

Aralık 2025

Fiziksel Aktivite, Egzersiz ve Sağlık:

Kuramsal Temeller ve Uygulamalı Yaklaşımlar

EDİTÖR

PROF. DR. ÖZGÜR DİNÇER

SERÜVEN
YAYINEVİ

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2025

ISBN • 978-625-8671-07-0

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz. The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

Fiziksel Aktivite, Egzersiz ve Sağlık: Kuramsal Temeller ve Uygulamalı Yaklaşımlar

ARALIK 2025

EDİTÖR

Prof. Dr. Özgür DİNÇER

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

FİZİKSEL AKTİVİTE VE EGZERSİZDE ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI
(EMS): FİZYOLOJİK ETKİLER VE UYGULAMA ALANLARI

Fatih ÖZTÜRK / 7

BÖLÜM 2

HALK SAĞLIĞINDA DİYABETLE MÜCADELE: FİZİKSEL AKTİVİTE
TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

Fundanur ÖZTÜRK / 33

BÖLÜM 3

FİZİKSEL AKTİVİTEDE İNTRAABDOMİNAL BASINÇ VE ÖNEMİ

Nuray ELİBOL / 57

BÖLÜM 4

POSTÜRAL DEĞERLENDİRME KAPSAMINDA FONKSİYONEL
EGZERSİZ VE FİZİKSEL AKTİVİTE ETKİLEŞİMİ

Özgür DİNÇER / 67

BÖLÜM 5

GERİATRİK BİREYLERDE FİZİKSEL AKTİVİTE

Sevim ACARÖZ / 83



**FİZİKSEL AKTİVİTE VE EGZERSİZDE
ELEKTRİKSEL KAS UYARIMI (EMS):
FİZYOLOJİK ETKİLER VE UYGULAMA
ALANLARI**

“ ”

Fatih ÖZTÜRK¹

¹ Yüksek Lisans Öğrencisi, Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0004-7784-5674

GİRİŞ

Elektriksel Kas Uyarımı (Electrical Muscle Stimulation; EMS), deri üzerinden uygulanan elektriksel akım darbeleriyle periferik sinir-kas bileşenlerinde aksiyon potansiyellerini tetikleyerek istemsiz (uyarılmış) kas kasılması oluşturan; spor bilimleri ve rehabilitasyon alanında ise çoğunlukla istemli egzersizi destekleyen/tamamlayan bir yöntem olarak ele alınan bir uygulamadır (Maffiuletti, 2010). Klinik pratikte “nöromüsküler elektriksel uyarım” (NMES) terimi daha sık tercih edilirken; fitness ve performans bağlamında “EMS” ve özellikle birden çok kas grubunun eşzamanlı uyarıldığı “tüm vücut EMS” (whole-body EMS; WB-EMS) uygulamaları öne çıkmaktadır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Bu yaklaşımların ortak paydası, kas liflerini doğrudan uyarmaktan çok, uygulamanın büyük bölümünde motor sinir dallarının uyarılması yoluyla kasılma yanıtı oluşturmalarıdır (Maffiuletti, 2010).



Şekil 1. EMS Sistemine Örnek Düzenek (Miha Bodytec, 2025).

EMS’ye ilginin artışında iki temel dinamik dikkat çekmektedir. Birincisi; immobilizasyon, ağrı, cerrahi sonrası koruma/kısıtlılık dönemleri veya nörolojik etkilenim gibi koşullarda istemli kas aktivasyonunun azalmasına bağlı gelişen kuvvet ve kas kütlesi kaybını önleme ya da sınırlama gereksinimidir (Maffiuletti, 2010). İkincisi ise spor performansı ve sağlık odaklı egzersizde, kısa sürede yüksek uyarı sağlayabilen ve bazı senaryolarda eklemle binen mekanik yükü görece sınırlı tutarak uygulanabilen zaman-etkin yaklaşımlara duyulan ilgidir (Filipovic ve ark., 2011; Kemmler ve ark., 2021). Bu çerçevede EMS, klasik kuvvet antrenmanının temel ilkeleri (özellik, aşı-

malılık, yeterli toparlanma ve bireyselleştirme) ile birlikte kurgulandığında, kas-iskelet sistemine kontrollü bir yüklenme uyarını sunabilen tamamlayıcı bir araç olarak konumlanmaktadır (Filipovic ve ark., 2011).

Bununla birlikte EMS'nin fizyolojik dayanağı, istemli kasılmadan bazı kritik yönleriyle ayrışır. NMES/EMS sırasında motor ünite aktivasyonunun, istemli kasılmaya kıyasla daha eşzamanlı bir örüntü sergileyebileceği; uyarının elektrot altındaki doku özelliklerine bağımlı yapısı nedeniyle aktivasyonun mekânsal dağılımının ve algılanan zorluk düzeyinin bireyler arasında değişebileceği bildirilmektedir (Maffiuletti, 2010). Bu farklılıklar bir yandan hedef kas grubuna güçlü bir periferik uyarın sunma potansiyeli yaratırken, diğer yandan özellikle EMS'ye alışkın olmayan bireylerde ya da başlangıç seanslarında aşırı dozlamaya bağlı olarak kas hasarı belirteçlerinde (örn. kreatin kinaz artışı) belirgin yükselmelerle ilişkili bir yüklenme profiline de yol açabilir (Kemmler ve ark., 2016; Teschler ve Mooren, 2019).

Spor ve egzersiz bilimleri literatüründe EMS, lokal uygulamalar (belirli kas grupları) ve WB-EMS biçimleri üzerinden geniş bir yelpazede incelenmiştir. Seçili sistematik derlemeler; EMS'nin uygun şiddet ve süre ile programlandığında maksimal kuvvet, sürat-kuvvet ve güç gibi performans bileşenlerinde anlamlı gelişmelerle ilişkili olabildiğini, ancak çalışma tasarımları, denek profilleri ve uyarım parametrelerindeki heterojenlik nedeniyle bulguların bağlama duyarlı yorumlanması gerektiğini vurgulamaktadır (Filipovic ve ark., 2011; Filipovic ve ark., 2012). Ayrıca bazı sentezlerde, uyarının “antrenman eşiğini” aşabilmesi açısından uyarım şiddetinin kritik olduğu; belirli analizlerde en azından yaklaşık $\geq 50\%$ maksimum istemli kasılma (MVC) düzeylerine karşılık gelen uyarım şiddetleriyle kuvvet kazanımları arasında ilişki bildirildiği ifade edilmektedir (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

WB-EMS'nin yaygınlaşmasıyla birlikte yöntem, yalnızca performans sporu bağlamında değil; sedanter ya da rekreasyonel düzeyde aktif yetişkinlerde vücut kompozisyonu ve kas kuvveti çıktıları açısından da değerlendirilmiştir. Bu alandaki sistematik derleme ve meta-analizler, WB-EMS'nin özellikle antrenmansız veya orta düzeyde aktif yetişkinlerde kas kuvveti ve bazı vücut kompozisyonu göstergeleri üzerinde olumlu etkiler gösterebildiğini; ancak etki büyüklüklerinin protokol, eşlik eden egzersiz içeriği ve katılımcı özelliklerine bağlı olarak değişebildiğini rapor etmektedir (Kemmler ve ark., 2021).

Öte yandan EMS'nin “yüksek uyarı kapasitesi”, güvenlik ve etik sorumlulukları da beraberinde getirir. WB-EMS için yayımlanan kılavuz ve uzlaşi metinlerinde; özellikle ilk uygulamalarda kademeli alıştırma, yeterli toparlanma aralıkları, yakın gözetim, eğitimli uygulayıcı, kontrendikasyon taraması ve seans içi iletişim gibi ilkeler öne çıkar (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Nitekim uygunsuz dozlanan veya kişinin alışkın

olmadığı koşullarda uygulanan EMS/WB-EMS seanslarını takiben rabdomiyoliz olguları bildirilmiş; bu durumun sporcularda dahi görülebildiği ve tek seans sonrasında çok yüksek kreatin kinaz düzeylerinin rapor edilebildiği gösterilmiştir (Finsterer ve Stöllberger, 2015; Kästner ve ark., 2015). Bu nedenle EMS'nin “kısa sürede yüksek etki” iddiasıyla değil, bilimsel ilkelere dayalı programlama ve güvenli uygulama çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir (Kemmler ve ark., 2023; Teschler ve Mooren, 2019).

Bu kitap bölümünün amacı; EMS'nin fizyolojik temellerini, egzersiz fizyolojisi üzerindeki etkilerini, protokol ve teknik özelliklerini; spor performansı, fiziksel aktivite ve rehabilitasyondaki kullanım alanlarını kanıta dayalı biçimde derlemek ve tartışmaktır. Ayrıca yöntemle ilişkili sınırlılıklar, riskler, güvenlik ilkeleri ve gelecekte yanıtlanması gereken araştırma soruları bütüncül bir çerçevede ele alınacaktır (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010).

Elektriksel Kas Uyarımının Fizyolojik Temelleri

EMS/NMES uygulamalarında temel amaç, deri üzerinden uygulanan elektriksel uyarının oluşturduğu elektrik alan aracılığıyla periferik sinir liflerinde depolarizasyonu tetiklemek ve bunun sonucunda kas liflerinde kasılma yanıtı elde etmektir. Yüzey elektrotlarıyla yapılan uygulamalarda uyarının “etkin” hedefi çoğu protokolda kas dokusunun kendisinden çok, ilgili kası innerve eden motor sinir dallarıdır. Bu sebeple uyarım şiddeti ve algılanan rahatsızlık düzeyi, sinir-kas yapısının özelliklerinin yanı sıra deri ve deri altı dokunun iletkenlik/empedans özelliklerinden de etkilenir (Maffiuletti, 2010). Periferik sinirlerin iletim parametrelerinin (ör. sinir iletim hızı, distal latans) sporcu popülasyonlarında ölçülebilir farklılıklar gösterebilmesi, elektriksel uyarıya verilen yanıtın ve tolere edilen şiddetin bireyselleştirilmesi gerektiğine işaret eder (Bamaç ve ark., 2014).

Fizyolojik yanıtın niteliğini belirleyen kritik unsur, uyarım parametrelerinin (ör. darbe genişliği/pulse width, genlik/amplitüd, frekans ve iş-dinlenme oranı) birbiriyle ilişkili biçimde düzenlenmesidir. Darbe genişliği ve genlik, uyarının hangi derinlikte etkili olacağını ve hangi sinir liflerinin daha olası biçimde etkinleşeceğini belirlerken; frekans, tek kas seğirmelerinin (twitch) zamansal olarak üst üste binerek tetanik kasılmaya dönüşmesinde belirleyicidir. Genel eğilim, frekans arttıkça kuvvet üretiminin yükselmesi yönünde olsa da, yüksek frekansların periferik yorgunluğu hızlandırabildiği bilinmektedir. Sonuç olarak parametrelerin hedeflenen uyarılanmaya göre “doz” mantığıyla, güvenlik ve tolerans penceresi gözetilerek planlanması önerilmektedir (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

İstemli kasılmayla karşılaştırıldığında EMS'ye özgü temel farklılıklardan biri, motor ünite aktivasyonunun daha eşzamanlı ve mekânsal olarak daha sabit bir örüntüyle ortaya çıkabilmesidir. İstemli kasılmada motor üniteler

genellikle kademeli ve değişken bir sırayla devreye girerken; yüzeyden elektiriksel uyarımda aynı bölgedeki lifler tekrar tekrar uyarılabildiğinden, belirli motor ünitelerin yükü görece artabilir. Bu özellik, kısa sürede yüksek bir mekanik uyarın oluşturma potansiyeli sağlarken; aynı zamanda yorgunluk birikimini ve seanslar arası toparlanma gereksinimini daha görünür hâle getirebilen bir yüklenme karakteri doğurabilir (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

Uyarımın derinliği ve kas içindeki dağılımı, elektrot yerleşimi kadar doku özelliklerine de duyarlıdır. Deri altı yağ dokusu kalınlığı, deri empedansı, hidrasyon durumu ve elektrot boyutu; hedef kasa ulaşan etkin akımı ve bireyin tolere edebileceği uyarım şiddetini etkileyebilir. Bu nedenle aynı cihaz ve aynı nominal ayarlar, farklı bireylerde farklı algılanan zorluk ve farklı mekanik çıktı üretebilir. Güvenli ve etkili uygulama için uyarım şiddetinin bireye özgü tolerans ve yanıt temelinde kademeli biçimde artırılması gerektiği vurgulanmaktadır (Maffiuletti, 2010; Kemmler ve ark., 2016).

EMS'nin akut metabolik yanıtı; uyarılan kas kütesinin büyüklüğüne ve uygulama yoğunluğuna bağlı olarak geniş bir spektrumda değişebilir. Özellikle yüksek şiddetli uyarımlarda, kas içi enerji döngüsünün hızlanmasına eşlik eden metabolik stresin artması ve lokal yorgunluk belirteçlerinde yükseliş beklenebilir. Bu bağlamda EMS bazı protokollerde kuvvet gelişimini destekleyecek düzeyde periferik bir uyarın üretirken; toparlanma penceresi ve doku toleransı gözetiilmediğinde kas hasarı belirteçlerinde (örn. kreatin kinaz) belirgin yükselmelerle ilişkili bir yüklenme profili de ortaya çıkabilir (Maffiuletti, 2010; Teschler ve Mooren, 2019).

Yorgunluk mekanizmaları açısından, EMS ile oluşan yorgunluğun çoğu durumda periferik bileşenlerinin baskın olabileceği; bunun da kas lif membranı uyarılabilirliğindeki değişimler, metabolit birikimi ve kas içi iletim özellikleriyle ilişkili olabileceği belirtilmektedir. Frekansın aşırı yükseltilmesi, iş-dinlenme oranının daraltılması veya toplam uygulama hacminin artırılması, kısa vadede kuvvet üretimini yükseltse bile yorgunluk birikimini hızlandırabilir ve seanslar arası toparlanma ihtiyacını artırabilir. Bundan ötürü EMS planlaması yalnızca seans içi şiddete değil, toparlanma ve yüklenme sürekliliği ilkelerine de dayandırılmalıdır (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

Kronik uyarlanmalar açısından EMS'nin iki temel yol üzerinden etkili olabileceği düşünülmektedir: (i) sinir-kas sisteminde nöral düzeyde uyarlanmalar (örn. istemli aktivasyonun artması, kuvvet üretiminde daha etkili koordinasyon) ve (ii) kas dokusunda morfolojik değişimler (örn. hipertrofiye katkısı, kas mimarisinde uyarlanma). Performans odaklı çalışmalarda EMS'nin, özellikle uygun şiddet ve yeterli süreyle uygulandığında maksimal kuvvet ve güç bileşenlerinde gelişimle ilişkili bulunabilmesi bu çoklu mekanizma ile

uyumludur. Bununla birlikte protokoller arası farklılıklar, hangi uyarlanmaların hangi koşullarda baskınlaşacağını belirgin biçimde etkileyebildiğinden bulguların “bağlama duyarlı” biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir (Filipovic ve ark., 2012; Filipovic ve ark., 2011).

WB-EMS özelinde fizyolojik temel, tek bir kas grubunun hedeflenmesinden ziyade çoklu kas gruplarının eşzamanlı uyarılması nedeniyle daha “sistemik” bir yüklenme çerçevesinde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, kısa sürede geniş kas kütesine uyarı verebilme avantajı sunarken; aynı zamanda kas hasarı ve aşırı yüklenme riskini artırabilecek bir potansiyel de taşır. Bundan dolayı WB-EMS için geliştirilen kılavuzlarda özellikle ilk seanslarda kademeli alıştırmaya, düşük hacimle başlama, yeterli toparlanma süresi ve yakın gözetim ilkeleri temel güvenlik bileşenleri olarak öne çıkarılmaktadır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Meta-analitik bulgular da WB-EMS’nin kuvvet ve bazı vücut kompozisyonu çıktılarında olumlu etkileri olabileceğini; ancak protokol parametrelerinin ve bireysel özelliklerin sonuçları belirgin biçimde etkilediğini göstermektedir (Kemmler ve ark., 2021).

Bu fizyolojik çerçeve, EMS’nin tek başına “mucizevi” bir yöntem olmadığını; doğru hedef, doğru doz ve doğru bağlam ile uygulandığında anlamlı katkı sağlayabilen bir araç niteliği taşıdığını göstermektedir. İzleyen bölümde bu temeller esas alınarak EMS’nin egzersiz fizyolojisi üzerindeki etkileri, akut yanıtlar ve kronik uyarlanmalar bağlamında daha ayrıntılı biçimde tartışılacaktır (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

Özetle EMS/NMES uygulamalarının egzersiz fizyolojisi üzerindeki etkileri, kas aktivasyonunun istemli egzersize “tamamlayıcı” biçimde artırılmasıyla; metabolik talep, algılanan efor, nöromusküler yüklenme örüntüsü ve toparlanma gereksinimleri gibi değişkenlerde bağlama duyarlı farklılaşmalar oluşturabilmektedir (Maffiuletti, 2010; Watanabe ve ark., 2021). Bununla birlikte, özellikle WB-EMS’de geniş kas kütesinin eşzamanlı uyarılması “iç yükü” anlamlı ölçüde yükseltebildiğinden, beklenen faydanın ortaya çıkması kadar kas hasarı ve aşırı yüklenme riskinin yönetimi de uygulamanın ayrılmaz bir parçasıdır (Kemmler ve ark., 2016; Teschler ve Mooren, 2019). Bu sebeple EMS’nin performans ya da sağlık hedefleriyle rasyonel biçimde kullanılabilmesi, yalnızca “uyarı var/yok” ikiliğine değil; uyarım şiddeti, frekans, darbe genişliği, iş–dinlenme oranı, seans süresi ve haftalık sıklığın birlikte tanımlandığı doz kavramına ve bu dozun bireysel toleransla uyumlu biçimde kademeli ilerletilmesine dayanır (Filipovic ve ark., 2011; Kemmler ve ark., 2023). İzleyen bölümde bu gerekçeler temel alınarak EMS/NMES’nin uygulama protokolleri ve teknik özellikleri; parametrelerin fizyolojik anlamı, pratik ayarlama ilkeleri ve güvenli-etik uygulama çerçevesi içinde ayrıntılandırılacaktır (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010).

EMS Uygulama Protokolleri ve Teknik Özellikler

EMS/NMES uygulamalarında “etki” büyük ölçüde doz kavramı ile açıklanır; doz ise tek bir parametreye değil, frekans, darbe genişliği, şiddet (amplitüd), iş–dinlenme oranı, seans süresi ve haftalık sıklığın bütüncül bileşimine bağlıdır (Maffiuletti, 2010). Bu sebeple protokol planlamasında ilk adım, hedeflenen çıktının (örn. kuvvet artışı, atrofi önleme, fonksiyonel performans desteği, toparlanma) netleştirilmesi; ikinci adım ise hedefe uygun parametrelerin, bireysel tolerans ve güvenlik çerçevesinde kademeli biçimde yapılandırılmasıdır (Filipovic ve ark., 2011; Kemmler ve ark., 2023).

Teknik açıdan yüzeysel EMS cihazları çoğunlukla bifazik (simetrik veya asimetrik) darbeler üretir; bu yaklaşım, doku üzerinde net doğru akım birikimini azaltarak cilt iritasyonu riskini düşürme amacıyla tercih edilir (Maffiuletti, 2010). Uygulamada akım tipinden bağımsız olarak etkinliği belirleyen unsur, hedef kasın yeterli düzeyde aktive edilip edilmediğidir; dolayısıyla teknik parametreler yalnızca “konforu artırma” amacı taşımaz, aynı zamanda hedeflenen kasılma şiddetinin güvenli biçimde elde edilmesine hizmet eder (Maffiuletti, 2010).

Frekans (Hz), kas seğirmelerinin tetanik kasılmaya dönüşmesinde ana belirleyicilerden biridir. Düşük frekanslar daha “twitch/seğirme” karakterli kasılmalar üretirken, orta–yüksek frekanslar daha sürekli kuvvet üretimi sağlayabilir; ancak frekans yükseldikçe periferik yorgunluğun daha hızlı birikme olasılığı artar (Maffiuletti, 2010). Bu nedenle kuvvet odağında protokollerde sıklıkla orta–yüksek frekanslar rapor edilirken, tolerans ve toparlanma gereksinimi parametre seçiminde dengeleyici bir unsurdur (Filipovic ve ark., 2011). WB-EMS uygulamalarında da literatürde ve kılavuz metinlerinde kuvvet amaçlı kullanım için daha yüksek frekansların tercih edildiği; buna karşılık güvenli ilerleme ve hacim kontrolünün özellikle vurgulandığı görülmektedir (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023).

Darbe genişliği (pulse width; μ s) ve şiddet (amplitüd), uyarının hangi lif popülasyonlarını ne düzeyde aktive edeceğini etkileyen iki temel parametredir. Daha geniş darbeler, daha düşük şiddetle eşdeğer kasılma üretebilse de algılanan rahatsızlık/konforsuzluk kişiden kişiye değişebilir; bu nedenle uygulamada darbe genişliği çoğu zaman cihaz tasarımı ve hedef kas grubu dikkate alınarak seçilir, “asıl doz ayarı” ise şiddetin bireye göre kademeli artırılmasıyla yapılır (Maffiuletti, 2010). Egzersiz bilimi literatüründe, kuvvet kazanımının belirleyicilerinden birinin uyarılmış kasılmanın yeterli yoğunlukta olması olduğu; bazı sentezlerde yüksek şiddetli (örn. MVC’nin anlamlı bir yüzdesine yaklaşan) kasılmaların daha belirgin adaptasyonlarla ilişkili olabildiği vurgulanmaktadır (Filipovic ve ark., 2011; Filipovic ve ark., 2012). Bununla birlikte rehabilitasyon ve başlangıç düzeyi uygulamalarda hedef kasılma şiddeti çoğu zaman “maksimum” değil, tolere edilebilir en yüksek gü-

venli düzey olarak tanımlanır (Maffiuletti, 2010).

İş–dinlenme oranı (duty cycle) ve ramp süreleri, seans içi yorgunluğun yönetimi ve hareket kalitesinin korunması açısından önemlidir. Kuvvet/hipertrofi amaçlı birçok NMES protokolünde, kasılma fazı boyunca tetanik kasılmayı sürdürecekt biçimde uyarım verilir ve yeterli dinlenme ile desteklenir; ramp-up ve ramp-down süreleri ise ani çekilme hissini azaltarak toleransı artırabilir (Maffiuletti, 2010). WB-EMS’de geniş kas kütesinin eşzamanlı uyarılması nedeniyle, kılavuzlar seans planlamasında düşük hacimle başlama, seanslar arası yeterli toparlanma aralığı bırakma ve özellikle ilk haftalarda kademeli ilerleme stratejisini ön plana çıkarır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023).

Elektrot yerleşimi protokol başarısının pratikteki en kritik unsurlarındandır. Yüzeyel elektrotlarda hedef; motor nokta ve kasın etkin uyarılabilir bölgelerine yakın yerleşimle daha düşük şiddette daha güçlü kasılma elde etmek ve aynı zamanda cilt rahatsızlığını azaltmaktır (Maffiuletti, 2010). WB-EMS sistemlerinde elektrotlar çoğu zaman yelek/kemer yapılarıyla standartlaştırılsa da bireyler arası anatomik farklılıklar ve doku özellikleri (örn. deri altı yağ dokusu kalınlığı) nedeniyle algılanan şiddet ve etkin kasılma düzeyi değişebilir; bu nedenle seans içi iletişim ve bireysel ayarlama, güvenli uygulamanın ayrılmaz bir parçasıdır (Kemmler ve ark., 2023).

Protokol örüntüleri ve örnek uygulama mantığı

Kuvvet odaklı EMS planlamasında literatürde öne çıkan yaklaşım, haftalık uygulama sıklığını toplam antrenman yüklenmesiyle uyumlu tutmak ve uyarım şiddetini kademeli olarak artırmaktır. Sporcularda veya antrenmanlı bireylerde EMS çoğunlukla tamamlayıcı bir uyarıcı olarak konumlanır; başka bir deyişle klasik kuvvet antrenmanının yerini almak yerine, belirli dönemlerde kas aktivasyonunu artırmaya yönelik “ek yük” işlevi görecekt biçimde planlanır (Filipovic ve ark., 2012). Sedanter veya rekreasyonel düzeyde aktif bireylerde ise WB-EMS’nin kas kuvveti ve bazı vücut kompozisyonu çıktılarında olumlu sonuçlar bildirebildiği; ancak bu etkilerin büyüklüğünün protokol yapısı ve bireysel özelliklere bağlı olarak belirgin biçimde değişebildiği rapor edilmiştir (Kemmler ve ark., 2018; Kemmler ve ark., 2021).

Dayanıklılık ya da düşük şiddetli aktivitelerde EMS’nin kullanımı ise çoğunlukla “aynı dış iş yükünde daha yüksek iç yük” üretme potansiyeli üzerinden tartışılmaktadır. Örneğin yürüyüş veya koşu gibi döngüsel aktiviteler üzerine EMS bindirilmesinin akut fizyolojik yanıtları (algılanan efor, VO_2 , laktat) artırabildiği gösterilmiş; ancak etkinin büyüklüğü ve pratik anlamının, uyarım parametreleri ve egzersizin şiddetine duyarlı olduğu vurgulanmıştır (Stephan ve ark., 2022; Verch ve ark., 2021). Bu nedenle dayanıklılık bağlamında EMS’nin konumlandırılması, “performansı artırma” hedefinden önce yüklenme yönetimi, tolerans ve toparlanma gereksinimleri esas alınarak

titiz biçimde programlanmalıdır (Kemmler ve ark., 2023).

İzlem, ilerleme ve raporlama ilkeleri

EMS uygulamalarında güvenli, şeffaf ve tekrarlanabilir bir bilimsel raporlama için; frekans, darbe genişliği, iş–dinlenme oranı, ramp süreleri, seans süresi, toplam seans sayısı, elektrot yerleşimi ve özellikle uyarım şiddetinin nasıl hedeflendiği (örn. tolere edilebilir maksimum, hedef kuvvet yüzdesi, algılanan efor ölçeği) ayrıntılı biçimde belirtilmelidir (Maffiuletti, 2010). Bunun nedeni, nominal parametreler benzer görünse bile “gerçek uyarı yükünü” belirleyen temel unsurun çoğu zaman şiddetin hedeflenme ve yönetilme biçimi olmasıdır.

Özellikle WB-EMS uygulamalarında, ilk seansların uygunsuz biçimde yüksek dozlanmasının kas hasarı belirteçlerinde belirgin artışlarla ilişkilendirilebildiği; buna karşın kademeli alıştırmaya ve tekrarlayan seanslarla toleransın gelişebildiği bildirilmektedir. Bu nedenle ilerleme stratejisinin alıştırmaya fazı–ana faz–toparlanma mantığıyla yapılandırılması ve yazılı olarak açık biçimde tanımlanması önem taşır (Aldayel ve ark., 2010; Teschler ve Mooren, 2019). Bu sistematik ilerleme yaklaşımı, güvenli uygulamanın temel bileşenleriyle doğrudan ilişkilidir ve ilerleyen bölümde ayrıntılandırılacak güvenlik çerçevesinin pratik karşılığını oluşturur (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023).

Sporcu Yaralanmalarında Rehabilitasyon ve İyileşme Süreçlerinde EMS’nin Rolü

Sporcu yaralanmalarını izleyen rehabilitasyon sürecinde EMS/NMES’nin temel gerekçesi; ağrı, eklem effüzyonu, cerrahi sonrası koruma dönemleri ve immobilizasyon gibi durumlarda görülebilen istemsiz aktivasyon azalmasına bağlı kuvvet ve kas kütlesi kaybını sınırlamaktır. Bu bağlamda EMS, istemli kasılmanın yeterli düzeyde üretilmediği ya da istenen şiddette sürdürülemediği dönemlerde periferik sinir-kas sistemine kontrollü bir uyarı sunarak, rehabilitasyonun erken evresinde hedef kas grubunun “devre dışı kalmasını” azaltmayı amaçlayan tamamlayıcı bir araç olarak konumlandırılabilir (Maffiuletti, 2010).

Spor yaralanmalarında özellikle diz çevresi patolojilerinde (örn. bağ yaralanmaları, cerrahi sonrası dönem, eklem irritasyonu) kuadriseps inhibisyonu ve buna eşlik eden kuvvet kaybı klinik açıdan kritik bir sorun oluşturabilir. Bu durumlarda NMES’nin klinik kullanım gerekçesi; kasın yeniden aktive edilmesi, istemli kasılma kalitesinin artırılması ve fonksiyonel egzersize geçişin desteklenmesidir. Rastgele kontrollü çalışmaların sentezlendiği bir sistematik derleme, NMES’nin kuadriseps femoris kuvvetini artırmada etkili olabileceğini; ancak uygulama parametreleri, şiddetin nasıl hedeflendiği ve program süresi gibi unsurların sonuçlar üzerinde belirleyici olduğunu vur-

gulamaktadır (Bax ve ark., 2005). Bu nedenle rehabilitasyon planlamasında “EMS var/yok” ikiliğinden çok, doğru doz ve doğru entegrasyon sorusu daha belirleyici görünmektedir (Maffiuletti, 2010).

Rehabilitasyon sürecinde EMS’nin en rasyonel kullanım biçimi, çoğu durumda istemli egzersizin yerine geçmesi değil; istemli egzersizin kalitesini ve yüklenme kapasitesini artıracak şekilde süperimpoze (eşzamanlı) uygulanmasıdır. İstemli izometrik kasılmalarla birlikte NMES kullanımı, hedef kasın mekanik gerilimini yükseltebilir ve sporcunun “kasını hissetme/aktive etme” becerisine katkı sağlayabilir. Uygulama başarısını belirleyen başlıca unsurlar; uyarım şiddetinin yeterli düzeye çıkarılması, kasılma–dinlenme oranının yorgunluğu yönetebilecek şekilde planlanması ve seanslar arası toparlanmanın gözetilmesidir (Maffiuletti, 2010).

Sporcu rehabilitasyonunda EMS’nin yarar–risk dengesi, kas hasarı ve toparlanma dinamikleri üzerinden ayrıca ele alınmalıdır. Elektriksel uyarımla oluşan kasılmaların, alışılmadık yüklenme örüntüsü nedeniyle bazı koşullarda egzersize bağlı kas hasarı (EIMD) belirteçlerinde artışla ilişkilendirilebildiği; bu etkinin özellikle başlangıç döneminde “aşırı doz” uygulamalarında daha belirgin olabileceği bildirilmiştir (Nosaka ve ark., 2011). Buna karşın, EMS’ye maruz kalmanın tekrarlanmasıyla kasın yüklenmeye uyum geliştirebildiğini gösteren bulgular, rehabilitasyonda kademeli alıştırma ilkesinin fizyolojik gerekçesini güçlendirmektedir (Aldayel ve ark., 2010). Bu yaklaşım, sporcu için kritik olan “toparlanma–yeniden yüklenme” dengesinin korunmasına da hizmet eder.

Pratik uygulamada sporcu yaralanmalarında EMS programlaması çoğunlukla evrelere ayrılarak planlanabilir. Akut/koruyucu evrede hedef, ağrı ve irritasyonu artırmadan kas aktivasyonunu yeniden başlatmak; subakut evrede hedef, istemli kuvvet üretimini desteklemek ve fonksiyonel egzersize geçişi kolaylaştırmak; yeniden kondisyonlama evresinde ise hedef, branşa özgü kuvvet–güç gereksinimleriyle uyumlu biçimde EMS’yi “tamamlayıcı yük” olarak konumlandırmaktır (Bax ve ark., 2005; Maffiuletti, 2010). Bu evreleme içinde EMS’nin etkinliği yalnızca cihaz parametreleriyle değil; egzersiz seçimi, hareket kalitesi, yüklenme sıklığı ve toparlanma yönetimiyle birlikte değerlendirilmelidir.

WB-EMS’nin sporda yaygınlaşması rehabilitasyon bağlamında “kolay uygulanır” algısını artırabilmektedir; ancak geniş kas kütesinin eşzamanlı uyarılması, kontrolsüz ilerleme durumunda kas hasarı riskini yükseltebilecek bir potansiyel taşır. Bu nedenle uluslararası kılavuz ve güncel uzlaşım metinleri; WB-EMS’de ilk seanslarda düşük hacim ve şiddetle başlama, yakın gözetim, kontrendikasyon taraması ve yeterli toparlanma aralığı gibi güvenlik ilkelerini özellikle vurgular (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Sporcu rehabilitasyonunda bu uyarılar, “daha hızlı iyileşme” beklentisiyle yükün ge-

reksiz artırılmasını önlemek açısından önem taşır.

Sonuç olarak EMS, sporcu yaralanmalarında rehabilitasyonun çeşitli evrelerinde kas aktivasyonunu destekleyen ve uygun planlandığında kuvvet kaybını sınırlamaya katkı sunabilen bir araçtır; ancak etkisi, parametrelerin doğru seçimi ve istemli egzersizle bütünleştirilmesine güçlü biçimde bağlıdır (Bax ve ark., 2005; Maffiuletti, 2010). Bu nedenle EMS'nin rolü, standart bir "reçete" olarak değil; sporcunun yaralanma tipi, ağrı/irritasyon düzeyi, antrenman geçmişi ve toparlanma kapasitesi dikkate alınarak bireyselleştirilmiş bir rehabilitasyon stratejisinin parçası olarak ele alınmalıdır (Kemmler ve ark., 2023; Nosaka ve ark., 2011).

Rehabilitasyon ve Klinik Uygulamalarda EMS (NMES/FES)

Nöromüsküler elektriksel uyarım (NMES), klinik pratikte; kas aktivasyonunun azaldığı immobilizasyon dönemlerinde kas kütlesi ve/veya kuvvet kaybını sınırlamak, nöromüsküler kontrolü desteklemek ve fonksiyonel çıktıları iyileştirmek amacıyla kullanılan tamamlayıcı bir yöntemdir (Maffiuletti, 2010; Maffiuletti ve ark., 2018). Klinik terminolojide NMES çoğunlukla "kas kuvvetlendirme ve yeniden eğitim" odağını vurgularken, belirli bir fonksiyonel görevi kolaylaştırmak üzere zamanlanmış ve görevle eşleştirilmiş uygulamalar "fonksiyonel elektriksel uyarım" (FES) başlığı altında değerlendirilir. Bu ayrım klinik açıdan önemlidir; çünkü hedef yalnızca kasılma üretmek değil, mümkün olduğunda kasılmayı anlamlı bir hareket çıktısına dönüştürmek ve motor öğrenme süreçleriyle bütünleştirmektir (Maffiuletti ve ark., 2018).

Ortopedik cerrahi sonrası kısıtlılık, ağrıya bağlı inhibisyon veya yoğun bakım gibi istemli aktivasyonun sınırlanabildiği durumlarda NMES, erken dönemde kas-iskelet sistemine kontrollü bir "mekanik/metabolik uyarı" sunabilmesi nedeniyle klinik programlamada yer bulur (Maffiuletti, 2010). Uygun dozlandığında, eklem yüklenmesini görece sınırlı tutarak hedef kas grubunda kasılma şiddetini artırabilmesi, NMES'i klasik egzersiz reçetesiyle birlikte ele alınan bir araç hâline getirir. Bununla birlikte klinik başarı; hasta toleransı, elektrot yerleşimi, uyarım şiddetinin yeterliliği ve seansların sıklık-süre planlaması gibi fizyolojik ve metodolojik ayrıntıların doğru yönetilmesi-ne güçlü biçimde bağlıdır (Maffiuletti, 2010; Maffiuletti ve ark., 2018).

Nörolojik rehabilitasyonda NMES/FES uygulamaları; inme sonrası üst ekstremité işlevlerinin desteklenmesi, yürüme paterninin kolaylaştırılması veya spinal kord yaralanması gibi durumlarda görev temelli antrenmanla bütünleştirilmesi üzerinden tartışılmaktadır. İnme sonrası NMES'in günlük yaşam aktiviteleri üzerinde olumlu etkilere işaret eden kanıtlar bulunmakla birlikte, etki büyüklüğü ve en etkili uygulama koşulları; hedeflenen ekstremité, müdahaleye başlama zamanı ve parezi şiddeti gibi klinik değişkenlere duyarlıdır (Kristensen ve ark., 2021). Benzer şekilde, spinal kord yaralanmasında FES-siklet uygulamalarının kas sağlığı ve bazı fiziksel uygunluk gös-

tergeleriyle ilişkili olabildiği; ancak çalışmalar arası heterojenlik nedeniyle uygulamanın bireysel hedeflere göre yapılandırılmasının gerektiği vurgulanmaktadır (van der Scheer ve ark., 2021).

Klinik uygulamada NMES'in "doz" kavramı yalnızca akım şiddetiyle sınırlı değildir; frekans, atım genişliği, görevle eşleştirme, dinlenme aralıkları ve toplam hacim gibi bileşenler birlikte ele alınmalıdır (Maffiuletti, 2010). Ayrıca NMES ile motor ünite aktivasyon örüntüsü istemli kasılmadan farklılaşabildiği için (örn. mekânsal olarak daha sabit ve zamansal olarak daha eşzamanlı bir aktivasyon), hızlı yorgunluk ve seans sonrası kas hassasiyeti gibi sonuçlar klinik izlemin parçası olarak dikkate alınmalıdır (Bickel ve ark., 2011). Bu nedenle NMES/FES; kanıta dayalı hedefler, bireyselleştirilmiş parametreler ve düzenli klinik geri bildirimle, rehabilitasyonun "yerine geçen" bir müdahale değil, onu tamamlayan bir bileşen olarak konumlandırılmalıdır (Maffiuletti ve ark., 2018).

Pelvik taban rehabilitasyonu da NMES/EMS'in klinik kullanım alanlarından biridir. Stres üriner inkontinansı olan kadınlarda pelvik taban kas eğitiminin yanına eklenen dış elektriksel uyarımın, yalnız pelvik taban kas eğitimine kıyasla bazı klinik sonuçlar üzerinde ek yarar sağlayabildiği randomize kontrollü bir çalışmada bildirilmiştir (Sahin ve ark., 2022). Bu bulgu, elektriksel uyarımın uygun doz ve doğru hedefleme ile egzersiz temelli rehabilitasyona "tamamlayıcı" bir bileşen olarak entegre edilebileceği yaklaşımını destekler.

EMS'nin Estetik ve Sağlık Alanındaki Uygulamaları

EMS'nin estetik ve "wellness" alanındaki popülerliği çoğunlukla iki iddia etrafında şekillenmektedir: (i) kısa sürede yüksek kas uyarısı sağlayarak vücut kompozisyonunu olumlu yönde etkileyebilme ve (ii) kas kasılması yoluyla "sıkılma/şekillenme" hedeflerine katkı sunabilme. Bununla birlikte bu alandaki kanıtları değerlendirirken, egzersizle entegre edilen WB-EMS protokolleri ile kozmetik amaçlı, çoğu zaman farklı enerji modalitelerini (ör. radyofrekans + EMS) birleştiren non-invaziv vücut şekillendirme uygulamalarını aynı başlık altında genellemek gerekir. Etkilerin büyüklüğü ve sürekliliği; eşlik eden egzersiz/diyet davranışları, uygulama sıklığı ve katılımcı profili gibi değişkenlere belirgin biçimde duyarlıdır (Kemmler ve ark., 2021).

WB-EMS'nin vücut kompozisyonu ve kuvvet çıktıları üzerine etkilerini inceleyen kontrollü çalışmalar ile meta-analitik sentezler, özellikle atletik olmayan yetişkinlerde yağsız kütle ve kas kuvveti gibi parametrelerde olumlu yönde değişimler görülebileceğini; ancak protokoller arası farklılıkların ve eşlik eden egzersiz içeriğinin sonuçları anlamlı ölçüde belirlediğini göstermektedir (Kemmler ve ark., 2021). Nitekim WB-EMS'nin zaman-etkin bir direnç tipi yaklaşım olarak kurgulandığı randomize karşılaştırmalı çalışmalarda, klasik yüksek şiddetli direnç egzersiziyle benzer yönlü kompozisyon ve

kuvvet adaptasyonları rapor edilmiştir (Kemmler ve ark., 2016). Bu bulgular, WB-EMS'nin “tek başına mucizevi” bir yöntem olmaktan ziyade, uygun hedef-doza ile ileriye planlandığında direnç antrenmanı uyarısını tamamlayabilen bir araç olarak ele alınmasının daha isabetli olduğunu düşündürür.

Lokal uygulamalar açısından, abdominal obezitesi olan yetişkinlerde yürütülen randomize, çift kör ve sham kontrollü bir çalışmada elektriksel kas uyarımının bel çevresi üzerinde olumlu yönde değişimle ilişkili olabildiği bildirilmiştir (Choi ve ark., 2018). Bununla birlikte estetik pratikte sık görülen yaklaşım, EMS'i başka modalitelerle eşleştirmektir. Örneğin bazı klinik seri ve çalışmalarda radyofrekans ile EMS'in birlikte uygulanmasının vücut kontürü ve çevre ölçümleri gibi çıktılarda iyileşmelerle ilişkili olabildiği rapor edilmekle birlikte, bu literatürde örneklem büyüklüğü, kontrol koşulları ve ölçüm standartları bakımından sınırlılıklar görece sık vurgulanmaktadır (Vranis ve ark., 2024).

Ev tipi/kişisel kullanım cihazlarına ilişkin literatür de benzer biçimde temkinli yorumlanmalıdır. Vakum, radyofrekans ve EMS'i bir araya getiren ev tipi bir cihazın değerlendirildiği bir çalışmada bazı kozmetik göstergelerde iyileşmeler bildirilmiş olsa da, genellenebilir sonuçlara ulaşmak için daha güçlü kontrollü tasarımlara ihtiyaç olduğu açıktır (Choi ve Hur, 2024). Bu bağlamda “bölgesel inceltme” ya da “yağ yakımını tek başına EMS ile hızlandırma” gibi pazarlama iddiaları; davranışsal (fiziksel aktivite/diyet) ve fizyolojik (enerji dengesi) belirleyicilerden bağımsız ele alınmamalıdır (Kemmler ve ark., 2021).

Sağlık çıktıları açısından WB-EMS, sedanter ve kardiyometabolik risk taşıyan gruplarda da araştırılmıştır. Metabolik sendrom bileşenlerini bir arada değerlendiren bir sistematik derleme ve meta-analiz, WB-EMS lehine küçük düzeyde bir etki bildirmiştir (Guretzki ve ark., 2024). Diyabetli bireylerde WB-EMS'nin visseral yağ dokusu üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada ise etkinin cinsiyet gibi biyolojik değişkenlere duyarlı olabileceği rapor edilmiştir (Houdijk ve ark., 2022). Bu çerçevede EMS'nin “sağlık” alanındaki rasyo-neli; klinik riskleri tek başına dönüştüren bağımsız bir müdahaleden ziyade, egzersize erişimin zorlaştığı koşullarda zaman-etkin bir kas aktivasyonu stratejisi sunması ve bütüncül yaşam tarzı müdahalelerine eşlik edebilmesi üzerinden daha tutarlı biçimde temellendirilebilir (Guretzki ve ark., 2024; Kemmler ve ark., 2021).

EMS'nin Sınırlamaları, Riskleri ve Güvenlik Konuları

EMS/NMES uygulamalarının temel avantajı, periferik düzeyde güçlü bir kasılma uyarısı oluşturabilmesidir; ancak aynı özellik, doz yönetimi ve güvenlik açısından dikkatli bir çerçeveyi zorunlu kılar. Özellikle tüm vücut EMS (WB-EMS) uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte, kısa sürede yük-

sek “toplam uyarı yükü” oluşturabilen seansların uygun olmayan koşullarda kas hasarı ve klinik komplikasyonlarla ilişkilendirilebileceği vurgulanmıştır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023).

EMS’nin önemli sınırlılıklarından biri, “etkin doz”un standartlaştırılmasının güç olmasıdır. Uyarım şiddeti pratikte çoğu zaman bireyin algıladığı tolerans ve seans içi geri bildirimle ayarlanır; bu durum aynı protokol kâğıt üzerinde benzer görünse bile, gerçek kasılma düzeyi ve oluşan fizyolojik stresin kişiden kişiye belirgin biçimde değişmesine yol açabilir. Uyarının elektrot yerleşimi, deri-altı doku özellikleri, hedef kasın hacmi ve daha önce EMS’ye maruz kalma öyküsü gibi değişkenler hem performans çıktılarının hem de yan etki olasılığının yorumlanmasını bağlama duyarlı hâle getirir (Maffiuletti, 2010; Stöllberger ve Finsterer, 2019).

Güvenlik tartışmalarının merkezinde, özellikle WB-EMS’nin ilk seanslarına eşlik edebilen belirgin kas hasarı yanıtı yer alır. Eğitim/alıştırma süreci uygun biçimde kademelendirilmediğinde, tek bir yüksek şiddetli seansın ardından kreatin kinaz (CK) ve diğer kas hasarı belirteçlerinde çok yüksek artışlar görülebildiği; CK tepe değerlerinin çoğu kez 72–96 saat aralığında ortaya çıkabildiği bildirilmiştir (Kemmler ve ark., 2015). Bu bulgular, WB-EMS’de “ilk dozun” özellikle kritik olduğunu ve erken dönemde kademeli yüklenmeye dayalı bir alıştırmaya fazının fizyolojik açıdan gerekçeli olduğunu destekler (Kemmler ve ark., 2016; Teschler ve Mooren, 2019).

Kas hasarı spektrumunun uç noktasında rabdomiyoliz olguları dikkat çekmektedir. Literatürde tek seans WB-EMS sonrası rabdomiyoliz gelişebildiğine ilişkin olgu bildirimleri mevcuttur; bu durum yalnız sedanter bireylerde değil, yüksek antrenmanlı sporcularda da rapor edilmiştir (Finsterer ve Stöllberger, 2015; Hong ve ark., 2016; Kästner ve ark., 2015). Özellikle iki profesyonel futbolcuda EMS sonrası çok yüksek CK değerleriyle seyreden rabdomiyoliz olgularının bildirilmiş olması, “iyi antrenmanlı olmanın” tek başına koruyucu bir garanti sağlamadığını göstermesi bakımından önemlidir (Kästner ve ark., 2015).

Bu risk profili, güvenli uygulama ilkelerinin “öneri” düzeyinde kalması gerektiğini düşündürmektedir. Güncel uluslararası kılavuzlar; ilk seanslarda belirgin biçimde düşük başlangıç yükü, aşamalı şiddet artışı, seanslar arası yeterli toparlanma aralığı, yakın gözetim ve uygulayıcı eğitimi gibi ilkeleri temel güvenlik bileşenleri olarak vurgular (Kemmler ve ark., 2023). Ayrıca WB-EMS’e başlamadan önce sağlık öyküsü ve risk taraması yapılması; bazı çalışmalarda dışlama ölçütlerinin tutarsız olabildiği ve rabdomiyoliz için bireysel risk etmenlerinin her zaman yeterince dikkate alınmadığı da özellikle belirtilmiştir (Stöllberger ve Finsterer, 2019).

Pratik düzeyde güvenlik yaklaşımı; (i) uygun birey seçimi ve kontrendikasyon/önlem taraması, (ii) başlangıçta “alıştırma fazı” ile dozun kademeli

artırılması, (iii) seans içi iletişimle toleransın izlenmesi ve (iv) seans sonrası beklenmedik şiddette kas ağrısı, güçsüzlük veya koyu renkli idrar gibi bulgulara tıbbi değerlendirmeye yönlendirme bileşenlerini birlikte içermelidir. Özellikle “hızlı sonuç” vaadiyle yoğun ilk seans uygulamalarının, hem etik hem de klinik açıdan kabul edilebilir bir yaklaşım olmadığı; güvenli uygulama kültürünün EMS’nin sürdürülebilir kullanımının ön koşulu olduğu ifade edilmektedir (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023).



Şekil 2. EMS Uygulamasında Alıştırma ve Gözetim (Miha Bodytec, 2025).

Uzmanlar, EMS’yi yalnızca eğitimli kişiler veya sağlık profesyonelleri denetiminde uygulamayı önerir. EMS’nin bilinçsiz veya aşırı kullanımı, beklenen faydaları azaltabileceği gibi, kas, eklem ve cilt sağlığı açısından risk oluşturabilir. Bu nedenle EMS uygulamalarında bireyin sağlık durumu, hedefleri ve cihazın teknik özellikleri göz önünde bulundurularak güvenlik önlemlerine azami dikkat gösterilmelidir. Doğru ve kontrollü kullanıldığında EMS, hem performans artırıcı hem de rehabilitasyon süreçlerini destekleyici güvenli bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Alanları

EMS/NMES alanında geleceğe dönük en belirgin ihtiyaçlardan biri, “doz” kavramının daha ölçülebilir ve karşılaştırılabilir biçimde tanımlanmasıdır. Güncel literatürde frekans, darbe genişliği, iş–dinlenme oranı ve seans süresi gibi parametreler çoğu çalışmada raporlansa da, gerçek “uyarı yükü”-nün en kritik bileşeni olan şiddetin nasıl hedeflendiği (ör. tolere edilebilir maksimum, uyarılmış tork düzeyi, MVC’ye göre yüzde) her zaman yeterince standartlaştırılmamaktadır. Bu nedenle gelecekte, uyarılmış kasılmanın ni-

cel olarak tanımlandığı ve raporlandığı; böylece çalışmalar arası heterojenliğin azaldığı bir yöntemsel çerçevenin güçlenmesi beklenmektedir (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010).

Özellikle WB-EMS uygulamalarında “etkinlik-güvenlik” dengesinin optimize edilmesi, araştırma gündeminin merkezinde kalacaktır. Kılavuz ve uzlaşi metinleri ilk seanslarda düşük başlangıç yükü, kademeli alıştırtma ve yeterli toparlanma aralığı gibi ilkeleri açık biçimde vurgulasa da, bu ilkelere farklı popülasyonlarda hangi hızla ve hangi eşiklerle ilerletileceğine ilişkin yüksek kaliteli karşılaştırmalı kanıtlara ihtiyaç vardır (Kemmler ve ark., 2023). Ayrıca yan etki bildirimlerinin ve kontrendikasyon/önlem listelerinin klinik uygulamada tutarlı biçimde işletilmesi, güvenli kullanım kültürünün sürdürülebilirliği açısından kritik görünmektedir (Stöllberger ve Finsterer, 2019).

Gelecek çalışmalarda öne çıkması beklenen bir başka alan, EMS’nin bireyselleştirilmiş yüklenme mantığıyla daha hassas biçimde programlanmasıdır. Aynı nominal cihaz ayarlarının farklı bireylerde farklı kasılma çıktıları oluşturabilmesi, “tek tip protokol” yaklaşımının sınırlarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda algılanan efor (RPE), uyarılmış tork, hareket kalitesi ve seans sonrası toparlanma göstergeleriyle (ağrı, fonksiyonel performans, gerektiğinde biyobelirteçler) desteklenen, kademeli ve geri bildirim temelli programların test edilmesi önem kazanacaktır (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010).

Spor performansı tarafında, EMS’nin hangi koşullarda antrenman dönemlemesine en iyi entegre edildiği sorusu daha net yanıtlar gerektirmektedir. Sistemik derlemeler EMS’nin kuvvet ve güç çıktılarında olumlu etkiler gösterebildiğini bildirirken; protokol türleri (lokal EMS, süperimpoze EMS, WB-EMS), sporcu düzeyi ve eşlik eden antrenman içeriği açısından önemli bir heterojenlik olduğu da açıktır (Filipovic ve ark., 2011; Filipovic ve ark., 2012). Bu nedenle gelecek araştırmaların, “etki var mı?” sorusundan çok, hangi sporcu profiline, hangi sezonsal dönemde, hangi hacim ve şiddetle sorularına odaklanan, daha iyi kontrol edilmiş tasarımlarla ilerlemesi beklenir (Micke ve ark., 2023).

Dayanıklılık performansı ve kardiyometabolik yanıtlar bağlamında WB-EMS’nin rolü de gelişen bir araştırma alanıdır. Koşu gibi döngüsel aktivitelerde WB-EMS’nin akut fizyolojik yanıtları değiştirebildiğini ve belirli müdahale kurgularında dayanıklılık performansının bazı fizyolojik belirleyicilerinde iyileşmeler rapor edilebildiğini gösteren çalışmalar, alanın yalnız kuvvet/power eksenine sınırlı olmadığını düşündürmektedir (Krause ve ark., 2023a; Krause ve ark., 2023b). Bununla birlikte, dayanıklılık bileşenlerine ilişkin kazanımların “yük artışı” mı yoksa “ekonomiklik/teknik adaptasyon” gibi daha karmaşık mekanizmalar mı üzerinden geliştiğini açıklığa kavuşturmak için

mekanistik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Klinik ve rehabilitasyon perspektifinde, EMS'nin “köprü” işlevi (ör. istemli aktivasyonun sınırlı olduğu dönemlerde kuvvet/işlev kaybını azaltma) iyi bilinse de, farklı klinik popülasyonlarda uzun dönem sonuçlar, maliyet-etkinlik ve gerçek yaşam uyumu gibi boyutlar görece daha az aydınlatılmıştır. Bu nedenle standart bakımın üzerine eklenen EMS'nin hangi hasta alt gruplarında anlamlı üstünlük sağladığını belirleyen, yeterli örneklem büyüklüğüne sahip pragmatik çalışmaların artması beklenir (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010).

Son olarak, kas hasarı-toparlanma eksenindeki belirsizlikler EMS araştırmalarında kritik bir gündem olmaya devam edecektir. WB-EMS'nin bazı koşullarda kas hasarı belirteçlerinde belirgin artışlarla ilişkilendirilebilmesi, güvenli dozlamayı yalnız “seans içi” değil, seanslar arası toparlanma ve yük birikimi düzeyinde de ele almayı zorunlu kılar (Teschler ve Mooren, 2019). Bu alanda tekrarlanan uygulamalarda toleransın gelişebildiğini gösteren bulgularla birlikte, yüklenmenin hangi biyolojik ve davranışsal belirleyicilerle güvenle yönetileceğini ortaya koyan çalışmaların artması beklenmektedir (Nosaka ve ark., 2011).

Bilimsel Çalışmalar

EMS/NMES literatürü incelendiğinde kanıt gövdesinin genel olarak (i) sistematik derleme ve meta-analizler, (ii) randomize kontrollü çalışmalar, (iii) mekanistik/fizyolojik çalışmalar ve (iv) olgu bildirimleri ile kılavuz/uzlaşım metinleri üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu çok katmanlı yapı, yöntemin performans ve klinik bağlamdaki değerlendirilmesinde etkinlik kadar güvenlik boyutunun da birlikte ele alınmasını zorunlu kılar (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010). Nitekim birçok çalışmada protokol parametreleri rapor edilse de, gerçek “uyarı yükü”nün en belirleyici bileşeni olan şiddetin nasıl hedeflendiği ve bireysel toleransın nasıl yönetildiği her zaman yeterince standart değildir; bu durum bulguların karşılaştırılabilirliğini sınırlandıran başlıca yöntemsel sorunlardan biri olarak öne çıkmaktadır (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010).

1) Spor performansı ve antrenman çıktıları

Sporcu örneklemelerinde EMS'nin performans çıktıları üzerindeki etkisini irdeleyen sistematik derlemeler, uygun biçimde programlandığında EMS'nin maksimal kuvvet ve güç göstergelerinde iyileşmelerle ilişkili olabildiğini; ancak protokol özellikleri ve örneklem profilleri açısından heterojenliğin yüksek olduğunu vurgulamaktadır (Filipovic ve ark., 2011; Filipovic ve ark., 2012). Bu alandaki güncel bir ağ meta-analizi, EMS uygulama türlerinin (lokal EMS, süperimpoze EMS, WB-EMS) farklı performans parametrelerinde farklı büyüklükte etkiler gösterebildiğini; dolayısıyla müdahale türü ile

eşlik eden antrenman içeriğinin sonuçları belirgin biçimde şekillendirdiğini bildirmektedir (Micke ve ark., 2023). Bu tablo, EMS'nin “tek başına” bir müdahaleden çok; dönemleme, özgüllük ve toparlanma ilkeleriyle uyumlu biçimde tamamlayıcı yük olarak konumlandırıldığında daha rasyonel değerlendirilebileceğini düşündürmektedir (Filipovic ve ark., 2012; Maffiuletti, 2010).

Dayanıklılık ekseninde ise WB-EMS'nin rolü daha yeni ve gelişen bir araştırma alanı olarak görünmektedir. Koşu gibi döngüsel aktivitelerde EMS bindirilmesinin akut fizyolojik yanıtları değiştirebildiği; bazı müdahale kurulumlarında dayanıklılık performansının fizyolojik belirleyicilerinde iyileşmeler rapor edilebildiği bildirilmektedir (Krause ve ark., 2023a; Krause ve ark., 2023b). Bununla birlikte dayanıklılık performansındaki değişimlerin, yalnızca “daha yüksek iç yük” üzerinden mi yoksa “ekonomiklik/teknik adaptasyon” gibi daha karmaşık mekanizmalar üzerinden mi geliştiği net değildir; bu nedenle performans literatürünün daha güçlü mekanistik çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir (Krause ve ark., 2023b; Maffiuletti, 2010).

2) Egzersiz fizyolojisi: akut metabolik ve algısal yanıtlar

EMS'nin egzersize bindirildiği çalışmalarda öne çıkan bulgulardan biri, belirli koşullarda aynı dış iş yükünde algılanan eforun ve bazı metabolik yanıtların artabilmesidir. Örneğin koşu üzerine EMS bindirilmesini inceleyen bir çalışmada, maksimal hız/performans ve algılanan efor gibi değişkenlerin koşullara göre farklılaşabildiği rapor edilmiş; bu da EMS'nin egzersizin “yüklenme karakterini” değiştirebileceğine işaret etmiştir (Stephan ve ark., 2022). Yürüyüş ve nordik yürüyüş gibi aktivitelerde WB-EMS'nin fizyolojik talebi artırabildiği gösterilmekle birlikte, bazı bulgularda pratik anlamın sınırlı kalabildiği ve fizyolojik farkların her bağlamda belirginleşmeyebileceği de ifade edilmiştir (Verch ve ark., 2021). Bu nedenle akut etkiler, tek tip ve genellenebilir bir etki büyüklüğü varsayımıyla değil; protokol bileşenleri ve bireysel yanıtlar çerçevesinde yorumlanmalıdır (Maffiuletti, 2010; Verch ve ark., 2021).

Akut metabolik yanıtlar açısından mekanistik literatür, elektriksel uyarımın enerji tüketimi ve substrat kullanımını artırabildiğini; hatta belirli düzeneklerde tüm vücut glukoz alımı gibi sistemik göstergeleri etkileyebildiğini göstermiştir (Hamada ve ark., 2004). Gönüllü egzersizle birleştirilen uygulamalarda ise egzersiz şiddeti ve uyarım parametreleriyle birlikte metabolik yanıtların değişebildiği bildirilmiştir (Watanabe ve ark., 2021). Bu mekanistik bulgular, EMS'nin etkisinin yalnız “kas kasılması” düzeyinde değil; metabolik stres ve yüklenme yönetimi düzeyinde de ele alınması gerektiğini desteklemektedir (Maffiuletti, 2010; Watanabe ve ark., 2021).

3) Rehabilitasyon ve klinik alan: fonksiyon, kuvvet ve egzersize köprü

Klinik literatürde NMES'nin en sık tartışıldığı alanlardan biri, ortopedik

cerrahi sonrası erken dönemde ortaya çıkan aktivasyon yetersizliği ve kuvvet kaybıdır. Total diz artroplastisi sonrası NMES’yi değerlendiren sistematik derleme ve meta-analizler, NMES’nin standart rehabilitasyona eklendiğinde bazı kuvvet ve fonksiyon çıktılarında anlamlı katkılar sağlayabildiğini; ancak protokol ve zamanlama farklılıklarının sonuçları etkilediğini rapor etmektedir (Peng ve ark., 2021). Benzer biçimde ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrasında kuadriseps güçlendirmede NMES’nin etkili olabildiği, özellikle erken dönemde doğru dozlanan uygulamaların kuvvet geri kazanımını destekleyebileceği bildirilmiştir (Hauger ve ark., 2018). Bu alanda ortak vurgu, klinik etkinliğin “cihaz var/yok” ikiliğinden çok, dozun yeterliliği ve istemli egzersizle entegrasyonun kalitesi ile ilişkili olduğudur (Maffiuletti, 2010; Hauger ve ark., 2018).

Kardiyopulmoner rehabilitasyonda NMES’nin güçlü gerekçelerinden biri, bazı hasta gruplarında klasik egzersizin dispne ve yorgunluk nedeniyle sürdürülememesidir. Şiddetli KOAH’lı bireylerde yürütülen randomize, çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada NMES’nin egzersiz kapasitesini iyileştirebildiği rapor edilmiştir (Maddocks ve ark., 2016). Kalp yetersizliği olan bireylerdeki meta-analitik bulgular da NMES’nin fonksiyonel kapasite ve bazı fizyolojik ölçütlerde iyileşmelerle ilişkili olabileceğini göstermektedir (Gomes Neto ve ark., 2016). Bu kanıtlar, NMES’nin bazı klinik profillerde “egzersize alternatif” bir yaklaşım olmaktan çok, egzersize köprü ya da egzersizin tolere edilemediği dönemlerde tamamlayıcı bir rol üstlenebileceğini düşündürmektedir (Gomes Neto ve ark., 2016; Maddocks ve ark., 2016).

Yoğun bakım bağlamında NMES, immobilizasyona bağlı hızlı kas kaybı ve yoğun bakım kaynaklı güçsüzlük riskini azaltma hedefiyle araştırılmıştır. Sistematik derleme ve meta-analizler, NMES’nin bazı sonuçlarda yarar sağlayabileceğini ancak tüm klinik sonuçlanımlarda tutarlı üstünlük göstermediğini; dolayısıyla hasta seçimi ve protokol standardizasyonunun kritik olduğunu vurgulamaktadır (Maffiuletti ve ark., 2013; Zayed ve ark., 2020). Bu alandaki deneysel bir çalışma da atrofik hastalarda NMES’nin kas kaybını azaltabileceğine işaret ederek fizyolojik doğruları desteklemiştir (Dirks ve ark., 2014). Birlikte değerlendirildiğinde, NMES’nin klinikteki değeri çoğu zaman tek başına bir müdahaleden ziyade, bakım paketine entegre edilen hedefe yönelik bir bileşen olmasından kaynaklanmaktadır (Maffiuletti ve ark., 2013; Zayed ve ark., 2020).

4) Vücut kompozisyonu ve sağlık çıktıları: WB-EMS kanıtı

WB-EMS’nin atletik olmayan yetişkinlerde kas kuvveti ve vücut kompozisyonu üzerindeki etkilerini inceleyen sistematik derleme ve meta-analizler, özellikle kas kuvveti ve yağsız kütle göstergelerinde olumlu değişimler rapor edilebildiğini; ancak etkilerin protokol, eşlik eden egzersiz ve katılımcı özelliklerine göre değiştiğini bildirmektedir (Kemmler ve ark., 2018; Kemmler ve

ark., 2021). Bu kanıt gövdesi, WB-EMS'nin bazı popülasyonlarda zaman-etkin bir seçenek olabileceğini düşündürse de, sonuçların sürdürülebilirliği ve klinik anlamı açısından yaşam tarzı bileşenleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (Kemmler ve ark., 2021). Ayrıca sağlık çıktılarındaki genellenebilirliğin artırılması için müdahale raporlamasının—özellikle şiddet hedeflemesi ve uyum boyutlarının—daha standardize biçimde sunulması önem taşımaktadır (Kemmler ve ark., 2023).

5) Güvenlik literatürü: kas hasarı, rabdomyoliz ve uygulama kılavuzları

EMS'nin güvenlik literatürü temelde iki kanıt hattı üzerinden ilerler: (i) kas hasarı belirteçlerini ele alan fizyolojik çalışmalar/derlemeler ve (ii) rabdomyoliz gibi ciddi sonuçları raporlayan olgu bildirimleri. WB-EMS'nin bazı koşullarda kreatin kinaz düzeylerinde çok belirgin artışlara yol açabildiğini gösteren çalışma, “ilk seans” dozunun kritik olduğunu ve zaman içinde tolerans/uyum gelişebileceğini vurgulamıştır (Kemmler ve ark., 2015). Kas hasarı–immün yanıt ilişkisini tartışan bir mini derleme de, alışılmamış yüklenme örüntüsü ve geniş kas kütlesinin eşzamanlı uyarılması nedeniyle güvenli ilerleme ve toparlanma yönetiminin önemini öne çıkarmıştır (Teschler ve Mooren, 2019).

Olgu bildirimleri, uygunsuz dozlanan WB-EMS seansları sonrasında rabdomyoliz gelişebildiğini; bu olguların hem sedanter bireylerde hem de profesyonel sporcularda rapor edilmiş olmasının güvenli uygulama ilkelerinin evrensel önemini desteklediğini göstermektedir (Finsterer ve Stöllberger, 2015; Hong ve ark., 2016; Kästner ve ark., 2015). Bu risk arka planı, WB-EMS için yayımlanan kılavuz ve uzlaşım metinlerinde vurgulanan kademeli alıştırma, düşük başlangıç hacmi, yeterli toparlanma aralığı, yakın gözetim ve eğitilmiş uygulayıcı ilkelerinin neden merkezde yer aldığını açıklamaktadır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Ayrıca WB-EMS'nin etkileri ve kontrendikasyonları üzerine bir görüş yazısı, risk taramasının ve kontrendikasyonların tutarlı uygulanmasının klinik açıdan kritik olduğunu özellikle vurgulamaktadır (Stöllberger ve Finsterer, 2019).

6) Mekanistik kanıt: motor ünite davranışı ve kas hasarı fizyolojisi

Mekanistik literatür, EMS'nin istemli kasılmadan farklı motor ünite örüntüleri oluşturabildiğini ve bunun yorgunluk–toparlanma dinamiklerini etkileyebileceğini tartışmaktadır. Motor ünite rekrutmanı üzerine eleştirel bir değerlendirme, NMES'de aktivasyon örüntülerinin uygulama parametreleri ve elektrot yerleşimine duyarlı olduğunu; bu nedenle uygulama şiddeti ve hedefleme stratejisinin hem etkinlik hem güvenlik açısından belirleyici olduğunu vurgulamıştır (Bickel ve ark., 2011). Kas hasarı bağlamında “tekrarlanan bout etkisi”nin EMS'de de gözlemlenebildiğini gösteren çalışma, kademeli alıştırma yaklaşımını fizyolojik olarak desteklerken (Aldayel ve ark., 2010),

kas hasarı mekanizmalarını tartışan bir derleme EMS'ye bağlı hasar riskinin kasılma tipi/şiddeti ve alışılmışlık düzeyiyle yakından ilişkili olduğunu ifade etmiştir (Nosaka ve ark., 2011).

Sonuçlar ve Özet

Elektriksel kas uyarımı (EMS) ve klinik terminolojide daha sık kullanılan nöromüsküler elektriksel uyarım (NMES), periferik sinir-kas sistemi üzerinde aksiyon potansiyellerini tetikleyerek istemsiz kasılma üreten; spor performansı, fiziksel aktivite ve rehabilitasyon uygulamalarında ise çoğunlukla istemli egzersizi tamamlayıcı bir araç olarak konumlanan bir yöntemdir (Maffiuletti, 2010). Literatür bütüncül değerlendirildiğinde, EMS'nin pratik değeri yöntem “tek başına” uygulandığında değil; doğru hedef-doğru doz-doğru bağlam ilkeleriyle yapılandırılmış programlara entegre edildiğinde daha belirgin hale gelmektedir (Kemmler ve ark., 2023).

Egzersiz fizyolojisi perspektifinden EMS; uygulama türüne (lokal EMS, süperimpoze EMS, WB-EMS), uyarım parametrelerine ve bireysel toleransa bağlı olarak metabolik talebi, algılanan zorluğu ve nöromüsküler yüklenmenin karakterini değiştirebilmektedir (Maffiuletti, 2010). Bununla birlikte, EMS sırasında motor ünite aktivasyon örüntüsünün istemli kasılmadan farklılaşabilmesi; yorgunluk ve toparlanma dinamiklerinde farklı bir profil doğurabilir. Bu fizyolojik farklılık, özellikle başlangıç döneminde kademeli alıştırma yaklaşımının önemini güçlendiren bir gerekçe olarak değerlendirilmektedir (Nosaka ve ark., 2011).

Spor performansı alanında derleme ve meta-analitik bulgular, EMS'nin uygun biçimde programlandığında maksimal kuvvet ve güç gibi bileşenlerde olumlu değişimlerle ilişkili olabildiğini; ancak protokol heterojenliği, denek profilleri ve eşlik eden antrenman içerikleri nedeniyle sonuçların genellenebilirliğinin sınırlanabildiğini göstermektedir (Filipovic ve ark., 2011; Filipovic ve ark., 2012). Güncel sentezler, EMS türleri arasında performans çıktıları bakımından farklılaşmalar olabileceğini; dolayısıyla “etki var mı?” sorusundan çok, “hangi sporcuda, hangi dönemde, hangi protokolle?” sorusuna odaklanan tasarımların daha yüksek açıklayıcılık sağlayacağını düşündürmektedir (Micke ve ark., 2023). Bu bağlamda performans sporunda rasyonel kullanım, klasik antrenman ilkeleri (özellik, aşamalılık, toparlanma ve bireyselleştirme) korunarak, çoğu zaman tamamlayıcı yük mantığıyla planlanmalıdır (Maffiuletti, 2010).

Rehabilitasyon ve klinik uygulamalarda NMES'nin kanıt zemini daha belirgin biçimde fonksiyonel kaybı sınırlama ve egzersize köprü olma hedefinde toplanmaktadır. Ortopedik cerrahi sonrası dönemde NMES'nin standart rehabilitasyona eklenmesinin kuvvet ve fonksiyon ölçütlerinde yarar sağlayabildiğini bildiren meta-analitik bulgular bulunmakla birlikte, etkinin büyüklüğü uygulama zamanlaması ve protokol niteliğine duyarlıdır (Peng ve

ark., 2021). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kuadriseps güçlendirmede de NMES'nin etkili olabileceği rapor edilmiştir; bu nedenle özellikle erken dönemde, istemli aktivasyonun sınırlı kaldığı evrelerde klinik açıdan anlamlı bir araç olabileceği söylenebilir (Hauger ve ark., 2018). Kardiyopulmoner rehabilitasyonda ise NMES'nin, ağır semptom yükü nedeniyle klasik egzersizin sürdürülemediği hasta profillerinde egzersiz kapasitesini destekleyebildiğine işaret eden yüksek kaliteli kanıtlar mevcuttur (Maddocks ve ark., 2016).

Uygulama protokolleri ve teknik özellikler açısından literatürün en güçlü ortak mesajı, “doz”un tek bir parametreyle açıklanamayacağıdır. Frekans, darbe genişliği, iş–dinlenme oranı ve seans süresi kadar; pratikte gerçek yüklenmeyi belirleyen uyarım şiddetinin nasıl hedeflendiği (örn. tolere edilebilir maksimum, uyarılmış tork, MVC'ye göre yüzde) hem etkinlik hem de güvenlik sonuçlarını belirgin biçimde şekillendirmektedir (Filipovic ve ark., 2011; Maffiuletti, 2010). Bu nedenle EMS/NMES, standart bir “cihaz protokolü” gibi değil; klinik hedef, bireysel tolerans ve seanslar arası toparlanma gereksinimi temelinde yapılandırılan bir egzersiz reçetesi bileşeni olarak ele alınmalıdır (Kemmler ve ark., 2023).

Güvenlik boyutunda, özellikle WB-EMS'nin yaygınlaşmasıyla birlikte kas hasarı belirteçlerinde belirgin artışlar ve nadir fakat klinik açıdan ciddi olabilen rabdomyoliz olguları gündeme gelmiştir. Bu çerçevede güncel kılavuzlar; düşük başlangıç dozu, kademeli alıştırma, yeterli toparlanma aralığı, yakın gözetim, kontrendikasyon taraması ve eğitilmiş uygulayıcı gibi ilkeleri güvenli uygulamanın temel bileşenleri olarak vurgulamaktadır (Kemmler ve ark., 2016; Kemmler ve ark., 2023). Yan etkiler ve kontrendikasyonlara ilişkin görüş yazıları da risk taramasının tutarlı uygulanması ve standart dışı uygulamaların önlenmesi gereğini özellikle belirtmektedir (Stöllberger ve Finsterer, 2019). Dolayısıyla EMS'nin “kısa sürede yüksek etki” iddiası üzerinden değil; kanıta dayalı planlama ve etik sorumluluk çerçevesinde uygulanması, hem performans hem klinik alan için ortak bir gerekliliktir (Teschler ve Mooren, 2019).

Sonuç olarak EMS/NMES, doğru bağlamda ve doğru dozda uygulandığında spor performansı ve rehabilitasyon çıktılarında anlamlı katkılar üretebilen; ancak protokol heterojenliği ve güvenlik riskleri nedeniyle dikkatli yönetilmesi gereken bir yöntemdir (Kemmler ve ark., 2023; Maffiuletti, 2010). Gelecek araştırmaların; uyarım şiddetinin nicel raporlanmasını standartlaştıran tasarımlara, popülasyona özgü doz–yanıt analizlerine, uzun dönemli klinik sonuçlarına ve gerçek yaşam uygulamalarında güvenlik–etkinlik dengesini izleyen pragmatik çalışmalara odaklanması beklenmektedir (Stöllberger ve Finsterer, 2019; Micke ve ark., 2023). Bu yönelim, EMS'nin sporda “tamamlayıcı bir antrenman aracı”, klinikte ise “fonksiyona köprü” sağlayan bir müdahale olarak kanıta dayalı biçimde konumlandırılmasını daha da güçlendirecektir (Hauger ve ark., 2018; Maddocks ve ark., 2016).

KAYNAKÇA

- Aldayel, A., Jubeau, M., McGuigan, M., & Nosaka, K. (2010). Less indication of muscle damage in the second than initial electrical muscle stimulation bout consisting of isometric contractions of the knee extensors. *European Journal of Applied Physiology*, 108(4), 709–717. doi:10.1007/s00421-009-1278-0
- Bamaç, B., Çolak, T., Çolak, S., Bayazıt, B., Demirci, D., Meriç Bingöl, B., ... Özbek, A. (2014). *Evaluation of nerve conduction velocities of the median, ulnar and radial nerves of basketball players. International SportMed Journal*, 15(1), 1–12.
- Bax, L., Staes, F., & Verhagen, A. (2005). Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sports Medicine*, 35(3), 191–212. doi:10.2165/00007256-200535030-00003
- Bickel, C. S., Gregory, C. M., & Dean, J. C. (2011). Motor unit recruitment during neuromuscular electrical stimulation: A critical appraisal. *European Journal of Applied Physiology*, 111(10), 2399–2407. doi:10.1007/s00421-011-2128-4
- Choi, E. J., Kim, Y. J., & Lee, S. Y. (2018). *Effects of electrical muscle stimulation on waist circumference in adults with abdominal obesity: A randomized, double-blind, sham-controlled trial. Journal of Nepal Medical Association*, 56(214), 904–911. doi:10.31729/jnma.3826
- Choi, Y., & Hur, Y. (2024). Body contouring effects of at-home beauty device equipped with suction, radiofrequency, and electrical muscle stimulation functions. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 23(8), 2640–2649. doi:10.1111/jocd.16307
- Dirks, M. L., Wall, B. T., Snijders, T., Ottenbros, C. L. P., Verdijk, L. B., & van Loon, L. J. C. (2014). Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle disuse atrophy during leg immobilization in humans. *Acta Physiologica*, 210(3), 628–641. doi:10.1111/apha.12200
- Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2011). Electromyostimulation—A systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3218–3238. doi:10.1519/JSC.0b013e318212e3ce
- Filipovic, A., Kleinöder, H., Dörmann, U., & Mester, J. (2012). Electromyostimulation—A systematic review of the effects of different electromyostimulation methods on selected strength parameters in trained and elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9), 2600–2614. doi:10.1519/JSC.0b013e31823f2cd1
- Finsterer, J., & Stöllberger, C. (2015). Severe rhabdomyolysis after MIHA-bodytec® electrostimulation with previous mild hyper-CK-emia and noncompaction. *International Journal of Cardiology*, 180, 100–102. doi:10.1016/j.ijcard.2014.11.148
- Gomes Neto, M., Oliveira Carvalho, V., Durães, A. R., Conceição, L. S. R., & Saquetto, M. B. (2016). Neuromuscular electrical stimulation in patients with heart failu-

- re: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 36(3), 157–166. doi:10.1097/HCR.0000000000000151
- Guretzki, E., Kohl, M., von Stengel, S., Uder, M., & Kemmler, W. (2024). Effects of whole-body electromyostimulation on metabolic syndrome in adults at moderate-to-high cardiometabolic risk—A systematic review and meta-analysis. *Sensors*, 24(21), 6788. doi:10.3390/s24216788
- Hamada, T., Hayashi, T., Kimura, T., Nakao, K., & Moritani, T. (2004). Electrical stimulation of human lower extremities enhances energy consumption, carbohydrate oxidation, and whole-body glucose uptake. *Journal of Applied Physiology*, 96(3), 911–916. doi:10.1152/jappphysiol.00664.2003
- Hauger, A. V., Reiman, M. P., Bjordal, J. M., Sheets, C., Ledbetter, L., & Goode, A. P. (2018). Neuromuscular electrical stimulation is effective in strengthening the quadriceps muscle after anterior cruciate ligament surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 26(2), 399–410. doi:10.1007/s00167-017-4669-5
- Hong, J. Y., Oh, J. H., & Shin, J.-H. (2016). Rhabdomyolysis caused by knee push-ups with whole body electromyostimulation. *British Journal of Hospital Medicine*, 77(9), 542–543. doi:10.12968/hmed.2016.77.9.542
- Houdijk, A. P. J., Bos, N. F. J. M. E., Verduin, W. M., Hijdendaal, M. M., & Zwartkruis, M. A. L. (2022). Visceral fat loss by whole-body electromyostimulation is attenuated in male and absent in female older non-insulin-dependent diabetes patients. *Endocrinology, Diabetes & Metabolism*, 5(6), e00377. doi:10.1002/edm2.377
- Kästner, A., Braun, M., & Meyer, T. (2015). Whole-body electromyostimulation causes rhabdomyolysis. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(6), e71–e73. doi:10.1097/JSM.0000000000000153
- Kemmler, W., Teschler, M., Weißenfels, A., Bebenek, M., von Stengel, S., Kohl, M., & Fröhlich, M. (2015). Effects of whole-body electromyostimulation on creatine kinase and muscle damage: Case series and practical implications. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 165(21–22), 427–435. doi:10.1007/s10354-015-0394-1
- Kemmler, W., Fröhlich, M., von Stengel, S., & Kleinöder, H. (2016). Whole-body electromyostimulation—The need for common sense! A guideline for safe and effective WB-EMS. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 67(9), 218–221. doi:10.5960/dzsm.2016.246
- Kemmler, W., Weissenfels, A., Willert, S., Shojaa, M., von Stengel, S., Filipovic, A., ... Fröhlich, M. (2018). Efficacy and safety of low frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) to improve health and performance in non-athletic adults: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 9, 573. doi:10.3389/fphys.2018.00573
- Kemmler, W., Shojaa, M., Steele, J., Berger, J., Fröhlich, M., Schoene, D., & von Stengel, S. (2021). Efficacy and safety of whole-body electromyostimulation (WB-EMS) on muscle strength and body composition in adults: A systema-

tic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 12, 640657. doi:10.3389/fphys.2021.640657

- Kemmler, W., Fröhlich, M., Ludwig, O., Eifler, C., von Stengel, S., Willert, S., ... Amaro-Gahete, F. J. (2023). Position statement and updated international guideline for safe and effective whole-body electromyostimulation training—The need for common sense in WB-EMS application. *Frontiers in Physiology*, 14, 1174103. doi:10.3389/fphys.2023.1174103
- Krause, A., da Mota de Moreira, I., Walser, N., Memmert, D., & Ritzmann, R. (2023a). Whole-body electromyostimulation impacts physiological responses during aerobic running: A randomized trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(4), 1133–1140. doi:10.1080/02701367.2022.2120949
- Krause, A., Walser, N., Centner, C., Memmert, D., da Mota de Moreira, I., & Ritzmann, R. (2023b). Running with whole-body electromyostimulation improves physiological determinants of endurance performance: A randomized control trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15, 126. doi:10.1186/s13102-023-00739-8
- Kristensen, M. G. H., Busk, H., & Wienecke, T. (2021). Neuromuscular electrical stimulation improves activities of daily living post stroke: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 4(1), 100167. doi:10.1016/j.arrct.2021.100167
- Maddocks, M., Gao, W., Higginson, I. J., & Wilcock, A. (2016). Neuromuscular electrical stimulation to improve exercise capacity in patients with severe COPD: A randomised double-blind, placebo-controlled trial. *The Lancet Respiratory Medicine*, 4(1), 27–36. doi:10.1016/S2213-2600(15)00503-2
- Maffiuletti, N. A. (2010). Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *European Journal of Applied Physiology*, 110(2), 223–234. doi:10.1007/s00421-010-1502-y
- Maffiuletti, N. A., Roig, M., Karatzanos, E., & Nanas, S. (2013). Neuromuscular electrical stimulation for preventing skeletal-muscle weakness and wasting in critically ill patients: A systematic review. *BMC Medicine*, 11, 137. doi:10.1186/1741-7015-11-137
- Maffiuletti, N. A., Roig, M., Karatzanos, E., & Nanas, S. (2018). Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for neuromuscular rehabilitation: What are we overlooking? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(4), 806–812. doi:10.1016/j.apmr.2017.10.028
- Micke, F., Held, S., Lindenthal, L., & Donath, L. (2023). Effects of electromyostimulation on performance parameters in sportive and trained athletes: A systematic review and network meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 23(8), 1570–1580. doi:10.1080/17461391.2022.2107437
- Miha Bodytec. (2025). *Products*. Erişim adresi: <https://www.miha-bodytec.com/en/products>
- Nosaka, K., Aldayel, A., Jubeau, M., & Chen, T. C. (2011). Muscle damage induced by

- electrical stimulation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(10), 2427–2437. doi:10.1007/s00421-011-2089-7
- Peng, L., Wang, K., Zeng, Y., Wu, Y., Si, H., & Shen, B. (2021). Effect of neuromuscular electrical stimulation after total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Medicine*, 8, 779019. doi:10.3389/fmed.2021.779019
- Sahin, U. K., Acaröz, S., Çirakoğlu, A., Benli, E., & Akbayrak, T. (2022). Effects of external electrical stimulation added to pelvic floor muscle training in women with stress urinary incontinence: A randomized controlled study. *Neurourology and Urodynamics*, 41(8), 1781–1792. doi:10.1002/nau.25022
- Stephan, M., Hagedorn, A., Wehmeier, U. F., Tomschi, F., & Hilberg, T. (2022). Acute effects of electromyostimulation superimposed on running. *Biology*, 11(4), 593. doi:10.3390/biology11040593
- Stöllberger, C., & Finsterer, J. (2019). Side effects of and contraindications for whole-body electro-myo-stimulation: A viewpoint. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 5(1), e000619. doi:10.1136/bmjsem-2019-000619
- Teschler, M., & Mooren, F. C. (2019). (Whole-body) electromyostimulation, muscle damage, and immune system: A mini review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1461. doi:10.3389/fphys.2019.01461
- van der Scheer, J. W., Goosey-Tolfrey, V. L., Valentino, S. E., Davis, G. M., & Hoekstra, F. (2021). Functional electrical stimulation cycling exercise after spinal cord injury: A systematic review of health and fitness-related outcomes. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 18, 99. doi:10.1186/s12984-021-00882-8
- Verch, R., Stoll, J., Hadzic, M., Quarmby, A., & Völler, H. (2021). Whole-body EMS superimposed walking and Nordic walking on a treadmill—Determination of exercise intensity to conventional exercise. *Frontiers in Physiology*, 12, 715417. doi:10.3389/fphys.2021.715417
- Vranis, N. M., Ghavami, A., Rohrich, R. J., & Theodorou, S. (2024). Radiofrequency and electrical muscle stimulation: A synergistic treatment that achieves lipolysis and circumferential waist reduction in noninvasive body contouring. *Aesthetic Surgery Journal Open Forum*, 6, ojae042. doi:10.1093/asjof/ojae042
- Watanabe, K., Takada, S., Kawade, S., & Moritani, T. (2021). Physiological responses to neuromuscular electrical stimulation during dynamic exercise. *Physiological Reports*, 9, e14758. doi:10.14814/phy2.14758
- Zayed, Y., Kheiri, B., Barbarawi, M., Chahine, A., Rashdan, L., Chintalapati, S., ... Al-Sanouri, I. (2020). Effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Australian Critical Care*, 33(2), 203–210. doi:10.1016/j.aucc.2019.04.003



HALK SAĞLIĞINDA DİYABETLE MÜCADELE: FİZİKSEL AKTİVİTE TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

“ ”

Fundanur ÖZTÜRK¹

¹ Uzman Hemşire, Buluncak Devlet Hastanesi, ORCID ID: 0009-0008-3649-1143

GİRİŞ

Diyabet, günümüzde yalnızca endokrinoloji uzmanlarının ilgi alanına giren klinik bir sorun olmaktan çıkmış, sonuçları toplum geneline yayılan önemli bir halk sağlığı problemi hâline gelmiştir. Son 30–40 yılda hem diyabet tanısı alan birey sayısında hem de hastalığın yol açtığı komplikasyonlarda belirgin artış olduğu uluslararası raporlarda açıkça gösterilmektedir (World Health Organization [WHO], 2016, 2024). Uluslararası Diyabet Federasyonu'na (IDF) göre erişkin nüfusun yaklaşık onda biri diyabetle yaşamaktadır ve bu oranın önümüzdeki yıllarda daha da yükseleceği öngörülmektedir (International Diabetes Federation [IDF], 2021).

Türkiye'de yürütülen toplum temelli çalışmalar da benzer bir tablo ortaya koymaktadır. TURDEP-II çalışması, erişkin Türk toplumunda diyabet prevalansının 12 yıl içinde yaklaşık %90 oranında arttığını ve obeziteyle birlikte en önemli halk sağlığı sorunlarından biri hâline geldiğini bildirmektedir (Satman ve ark., 2013). T.C. Sağlık Bakanlığı'nın "Türkiye Diyabet Programı" belgelerinde de diyabetin hem mortalite hem morbidite açısından ülke hastalık yükü içindeki payının giderek arttığı vurgulanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023).

Sorun yalnızca hasta sayısındaki artışla sınırlı değildir. Kardiyovasküler hastalıklar, inme, kronik böbrek hastalığı, diyabetik retinopati ve alt ekstremitte amputasyonları gibi komplikasyonlar, hem yaşam süresini hem yaşam kalitesini ciddi biçimde azaltmaktadır (WHO, 2016). Bu komplikasyonların yönetimi, sık poliklinik başvuruları, hastane yatışları, yoğun bakım süreçleri ve cerrahi girişimler nedeniyle sağlık sistemi üzerinde önemli bir ekonomik yük oluşturur. Türkiye'de diyabetin toplumsal ve ekonomik yükünü inceleyen raporlar, doğrudan sağlık harcamalarına ek olarak iş gücü kaybı, erken emeklilik ve bakım gereksiniminin toplam maliyeti daha da artırdığını göstermektedir (Satman, 2018; Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı [TÜSEB], 2024).

Diyabet vakalarının büyük çoğunluğunu oluşturan tip 2 diyabetin yaşam tarzı ile yakından ilişkili olması, hastalığı halk sağlığı açısından daha da kritik hâle getirmektedir. Fiziksel inaktivite, obezite, sağlıksız beslenme, tütün kullanımı ve sosyoekonomik eşitsizlikler tip 2 diyabet için başlıca risk faktörleri arasında yer almaktadır (American Diabetes Association Professional Practice Committee [ADA], 2024; Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği [TEMED], 2024). Bu faktörlerin çoğunun değiştirilebilir nitelikte olması, farmakolojik tedavinin yanı sıra yaşam tarzı değişikliklerini merkeze alan müdahaleleri zorunlu kılmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite, hem diyabet gelişiminin geciktirilmesinde hem de tanı almış bireylerde glisemik kontrolün sağlanmasında ve komplikasyon riskinin azaltılmasında temel bir araç olarak öne çıkmaktadır (Colberg ve ark., 2010; Türkiye Diyabet Vakfı, 2023; TEMED, 2024).

Türkiye’de yürütülen ulusal programlar, fiziksel aktivitenin diyabetle mücadelede stratejik rolünü açık biçimde ortaya koymaktadır. T.C. Sağlık Bakanlığı’nın “Türkiye Diyabet Programı” ve “Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi”nde, toplumsal düzeyde fiziksel aktiviteyi artırmaya dönük politika ve uygulamaların önemi vurgulanmakta; aile sağlığı merkezleri, toplum sağlığı merkezleri, yerel yönetimler ve eğitim kurumları için somut eylem alanları tanımlanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015, 2023).

Tüm bu veriler, diyabetin yalnızca klinik düzeyde izlenip ilaçla tedavi edilecek bir hastalık olmadığını; çok bileşenli, uzun süreli ve büyük oranda önlenemez bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir. Bu nedenle diyabetle mücadele, farmakolojik tedaviyi aşan; çevresel, davranışsal ve politik boyutları da kapsayan kapsamlı halk sağlığı yaklaşımlarını gerektirmektedir.

Diyabetin Halk Sağlığı Üzerindeki Önemi

Diyabetin halk sağlığı açısından önemi, yaygınlığı, kronik seyri, çoklu komplikasyonları ve ekonomik sonuçları birlikte ele alınarak değerlendirilmelidir. IDF ve benzeri kuruluşların tahminleri, pek çok ülkede erişkin nüfusta diyabet prevalansının %10’un üzerine çıktığını; 65 yaş üzeri gruplarda ise bazı bölgelerde %20’leri bulduğunu göstermektedir (IDF, 2021). Türkiye’de TURDEP-I ve TURDEP-II sonuçları, diyabet sıklığının kısa bir zaman dilimi içinde neredeyse iki katına çıktığını ve bu artışın obezite ve fiziksel inaktivite oranlarındaki yükselişle paralel olduğunu ortaya koymaktadır (Satman ve ark., 2013).

Diyabetin kronik ve multisistemik seyri, yönetimini güçleştiren temel unsurlardandır. Tanı anından itibaren birey, düzenli tıbbi izlem, sürekli öz-yönetim, ilaç kullanımı ve yaşam tarzı düzenlemeleri gerektiren bir sürece girer. Gelişen komplikasyonlar, günlük yaşam aktivitelerini kısıtlayarak bağımsızlığı azaltabilir, sosyal katılımı sınırlandırabilir ve psikolojik yükü artırılabilir (WHO, 2016). Türkiye’deki saha verileri, diyabetli bireylerin önemli bölümünün tanı anında veya kısa süre içinde hipertansiyon, dislipidemi ve obezite gibi ek risk faktörlerine de sahip olduğunu göstermektedir (TEMED, 2024).

Ekonomik açıdan bakıldığında diyabet; ilaç maliyetleri, poliklinik başvuruları, hastane yatışları ve cerrahi girişimler gibi doğrudan maliyetlere ek olarak, iş gücü kaybı, üretkenlikte azalma ve uzun süreli bakım gereksinimi gibi dolaylı maliyetler yoluyla sağlık sistemleri üzerinde ciddi bir yük oluşturmaktadır. Türkiye’de diyabetin ekonomik yüküne ilişkin raporlar, maliyetlerin önemli bir kısmının önlenemez komplikasyonlardan kaynaklandığını göstermektedir (Satman, 2018; TÜSEB, 2024).

Bu nedenle diyabet, birinci basamak sağlık hizmetlerinden ulusal politika belgelerine kadar her düzeyde öncelikli bir halk sağlığı sorunu olarak

ele alınmalıdır. Özellikle tip 2 diyabet için risk oluşturan faktörlerin büyük bölümünün yaşam tarzı ile ilişkili olması, koruyucu hizmetler ve sağlığı geliştirici müdahaleler açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite, sağlıklı beslenme ve tütün kullanımının azaltılması gibi davranış değişiklikleri, diyabet riskini azaltmada ve hastalığın seyrini iyileştirmede temel hedefler olarak öne çıkmaktadır (ADA, 2024; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023).

Fiziksel Aktivitenin Genel Sağlık Üzerindeki Etkileri

Fiziksel aktivite, kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 diyabet, obezite, hipertansiyon, bazı kanser türleri ve depresyon gibi birçok kronik hastalık için ortak bir koruyucu faktör olarak tanımlanmaktadır (Bull ve ark., 2020; WHO, 2020). Dünya Sağlık Örgütü ve ulusal rehberlerde, yetişkinlerin haftalık en az 150–300 dakika orta şiddette ya da 75–150 dakika yüksek şiddette aerobik fiziksel aktivite yapmaları ve haftada en az iki gün büyük kas gruplarını içeren kas güçlendirici egzersizlere yer vermeleri önerilmektedir (Bull ve ark., 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi'nde de yaş grupları ve özel durumlara göre ayrıntılandırılmış öneriler sunulmakta; çocuklar, yetişkinler, yaşlılar ve kronik hastalığı olan bireyler için farklı hedefler tanımlanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014). Rehber, hem fiziksel aktivitenin yararlarını açıklamakta hem de sahada çalışan sağlık personeli ve eğitimcilere pratik öneriler sunmaktadır.

Araştırmalar, düzenli fiziksel aktivitenin kan basıncını düşürdüğünü, HDL kolesterolü artırdığını, trigliserid ve LDL kolesterolü azalttığını; beden kütle indeksi ve bel çevresi gibi obezite göstergelerinde iyileşme sağladığını göstermektedir (Bull ve ark., 2020; ADA, 2024). Ayrıca fiziksel aktivitenin depresif belirtileri hafiflettiği, uyku kalitesini ve öznel iyi oluş hâlini artırdığı da çok sayıda çalışmada bildirilmiştir. Türkiye'de COVID-19'un ilk dalgasında 1.400 yetişkinle yürütülen kesitsel bir çalışmada, fiziksel aktivite düzeyinin başa çıkma (coping) ve umut ile pozitif; anksiyete ile negatif yönde ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Filiz ve ark., 2024).

Diyabet bağlamında fiziksel aktivitenin en kritik etkilerinden biri, glikemik kontrol ve insülin duyarlılığı üzerindedir. Kas kasılması sırasında glukoz taşıyıcılarının hücre zarına taşınması, insülinin bağımsız yollarla glukoz alımını artırmakta; bu da egzersiz sonrasında kan glukoz düzeylerinin düşmesine ve insülin duyarlılığının artmasına yol açmaktadır (Colberg ve ark., 2010). Düzenli egzersiz, vücut yağ yüzdesini azaltırken kas kitlesini korur veya artırır; bazal metabolizma hızını destekler ve kronik düşük dereceli inflamasyonu azaltır. Bu mekanizmalar birlikte değerlendirildiğinde, fiziksel aktivitenin diyabetin hem önlenmesinde hem de tedavisinde neden bu kadar güçlü bir araç olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Bu bölümün amacı, diyabetle mücadelede fiziksel aktiviteyi merkeze alan yaklaşımları halk sağlığı bakış açısıyla tartışmaktır. Odak noktası yalnızca “diyabetli bireye egzersiz önermek” değil; fiziksel aktivitenin toplum temelli programlar, birinci basamak sağlık hizmetleri ve ulusal politikalarla birlikte düşünülerek diyabet yükünü azaltmada nasıl stratejik bir araç hâline getirilebileceğini ortaya koymaktır.

Bu çerçevede ilerleyen bölümlerde:

- ◆ Diyabet ve fiziksel aktivite ilişkisi tip 1 ve tip 2 diyabet bağlamında özetlenecek,
- ◆ Toplum temelli fiziksel aktivite programlarının diyabetin önlenmesindeki rolü tartışılacak,
- ◆ Farklı fiziksel aktivite türleri için pratik uygulama önerileri verilecek,
- ◆ Ulusal ve uluslararası kılavuz ve programlar özetlenecek,
- ◆ Uygulamadaki güçlükler, sürdürülebilirlik ve erişilebilirlik sorunları ile geleceğe yönelik araştırma ve politika önerileri ele alınacaktır.

Böylece fiziksel aktivitenin, klinik pratiğin kenarında kalan ikincil bir öneri olmaktan çıkıp, planlı ve sistematik halk sağlığı müdahalelerinin merkezine yerleşmesi amaçlanmaktadır.

Diyabet ve Fiziksel Aktivite İlişkisi

Diyabet ve fiziksel aktivite arasındaki ilişki, fizyolojik ve klinik açıdan çift yönlüdür. Diyabet bir yandan egzersiz toleransını, güvenli efor düzeylerini ve komplikasyon riskini etkilerken; diğer yandan düzenli fiziksel aktivite glisemik kontrolü iyileştiren, insülin duyarlılığını artıran ve uzun dönem komplikasyon riskini azaltan temel bir müdahale alanıdır (Colberg ve ark., 2016; Bahadır ve Atmaca, 2012). Ulusal ve uluslararası kılavuzlarda, diyabetli bireylerin tedavi planının mutlaka fiziksel aktivite bileşenini içermesi gerektiği ve egzersizin tıbbi beslenme tedavisi ve farmakolojik tedavi ile birlikte bütüncül bir yönetim stratejisinin parçası olduğu vurgulanmaktadır (ADA, 2024; TEMD, 2024).

Tip 1 ve Tip 2 Diyabette Egzersiz

Tip 1 diyabet, pankreatik β -hücrelerin otoimmün yıkımı sonucu ortaya çıkan, mutlak insülin eksikliği ile seyreden bir hastalıktır. Bu nedenle tip 1 diyabetli bireylerde egzersiz, insülin tedavisi ile yakından ilişkilendirilmesi gereken, dikkatli glukoz izlemi gerektiren bir bileşendir. Güncel çalışmalar, bu grupta düzenli fiziksel aktivitenin kardiyorespiratuvar uygunluğu artırdığını, insülin duyarlılığını iyileştirdiğini ve yaşam kalitesini yükselttiğini göstermektedir (Riddell ve ark., 2017; Colberg ve ark., 2016). Ancak hipoglisemi riski, insülin doz ayarlamaları ve egzersiz öncesi-sonrası karbonhidrat

alımını gibi konuların bireyselleştirilmiş biçimde planlanması gerekmektedir (Riddell ve ark., 2017; Bahadır ve Atmaca, 2012).

Tip 2 diyabet ise genellikle insülin direnci ve relatif insülin sekresyon kusuru ile karakterizedir. Fiziksel inaktivite, obezite ve sağlıksız beslenme bu hastalık için temel risk faktörleridir; dolayısıyla egzersiz hem birincil korunma hem de tedavi sürecinde merkezi bir role sahiptir (Colberg ve ark., 2010; Bahadır ve Atmaca, 2012; TEMD, 2024). Tip 2 diyabetli bireylerde yapılan çalışmalar, düzenli aerobik ve/veya direnç egzersizlerinin glisemik kontrolü iyileştirdiğini, vücut ağırlığı ve bel çevresini azalttığını, kan basıncı ve lipid profilinde olumlu değişiklikler sağladığını ortaya koymaktadır (Snowling ve Hopkins, 2006; Umpierre ve ark., 2011).

Uluslararası kılavuzlar, diyabetli erişkinler için haftada en az 150 dakika orta şiddette veya 75 dakika yüksek şiddette aerobik egzersiz ve buna ek olarak haftada 2–3 gün büyük kas gruplarını içeren direnç egzersizleri önermektedir (Bull ve ark., 2020; ADA, 2024; Colberg ve ark., 2016). TEMD kılavuzlarında da benzer biçimde egzersiz öncesi kardiyak risk analizi, bireysel kapasiteye göre programlama ve komplikasyonlara göre uyarlama gerekliliği vurgulanmaktadır (TEMD, 2024).

Türkiye’deki derleme ve kongre bildirilerinde de diyabet–egzersiz ilişkisi ayrıntılı biçimde ele alınmış; aerobik ve direnç egzersizlerinin metabolik ve fonksiyonel çıktılar üzerindeki olumlu etkileri vurgulanmıştır (Bahadır ve Atmaca, 2012; Şekir, 2011). Bu yayınlar, uluslararası literatürle uyumlu olarak egzersizin diyabet tedavisinde “opsiyonel” değil, tedavi planının ayrılmaz bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır.

Fiziksel Aktivitenin Glisemik Kontrol Üzerindeki Etkileri

Fiziksel aktivitenin diyabetteki en belirgin etkilerinden biri, glisemik kontrol ve HbA1c düzeyleri üzerindedir. Kas kontraksiyonu sırasında glukoz taşıyıcılarının hücre zarına taşınması, insülin bağımsız yollarla glukoz alımını artırır; bu da hem akut egzersiz seansı ardından hem de uzun süreli egzersiz programları ile insülin duyarlılığında anlamlı iyileşmelere zemin hazırlar (Colberg ve ark., 2016; Bahadır ve Atmaca, 2012).

Tip 2 diyabetlilerde yapılan randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler, düzenli egzersizin HbA1c düzeylerini klinik olarak anlamlı ölçüde düşürdüğünü göstermektedir. Umpierre ve ark.’nın (2011) 47 randomize çalışmayı içeren meta-analizinde, yapılandırılmış egzersiz eğitimi, kontrol gruplarına kıyasla ortalama yaklaşık 0,7 puanlık HbA1c azalması ile ilişkili bulunmuştur. Haftalık egzersiz süresinin 150 dakikanın üzerinde olduğu programlarda bu düşüş daha belirgin görülmüş; aerobik, direnç ve kombine egzersiz türlerinin tümünün yararlı olduğu bildirilmiştir (Umpierre ve ark., 2011; Snowling ve Hopkins, 2006; Thomas, Elliott ve Naughton, 2006).

ADA ve American College of Sports Medicine'in ortak bildirilerinde de düzenli egzersizin tip 2 diyabetli bireylerde insülin duyarlılığını artırdığı, postprandiyal glukoz yanıtını iyileştirdiği ve HbA1c düzeylerinde anlamlı düşüş sağladığı vurgulanmaktadır (Colberg ve ark., 2010, 2016). TEMD ve T.C. Sağlık Bakanlığı rehberlerinde, diyet ve ilaç tedavisine ek olarak düzenli fiziksel aktivitenin glisemik kontrolün temel bileşenlerinden biri olduğu ve birçok durumda ilaç dozunu artırmaktan daha etkili olabildiği belirtilmektedir (TEMD, 2024; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015).

Tip 1 diyabetli bireylerde egzersizin HbA1c üzerindeki etkisi genellikle daha sınırlıdır; özellikle çocuk ve adolesanlarda yaklaşık 0,3 puana varan iyileşme bildirilmiştir (Riddell ve ark., 2017). Ancak hipoglisemi korkusu, doz ayarlama zorlukları ve egzersiz sırasındaki glukoz dalgalanmaları, bu grupta düzenli aktiviteye katılımı kısıtlayan önemli bariyerlerdir (Riddell ve ark., 2017; Colberg ve ark., 2016). Bu nedenle tip 1 diyabette egzersizden tam yarar sağlanabilmesi için, sağlık profesyonelleri tarafından yapılandırılmış eğitim ve bireyselleştirilmiş danışmanlık sunulması kritik önem taşır.

Glisemik kontrol artık yalnızca HbA1c ile değil, "zamanın hedef aralıkta geçirilmesi", glisemik değişkenlik ve hipoglisemi süresi gibi göstergelerle de değerlendirilmektedir. Aerobik ve direnç egzersizlerini içeren programların, özellikle tip 2 diyabette gün içi glukoz dalgalanmalarını azalttığı ve hedef aralıkta geçirilen süreyi artırdığına dair bulgular artmaktadır (Colberg ve ark., 2016).

Kronik Komplikasyon Riskine Etkisi

Diyabetin uzun dönem seyrinde kardiyovasküler hastalıklar, inme, nefropati, retinopati ve nöropati gibi kronik komplikasyonlar, mortalite ve morbiditenin ana belirleyicileridir. Glisemik kontrolün iyileştirilmesi, kan basıncı ve lipid profilinin düzenlenmesi ve vücut ağırlığının kontrol altına alınması, bu komplikasyonların riskini azaltmada kritik rol oynar. Fiziksel aktivite, bu risk faktörlerinin çoğunu aynı anda hedefleyebilen az sayıdaki müdahaleden biridir (Bull ve ark., 2020; Colberg ve ark., 2016).

Meta-analizler, düzenli fiziksel aktivitenin HbA1c'yi düşürmekle kalmayıp sistolik ve diyastolik kan basıncını, trigliserid ve LDL kolesterolü azalttığını; HDL kolesterolü artırdığını göstermektedir (Snowling ve Hopkins, 2006; Umpierre ve ark., 2011). Bu değişiklikler, uzun vadede özellikle makrovasküler komplikasyonlar (koroner arter hastalığı, inme, periferik arter hastalığı) açısından koruyucu etki sağlar. Prospektif kohort çalışmaları, fiziksel olarak daha aktif diyabetli bireylerde kardiyovasküler hastalık ve tüm nedenlere bağlı mortalite riskinin sedanter bireylere göre belirgin derecede daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (Colberg ve ark., 2016; WHO, 2020).

Mikrovasküler komplikasyonlar açısından doğrudan randomize kanıtlar daha sınırlı olsa da, glisemik kontrol, kan basıncı ve lipid profili üzerindeki iyileşmeler aracılığıyla mikrodamar hasarının yavaşladığına yönelik bulgular mevcuttur (Colberg ve ark., 2016; TEMD, 2024). Özellikle nefropati açısından, egzersiz programlarına katılan diyabetlilerde albuminüri ilerlemesinin ve böbrek fonksiyon kaybının daha yavaş seyrettiği bildirilmektedir.

Türkiye’de hazırlanan klinik rehberler ve eğitim raporları da yaşam tarzı değişikliklerinin kardiyovasküler risk faktörleri ve glisemik kontrol üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015; Türkiye Diyabet Vakfı, 2023; TEMD, 2024). Sağlık Bakanlığı rehberlerinde fiziksel aktivite, özellikle kardiyovasküler riski yüksek diyabetli bireylerde komplikasyonları önlemek ve geciktirmek için temel bileşenlerden biri olarak sunulmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015).

Özetle fiziksel aktivite; glisemik kontrolü iyileştirerek, kardiyometabolik risk faktörlerini düzenleyerek ve vücut kompozisyonunu olumlu yönde değiştirerek makro- ve mikrovasküler komplikasyonların gelişme riskini azaltmada güçlü bir araçtır. Bu nedenle egzersiz, diyabet yönetiminde “ek bir öneri” değil, komplikasyonların önlenmesine yönelik stratejilerin merkezinde yer alması gereken zorunlu bir bileşen olarak değerlendirilmelidir.

Halk Sağlığı Perspektifinden Diyabet Önleme

Diyabetin büyük ölçüde yaşam tarzıyla ilişkili ve önemli oranda önlenbilir bir hastalık olması, fiziksel aktiviteyi halk sağlığı açısından stratejik bir konuma yerleştirir. Klinik düzeyde bireysel egzersiz reçeteleri kuşkusuz önemlidir; ancak diyabet yükünü anlamlı biçimde azaltmak için fiziksel aktivitenin toplum ölçeğinde yürütülen programlar ve politikalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Toplum Temelli Fiziksel Aktivite Programları

Toplum temelli fiziksel aktivite programları, müdahaleyi yalnızca sağlık kurumlarıyla sınırlamaz; bireyin yaşadığı fiziksel çevreyi, sosyal ilişkilerini ve günlük rutinlerini de hedef alır. Bu tür programlar genellikle aile sağlığı merkezleri, toplum sağlığı merkezleri, belediyeler, okullar, iş yerleri, spor kulüpleri ve sivil toplum kuruluşlarının iş birliğiyle yürütülür.

Literatür, tip 2 diyabetli veya diyabet açısından yüksek riskli gruplara yönelik toplum temelli fiziksel aktivite programlarının HbA1c, vücut ağırlığı ve kan basıncı gibi göstergelerde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir (Plotnikoff, Costigan, Karunamuni ve Lubans, 2013; Snowling ve Hopkins, 2006; Umpierre ve ark., 2011). Grup temelli, yapılandırılmış egzersiz oturumlarına dayanan programlarda fiziksel uygunluk ve metabolik parametrelerde belirgin gelişmeler bildirilmiştir.

Yalnızca diyabetli bireyler değil, diyabet açısından risk altındaki çocuk ve gençler de toplum temelli yaşam tarzı müdahalelerinin önemli hedef grubudur. Çocuk ve ergenlerin aktif olarak katıldığı programlarda fiziksel aktivite düzeyinde artış, beden kitle indeksi z-skorlarında stabilizasyon ve yaşam kalitesinde iyileşme sağlandığı; uzun vadede diyabet risk profiline olumlu katkı sunduğu gösterilmiştir (Bull ve ark., 2020; WHO, 2018).

Türkiye’de “Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı”, beslenme ve fiziksel aktiviteyi birlikte ele alan, obezite ve diyabet başta olmak üzere birçok kronik hastalığın önlenmesini amaçlayan ulusal bir çerçeve sunmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Program kapsamında sağlıklı yaşam yürüyüşleri, bisiklet dağıtımı, sağlıklı yaşam merkezlerinin yaygınlaştırılması, toplum eğitimleri, pedometre dağıtımı ve okullarda fiziksel aktiviteyi teşvik eden uygulamalar yürütülmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2019). Bu faaliyetler, doğrudan “diyabet” başlığı altında olmasa da obezite ve fiziksel inaktiviteyi hedefleyerek diyabet önleme çabalarına dolaylı fakat güçlü katkı sunmaktadır.

Güncellenen “Türkiye Diyabet Programı 2015–2020” ve 2023–2027 dokümanlarında da diyabetin önlenmesi için toplum temelli müdahalelerin gerekliliği vurgulanmakta; yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve eğitim kurumlarıyla iş birliği içinde yürütülecek fiziksel aktivite ve sağlıklı yaşam etkinlikleri önemli eylem alanları olarak tanımlanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023). Böylece diyabetle mücadelenin yalnızca klinik ortamlarda yürütülen bireysel danışmanlıkla sınırlı kalmaması, toplumun günlük yaşam pratiklerine nüfuz etmesi hedeflenmektedir.

Egzersiz Müdahalelerinin Halk Sağlığı Faydaları

Fiziksel aktivite temelli müdahalelerin diyabet üzerindeki etkisi, yaşam tarzı müdahale çalışmaları ile net biçimde ortaya konmuştur. En bilinen örneklerden biri olan Diabetes Prevention Program (DPP) çalışmasında fazla kilolu ve bozulmuş glukoz toleransı olan erişkinlerde uygulanan yoğun yaşam tarzı müdahalesi (diyet + fiziksel aktivite), tip 2 diyabet insidansını plasebo grubuna kıyasla yaklaşık %58 azaltmıştır (Knowler ve ark., 2002). Benzer şekilde Finlandiya Diyabet Önleme Çalışması (DPS), diyet ve fiziksel aktiviteyi içeren yoğun yaşam tarzı programının yüksek riskli bireylerde diyabet gelişme riskini anlamlı biçimde düşürdüğünü ve etkinin uzun dönem izlemde de sürdüğünü göstermiştir (Tuomilehto ve ark., 2001).

Farklı ülkelerde yürütülen toplum temelli yaşam tarzı programlarında da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Bu programlar, yüksek riskli bireylerde tip 2 diyabet insidansını azaltmakta ve eşlik eden kardiyovasküler risk faktörlerinde iyileşme sağlamaktadır (Snowling ve Hopkins, 2006; Umpierre ve ark., 2011). Bu çalışmaların ortak noktası, fiziksel aktivitenin müdahalelerin kilit bileşeni olmasıdır; elde edilen yarar yalnızca kilo kaybı ile açıklanmayıp ar-

tan aktivite düzeyi ve iyileşen metabolik profil ile ilişkilendirilmektedir.

Halk sağlığı açısından bakıldığında önemli nokta şudur: Diyabet riski taşıyan bireylerin çoğu hâlen kendini “hasta” olarak görmeyen ve sağlık sistemi ile sınırlı teması olan kişilerdir. Bu nedenle yalnızca poliklinik üzerinden ulaşımları yeterli değildir. Okul temelli programlar, iş yeri uygulamaları, mahalle yürüyüş grupları, belediye spor tesislerindeki ücretsiz kurslar gibi yaklaşımlar, riskli bireylere daha geniş ölçekte ulaşmayı mümkün kılar (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2019; TEMD, 2024).

Fiziksel aktivite müdahalelerinin ek bir avantajı, yalnızca diyabet değil, kardiyovasküler hastalıklar, bazı kanser türleri, obezite ve depresyon gibi diğer kronik hastalıkların riskini de azaltmasıdır (Bull ve ark., 2020; WHO, 2018, 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Bu nedenle, diyabet odaklı fiziksel aktivite programlarının nüfus düzeyinde “çoklu sağlık kazanımı” potansiyeli vardır.

Önleyici Stratejiler ve Politikalar

Diyabetin önlenmesine yönelik stratejiler, bireysel davranış değişikliğini destekleyen müdahaleler ile bu davranışların ortaya çıkmasını kolaylaştıran yapısal ve politik düzenlemelerin birlikte ele alınmasını gerektirir. WHO’nun bulaşıcı olmayan hastalıklar için küresel eylem planlarında, sağlıklı beslenme ve fiziksel aktiviteyi destekleyen çevresel ve politik düzenlemeler diyabet ve obeziteyle mücadelenin temel araçları arasında sayılmaktadır (WHO, 2016, 2018, 2020).

Türkiye’de “Türkiye Diyabet Programı” ile “Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı”, bu açıdan birbirini tamamlayan temel politika belgeleridir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2019, 2023). Türkiye Diyabet Programı’nda aile hekimliği sistemi, toplum sağlığı merkezleri, hastaneler, belediyeler, eğitim kurumları ve sivil toplum kuruluşları arasında iş birliğini güçlendirmeye dönük hedefler tanımlanmış; yürüyüş yolları, bisiklet projeleri, sağlıklı yaşam merkezleri ve iş yerlerinde fiziksel aktiviteyi destekleyen uygulamalar gibi eylemler öne çıkarılmıştır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023).

“Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı” ise okul, iş yeri ve toplum ölçeğinde sağlıklı beslenme ve düzenli fiziksel aktivite alışkanlığını geliştirmeyi amaçlamaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Beslenme Dostu Okul uygulamaları, okul kantin düzenlemeleri, seçmeli spor derslerinin teşviki, bisiklet dağıtımı ve medya kampanyaları gibi pek çok eylem bu çerçevede yürütülmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2019). Böylece fiziksel aktivite, yalnızca bireysel tercih değil, desteklenen bir toplumsal davranış hâline getirilmeye çalışılmaktadır.

Sağlık sistemi içinde de önleyici stratejilerin güçlendirilmesi önemlidir. Aile hekimliği ve birinci basamak hizmetleri, fiziksel aktivite danışmanlı-

ğı için ideal temas noktalarıdır. Rehberlerde, diyabet riski taşıyan veya tanı almış bireylere hekim ve hemşireler tarafından kısa süreli fiziksel aktivite danışmanlığı verilmesi, gerekirse fizyoterapist veya egzersiz uzmanlarına yönlendirme yapılması önerilmektedir (Colberg ve ark., 2016; TEMD, 2024; Türkiye Diyabet Vakfı, 2023). Bu nedenle birinci basamak personelinin fiziksel aktivite konusunda eğitim alması, standart danışmanlık materyalleri geliştirilmesi ve kayıt sistemlerinde fiziksel aktivite göstergelerinin izlenmesi önemli bir gerekliliktir.

Politika düzeyinde sektörler arası iş birliği de kilit rol oynamaktadır. Ulaşım, şehir planlama, eğitim, spor, çalışma hayatı ve medya alanlarında alınan kararlar, bireylerin fiziksel olarak aktif olma imkânlarını doğrudan etkiler. Güvenli yürüyüş ve bisiklet yollarının artırılması, yeşil alanların çoğaltılması, okullarda beden eğitimi derslerinin güçlendirilmesi, iş yerlerinde aktif mola uygulamaları ve fiziksel aktiviteyi destekleyen toplu taşıma politikaları, diyabetin önlenmesine dolaylı fakat güçlü katkı sağlayan politika araçlarıdır (WHO, 2018; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019).

Fiziksel Aktivite Türleri ve Uygulama Örnekleri

Bu bölümde diyabetle yaşayan ya da diyabet açısından risk taşıyan bireyler için sık kullanılan fiziksel aktivite türleri ve uygulamaya dönük temel ilkeler özetlenmektedir. Amaç, özellikle saha uygulayıcılarına klinik kılavuzlarla uyumlu, pratik bir çerçeve sunmaktır.

Dünya Sağlık Örgütü, Amerikan Diyabet Derneği ve TEMD kılavuzları, diyabetli erişkinler için haftada en az 150 dakika orta şiddette aerobik aktiviteye ek olarak, haftada 2–3 gün kas güçlendirici egzersizler önermektedir (Colberg ve ark., 2010, 2016; Bull ve ark., 2020; TEMD, 2024; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014). Programlar, bireyin yaşı, fiziksel uygunluk düzeyi, eşlik eden hastalıkları ve diyabet tipine göre bireyselleştirilmelidir.

Aerobik Egzersizler (Yürüyüş, Koşu, Bisiklet vb.)

Aerobik egzersizler; büyük kas gruplarının ritmik ve sürekli kullanıldığı, kalp atım hızını ve solunumu artıran aktivitelerdir. Yürüyüş, hafif tempo koşu, bisiklet, yüzme ve dans, diyabetli bireyler için en sık önerilen aerobik egzersiz örnekleridir (Colberg ve ark., 2016; Bull ve ark., 2020).

“Orta şiddette” aktivite, konuşmanın sürdüğü ancak şarkı söylemenin zorlaştığı düzeyde efor olarak tanımlanabilir. Kılavuzlar, bu düzeyde aktivitenin haftanın 3–5 günü, her seferinde 30–60 dakika uygulanmasını önermektedir (Colberg ve ark., 2010; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

İnaktif, obez veya ileri yaş grubundaki bireyler için en pratik başlangıç genellikle tempolu yürüyüştür. Örneğin:

◆ İlk 1–2 hafta

- o 10–15 dakika hafif tempolu yürüyüş,
- o Günde 1–2 kez, haftada 3–4 gün.

◆ Sonraki haftalarda

- o Haftalık toplam süreye her hafta 5 dakika ekleyerek,
- o 150 dakikalık hedefe ulaşmak.

Diyabetik nöropati, periferik arter hastalığı veya ileri obezitesi olan bireylerde koşu gibi eklem yüklenmesini artıran aktiviteler yerine bisiklet ergometresi, eliptik bisiklet veya su içi yürüyüş gibi düşük darbeli seçenekler tercih edilmelidir (Colberg ve ark., 2016; TEMD, 2024).

Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi'nde erişkin diyabetliler için yürüyüş, merdiven çıkma, bisiklet ve hafif koşunun kişinin alışkanlıkları ve sağlık durumuna göre kombine edilebileceği; güvenli yürüyüş yolları ve park alanlarının programları kolaylaştırdığı vurgulanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

Özellikle kardiyovasküler riski yüksek bireylerde 5–10 dakikalık ısınma ve soğuma bölümlerinin programa eklenmesi, ani kalp-damar stresini azaltmak açısından önemlidir (Colberg ve ark., 2016).

Direnç ve Güçlendirme Egzersizleri

Direnç egzersizleri, kasların serbest ağırlık, makine, elastik bant veya vücut ağırlığına karşı kasılmasını içeren, kas kuvveti ve kas kütlesini artırmayı hedefleyen egzersizlerdir. Diyabetli bireylerde yaşa bağlı kas kaybı, fiziksel inaktivite ve bazı ilaç tedavileri nedeniyle hızlanabilir; bu da hem insülin duyarlılığını hem fonksiyonel kapasiteyi olumsuz etkiler (Colberg ve ark., 2016; Hordern ve ark., 2012).

Çok sayıda çalışma, tip 2 diyabetlilerde düzenli direnç egzersizlerinin kas kuvvetini %30–50 oranında artırdığını, vücut kompozisyonunu iyileştirdiğini ve HbA1c düzeylerinde anlamlı düşüş sağladığını göstermektedir (Colberg ve ark., 2010; Snowling ve Hopkins, 2006; Umpierre ve ark., 2011).

Pratik bir direnç egzersizi programı için temel ilkeler:

◆ **Sıklık:** Haftada 2–3 gün (ardışık olmayan günlerde),

◆ **Set/tekrar:**

- o Her egzersiz için 1–3 set,
- o Her sette 8–12 tekrar (yeni başlayanlarda daha düşük dirençle 10–15 tekrar),

◆ **Kas grupları:**

- o Göğüs (duvara şınav, chest press),
- o Sırt (elastik bantla kürek çekme),
- o Omuz (lateral kaldırış, bantla abdüksiyon),
- o Bacak (çömelme, sandalyeden kalkma, leg press),
- o Kol (biceps curl, triceps extension),
- o Gövde (plank, köprü, kısmi mekik).

Başlangıçta doğru teknik öğretimi ön planda tutulmalı, direnç artışı daha sonra yapılmalıdır. İleri yaş, osteoartrit, nöropati veya kardiyovasküler hastalığı olan bireylerde vücut ağırlığı ve elastik bantlarla başlanması ve yüklenmenin yavaşça artırılması önerilir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014).

İleri retinopatisi olan bireylerde ağır yüklenme ve valsava manevrasından kaçınılmalı; kontrolsüz hipertansiyon, ciddi aritmi veya instabil anjina varlığında kardiyoloji değerlendirmesi yapılmadan direnç egzersizine başlanmamalıdır (TEMD, 2024; ADA, 2024).

Günlük Yaşamda Hareket Artırma Stratejileri

Diyabetle mücadelede planlı egzersiz seansları kadar, günlük yaşam içindeki hareketlilik de önemlidir. Güncel kılavuzlarda “sedanter davranışın azaltılması” başlı başına bir hedef olarak ele alınmakta; uzun süreli oturma dönemlerinin sık aralıklarla kısa hareket molalarıyla bölünmesi önerilmektedir (Bull ve ark., 2020; WHO, 2020).

Günlük yaşamda hareketi artırmaya yönelik basit stratejiler:

◆ Ulaşım:

- o Kısa mesafelerde araç yerine yürümek,
- o Toplu taşımadan bir durak önce inip yürümek,
- o Mümkünse bisikleti ulaşım aracı olarak kullanmak.

◆ Ev ve iş ortamı:

- o Her 30–60 dakikalık oturmadan sonra 2–3 dakikalık hareket molası,
- o Asansör yerine merdiven kullanmak,
- o Telefonla konuşurken ayakta durmak veya yürümek,
- o Ev ve bahçe işlerini fiziksel aktivite fırsatı olarak görmek.

◆ Boş zaman:

- o Televizyon süresini azaltıp bunun bir kısmını yürüyüş veya hafif egzersize ayırmak,

- o Aile ve arkadaşlarla yürüyüş grupları oluşturmak,
- o Belediyelerin düzenlediği ücretsiz spor etkinliklerine katılmak.

Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi, özellikle fiziksel aktiviteye başlamakta zorlananlar için günde 10'ar dakikalık üç yürüyüş seansının, tek seferde 30 dakikalık yürüyüş kadar yararlı olabileceğini vurgular (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014). TÜSEB ve Sağlık Bakanlığı eğitim materyallerinde ise adım sayar kullanımı, günlük adım hedefleri ve ekran süresini azaltmaya yönelik öneriler davranış değişikliğini destekleyen araçlar olarak öne çıkmaktadır (TÜSEB, 2024; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023).

Günlük yaşamda hareketliliği artırmanın en büyük avantajı, düşük eşik gerektirmesidir; spor salonu üyeliği veya özel ekipman gerektirmeden mevcut rutin içinde küçük değişikliklerle enerji harcamasını ve metabolik profili olumlu yönde etkilemek mümkündür. Özellikle uzun oturma periyotlarının sık kırılması, postprandiyal glukoz yükselmelerini azaltma ve insülin duyarlılığını artırma açısından değerlidir (Colberg ve ark., 2016; WHO, 2020).

Toplum ve Sağlık Politikaları

Diabetesle mücadelede bireysel davranış değişikliği kadar, bu davranışların ortaya çıkmasını kolaylaştıran politik ve çevresel düzenlemeler de belirleyici rol oynar. Fiziksel aktiviteyi destekleyen ulusal programlar, kılavuzlar ve farkındalık çalışmaları halk sağlığı politikalarının ana bileşenlerindendir.

Halk Sağlığında Fiziksel Aktiviteyi Teşvik Eden Programlar

WHO'nun bulaşıcı olmayan hastalıklarla mücadeleye ilişkin küresel eylem planları ve "Fiziksel Aktivite İçin Küresel Eylem Planı 2018–2030", ülkelerin fiziksel aktivite düzeylerini artırmak için başvurabilecekleri politika araçlarını ayrıntılandırmaktadır (WHO, 2018, 2020). Şehir planlaması, ulaşım politikaları, okul ve işyeri ortamları bu belgelerde özellikle vurgulanan alanlardır.

Türkiye'de "Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı", obezite ve diyabet başta olmak üzere bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi amacıyla beslenme ve fiziksel aktiviteyi birlikte ele alan temel programdır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Program kapsamında Beslenme Dostu Okul uygulamaları, fiziksel aktivite kartesi, okul içi ve dışı hareketliliği artıran etkinlikler, yürüyüş yolları ve bisiklet projeleri gibi birçok eylem yer almaktadır.

Sağlık Bakanlığı'nın obezite ve diyabet klinik rehberleri ve Türkiye Diyabet Programı belgelerinde de toplum düzeyinde fiziksel aktiviteyi artırmaya yönelik hedefler yer almakta; sağlıklı yaşam merkezleri, aile hekimliği birimleri, toplum sağlığı merkezleri ve yerel yönetimlerin grup yürüyüşleri, egzersiz kursları ve farkındalık kampanyaları düzenlemesi önerilmektedir. Ortak

yaklaşım, fiziksel aktivitenin yalnızca bireysel seçim değil, sosyal ve fiziksel çevrenin düzenlenmesiyle desteklenmesi gereken kamusal bir sorumluluk alanı olduğudur.

Diyabetli Bireylere Yönelik Ulusal ve Uluslararası Kılavuzlar

Diyabet yönetiminde fiziksel aktivitenin yeri, uluslararası (ADA, ACSM, WHO) ve ulusal (TEMD, Türkiye Diyabet Vakfı, T.C. Sağlık Bakanlığı) kılavuzlarda ayrıntılı biçimde tanımlanmıştır. Bu kılavuzlarda, diyabetli erişkinler için haftalık 150 dakika orta şiddette aerobik aktivite ve haftada 2–3 gün kas güçlendirici egzersiz önerilmektedir (Colberg ve ark., 2010, 2016; ADA, 2024; Bull ve ark., 2020).

TEMD Diyabet Kılavuzu'nda fiziksel aktivite, tip 1 ve tip 2 diyabetli bireyler için “tedavinin ayrılmaz bileşeni” olarak tanımlanmakta; önerilen süre ve şiddet düzeyleri yanı sıra kardiyovasküler risk ve komplikasyon varlığında egzersiz uyarlamalarına da yer verilmektedir (TEMD, 2024). Türkiye Diyabet Vakfı'nın rehberinde de fiziksel aktivite, tıbbi beslenme tedavisi ve farmakolojik tedaviyle birlikte diyabet tedavisinin üç temel ayağından biri olarak sunulmaktadır (Türkiye Diyabet Vakfı, 2023).

Bu kılavuzlar, hem klinisyenler hem de diğer sağlık profesyonelleri için standart yaklaşım geliştirmeyi kolaylaştırmakta ve ülke genelinde daha homojen bir hizmet sunumuna katkı sağlamaktadır.

Toplum Temelli Farkındalık ve Eğitim Yaklaşımları

Toplumun fiziksel aktivite ve diyabet konusundaki bilgi düzeyi, davranış değişikliğine motivasyon açısından kritik önem taşır. Ulusal programlarda medya kampanyaları, eğitim materyalleri, okul içi eğitimler, toplum seminerleri ve dijital içeriklerle fiziksel aktivitenin sağlık yararları konusunda farkındalık artırılması hedeflenmektedir. Bu eğitim ve farkındalık süreçlerinde yerel kültürel unsurlardan yararlanmak, fiziksel aktivitenin toplumsal kabulünü ve etkileşimini artırabilir. Örneğin Yener'in (2025) çalışması, Ankara Devlet Konservatuarı tarafından derlenen Doğu Karadeniz ezgileri üzerinden bölgeye özgü müziksel ve ritmik yapıların nasıl belgelendiğini ortaya koymaktadır. Doğu Karadeniz gibi bölgelerde oynanan horon ve benzeri geleneksel dansların hareket içermesi, diyabet ve obeziteyle mücadele programlarının eğlenceli ve sürdürülebilir fiziksel aktivite biçimleri olarak kullanılmasına imkân sağlayarak kişilerin egzersiz yapma isteğini arttırabilir.

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı ve Türkiye Diyabet Vakfı gibi kurumlar tarafından hazırlanan broşürler, kitapçıklar ve çevrim içi eğitimler; diyabetli bireylere egzersizin önemi, örnek egzersizler, hipoglisemi yönetimi ve ayak bakımı gibi konularda temel bilgiler sunmaktadır.

Son yıllarda akıllı telefon uygulamaları, adım sayar cihazlar ve sosyal medya kampanyaları farkındalık çalışmalarına yeni bir boyut kazandırmıştır. Bu araçlar, bireylerin günlük aktivite düzeylerini izlemesine, hedef belirlemesine ve sosyal destek oluşturmaya yardımcı olmaktadır. Ancak bu dijital araçların farklı sosyoekonomik gruplar üzerindeki etkisini ve maliyet-etkiliğini inceleyen çalışmalara hâlâ ihtiyaç duyulmaktadır.

Zorluklar ve Gelecek Perspektifi

Fiziksel aktivite temelli yaklaşımlar teori düzeyinde güçlü görünse de, uygulamada çeşitli bireysel, çevresel ve sistemsel engellerle karşılaşılmalıdır.

Uygulamada Karşılaşılan Engeller

Diyabetli bireylerin fiziksel aktiviteye katılımını sınırlayan başlıca bireysel bariyerler şunlardır:

- ◆ Yorgunluk, eklem ağrısı, nefes darlığı gibi fiziksel yakınmalar,
- ◆ Hipoglisemi korkusu ve glukoz düşmesinden duyulan endişe,
- ◆ Egzersiz sırasında nasıl davranılacağına ilişkin bilgi eksikliği,
- ◆ “Yapamam” düşüncesine bağlı düşük öz-yeterlik algısı,
- ◆ Zaman darlığı, iş ve aile yükümlülüklerinin önceliklendirilmesi,
- ◆ Mevcut komplikasyonlara ilişkin kaygılar (Colberg ve ark., 2016; Ridell ve ark., 2017; Bahadır ve Atmaca, 2012).

Çevresel düzeyde güvenli yürüyüş ve bisiklet alanlarının yetersizliği, trafik yoğunluğu, hava kirliliği, yeşil alan eksikliği ve sosyoekonomik eşitsizlikler fiziksel aktiviteye katılımı zorlaştırmaktadır. Büyük şehirlerde uzun çalışma saatleri ve ulaşım süreleri, bireylerin günlük hareketliliğe ayırabileceği zamanı azaltmaktadır.

Sağlık sistemi açısından bakıldığında birinci basamak hekim ve hemşirelerinin iş yükü, fiziksel aktivite danışmanlığına ayrılan sürenin sınırlı kalmasına yol açabilmektedir. Ayrıca egzersiz fizyoloğu, fizyoterapist veya spor bilimci gibi profesyonellerle iş birliğini kolaylaştıran sevk mekanizmaları her zaman yeterince yapılandırılmış değildir (ADA, 2024; TEMD, 2024).

Sürdürülebilirlik ve Erişilebilirlik Sorunları

Fiziksel aktivite programlarının proje bazlı başlanıp finansman veya insan kaynağı sorunları nedeniyle zamanla sonlanması, kazanımların kalıcılığını sınırlayan önemli bir sorundur. Kısa süreli projeler, müdahale döneminde olumlu sonuçlar doğursa da program sonlandıktan sonra bu etkilerin korunması güçleşmektedir.

Erişilebilirlik açısından kırsal bölgelerde yaşayanlar, düşük gelir grupları, kadınlar, yaşlılar ve engelli bireyler için fiziksel aktivite olanaklarının daha sınırlı olduğu görülmektedir. Toplu taşıma yetersizliği, spor tesislerinin uzaklığı veya ücretli olması, toplumsal cinsiyet rolleri ve bakım sorumlulukları bu grupların düzenli aktiviteye katılımını zorlaştırmaktadır (WHO, 2020; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015).

Bu nedenle fiziksel aktiviteyi merkeze alan politikaların “herkese aynı” biçimde tasarlanması yeterli değildir. Kırılgan gruplar için kültürel, sosyoekonomik ve fiziksel çevreye duyarlı, esnek ve erişilebilir çözümler geliştirilmesi gerekmektedir.

Gelecek Araştırma ve Politika Önerileri

Geleceğe dönük araştırma ve politika gündeminde öne çıkan başlıklar özetle şunlardır:

1. Uzun dönemli izlem çalışmaları:

o Toplum temelli fiziksel aktivite programlarının diyabet insidansı, komplikasyonlar ve sağlık harcamaları üzerindeki etkilerini uzun vadede değerlendiren prospektif çalışmaların artırılması.

2. Dijital sağlık uygulamalarının değerlendirilmesi:

o Adım sayar, giyilebilir teknoloji, çevrim içi egzersiz programları ve tele-sağlık uygulamalarının etkinliği ve maliyet-etkililik analizlerinin yapılması.

3. Birinci basamakta danışmanlık modelleri:

o Aile hekimliği birimlerinde kısa, yapılandırılmış fiziksel aktivite danışmanlığı modellerinin (ör. “reçeteli fiziksel aktivite”) denenmesi ve değerlendirilmesi.

4. Çok sektörlü politika analizleri:

o Ulaşım, şehir planlaması, eğitim ve çalışma hayatına ilişkin politikaların fiziksel aktivite ve diyabet yükü üzerindeki dolaylı etkilerini inceleyen çok disiplinli çalışmaların desteklenmesi.

5. Başarılı yerel örneklerin belgelenmesi:

o Belediyeler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından yürütülen başarılı yerel fiziksel aktivite projelerinin sistematik biçimde belgelenerek iyi örneklerin yaygınlaştırılması.

Bu başlıkların ortak noktası, diyabetle mücadelede fiziksel aktiviteyi hem kanıta dayalı hem de saha gerçeklerine duyarlı biçimde ele alan bütüncül bir yaklaşımı güçlendirmektir.

Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde önceki kısımlarda tartışılan bulgular özetlenmekte ve halk sağlığı ile bireysel düzeyde uygulanabilir öneriler sunulmaktadır.

Diyabet, prevalansı giderek artan, ciddi komplikasyonlara ve yüksek ekonomik yüke yol açan önemli bir halk sağlığı sorunudur. Türkiye’deki veriler, diyabet prevalansındaki artışın obezite ve fiziksel inaktivite oranlarındaki yükselişle paralel olduğunu göstermektedir (Satman ve ark., 2013; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2015, 2023).

Fiziksel aktivite, diyabetin hem önlenmesi hem yönetiminde merkezi bir rol üstlenmektedir. Düzenli aerobik ve direnç egzersizlerinin glisemik kontrolü iyileştirdiği, HbA1c düzeylerini düşürdüğü, kardiyometabolik risk faktörlerini düzenlediği ve yaşam kalitesini artırdığı; çok sayıda randomize kontrollü çalışma ve meta-analizle gösterilmiştir (Knowler ve ark., 2002; Umpierre ve ark., 2011; Colberg ve ark., 2010, 2016).

Halk sağlığı açısından bakıldığında toplum temelli fiziksel aktivite programları, yaşam tarzı müdahaleleri ve çok sektörlü politikalar diyabet yükünü azaltma potansiyeline sahiptir. Türkiye’deki ulusal programlar ve rehberler, fiziksel aktiviteyi obezite ve diyabetle mücadelede temel stratejik alanlardan biri olarak tanımlamaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2014, 2015; TEMD, 2024; Türkiye Diyabet Vakfı, 2023).

Bununla birlikte bireysel bariyerler, çevresel kısıtlılıklar ve sürdürülebilirlik/erişilebilirlik sorunları, fiziksel aktivite temelli yaklaşımların etkisini sınırlamaktadır. Bu nedenle kırılğan grupların gereksinimlerini gözeterek ve kapsayıcı politikalar geliştirilmesi gerekmektedir.

Halk Sağlığı Düzeyinde Uygulanabilir Öneriler

Halk sağlığı ve politika yapıcılar için öne çıkan öneriler şunlardır:

1. Fiziksel aktiviteyi bir sağlık göstergesi olarak izlemek:

o Ulusal ve yerel düzeyde fiziksel aktivite düzeylerinin düzenli izlenmesi, sağlık bilgi sistemlerine ilgili göstergelerin entegre edilmesi.

2. Şehir ve ulaşım planlamasında fiziksel aktivite boyutunu güçlendirmek:

o Yürünebilir sokaklar, bisiklet yolları, yeşil alanlar ve parkların artırılması, ulaşım politikalarının yürüme ve bisikleti teşvik edecek şekilde düzenlenmesi.

3. Okul ve iş yeri temelli programları desteklemek:

o Beslenme Dostu Okul ve fiziksel aktivite karnesi gibi uygulamaların yaygınlaştırılması; iş yerlerinde aktif mola, egzersiz programları ve kurumsal

sağlık politikalarının geliştirilmesi.

4. Birinci basamakta yapılandırılmış fiziksel aktivite danışmanlığı:

o Aile hekimliği birimlerinde kısa, kanıta dayalı danışmanlık modellerinin geliştirilmesi; gerektiğinde fizyoterapist ve egzersiz uzmanlarına yönlendirmeyi kolaylaştıran sevk mekanizmalarının oluşturulması.

5. Kırılma gruplara yönelik hedefli müdahaleler:

o Kadınlar, yaşlılar, kırsal bölgede yaşayanlar, düşük gelir grupları ve engelli bireyler için erişilebilir, kültürel olarak uygun ve düşük maliyetli fiziksel aktivite seçeneklerinin oluşturulması.

6. Dijital araçların entegrasyonu:

o Ulusal programların adım sayar uygulamaları, çevrim içi eğitim modülleri ve telerehabilitasyon gibi dijital bileşenlerle desteklenmesi ve bu araçların etkinliğinin düzenli olarak değerlendirilmesi.

Bireysel Düzeyde Uygulanabilir Öneriler

Diyabetli veya diyabet riski taşıyan bireyler için öneriler özetle şöyle toparlanabilir:

♦ Gerçekçi hedefler koymak:

o Haftalık 150 dakikalık orta şiddette aktivite hedefini günde 30 dakika yürüyüş veya 10'ar dakikalık üç seans şeklinde planlamak.

♦ Yavaş ve güvenli başlangıç:

o İnaktif veya ek hastalıkları olan bireylerde düşük şiddette başlayıp süre ve yoğunluğu kademeli artırmak.

♦ Günlük yaşamda hareketi artırmak:

o Merdiven kullanmak, kısa mesafeleri yürümek, uzun oturma periyotlarını kısa hareket molaları ile bölmek, ev ve bahçe işlerini aktif zaman dilimlerine dönüştürmek.

♦ Direnç egzersizlerine yer vermek:

o Haftada 2–3 gün, başlangıçta vücut ağırlığı ve elastik bantlarla büyük kas gruplarını çalıştıran güçlendirme egzersizleri yapmak.

♦ Glukoz yanıtını tanımak:

o Egzersiz öncesi ve sonrasında kan şekeri izlemi yapmak, hipoglisemi belirtilerini tanımak, gerekirse hekimle birlikte ilaç/insülin dozlarını gözden geçirmek.

♦ **Profesyonel destek almak:**

o Mümkünse fizyoterapist, spor bilimci veya egzersiz eğitmeniyle bireyselleştirilmiş programlar oluşturmak ve sağlık profesyonellerinin önerilerine uygun hareket etmek.

Sonuç olarak, halk sağlığı düzeyinde geliştirilecek fiziksel aktivite odaklı politikalar ile bireysel düzeyde gerçekleştirilecek davranış değişiklikleri bir araya geldiğinde, diyabetin önlenmesi ve yönetiminde anlamlı ve kalıcı kazanımlar elde etmek mümkündür.

Kaynakça

- American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). *Introduction and methodology: Standards of Care in Diabetes—2024*. *Diabetes Care*, 47(Suppl. 1), S1–S4. doi:10.2337/dc24-SINT
- Bahadır, Ç. T., & Atmaca, M. H. (2012). Diyabet ve egzersiz. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 29(Suppl. 1), 16–22.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... Willumsen, J. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., ... Braun, B. (2010). Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association joint position statement. *Diabetes Care*, 33(12), e147–e167.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. doi:10.2337/dc16-1728
- Filiz, B., Özyol, F. C., Güven, B., Korur, E. N., Yüksel, Y., Yavuz, C. I., ... Demirhan, G. (2024). Physical activity, anxiety, depression, and coping in Turkish men and women during the first wave of COVID-19. *Cadernos de Saúde Pública*, 40(5), e00057123. doi:10.1590/0102-311XEN057123
- Hordern, M. D., Dunstan, D. W., Prins, J. B., Baker, M. K., Singh, M. A. F., & Coombes, J. S. (2012). Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: A position statement from Exercise and Sport Science Australia. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(1), 25–31. doi:10.1016/j.jsams.2011.04.005
- International Diabetes Federation. (2021). *IDF Diabetes Atlas* (10th ed.). Brussels, Belgium: International Diabetes Federation.
- Knowler, W. C., Barrett-Connor, E., Fowler, S. E., Hamman, R. F., Lachin, J. M., Walker, E. A., & Nathan, D. M. (2002). Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *The New England Journal of Medicine*, 346(6), 393–403. doi:10.1056/NEJMoa012512
- Plotnikoff, R. C., Costigan, S. A., Karunamuni, N., & Lubans, D. R. (2013). Community-based physical activity interventions for treatment of type 2 diabetes: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Endocrinology*, 4, 3. doi:10.3389/fendo.2013.00003
- Riddell, M. C., Gallen, I. W., Smart, C. E., Taplin, C. E., Adolfsson, P., Lumb, A. N., ... Laffel, L. M. (2017). Exercise management in type 1 diabetes: A consensus statement. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 5(5), 377–390. doi:10.1016/S2213-8587(17)30014-1

- Satman, İ., Omer, B., Tutuncu, Y., Kalaca, S., Gedik, S., Dinccag, N., & TURDEP-II Study Group. (2013). Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *European Journal of Epidemiology*, 28(2), 169–180.
- Satman, İ. (2018). *Türkiye’de diyabetin ekonomik yükü*. İstanbul, Türkiye: Türkiye Diyabet Vakfı.
- Snowling, N. J., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 29(11), 2518–2527. doi:10.2337/dc06-1317
- Şekir, U. (2011, 16–18 Aralık). Diyabet ve egzersiz. Bildiri, 13. Spor Hekimliği Kongresi, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye.
- Thomas, D. E., Elliott, E. J., & Naughton, G. A. (2006). Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2006(3), CD002968. doi:10.1002/14651858.CD002968.pub2
- Tuomilehto, J., Lindström, J., Eriksson, J. G., Valle, T. T., Hämäläinen, H., Ilanne-Parikka, P., ... Finnish Diabetes Prevention Study Group. (2001). Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *The New England Journal of Medicine*, 344(18), 1343–1350. doi:10.1056/NEJM200105033441801
- Türkiye Diyabet Vakfı. (2023). *Diyabet tanı ve tedavi rehberi 2023*. İstanbul, Türkiye: Türkiye Diyabet Vakfı.
- Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği. (2024). *Diabetes mellitus ve komplikasyonlarının tanı, tedavi ve izlem kılavuzu 2024*. Ankara, Türkiye: Türkiye Endokrinoloji ve Metabolizma Derneği.
- Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı. (2024). *Türkiye’de diyabetin ekonomik yükü raporu*. Ankara, Türkiye: TÜSEB.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2014). *Türkiye fiziksel aktivite rehberi*. Ankara, Türkiye: T.C. Sağlık Bakanlığı.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2015). *Türkiye diyabet programı 2015–2020*. Ankara, Türkiye: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019). *Türkiye sağlıklı beslenme ve hareketli hayat programı – Obezitenin önlenmesi ve fiziksel aktivite eylem planı*. Ankara, Türkiye: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2023). *Türkiye diyabet programı 2023–2027*. Ankara, Türkiye: Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü.
- Umpierre, D., Ribeiro, P. A. B., Kramer, C. K., Leitão, C. B., Zucatti, A. T. N., Azevedo, M. J., ... Schaen, B. D. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 305(17), 1790–1799. doi:10.1001/jama.2011.576

- World Health Organization. (2016). *Global report on diabetes*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2018). *Global action plan on physical activity 2018–2030: More active people for a healthier world*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2020). *Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2024, 14 Kasım). *Diabetes*. Retrieved December 18, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Yener, A. S. (2025). Ankara Devlet Konservatuarınca derlenen Doğu Karadeniz havaları üzerine bir inceleme [A study on Eastern Black Sea tunes compiled by Ankara State Conservatory]. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 15(ISRIS 2025), 722–751. doi:10.48146/odusobiad.1733352



FİZİKSEL AKTİVİTEDE İNTRAABDOMİNAL BASINÇ VE ÖNEMİ

“ ”

Nuray ELİBOL¹

¹ Dr. Öğr. Üyesi Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon
Bölümü, ORCID ID: 0000-0001-7796-034X

GİRİŞ

İntraabdomina Basınç

İntraabdominal basınç (İAB), abdominal kavite içerisindeki basınç olup bu basınç omurga ve gövdeyi stabilize eden önemli bir mekanizmadır. (Madle ve ark., 2022) Bu mekanizmanın stabilizasyonu İAB'nin abdominal organların karın duvarına ve onları çevreleyen kaslar, fasya ve bağ dokusu gibi yapılara uyguladığı kuvvet ile sağlanmaktadır.

İAB'nin oluşumu ve düzenlenmesine abdominal kaslar, pelvik taban kasları, diyafram ve abdominal organlar gibi yapılar önemli unsurlardır (Hemborg ve ark., 1985).

1. Sıvı ve yarı katı materyallerden oluşan abdominal kavite önde Rectus abdominis, yanlarda transversus abdominis ve oblik kaslar, üstte diyafram ve altta pelvik taban kasları tarafından çevrelenmiştir. Tüm bu kaslar ile sırt kaslarının da kasılması, İAB'nin oluşumu ve düzenlenmesinde önemli rol oynar.

2. Diyafram kası da kubbe şeklinde olup abdomeni hava içeren torakstan ayırır. Solunum sırasında diyafram kasılarak aşağı doğru hareket eder; bu hareket abdominal kavitenin hacmini artırarak intraabdominal basıncın oluşması ve sürdürülmesini sağlar.

3. Mide, bağırsaklar, karaciğer ve diğer abdominal organlar gibi iç organlar da basınca katkıda bulunur. Bu organların hacminde veya konumunda meydana gelen değişiklikler intraabdominal basıncı etkileyebilir.

Fiziksel Aktiviteler Sırasında İntraabdominal Basınç

İntraabdominal basıncın (İAB) düzenlenmesi, kor stabilitesi, omurga desteği ve iç organların korunması gibi çeşitli vücut fonksiyonları açısından büyük önem taşır. Ayrıca kaldırma, itme, çekme gibi hareketlerin yanı sıra omurgaya stabilize ve destek gerektiren tüm eylemler sırasında kritik bir role sahiptir. (David, 1985; Marras ve Mirka, 1996)

Omurganın stabilitesi (veya rijiditesi), istenen çok eklemlili hareketler için gerekli torkların üretilmesine izin verirken aşırı eklem hareketlerini hassas şekilde kontrol edebilmek amacıyla çok sayıda sinerjist ve antagonist kasın dinamik koordinasyonuna bağlıdır. Omurga mekanizmasını ve rijiditesini etkileyen parametrelerden biri İAB'dir. İAB'deki bir artış omurgayı stabilize etmekte ve statik ve dinamik kaldırma görevleri sırasında omurgadaki yükü azaltmaktadır (Cholewicki ve ark.,1999a; Cholewicki ve ark.,1999b; Cresswell, 1992; Hodges ve ark.,2000, 2005; Shirley ve ark.,2003)

Koşma, zıplama ve ağırlık kaldırma gibi fiziksel aktiviteler sırasında omurgaya büyük bir yük bindiğinde İAB'de artış görülmektedir (David, 1985; Marras ve Mirka, 1996). Abdominal boşluk içerisinde üretilen bu basınç pelvik ta-

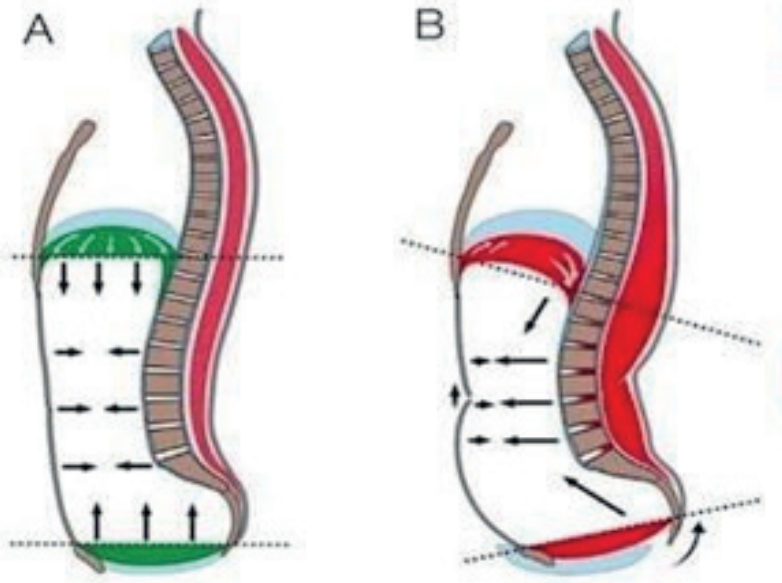
bana doğru aşağıya ve diyaframa doğru yukarıya hidrostatik bir kuvvet uygulamaktadır ve omurga kompresyon kuvvetini azaltmaktadır (Morris ve ark., 1961) Abdominal kasların güçlü bir şekilde kasılması ile oluşan İAB aynı zamanda bu kasılma sırasında oluşan omurga kompresyon kuvvetlerini azaltmaktadır ve böylece pelvik taban ve diyaframa doğru oluşan hidrostatik kuvvetlerin yararlı etkisini dengelemektedir (Morris ve ark 1961). Omurganın mekanik stabilitesi, fiziksel aktiviteler sırasında omurgaya yük bindiğinde, omurganın bükülmesini ve bunun sonucunda ortaya çıkabilecek yaralanmaları önlemek için her zaman korunmalıdır (Cholewicki ve McGill, 1996).

Simetrik kaldırma sırasında, gövdeyi ekstansiyona getiren torku oluşturmak için sırt kasları aktive edilir; ancak abdominal kaslarda da artmış aktivasyon gözlenir (Morris ve ark., 1961). Abdominal kasların temel işlevi, torakolomber fasyayı gererek veya İAB'yi artırarak lomber omurganın stabilize etmek ve böylece omurgayı aşırı intervertebral hareketler ve yapısal deformasyonlara karşı korumaktadır (Tesh ve ark., 1987).

Aynı zamanda, abdominal kas aktivitesi omurgaya binen mekanik yükü artırmaktadır. Pelvis bağlantılarından kostalara uzanan lifleriyle abdominal kaslar, lomber hareket segmentlerini geçerek omurgaya doğrudan yük bindirir. Ayrıca, gövde fleksiyon torku, sırt kaslarını daha fazla aktive olmaya zorladığı için spinal yük dolaylı olarak da artmaktadır (Looze ve ark., 1999).

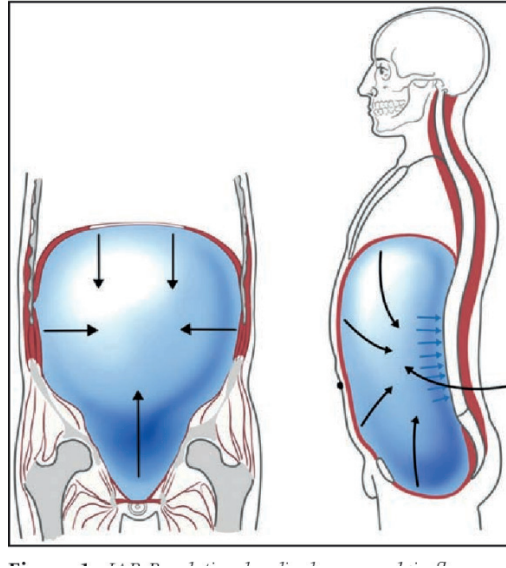
Abdominal kasların ve İAB rolleri, özellikle ekstansiyon çabaları sırasında görülen ve görünüşte antagonistik olan abdominal kas aktivasyonu nedeniyle tam anlaşılmasa da bu kasların eğitimi, varsayılan yararlı etkilerine dayanılarak bel ağrısı olan bireyler için uygulanan egzersiz programlarına dâhil edilmektedir. Kaldırma (ekstansiyon) çabaları sırasında İAB'nin omurgadaki yükü azaltıcı etkisinin, basıncın diyafram ve pelvik tabana etki ederek bir ekstansiyon momenti oluşturmasından kaynaklandığı, ancak bunun abdominal kas aktivasyonunun ürettiği fleksiyon momenti ile dengelenmesi gerekmektedir.(Ivancic ve ark., 2002).

Etkin olmayan spinal stabilizasyon ya da pelvik taban ve diyaframın zayıf postüral fonksiyonu bel ağrısına neden olabilir. Gövde stabilizatörlerinin dengesiz aktivasyonu İAB'nin yetersiz düzenlenmesi; kas-iskelet sistemindeki diğer sorunların yanı sıra inkontinans, gastroözofageal reflü, herniasyon ve bel ağrısına yol açabilir (Hwang ve ark., 2021; Bitnar ve ark. 2021; Qandeel ve O'Dwyer, 2016). Fiziksel aktivitenin yararları olsa da, fiziksel aktiviteyle ilişkili yüksek İAB pelvik taban sağlığını da olumsuz etkileyebilir. Koşma ve zıplama gibi aktiviteler kemik sağlığını iyileştirmek için önerilir, ancak bazı kadınlarda bu aktivitelerin pelvik tabana uyguladığı baskı stres üriner inkontinansa neden olur (Lukacz ve ark., 2017; Troy ve ark., 2018). Yüksek İAB'li aktivitelerin sıklıkla pelvik organ prolapsusu için potansiyel bir neden de olabilir (Iglesia ve ark., 2017) (Şekil 1).



Şekil 1. A) Normal intraabdominal basınç, B) Patolojik intraabdominal basınç

Omurga stabilizasyonu, servikal ve üst torakal bölgede derin servikal fleksörler ile spinal ekstansörlerin dengeli ko-aktivasyonunu ve alt torakal ile lomber bölgede diyafram, pelvik taban, abdominal kasların tüm bölümleri ve spinal ekstansörlerin koordineli çalışmasını içermektedir. Diyafram, pelvik taban ve transversus abdominis kası, İAB'yi düzenleyerek anterior lumbo-pelvik postüral stabilite sağlar. (Arjmand and Shirazi, 2006; Kolar P, 2006; McGill ve ark., 2003). Bu intrinsik omurga stabilizatör kasları, İAB ile birlikte çalışarak omurganın rijiditesini artırır ve dinamik stabiliteyi sağlar (Kolar, 2006) (Şekil 2).



Şekil 2. İntraabominal basınç ile omurga stabilizasyonu

İntraabdominal Basınç Değerlendirmeleri

İntraabdominal basınç (İAB), invaziv ve non-invaziv çeşitli yöntemler kullanılarak değerlendirilebilmektedir. En yüksek doğruluğu sağlayan yöntem, intraabdominal kateter aracılığıyla gerçekleştirilen doğrudan laparoskopik ölçümdür (Malbrain ve ark., 2006). Dolaylı üretral ölçüm, İAB'nin izlenmesinde klinik pratikte yaygın olarak kullanılan ve güvenilirliği kabul edilmiş bir yöntem olmakla birlikte, üriner sistem enfeksiyonları ve üretral yaralanma riski taşıması nedeniyle postüral fonksiyon ve hareket analizi çalışmalarında sınırlı kullanım alanına sahiptir (Malbrain ve ark., 2013; Wise ve ark., 2017).

Rektal veya gastrik problar yoluyla gerçekleştirilen enstrümantal İAB ölçümleri ağırlıklı olarak deneysel araştırmalarda tercih edilmekte olup, rutin klinik değerlendirmelerde sınırlı bir uygulama alanına sahiptir (Malbrain ve ark., 2006). Gastrik veya nazogastrik tüpler aracılığıyla yapılan ölçümler yüksek doğruluk sağlamakla birlikte, hasta konforunun düşük olması, uygulama için ileri düzey teknik bilgi gerektirmesi ve maliyetinin yüksek olması klinik kullanımlarını kısıtlamaktadır (Hodges ve ark., 2005; Wauters ve ark., 2012).

Anorektal ölçümlerde kullanılan özel kateterler ve basınca duyarlı problar, mekanik basınç değişimlerini bilgisayar ortamında kaydedilebilen elektiriksel sinyallere dönüştürmektedir (Pfeifer ve Oliveira, 2006). Son yıllarda geliştirilen ince elektiriksel prob sistemleri, daha az ölçüm artefaktı oluşturmaları, yüksek basınç duyarlılığı sunmaları, kolay uygulanabilir olmaları ve

hastalar tarafından daha iyi tolere edilmeleri nedeniyle avantaj sağlamaktadır (Malbrain ve ark., 2006; Sugrue ve ark., 2015). Bununla birlikte, bu sistemlerin yüksek edinim maliyetleri klinik uygulamalarda önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır (Pfeifer ve Oliveira, 2006).

İntraabdominal basınç ölçümleri, elektromiyografi veya ultrason görüntüleme yöntemleri ile eş zamanlı olarak da uygulanabilmektedir. Ancak bu yaklaşımlar, gövde kaslarının küresel koordinasyonunu değerlendirmekten ziyade lokal kas aktivasyonuna odaklanmakta olup, fonksiyonel postüral stabilitenin bütüncül değerlendirilmesinde sınırlılıklar taşımaktadır (Henry ve Westervelt, 2005; Junginger ve ark., 2010).

Fiziksel Aktivite Sırasında İntraabdominal Basıncın Oluşturulması Ve Düzenlenmesi

İntraabdominal basıncın (İAB) optimize edilmesi stabilite, kuvvet ve yaralanma riskinin azaltılması açısından yararlıdır. İAB'nin etkin biçimde geliştirilmesi ve kullanılmasına yönelik bazı öneriler aşağıda sunulmuştur (Hodges ve Gandevia, 2000; Kolar ve ark., 2010, Foskolou ve ark., 2022):

1. Diyafragmatik solunum teknikleri diyaframın etkinliğini artırarak intraabdominal basıncın daha iyi kontrol edilmesini destekler.

2. Transversus abdominis, oblik kaslar ve pelvik taban kasları dâhil olmak üzere kor kaslarının güçlendirilmesi önemlidir.

3. Kaldırma gerektiren veya stabiliteye ihtiyaç duyulan aktivitelerden önce, normal solunumu sürdürürken kor kaslarını kuvvetlice kasmak İAB'nin artmasına ve omurganın stabilizasyonuna katkı sağlar.

4. Ağırılık kaldırma aktivitelerinde hafif yüklerle başlanmalı ve ağırılık kademeli olarak artırılmalıdır.

5. Hareketler boyunca kor kaslarını etkin biçimde çalıştırmaya ve solunumu kontrol etmeye odaklanmak, intraabdominal basıncın (İAB) optimal düzeyde kullanılmasına yardımcı olur.

6. Günlük aktiviteler sırasında postür ve vücut mekaniğine dikkat edilmelidir. Oturma, ayakta durma veya nesne kaldırma gibi işlevsel hareketlerde omurgayı desteklemek amacıyla kor kaslarının aktif tutulması önemlidir.

7. Zorlayıcı aktiviteler veya ağır kaldırma sırasında uzun süre nefes tutmaktan kaçınılmalıdır.

8. Oturma, ayakta durma ve hareket sırasında postürün doğru hizalanması ve korunması, sırt ve kor kasları üzerindeki gereksiz yüklenmeyi azaltır.

9. Uygun tekniklerden uygulanması ve uygulama sırasında emin olunmadığında bir kayropraktör, fizyoterapist, kinesiyoolog veya ilgili sağlık profesyoneline danışılması önerilir.

Amaç yalnızca intraabdominal basıncı artırmak değil, bunu kontrollü ve dengeli bir şekilde gerçekleştirmektir. Aktiviteler sırasında diğer bölgelerde aşırı zorlanmaya ya da potansiyel sorunlara yol açmadan stabilite ve destek oluşturmaktır.

Sonuç olarak; optimal omurga stabilizasyonu, intraabdominal basıncın (İAB) düzenlenmesinde diyafram, pelvik taban ve abdominal kaslar arasındaki dengeli koordinasyona bağlıdır. İAB, ventral omurga stabilizasyonu sağlar (Stokes ve ark., 2010), omurga üzerindeki kompresif yükleri azaltır (Cholewicki ve ark., 1999; Stokes ve ark., 2010) ve dorsal omurga stabilizasyonunun sağlanması için lomber paraspinal kaslarla koordineli şekilde çalışır (Cholewicki ve ark., 1999). Omurga stabilizasyonu, solunum stereotipiyle (Hodges ve Gandevia, 2000) ve aynı zamanda diyafram ile pelvik taban sfinkter işleviyle yakından ilişkilidir (Bitnar ve ark., 2015, 2021; Hwang ve ark., 2021). Gövde stabilizatörlerinin dengesiz aktivasyonu ve İAB'nin yetersiz düzenlenmesi; üriner inkontinans (Hwang ve ark., 2021), gastroözofageal reflü (Bitnar ve ark., 2015, 2021), herniler (Qandeel ve O'Dwyer, 2016) ve kas-iskelet sistemiyle ilişkili diğer sorunlar arasında bel ağrısı (Hagins ve Lamberg, 2011) ile ilişkili olabilir.

Diyafram, pelvik taban ve karın duvarının aktivasyonu ekstremitelerden önce gerçekleşir. Karın içi basıncı (IAP), uzuv hareketinden kaynaklanan reaktif kuvvetlerle orantılı olarak artar (Hodges ve Gandevia, 2000). Karın ve gövde stabilizasyon egzersizlerinin çeşitli olumlu etkileri bulunmaktadır; bunlar arasında gövde kas gücünü (Kitagawa vd., 2020) ve kavrama gücünü (Kobesova vd., 2015) artırma, atletik performansı destekleme (Davidek vd., 2018; Saeterbakken vd., 2021), spor yaralanmalarını önleme ve bel ağrısını azaltma (Hlaing vd., 2021; Tsai vd., 2020) yer almaktadır.

Kaynakça

- Bitnar, P., Stovicek, J., & Hlava, S. (2021). Manual cervical traction and trunk stabilization cause significant changes in upper and lower esophageal sphincter: A randomized trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 44, 344–351. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2021.01.004>
- Cholewicki, J., & McGill, S. M. (1996). Mechanical stability of the in vivo lumbar spine: Implications for injury and chronic low back pain. *Clinical Biomechanics*, 11, 1–15.
- Cholewicki, J., Juluru, K., & McGill, S. M. (1999a). Intra-abdominal pressure mechanism for stabilizing the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 32(1), 13–17. [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(98\)00129-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(98)00129-8)
- Cholewicki, J., Juluru, K., Radebold, A., Panjabi, M. M., & McGill, S. M. (1999b). Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra-abdominal pressure. *European Spine Journal*, 8(5), 388–395.
- Cresswell, A. G., Grundström, H., & Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intramuscular activity in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 144(4), 409–418.
- David, G. C. (1985). Intra-abdominal pressure measurements and load capabilities for females. *Ergonomics*, 28, 345–358.
- De Looze, M. P., Groen, H., Horemans, H., Kingma, I., & Van Dieen, J. H. (1999). Abdominal muscles contribute in a minor way to peak spinal compression in lifting. *Journal of Biomechanics*, 32(7), 655–662.
- Davidek, P., Andel, R., & Kobesova, A. (2018). Influence of dynamic neuromuscular stabilization approach on maximum kayak paddling force. *Journal of Human Kinetics*, 61, 15–27. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0127>
- Foskolou, A., Emmanouil, A., Boudolos, K., & Rousanoglou, E. (2022). Abdominal breathing effect on postural stability and respiratory muscle activation during body stances used in fitness modalities. *Biomechanics*, 2(3), 478–493. <https://doi.org/10.3390/biomechanics2030037>
- Hagins, M., & Lamberg, E. M. (2011). Individuals with low back pain breathe differently than healthy individuals during a lifting task. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41, 141–148. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3437>
- Hemborg, B., Moritz, U., & Löwing, H. (1985). Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 17(1), 25–38.
- Hlaing, S. S., Puntumetakul, R., Khine, E. E., & Boucaut, R. (2021). Effects of core stabilization exercise and strengthening exercise on proprioception, balance, muscle thickness and pain-related outcomes in patients with subacute nonspecific low back pain: A randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04858-6>
- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during

postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89, 967–976.

- Hodges, P. W., Eriksson, A. E., Shirley, D., & Gandevia, S. C. (2005). Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine. *Journal of Biomechanics*, 38, 1873–1880. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2004.08.016>
- Hwang, U. J., Lee, M. S., Jung, S. H., Ahn, S. H., & Kwon, O. Y. (2021). Effect of pelvic floor electrical stimulation on diaphragm excursion and rib cage movement during tidal and forceful breathing and coughing in women with stress urinary incontinence. *Medicine*, 100. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024158>
- Iglesia, C. B., & Smithling, K. R. (2017). Pelvic organ prolapse. *American Family Physician*, 96, 179–185.
- Ivancic, P. C., Cholewicki, J., & Radebold, A. (2002). Effects of the abdominal belt on muscle-generated spinal stability and L4/L5 joint compression force. *Ergonomics*, 45(7), 501–513.
- Junginger, B., Baessler, K., Sapsford, R., & Hodges, P. W. (2010). Effect of abdominal and pelvic floor tasks on muscle activity, abdominal pressure and bladder neck. *International Urogynecology Journal*, 21, 69–77.
- Kitagawa, R., Kato, S., & Demura, S. (2020). Efficacy of abdominal trunk muscles strengthening exercise using an innovative device in treating chronic low back pain: A controlled clinical trial. *Scientific Reports*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78908-9>
- Kobesova, A., Dzvonik, J., Kolar, P., Sardina, A., & Andel, R. (2015). Effects of shoulder girdle dynamic stabilization exercise on hand muscle strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 23, 21–32. <https://doi.org/10.3233/IES-140560>
- Kolar, P., Sulc, J., Kyncl, M., Sanda, J., Neuwirth, J., Bokarius, A. V., & Kobesova, A. (2010). Postural function of the diaphragm in persons with and without chronic low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(6), 352–362. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3430>
- Lukacz, E. S., Santiago-Lastra, Y., Albo, M. E., & Brubaker, L. (2017). Urinary incontinence in women: A review. *JAMA*, 318, 1592–1604.
- Madle, K., Svoboda, P., Stribny, M., Novak, J., Kolar, P., Busch, A., & Bitnar, P. (2022). Abdominal wall tension increases using dynamic neuromuscular stabilization principles in different postural positions. *Musculoskeletal Science and Practice*, 62, 102655.
- Malbrain, M. L. N. G., Cheatham, M. L., Kirkpatrick, A., Sugrue, M., De Waele, J., & Ivatury, R. (2006). Abdominal compartment syndrome: It's time to pay attention! *Intensive Care Medicine*, 32, 1912–1914. <https://doi.org/10.1007/s00134-006-0303-6>
- Malbrain, M. L. N. G., De Laet, I. E., & De Waele, J. J. (2013). Intra-abdominal hypertension: Definitions, monitoring, interpretation and management. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 27, 249–270. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2013.06.009>

- Marras, W. S., & Mirka, G. A. (1996). Intra-abdominal pressure during trunk extension motions. *Clinical Biomechanics*, 11, 267–274.
- Morris, J. M., Lucas, D. B., & Bresler, B. (1961). The role of the trunk in stability of the spine. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 43A, 327–351.
- Qandeel, H., & O'Dwyer, P. J. (2016). Relationship between ventral hernia defect area and intra-abdominal pressure: Dynamic in vivo measurement. *Surgical Endoscopy*, 30, 1480–1484. <https://doi.org/10.1007/s00464-015-4356-x>
- Pfeifer, J., & Oliveira, L. (2006). Anorectal manometry and the rectoanal inhibitory reflex. In S. D. Wexner & G. S. Duthie (Eds.), *Constipation* (pp. 71–83). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-84628-275-1_8
- Saeterbakken, A. H., Andersen, V., & Behm, D. G. (2021). The role of trunk training for physical fitness and sport-specific performance: Protocol for a meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living*, 3. <https://doi.org/10.3389/fspor.2021.625098>
- Shirley, D., Hodges, P. W., Eriksson, A. E., & Gandevia, S. C. (2003). Spinal stiffness changes throughout the respiratory cycle. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1467–1475.
- Stokes, I. A. F., Gardner-Morse, M. G., & Henry, S. M. (2010). Intra-abdominal pressure and abdominal wall muscular function: Spinal unloading mechanism. *Clinical Biomechanics*, 25, 859–866.
- Sugrue, M., De Waele, J., De Keulenaer, B. L., Roberts, D. J., & Malbrain, M. L. N. G. (2015). A user's guide to intra-abdominal pressure measurement. *Anaesthesia Intensive Therapy*, 47, 241–251. <https://doi.org/10.5603/AIT.a2015.0025>
- Tesh, K. M., Dunn, J. S., & Evans, J. H. (1987). The abdominal muscles and vertebral stability. *Spine*, 12, 501–508.
- Troy, K. L., Mancuso, M. E., Butler, T. A., & Johnson, J. E. (2018). Exercise early and often: Effects of physical activity and exercise on women's bone health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15.
- Tsai, Y. J., Chia, C. C., Lee, P. Y., Lin, L. C., & Kuo, Y. L. (2020). Landing kinematics, sports performance, and isokinetic strength in adolescent male volleyball athletes: Influence of core training. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29, 65–72.
- Wauters, J., Spincemaille, L., Dieudonne, A.-S., Van Zwam, K., Wilmer, A., & Malbrain, M. L. N. G. (2012). A novel method for continuous intra-abdominal pressure monitoring: Pilot test in a pig model. *Critical Care Research and Practice*, 2012, 1–7.
- Wise, R. D., Rodseth, R. N., Correa-Martin, L., Margallo, F. S., Becker, P., Castellanos, G., & Malbrain, M. L. N. G. (2017). Correlation between different methods of intra-abdominal pressure monitoring in varying intra-abdominal hypertension models. *Southern African Journal of Critical Care*, 33, 15–18.



**POSTÜRAL DEĞERLENDİRME KAPSAMINDA
FONKSİYONEL EGZERSİZ VE FİZİKSEL
AKTİVİTE ETKİLEŞİMİ**

“ ”

Özgür DİNÇER¹

¹ 1 Prof. Dr. Ordu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2839-2045>

GİRİŞ

Postür, en yalın hâliyle, insan vücudunun yerçekimi altında dengeli ve uyumlu bir hizalanmayı sürdürebilme becerisi olarak tanımlanabilir (Illian, 2011). Spor performansı açısından bakıldığında postür, yalnızca “güzel duruş” anlamına gelmez; kas-iskelet sisteminin hem statik hem de dinamik hareketler sırasında mekanik yükleri verimli biçimde taşımasını sağlayan temel bir yapısal bileşendir. Bu durum, denge, koordinasyon, kuvvet aktarımı ve hareket ekonomisi gibi performans bileşenleri üzerinde doğrudan etkilidir (Kendall, McCreary, Provance, Rodgers ve Romani, 2005).

Spor bilimleri alanında postür, hem performans kapasitesini belirleyen hem de olası yaralanmaların habercisi olan önemli bir gösterge olarak ele alınmaktadır. Özellikle yüzme, bisiklet, halter, tenis ve voleybol gibi tekrarlayıcı ve branşa özgü hareketlerin yoğun olduğu sporlarda, zamanla gelişen uygunsuz postüral adaptasyonların kas dengesizliklerine, hareket kısıtlılıklarına ve kronik yaralanmalara zemin hazırladığı bildirilmektedir (Kibler, Press ve Sciascia, 2006). Genç sporcularla yürütülen boylamsal çalışmalar, düzenli sportif katılımın postüral kontrolü olumlu etkilediğini ve fiziksel aktivite düzeyi yüksek bireylerin denge becerilerinin daha gelişmiş olduğunu ortaya koymaktadır (Pau, Ibba ve Attene, 2014).

Son yıllarda “fonksiyonel egzersiz” kavramı, klasik kuvvet ve kondisyon programlarının ötesine geçerek çok düzlemli hareket kalıplarını, bütüncül motor kontrolü ve kinetik zincir uyumunu merkeze alan bir yaklaşım olarak öne çıkmıştır (Boyle, 2016). Fonksiyonel egzersizler, günlük yaşamda ve spora özgü hareketler sırasında kullanılan doğal hareket kalıplarını geliştirmeyi hedefler; denge, stabilite, mobilite ve propriosepsiyon öğelerini bir araya getirerek postüral kontrolü destekler (Behm ve Anderson, 2006; Stratton, 2024). Bu nedenle hem performans geliştirme hem de yaralanma önleme programlarında postüral optimizasyonun önemli araçlarından biri hâline gelmiştir (Cook, 2010; Cook, Burton, Hoogenboom ve Voight, 2014).

Fiziksel aktivite düzeyi de postüral düzenleme sürecinde belirleyici bir rol oynar. Düzenli fiziksel aktivite kas kuvvetini, eklem hareket açıklığını, denge ve koordinasyon becerilerini desteklerken; düşük aktivite düzeyi ve sedanter yaşam biçimi kas dengesizlikleri ve postüral bozukluklarla ilişkilidir (Booth, Roberts ve Laye, 2012; Salsali ve ark., 2023). Bu tablo, sporcularda hem performansın sürdürülebilirliği hem de yaralanma riskinin azaltılması açısından postür-egzersiz ilişkisinin göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir (Behm, Drinkwater, Willardson ve Cowley, 2010).

Bu bölümün amacı, postüral değerlendirmenin temel ilkeleri çerçevesinde fonksiyonel egzersiz ve fiziksel aktivite arasındaki etkileşimi ele almak; bu etkileşimin postüral denge, hareket kontrolü ve sportif performans üzerindeki yansımalarını literatür ışığında tartışmaktır.

Postüral Değerlendirme ve Spor Performansı

Postüral denge, vücut ağırlık merkezinin destek yüzeyi üzerinde kontrol altında tutulması ve dış etkilere rağmen bu dengenin yeniden sağlanabilmesi olarak tanımlanır (Winter, 1995). Bu süreç; merkezi sinir sistemi, kas-iskelet sistemi ve görsel, vestibüler, somatosensoriyel sistemler arasındaki çok yönlü etkileşimin ürünüdür (Horak, 2006). Denge sırasında vücut, kas kuvvetini ve eklem pozisyonlarını sürekli ayarlayarak ağırlık merkezini destek alanı içinde tutmaya çalışır; bu süreçte ayak bileği, diz ve kalça eklemleri arasında hassas bir koordinasyon bulunur (Kuo ve Zajac, 1993; Gatev, Thomas, Kepple ve Hallett, 1999).

Biyomekanik açıdan bakıldığında yer tepkisi kuvvetleri ve basınç merkezi (center of pressure) ölçümleri, postüral dengeyi değerlendirmede önemli kriterlerdir (Paillard ve Noé, 2015). Basınç merkezinin salınım miktarı ve hızı, kişinin denge stratejileri ve kas aktivasyon paternleri hakkında bilgi verir. Küçük dengesizlikler çoğunlukla ayak bileği stratejisi ile kompanse edilirken, daha büyük dengesizliklerde kalça ve adım stratejileri devreye girer (Nashner ve McCollum, 1985). Denge performansını sürdürmek için yeterli kas gücü, eklem hareket açıklığı ve sinir-kas koordinasyonunun birlikte çalışması gerekir (Behm ve ark., 2010).

Sporcularda postüral analiz, duruşun ve hizalanmanın değerlendirilmesi, olası kas-iskelet sistemi dengesizliklerinin belirlenmesi ve bunların performans ile yaralanma riskiyle ilişkilerinin ortaya konması açısından önemlidir. Bu analiz; görsel gözlem, fotoğraf/video tabanlı değerlendirme, üç boyutlu hareket analiz sistemleri ve stabilometrik ölçümler gibi farklı yöntemlerle yapılabilir (Fortin, Feldman, Cherni ve Labelle, 2011). Klinik uygulamalarda en sık kullanılan yöntemlerden biri görsel değerlendirmedir; baş ve omurga eğrilikleri, pelvis pozisyonu, omuz ve ekstremita simetrisi bu yolla incelenir (Kendall ve ark., 2005). Ancak görsel değerlendirmenin öznel oluşu, ölçüm güvenilirliğini sınırlayabilir.

Bu nedenle son yıllarda dijital postür analiz sistemleri ve üç boyutlu görüntüleme yöntemleri giderek daha sık kullanılmaktadır (Iunes ve ark., 2005). Vücuda yerleştirilen işaretleyiciler yardımıyla segmentlerin açısal değişimleri hesaplanarak duruş nicel bir biçimde değerlendirilebilir. Asimetrik spor branşlarında (örneğin tenis, eskrim, halter) bu tür sistemlerin kas dengesizlikleri ve postüral adaptasyonları saptamada etkili olduğu rapor edilmiştir (Lee, Han ve Park, 2016). Stabilometrik analizler ise denge platformları veya kuvvet plakaları aracılığıyla merkez basınç değişimlerini ölçerek postüral kontrolün dinamik yönünü değerlendirir (Paillard ve Noé, 2015).

Postüral bozukluklar, kas-iskelet sisteminde hizalanmanın bozulması sonucu ortaya çıkan, mekanik yüklenme paternlerini ve hareket ekonomisini etkileyen durumlardır. Duruş bozuklukları kas kuvveti dengesizliklerine,

eklem yüzeylerinde aşırı yüke ve gereksiz enerji harcamasına yol açarak spor performansını olumsuz etkiler (Kendall ve ark., 2005). Örneğin omuz çevresinde anterior kasların baskın hâle gelmesi ve skapular kontrol bozuklukları, üst ekstremitte sporcularında omuz sıkışma sendromu riskini artırmaktadır (Kibler ve ark., 2006; Kibler ve Sciascia, 2010). Alt ekstremitede diz valgusu, pes planus gibi hizalanma sorunları, koşu ve sıçrama sporlarında anterior diz ağrısı ve aşıl tendinopatisi gibi yaralanmalarla ilişkilendirilmektedir (Hryso-mallis, 2011).

Duruş bozukluklarının yalnızca mekanik değil, nöromüsküler sonuçları da vardır. Bozulmuş hizalanma, kas aktivasyon sıralamasını ve proprioseptif geri bildirimi değiştirerek kompensatuvar hareket stratejilerine yol açar (Griegel-Morris, Larson, Mueller-Klaus ve Oatis, 1992). Bu durum özellikle yüksek yoğunluklu sporlarda enerji verimliliğini düşürür, kas yorgunluğunu artırır ve performansı olumsuz etkiler (Khamis ve Yizhar, 2007). Bu nedenle postüral bozuklukların erken fark edilmesi ve uygun düzeltici egzersizlerle ele alınması, sporcularda performansın sürdürülebilirliği ve yaralanma riskinin azaltılması açısından temel bir gerekliliktir (Page, Frank ve Lardner, 2010).

Postürel Değerlendirme Çeşitleri

Postür analizi genel olarak iki ana başlık altında ele alınır: statik postür değerlendirmesi ve dinamik postür değerlendirmesi (Kendall ve ark., 2005).

Statik postür değerlendirmesi

Statik postür, bireyin belirli bir pozisyonda (ayakta, otururken vb.) sabit dururken vücut segmentlerinin uzaydaki hizalanmasını ifade eder. Değerlendirmede sagittal, frontal ve transvers düzlemlerdeki hizalanma ve sapmalar incelenir (Magee, 2014):

- ◆ Sagittal düzlemde başın öne kayması (forward head), torasik kifoz, lumbal lordoz, diz hiperekstansiyonu gibi eğrilikler değerlendirilir.
- ◆ Frontal düzlemde omuz, kalça, pelvis ve alt ekstremitte simetrisi gözlenir.
- ◆ Transvers düzlemde gövde ve pelvis rotasyonları incelenir (Kritz ve Cronin, 2008).

Statik postür değerlendirmesinde gözlemsel analiz, düşey referans çizgileri (plumb line), fotogrametri ve vücut şemaları kullanılabilir. Bireyin rahat ve doğal pozisyonda durması, “alışılmış duruş”un görülmesi açısından önemlidir. Statik değerlendirme, kas kısalıkları, alışılmış duruş kalıpları ve eklem kısıtlılıkları hakkında önemli ipuçları verir (Kendall ve ark., 2005).

Dinamik postür değerlendirmesi

Dinamik postür değerlendirmesi, birey hareket hâlindeyken vücut segmentleri arasındaki koordinasyon, denge ve hizalanmayı analiz eder. Yürüyüş, oturup kalkma, merdiven çıkma, squat, tek bacak çömelme ve uzanma (reach) testleri gibi fonksiyonel hareketler bu amaçla sık kullanılır (Cook, Burton ve Hoogenboom, 2006). Dinamik postür; kas kuvveti, esneklik, propriocepsiyon ve denge sistemlerinin hareket sırasında ne ölçüde ve nasıl devreye girdiğini ortaya koyar (Sahrmann, 2002).

Fonksiyonel hareket taramaları (örneğin Functional Movement Screen – FMS), bireyin temel hareket kalıplarını gerçekleştirirken sergilediği kontrol, stabilite ve mobilite düzeyini puanlayarak dinamik postür hakkında bilgi sağlar (Cook, Burton ve Hoogenboom, 2006; Cook, Burton, Hoogenboom ve Voight, 2014). Overhead squat, single leg squat, itme-çekme hareketleri ve kalça-gövde kontrolünü değerlendiren testler bu kapsamda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dizde valgus, kalça adduksiyon artışı, gövde rotasyon asimetrikleri ve baş-gövde uyumsuzluğu gibi bulgular; kas dengesizlikleri, proprioseptif yetersizlikler veya kompensatuvar stratejilerle ilişkilendirilebilir (Neumann, 2010).

Fonksiyonel Egzersizin Spor Bilimindeki Yeri

Fonksiyonel egzersiz, sporcunun ya da bireyin günlük yaşamda ve spor ortamında gerçekleştirdiği çok yönlü hareketleri geliştirmeye odaklanan, çok eklemlili ve çok düzlemli egzersizlerden oluşan bir yaklaşımdır. Amaç yalnızca kas kuvvetini artırmak değil; aynı zamanda denge, stabilite, esneklik, koordinasyon ve motor kontrol gibi fiziksel bileşenleri birlikte geliştirmektir (Boyle, 2016; Behm ve Anderson, 2006). Bu yaklaşım, vücut segmentleri arasındaki etkileşimi iyileştirerek hareket verimliliğini artırmaya ve kinetik zincir boyunca yük aktarımını optimize etmeye çalışır (Frost, Cronin ve Newton, 2010; Thompson, Cobb ve Blackwell, 2007).

Fonksiyonel egzersiz programları hazırlanırken spesifiklik ilkesi büyük önem taşır. Egzersizler, sporcunun branşına, performans gereksinimlerine ve günlük yaşam aktivitelerine mümkün olduğunca benzer hareket kalıpları içermelidir (Frost ve ark., 2010). Bunun yanında progresif yüklenme, denge ve stabilite kontrolü, motor öğrenme süreçleri ve geri bildirim mekanizmaları programın etkinliğini belirleyen ana unsurlardır (Cook ve ark., 2014).

Geleneksel direnç egzersizleri genellikle izole kas gruplarına, sabit hareket düzlemlerine ve çoğu zaman makine kullanımına dayanır (Feigenbaum ve Pollock, 1999). Bu çalışmalar kas hipertrofisi ve maksimum kuvvet kazancı açısından etkili olmakla birlikte, elde edilen kazanımların gerçek yaşam ve spor performansına aktarımı sınırlı kalabilir (Behm ve Sale, 1993). Buna karşılık fonksiyonel egzersizler, instabil yüzeyler, çok eklemlili hareketler ve ser-

best ağırlıklar yoluyla stabilite, koordinasyon ve propriosepsiyonu aynı anda uyarır; bu sayede postüral kontrol ve nöromüsküler adaptasyonlara katkı sağlar (Anderson ve Behm, 2005; Kibele ve Behm, 2009; Gruber ve Gollhofer, 2004).

Fonksiyonel egzersizlerin denge, mobilite, stabilite ve koordinasyon bileşenlerini birlikte hedeflemesi, özellikle sporcularda teknik verimliliği ve hareket ekonomisini geliştirmesi açısından önemlidir (Myer ve ark., 2011). Core bölgesine yönelik fonksiyonel çalışmalar, gövde stabilitesini artırarak alt ve üst ekstremiteler arasında kuvvet aktarımını verimli hâle getirir ve yaralanma riskinin azaltılmasına katkı sağlar (Kibler ve ark., 2006; McGill, 2010).

Fiziksel Aktivitenin Postüral Adaptasyonlara Etkisi

Kas-iskelet sisteminin yapısal ve fonksiyonel bütünlüğünü korumada düzenli fiziksel aktivite kilit bir role sahiptir. Kas dokusu düzenli yüklenmeye maruz kaldığında hipertrofi, artmış mitokondri yoğunluğu ve nöromüsküler adaptasyonlarla yanıt verirken; inaktivite kas atrofisi, güç kaybı ve erken yorgunluk ile sonuçlanır (Aagaard, 2003; Booth ve ark., 2012). Egzersiz, yalnızca kas kütlesini değil, bağ dokusu dayanıklılığını, tendon sertliğini ve kemik mineral yoğunluğunu da artırarak kas-iskelet sisteminin genel dayanıklılığını güçlendirir (Kohrt, Bloomfield, Little, Nelson ve Yingling, 2004; Frost, 2003).

Düzenli egzersiz, postüral kontrol ve eklem stabilitesinde rol alan kas gruplarını aktive ederek duruş bozukluklarının ve kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesine yardımcı olur (Howe, Shea, Dawson, Downes ve Murray, 2011). Araştırmalar, düzenli fiziksel aktiviteye katılan bireylerde kas kuvveti, eklem hareket açıklığı ve fonksiyonel kapasitenin anlamlı ölçüde yüksek olduğunu; sedanter bireylerde ise bu parametrelerin belirgin biçimde azaldığını göstermektedir (Booth ve ark., 2012).

Farklı spor branşlarının gerektirdiği özgül hareket paternleri, sporcuların postürel yapısında karakteristik adaptasyonlara yol açmaktadır. Tek taraflı üst ekstremit kullanımı baskın olduğu tenis, beyzbol ve voleybol gibi sporlarda dominant tarafta skapular protraksiyon, omuz iç rotasyonu ve artmış torasik kifoz sık görülür (Kibler ve Sciascia, 2010). Jimnastik, dalış ve dans gibi branşlarda hiperekstansiyon eğilimli omurga yapısı ve artmış lumbal lordoz ön plana çıkar (Fritz, Irrgang ve Crowell, 2000). Futbol ve koşu gibi alt ekstremit odaklı sporlarda pelvik eğim, diz valgusu ve kas dengesizlikleri belirgin postüral sapmaların gelişmesine zemin hazırlayabilir (Fortin ve ark., 2011). Ağırlık kaldırma ve güreş gibi yüksek dirençli branşlarda gövde kaslarındaki belirgin hipertrofik adaptasyon omurga stabilitesini artırırken, hareket açıklığının bazı düzlemlerde azalmasına yol açabilir (Iwai ve ark., 2008). Yüzücülerde ise omuz çevresine binen tekrarlayıcı yükler yuvarlak omuz postürü ve torasik kifoz artışı ile ilişkilendirilmiştir (Pink ve Tibone, 2000).

Sedanter yaşam, modern toplumlarda giderek daha sık görülen ve kas-iskelet sistemi üzerinde olumsuz etkileri olan bir yaşam tarzıdır (Hamilton, Hamilton ve Zderic, 2007). Uzun süre oturarak çalışmak; kalça fleksörleri, hamstringler, göğüs kasları ve boyun ekstansörlerinde kısılıklara, antagonist kaslarda ise zayıflık ve aktivasyon yetersizliğine yol açabilir. Bu kas denge-sizlikleri anterior pelvik tilt, lumbal lordoz artışı, yuvarlak omuz ve ileri baş pozisyonu gibi postüral sapmaların gelişmesine zemin hazırlar (Sahrmann, 2002; Kendall ve ark., 2005). Uzun süreli oturma ve düşük fiziksel aktivite düzeyinin postüral stabiliteyi azalttığı, bel ve boyun ağrısı gibi kronik yakın-maların görülme sıklığını artırdığı da gösterilmiştir (O’Sullivan, Dankaerts, Burnett ve O’Sullivan, 2006). Özellikle masa başı çalışan bireylerde gluteal kasların yeterince aktive olmaması (gluteal amnezi) ve torasik kifoz artışı sık gözlenen postüral değişikliklerdir (Claus, Hides, Moseley ve Hodges, 2009). Bu nedenle sedanter davranışların azaltılması, düzenli fiziksel aktivitenin teşvik edilmesi ve postür odaklı egzersiz programlarının uygulanması, pos-türal hizalanmanın korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Fonksiyonel Egzersiz ve Fiziksel Aktivite Etkileşimi

Fiziksel aktivite, kas kasılmasıyla enerji harcamasını artıran her türlü bedensel hareketi kapsayan genel bir kavramdır. Fonksiyonel egzersiz ise bu geniş çerçevede içinde, hareketin kalitesi, örüntüsü ve kinetik zincir entegrasyonuna vurgu yapan daha spesifik bir yaklaşımı temsil eder. Postüral değerlendirme bağlamında fiziksel aktivite “ne kadar hareket?” sorusuna, fonksiyonel egzersiz ise “nasıl hareket?” sorusuna yanıt verir. Bu iki bileşenin birlikte ve planlı kullanımı, postüral kontrol ve performans üzerinde sinerjik bir etki yaratır (Salsali ve ark., 2023; Stratton, 2024).

Çalışmalar, düzenli fonksiyonel egzersizlerin maksimal oksijen tüketimi (VO_2max), kas dayanıklılığı ve dinamik denge üzerinde anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir (Thompson, Gordon, Pescatello ve American College of Sports Medicine, 2018). Fonksiyonel antrenmanların kas grupları arasındaki koordinasyonu güçlendirdiği, hareket ekonomisini artırdığı ve günlük yaşam aktivitelerinde postüral stabiliteyi desteklediği bildirilmektedir (Fletcher, Zachazewski ve O’Connor, 2017; Cook ve ark., 2014).

Postüral denge, görsel, vestibüler ve somatosensoriyel girdilerin merkezi sinir sistemi tarafından entegre edilerek uygun kas yanıtlarına dönüştürüldüğü karmaşık bir motor kontrol sürecidir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2017; Winter, 1995). Bu süreçte ayak bileği, kalça ve adım stratejileri gibi otomatik postüral yanıtlar devreye girer (Nashner ve McCollum, 1985). Nöromüsküler kontrolün zayıflaması, postüral salınımı artırarak denge kayıplarına ve düşme ya da yaralanma riskine zemin hazırlar (Peterka, 2002).

Hem uluslararası hem de ulusal literatür, nöromüsküler kontrolün bozulmasının sportif performans, denge ve postür üzerinde olumsuz etkiler

oluşturduğunu vurgulamaktadır (Kaya ve Demir, 2020; Karakuş ve Kılınç, 2006; Bamaç ve ark., 2014; Paillard ve Noé, 2015). Fonksiyonel antrenman yaklaşımı, sporcuların yalnızca kas kuvvetini artırmakla kalmayıp; denge, koordinasyon, çeviklik, mobilite ve hareket kontrolü gibi performans belirleyici özelliklerini de geliştirmeyi amaçlar (Boyle, 2016; Behm ve Anderson, 2006). Çok eklemli ve çok düzlemli hareketler sayesinde spora özgü hareket kalıpları güçlendirilir; böylece nöromüsküler etkinlik, postüral stabilite ve hareket ekonomisi iyileştirilir (Cook ve ark., 2014). Core bölgesine yönelik fonksiyonel egzersizler, gövde stabilitesini artırarak alt ve üst ekstremiteler arasında kuvvet aktarımını daha verimli hâle getirir; bu da teknik verimlilik ve dayanıklılık üzerinde olumlu etki yaratır (Kibler ve ark., 2006; McGill, 2010; Myer, Kushner, Brent, Schoenfeld ve Hugentobler, 2014).

Sonuç olarak, fonksiyonel egzersiz ile yeterli fiziksel aktivitenin birleşimi, postüral kontrolü güçlendiren, yaralanma riskini azaltan ve spor performansını destekleyen bütüncül bir yaklaşım sunar.

Uygulama Örnekleri ve Egzersiz Yaklaşımları

Fonksiyonel egzersiz programları, sporcunun branşı, pozisyonu, performans hedefleri ve mevcut postüral profili dikkate alınarak planlanmalıdır (Boyle, 2016). Amaç; yalnızca kas kuvvetini artırmak değil, aynı zamanda denge, mobilite, stabilite, koordinasyon ve propriosepsiyonu birlikte geliştirmektir (Cook ve ark., 2014). Örneğin:

♦ **Futbolcular için:** tek bacak squat, lateral lunge, instabil zemin denge çalışmaları, kalça abdüktör ve ekstansörlerini hedefleyen elastik bant egzersizleri.

♦ **Yüzücüler için:** omuz çevresi mobilite egzersizleri, skapular stabilizasyon çalışmaları, rotasyonel core egzersizleri ve gövde stabilitesini artırmaya yönelik plank varyasyonları.

♦ **Voleybol ve basketbol sporcuları için:** çok düzlemli sıçrama–iniş çalışmaları, reaktif çeviklik drilleri ve core stabilizasyon odaklı fonksiyonel hareketler programın temel bileşenleri olabilir (Kibler ve ark., 2006; Behm ve Anderson, 2006; Myer ve ark., 2014).

Postüral dengeyi geliştirmeye yönelik uygulamalarda; denge tahtası, tek ayak üzerinde durma, dinamik denge yürüyüşleri, stabil olmayan yüzeylerde squat ve lunge varyasyonları ile core stabilizasyon egzersizleri sıklıkla kullanılır (Paillard ve Noé, 2015; Behm ve Anderson, 2006). Proprioseptif antrenman ve kapalı kinetik zincir egzersizleri, özellikle alt ekstremita kaslarının aktivasyonunu artırarak denge becerilerinin güçlenmesine katkı sağlar (Gruber ve Gollhofer, 2004).

Pilates, yoga ve dinamik core antrenmanları da gövde stabilitesini artırır-

rak denge, esneklik ve postüral farkındalığı geliştiren etkili yöntemlerdir (Johnson, Larsen, Ozimek ve Smith, 2019). Bu tür egzersizler, yaş ve performans düzeyine göre uyarlanabildiği için hem sporcularda hem de genel popülasyonda yaygın biçimde kullanılabilir (Granacher, Muehlbauer, Zahner, Gollhofer ve Kressig, 2011).

Fonksiyonel egzersizlerin antrenman planlarına entegrasyonunda, çalışmanın hangi bölümünde (ısınma, ana bölüm, soğuma) yer alacağı, yoğunluğu ve sıklığı iyi planlanmalıdır. Futbol ve basketbol gibi sık yön değiştirme, hızlanma-yavaşlama gerektiren sporlarda; çok düzlemli denge, reaktif kuvvet ve core stabilizasyon egzersizlerinin ısınma ve ana antrenman içinde sistematik olarak kullanılması, postüral kontrol ve nöromüsküler koordinasyonu geliştirmektedir (Behm ve Anderson, 2006; Myer ve ark., 2014). Saha uygulamalarında medikal top atışları, mini-bant egzersizleri, denge tahtası çalışmaları ve çeviklik drilleri spora özgü motor becerileri destekleyen pratik araçlardır (McGill, 2010).

Sonuç ve Öneriler

Postür ile egzersiz arasındaki etkileşim, spor bilimleri açısından hem performansın artırılması hem de yaralanmaların önlenmesi bağlamında merkezî öneme sahiptir. Optimal duruş, kas ve eklemlerin mekanik yükleri daha verimli taşımasını sağlayarak kuvvet üretimi, enerji iletimi ve hareket ekonomisi üzerinde avantaj yaratır (Kendall ve ark., 2005). Düzenli ve iyi planlanmış egzersiz programlarının postüral kontrolü iyileştirdiği, denge ve stabilite becerilerini geliştirdiği, buna bağlı olarak da performans ve yaralanma riski üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu gösterilmiştir (Anderson ve Behm, 2005; Paillard ve Noé, 2015).

Uygulayıcılar (antrenörler, fizyoterapistler, spor hekimleri ve performans uzmanları) için aşağıdaki noktalar öne çıkmaktadır:

- ◆ Postüral değerlendirmenin, sporcu değerlendirme süreçlerinin rutin bir parçası hâline getirilmesi,
- ◆ Statik ve dinamik postür analizlerinin bir arada kullanılarak kas-iskelet sistemi dengesizliklerinin ve branşa özgü postüral adaptasyonların belirlenmesi (Fortin ve ark., 2011; Iunes ve ark., 2005),
- ◆ Fonksiyonel egzersizlerin, branşa özgü gereksinimler ve sporcunun postüral profilini dikkate alan bireyselleştirilmiş programlarla entegre edilmesi (Kibler ve ark., 2006; Myer ve ark., 2011),
- ◆ Antrenmanlarda ilerlemeli yüklenme, hareket kalitesi takibi ve geri bildirim mekanizmalarının sistemli biçimde kullanılması (Cook ve ark., 2014),
- ◆ Performans ve yaralanma verilerinin düzenli olarak izlenmesi ve bu geri bildirimin programın güncellenmesinde kullanılması.

Gelecek araştırmaların; bireyselleştirilmiş egzersiz reçeteleri, teknoloji destekli değerlendirme yöntemleri [örneğin üç boyutlu (3B) hareket analizi, giyilebilir sensörler vb.] ve nöromüsküler adaptasyonların uzun dönemli sonuçlarına odaklanması beklenmektedir (Shumway-Cook ve Woollacott, 2017; Stratton, 2024). Farklı yaş grupları, branşlar ve yaralanma öykülerine sahip sporcularda fonksiyonel antrenmanların etkilerini inceleyen uzun süreli randomize kontrollü çalışmaların artması, alandaki bilgi birikimini derinleştirecektir (Salsali ve ark., 2023).

Egzersiz bilimi, biyomekanik, nörofizyoloji ve rehabilitasyon disiplinlerinin iř birliği ile yürütülecek çalışmalar, postüral değerlendirme ve fonksiyonel egzersiz yaklaşımının daha etkili, bütüncül ve uygulanabilir modeller hâlinde geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31(2), 61–67. <https://doi.org/10.1097/00003677-200304000-00002>
- Anderson, K., & Behm, D. G. (2005). The impact of instability resistance training on balance and stability. *Sports Medicine*, 35(1), 43–53. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535010-00004>
- Bamaç, B., Çolak, T., Çolak, S., Bayazıt, B., Demirci, D., Meriç Bingöl, B., ... Özbek, A. (2014). Evaluation of nerve conduction velocities of the median, ulnar and radial nerves of basketball players. *International SportMed Journal*, 15(1), 1–12.
- Behm, D. G., & Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 716–722. <https://doi.org/10.1519/R-18475.1>
- Behm, D. G., & Sale, D. G. (1993). Intended rather than actual movement velocity determines velocity-specific training response. *Journal of Applied Physiology*, 74(1), 359–368. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.1.359>
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 35(1), 91–108. <https://doi.org/10.1139/H09-127>
- Booth, F. W., Roberts, C. K., & Laye, M. J. (2012). Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, 2(2), 1143–1211. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110025>
- Boyle, M. (2016). *New functional training for sports* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Claus, A. P., Hides, J. A., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2009). Sitting versus standing: Postural adaptation and implications for low back pain. *Spine*, 34(6), 591–597. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318195b257>
- Cook, G. (2010). *Movement: Functional movement systems: Screening, assessment, corrective strategies*. Aptos, CA: On Target Publications.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. J. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(2), 62–72.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(3), 396–409.
- Feigenbaum, M. S., & Pollock, M. L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31(1), 38–45. <https://doi.org/10.1097/00005768-199901000-00008>
- Fletcher, G. F., Zachazewski, J. E., & O'Connor, F. G. (2017). *ACSM's exercise manage-*

ment for persons with chronic diseases and disabilities (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.

- Fortin, C., Feldman, D. E., Cherni, Y., & Labelle, H. (2011). Clinical methods for the assessment of posture: A literature review. *Disability and Rehabilitation*, 33(5), 367–383. <https://doi.org/10.3109/09638288.2010.490265>
- Frost, D. M., Cronin, J. B., & Newton, R. U. (2010). A biomechanical evaluation of resistance: Fundamental concepts for training and sports performance. *Sports Medicine*, 40(4), 303–326. <https://doi.org/10.2165/11319420-000000000-00000>
- Frost, H. M. (2003). Bone's mechanostat: A 2003 update. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, 275A(2), 1081–1101. <https://doi.org/10.1002/ar.a.10119>
- Fritz, J. M., Irrgang, J. J., & Crowell, R. D. (2000). Comparison of lumbar spine postural alignment and flexion-relaxation pattern between participants with and without a history of low back pain. *Clinical Biomechanics*, 15(6), 361–367. [https://doi.org/10.1016/S0268-0033\(99\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0268-0033(99)00104-6)
- Gatev, P., Thomas, S., Kepple, T., & Hallett, M. (1999). Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adults. *Journal of Physiology*, 514(3), 915–928. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.915ad.x>
- Granacher, U., Muehlbauer, T., Zahner, L., Gollhofer, A., & Kressig, R. W. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports Medicine*, 41(5), 377–400. <https://doi.org/10.2165/11539920-000000000-00000>
- Griegel-Morris, P., Larson, K., Mueller-Klaus, K., & Oatis, C. A. (1992). Incidence of common postural abnormalities in the cervical, shoulder, and thoracic regions and their association with pain in two age groups of healthy subjects. *Physical Therapy*, 72(6), 425–431. <https://doi.org/10.1093/ptj/72.6.425>
- Gruber, M., & Gollhofer, A. (2004). Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92(1–2), 98–105. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1080-y>
- Hamilton, M. T., Hamilton, D. G., & Zderic, T. W. (2007). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes*, 56(11), 2655–2667. <https://doi.org/10.2337/db07-0882>
- 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>
- Howe, T. E., Shea, B., Dawson, L. J., Downes, L., & Murray, A. (2011). Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2011(7), CD000333. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000333.pub2>
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine*, 41(3), 221–232. <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>

- Illian, T. (2011). *Posture and sports performance*. Tuscaloosa, AL: University of Alabama Libraries.
- Iunes, D. H., Castro, F. A., Salgado, H. S., Moura, I. C., Oliveira, A. S., & Bevilacqua-Grossi, D. (2005). Confiabilidade intra e interexaminador e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 9(3), 327–334. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552005000300015>
- Iwai, K., Okada, T., Nakazato, K., Fujimoto, H., Yamamoto, Y., & Nakajima, H. (2008). Sports-specific characteristics of trunk muscles in collegiate wrestlers and judokas. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 350–358. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635d81>
- Johnson, B. L., Larsen, A. E., Ozimek, D. A., & Smith, D. T. (2019). The effects of Pilates and yoga on balance and flexibility in healthy adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(6), 1507–1513. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002099>
- Karakuş, S., & Kılınç, F. (2006). Postür ve sportif performans. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 14(1), 309–322.
- Kaya, A., & Demir, B. (2020). *Nöromüsküler sistem ve postür ilişkisi*. Ankara: Spor Bilimleri Yayınları.
- 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.). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Khamis, S., & Yizhar, Z. (2007). Effect of simulated leg length discrepancy on pelvic kinematics during gait. *Gait & Posture*, 25(3), 367–374. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.04.006>
- Kibele, A., & Behm, D. G. (2009). Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(9), 2443–2450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b73c79>
- Kibler, W. B., Press, J., & Sciascia, A. (2006). The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine*, 36(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>
- Kibler, W. B., & Sciascia, A. (2010). Current concepts: Scapular dyskinesis. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5), 300–305. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058834>
- Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., & Yingling, V. R. (2004). Physical activity and bone health. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(11), 1985–1996. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000142662.21767.58>
- Kritz, M., & Cronin, J. (2008). Static and dynamic postural assessment in exercise prescription. *Strength and Conditioning Journal*, 30(2), 33–38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318161a8bdf>
- Kuo, A. D., & Zajac, F. E. (1993). A biomechanical analysis of muscle strength as a limi-

- ting factor in standing posture. *Journal of Biomechanics*, 26(Suppl. 1), 137–150. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90083-6](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90083-6)
- Lee, J. H., Han, J. T., & Park, J. W. (2016). Changes in body alignment and muscle activity characteristics according to exercise type in elite athletes. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3), 959–963. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.959>
- Magee, D. J. (2014). *Orthopedic physical assessment* (6th ed.). St. Louis, MO: Saunders Elsevier.
- McGill, S. M. (2010). *Ultimate back fitness and performance* (4th ed.). Waterloo, Canada: Backfitpro Inc.
- Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Ford, K. R., Best, T. M., Bergeron, M. F., & Hewett, T. E. (2011). When to initiate integrative neuromuscular training to reduce sports-related injuries and enhance health in youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10(3), 155–166. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e31821b1442>
- Myer, G. D., Kushner, A. M., Brent, J. L., Schoenfeld, B. J., & Hugentobler, J. (2014). The back squat: A proposed assessment of functional deficits and technical factors that limit performance. *Strength and Conditioning Journal*, 36(6), 4–27. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000103>
- Nashner, L. M., & McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain Sciences*, 8(1), 135–172. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00020008>
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for rehabilitation* (2nd ed.). St. Louis, MO: Mosby Elsevier.
- O’Sullivan, P. B., Dankaerts, W., Burnett, A. F., & O’Sullivan, K. (2006). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic instability. *Spine*, 31(6), 634–640. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000202741.93273.6a>
- Page, P., Frank, C., & Lardner, R. (2010). *Assessment and treatment of muscle imbalance: The Janda approach*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Paillard, T., & Noé, F. (2015). Techniques and methods for testing the postural function in healthy and pathological subjects. *BioMed Research International*, 2015, 891390. <https://doi.org/10.1155/2015/891390>
- Pau, M., Ibba, G., & Attene, G. (2014). Fatigue-induced balance impairment in young soccer players. *Journal of Athletic Training*, 49(4), 454–461. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.2.17>
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118. <https://doi.org/10.1152/jn.00605.2001>
- Pink, M. M., & Tibone, J. E. (2000). The painful shoulder in the swimming athlete. *Orthopedic Clinics of North America*, 31(2), 247–261. [https://doi.org/10.1016/S0030-5898\(05\)70143-2](https://doi.org/10.1016/S0030-5898(05)70143-2)
- Sahrmann, S. A. (2002). *Diagnosis and treatment of movement impairment syndromes*. St. Louis, MO: Mosby.

- Salsali, M., Sheikhhoseini, R., Sayyadi, P., Hides, J. A., Dadfar, M., & Piri, H. (2023). Association between physical activity and body posture: A systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 23(1), 1670. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16617-4>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Stratton, M. T. (2024). The impact of functional training on balance and vestibular function: A narrative review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 9(4), 251. <https://doi.org/10.3390/jfmk9040251>
- Thompson, C. J., Cobb, K. M., & Blackwell, J. (2007). Functional training improves club head speed and functional fitness in older golfers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 131–137. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00024>
- Thompson, W. R., Gordon, N. F., Pescatello, L. S., & American College of Sports Medicine. (2018). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (10th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193–214. [https://doi.org/10.1016/0966-6362\(96\)82849-9](https://doi.org/10.1016/0966-6362(96)82849-9)



GERİATRİK BİREYLERDE FİZİKSEL AKTİVİTE

“ ”

Sevim ACARÖZ¹

¹ Doç. Dr. Ordu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2617-8865>

GİRİŞ

Dünya çapında yaşlı nüfusun artması toplum sağlığı açısından önemli bir yük oluşturmaktadır. Bu demografik değişim, yaşlanmayla birlikte fizyolojik, fonksiyonel ve psikososyal alanlarda ortaya çıkan değişimlerin —özellikle kas gücü kaybı, azalmış kardiyovasküler kapasite ve düşme riski gibi— önemini daha da artırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’nün (DSÖ) tahminlerine göre 2030 yılı itibarıyla dünya nüfusunun 60 yaş ve üzeri olan kısmı 1,4 milyara ulaşacak ve bu durum yaşlı bireylerde sağlığın korunması ve iyilik hâlinin sürdürülebilirliğini ilgi odağı hâline getirecektir.

Fiziksel aktivite (FA), kronik hastalık yükünün azalması, mobilitenin korunması, bilişsel fonksiyonlarda iyileşme ve düşme riskinin azalması gibi çok yönlü sağlık yararları sağlar. Bunun yanında FA’nın geriatrik bireylerde yaşam süresini uzattığı, aktif yaşlanmaya katkıda bulunduğu ve fonksiyonel bağımsızlığı artırabileceği bilinmektedir. Bu bağlamda, yaşlanmanın beraberinde getirdiği sekonder problemlerin önlenmesinde FA geriatrik bireylerde bağımsızlığın sürdürülmesi ve sağlıklı ilişkili yaşam kalitesi açısından kritik bir araçtır.

Bu bölümde, yaşlanma ve yaşlanma ile meydana gelen fizyolojik değişiklikler, fiziksel aktivite, fiziksel aktivitenin geriatrik bireylerde biyolojik ve psikososyal etkileri, geriatrik bireylerde etkin egzersiz türleri, egzersize katılımı etkileyen faktörler, toplum temelli yaklaşımlar ve güncel kanıtlara dayalı öneriler kapsamlı şekilde ele alınmaktadır.

Yaşlanma ve Yaşlanma ile Meydana Gelen Fizyolojik Değişiklikler

Yaşlanma; biyolojik, fizyolojik, psikolojik ve sosyal boyutlarıyla normal yaşam döngüsünün karmaşık bir süreci olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) yaşlanmayı, “zaman içinde meydana gelen, hücre ve moleküler düzeyde birikimli hasarla karakterize olan evrensel bir süreç” olarak tanımlamaktadır (World Health Organization, 2020). DSÖ’nün geriatrik birey tanımı, yaşlanma sürecinin biyolojik, fizyolojik, psikososyal ve toplumsal boyutlarını dikkate alan bütüncül bir perspektife dayanmaktadır. DSÖ (2022), 2030 yılına kadar dünya nüfusunun altıda birinin 60 yaş ve üzerinde olacağını ve bu yaş grubunun nüfusunun 2019’da 1 milyar iken 2050’de bu sayının 2,1 milyara çıkacağını tahmin etmektedir (World Health Organization, 2022). Yaşam beklentisinin artması umut verici olsa da yaşlanma genellikle motor ve bilişsel işlevlerdeki düşüşle birlikte geldiğinden (Mendonça ve ark., 2017, Zaninotto ve ark., 2018), nüfusun yaşlanması küresel olarak sağlık hizmetleri ve sosyal sistemler için önemli zorluklara yol açmaktadır. Bu bağlamda, yaşlılık kavramı yalnızca kronolojik yaşa indirgenmemekte, bireyin fiziksel, zihinsel ve sosyal işlevselliği de göz önünde bulundurulmaktadır.

Yaşlanma sürecinde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin anlaşılma-

sı hem bireysel sağlık yönetimi hem de toplumsal düzeyde geriatrik bireylerde yaşam kalitesinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, yaşlanmanın fizyolojik boyutları, hücresel ve moleküler düzeyden organ ve sistem fonksiyonlarına, nörolojik süreçlerden kardiyovasküler ve endokrin değişikliklere kadar geniş bir yelpazede ele alınmaktadır.

Yaşlanma sürecinin fizyolojik temelleri, hücresel düzeyde başlayan ve organizmanın bütününe yayılan bir dizi değişikliklerle karakterizedir. Bu değişiklikler, genellikle hücresel hasar birikimi, oksidatif stres, apoptoz, nörodejenerasyon ve hormonal dengesizlikler gibi mekanizmalar üzerinden açıklanmaktadır.

Yaşlanmanın fizyolojik değişiklikleri, öncelikle hücresel ve moleküler düzeyde başlar. Bu süreçte, hücrelerin yaşam döngüsünde meydana gelen değişiklikler, organizmanın genel fonksiyonlarını doğrudan etkiler. Özellikle programlı hücre ölümü olan apoptoz yaşlanmanın temel mekanizmalarından biri olarak öne çıkmaktadır. Apoptoz, organizmada istenmeyen ve hasarlı hücrelerin inflamasyona neden olmadan ortadan kaldırılmasını sağlar. Ancak, yaşlanmayla birlikte bazı hücre tiplerinde apoptozun arttığı, genetik olarak hasarlı hücrelerde ise apoptozun baskılandığı gözlemlenmiştir. Bu durum, yaşlanma sürecinde hücresel bütünlüğün bozulmasına ve tümör oluşumu gibi patolojik süreçlere neden olma potansiyeli taşımaktadır. Apoptozun yaşlanma ve tümör oluşumunda önemli bir rol oynadığı, apoptozisi düzenleyen mekanizmaların ve moleküllerin hızla aydınlatıldığı, yaşlanma ile gelişen hücre ölümünün düzenlenmesinin ve hastalıklarla ilişkisinin günümüzde daha iyi anlaşıldığı belirtilmektedir (Canpolat Koyutürk, 2004).

Yaşlanmayı hücresel düzeyde açıklamaya çalışan diğer önemli bir mekanizma da oksidatif strestir. Moleküler ve hücresel düzeylerdeki oksidatif hasar, oksidan ve antioksidan süreçler arasındaki dengesizliğin, oksidanların lehine sonuçlanmasıyla ortaya çıkar. Reaktif oksijen türleri (ROS), oksidatif stresin zararlı etkisinde kilit rol oynar. Ancak ROS, savunma mekanizmalarını tetikleyerek hormetik yanıtlar oluşturmak için sinyal molekülleri olarak temel bir işleve sahiptir, ancak modülasyon olmadan aşırı miktarda üretildiklerinde oksidatif hasara neden olurlar (Barnes, 2020; van der Pol ve ark., 2019). Benzer şekilde, inflamasyon, organizmanın zararlı uyaranlara verdiği fizyolojik bir tepkidir, ancak inflamatuvar süreç kalıcı hale geldiğinde zararlı hale gelir ve doku hasarına neden olarak yeterli akut inflamatuvar yanıtı bozan düşük dereceli kronik inflamasyona yol açar. Oksidatif stres ve inflamasyon, birbiriyle yakından ilişkili iki süreçtir ve bunların karşılıklı bağımlılığı tutarlı bir şekilde belgelenmiştir (Biswas, 2016). Bu anlamda, ROS/reaktif nitrojen türleri (RNS) hücre içi proinflamatuvar sürecini başlatmakta, iltihaplanma sitokinlerindeki artış ise oksidatif stresi körükleyerek bir kısır döngü yaratmaktadır (Bondia-Pons ve ark., 2012). Oksidatif stres ve düşük dereceli kronik inflamasyonun yaşlanmanın belirgin özelliklerinde önemli bir rol oy-

nadığı gösterilmiştir (Höhn ve ark., 2017). Ancak bunlar, yaşlanma sürecinin kendisinden ziyade, başarısız bir yaşlanma sonucuyla ilişkilidir (Inglés, 2014). Bu anlamda, oksidatif stres ve inflamasyonun yaşlanma ile ilişkili hastalıklar ve sarkopeni ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Viña, 2019). Oksidatif stres, yaşlanma ile ilişkili birçok hastalığın patogeneğinde rol oynar. Deneysel çalışmalarda, yaşlılarda oksidatif stresin artışıyla birlikte antioksidan savunma sistemlerinde azalma olduğu, bu durumun yaşlanmaya bağlı hastalıkların gelişiminde etkili olduğu gösterilmiştir.

Yaşlanma sürecinde hücresel boyutta görülen değişikliklerin yanında vücut sistemlerinde de etkilenimler görülmektedir. Tablo 1’de vücut sistemlerinde meydana gelen fizyolojik değişimler ve klinik yansımaları özetlenmiştir. Yaşlanmanın en belirgin etkilerinden biri kas iskelet sisteminde görülen kas kütesinin azalmasıdır. Sarkopeni olarak adlandırılan bu durum, kas liflerinin küçülmesi, motor nöron kaybı ve protein sentezinde azalmaya bağlıdır. 50 yaşından sonra kas kütesi her dakikada yaklaşık %1–2 oranında azalırken, 70 yaşından sonra bu kayıp hızlanmaktadır (Cruz-Jentoft ve ark., 2019). Kas gücündeki düşüş mobilite kaybı, yavaş yürüme ve düşme riskinde artışa yol açar (Elam ve ark., 2021). Yaşlanma ayrıca kemik mineral yoğunluğunun azalmasına neden olarak osteoporoz gelişimini kolaylaştırır. Bağ ve tendonlarda elastikiyet kaybı meydana gelir, bu da eklem hareket açıklığını azaltır ve yaralanma riskini artırır. Kardiyovasküler sistem yaşlanmadan önemli ölçüde etkilenir. Arter duvarlarında elastik liflerin azalması ve kolajen birikiminin artması, damar sertliğinin belirgin biçimde yükselmesine yol açar. Bu durum sistolik kan basıncında artışa neden olur ve kalbin afterload yükünü yükseltir. Kardiyak output ve aerobik kapasite geriler (American College of Sports Medicine, 2021). Otonom sinir sistemi yanıtlarındaki yavaşlama, ortostatik hipotansiyon ve egzersiz toleransında azalmaya katkı sağlar. Solunum sistemi yaşla birlikte yapısal ve fonksiyonel değişikliklere uğrar. Göğüs duvarı sertleşir, solunum kaslarının kuvveti azalır ve alveoler yüzey alanı küçülür. Bu değişiklikler vital kapasitenin düşmesine ve gaz değişim etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır (Paterson ve Warburton, 2010). Sonuç olarak, yaşlı bireylerde oksijen tüketimi düşer ve efor sırasında dispne daha sık görülür. Bu bulgular, yaşlanmanın kardiyovasküler sistemde yapısal ve fonksiyonel değişikliklere yol açtığını ve bu değişikliklerin yaşlı bireylerde kardiyovasküler hastalık riskini artırdığını göstermektedir.

Yaşlanma sürecinde fizyolojik değişikliklerin bir diğer önemli boyutu, nörolojik sistemde meydana gelen değişimlerdir. Yaşlanma, nöronal plastisite mekanizmalarını doğrudan etkileyen ve hücresel süreçlerdeki değişikliklerle açıklanabilen bilişsel işlevlerdeki gerileme ile ilişkilidir. Beyin boyutunda küçülme, beyin vasküler sisteminde ve bilişsel işlevlerde bozukluklar yaşlanma sürecinin belirgin özelliklerindendir. Beyinde gerçekleşen küçülme ile moleküler seviyeden doku seviyesine kadar her düzeyde işlevsel değişiklikler

meydana gelir. Nöral plastisite mekanizmaları, öğrenme ve hafıza gibi bilişsel fonksiyonların devamlılığı ve işlevselliği üzerinde önemli bir rol oynar. Yaşın ilerlemesine bağlı olarak bu süreçlerde önemli ölçüde azalma gözlenmektedir. Özellikle hipokampus, medial temporal lob ve prefrontal korteks gibi beyin bölgelerinde yaşlanmanın nöral plastisite üzerindeki etkisi davranışsal, morfolojik, hücrel ve moleküler düzeylerde kendini gösterir (Albayrak ve Mutlu, 2022). Bu bulgular, yaşlanmanın bilişsel işlevlerdeki gerilemenin temel fizyolojik nedenlerinden biri olduğunu ortaya koymaktadır. Yaşlanma, merkezi ve periferik sinir sisteminde belirgin değişiklikler oluşturur. Nöron kaybı, sinaptik plastisitenin azalması ve nörotransmitter düzeylerindeki değişiklikler bilişsel işlevlerde yavaşlamaya neden olabilir. Motor birim sayısındaki azalma kas gücünü etkilerken, periferik sinir iletim hızındaki düşme reaksiyon süresini uzatır. Proprioseptif duyunun zayıflaması ve vestibüler fonksiyonların azalması denge bozukluklarına katkıda bulunur. Bunun sonucunda yaşlılarda düşme, en önemli sağlık sorunlarından biri olarak ortaya çıkar.

Yaşlanmaya bağlı olarak endokrin sistemde de etkilenim görülmektedir. Bazal metabolizma hızı yağsız vücut kütleindeki azalma ve mitokondriyal fonksiyonlarda zayıflamaya paralel olarak düşer. Geriatrik bireylerde glikoz toleransının azalmasına bağlı olarak insülin direnci artarak tip 2 diyabet gelişimine zemin hazırlayabilir (World Health Organization, 2020). Endokrin sistemde büyüme hormonu, testosteron ve östrojen gibi hormonların düzeyleri belirgin şekilde azalır; bu durum kas kütlesi kaybı, yağ kitlesinde artış ve enerji düzeyinde azalma gibi sonuçlarla da ilişkilidir. Ayrıca yaşlanmaya paralel görme keskinliği azalmakta lensin esnekliğini kaybetmesi ile presbiyopi gelişmektedir. Bunun yanında retina duyarlılığı düşer ve karanlık adaptasyonu yavaşlar. İşitmede sensorinöral kayıp (presbiakuzi) yaşlanmanın yaygın sonuçlarından biridir. Tat ve koku duyularının zayıflaması sonucu geriatrik bireylerde beslenme alışkanlıkları da etkilenmektedir. (Paterson ve Warburton, 2010). Yaşlanma bağışıklık fonksiyonlarını da etkilemektedir. T hücre fonksiyonlarında azalma, antikör yanıtının zayıflaması ve inflamatuvar belirteçlerde artış geriatrik bireyleri enfeksiyonlara karşı daha hassas hale getirir (World Health Organization, 2020). Aşı yanıtlarının azalması da klinik açıdan dikkat gerektiren diğer bir konudur.

Yaşlanmanın fizyolojik etkileri bireylerin yaşam kalitesi ve bağımsızlık düzeyleri üzerinde doğrudan belirleyici rol oynar. Geriatrik bireylerde genel sağlık durumu, yürüme hızı, uyku düzeni, hobiler ve sosyal katılım gibi faktörler, başarılı yaşlanma ile yakından ilişkilidir. Yapılan araştırmalarda, yaşlı bireylerin başarılı yaşlanma düzeylerinin genel sağlık durumu, düzenli sağlık kontrollerine gitme, uyku problemi varlığı, yürüme hızı ve hobi varlığı ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu gösterilmiştir (Çebi ve ark., 2023). Bu bulgu, yaşlanmanın fizyolojik etkilerinin bireylerin günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, yaşlanma ile meydana gelen fizyolojik değişiklikler, hücrel ve moleküler düzeyden başlayarak organizmanın bütün sistemlerini etkileyen çok boyutlu bir süreçtir. Bu değişiklikler, bireylerin sağlık durumunu, fonksiyonel kapasitelerini, yaşam kalitesini ve toplumsal rollerini doğrudan etkiler. Yaşlanmanın fizyolojik etkilerinin anlaşılması, yaşlı nüfusun sağlık yönetimi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından temel bir öneme sahiptir. Bu nedenle, yaşlanma sürecinde meydana gelen fizyolojik değişikliklerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

Fiziksel Aktivite

Fiziksel aktivite (FA), “enerji harcaması gerektiren ve sağlık açısından ilerleyici faydalar sağlayan iskelet kasları tarafından üretilen herhangi bir vücut hareketi”dir (World Health Organization, 2020). Bu tanım, yalnızca spor veya egzersiz gibi planlı aktiviteleri değil, günlük yaşamda gerçekleştirilen çalışma, aktif ulaşım, ev işleri ve eğlence faaliyetlerinden kaynaklanan vücut hareketlerini, yürüme, merdiven çıkma gibi çeşitli hareketleri de kapsamaktadır. FA, DSÖ ve çeşitli sağlık otoriteleri tarafından, bireylerin sağlığını korumak ve geliştirmek için önerilen temel yaşam tarzı davranışlarından biri olarak tanımlanmaktadır. Ancak DSÖ, dünya yetişkin nüfusunun %27,5’ini oluşturan yaklaşık 1,4 milyar yetişkinin önerilen FA düzeylerini karşılamadığını bildirmektedir (World Health Organization, 2022). Yaşlanmayla birlikte geriatrik bireylerde bu oran artmaktadır. Birçok gelişmiş ülkede geriatrik bireylerde FA düzeylerinin düşük olduğu gösterilmiştir. Avustralya’da, 65 yaşın üzerindeki erkeklerin %69’u ve kadınların %75’i yeterince aktif değiller (Australian Institute of Health and Welfare, 2020), İskoçya’da 75 yaşın üzerindeki erkeklerin sadece %31’i ve kadınların ise %21’i önerilen FA düzeylerini karşılamaktadır (Zubala ve ark., 2017). İngiltere’de ise 75-84 yaş arası hareketsiz yaşlıların oranı %27 iken, 85 yaş ve üstü yaşlılarda bu oran %75’e çıkmaktadır. Amerika’da, hareketsizliğin yaygınlığı 65-74 yaş grubunda %27 ile daha düşük olup, 74 yaş üstü bireylerde %35 olarak görülmektedir (Zubala ve ark., 2017). Ülkemizde yapılan güncel araştırmalar, yaşlı bireylerin büyük bir kısmının fiziksel olarak inaktif olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, 65-74 yaş aralığındaki bireylerde yapılan bir çalışmada, katılımcıların %64,9’unun hareketsiz olduğu, okur-yazar olmayan bireylerde bu oranın %72,7’ye yükseldiği ve eğitim düzeyi ile fiziksel aktivite arasında anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Ayrıca, egzersiz yaptığını bildiren yaşlı bireylerin %32,6’sı, yapmadığını bildirenlerin ise %71,6’sı hareketsiz bulunmuştur (Aslan ve Bakan, 2022). Çalışma verilerinde de görüldüğü üzere geriatrik bireylerin FA’ye yönlendirilmesi ve bu popülasyonda FA düzeylerinin iyileştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 1. Yaşlanmayla birlikte meydana gelen fizyolojik değişiklikler ve klinik yansımaları

Sistem	Yaşlanma ile Meydana Gelen Değişiklikler	Klinik Yansımalar
Kas-İskelet Sistemi	• Tip II lif kaybı • Tendon ve bağlarda esneklik kaybı • Kemik mineral yoğunluğunda azalma • Kas kütlelerinde azalma (sarkopeni)	• Güçsüzlük, yavaş yürüme • Postür bozuklukları • Düşme ve kırık riski ↑
Kardiyovasküler Sistem	• Maksimum kalp hızı ↓ • Arteriyel sertlik ↑ • Kardiyak output ↓ • Otonom yanıtın yavaşlaması • Ortostatik hipotansiyon	• Egzersiz toleransı ↓ • Hipertansiyon riski ↑
Solunum Sistemi	• Göğüs duvarı esnekliği ↓ • Alveoler yüzey alanı azalması • Gaz değişiminde azalma • Vital kapasite ↓	• Egzersizde nefes darlığı
Sinir Sistemi	• Sinaptik iletim yavaşlaması • Reaksiyon süresi ↑ • Motor birim sayısında azalma • Duyu reseptörlerinde azalma	• Denge bozuklukları • İnce motor beceri kaybı
Metabolik Sistem	• Bazal metabolizma ↓ • Glikoz toleransı ↓ • Yağsız vücut kütlesi ↓	• Tip 2 diyabet riski ↑ • Kilo artışı eğilimi
Endokrin Sistem	• Büyüme hormonu, testosteron, östrojen düzeylerinde düşüş	• Enerji azalması • Kas kitlesi ve kemik yoğunluğu azalması
Gastrointestinal Sistem	• Mide boşalması yavaşlar • Emilim azalır • İlaç metabolizması değişir	• Malnütrisyon riski ↑
Duyu Sistemleri	• Görme ve işitmede azalma • Tat ve koku duyularında azalma	• Düşme riski ↑ • Beslenme değişiklikleri
İmmün Sistem	• Bağışıklık yanıtı zayıflar (immünosenesens) • Aşılarla yanıt azalır	• Enfeksiyon riski ↑

Fiziksel Aktivitenin Geriatrik Bireylerde Biyolojik ve Psikososyal Etkileri

Düzenli fiziksel aktivite yaşlanmaya bağlı ortaya çıkan olumsuz etkileri önlemede ve geciktirmede en etkili, güvenli ve düşük maliyetli müdahalelerden biri olduğu bildirilmektedir (WHO, 2020; Paterson ve Warburton, 2010). FA ya da egzersizin geriatrik bireylerde “ilaç” olarak gerçek faydasını açığa çıkarmak için kullanımı dört amaçla gerçekleştirilmektedir (Izquierdo ve ark., 2021). Bunlar;

- 1) Hastalıkları önleme potansiyelini kullanmak,
- 2) Etkili tıbbi/cerrahi müdahalelere yardımcı olmak,

3) Egzersizin daha iyi ve daha güvenli olduğu durumlarda tehlikeli tedavilere alternatif oluşturmak,

4) Sarkopeni, kırılabilirlik, engellilik ve demans gibi farmakolojik tedavisi olmayan durumlara nonfarmakolojik çözüm sağlamak.

FA ve egzersizin, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve obezite için hem önleyici hem de tedavi edici bir strateji olduğu; kas fonksiyonlarını, ruh sağlığını ve yaşam kalitesini iyileştirdiği; ve mortaliteyi azalttığı konusunda güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Fiuza-Luces ve ark., 2018; Cadore ve Izquierdo, 2015). FA'nın (yapılandırılmış egzersiz katılımı dahil) kronik mitokondriyal disfonksiyon, inflamasyon, miyokin salınımı, kusurlu otofaji, oksidatif hasar ve insülin benzeri büyüme faktörü sinyalinin azalması dahil olmak üzere, en yaşlılarda bile sağlıklı yaşlanmanın temel mekanizmalarını etkilemektedir (Izquierdo ve ark, 2020; Valenzuela ve ark., 2019). Egzersiz ve FA, fiziksel fonksiyonları ve yaşam kalitesini iyileştirerek, kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve kronik alt solunum yolu hastalıkları gibi belirli ölüm nedenleri de dahil olmak üzere, bulaşıcı olmayan hastalıkların yükünü ve erken ölüm oranlarını genel olarak azaltır (Kujala, 2018; Stensvold ve ark., 2020). Sarkopeni, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, hipertansiyon, kanser, osteoporoz, osteoartrit, depresyon, demans veya Parkinson hastalığı gibi birçok kronik hastalığın önlenmesi ve tedavisinde FA ve egzersizin yararlarına dair bilimsel kanıtlar bulunmaktadır (Pederson ve Saltin, 2015).

Denge ve direnç antrenmanının birleşimi, farmakolojik tedavinin mümkün olmadığı düşmeleri azaltmak için en etkili müdahaledir (Lazarus ve ark., 2018) ve direnç antrenmanı sarkopeni için temel tedavi yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır (Valenzuela ve ark., 2019, Fragala ve ark., 2019). Sarkopeni üzerindeki etkisi direnç egzersizleri ve kombine FA programlarının, geriyatrik bireylerde kas gücü ve fonksiyonel kapasiteyi anlamlı düzeyde artırdığı sonucuna dayanmaktadır (Peterson ve ark., 2010; Cruz-Jentoft ve ark., 2019). Ayrıca ağırlık taşıyan egzersizler kemik mineral yoğunluğunu destekleyerek osteoporoz gelişimini yavaşlatmaktadır (Howe ve ark., 2011). Düzenli FA, aerobik kapasiteyi artırarak kardiyovasküler dayanıklılığı iyileştirmektedir. Yaşlı bireylerde yapılan çalışmalar, FA'nın kan basıncını düşürdüğünü, lipid profilini iyileştirdiğini ve kardiyovasküler mortaliteyi azalttığını ortaya koymaktadır (Lear ve ark., 2017). Bu etkiler, günlük yaşam aktiviteleri sırasında daha düşük efor algısı ve artmış dayanıklılık ile ilişkilidir. FA'nın biyolojik etkileri, geriyatrik bireylerin fonksiyonel kapasitesi ve günlük yaşam aktivitelerine katılımı üzerinde doğrudan belirleyici olmaktadır.

FA'nın metabolik etkileri arasında insülin duyarlılığının artması, glukoz metabolizmasının düzenlenmesi ve vücut kompozisyonunun iyileşmesi yer almaktadır. Özellikle düzenli aerobik ve direnç egzersizlerinin tip 2 diyabet riskini azalttığı ve kronik inflamasyon belirteçlerini düşürdüğü bildirilmek-

tedir (Colberg ve ark., 2016). FA, nöroplastisiteyi destekleyerek bilişsel işlevlerin korunmasına da katkı sağlamaktadır. Aerobik egzersizlerin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerini artırdığı ve yürütücü işlevler ile bellek üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu gösterilmiştir (Erickson ve ark., 2011; Northey ve ark., 2018). Ayrıca denge ve koordinasyon egzersizleri, proprioseptif geri bildirimi artırarak düşme riskini azaltıcı etki göstermektedir (Sherrington ve ark., 2019).

FA'nın biyolojik etkileri kadar, psikososyal etkileri de bulunmaktadır. Geriatrik bireylerde FA'nın psikososyal etkileri arasında depresyon, anksiyete, sosyal izolasyon, özsaygı ve genel psikolojik iyi oluşun iyileştirilmesi yer almaktadır (Christodoulou ve ark., 2023). Egzersiz yoluyla artan öz-yeterlilik algısı ve beden farkındalığı, ruh sağlığı üzerindeki bu olumlu etkinin temel mekanizmaları arasında yer almaktadır. FA'nın psikososyal etkileri, sadece depresyon ve anksiyete ile sınırlı değildir; aynı zamanda sosyal ilişkiler, yaşam doyumu ve öznel iyi oluş üzerinde de olumlu etkileri söz konusudur. FA, özellikle grup temelli uygulandığında sosyal etkileşimi artırarak yalnızlık ve sosyal izolasyonun azalmasına katkı sağlamaktadır. Artan sosyal katılım, geriatrik bireylerin toplumsal rollerini sürdürmelerini ve yaşam doyumlarının yükselmesini desteklemektedir (Bauman ve ark., 2016). Bununla birlikte fiziksel kapasitedeki artış, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı güçlendirerek bakım ihtiyacını azaltmaktadır (Paterson ve Warburton, 2010).

FA'nın biyolojik ve psikososyal etkileri, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi ölçekleriyle de ölçülmektedir. SF-36 ve WHOQOL-BREF gibi ölçeklerle yapılan çalışmalarda, FA düzeyinin yüksek olduğu yaşlı bireylerde yaşam kalitesinin daha yüksek olduğu, fonksiyonel kapasitenin ve genel sağlık algısının daha iyi olduğu gösterilmiştir (Lira ve ark., 2018). Sekiz haftalık uyarlanmış FA programı uygulanan yaşlı kadınlarda, fiziksel fonksiyon, ağrı ve mental sağlık alt ölçeklerinde anlamlı iyileşmeler gözlenmiştir (Battaglia ve ark., 2016).

Sonuç olarak, FA'nın geriatrik bireylerde biyolojik ve psikososyal etkileri, çok boyutlu ve karmaşık bir yapıya sahiptir. Düzenli ve bireye özgü planlanan FA programları, fonksiyonel bağımsızlığı desteklemekte, kronik hastalık yükünü azaltmakta ve yaşam kalitesini artırmada temel bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda, psikososyal sağlık, yaşam doyumu, sosyal ilişkiler ve ruh sağlığı üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir. Bu nedenle fiziksel aktivitenin, sağlıklı ve başarılı yaşlanma yaklaşımlarının merkezinde yer alması gerekmektedir.

Geriatric Bireylerde Etkin Egzersiz Türleri ve Egzersize Katılımı Etkileyen Faktörler

Geriatric bireylerde FA'nın sürdürülmesi, sağlıklı yaşlanma sürecinin önemli bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. FA/yapılandırılmış egzersiz reçetesi, amaçlanan sonuca (birincil önleme, fonksiyonel durumun iyileştiril-

mesi veya hastalık tedavisi gibi) dayalı olmalı ve diğer tıbbi tedaviler gibi kişiselleştirilmeli, ayarlanmalı ve kontrol edilmelidir. Ayrıca, FA diğer terapötik ajanlarla uyumlu olarak, egzersiz doz-yanıt etkisi gösterir ve sağlık durumuna veya tıbbi duruma uygun olarak farklı yöntemler, şiddetler ve/veya yoğunluklar kullanılarak kişiselleştirilebilir (Izquierdo ve ark., 2021).

Etkin egzersiz türleri arasında aerobik egzersizler, kas kuvvetlendirme, esneklik ve denge-koordinasyon egzersizleri öne çıkmaktadır. Aerobik egzersizler, kalp-damar ve solunum sistemi fonksiyonlarını destekleyerek dayanıklılığın artırılmasına katkı sağlar. DSÖ'nün yaşlılar için fiziksel aktiviteye ilişkin mevcut önerileri, haftada 75-150 dakika yüksek yoğunlukta ve 150-300 dakika orta yoğunlukta aerobik fiziksel aktivite yapmaktır. Orta düzeyde fiziksel aktivite, “kalbin daha hızlı atmasına ve biraz nefes darlığına neden olan, ancak kişinin rahatça konuşabileceği düzeyde yapılan herhangi bir aktivite” olarak tanımlanır. Yoğun fiziksel aktivite ise “kalbin çok daha hızlı atmasına ve derin nefesler arasında konuşmayı zorlaştıran nefes darlığına neden olan herhangi bir aktivite” olarak tanımlanır (Sims ve ark., 2006).

Kas kuvvetlendirme egzersizleri ise yaşa bağlı kas kütlesi ve kuvvet kaybını önlemeye yönelik kritik bir rol üstlenirken, düşme riskinin azaltılmasına da olanak tanır. Tüm ana kas gruplarını içeren orta veya daha yüksek yoğunlukta kas kuvvetlendirmeye yönelik aktiviteler haftada iki veya daha fazla gün yapılmalıdır (World Health Organization, 2020). Ek olarak, orta veya yüksek yoğunlukta fonksiyonel denge ve kuvvet antrenmanına ağırlık veren çeşitli çok bileşenli FA'lara haftada üç veya daha fazla gün yer verilmelidir. Esneklik egzersizleri, eklem hareket açıklığını koruyarak fonksiyonel kapasitenin devamlılığını sağlarken denge ve koordinasyon egzersizleri ise özellikle düşme ve buna bağlı yaralanmaların önlenmesinde vazgeçilmezdir.

Genel olarak, geriatrik bireylerde ayrıca hareketsiz davranışları ve hareketsiz kalma süresini azaltmak hedeflenmelidir (WHO, 2020). Literatürde geriatrik bireylere özgü geliştirilen fiziksel aktivite önerilerine ilişkin rehberler bulunmaktadır (Sims ve ark., 2006; Australian Government, 2005; National Institute on Aging, 2020). Bu rehberlerden derlenen egzersiz çeşitleri, egzersiz süresi ve örnekleri Tablo 2’de yer almaktadır.

Geriatrik bireylerde düşmelerin önlenmesinde Tai-Chi egzersizleri de kullanılmaktadır (Huang vd., 2023). Tai-Chi egzersizleri sarkopenik ve zayıf yaşlı bireylerde 30 s sandalyeye otur-kalk testini, zamanlı kalk ve yürü testini, düşme sayısını ve düşme korkusunu, diyastolik kan basıncını, kognitif durumu, depresyonu ve yaşam kalitesini iyileştirdiği görülmüştür. Yapılan bu meta analizde ise Tai Chi egzersizinin kas kütlesi, kavrama gücü veya denge puanı üzerindeki avantajının net olmadığı belirtilmiştir (Huang ve ark., 2023).

Geriatrik bireylere özgü geliştirilen bir FA programının, sürdürülebilir FA'yı korumaya yardımcı olmak için sosyal etkileşim, hareket, zevk, yaşa ve ortama göre değişiklikler içermesi gerekmektedir (Jones ve ark., 2018). Geriatrik bireyler arasında çok sayıda farklılık olduğu için, "herkese uyan tek bir yaklaşımın işe yaraması olası değildir. Bu nedenle, program tasarımları hedef grupların psikolojik, fiziksel, bilişsel ve sosyal koşullarına göre özelleştirilmelidir. Bu, bireylere odaklanan ve kişilerarası ve kişisel faktörlerin yanı sıra fırsatların kuruluşlar, toplum ve politikalar tarafından nasıl etkilendiğini dikkate alan çok düzeyli bir yaklaşım kullanılması anlamına gelir.

Tablo 2. Egzersiz çeşitleri

Tip	Minimum Tavsiye Edilen Süre	Örnekler
Endurans Kalp ve solunum hızını artıran aktiviteler. Kalp, akciğerler ve dolaşım sistemini hedef alırlar.	Haftada 150 dakika Haftanın çoğu günü 30 dakika Not: Bunlar kısa seanslar halinde yapılabilir, örneğin 3 × 10 dakika veya 2 × 15 dakika.	Hızlı yürüyüş veya koşu Bahçe işleri (çim biçme, yaprak toplama) Dans Yüzme Bisiklet sürme Merdiven veya tepe tırmanma Tenis oynama Araba yıkama Köpek gezdirmeye Paspaslama ve süpürme
Kuvvetlendirme Günlük işlevleri ve dengeyi korumak ve düşme riskini azaltmak için kas ve kemikleri güçlendirmeye yardımcı olan aktiviteler.	Haftada 2–3 seans, aralarında 1 gün ara vererek 2–3 set kas grubu, seans başına 10–12 tekrar Not: Aynı kas grubunu çalıştıran iki seansı arka arkaya yapmaktan kaçının.	Ağırılık, kuvvet veya direnç antrenmanı egzersizleri Kaldırma ve taşıma (örneğin, market alışverişi veya küçük çocuklar) Merdiven çıkma Orta derecede bahçe işleri (örneğin, kazma, toprak taşıma) Jimnastik (şınav ve mekik)
Esneklik Hareket kabiliyetini artırmaya ve hareket kolaylığını korumaya yardımcı olan aktiviteler.	Haftada 2–3 kez (tercihen her gün) Her germe hareketi için: Her germe hareketini en az 10–30 saniye boyunca 3–4 kez tekrarlayın.	Yavaşça uzanma, eğilme ve uzanma Tai Chi Bowling Paspaslama, elektrikli süpürgeyle temizlik Yoga Dans Bahçe işleri

Tip	Minimum Tavsiye Edilen Süre	Örnekler
Denge		Tai Chi
Denge ve stabiliteyi geliştiren ve düşmeleri önlemeye yardımcı olan aktiviteler.	Her gün	Denge egzersizleri Yaşam tarzına dahil edin, örneğin sırada beklerken veya başka işler yaparken denge egzersizleri yapın. Çevresel güvenlik önemlidir.

Geriatrik bireylerde gözlemlenen düşük aktivite seviyeleri için geriatrik bireylerin egzersize katılımını etkileyen çoklu faktörler bulunmaktadır. Fiziksel sağlık durumu, düşme korkusu, kondisyon eksikliği, kronik hastalıklar ve ağrı gibi durumlar egzersiz yapmayı sınırlandıran bireysel faktörlerdendir. Motivasyon eksikliği, depresyon ve anksiyete gibi durumlar katılımı olumsuz yönde etkileyen psikososyal faktörler de önemli bir etkiye sahiptir. Sosyal destek mekanizmalarının varlığı, özellikle aile ve arkadaş çevresinden alınan destek, egzersiz davranışının sürdürülmesinde belirleyici bir unsur olarak görülmektedir.

Geriatrik bireylerin FA'ya katılımını engelleyen faktörler arasında cinsiyet, kronik hastalık varlığı ve çevresel engeller öne çıkmaktadır (Yürekli ve ark., 2023). Yapılan bir çalışmada, kadınların ve kronik hastalığı olan yaşlı bireylerin FA engellerinin daha fazla olduğu, bu nedenle özellikle bu gruplarda FA engellerini azaltmaya yönelik müdahalelerin faydalı olacağı belirtilmiştir (Yürekli ve ark., 2023). Bu bulgu, FA'nın biyolojik ve psikososyal etkilerinin tam anlamıyla ortaya çıkabilmesi için, toplumsal ve çevresel engellerin de dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Çevresel faktörler arasında güvenli ve erişilebilir egzersiz alanlarının bulunmaması, ulaşım imkânları ve hava koşulları yer almaktadır. Egzersizin faydaları hakkında bilgi sahibi olunması ve uygun egzersiz türlerinin bilinmesi de bireylerin aktif kalma motivasyonunu artırmaktadır. Ekonomik faktörler ise erişilebilirlik açısından engel teşkil edebilir. Son olarak, yaş ve cinsiyet gibi demografik özellikler de egzersiz tercihleri ve katılım düzeylerinde farklılıklar yaratabilmektedir.

Fizyoterapistler ve diğer sağlık profesyonelleri, geriatrik bireylerde FA'ya katılımın veya FA düzeylerinin artırılmasında anahtar rol üstlenmektedir. Düzenli değerlendirme, egzersiz eğitimi ve danışmanlık hizmetleri; güvenli katılımı sağlayarak yaralanma riskini azaltmakta ve uzun dönemli uyumu artırmaktadır (Paterson ve Warburton, 2010).

Toplum Temelli Yaklaşımlar ve Güncel Kanıtlara Dayalı Öneriler

Toplum temelli yaklaşımlar, FA'nın yalnızca bireysel bir davranış değil; sosyal, çevresel ve politik belirleyiciler tarafından şekillenen bir halk sağlığı konusu olduğunu kabul etmektedir. Geriatrik bireylerde FA düzeylerinin

artırılmasında toplum temelli müdahaleler, erişilebilirlik, sürdürülebilirlik ve eşitlik açısından birey merkezli yaklaşımlara kıyasla daha geniş ve kalıcı etki potansiyeline sahiptir. Geriatrik bireylerde FA'yı teşvik etmek için bakanlıklar ve yerel yönetimlerce birtakım çalışmalar yapılmaktadır. Toplum merkezleri, yerel yönetimler ve sağlık kuruluşları tarafından sunulan yapılandırılmış programlar, FA'ya erişimi kolaylaştırmakta ve katılım oranlarını yükseltmektedir (Bauman ve ark., 2016). Toplum merkezleri, yaşlı bakım merkezleri ve yerel yönetimler tarafından sunulan grup temelli fiziksel aktivite programları, geriatrik bireylerde fiziksel aktiviteye katılımı artırmada en güçlü kanıta sahip yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Sunulan bu sosyal destek mekanizmaları, özellikle ileri yaş grubunda davranış değişikliğinin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir.

FA'nın geriatrik bireylerde biyolojik ve psikososyal etkileri, yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel faktörlerle de etkileşim halindedir. Güvenli yürüyüş yolları, yaşlı dostu parklar, açık hava egzersiz alanları ve erişilebilir rekreasyon alanlarının varlığı gibi çevresel düzenlemeler yaşlı bireylerde fiziksel aktivite düzeylerinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır (Sallis ve ark., 2016).

DSÖ'nün "yaşlı dostu kentler" yaklaşımı, yaşlı bireylerin aktif yaşamlarını destekleyen çevresel düzenlemelerin, düşme korkusunu azalttığını ve bağımsız hareketliliği teşvik ettiğini vurgulamaktadır (WHO, 2007; WHO, 2020). Güncel çalışmalar, yaşlı dostu çevre düzenlemelerinin yalnızca fiziksel aktiviteyi değil, sosyal katılımı ve yaşam doyumunu da artırdığını göstermektedir (Yen ve Anderson, 2012). Sağlık Bakanlığı tarafından sunulan birinci basamak sağlık hizmetleri ile toplum temelli FA programlarını entegre eden egzersiz yönlendirme modelleri, geriatrik bireylerde etkili ve maliyet-etkin yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Bu modellerde hekim veya fizyoterapist tarafından değerlendirilen bireyler, uygun toplum temelli egzersiz programlarına yönlendirilmektedir. Meta-analizler, egzersiz yönlendirme programlarının özellikle fiziksel olarak inaktif yaşlı bireylerde orta düzeyde fakat klinik olarak anlamlı artışlar sağladığını göstermektedir (Pavey ve ark., 2011; Rowley ve ark., 2018). Bu yaklaşım, sağlık sistemi ile toplum arasındaki sürekliliği güçlendirmesi açısından önemlidir. Akran destekli FA programları ve gönüllülük esaslı uygulamalar, geriatrik bireylerde motivasyonu artıran önemli toplum temelli stratejilerdir. Özellikle "yaşlıdan yaşlıya" (peer-led) egzersiz programlarının, katılım oranlarını ve uzun dönem uyumu artırdığı bildirilmektedir (Ginis ve ark., 2013). Sosyal destek mekanizmaları, yalnız yaşayan veya dezavantajlı gruplarda yer alan yaşlı bireyler için kritik öneme sahiptir. Bu tür modeller, FA sosyal bir deneyime dönüştürerek psikososyal kazanımları da güçlendirmektedir (Holt-Lunstad ve ark., 2015).

Son yıllarda dijital sağlık teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, toplum temelli FA programları dijital platformlar ile de desteklenir hale gelmiştir.

Online grup egzersizleri, giyilebilir aktivite izleyicileri ve mobil sağlık uygulamaları, geriatrik bireylerde FA takibini ve motivasyonu artırmaktadır (Lewis ve ark., 2017). COVID-19 pandemisi sonrası yapılan çalışmalar, hibrit (yüz yüze + çevrim içi) toplum temelli egzersiz programlarının yaşlı bireylerde FA düzeylerini korumada etkili olduğunu göstermiştir (Taveira ve Barbosa, 2024). Bu yaklaşımlar, hareket kısıtlılığı olan bireyler için erişilebilirliği artırmaktadır.

Toplum temelli FA stratejileri, geriatrik bireylerde yalnızca bireysel sağlık çıktıları değil; sağlık hizmeti kullanımı, düşmeye bağlı hastaneye yatışlar ve bakım ihtiyacı üzerinde de olumlu etkilere sahiptir (Warburton ve Bredin, 2017). Bu yönüyle FA'nın artırılmasına yönelik toplum temelli yaklaşımlar, sürdürülebilir sağlık sistemleri ve aktif yaşlanma politikalarının temel bileşenleri arasında yer almaktadır.

Geriatrik bireylerin sağlığının korunması, yaşam kalitesinin artırılması ve sağlıklı yaşlanmanın desteklenmesi için etkin FA programlarının veya egzersiz türlerinin belirlenmesi ve katılımı artırıcı stratejilerin geliştirilmesi, multidisipliner ekiplerin iş birliğiyle mümkün olabilmektedir. Geriatrik bireyler için egzersiz konusunda son uluslararası konsensüs, denge, güç veya dayanıklılığın iki veya daha fazla bileşenini hedefleyen çok bileşenli bir egzersiz programının uygulanmasını önermektedir. Bu öneri, yaşlılarda yürüyüş, denge ve gücü iyileştirmenin yanı sıra düşme riskini azaltmak için en etkili yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (Izquierdo ve ark., 2021). Etkinliği önceliklendirirken, kullanışlı, erişilebilir ve kolayca uygulanabilen çok bileşenli bir egzersiz programı, sürdürülebilir, uzun vadeli uygulama ve başarılı büyük ölçekli uygulama için yararlıdır (Huang ve ark., 2023). Bu şekilde planlanan programlar, geriatrik bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal iyilik halini destekleyecek, toplum sağlığının güçlenmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynakça

- Albayrak, İ. G., & Mutlu, E. (2022). Nöral yaşlanma ile ilişkili süreçlerin nöroplastisite üzerine etkisi. *Black Sea Journal of Health Science*, 5(2), 303–311.
- American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.
- Aslan, G., & Bakan, A. B. (2022). 65–74 yaş aralığındaki bireylerde fiziksel aktivite düzeyinin ve etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 31(1), 66–70.
- Australian Government—Department of Veterans Affairs & Department of Health and Ageing. (2005). *Choose health: Be active—A physical activity guide for older Australians*. Canberra, Australia.
- Australian Institute of Health and Welfare. (2020). *Insufficient physical activity* (Cat. No. PHE 248). Canberra, Australia.
- Barnes, P. J. (2020). Oxidative stress-based therapeutics in COPD. *Redox Biology*, 33, 101544.
- Battaglia, G., Bellafiore, M., Alesi, M., Paoli, A., Bianco, A., & Palma, A. (2016). Effects of an adapted physical activity program on psychophysical health in elderly women. *Clinical Interventions in Aging*, 11, 1009–1015.
- Bauman, A. E., Reis, R. S., Sallis, J. F., Wells, J. C., Loos, R. J. F., & Martin, B. W. (2016). Correlates of physical activity: Why are some people physically active and others not? *The Lancet*, 388(10051), 1449–1460.
- Biswas, S. K. (2016). Does the interdependence between oxidative stress and inflammation explain the antioxidant paradox? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016, 5698931.
- Bondia-Pons, I., Ryan, L., & Martinez, J. A. (2012). Oxidative stress and inflammation interactions in human obesity. *Journal of Physiology and Biochemistry*, 68, 701–711.
- Canpolat Koyutürk, L. (2004). Apoptoz ve yaşlanma. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 129–131.
- Cadore, E. L., & Izquierdo, M. (2015). Exercise interventions in polypathological aging patients with diabetes mellitus. *Age*, 37(3).
- Çebi, E., Kara, Y., Çöl, M., & Kozluca, V. (2023). Bir üniversite hastanesi kardiyoloji kliniğinde yatan 60 yaş ve üstü hastaların başarılı yaşlanma durumu ve ilişkili faktörler. *Geriatrisk Bilimler Dergisi*, 6(3), 156–165.
- Christodoulou, E., Pavlidou, E., Mantzourou, M., Koutelidakis, A., Vadikolias, K., Psarra, E., & Giaginis, C. (2023). Depression, physical activity, and sleep quality in elderly individuals. *Psychology, Health & Medicine*, 28(9), 2486–2500.
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and

- diabetes. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
- Elam, C., Aagaard, P., Slinde, F., Svantesson, U., Hulthén, L., Magnusson, P. S., & Bunketorp-Käll, L. (2021). Effects of ageing on functional capacity and muscle power. *Journal of Physical Therapy Science*, 33(3), 250–260.
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022.
- Fragala, M. S., Cadore, E. L., Dorgo, S., Izquierdo, M., Kraemer, W. J., Peterson, M. D., & Ryan, E. D. (2019). Resistance training for older adults: position statement from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8).
- Fiuza-Luces, C., Santos-Lozano, A., Joyner, M., Carrera-Bastos, P., Picazo, O., Zugaza, J. L., ... & Lucia, A. (2018). Exercise benefits in cardiovascular disease: beyond attenuation of traditional risk factors. *Nature Reviews Cardiology*, 15(12), 731–743.
- Ginis, K. A. M., Nigg, C. R., & Smith, A. L. (2013). Peer-delivered physical activity interventions. *Translational Behavioral Medicine*, 3(4), 434–443.
- Holt-Lunstad, J., Smith, T. B., Baker, M., Harris, T., & Stephenson, D. (2015). Loneliness and social isolation as mortality risk factors. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 227–237.
- Howe, T. E., Shea, B., Dawson, L. J., Downie, F., Murray, A., Ross, C., Harbour, R. T., Caldwell, L. M., & Creed, G. (2011). Exercise for preventing and treating osteoporosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (7).
- Höhn, A., Weber, D., Jung, T., Ott, C., Hugo, M., Kochlik, B., ... & Castro, J. P. (2017). Happily (n) ever after: Aging in the context of oxidative stress, proteostasis loss and cellular senescence. *Redox biology*, 11, 482–501.
- Huang, D., Ke, X., Jiang, C., Song, W., Feng, J., Zhou, H., ... & Lan, F. (2023). Effects of 12 weeks of Tai Chi on neuromuscular responses and postural control in elderly patients with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Frontiers in neurology*, 14, 1167957.
- Inglés, M., Gambini, J., Carnicero, J. A., García-García, F. J., Rodríguez-Mañas, L., Olausso-González, G., ... & Viña, J. (2014). Oxidative stress is related to frailty, not to age or sex, in a geriatric population: lipid and protein oxidation as biomarkers of frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(7), 1324–1328.
- Izquierdo, M., Merchant, R. A., Morley, J. E., Anker, S. D., Aprahamian, I., Arai, H., ... & Singh, M. F. (2021). International exercise recommendations in older

- adults (ICFSR): expert consensus guidelines. *The journal of nutrition, health & aging*, 25(7), 824-853.
- Izquierdo, M., Morley, J. E., & Lucia, A. (2020). Exercise in people over 85. *BMJ*, 368, m402.
- Jones, G. R., Stathokostas, L., Young, B. W., Wister, A. V., Chau, S., Clark, P., ... & Nordland, P. (2018). Development of a physical literacy model for older adults—a consensus process by the collaborative working group on physical literacy for older Canadians. *BMC geriatrics*, 18(1), 13.
- Kujala, U.M. (2018). Is physical activity a cause of longevity? It is not as straightforward as some would believe. A critical analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(14), 914-918.
- Lazarus, N. R., Izquierdo, M., Higginson, I. J., & Harridge, S. D. (2018). Exercise deficiency diseases of ageing: the primacy of exercise and muscle strengthening as first-line therapeutic agents to combat frailty. *Journal of the American Medical Directors Association*, 19(9), 741-743.
- Lear, S. A., Hu, W., Rangarajan, S., Gasevic, D., Leong, D., Iqbal, R., ... & Yusuf, S. (2017). The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *The Lancet*, 390(10113), 2643-2654.
- Lewis, Z. H., Lyons, E. J., Jarvis, J. M., & Baillargeon, J. (2017). Using an electronic activity monitor system as an intervention modality: A systematic review. *BMC Public Health*, 15(1), 585.
- Lira, C., Taveira, H., Rufo-Tavares, W., Amorim, A., Ferreira, L., Andrade, M., & Vancini, R.. (2018). Engagement in a Community Physical Activity Program and Its Effects Upon the Health-Related Quality of Life of Elderly People: A Cross-Sectional Study, *Value in Health Regional Issues*, 17, 183 – 188
- Mendonca, G. V., Pezarat-Correia, P., Vaz, J. R., Silva, L., & Heffernan, K. S. (2017). Impact of aging on endurance and neuromuscular physical performance: the role of vascular senescence. *Sports medicine*, 47(4), 583-598.
- National Institute on Ageing. Four Types of Exercise Can Improve Your Health and Physical Ability. Available online: <https://www.nia.nih.gov/health/four-types-exercise-can-improve-your-health-and-physical-ability> (Erişim tarihi:06.12.2025)
- Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50. *British Journal of Sports Medicine*, 52(3), 154–160.
- Paterson, D. H., & Warburton, D. E. (2010). Physical activity and functional limitations in older adults: a systematic review related to Canada's Physical Activity Guidelines. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 7, 38.
- Pavey, T. G., Taylor, A. H., Fox, K. R., Hillsdon, M., Anokye, N., Campbell, J. L., Foster,

- C., Green, C., Moxham, T., Mutrie, N., & Taylor, R. S. (2011). Effect of exercise referral schemes in primary care on physical activity and improving health outcomes: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 343, d6462.
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2015). Exercise as medicine. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3), 1–72.
- Rowley, N., Mann, S., Steele, J., Horton, E., Jimenez, A., & Iqbal, Z. (2018). Exercise referral schemes: An evidence-based practice? *British Journal of General Practice*, 68(677), e708–e720.
- Sallis, J. F., Cerin, E., Conway, T. L., Adams, M. A., Frank, L. D., Pratt, M., Salvo, D., Schipperijn, J., Smith, G., Cain, K. L., Davey, R., Kerr, J., Lai, P. C., Mitáš, J., Reis, R., Sarmiento, O. L., Schofield, G., Troelsen, J., Van Dyck, D., & Owen, N. (2016). Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: A cross-sectional study. *The Lancet*, 387(10034), 2207–2217.
- Sherrington, C., Fairhall, N. J., Wallbank, G. K., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. E. (2019). Exercise for preventing falls in older people. *British Journal of Sports Medicine*, 53(14), 905–911.
- Sims, J., Hill, K., Hunt, S., Haralambous, B., Brown, A., Engel, L., Huang, N., Kerse, N., Ory, M. *National Physical Activity Recommendations for Older Australians: Discussion Document*; National Ageing Research Institute: Canberra, Australia, 2006.
- Stensvold, D., Viken, H., Steinshamn, S. L., Dalen, H., Støylen, A., Loennechen, J. P., Reitlo, L. S., Zisko, N., Bækkerud, F. H., Tari, A. R., Sandbakk, S. B., Carlsen, T., Ingebrigtsen, J. E., Lydersen, S., Mattsson, E., Anderssen, S. A., Fiatarone Singh, M. A., Coombes, J. S., Skogvoll, E., Vatten, L. J., ... Wisløff, U. (2020). Effect of exercise training for five years on all cause mortality in older adults—the Generation 100 study: randomised controlled trial. *BMJ (Clinical research ed.)*, 371, m3485.
- Taveira, F., & Barbosa, B. (2024). Older Adults' Continuance Intentions for Online Physical Exercise Classes. *Behavioral Sciences*, 14(5), 393.
- Valenzuela, P. L., Castillo-García, A., Morales, J. S., Izquierdo, M., Serra-Rexach, J. A., Santos-Lozano, A., & Lucia, A. (2019). Physical exercise in the oldest old. *Comprehensive physiology*, 9(4), 1281–1304.
- van der Pol, A., van Gilst, W. H., Voors, A. A., & van der Meer, P. (2019). Treating oxidative stress in heart failure: past, present and future. *European journal of heart failure*, 21(4), 425–435.
- Viña, J. (2019). The free radical theory of frailty: mechanisms and opportunities for interventions to promote successful aging. *Free Radical Biology and Medicine*, 134, 690–694.
- Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017). Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541–556.

- World Health Organization. (2007). *Global age-friendly cities: A guide*. WHO.
- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. WHO.
- World Health Organization. (2022). *Ageing and health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- World Health Organization. (2022). *Global status report on physical activity 2022*. WHO.
- Yen, I. H., & Anderson, L. A. (2012). Built environment and mobility of older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(5), 951–956.
- Yürekli, G., Savaş, B., & Çelik Kayapınar, F. (2023). Yaşlı bireylerin fiziksel aktivite engelleri. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(2), 803–812.
- Zaninotto, P., Batty, G. D., Allerhand, M., & Deary, I. J. (2018). Cognitive function trajectories and their determinants in older people: 8 years of follow-up in the English Longitudinal Study of Ageing. *J Epidemiol Community Health*, 72(8), 685–694.
- Zubala, A., MacGillivray, S., Frost, H., Kroll, T., Skelton, D. A., Gavine, A., ... & Morris, J. (2017). Promotion of physical activity interventions for community dwelling older adults: A systematic review of reviews. *PloS one*, 12(7), e0180902.