik egzersizler, özellikle koşu, bisiklet ve yüzme gibi aktiviteler, serotonin, dopamin, norepinefrin ve GABA gibi nörotransmitterlerin düzeylerinde artışa yol açmaktadır. Bu nörotransmitterler; duygudurum düzenlenmesi, bilişsel işlevler ve stres yanıtlarının kontrolünde temel roller üstlenmektedir. Aerobik egzersizle ilişkili bu nörokimyasal değişimler, anksiyolitik ve antidepresan etkilerin biyolojik temelini oluşturmaktadır (Ma, 2008; Heijnen ve ark., 2016). Bununla birlikte aerobik egzersiz, akut dönemde enerji mobilizasyonunu desteklemek amacıyla kortizol düzeylerinde artışa neden olabilmektedir. Ancak uzun süreli ve düzenli egzersiz alışkanlığı, endokrin sistemin daha dengeli çalışmasını sağlayarak stres toleransının artmasına katkıda bulunmaktadır (Hackney ve Constantini, 2020; Çağlar, 2025).

Anaerobik egzersizler, özellikle direnç antrenmanları, daha belirgin bir anabolik hormonal yanıt oluşturmaktadır. Bu tür egzersizler sırasında testosteron, büyüme hormonu (growth hormone=GH) ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (insulin-like growth factor-1=IGF-1) düzeylerinde artış gözlenmektedir. Söz konusu hormonlar, kas hipertrofisi, doku onarımı ve kuvvet gelişimini desteklemenin yanı sıra, nöroplastisite ve bilişsel performans üzerinde dolaylı olumlu etkiler de gösterebilmektedir (Kraemer, 1988; Çağlar, 2025). Direnç egzersizine bağlı hormonal yanıtlar; egzersiz şiddeti, hacmi, kullanılan kas kütlesi ve dinlenme aralıkları gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermekte ve bu durum endokrin yanıtın bireyselleştirilmesine olanak tanımaktadır (Kraemer, 1988).

Egzersize bağılı endokrin yanıtlar, cinsiyete özgü farklılıklar da sergilemektedir. Özellikle yüksek şiddetli veya yüksek hacimli antrenmanlara maruz kalan kadınlarda luteinizan hormon (luteinizing hormone=LH) ve folikül uyarıcı hormon (follicle-stimulating hormone=FSH) düzeylerinde bozulmalar görülebilmekte; bu durum oligomenore ve amenore gibi menstrual düzensizliklere yol açabilmektedir. Söz konusu hormonal değişiklikler, egzersize bağılı enerji yetersizliği, psikolojik stres ve hormon metabolizması ile atılımındaki değişikliklerden etkilenmektedir (Arena ve ark., 1995). Östrojen hormonunun inflamatuvar süreçlerin düzenlenmesi ve duygudurum üzerindeki etkileri dikkate alındığında, kadınlarda egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki sonuçlarının hormonal bağlamda değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Çağlar, 2025).

Fiziksel egzersiz sırasında hipotalamus-hipofiz-adrenal (hypothalamic-pituitary-adrenal=HHA) ekseninin aktive olmasıyla birlikte kortizol ve katekolamin düzeylerinde geçici artışlar meydana gelmektedir. Bu hormonal yanıtlar, kardiyovasküler işlevlerin sürdürülmesi, termoregülasyon ve enerji substratlarının mobilizasyonu açısından işlevseldir. Tekrarlayan egzersiz uyarılarına adaptasyon sürecinde, bu hormonal dalgalanmaların daha dengeli hâle gelmesi sağlanmakta; böylece kardiyovasküler verimlilik ve metabolik homeostaz gelişmektedir. Bu adaptasyonlar, stres yanıtlarının düzenlenmesi yoluyla zihinsel sağlığı dolaylı olarak desteklemektedir (Bunt, 1986; Hackney, 2020).

Egzersize bağılı nörotransmitter yanıtlar, egzersiz türü ve şiddetine göre değişkenlik göstermektedir. Aerobik egzersizlerin merkezi serotonin ve dopamin düzeylerini tutarlı biçimde artırdığı ve bunun duygu durumunda iyileşme ile anksiyete düzeylerinde azalma sağladığı bilinmektedir. Direnç egzersizleri de bu nörotransmitter sistemleri etkilemekle birlikte, etkilerinin periferik hormonal yanıtlarla daha karmaşık bir etkileşim içinde gerçekleştiği düşünölmektedir (Heijnen ve ark., 2016). Ayrıca genetik yapı, gelişimsel dönem ve bireysel hormonal durum gibi faktörler, egzersizin nöromodölatör etkilerini şekillendiren önemli değişkenler arasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, rekreasyonel aerobik ve anaerobik egzersizler, nörotransmitter salınımı ve hormonal profiller üzerinde farklı ancak birbirini tamamlayıcı etkiler oluşturmaktadır. Aerobik egzersizler daha çok duygudurum ve stres düzenlenmesiyle ilişkili nörotransmitterleri artırırken, anaerobik egzersizler anabolik hormonal yanıtlar yoluyla fiziksel ve bilişsel uyumu desteklemektedir. Bunun yanı sıra, egzersizin üreme

hormonları üzerindeki etkileri cinsiyete özgü özellikler göstermekte ve özellikle kadınlarda yüksek antrenman yüklerinin dikkatle değerlendirilmesini gerektirmektedir. Egzersiz türü, şiddeti, süresi ve bireysel özellikler arasındaki etkileşim, zihinsel sağlık ve fizyolojik iyilik hâlini belirleyen nöroendokrin uyum süreçlerini şekillendirmektedir.

Rekreasyonel Egzersizin Zihinsel Sağlık Üzerindeki Etkilerinde Nöroplastisitenin Rolü

Nöroplastisite, rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin ortaya çıkmasında merkezi bir biyolojik mekanizma olarak kabul edilmektedir. Beynin yapısal ve işlevsel olarak değişebilme kapasitesini ifade eden nöroplastisite, egzersiz yoluyla uyarılarak sinir sisteminin çevresel ve psikolojik stresörlere uyum yeteneğini artırmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite; nörogenez, sinaptogenez ve sinaptik bağlantıların güçlenmesi gibi nöroplastik süreçleri desteklemekte, özellikle öğrenme, bellek ve duygusal düzenlemede kritik rol oynayan hipokampus gibi beyin bölgelerinde belirgin yapısal ve işlevsel değişimlere yol açmaktadır (Cirrik ve Hacıoğlu, 2016; Patten ve ark., 2015).

Bu etkilerin temelinde yer alan başlıca mekanizmalardan biri, nörotrofik faktörlerin ekspresyonundaki artıştır. Özellikle beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF), egzersize yanıt olarak artan en önemli moleküllerden biridir. BDNF; nöronal hayatta kalma, büyüme ve sinaptik plastisiteyi destekleyerek duygudurumun iyileşmesine ve bilişsel dayanıklılığın artmasına katkı sağlamaktadır. Bu sayede depresyon ve anksiyete gibi psikiyatrik bozukluklara karşı kırılganlık azalmakta, zihinsel sağlık daha dirençli bir yapıya kavuşmaktadır (Gonçalves ve ark., 2006; Mashhadi ve ark., 2021).

Egzersiz aynı zamanda beyin dokusunda sinaptik plastisiteyi destekleyen uygun bir mikrosistem oluşturmaktadır. Fiziksel aktiviteye bağlı olarak anjiyogenez artmakta, glial hücre aktivasyonu düzenlenmekte ve mitokondriyal işlevler iyileşmektedir. Bu biyolojik değişimler, nöronal enerji metabolizmasını destekleyerek daha sağlıklı bir beyin ortamının oluşmasına katkı sağlamakta ve Alzheimer ile Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif süreçlerin geciktirilmesine yardımcı olmaktadır (Bernardo ve ark., 2016; Lin ve ark., 2018). Buna paralel olarak, nöroinflamasyonun azalması ve duygusal düzenleme mekanizmalarının güçlenmesi de nöroplastik uyumun önemli sonuçları arasında yer almaktadır.

Söz konusu çok yönlü nöroplastik adaptasyonlar sayesinde rekreasyonel egzersiz; duygu durumunun iyileşmesi, stresle başa çıkma kapasitesinin artması ve bilişsel işlevlerin etkinleşmesi gibi temel nörofizyolojik parametreleri olumlu yönde etkilemektedir. Bu durum, yalnızca psikiyatrik belirtilerin azalmasını değil, aynı zamanda zihinsel bozuklukların ortaya çıkma riskinin düşmesini ve nörolojik hastalıklarda rehabilitasyon süreçlerinin desteklenmesini de mümkün kılmaktadır (Arida ve ark., 2013; Paraschiv, 2024).

Sonuç olarak nöroplastisite, rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki geniş kapsamlı yararlarını açıklayan temel biyolojik mekanizma olarak öne çıkmaktadır. Egzersiz yoluyla desteklenen nöroplastik süreçler, beynin uyum kapasitesini artırarak daha esnek, dayanıklı ve işlevsel olarak optimize edilmiş bir sinir sistemi oluşmasına katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda rekreasyonel egzersiz, zihinsel iyilik hâlinin sürdürülmesinde ve geliştirilmesinde güçlü bir nörobiyolojik araç olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde ele alınan kuramsal ve ampirik bulgular, rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki etkilerinin çok boyutlu ve çok düzlemlili biyopsikolojik mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıktığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Egzersiz, yalnızca fiziksel uygunluğu destekleyen bir etkinlik değil; aynı zamanda nörotransmitter sistemler, hormonal adaptasyonlar ve nöroplastik süreçler üzerinden zihinsel iyilik hâlinin düzenlenmesinde merkezi rol üstlenen güçlü bir psikobiyolojik düzenleyicidir.

Rekreasyonel egzersizin serotonin, dopamin, norepinefrin ve GABA gibi temel nörotransmitterler üzerindeki düzenleyici etkileri; duygu durumunun iyileşmesi, stres yanıtının dengelenmesi ve bilişsel işlevlerin desteklenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Bu nörokimyasal değişimler, egzersizin depresyon ve anksiyete gibi yaygın ruhsal bozukluklar üzerindeki koruyucu ve iyileştirici etkilerinin biyolojik temelini oluşturmaktadır. Buna paralel olarak, egzersizin BDNF başta olmak üzere nörotrofik faktörlerin ekspresyonunu artırması, sinaptik plastisite ve nörogenez süreçlerini destekleyerek beyin yapısal ve işlevsel uyum kapasitesini güçlendirmektedir.

Hormonal adaptasyonlar bağlamında değerlendirildiğinde, rekreasyonel egzersizin endokrin sistem üzerinde dengeleyici bir etki oluşturduğu görülmektedir. Aerobik ve anaerobik egzersiz türlerinin farklı hormonal profiller oluşturması, egzersizin zihinsel ve fiziksel etkilerinin tür, şiddet ve süreye bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya

koymaktadır. Bununla birlikte, aşırı ve kontrolsüz egzersizin özellikle üreme hormonları ve stres hormonları üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabileceği bulgusu, egzersizin zihinsel sağlık açısından da bireyselleştirilmiş ve dengeli biçimde planlanması gerektiğini göstermektedir.

Psikobiyojik yaklaşım, rekreasyonel egzersizin zihinsel sağlık üzerindeki etkilerini anlamada bütüncül bir kuramsal çerçeve sunmaktadır. Zihin ve beden etkileşimini merkeze alan bu yaklaşım, egzersizin yalnızca biyolojik değil; aynı zamanda bilişsel, duygusal ve otonom sinir sistemi düzeylerinde de düzenleyici etkiler oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Nöroplastisite yoluyla desteklenen bu uyum süreçleri, bireyin stresle başa çıkma kapasitesini artırmakta, psikolojik dayanıklılığı güçlendirmekte ve zihinsel performansın sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

Rekreasyonel ve performans sporları arasındaki psikolojik farklılıklar da bu bağlamda anlam kazanmaktadır. Performans sporcularının yüksek bilişsel yük, stres ve zihinsel yorgunlukla baş etmek için daha ileri psikobiyojik stratejilere ihtiyaç duyduğu; buna karşılık rekreasyonel egzersizin daha çok koruyucu ve iyilik halini destekleyici bir işlev gördüğü anlaşılmaktadır. Ancak her iki spor bağlamında da otonom sinir sistemi düzenlemesi, özellikle vagus siniri aracılığıyla sağlanan denge, zihinsel sağlık ve toparlanma süreçleri açısından belirleyici bir role sahiptir.

Sonuç olarak rekreasyonel egzersiz, nörotransmitter sistemler, hormonal adaptasyonlar ve nöroplastik mekanizmalar üzerinden zihinsel sağlığın biyolojik temellerini çok yönlü biçimde etkileyen güçlü bir psikobiyojik araçtır. Bu süreçlerin bütüncül biçimde anlaşılması, bireylerin ruhsal iyilik hâlini destekleyen sürdürülebilir egzersiz programlarının geliştirilmesi ve zihinsel sağlık odaklı müdahalelerin etkinliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda rekreasyonel egzersiz, modern toplumlarda zihinsel sağlığın korunması ve geliştirilmesine yönelik temel stratejilerden biri olarak değerlendirilmeli ve psikobiyojik bir perspektifle ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acevedo, E. O., & Ekkekakis, P. (2006). *Psychobiology of physical activity*. Human Kinetics. <https://doi.org/10.53841/bpssepr.2007.3.2.51>
- Adanur, O. (2018). *Farklı Dinlenme Aralıklı Yüksek Yoğunluklu Antrenmanların Hormonal ve Fizyolojik Yanıt Üzerine Etkisi* (Master's thesis, Inonu University (Turkey)).
- Adelowo, O. E., Akindele, B. M., Adegbola, C. A., Oyedokun, P. A., Akhigbe, T. M., & Akhigbe, R. E. (2024). Unraveling the complexity of the impact of physical exercise on male reproductive functions: a review of both sides of a coin. *Frontiers in Physiology*, 15, 1492771. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1492771>
- Arazi, H., Dadvand, S. S., & Suzuki, K. (2022). Effects of exercise training on depression and anxiety with changing neurotransmitters in methamphetamine long term abusers: A narrative review. *Biomedical Human Kinetics*, 14(1), 117-126. <https://doi.org/10.2478/bhk-2022-0015>
- Arena, B., Maffulli, N., Maffulli, F., & Morleo, M. A. (1995). Reproductive hormones and menstrual changes with exercise in female athletes. *Sports Medicine*, 19(4), 278-287. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519040-00005>
- Babyak, M., Blumenthal, J. A., Herman, S., Khatri, P., Doraiswamy, M., Moore, K., ... & Krishnan, K. R. (2000). Exercise treatment for major depression: maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Biopsychosocial Science and Medicine*, 62(5), 633-638.
- Bekar, Ö. (2019). Düzenli egzersiz yapan bireyleri rekreasyonel egzersize motive eden nedenler ile algıladıkları sağlık çıktıları arasındaki ilişkinin incelenmesi [Master's thesis, Akdeniz University, Institute of Social Sciences].
- Bernardo, T. C., Marques-Aleixo, I., Belega, J., Oliveira, P. J., Ascensao, A., & Magalhaes, J. (2016). Physical exercise and brain mitochondrial fitness: the possible role against a Alzheimer's disease. *Brain Pathology*, 26(5), 648-663. <https://doi.org/10.1111/bpa.12403>
- Bjørnebeek, A., Scarth, M., Neupane, S. P., Westlye, L. T., Hullstein, I. R., Thorsby, P. M., & Halvorsen, B. (2023). Use of high-dose androgens is associated with reduced brain-derived neurotrophic factor in male weightlifters. *Neuroendocrinology*, 113(1), 36-47. <https://doi.org/10.1159/000526418>
- Bunt, J. C. (1986). Hormonal alterations due to exercise. *Sports Medicine*, 3(5), 331-345. <https://doi.org/10.2165/00007256-198603050-00003>
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports (Washington, D.C. : 1974)*, 100(2), 126-131.
- Cerin, E., Leslie, E., Sugiyama, T., & Owen, N. (2009). Associations of multiple physical activity domains with mental well-being. *Mental Health and Physical Activity*, 2(2), 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2009.09.004>
- Cırrık, S., & Hacıoğlu, G. (2016). Neurophysiological effects of exercise. In *Fitness Medicine*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/64801>
- Crivelli, D., Balconi, M., & Angioletti, L. (2024). Neurocognitive empowerment, embodied practices, and peak performance in sports: case studies and future challenges. *Neuropsychological Trends*, 35, 85-96. <https://doi.org/10.7358/neur-2024-035-criv>
- Çağlar, E. Ç. (2025). The effects of exercise on the endocrine system. *Journal of Optimal Zenith SportSciences*, 2(2), 114-130 <https://doi.org/10.70736/jozss.2077>
- El-Sayes, J., Harasym, D., Turco, C. V., Locke, M. B., & Nelson, A. J. (2018). Exercise-induced neuroplasticity: a mechanistic model and prospects for promoting plasticity. *The Neuroscientist*, 25(1), 65-85. <https://doi.org/10.1177/1073858418771538>
- Gonçalves, M. P., Tomaz, C., & Sangoi, C. (2006). Considerações sobre envelhecimento, memória e atividade física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 14(2), 95-102.
- Hackney A. C. (2020). Hormonal Exercise Response Model (HERM): A Conceptual Framework of Endocrine Reactivity to the Physical Stress of Exercise. *Anatolia sport research*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.29228/anatoliasr.1>
- Hackney, A. C., & Constantini, N. W. (Eds.). (2020). *Endocrinology of physical activity and sport*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33376-8>
- Heijnen, S., Hommel, B., Kibele, A., & Colzato, L. S. (2016). Neuromodulation of aerobic exercise—a review. *Frontiers in psychology*, 6, 167146. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01890>
- Hossain, M. N., Lee, J., Choi, H., Kwak, Y.-S., & Kim, J. (2024). The impact of exercise on depression: how moving makes your brain and body feel better. *Physical Activity and Nutrition*, 28(2), 43-51. <https://doi.org/10.20463/pan.2024.0015>
- Kraemer, W. J. (1987). Endocrine responses to resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 20(5):p S152-S157 <https://doi.org/10.1249/00005768-198810001-00011>

- Lee M. (2022). Exercise-brain interaction of neuroplasticity: empirical evidence in the rodent adaptation. *Physical activity and nutrition*, 26(4), 1–4. <https://doi.org/10.20463/pan.2022.0018>
- Lin, T. W., Tsai, S. F., & Kuo, Y. M. (2018). Physical exercise enhances neuroplasticity and delays Alzheimer's disease. *Brain plasticity*, 4(1), 95-110. <https://doi.org/10.3233/BPL-180073>
- Lopez Blanco, C., & Tyler, W. J. (2025). The vagus nerve: a cornerstone for mental health and performance optimization in recreation and elite sports. *Frontiers in psychology*, 16, 1639866. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1639866>
- Ma, Q. (2008). Beneficial effects of moderate voluntary physical exercise and its biological mechanisms on brain health. *Neuroscience Bulletin*, 24(4), 265–270. <https://doi.org/10.1007/s12264-008-0402-1>
- Mahalakshmi, B., Maurya, N., Lee, S.-D., & Bharath Kumar, V. (2020). Possible Neuroprotective Mechanisms of Physical Exercise in Neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5895. <https://doi.org/10.3390/ijms21165895>
- Manochio, J., Machado, S., Nardi, A. E., Yuan, T.-F., Cheniaux, E., Arias-Carrión, O., Mura, G., Wegner, M., Budde, H., de Sa Filho, A. S., Rimes, R., Lattari, E., Oliveira, A. C., Paes, F., Ferreira Rocha, N. B., Lamego, M. K., & de Souza Moura, A. M. (2015). Potential therapeutic effects of physical exercise for bipolar disorder. *CNS & Neurological Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-CNS & Neurological Disorders)*, 14(10), 1255-1259. <https://doi.org/10.2174/187152731566615111122219>
- Mario Arida, R., Alexandre Scorza, F., & Abrão Cavalheiro, E. (2013). Role of physical exercise as complementary treatment for epilepsy and other brain disorders. *Current pharmaceutical design*, 19(38), 6720-6725. <https://doi.org/10.2174/1381612811319380004>
- Marques, A., Marconcin, P., Werneck, A. O., Ferrari, G., Gouveia, É. R., Kliegel, M., Peralta, M., & Ihle, A. (2021). Bidirectional Association between Physical Activity and Dopamine Across Adulthood—A Systematic Review. *Brain Sciences*, 11(7), 829. <https://doi.org/10.3390/brainsci11070829>
- Mashhadi, Z., Saadati, H. and Dadkhah, M. (2021). Investigating the Putative Mechanisms Mediating the Beneficial Effects of Exercise on the Brain and Cognitive Function. *International Journal of Medical Reviews*, 8(1), 45-56. doi: 10.30491/ijmr.2020.241700.1129
- Matta Mello Portugal, E., Cevada, T., Sobral Monteiro-Junior, R., Teixeira Guimarães, T., da Cruz Rubini, E., Lattari, E., ... & Camaz Deslandes, A. (2013). Neuroscience of exercise: from neurobiology mechanisms to mental health. *Neuropsychobiology*, 68(1), 1-14. <https://doi.org/10.1159/000350946>
- Meeusen, R., & De Meirleir, K. (1995). Exercise and brain neurotransmission. *Sports medicine*, 20(3), 160-188.
- Oliveira De Carvalho, A., Filho, A. S. S., Murillo-Rodriguez, E., Rocha, N. B., Carta, M. G., & Machado, S. (2018). Physical Exercise For Parkinson's Disease: Clinical And Experimental Evidence. *Clinical Practice & Epidemiology in Mental Health*, 14, 89–98. <https://doi.org/10.2174/1745017901814010089>
- Öniz, M., & Göçer, İ. (2021). Egzersizin Bazı Üreme Hormonları Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 24-44.
- Paraschiv, P. (2024). The Influences of Physical Exercises on the Nervous System. *Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Machine Constructions Section*, 70(3), 21–25. <https://doi.org/10.2478/bipcm-2024-0012>
- Patten, A. R., Yau, S. Y., Fontaine, C. J., Meconi, A., Wortman, R. C., & Christie, B. R. (2015). The benefits of exercise on structural and functional plasticity in the rodent hippocampus of different disease models. *Brain Plasticity*, 1(1), 97-127. <https://doi.org/10.3233/BPL-150016>
- Perrey, S., & Mandrick, K. (2012). Evidence from neuroimaging to explore brain plasticity in humans during an ultra-endurance burden. *BMC medicine*, 10(1), 171. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-10-171>
- Silva-Júnior, F. L., Emanuel, P., Sousa, J., Silva, M., Teixeira, S., Pires, F. O., Machado, S., & Arias-Carrion, O. (2016). Prior Acute Mental Exertion in Exercise and Sport. *Clinical practice and epidemiology in mental health: CP & EMH*, 12, 94–107. <https://doi.org/10.2174/1745017901612010094>
- Strasser, B., & Fuchs, D. (2015). Role of physical activity and diet on mood, behavior, and cognition. *Neurology, Psychiatry and Brain Research*, 21(3), 118-126. <https://doi.org/10.1016/j.npbr.2015.07.002>
- Yaşar, M. (2023). *Üniversitede çalışan akademik personelin rekreasyonel egzersize ilişkin sağlık inancı* (Master's thesis, Necmettin Erbakan University (Turkey)).

Zulyniak, S., Williams, J. V., Bulloch, A. G., Lukmanji, A., & Patten, S. B. (2020). The association of recreational and non-recreational physical activity with mental health: A Canadian cross-sectional analysis. *Journal of Affective Disorders Reports*, 1, 100021. <https://doi.org/10.1016/j.jadr.2020.100021>

HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ-2

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Bergün MERİÇ BİNGÜL

Doç. Dr. Hakan AKDENİZ