
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DEĞERLENDİRMELERİ

Editör:

Doç.Dr. Özlem ÖZCAN

Dr.Öğr.Üyesi İsmail CEYLAN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Değerlendirmeleri

Editör

Doç.Dr. Özlem ÖZCAN

Dr.Öğr.Üyesi İsmail CEYLAN

yaz
yayınları

2025

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Değerlendirmeleri

Editör: Doç.Dr. Özlem ÖZCAN

Dr.Öğr.Üyesi İsmail CEYLAN

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8508-04-8

Ekim 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

İnme Sonrası Üst Ekstremitte İçin Teknoloji- Destekli Yoğunlaştırılmış Tedaviler3

Derya AZİM

Açık Alan Spor Aletlerinin Kullanıcı Bilinci ve Eğitim Stratejileri13

Meryem SEVİM, Ümran Al, Emine Şevval AR

Recent Evidence Shaping Physiotherapy Interventions: Randomized Controlled Trials In Neonatal Intensive Care Units (2019–2025)24

Engin RAMAZANOGLU

Plantar Fasiit: Patofizyolojik Temellerden Egzersiz Temelli Rehabilitasyon Yaklaşımlarına.....39

Sevtap ÇAKIR, Okan ÜZER

Sanal Gerçeklik Uygulamaları.....56

Mehmet CANLI, İrem CANLI

Femoroasetabular İmpingement Sendromu.....67

Adil SONGUR

**Sanal Gerçeklik Destekli Egzersizlerin
Denge ve Koordinasyon Üzerindeki Etkileri:
Literatür Sentezi84**

Mehmet SÖNMEZ

**Sanal Gerçeklik İle Kronik Nonspesifik
Boyun Ağrısının Yönetimi95**

Şafak KUZU, İrem CANLI

**Sarkopeni ve Gerontolojik Müdahale
Statejileri.....106**

Selman BÖLÜKBAŞI, Burak BUĞDAY

**Ağrı Yönetiminde Güncel Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Yaklaşım122**

Canan DEMİR

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

İNME SONRASI ÜST EKSTREMİTE İÇİN TEKNOLOJİ-DESTEKLİ YOĞUNLAŞTIRILMIŞ TEDAVİLER

Derya AZİM¹

1. GİRİŞ

İnme, dünyada yetişkinlerde kalıcı sakatlığın en önde gelen nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Hastaların yaklaşık %70'inde üst ekstremité fonksiyon kaybı görülmekte, bunların üçte birinde ise kalıcı bozukluklar ortaya çıkmaktadır. İnme sonrası görülen üst ekstremité disfonksiyonu, kişinin bağımsızlığını, günlük yaşam aktivitelerini ve sosyal katılımını önemli ölçüde kısıtlar. Geleneksel fizyoterapi yaklaşımları (örneğin manuel fasilitasyon, fonksiyonel egzersiz, Bobath/NDT) bu hastalarda önemli kazanımlar sağlasa da, yoğunluk ve tekrar sayısı bakımından kısıtlı kalabilmektedir. Literatür, etkin bir iyileşme için günde yüzlerce tekrarın gerekli olduğunu göstermektedir. Ancak pratikte bu yoğunluğu klinik koşullarda sağlamak çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu noktada teknoloji-destekli yoğunlaştırılmış tedaviler devreye girerek, hem yüksek dozlarda tekrar yapılabilmesine hem de hasta motivasyonunun artmasına katkı sağlamaktadır.

2. İNME VE REHABİLİTASYON

İnme, beyin damarlarının tıkanması (iskemik inme) veya kanaması (hemorajik inme) sonucu, beyin dokusunun oksijen ve besin alamamasıyla ani olarak gelişen ve genellikle kalıcı nörolojik kayıplara yol açan ciddi bir tıbbi durumdur (Li, He, Wang, & Rezaei, 2024). İskemik inme, beyin damarlarının pıhtı veya plak ile tıkanmasıyla ortaya çıkar ve tüm inmelerin yaklaşık %80-85'ini oluşturur (Feske, 2021). Hemorajik inme ise, beyin damarının yırtılması ve beyin içine kanama olmasıyla meydana gelir ve

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, dazim@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5011-8723.

daha az sıklıkta görülür, ancak genellikle daha ağır seyreder (Ohashi et al., 2023). İnme belirtileri arasında vücudun bir tarafında ani güçsüzlük veya uyuşma, konuşma veya anlama güçlüğü, görme kaybı, denge bozukluğu ve ani şiddetli baş ağrısı yer alır (Perkins, Wilkins, Kamran, & Shuaib, 2021). Yüksek tansiyon, diyabet, kalp hastalıkları, sigara kullanımı ve yüksek kolesterol gibi faktörler inme riskini artırır. İnme, beyin dokusunda kalıcı hasara yol açabilir ve erken müdahale ile bazı etkiler geri döndürülebilse de, çoğu hastada hareket, konuşma ve bilişsel fonksiyonlarda kalıcı kayıplar gelişebilir. Rehabilitasyon, inme sonrası yaşam kalitesini artırmak için kritik öneme sahiptir (Boukhenoufa, Zhai, Utti, Jackson, & McDonald-Maier, 2022).

Rehabilitasyon süreci, genellikle multidisipliner bir ekip tarafından yürütülür ve hastanın bireysel ihtiyaçlarına göre planlanır. İyi koordine edilen inme ünitelerinde veya erken taburculuk destek ekipleriyle sağlanan rehabilitasyon, hasta sonuçlarını iyileştirir ve fonksiyonel bağımsızlığı artırır (Langhorne, Bernhardt, & Kwakkel, 2011). Rehabilitasyonun temel hedefleri arasında motor fonksiyonun, yürüme yetisinin ve günlük yaşam aktivitelerinin geliştirilmesi yer alır; bu amaçla kısıtlayıcı hareket tedavisi, robotik uygulamalar, fonksiyonel görev eğitimi ve telerehabilitasyon gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Kwakkel et al., 2023; Todhunter-Brown et al., 2025). Rehabilitasyonun süresi ve yoğunluğu arttıkça motor iyileşmede küçük ama anlamlı faydalar sağlanabilir, fakat minimum etkili doz konusunda kesin bir kanıt bulunmamaktadır (Clark et al., 2021).

İnme sonrası üst ekstremité fonksiyon kaybı, bağımsız yaşamı ciddi şekilde kısıtlayabilir. Son yıllarda, robotik rehabilitasyon, sanal gerçeklik (VR), beyin-bilgisayar arayüzleri (BCI) ve ev tabanlı teknolojik uygulamalar gibi teknoloji destekli yoğun tedaviler, geleneksel fizyoterapiye alternatif veya tamamlayıcı olarak yaygınlaşmıştır.

3. MOTOR KONTROL VE NÖROPLASTİTE

İnme sonrası motor kontrol kaybı, hastaların bağımsızlığını ve yaşam kalitesini ciddi şekilde etkiler. Beynin yeniden yapılanma kapasitesi olan nöroplastisite, motor fonksiyonun geri kazanılmasında temel bir rol oynar. Nöroplastisite, hasarlı beyin bölgelerinin çevresindeki veya karşı hemisferdeki sinir ağlarının yeniden düzenlenmesiyle motor kontrolün yeniden kazanılmasını sağlar (Dimyan & Cohen, 2011; Singh, 2024).

Rehabilitasyon sürecinde görev odaklı egzersizler, kısıtlayıcı hareket tedavisi, robotik ve sanal gerçeklik uygulamaları, beyin-bilgisayar arayüzleri ve elektriksel stimülasyon gibi yöntemler nöroplastisiteyi artırarak motor iyileşmeyi destekler (Yan et al., 2025). Özellikle beyin-bilgisayar arayüzü gibi kapalı devre teknolojiler, motor niyet ile beyin aktivitesi arasındaki ilişkiyi güçlendirerek daha belirgin nöroplastisite yanıtları oluşturabilir (Rodríguez-García et al., 2025; Yan et al., 2025). EEG ve fMRI gibi görüntüleme yöntemleri, nöroplastisite süreçlerinin ve motor kontrolün objektif olarak izlenmesini sağlar ve rehabilitasyonun etkinliğini değerlendirmede kullanılabilir (Delcamp, Srinivasan, & Cramer, 2024). Klinik olarak, erken, yoğun ve kişiselleştirilmiş rehabilitasyon protokolleri nöroplastisiteyi en üst düzeye çıkarabilir ve fonksiyonel iyileşmeyi maksimize edebilir (Singh, 2024). Sonuç olarak, motor kontrolün yeniden kazanılması ve nöroplastisite, inme sonrası iyileşmenin temelini oluşturur; bu nedenle, nöroplastisiteyi hedefleyen ve destekleyen rehabilitasyon yaklaşımları, hastaların fonksiyonel bağımsızlığını artırmada büyük önem taşır (Dabrowski et al., 2019).

4. TEKNOLOJİ-DESTEKLİ YOĞUNLAŞTIRILMIŞ TEDAVİLER

İnme sonrası üst ekstremité fonksiyon kaybı, bağımsız yaşamı ciddi şekilde kısıtlayabilir. Son yıllarda, robotik rehabilitasyon, sanal gerçeklik (VR), beyin-bilgisayar arayüzleri (BCI) ve ev tabanlı teknolojik uygulamalar gibi teknoloji destekli yoğun tedaviler, geleneksel fizyoterapiye alternatif veya tamamlayıcı olarak yaygınlaşmıştır.

4.1. Robotik Rehabilitasyon

İnme sonrası üst ekstremité rehabilitasyonunda robotik cihazlar, yüksek tekrar sayısı, objektif ölçüm imkânı ve ayarlanabilir destek düzeyleri gibi avantajları sayesinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu cihazlar iki ana gruba ayrılır: End-efektör cihazları, hastanın elini veya önkolunu sabitleyerek belirli hareket paternlerinde yönlendirme yaparken; ekzoskeleton sistemler, omuz, dirsek ve el bileği eklemlerini ayrı ayrı destekleyerek daha doğal ve çok eklemlili hareket imkânı sunar (Lee et al., 2020). Robotik rehabilitasyonun en önemli avantajları arasında, yoğun ve tekrarlı egzersiz olanağı sağlaması, ilerlemenin objektif olarak izlenebilmesi ve tedavinin hastanın ihtiyacına

göre ayarlanabilmesi yer alır (Langbroek-Amersfoort, Veerbeek, van Wegen, Meskers, & Kwakkel, 2017; Park et al., 2025). Ancak, yüksek maliyet, erişim kısıtlılığı ve bakım gereksinimi gibi dezavantajlar da bulunmaktadır (Park et al., 2025).

Klinik araştırmalar ve meta-analizler, robotik destekli tedavinin üst ekstremité motor kazanımlarında istatistiksel olarak anlamlı ancak küçük düzeyde iyileşmeler sağladığını göstermektedir (De Iaco, Veerbeek, Ket, & Kwakkel, 2024; Park et al., 2025; Wu, Cheng, Zhang, Yang, & Cai, 2021). Robotik tedavi, geleneksel tedaviye eklendiğinde motor fonksiyon, kas gücü ve günlük yaşam aktivitelerinde ek fayda sağlayabilir; ancak tek başına uygulandığında geleneksel tedaviden belirgin şekilde üstün değildir (De Iaco et al., 2024; Yang, Shi, Xue, & Deng, 2023). Özellikle end-efektör cihazlarının, ekzoskeletonlara göre aktivite ve katılımda daha iyi sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Lee et al., 2020).

Sonuç olarak, robotik rehabilitasyon güvenli ve etkili bir yöntemdir; ancak klinik olarak anlamlı farklar yaratabilmesi için genellikle geleneksel tedaviyle birlikte kullanılması önerilmektedir (Morone et al., 2021).

4.2. Sanal Gerçeklik ve Oyunlaştırma

Sanal gerçeklik (VR) ve oyunlaştırılmış sistemler, inme rehabilitasyonunda motivasyonu ve katılımı artıran yenilikçi araçlar olarak öne çıkmaktadır. Non-immersive VR sistemleri (ör. Nintendo Wii, Xbox Kinect) ekran ve joystick tabanlı olup, immersive VR ise başlık ve sensörlerle daha gerçekçi ve etkileşimli bir ortam sunar (Diriba Kenea, Gemechu Abessa, Lamba, & Bonnechère, 2024; Mubin, Alnajjar, Jishtu, Alsinglawi, & Al Mahmud, 2019). Randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizler, VR tabanlı uygulamaların üst ekstremité motor fonksiyonları (ör. Fugl-Meyer, ARAT, Box&Block Test) ve günlük yaşam aktivitelerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir (Afsar, Mirzayev, Yemisci, & Saracgil, 2018; Wang, Chen, Wong, Liang, & Tseng, 2022). Özellikle genç ve subakut dönem hastalarda, VR uygulamalarının geleneksel tedaviye eklenmesiyle ek fayda elde edilebilmektedir (Afsar et al., 2018; Hernández-Martínez et al., 2024). Oyunlaştırma, hastaların motivasyonunu ve tedaviye bağlılığını artırırken, duygusal ve sosyal iyilik haline de olumlu katkı sağlar (Hadjipanayi, Banakou, & Michael-Grigoriou, 2024; Mubin et al., 2019).

Bununla birlikte, VR uygulamalarında baş dönmesi, bulantı gibi yan etkiler ve bazı hastalarda kognitif sorunlar görülebilmektedir; bu nedenle hasta seçimi ve uygulama süresi dikkatle planlanmalıdır (Hao, Xie, Harp, Chen, & Siu, 2022). yrica, VR sistemlerinin maliyeti, erişilebilirliği ve uzun vadeli etkileriyle ilgili daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Diriba Kenea et al., 2024). Sonuç olarak, VR ve oyunlaştırma, inme rehabilitasyonunda fonksiyonel iyileşmeyi ve hasta motivasyonunu artıran etkili yöntemlerdir; ancak, bireyselleştirilmiş uygulama ve olası yan etkilerin yönetimi önemlidir (Hao et al., 2022).

4.3. Tele-Rehabilitasyon ve Ev Temelli Sistemler

Tele-rehabilitasyon ve ev temelli dijital sistemler, inme sonrası rehabilitasyonda erişimi artıran ve hastaların evde yoğun şekilde tedaviye devam etmesini sağlayan yenilikçi yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Web tabanlı platformlar, tablet uygulamaları, sensörlü eldivenler ve oyunlaştırılmış sistemler, hastaların motivasyonunu ve tedaviye uyumunu artırırken, rehabilitasyonun sürekliliğini destekler (Chen et al., 2019; Chen et al., 2020). COVID-19 pandemisi sırasında bu sistemlerin kullanımı belirgin şekilde artmış ve yapılan randomize kontrollü çalışmalar, ev temelli telerehabilitasyonun yüz yüze klinik tedaviyle eşdeğer motor fonksiyon kazanımları sağladığını göstermiştir (Knepley et al., 2021). Özellikle hafif ve orta şiddetli inme geçiren hastalarda, telerehabilitasyonun fonksiyonel iyileşme, motivasyon ve hasta memnuniyeti açısından yüksek etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Stangenberg-Gliss, Kopkow, & Borgetto, 2025). Ayrıca, telerehabilitasyonun maliyet etkinliği, yol ve zaman tasarrufu, enfeksiyon riskinin azalması ve hasta bağımsızlığını desteklemesi gibi avantajları vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, internet altyapısı, cihaz maliyetleri, teknik destek gereksinimi ve bazı hastalarda teknolojiye uyum sorunları önemli sınırlayıcı faktörlerdir (Asgharzadeh Chamleh, Afkanpour, Tehrany Dehkordy, Norouzkhani, & Aalaei, 2025). Sonuç olarak, tele-rehabilitasyon ve ev temelli sistemler, inme sonrası rehabilitasyonda güvenli, etkili ve erişilebilir bir alternatif sunmakta; ancak uygulamanın yaygınlaşması için teknik ve sosyal engellerin aşılması gerekmektedir.

4.4. Giyilebilir Sensörler ve Aktif Feedback Sistemleri

Giyilebilir sensörler (örneğin ivmeölçerler, EMG tabanlı cihazlar) ve aktif feedback sistemleri, inme rehabilitasyonunda hastanın hareketlerini gerçek zamanlı olarak izleyip objektif veriler sunarak hem klinik hem de ev ortamında uygulanabilirlik sağlamaktadır. Bu sensörler, üst ve alt ekstremité hareketlerini, yürüme paternlerini ve günlük yaşam aktivitelerini hassas şekilde takip edebilir; hareket miktarı ve kalitesi hakkında detaylı bilgi sunar (Demers et al., 2023). Aktif feedback mekanizmaları (görsel, işitsel veya dokunsal uyarılar), hastalara anlık geri bildirim vererek motor öğrenmeyi destekler, motivasyonu ve tedaviye uyumu artırır (Johansson & Öhberg, 2025). zellikle ev temelli rehabilitasyonda, sensörlerden elde edilen verilerle kişiselleştirilmiş egzersiz önerileri ve ilerleme raporları sunulabilir; bu da hastaların kendi tedavi süreçlerine daha aktif katılımını sağlar (Demers et al., 2023). Klinik çalışmalar, bu sistemlerin hareket performansını artırmada ve fonksiyonel kazanımları objektif olarak değerlendirmede etkili olduğunu göstermektedir (Johansson & Öhberg, 2025). Ayrıca, kullanıcı ve terapist geri bildirimleri, sistemlerin motivasyon ve tedaviye bağlılık üzerinde olumlu etkileri olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, sensörlerin ergonomisi, veri güvenliği ve uzun vadeli klinik etkinlik gibi konularda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Demers et al., 2023). Sonuç olarak, giyilebilir sensörler ve aktif feedback sistemleri, inme rehabilitasyonunda objektif değerlendirme, motivasyon ve tedaviye uyum açısından önemli avantajlar sunmaktadır.

5. SONUÇ

Sonuç olarak, teknoloji-destekli yoğunlaştırılmış tedaviler, inme sonrası üst ekstremité rehabilitasyonunda geleneksel yöntemlere değerli bir katkı sağlamaktadır. Robotik cihazlar, sanal gerçeklik, telerehabilitasyon ve giyilebilir sensörler; yüksek yoğunluk, motivasyon artışı ve objektif ölçüm avantajları sunmaktadır. Bu teknolojilerin standart bakıma ek olarak kullanılması, multidisipliner ekip çalışması ile entegre edilmesi ve maliyet/erişim sorunlarının çözülmesi gerekmektedir. Gelecekte yapay zekâ destekli, ev temelli, kişiselleştirilmiş hibrit yaklaşımların öne çıkacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Afsar, S. I., Mirzayev, I., Yemisci, O. U., & Saracgil, S. N. C. (2018). Virtual reality in upper extremity rehabilitation of stroke patients: a randomized controlled trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 27(12), 3473-3478.
- Asgharzadeh Chamleh, M. R., Afkanpour, M., Tehrany Dehkordy, D., Norouzhkhani, N., & Aalaei, S. (2025). Game-based telerehabilitation in neurological disorders: a systematic review of features, opportunities and challenges. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 1-15.
- Boukhenoufa, I., Zhai, X., Utti, V., Jackson, J., & McDonald-Maier, K. D. (2022). Wearable sensors and machine learning in post-stroke rehabilitation assessment: A systematic review. *Biomedical Signal Processing and Control*, 71, 103197.
- Chen, Y., Abel, K. T., Janecek, J. T., Chen, Y., Zheng, K., & Cramer, S. C. (2019). Home-based technologies for stroke rehabilitation: A systematic review. *International journal of medical informatics*, 123, 11-22.
- Chen, Y., Chen, Y., Zheng, K., Dodakian, L., See, J., Zhou, R., . . . Cramer, S. C. (2020). A qualitative study on user acceptance of a home-based stroke telerehabilitation system. *Topics in stroke rehabilitation*, 27(2), 81-92.
- Clark, B., Whittall, J., Kwakkel, G., Mehrholz, J., Ewings, S., & BurrIDGE, J. (2021). The effect of time spent in rehabilitation on activity limitation and impairment after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(10).
- Dabrowski, J., Czajka, A., Zielinska-Turek, J., Jaroszynski, J., Furtak-Niczyporuk, M., & Mela, A. (2019). Poniatowski? A, Drop B, Dorobek M, Barcikowska-Kotowicz M, Ziemba A (2019) Brain functional reserve in the context of neuroplasticity after stroke. *Neural Plast*, 9708905.
- De Iaco, L., Veerbeek, J. M., Ket, J. C., & Kwakkel, G. (2024). Upper limb robots for recovery of motor arm function in patients with stroke: A systematic review and Meta-Analysis. *Neurology*, 103(2), e209495.
- Delcamp, C., Srinivasan, R., & Cramer, S. C. (2024). EEG provides insights into motor control and neuroplasticity during stroke recovery. *Stroke*, 55(10), 2579-2583.

- Demers, M., Cain, A., Bishop, L., Gunby, T., Rowe, J. B., Zondervan, D. K., & Winstein, C. J. (2023). Understanding stroke survivors' preferences regarding wearable sensor feedback on functional movement: a mixed-methods study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 20(1), 146.
- Dimyan, M. A., & Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke. *Nature Reviews Neurology*, 7(2), 76-85.
- Diriba Kenea, C., Gemechu Abessa, T., Lamba, D., & Bonnechère, B. (2024). Technological features of immersive virtual reality systems for upper limb stroke rehabilitation: a systematic review. *Sensors*, 24(11), 3546.
- Feske, S. K. (2021). Ischemic stroke. *The American journal of medicine*, 134(12), 1457-1464.
- Hadjipanayi, C., Banakou, D., & Michael-Grigoriou, D. (2024). Virtual reality exergames for enhancing engagement in stroke rehabilitation: A narrative review. *Heliyon*, 10(18).
- Hao, J., Xie, H., Harp, K., Chen, Z., & Siu, K.-C. (2022). Effects of virtual reality intervention on neural plasticity in stroke rehabilitation: a systematic review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 103(3), 523-541.
- Hernández-Martínez, A., Fernandez-Escabias, M., Amaya-Pascasio, L., Carrilho-Candeias, S., Ramos-Teodoro, M., Gil-Rodríguez, M., . . . Esteban-Simón, A. (2024). Evaluation of the effects of a gamified, fully immersive and stroke-specific virtual reality intervention for improving disability and quality of life in patients with stroke in the subacute phase: study protocol of the RESET randomised trial. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 10(3), e002123.
- Johansson, G. M., & Öhberg, F. (2025). Augmented Feedback in Post-Stroke Gait Rehabilitation Derived from Sensor-Based Gait Reports—A Longitudinal Case Series. *Sensors*, 25(10), 3109.
- Knepley, K. D., Mao, J. Z., Wiczorek, P., Okoye, F. O., Jain, A. P., & Harel, N. Y. (2021). Impact of telerehabilitation for stroke-related deficits. *Telemedicine and e-Health*, 27(3), 239-246.

- Kwakkel, G., Stinear, C., Essers, B., Munoz-Novoa, M., Branscheidt, M., Cabanas-Valdés, R., . . . Marque, P. (2023). Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation (ESO) consensus-based definition and guiding framework. *European stroke journal*, 8(4), 880-894.
- Langbroek-Amersfoort, A. C., Veerbeek, J. M., van Wegen, E. E., Meskers, C. G., & Kwakkel, G. (2017). Effects of robot-assisted therapy for the upper limb after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 31(2), 107-121.
- Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet*, 377(9778), 1693-1702.
- Lee, S. H., Park, G., Cho, D. Y., Kim, H. Y., Lee, J.-Y., Kim, S., . . . Shin, J.-H. (2020). Comparisons between end-effector and exoskeleton rehabilitation robots regarding upper extremity function among chronic stroke patients with moderate-to-severe upper limb impairment. *Scientific reports*, 10(1), 1806.
- Li, X., He, Y., Wang, D., & Rezaei, M. J. (2024). Stroke rehabilitation: from diagnosis to therapy. *Frontiers in Neurology*, 15, 1402729.
- Morone, G., Palomba, A., Martino Cinnera, A., Agostini, M., Aprile, I., Arienti, C., . . . Larosa, G. (2021). Systematic review of guidelines to identify recommendations for upper limb robotic rehabilitation after stroke. *European Journal of physical and rehabilitation Medicine*, 57, 238-245.
- Mubin, O., Alnajjar, F., Jishtu, N., Alsinglawi, B., & Al Mahmud, A. (2019). Exoskeletons with virtual reality, augmented reality, and gamification for stroke patients' rehabilitation: systematic review. *JMIR rehabilitation and assistive technologies*, 6(2), e12010.
- Ohashi, S. N., DeLong, J. H., Kozberg, M. G., Mazur-Hart, D. J., Van Veluw, S. J., Alkayed, N. J., & Sansing, L. H. (2023). Role of inflammatory processes in hemorrhagic stroke. *Stroke*, 54(2), 605-619.
- Park, J. M., Park, H. J., Yoon, S. Y., Kim, Y. W., Shin, J. I., & Lee, S. C. (2025). Effects of Robot-Assisted Therapy for Upper Limb Rehabilitation After Stroke: An Umbrella Review of Systematic Reviews. *Stroke*, 56(5), 1243-1252.

- Perkins, J. D., Wilkins, S. S., Kamran, S., & Shuaib, A. (2021). Post-traumatic stress disorder and its association with stroke and stroke risk factors: A literature review. *Neurobiology of Stress*, 14, 100332.
- Rodríguez-García, M. E., Carino-Escobar, R. I., Carrillo-Mora, P., Hernandez-Arenas, C., Ramirez-Nava, A. G., del Refugio Pacheco-Gallegos, M., . . . Cantillo-Negrete, J. (2025). Neuroplasticity changes in cortical activity, grey matter, and white matter of stroke patients after upper extremity motor rehabilitation via a brain–computer interface therapy program. *Journal of Neural Engineering*, 22(2), 026025.
- Singh, S. (2024). Neuroplasticity and Rehabilitation: Harnessing Brain Plasticity for Stroke Recovery and Functional Improvement. *Universal Research Reports*, 11(3), 50-56.
- Stangenberg-Gliss, K., Kopkow, C., & Borgetto, B. (2025). *Synchronous home-based telerehabilitation of the upper extremity following stroke—A Pyramid Review*. Paper presented at the Healthcare.
- Todhunter-Brown, A., Sellers, C. E., Baer, G. D., Choo, P. L., Cowie, J., Cheyne, J. D., . . . Campbell, P. (2025). Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2).
- Wang, L., Chen, J.-L., Wong, A. M., Liang, K.-C., & Tseng, K. C. (2022). Game-based virtual reality system for upper limb rehabilitation after stroke in a clinical environment: systematic review and meta-analysis. *Games for health journal*, 11(5), 277-297.
- Wu, J., Cheng, H., Zhang, J., Yang, S., & Cai, S. (2021). Robot-assisted therapy for upper extremity motor impairment after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 101(4), pzab010.
- Yan, W., Lin, Y., Chen, Y.-F., Wang, Y., Wang, J., & Zhang, M. (2025). Enhancing neuroplasticity for post-stroke motor recovery: mechanisms, models, and neurotechnology. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*.
- Yang, X., Shi, X., Xue, X., & Deng, Z. (2023). Efficacy of robot-assisted training on rehabilitation of upper limb function in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 104(9), 1498-1513.

AÇIK ALAN SPOR ALETLERİNİN KULLANICI BİLİNCİ VE EĞİTİM STRATEJİLERİ¹

Meryem SEVİM²

Ümran Al³

Emine Şevval AR⁴

1. GİRİŞ

Hızla artan şehirleşme, kentsel alanlarda yaşayan bireylerin spor ve rekreasyonel ihtiyaçlarını artırmıştır (Avcı vd., 2021). Modern yaşamın getirdiği hareketsizlik ve ulaşımın büyük ölçüde motorlu araçlarla sağlanması, bireylerin günlük fiziksel aktivite gereksinimlerini karşılamasını zorlaştırmaktadır. Yoğun çalışma temposu da bu durumu daha da güçleştirmektedir (Edwards ve Tsouros, 2006). Bu bağlamda parklar, fiziksel aktiviteyi teşvik eden ve halk sağlığını destekleyen kamusal açık alanlar olarak önem kazanmaktadır. Açık alan egzersiz parkları, fitness ekipmanları ile donatılmış, toplum kullanımına açık dış mekân spor alanlarıdır. Bu parklar, sayı ve işlevleri farklılık gösteren, dayanıklı ve basit egzersiz aletlerinden oluşur; kullanım sırasında çoğunlukla elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaz ve direnç, bireyin kendi vücut ağırlığı ile sağlanır (Acar ve Aydos, 2021). Dünyanın birçok ülkesinde, egzersiz parklarının sayısı giderek artmakta ve bireyler tarafından; ulaşım kolaylığı, güvenli bir ortam sunması ve açık

¹ Bu kitap bölümü 6. Uluslararası ACHARAKA Tıp, Hemşirelik, Ebelik ve Sağlık Bilimleri Kongresi'nde sözlü olarak sunulan "Açık Alan Egzersiz Parklarının Doğru Kullanımına Yönelik Broşür Oluşturulması" adlı tebliğin içeriği geliştirilerek ve değiştirilerek üretilmiş hâlidir. TÜBİTAK 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiştir.

² Dr., Bartın Üniversitesi, SHMYO, Fizyoterapi Programı, msevim@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6368-0398.

³ Bartın Üniversitesi, SHMYO, Fizyoterapi Programı, umranall@icloud.com, ORCID: 0009-0007-0824-3532.

⁴ Bartın Üniversitesi, SHMYO, Fizyoterapi Programı, sevalarr@gmail.com, ORCID: 0009-0002-9512-020X.

havada fiziksel aktivite yapma isteğini karşılaması gibi nedenlerle tercih edilmektedir (Üstün vd., 2018).

Egzersiz parkları, bireylerin fiziksel aktivite düzeyini artırmakla kalmayıp, katılım için motivasyonu da yükseltmektedir (Chow vd., 2017). Açık alan spor aletlerinin düzenli kullanımının, kas kütlesinde artış sağladığı, esnekliği geliştirdiği, denge ve koordinasyonu iyileştirdiği, kardiyovasküler sağlığı desteklediği ve psikolojik olarak depresyon ile anksiyete belirtilerini azalttığı literatürde belirtilmiştir. Ayrıca bu aktivitelerin, öz-yeterliliği, yaşam kalitesini ve sosyal katılımı artırdığı da vurgulanmaktadır (Sale vd., 2018). Düzenli egzersiz alışkanlığı, sağlıklı bireylerde iyi olma hâlinin sürdürülmesini sağlarken, kronik hastalığı olan bireylerin yaşam kalitesini de artırmaktadır. Bununla birlikte, egzersizlerin yapılandırılmış ve planlı koşullar dışında bilinçsiz olarak yapılması, sakatlanma ve sağlık sorunlarına yol açabilmektedir (Avcı vd., 2021).

Ülkemizde, açık alan egzersiz parkları yaygınlığı ve ulaşılabilirliği açısından önemli bir fiziksel aktivite alanı sunmaktadır (Dağılgan, 2020). Söz konusu parklar, yalnızca genel sağlığı desteklemekle kalmayıp, uzman yönlendirmesi ile kronik hastalıkların yönetiminde de kullanılabilmektedir (Acar ve Aydos, 2021). Literatürde, açık alan spor aletlerinin doğru kullanımının bireylerin sağlık durumunu koruma ve geliştirme açısından etkisi üzerine daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği ifade edilmektedir (Avcı vd., 2021). Bununla birlikte, açık alan spor aletlerinin yanlış kullanımı; akut veya kronik spor yaralanmalarına, ağrıya ve fiziksel aktiviteye katılımın azalmasına yol açabilmekte, bireylerin sağlık durumunu olumsuz etkileyebilmektedir (Chow vd., 2017). Mevcut çalışmalarda, açık alan spor aletlerini kullanan bireylerin çoğunlukla yeterli düzeyde fiziksel aktivite yapmadığı, aletlerin kullanımı hakkında bilgi eksikliği bulunduğu, kullanımdan sonra sağlık sorunları yaşandığı ve kıyafet seçimi gibi temel unsurlara dikkat edilmediği belirtilmektedir (Acar ve Aydos, 2021; Şimşek vd., 2011). Bu nedenle, açık alan spor aletlerinin kullanımına yönelik bilgilendirme kılavuzlarının sağlanması, uygun uyarı ve talimat levhalarının bulundurulması ve egzersizlerin reçetelendirilmesi gerektiği literatürde vurgulanmıştır (Chow vd., 2017; Şimşek vd., 2011). Bilgilendirme eksikliği, açık alan spor aletlerinden beklenen verimin alınamamasına, toplum sağlığının yeterince gelişmemesine ve ağrılar ile sakatlanmalar gibi olumsuz durumların ortaya çıkmasına yol açabilmektedir.

Bu çalışmada açık alan spor aletlerinin fizyoterapi perspektifinden halk sağlığına katkıları, kullanımda karşılaşılan riskler ve doğru kullanım için geliştirilen bilgilendirme materyallerinin etkinliği ele alınacaktır. Ayrıca, broşür ve sözel bilgilendirmelerin etkisi değerlendirilecek ve toplum sağlığının geliştirilmesine yönelik öneriler sunulacaktır.

2. ÇALIŞMA İÇERİĞİ

Bu çalışma, açık alan spor aletlerinin doğru kullanımına yönelik geliştirilen broşürün katılımcıların bilgi ve farkındalık düzeyine etkisini incelemeyi amaçlandı. Çalışmada bilgilendirmeye yönelik sunulacak “Açık Alan Spor Aletlerin Doğru Kullanımına İlişkin Bilgilendirme Broşürü” oluşturuldu. Broşür, egzersizin yararları ve ideal egzersiz süresi, egzersiz sırasında dikkat edilmesi gereken hastalıklar ve özel durumlar, egzersiz programının evreleri (ısınma, yüklenme, soğuma), kullanılan tüm aletlerin hangi bölgeyi çalıştırdığı ve doğru kullanım şekilleri, egzersizi sonlandırma kriterleri ile genel öneriler (uzman görüşü alınması, uygun kıyafet seçimi, bol su tüketimi, acil durumlarda yapılacaklar vb.) konularını kapsayacak şekilde literatür taramasıyla hazırlandı.

Çalışma, epidemiyolojik bakış açısıyla gerçekleştirilen bir müdahale araştırmasıdır ve belirli bir müdahalenin toplum üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamış, saha çalışmaları yoluyla uygulanmıştır (Erdem ve Akgün, 2018). Araştırma, 2023 yılı Ocak ve Şubat aylarında Bartın ilinde yürütülmüştür. Çalışmanın evrenini, Bartın'daki açık alan spor aletlerinden yararlanan katılımcılar oluşturmuş; örneklem ise basit tesadüfi yöntemle araştırmaya katılmayı kabul eden 18 yaş üzeri bireylerden seçilmiştir. Örneklem genişliği, model tarafından kestirilecek parametre sayısının (10 madde) en az 10 katı olacak şekilde planlandı ve çalışmada örneklem sayısı eşiği olan 100 katılımcıya ulaşarak tamamlanmıştır.

Çalışmanın etik kurul onayı Bartın Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu tarafından 30.12.2022 tarihi ve 2022-SBB-0659 protokol numarası ile alındı. Çalışmaya başlamadan tüm katılımcılara sözlü ve yazılı bilgilendirme yapıldı. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul eden katılımcılardan aydınlatılmış onam formu imzalanarak alındı.

Veri toplama sürecinde katılımcıların sosyodemografik bilgileri kayıt altına alındı; yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi ve eğitim durumu gibi bilgileri

içeren tanıtıcı bilgi formu kullanıldı. Broşür incelemesi öncesi, katılımcıların açık alan spor aletlerini kullanımıyla ilgili mevcut bilgilerini ölçmek amacıyla 10 sorudan oluşan bir anket uygulandı; bu anket, egzersiz süresi, kıyafet seçimi, uzman yönlendirmesi olup olmadığı ve yaşadıkları sorunlar gibi literatürdeki benzer çalışmalardan uyarlanmış soruları kapsamaktaydı. Ardından, katılımcılara “Açık Alan Spor Aletlerinin Doğru Kullanımına İlişkin Bilgilendirme Broşürü” sunuldu. Broşür incelemesinin ardından, etkinliğini değerlendirmek amacıyla 10 sorudan oluşan anket uygulandı; bu anket, katılımcıların spor aletlerini kullanımı, egzersiz süresi, kıyafet seçimi, aletlerin kullanım amaçları ve doğru kullanım konusundaki farkındalıklarını ölçmekteydi. Tüm anketler, yüz yüze soru-cevap yöntemiyle katılımcılara uygulandı.

Verilerin istatistiksel analizinde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Statistics istatistik programının 26.0 sürümü kullanıldı. Araştırmamız betimsel olduğu için istatistiksel analiz olarak frekans (n) ve yüzde (%) dağılımlarından yararlanıldı.

Çalışmamız 73 kadın, 27 erkek toplam 100 katılımcı ile tamamlandı. Çalışmamızdaki katılımcıların yaş ortalaması $24,76 \pm 7,18$ yıl, boy uzunluğu $167,50 \pm 9,57$ cm, vücut ağırlığı $63,09 \pm 13,59$ kg, vücut kitle indeksi değerleri $22,32 \pm 3,59$ kg/cm² aralığındaydı (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

n= 100	Minimum	Maximum	Ortalama	SS
Yaş (yıl)	18	50	24,76	7,18
Boy (cm)	150	190	167,50	9,57
Vücut ağırlığı (kg)	42	98	63,09	13,59
VKİ (kg/cm ²)	15.40	34.10	22,32	3,59

n: Birey sayısı, **VKİ:** Vücut kitle indeksi, **SS:** Standart sapma

Sağlık alanında çalışanların genel görüşü, egzersiz parklarını kullanan bireylerin denetimsiz olmaları nedeniyle potansiyel olarak aletleri yanlış kullanabilecekleri yönündedir (Chow, 2013). Açık alan spor aletlerinin kullanımıyla ilgili uzman görüşü alınmaması, bilgilendirme yetersizliği veya kılavuz eksikliğine dair sorunlar mevcuttur (Alp vd., 2020). Avcı vd. (2021) çalışmasında bireylerin açık alan spor aletleri kullanımına ilişkin bilgi aldıkları kaynakların %58,3’ü kendi deneyimlerinden, %12’si ise uzmanlara

danışmaktan oluşurken, Alp vd. (2020) çalışmasında katılımcıların %88'i egzersiz alanlarında doğru kullanım konusunda yetkililerin olmadığını belirtmiştir. Çalışmamızda katılımcıların %87'si, açık alan spor aletleri kullanımı hakkında daha önce herhangi bir kaynaktan (bilgilendirme levhaları, uzman görüşü gibi) bilgi edinmediğini, %66'sı aletleri bilinçli kullandığını düşünmediğini ve %66'sı da açık alan spor aletleri kullanımı ile ilgili bilgilendirmenin yetersiz olduğunu ifade etti (Tablo 2). Bu sonuçlar, açık alan spor aletlerini kullanan bireylerin büyük oranda uzman görüşü almadan ve yeterli bilgilendirme yapılmadan egzersiz yaptığını göstermektedir.

Tablo 2. Katılımcıların Açık Alan Spor Aletleri Bilgi Durumları

n= 100	Evet	Hayır
Açık alan spor aletleri kullanımı hakkında daha önce herhangi bir kaynaktan (bilgilendirme levhaları, uzman görüşü gibi) bilgi edindiniz mi?	%13	%87
Açık alan spor aletlerini bilinçli kullandığınızı düşünüyor musunuz?	%34	%66
Açık alan spor aletlerinin kullanımı ile ilgili bilgilendirme yetersizliği olduğunu düşünüyor musunuz?	%66	%34

n: Birey sayısı.

Chow ve Wu (2019), açık alan spor aletleri kullanılarak yapılan egzersiz süresinin dokuz dakika olduğunu ve bireylerin çoğunluğunun aletleri uygun sürelerde kullanmadığını belirtmiştir. Mora (2012) ise açık alan spor aletleri ile 15-30 dakika aralığında egzersiz yapıldığını bildirmiştir. Copeland vd. (2017), gözlemsel ve anket verilerini karşılaştırarak katılımcıların gerçek kullanım sürelerini abartma veya küçümseme eğiliminde olabileceğini ifade etmiştir. Araştırmamızda katılımcıların %95'i egzersiz süresine dikkat etmediğini bildirmiştir. Aerobik egzersizin etkili olabilmesi için minimum 30-60 dakika orta yoğunlukta veya 20-60 dakika şiddetli yoğunlukta yapılması önerilmektedir (ACSM, 2011). Broşür bilgilendirmesi sonrasında katılımcıların %94'ü egzersiz süresinin önemini fark etmiş ve uygun sürede aletleri kullanmayı planladığını belirtmiştir.

Katılımcıların %71'i egzersize başlamadan önce ısınma ve sonrasında soğuma egzersizi yapmadığını ifade etmiştir; bu durum, yaralanma riskini artırmaktadır (Şimşek vd., 2011). Ayrıca, katılımcıların %64'ü egzersiz

sonrası ağrı yaşadığını, %82'si hangi durumda aletleri kullanmayı bırakması gerektiğini bilmediğini belirtmiştir (Tablo 3). Broşür incelemesinin ardından %93'ü, aletleri kullanırken oluşabilecek riskler hakkında bilgi sahibi olmuştur; bu bilgi, spor yaralanmaları ve egzersiz sonrası olumsuz durumların azalmasına katkı sağlayabilir.

Spor ayakkabısı ve uygun kıyafet seçimi, egzersiz sırasında sağlık sorunlarının azalmasına katkı sağlamaktadır (Şimşek vd., 2011). Çalışmamızda katılımcıların %66'sı ayakkabı tercihinin, %57'si kıyafet seçimine dikkat etmediğini ifade etmiştir (Tablo 3). Broşürde, yanlış ayakkabı ve kıyafet seçiminin yaralanmalara yol açabileceği ve spor performansını etkileyebileceği vurgulanmıştır. Broşür sunumunun ardından katılımcıların %95'i ayakkabı seçimine dikkat etmeye karar vermiştir; böylece egzersiz esnasında oluşabilecek olumsuz durumların önlenilebileceği düşünülmektedir.

Tablo 3. Katılımcıların Açık Alan Spor Aletleri Hakkında Görüşleri

n= 100	Evet	Hayır
Spor aletlerinin hangi bölgeyi çalıştırdığı hakkında bilgi sahibi misiniz?	%43	%57
Spor aletlerini kullanmadan önce ısınma ve kullandıktan sonra soğuma egzersizleri yapıyor musunuz?	%23	%77
Spor aletlerini kullanma sürenize dikkat eder misiniz?	%5	%95
Hangi durumda açık alan spor aletlerini kullanmayı bırakmanız gerektiğini biliyor musunuz?	%18	%82
Spor aletleriyle aktivite yaptıktan sonra ağrı yaşıyor musunuz?	%36	%64
Spor aletleriyle egzersiz yaparken ayakkabı seçiminize dikkat ediyor musun?	%34	%66
Spor aletleriyle egzersiz yaparken kıyafet seçiminize dikkat ediyor musun?	%43	%57

n: Birey sayısı.

Katılımcıların %95'i broşür sunumu sonrasında bilinçlendiğini, bilgilendirmenin her zaman park alanlarında bulunması gerektiğini ve broşürü arkadaşlarına tavsiye edeceğini belirtmiştir (Tablo 4). Broşür, aletlerin nasıl ve ne amaçla kullanılacağına ilişkin bilgi vererek katılımcıların

farkındalığını artırmıştır. Böylece hem kronik hastalığı olan hem de sağlıklı bireylerin açık alan spor aletleri kullanımının genel vücut sağlığı üzerindeki olumlu etkilerinin artacağı, yaralanmaların azalacağı ve fiziksel aktivitenin verimliliğinin yükseleceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Scott ve ark. (2014) tarafından Avustralya’da yaşlı bireyler için geliştirilen benzer bir rehberin katılımcılarda güveni artırdığı ve tekrar kullanma isteği doğurduğu bildirilmiştir. Bu bulgular, ülkemizde de benzer bilgilendirme materyallerinin yaygınlaştırılması gerektiğini göstermektedir.

Tablo 4. Katılımcıların Broşür Sonrası Spor Aletleri Kullanım Durumları

n= 100	Evet	Hayır
Broşürün size yararlı olduğunu düşünüyor musunuz?	%96	%4
Broşürün sizi açık alan spor aletlerinin kullanımı konusunda bilinçlendirdiğini düşünüyor musunuz?	%95	%5
Broşür veya benzer bilgilendirmelerin her zaman açık alan egzersiz parklarında bulunabilir olmasını ister misiniz?	%98	%2
Broşürdeki bilgileri açık alan spor aletlerini kullanan tanıdıklarınızla da paylaşmayı düşünüyor musunuz?	%93	%7
Broşür sunumu öncesinde egzersiz yaptığınız sürenin yetersiz veya fazla olduğunu düşünüyor musunuz?	%86	%14
Broşür sunumu sonrasında egzersiz sürenize dikkat etmeye karar verdiniz mi?	%94	%6
Spor aletlerinin hangi bölgeyi çalıştırdığı hakkında bilgi sahibi oldunuz mu?	%95	%5
Spor aletlerini kullanırken oluşabilecek riskler hakkında bilgi sahibi oldunuz mu?	%93	%7
Spor aletlerini kullanırken kıyafet ve ayakkabı tercihinize dikkat eder misiniz?	%95	%5
Spor aletlerini kullanırken gelişen acil bir durumda yapmanız gerekenlerin farkında mısınız?	%93	%7

n: Birey sayısı.

3. SONUÇ

Bu çalışma, açık alan spor aletlerinin doğru kullanımına yönelik geliştirilen broşürün bireylerin farkındalığını ve bilgi düzeyini önemli ölçüde artırdığını ortaya koymuştur. Katılımcılar, broşür sayesinde egzersiz süresi, aletlerin kullanım amacı, kıyafet ve ayakkabı seçimi gibi temel konularda bilinçlenmiş; bu da parkların güvenli ve sağlıklı kullanımına katkı sağlamıştır. Çalışma açık alan spor aletlerinin denetimsiz ve bilinçsiz kullanımının yanlış uygulamalara ve olası yaralanmalara yol açabileceğini ortaya koyarken, broşürün bu riskleri azaltmada etkili olduğunu göstermektedir. Katılımcıların çoğunluğu, broşürün sürekli olarak park alanlarında bulunmasını talep etmiş ve bilgileri çevresiyle paylaşmayı uygun bulmuştur; bu durum, broşürün toplumsal bilinç oluşturma açısından da değerini göstermektedir.

Sonuç olarak, açık alan spor aletlerinin bilinçli ve doğru kullanımı, bireysel sağlık kadar toplum temelli koruyucu sağlık stratejilerinin geliştirilmesi açısından da kritik öneme sahiptir. Açık alan spor aletlerinin doğru kullanımı, yalnızca bireysel sağlık açısından değil, toplum temelli koruyucu sağlık stratejilerinin geliştirilmesi açısından da kritik öneme sahiptir. Bu çalışma, broşür kullanımının yanlış uygulamaları önlediğini ve spor aletlerinin güvenli kullanımını desteklediğini ortaya koyarak, halk sağlığı açısından önemli bir katkı sağlamıştır.

Açık alan spor aletleri kullanımının toplum sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini artırmak, yaralanmaları önlemek ve bilinçli kullanım alışkanlıklarını geliştirmek amacıyla broşürler, rehber eşliğinde uygulamalar veya dijital eğitim materyalleri gibi destekleyici yöntemlerin kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, N. E., & Aydos, L. (2021). Dış mekân spor aletlerinin fiziksel aktivite, sağlık ve ergonomik açıdan değerlendirilmesi. *Spor Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 220-232. <https://doi.org/10.25307/jssr.908565>
- Alp, Ş., Kafadar, N., & Çelikel, F. (2020). İstanbul'da açık yeşil alanlarda kurulan dış mekân spor aletlerinin kullanımı ve beklentilerin değerlendirilmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 4(4), 1024-1036. <https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol4iss4pp1022-1034>
- American College of Sports Medicine. (2011). ACSM issues new recommendations on quantity and quality of exercise. *American College of Sports Medicine*, 3, 2011.
- Avcı, E. E., Akgün, İ., Öztürk, O., Özer, A. Y., Polat, M. G., & Demirbüken, İ. (2021). Açık alan spor parkı kullanan bireylerin profilinin, alışkanlıklarının ve ihtiyaçlarının belirlenmesi: İstanbul ili örneği. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 112-123. <https://doi.org/10.51123/jgehes.2021.22>
- Chow, H. W. (2013). Outdoor fitness equipment in parks: A qualitative study from older adults' perceptions. *BMC Public Health*, 13, 1216. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-1216>
- Chow, H. W., & Wu, D. R. (2019). Outdoor fitness equipment usage behaviors in natural settings. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 391. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030391>
- Chow, H. W., Mowen, A. J., & Wu, G. L. (2017). Who is using outdoor fitness equipment and how? The case of Xihu Park. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(4), 448. <https://doi.org/10.3390/ijerph14040448>
- Cohen, D. A., Marsh, T., Williamson, S., Golinelli, D., & McKenzie, T. L. (2012). Impact and cost-effectiveness of family fitness zones: A natural experiment in urban public parks. *Health Place*, 18(1), 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2011.09.008>
- Copeland, J. L., Currie, C., Walker, A., Mason, E., Willoughby, T. N., & Amson, A. (2017). Fitness equipment in public parks: Frequency of use and community perceptions in a small urban centre. *Journal of*

- Physical Activity and Health*, 14(5), 344-352. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0277>
- Dağılgan, S. (2020). *Kahramanmaraş ilinde halka açık parklardaki spor aletlerini kullanan kişilerin sağlık okuryazarlığı düzeylerinin belirlenmesi* [Master's thesis, Ankara]. ProQuest Dissertations & Theses Global. Retrieved from <https://www.proquest.com/dissertations-theses/kahramanmaraş-ilinde-halka-açık-parklardaki-spor/docview/2606905168/se-2>
- Doğru, E., Kızılcı, M. H., Balcı, Ç. N., Korkmaz, Ç. N., & Tekindal, M. A. (2015). Açık alan spor aletlerini kullanan bireylerin egzersiz bilinci ve alışkanlıklarının incelenmesi. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 2(3), 102-109. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/610000>
- Edwards, P., & Tsouros, A. D. (2006). *Promoting physical activity and active living in urban environments: The role of local governments*. WHO Regional Office for Europe.
- Erdem, Ö., & Akgün, H. S. (2018). Hasta ve sağlık çalışanlarının, hasta hakları konusunda bilgi düzeyleri: Bir müdahale çalışması. *Sakarya Tıp Dergisi*, 8(3), 518-524. <https://doi.org/10.31832/smj.448535>
- Kim, D. I., Lee, D. H., Hong, S., Jo, S. W., Won, Y. S., & Jeon, J. Y. (2018). Six weeks of combined aerobic and resistance exercise using outdoor exercise machines improves fitness, insulin resistance, and chemerin in the Korean elderly: A pilot randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 75, 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2017.11.006>
- Mora, R. (2012). Moving bodies: Open gyms and physical activity in Santiago. *Journal of Urban Design*, 17(4), 485-497. <https://doi.org/10.1080/13574809.2012.706367>
- Sales, M., Polman, R., Hill, K., & Levinger, P. (2018). Older adults' perceptions of a novel outdoor exercise initiative: A qualitative analysis. *Journal of Aging and Social Change*, 8(1), 61-78. <https://doi.org/10.18848/2576-5310/CGP/v08i01/61-78>
- Scott, A., Stride, V., Neville, L., & Hua, M. (2014). Design and promotion of an outdoor gym for older adults: A collaborative project. *Health Promotion Journal of Australia*, 25(3), 212-214. <https://doi.org/10.1071/HE14037>

- Şimşek, D., Katırcı, H., Akyıldız, M., & Sevil, G. (2011). Açık alan egzersiz parkları ve kullanıcılarına ilişkin bir araştırma. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 9(2), 41-48. https://doi.org/10.1501/Sporm_00000000198
- Üstün, N. A., Zorba, E., & Üstün, Ü. D. (2018). Parklarda yer alan açık alan spor aletlerinin kullanımı: Kadın ve erkek kullanıcıların algılarından nitel bir çalışma. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 33-41. Retrieved from <https://www.sportifbakis.com/index.php/pub/article/view/214>

RECENT EVIDENCE SHAPING PHYSIOTHERAPY INTERVENTIONS: RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS IN NEONATAL INTENSIVE CARE UNITS (2019–2025)

Engin RAMAZANOGLU¹

1. INTRODUCTION

The intrauterine environment provides the ideal physiological conditions for the fetus to sustain optimal growth and development. However, in some cases, the fetus may have to leave this environment before the completion of pregnancy (1). In such situations, the newborn is admitted to the neonatal intensive care unit in order to continue the processes of growth and development. Neonatal intensive care units are specialized care settings where newborns especially those born prematurely and requiring critical medical support in the first days of life are monitored and treated (2). These infants, usually born before the 37th week of gestation, often experience low birth weight, respiratory distress, and various metabolic or neurological problems due to the immaturity of their organ systems (3). The advanced technological equipment and multidisciplinary team approach available in neonatal intensive care units increase the survival chances of these infants and contribute to improving long-term health outcomes (4). Prematurity is defined as birth occurring before the 37th week of gestation and is one of the most common reasons for neonatal intensive care admission (5). Premature infants face a wide range of health problems due to the immaturity of many organ systems, including respiratory, cardiovascular, gastrointestinal, metabolic, renal, growth hormone-related, neurological and cognitive functions, as well as mental health and social interactions (6). These infants are often accompanied by low birth weight (≤ 2500 grams), which further increases the risk of neonatal morbidity and mortality. Complications such

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, enginramazanoglu@artuklu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2765-0121.

as respiratory distress syndrome (RDS), intraventricular hemorrhage (IVH), necrotizing enterocolitis (NEC), bronchopulmonary dysplasia (BPD), sepsis, hyperbilirubinemia, and periventricular leukomalacia (PVL) are among the leading neonatal morbidities associated with prematurity (7).

1.1. The Importance of Physiotherapy and Rehabilitation in Neonatal Intensive Care

Neonatal intensive care units (NICUs) are multidisciplinary settings where the critical medical support needs of newborns, particularly premature and high-risk infants, are met during the first days of life (8). During this period, physiotherapy and rehabilitation services not only enhance respiratory support but also play a crucial role in promoting motor development, oral-motor functions, postural control, and sensorimotor integration (9). Physiotherapists contribute to reducing short-term medical complications and improving long-term neurodevelopmental outcomes by creating individualized assessment and intervention plans tailored to the infant's vital stability (9). In addition, the support provided by physiotherapists through family-centered care, positioning strategies, environmental modifications, and early mobilization practices enhances the quality of life of infants and improves survival rates (10).

1.2. Motor Development and Neurobehavioral Organization

Interventions targeting motor development are vital for early neurological maturation in preterm infants (11). Lucas et al. reported no short-term motor gains with family-based physiotherapy, though parents described improved interactions, highlighting relational benefits (11). Norwegian multicenter studies by Øberg et al. similarly found no immediate effects of parent-delivered programs, but consistent, long-term use was linked to better motor outcomes (12,13). Stedall et al. showed that a home-based multidisciplinary program improved motor balance and skills in socially disadvantaged children, despite limited long-term cognitive benefits (14). The Swiss COPCA study also demonstrated higher Infant Motor Profile scores with family-centered coaching, though no differences were observed in cerebral palsy diagnosis or long-term functional outcomes (15). In France, Alberge et al. found psychomotor therapy after discharge improved motor development at 9 months, especially in infants of less-educated mothers, but these gains

disappeared by 24 months, underscoring the need for sustained interventions (16). Efe et al. applied a 7–10 minute daily exercise program for 30 days. The intervention increased tibial speed of sound (bone mineral density) and improved anthropometric measures, while cortisol levels decreased. These findings suggest that short daily exercise can prevent osteopenia and support neurobehavioral adaptation, underscoring its value for routine neonatal physiotherapy and nursing care (17). Ustad et al. demonstrated that the General Movements Assessment (GMA) is a reliable tool for evaluating nervous system function and monitoring motor development in preterm infants. In a randomized controlled trial with 141 very preterm infants, a family-implemented physiotherapy program was compared with standard care. Infants were reassessed at 36 weeks postmenstrual age and three months after discharge. No significant differences were found between groups in spontaneous movement quality or motor repertoire. These findings indicate that early family-delivered physiotherapy does not affect spontaneous movements, though further studies are needed to clarify its long-term impact on motor development (18). Lai et al. emphasized that preterm infants' immature brains are vulnerable to environmental stimuli, increasing the risk of neurodevelopmental problems. Non-invasive early interventions may therefore support brain maturation. In a randomized controlled trial, daily maternal massage from 34 to 40 weeks postmenstrual age was tested in low-risk preterm infants (28–32+6 weeks). EEG at term-equivalent age (39–42 weeks) showed higher central alpha activity in the massage group. Increased massage frequency was also associated with higher alpha, beta, and theta activity and reduced delta waves. These results suggest that maternal massage may safely promote early brain maturation in preterm infants (19). Khurana et al. highlighted the importance of supporting motor development and neurobehavioral organization in preterm infants for long-term outcomes. In an Indian randomized controlled trial with 60 moderate-to-late preterm infants, routine care was compared with an additional structured physiotherapy program (90 minutes/day, six days/week). Assessments using the NAPI and GMs showed significant gains in motor skills, energy, and neurobehavioral signs, with fewer poor repertoire movements in the physiotherapy group. These results indicate that structured neonatal physiotherapy can effectively enhance motor and neurobehavioral development in this population (20). Adigüzel et al. emphasized that early physiotherapy programs for high-risk infants are most effective when families actively participate. In a randomized controlled trial in Türkiye, the Family Collaborative Approach (FCA)

was compared with Neurodevelopmental Treatment (NDT)–based family education in 63 infants over 12 weeks. Assessments with GMs, HNNE, HINE, and Bayley-III showed greater improvements in cognition, language, motor skills, and neurological scores in the FCA group. While NDT also yielded benefits, FCA had a stronger impact, highlighting the value of family collaboration in supporting motor and neurobehavioral development (21). Dusing et al. noted that the first months of life are critical for motor and cognitive development in very preterm infants, and early family–therapist collaboration can enhance these outcomes through play and interaction. In a multicenter U.S. randomized controlled trial, the SPEEDI (Supporting Play, Exploration, and Early Development Intervention) program was tested in 90 infants born before 29 weeks, divided into early SPEEDI, late SPEEDI, and routine care groups. Interventions guided families to support development in daily life and play. Assessments included Bayley-III, GMFM, TIMP, and problem-solving observations. Findings suggest that family-based physiotherapy interventions can improve motor and cognitive skills, with earlier initiation potentially yielding stronger effects in high-risk infants (22).

Clinical implication Early, family-centered, and consistent physiotherapy interventions are essential to support motor development and neurobehavioral organization in preterm infants. Research shows that programs involving family participation yield more positive outcomes in motor, cognitive, and language development compared to traditional approaches. Simple, non-invasive methods such as massage and daily exercise can support brain maturation, reduce stress responses, and enhance neurobehavioral adaptation. However, for these effects to be sustainable, interventions must be delivered regularly and over a longer duration. In clinical practice, ensuring active family involvement and adopting multidisciplinary approaches will help transform short-term developmental gains into long-term functional improvements.

1.3. Bone Metabolism, Growth, and Body Composition

Osteopenia, insufficient mineralization, and growth retardation are among the major problems in preterm infants. Therefore, studies examining the effects of physiotherapy and manual approaches on bone mineral density (BMD), growth parameters, and body composition are of particular interest (23). El-Farrash et al. reported that a 4-week ROM program in very low birth weight infants improved weight gain, serum phosphate, and bone

mineral density, while reducing ALP levels, urinary calcium/phosphate ratio, and metabolic bone disease severity (23). Similarly, Efe et al. showed that daily ROM exercises over 30 days increased tibial ultrasound speed of sound, reduced cortisol levels, and improved bone mineralization (23). Elmoniem et al. also demonstrated that tactile-kinesthetic massage (three sessions daily for 5 days) enhanced weight gain, growth velocity, and body composition, with DXA analyses showing higher lean mass, fat distribution, and bone density in the massage group; the intervention was safe and well tolerated (24). Torro-Ferrero et al. reported that incomplete prenatal calcium storage in preterm infants increases the risk of low bone mineralization, highlighting the clinical importance of physiotherapy for bone health. In a multicenter Spanish randomized controlled trial with 106 preterm infants (26–34 weeks), reflex locomotion therapy (EGrlt), passive mobilization with joint compression (EGpmc), and massage were compared over one month. Osteocalcin levels rose significantly in the reflex locomotion group, indicating greater stimulation of bone formation. While mobilization and massage also offered benefits, reflex locomotion was markedly superior, suggesting it may be an effective strategy for preventing osteopenia in preterm infants (25).

Clinical implication Physiotherapy-based approaches are gaining increasing importance in supporting bone mineralization and growth in preterm infants. The findings indicate that range of motion exercises and tactile-kinesthetic massage have positive effects on weight gain, growth velocity, and bone mineral density. Moreover, reflex locomotion therapy, with its marked improvements in bone biomarkers, stands out as a stronger option for reducing the risk of osteopenia compared to other methods. In clinical practice, these results highlight the need to integrate low-cost and safe exercise programs into routine care, while also considering advanced physiotherapy approaches such as reflex locomotion for achieving greater impact.

1.4. Oral Motor Function and Feeding

The development of oral motor functions in preterm infants is critically important for independent feeding skills and early discharge. During this period, problems with suck–swallow–diaphragm coordination prolong the feeding process and increase the length of hospital stay. Recent randomized controlled trials have demonstrated the contributions of oral sensorimotor

stimulation, massage, and combined stimulation protocols to this process (26-28). In the study by Gutierrez et al., preterm infants received either tactile-kinesthetic plus oral stimulation (T+K+OS) or oral stimulation (OS) alone, with 15-minute sessions administered daily for 10 days. The findings showed that the transition to independent oral feeding occurred significantly earlier in the combined T+K+OS group (approximately 9 days sooner). In addition, the length of hospital stay was reduced by an average of 6 days, although this difference did not reach statistical significance (26). Aguilar-Rodriguez et al. tested an oral sensorimotor stimulation protocol (20 sessions, twice daily for 10 minutes) and found that infants achieved full oral feeding 8.3 days earlier, began 30% intake 6.3 days earlier, and reached 100% intake 6 days earlier than controls. Hospital stay was also shortened by about 7 days, with only mild, transient side effects reported (27). Similarly, Ostadi et al. randomized 45 preterm infants to non-nutritive sucking, combined non-nutritive sucking plus swallowing exercises, or routine care. Interventions were applied twice daily for 10 days, and outcomes included feeding milestones, discharge timing, and POFRAS scores. Both intervention groups outperformed controls, with the combined program yielding significantly higher POFRAS scores and more discharges without tube feeding (28).

Clinical implication Oral sensorimotor stimulation and combined massage techniques shorten the time to achieve independent oral feeding, reduce hospital stay, and accelerate discharge in preterm infants. As these methods are non-invasive and safe, they can be integrated into routine care in neonatal physiotherapy practice. Furthermore, active parental involvement is an important factor that enhances the effectiveness of these interventions.

1.5. Respiratory Functions

In preterm infants, the immature lung structure, surfactant deficiency, risk of bronchopulmonary dysplasia (BPD), and high need for mechanical ventilation make respiratory support a critical clinical area. Therefore, physiotherapy interventions have been frequently investigated, particularly with the aim of preventing the need for invasive ventilation, improving oxygenation, and reducing pulmonary complications (29-31). Tana et al. compared early respiratory physiotherapy with individualized postural care in 133 preterm infants ≤ 30 weeks who were not intubated at birth (29). Respiratory facilitation by physiotherapists was contrasted with routine

postural changes. Although reductions in mechanical ventilation, oxygen therapy, and non-invasive support did not reach statistical significance, the incidence of hemodynamically significant PDA was markedly lower in the intervention group (28% vs. 54%). Trends toward fewer severe complications, including intraventricular hemorrhage, suggest that early physiotherapy is safe and may contribute to circulatory stability in preterm infants (29). Tedesco et al. found that hydro-kinesiotherapy in preterm infants caused transient changes in heart and respiratory rates but improved oxygen saturation and behavioral activity, all within safe limits. However, no differences were observed in weight gain, respiratory distress, or temperature, indicating only short-term benefits without long-term clinical impact (30). In a three-arm randomized trial with 108 preterm infants (28–34+6 weeks) on NIMV, hydrocolloid barriers and facial massage were compared with routine care. Hydrocolloid barriers consistently improved nasal injury and skin integrity scores, while facial massage most effectively reduced stress levels. Both were safe and feasible, suggesting hydrocolloids should be standardized to protect nasal tissue, whereas facial massage can be applied to reduce stress responses (31). Manzotti et al. showed that a single osteopathic manipulative treatment session reduced heart rate and increased oxygen saturation, suggesting potential benefits for respiratory and circulatory stability in preterm infants (32). Di Polito et al., in a trial of 133 preterm infants, found that early respiratory physiotherapy did not significantly reduce mechanical ventilation needs but markedly lowered the incidence of hemodynamically significant PDA, with other outcomes showing favorable yet non-significant trends (33).

Clinical implication Although respiratory physiotherapy alone is not sufficient to prevent mechanical ventilation, it provides benefits such as improved oxygenation, greater circulatory stability, and reduced PDA incidence. Early methods like reflex stimulation, OMT, and hydro-kinesiotherapy are safe and support short-term respiratory stability, though evidence for growth and long-term outcomes is limited. In practice, early non-invasive physiotherapy, especially with parental involvement, can be safely applied to help reduce pulmonary complications and support circulatory stability.

1.6. Gastrointestinal Functions and Hyperbilirubinemia

In preterm infants, the gastrointestinal system is immature, which can lead to problems such as feeding intolerance, delayed meconium passage, increased risk of necrotizing enterocolitis (NEC), and inadequate weight gain. In addition, due to the limited metabolic capacity of the liver, hyperbilirubinemia is a frequently observed clinical condition. Physiotherapy and supportive non-pharmacological interventions may provide important contributions in these areas (34-36). In the study by Maghadam et al., abdominal massage was applied in low birth weight infants, and gastrointestinal motility parameters were evaluated. Massage therapy was reported to accelerate meconium passage, increase defecation frequency, and improve feeding tolerance. These results suggest that abdominal massage may support gastrointestinal functions as a simple and non-invasive method (34). In the study conducted by Öztürk et al., massage therapy was applied to jaundiced newborns who were monitored under phototherapy. In the massage group, bilirubin levels decreased significantly faster, and the frequency of defecation increased. This indicates that massage may accelerate bilirubin elimination and serve as an adjunct to phototherapy (35). Doğan et al. reported that massage accelerates circulation, lymphatic flow, and fluid movement, supporting bilirubin elimination in newborns. In a randomized controlled trial with 61 term infants requiring phototherapy, a 10-minute massage was applied before each session. By the third day, the massage group showed significantly lower bilirubin levels and more frequent defecation, while demographic factors were similar between groups. These results indicate that infant massage can be a safe adjunct to phototherapy, facilitating bilirubin clearance and improving hyperbilirubinemia management (36).

Clinical implication In preterm infants, gastrointestinal immaturity and limited bilirubin metabolism cause major clinical challenges. Evidence shows that simple, non-invasive physiotherapy practices such as abdominal massage, tub or sponge bathing, and massage therapy can accelerate meconium passage, increase defecation frequency, reduce feeding intolerance, and facilitate bilirubin elimination during phototherapy. These safe and feasible interventions not only support digestive functions and skin integrity but also contribute to the management of hyperbilirubinemia, suggesting their potential role as part of standard clinical care.

1.7. Sleep and Behavioral Outcomes

In preterm infants, sleep patterns and behavioral organization are an important part of the neurodevelopmental process. Immature sleep–wake cycles, frequent awakenings, low sleep efficiency, and behavioral restlessness are common problems. This situation has a direct impact on brain development and autonomic nervous system regulation. Physiotherapy and supportive non-pharmacological interventions have the potential to improve sleep duration, sleep efficiency, and behavioral stability (37,38). In a randomized controlled trial, Düken et al. compared massage therapy and white noise in preterm infants. Massage increased daily sleep by about 5 hours, improved efficiency, and reduced awakenings, while white noise extended sleep by 2 hours and decreased WASO and nighttime arousals. In contrast, sleep duration declined in the control group, indicating that both methods improve sleep quality, with massage showing stronger effects (37). Similarly, Anjos et al. found that hydrotherapy and tactile-kinesthetic stimulation enhanced behavioral state, with infants displaying more active wakefulness and arousal without adverse effects (38).

Clinical implication Non-pharmacological methods such as massage therapy, white noise, and hydrotherapy increase sleep duration and sleep efficiency in preterm infants, while reducing restlessness and wake after sleep onset. These interventions are safe, feasible options that support sleep regulation, which is critical for brain maturation and behavioral organization.

1.8. General Evaluation and Clinical Recommendations

Early and family-centered physiotherapy interventions in preterm infants positively influence motor development, feeding, bone mineralization, respiratory stability, gastrointestinal function, and sleep. Family-involved programs show greater gains in motor, cognitive, and language skills, while non-invasive methods such as ROM exercises, reflex locomotion, and massage support bone density and growth. Oral sensorimotor stimulation accelerates feeding independence and shortens hospital stay. Although respiratory physiotherapy does not markedly reduce ventilation needs, it lowers PDA incidence and improves oxygenation and stability. Abdominal massage and massage before phototherapy aid gastrointestinal motility and bilirubin elimination, while massage and white noise enhance sleep quality.

Overall, family-collaborative physiotherapy is safe, feasible, and beneficial, though its long-term effects need further evidence.

Clinical Recommendations Physiotherapy protocols should be integrated as a standard part of NICU care, with active parental involvement and structured family education to enhance outcomes. While current evidence demonstrates clear short-term benefits, long-term follow-up studies are needed to determine sustained effects. The inclusion of non-pharmacological and low-cost approaches such as massage, white noise, and ROM exercises may further improve the quality of life for both infants and families. Ultimately, clinical protocols should be individualized, taking into account each infant's specific medical condition and developmental needs.

2. CONCLUSION

Randomized controlled trials conducted between 2019 and 2025 demonstrate that physiotherapy interventions applied in neonatal intensive care units are safe, feasible, and clinically meaningful. Approaches such as range of motion exercises, massage therapy, structured neonatal physiotherapy, oral sensorimotor stimulation, respiratory facilitation, and hydrotherapy have shown positive effects on bone mineralization, growth, motor development, oral feeding skills, respiratory stability, sleep regulation, and neurobehavioral organization. Some findings are short-term, and effectiveness may vary depending on the timing, intensity, and degree of family involvement. Nevertheless, all these methods stand out as valuable non-pharmacological supportive strategies alongside medical care. The overall message is clear: structured, family-centered physiotherapy programs initiated early should be integrated into neonatal care to improve both short- and long-term outcomes in at-risk infants. To strengthen the evidence base, multicenter studies with larger samples and long-term follow-up are needed.

REFERENCES

1. Kardelen, A. D., & Darendeliler, F. (2025). The role of the intrauterine environment in shaping childhood and adolescence metabolic outcomes. *Metabolites*, 15(4), 252. <https://doi.org/10.3390/metabo15040252>
2. Séassau, A., Munos, P., Gire, C., Tosello, B., & Carchon, I. (2023). Neonatal care unit interventions on preterm development. *Children*, 10(6), 999. <https://doi.org/10.3390/children10060999>
3. Saha, U. (2023). General anatomical and physiological considerations in the newborn and neonates. In *Clinical anesthesia for the newborn and the neonate* (pp. 137–204). Singapore: Springer Nature Singapore.
4. Aydın, D., & Çiftçi, E. K. (2015). Neonatal intensive care unit nurses' levels of information regarding therapeutic positions to be applied to preterm newborns. *The Journal of Current Pediatrics*, 13(1), 21–30. <https://doi.org/10.4274/jcp.26349>
5. Quinn, J. A., Munoz, F. M., Gonik, B., Frau, L., Cutland, C., Mallett-Moore, T., ... Brighton Collaboration Preterm Birth Working Group. (2016). Preterm birth: Case definition & guidelines for data collection, analysis, and presentation of immunisation safety data. *Vaccine*, 34(49), 6047–6056. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.03.045>
6. Morniroli, D., Tiraferri, V., Maiocco, G., De Rose, D. U., Cresi, F., Coscia, A., ... Gianni, M. L. (2023). Beyond survival: The lasting effects of premature birth. *Frontiers in Pediatrics*, 11, 1213243. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1213243>
7. Zivaljevic, J., Jovandacic, M. Z., Babic, S., & Raus, M. (2024). Complications of preterm birth—The importance of care for the outcome: A narrative review. *Medicina*, 60(6), 1014. <https://doi.org/10.3390/medicina60061014>
8. VandenBerg, K. A. (2007). Individualized developmental care for high risk newborns in the NICU: A practice guideline. *Early Human Development*, 83(7), 433–442. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2007.03.008>
9. Lovell, B., Watt, A., & Spittle, M. (2024). Theoretical context for a wakeful prone and vestibular infant movement program to support early infancy motor development. *Journal of Occupational Therapy*,

- Schools, & Early Intervention, 17(4), 883–902. <https://doi.org/10.1080/19411243.2023.2283810>
10. Harniess, P. A., Gibbs, D., Bezemer, J., & Purna Basu, A. (2022). Parental engagement in early intervention for infants with cerebral palsy: A realist synthesis. *Child: Care, Health and Development*, 48(3), 359–377. <https://doi.org/10.1111/cch.12916>
 11. Lucas, B. R., Bowen, J., Morgan, C., Novak, I., Badawi, N., Elliott, E., ... Harvey, L. A. (2024). The Best Start Trial: A randomised controlled trial of ultra-early parent administered physiotherapy for infants at high risk of cerebral palsy or motor delay. *Early Human Development*, 198, 106111. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2023.106111>
 12. Øberg, G. K., Girolami, G. L., Campbell, S. K., Ustad, T., Heuch, I., Jacobsen, B. K., ... Jørgensen, L. (2020). Effects of a parent-administered exercise program in the neonatal intensive care unit: Dose does matter—A randomized controlled trial. *Physical Therapy*, 100(5), 860–869. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa028>
 13. Øberg, G. K., Handegård, B. H., Campbell, S. K., Ustad, T., Fjærtøft, T., Kaaresen, P. I., & Girolami, G. L. (2022). Two-year motor outcomes associated with the dose of NICU based physical therapy: The Noppi RCT. *Early Human Development*, 174, 105680. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2022.105680>
 14. Stedall, P. M., Spencer-Smith, M. M., Mainzer, R. M., Treyvaud, K., Burnett, A. C., Doyle, L. W., ... Anderson, P. J. (2022). Thirteen-year outcomes of a randomized clinical trial of early preventive care for very preterm infants and their parents. *The Journal of Pediatrics*, 246, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.02.014>
 15. Akhbari Ziegler, S., von Rhein, M., Meichtry, A., Wirz, M., Hielkema, T., Hadders-Algra, M., & Swiss Neonatal Network & Follow-Up Group. (2021). The Coping with and Caring for Infants with Special Needs intervention was associated with improved motor development in preterm infants. *Acta Paediatrica*, 110(4), 1189–1200. <https://doi.org/10.1111/apa.15755>
 16. Alberge, C., Ehlinger, V., Noack, N., Bolzoni, C., Colombié, B., Breinig, S., ... Arnaud, C. (2023). Early psychomotor therapy in very preterm infants does not improve Bayley-III scales at 2 years. *Acta Paediatrica*, 112(9), 1916–1925. <https://doi.org/10.1111/apa.16869>

17. Efe, Y. S., Erdem, E., & Güneş, T. (2020). The effect of daily exercise program on bone mineral density and cortisol level in preterm infants with very low birth weight: A randomized controlled trial. *Journal of Pediatric Nursing*, 51, e6–e12. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2019.10.011>
18. Ustad, T., Fjortoft, T., & Øberg, G. K. (2021). General movement optimality score and general movements trajectories following early parent-administered physiotherapy in the neonatal intensive care unit. *Early Human Development*, 163, 105488. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2021.105488>
19. Lai, M., D'Acunto, G., Guzzetta, A., Finnigan, S., Ngenda, N., Ware, R. S., ... Colditz, P. B. (2022). Infant massage and brain maturation measured using EEG: A randomised controlled trial. *Early Human Development*, 172, 105632. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2022.105632>
20. Khurana, S., Lewis, L. E., Russell, D. M., Dusing, S. C., & Rao, B. K. (2025). Neonatal and home-based PT improves neurodevelopmental outcomes of preterm infants: A randomized clinical trial. *Pediatric Physical Therapy*, 37(2), 218–230. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000001094>
21. Adiguzel, H., Sarikabadayi, Y. U., & Elbasan, B. (2023). Investigation of the effectiveness of family collaborative physiotherapy programs applied to high-risk infants. *Physiotherapy Theory and Practice*, 39(9), 1871–1887. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2131007>
22. Dusing, S. C., Burnsed, J. C., Brown, S. E., Harper, A. D., Hendricks-Munoz, K. D., Stevenson, R. D., ... Molinini, R. M. (2020). Efficacy of supporting play exploration and early development intervention in the first months of life for infants born very preterm: 3-arm randomized clinical trial protocol. *Physical Therapy*, 100(8), 1343–1352. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa058>
23. El-Farrash, R. A., Abo-Seif, I. S., El-Zohiery, A. K., Hamed, G. M., & Abulfadl, R. M. (2020). Passive range-of-motion exercise and bone mineralization in preterm infants: A randomized controlled trial. *American Journal of Perinatology*, 37(3), 313–321. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1687869>

24. Elmoneim, M. A., Mohamed, H. A., Awad, A., El-Hawary, A., Salem, N., El Helaly, R., ... Abdel-Hady, H. (2021). Effect of tactile/kinesthetic massage therapy on growth and body composition of preterm infants. *European Journal of Pediatrics*, 180, 207–215. <https://doi.org/10.1007/s00431-020-03757-9>
25. Torró-Ferrero, G., Fernández-Rego, F. J., Jiménez-Liria, M. R., Agüera-Arenas, J. J., Piñero-Peñalver, J., Sánchez-Joya, M. D. M., ... Gomez-Conesa, A. (2022). Effect of physical therapy on bone remodelling in preterm infants: A multicenter randomized controlled clinical trial. *BMC Pediatrics*, 22(1), 362. <https://doi.org/10.1186/s12887-022-03467-4>
26. Gutiérrez, M. F. H., Díaz-Gómez, N. M., Sosa, A. J., Gómez, J. M. D., & Martinez, E. D. (2022). Effectiveness of 2 interventions for independent oral feeding in preterms. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 96(2), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2021.06.010>
27. Aguilar-Rodríguez, M., León-Castro, J. C., Álvarez-Cerezo, M., Aledón-Andújar, N., Escrig-Fernández, R., Rodríguez de Dios-Benlloch, J. L., ... Vento-Torres, M. (2020). The effectiveness of an oral sensorimotor stimulation protocol for the early achievement of exclusive oral feeding in premature infants: A randomized controlled trial. *Physical & Occupational Therapy in Pediatrics*, 40(4), 371–383. <https://doi.org/10.1080/01942638.2019.1652183>
28. Ostadi, M., Armanian, A. M., Namnabati, M., Kazemi, Y., & Poorjavad, M. (2021). The effects of swallowing exercise and non-nutritive sucking exercise on oral feeding readiness in preterm infants: A randomized controlled trial. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 142, 110602. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.110602>
29. Tana, M., Bottoni, A., Cota, F., Papacci, P., Di Polito, A., Del Vecchio, A., ... Vento, G. (2023). Early respiratory physiotherapy versus an individualized postural care program for reducing mechanical ventilation in preterm infants: A randomised controlled trial. *Children*, 10(11), 1761. <https://doi.org/10.3390/children10111761>
30. Tedesco, N. M., Nascimento, A. L. F., Mallmann, G. D. S., Merey, L. S. F., Raniero, E. P., Gonçalves-Ferri, W. A., & Soares-Marangoni, D. (2022). Bucket hydrokinesiotherapy in hospitalized preterm newborns: A randomized controlled trial. *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(13), 2452–2461. <https://doi.org/10.1080/09593985.2021.1949978>

31. Cengiz, D., & Küçük Alemdar, D. (2025). The effect of hydrocolloid tape and facial massage on nasal injury and stress levels in premature infants on noninvasive mechanical ventilation: Randomized controlled trial. *Journal of Tissue Viability*, 34(1), 100842. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2024.12.006>
32. Manzotti, A., Cerritelli, F., Lombardi, E., La Rocca, S., Chiera, M., Galli, M., & Lista, G. (2020). Effects of osteopathic treatment versus static touch on heart rate and oxygen saturation in premature babies: A randomized controlled trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 39, 101116. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101116>
33. Di Polito, A., Del Vecchio, A., Tana, M., Papacci, P., Vento, A. L., Campagnola, B., ... Vento, G. (2021). Effects of early respiratory physiotherapy on spontaneous respiratory activity of preterm infants: Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 22, 609. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05529-8>
34. Moghadam, A., Nematollahi, M., OstadEbrahimi, H., & Mehdipour-Rabori, R. (2022). The effect of abdominal massage (I Love You method) on the gastric function of preterm infants hospitalized in the neonatal intensive care units: A randomized clinical trial. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 19(1), 139–143. <https://doi.org/10.1515/jcim-2021-0090>
35. Öztürk, R. (2025). Masaj, küvet banyo, silme banyo yöntemlerinin bilirübin düzeylerine, cilt bariyerine, neonatal konfora, yaşam bulgularına etkisi: Randomize klinik çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hemşirelik Anabilim Dalı, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Programı, Bursa, Türkiye.
36. Doğan, E., Kaya, H. D., & Günaydin, S. (2023). The effect of massage on the bilirubin level in term infants receiving phototherapy. *Explore*, 19(2), 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2022.06.010>
37. Düken, M. E., & Yayan, E. H. (2024). The effects of massage therapy and white noise application on premature infants' sleep. *Explore*, 20(3), 319–327. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2023.08.011>
38. Anjos, F. R. D., Nakato, A. M., Hemberger, P. K., Nohama, P., & Sarquis, A. L. F. (2022). Effects of hydrotherapy and tactile-kinesthetic stimulation on weight gain of preterm infants admitted in the neonatal intensive care unit. *Jornal de Pediatria*, 98(2), 155–160. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2021.05.005>

PLANTAR FASIİT: PATOFİZYOLOJİK TEMELLERDEN EGZERSİZ TEMELLİ REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARINA

Sevtaç ÇAKIR¹

Okan ÜZER²

1. GİRİŞ

Plantar fasiit, topuk ağrısının en yaygın nedenlerinden biri olup, topuk ağrısı vakalarının yaklaşık %80'ini oluşturmakta ve genel nüfusun %4–7'sini etkilemektedir (Beeson, 2014). Bu durum, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini ve fiziksel performansını önemli ölçüde kısıtlayabilir. Konservatif tedavi, fizyoterapinin merkezi bir rol oynadığı birincil yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda, plantar fasya ve baldır kaslarına yönelik germe egzersizleri, ayak ve kalça kaslarının güçlendirilmesi, bantlama teknikleri, ortez desteği, manuel terapi, kuru iğneleme ve ekstrakorporeal şok dalgası tedavisi gibi çeşitli kanıta dayalı müdahaleler uygulanmaktadır (Kamonseki vd., 2016; Martin vd., 2014; Schwartz ve Su, 2014). Amerikan Fizik Tedavi Derneği Ortopedi Bölümü tarafından geliştirilen klinik uygulama kılavuzları, terapötik egzersizi manuel terapi ile birleştiren multimodal yaklaşımların, ağrı ve fonksiyonel iyileşmeyi destekleyerek klinik sonuçları optimize ettiğini vurgulamaktadır (Trojian ve Tucker, 2019). Bu bağlamda, plantar fasiitin yönetiminde bütüncül ve hedefe yönelik rehabilitasyon stratejilerinin uygulanması, uzun vadeli fonksiyonel kazanımlar ve yaşam kalitesinde iyileşme sağlamak açısından kritik öneme sahiptir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, sevtap.cakir@ksbu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-4122-3441.

² Öğr. Gör. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tavşanlı Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, okan.uzer@ksbu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2375-9207.

2. PLANTAR FASİİT

Plantar fasya, ayağın arkını destekleyen geniş bir bağ dokusu bandıdır. Kalın bir merkezi bölüm ile daha ince medial ve lateral bileşenlerden oluşur. Fonksiyonel olarak plantar fasya, ayak tabanında windlass etkisi oluşturarak longitudinal arkın korunmasına katkıda bulunur. Proksimalde kalkaneusun medial tüberkülüne tutunur. Distale doğru uzanarak beş dijital banda ayrılır ve bu bantlar her bir parmağın proksimal falanksının periost tabanına ve metatars başlarına yapışır. Ayrıca plantar fasyanın lifleri dermis, transvers metatarsal ligaman ve fleksör kılıf ile de bütünleşmektedir(Cutts et al., 2012). Plantar fasiit, topukta medial kalkaneal tüberkülün plantar fasya başlangıcında ve çevresindeki perifasyal yapılarda ortaya çıkan dejeneratif irritasyon sonucu gelişen bir patolojidir (Buchanan & Kushner, 2017). Adındaki “-it” son eki nedeniyle plantar fasiit uzun yıllar boyunca inflamatuvar bir süreç olarak değerlendirilmiştir. Ancak, plantar fasiitli olgulardan elde edilen histolojik bulgular, inflamatuvar değişikliklerden ziyade kronik dejeneratif süreçlerin baskın olduğunu ortaya koymuştur. Tekrarlayan mekanik stres ve ayak bileği dorsifleksiyonundaki kısıtlılık gibi biyomekanik etkenlerin yanı sıra, plantar fasiitin romatolojik hastalıklarla ve genetik yatkınlıkla da ilişkili olabileceği bildirilmektedir (Tseng et al., 2023).

2.1. Plantar Fasiit Hastalığının Epidemiyolojisi

Plantar fasiit, erişkinlerde topuk ağrısının en yaygın nedenidir. Plantar fasiit insidansı 1000 hasta-yıl başına 3,83 olgu olarak bildirilmiş olup, kadınlarda daha yüksek oranlara rastlanmaktadır. Yaşam boyu görülme sıklığı yaklaşık %10’dur ve bu hastaların %83’ü 25 ila 65 yaş arasındaki aktif çalışan yetişkinlerdir. Olguların üçte birinde plantar fasiit bilateral olarak seyredebilir. Koşucular arasında plantar fasiit prevalansının %3,6 ile %7 arasında olduğu tahmin edilmektedir(Hill et al., 2008; Tseng et al., 2023). Ayrıca, 2002 koşucu üzerinde yapılan retrospektif bir incelemede plantar fasiitin %7,9 oranıyla en sık görülen üçüncü aşırı kullanım yaralanması olduğu rapor edilmiştir (Pohl et al., 2009).

2.2. Plantar Fasiit Hastalığının Etiyoloji ve Patofizyolojisi

Plantar fasiit, tek bir nedene indirgenemeyen multifaktöriyel bir hastalıktır. Anormal yürüme biyomekaniği, ayak–ayak bileği kas zayıflığı ve yüksek

VKİ olası risk faktörleri arasındadır. Özellikle pes planus tip ayaklarda görülen aşırı pronasyon, halluks dorsifleksiyonunu ve dolayısıyla windlass mekanizmasının etkinliğini azaltarak plantar fasyaya ek yük bindirebilir (Rabadi et al., 2022). Benzer şekilde, zayıf kas yapısı ve artmış VKİ gibi diğer risk faktörleri de fasyaya ek stres uygulanmasına neden olur. Etiyolojisi ne olursa olsun, fizyolojik sınırların üzerindeki stres mikro yırtıklara yol açar ve bunun akut inflamatuvar yanıtı tetiklediği düşünülmektedir. Bu süreç, plantar fasiitin başlangıçtaki patofizyolojik hasarını ve yanıtını oluşturmaktadır (Wearing et al., 2006).

Hastalar genellikle kalkaneusun anteromedial çıkıntısında ağrıdan yakınmaktadır. Ağrı, pasif parmak dorsifleksiyonu ile artış göstermektedir. Özellikle sabahları istirahat sonrası ilk ayağa kalkıldığında ağrı en şiddetli düzeydedir. Hasta yürümeye başladıktan sonra ağrı kısmen azalır. Gün içerisinde ağrı hafiflese de hiçbir zaman tamamen kaybolmaz ve özellikle sert zeminlerde uzun süreli yürüme ya da egzersiz gibi aktivitelerle şiddetlenir. (Riddle et al., 2003).

Plantar fasiit durumu esas olarak dejeneratif bir süreçtir. Dejeneratif değişikliklerin yanı sıra histolojik incelemelerde granülasyon dokusu, mikro yırtıklar, kollajen düzensizliği ve belirgin şekilde klasik inflamatuvar bulguların yokluğu rapor edilmiştir. Ultrason değerlendirmelerinde sıklıkla kalsifikasyonlar, doku içi yırtıklar ile plantar fasyada kalınlaşma ve heterojenite gözlenmektedir. Bu ultrason bulguları, inflamatuvar olmayan bir süreç ile işlevsel olmayan vaskülatür varlığını düşündürmektedir (Buchanan & Kushner, 2017; Jarde et al., 2003).

2.3. Plantar Fasiit Hastalığının Risk Faktörleri

2.3.1. Koşu Aktivitesi

Sistematik bir derleme, koşu veya koşu aktivitesi içeren sporlarda (ör. futbol, koşu, dans) plantar fasiitin prevalans ve insidansının orta düzey kanıt ile arttığını ortaya koymuştur(Martin et al., 2014). Orta düzey kanıta sahip bir sistematik derlemede de , genel koşu aktivitelerinde plantar fasiitin görülme sıklığının %4,5 ile %10 arasında değiştiği bulunmuştur(Lopes et al., 2012).

2.3.2. Vücut Kütle İndeksi

Riddle ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, plantar fasiit hastalığına sahip 50 hasta ile 100 sağlıklı kontrol grubu karşılaştırılmıştır. Katılımcılar, Vücut Kütle İndeksi (VKİ) 30'un üzerinde ve 25'in altında olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Bulgular, VKİ'si 30'un üzerinde olan bireylerin plantar fasiit geliştirme riskinin, VKİ'si 25'in altında olanlara göre 5,6 kat daha yüksek olduğunu göstermiştir(Riddle et al., 2003). Yapılan bir sistematik inceleme, yetişkin obez bireylerin, normal kilolu bireylere kıyasla kronik plantar topuk ağrısı ve genel ayak ağrısına maruz kalma olasılığının üç kat daha yüksek olduğunu göstermiştir (Butterworth et al., 2012).

2.3.3. Uzun Süre Ayakta Durma

Plantar fasiit ile sert yüzeylerde uzun süre yürüme veya ayakta durma arasında bir ilişki olduğunu gösteren, iki vaka-kontrol ve bir kesitsel çalışmadan elde edilen kanıtlar düşük kalitededir (Waclawski et al., 2015). Hem atletik hem de atletik olmayan, mesleki olarak uzun süre ayakta kalan veya günlerinin çoğunu ayakta geçiren popülasyonlarda plantar fasiit insidansının arttığı gözlemlenmiştir (van Leeuwen et al., 2016).

2.3.4. Ayak Biyomekaniği

Çalışmalar arasında ayak postürleri, anatomik özellikler ve ark ölçümlerinin analiz edilme yöntemlerinde yüksek derecede değişkenlik bulunmuştur. Plantar fasiit gelişimi ile aşağıdaki faktörler arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır:

- Ön ayak pronasyonu
- Aşırı veya kısıtlı ayak bileği dorsifleksiyonu
- Pes kavus ark postürü
- Varus diz hizalanması
- Azalmış düz bacak elevasyonu ve hamstring kontraktürleri (van Leeuwen et al., 2016; Waclawski et al., 2015).

2.3.5. Diğer Faktörler

- Artmış plantar fasya kalınlığı: Ultrason ve MRG ölçümlerinin görüntüleme analizinde gösterilmiştir.

- Tendinopati veya kırık öyküsü: Orta kalitede prospektif kohort çalışmasında ilişkili bulunmuştur
- Ayakkabı Seçimi: Uygun olmayan, yetersiz destekli veya aşınmış ayakkabılar, ayağın biyomekanikini bozarak doku üzerindeki yükü artırır.
- Zemin Koşulları: Sert yüzeylerde koşmak veya yürümek, fasya üzerindeki reaksiyon kuvvetlerini artırarak stresi yükseltir.
- Aşırı Kullanım Stresi: Koşucularda antrenman hacmindeki veya yoğunluğundaki ani artışlar, plantar fasiitin en sık görülen nedenlerinden biridir.
- Mesleki Faktörler: Uzun süre ayakta kalmayı veya ağırlık taşımayı gerektiren meslekler, plantar fasiit için önemli bir risk faktörüdür (Barry, 2016).

2.4. Plantar Fasiit Hastalığının Biyomekanik Temelleri

Hicks ve ark., ayağı ve bağlarını kemer benzeri üçgen bir yapı olarak tanımlamıştır (Hicks, 1954). Kalkaneus, midtarsal eklem ve metatarslardan (medial longitudinal ark) oluşan bölüm bu yapının kemerini meydana getirirken, plantar fasya kalkaneustan falankslara uzanan destek elemanı işlevi görmektedir. Vücut ağırlığından kaynaklanan dikey kuvvetler tibia aracılığıyla aşağıya iletilerek medial longitudinal arkı yassılaştırma eğilimi gösterir. Buna ek olarak, yer reaksiyon kuvvetleri kalkaneus ve metatars başları üzerinden yukarıya doğru iletilir ve bu kuvvetlerin tibianın hem posterior hem de anterioruna etki etmesi, arkin yassılaşmasını artırıcı bir mekanizma olarak rol oynayabilir. Bu mekanizmaya da **windlass** mekanizmasını denmektedir (Bolgla & Malone, 2004).

2.5. Yürüyüş Sırasında Ayağın Biyomekanik Özellikleri

Ayak; ilerlemeyi sağlama, düzensiz zeminlere uyum, şok absorpsiyonu ve vücut ağırlığını destekleme gibi temel işlevlere sahiptir. Düzensiz yüzeylere uyum zemine adaptasyonu, şok absorpsiyonu ise yer reaksiyon kuvvetlerinin dağılımını ifade eder. Ayrıca ayak, vücut ağırlığını hem statik hem de dinamik yüklenme altında taşır (Bolgla & Malone, 2004; Hunter & Fortune, 2000). Yürüyüş döngüsü topuğun yere süpüne pozisyonunda temasıyla başlar. Topuk

temasından ağırlık kabulüne geçerken subtalar eklem pronasyona girer; bu, yer reaksiyon kuvvetlerinin absorpsiyonu ve zemine uyum için gerekli ayak mobilitesini sağlar. Ağırlık kabulü sonunda maksimum pronasyon oluşur, ardından orta duruştan parmakla ayrılma fazına kadar süpinasyon gerçekleşerek itiş için rijit kaldıraç oluşturulur (Levangie & Norkin, 2011).

Yürüyüş sırasında ayağa etki eden kuvvetler medial longitudinal arkın bütünlüğünü tehdit edebilir. Bu arkı koruyan mekanizmalar olmadan sistematik ve verimli yürüme mümkün değildir. Plantar fasyanın yönelimi, arkın korunmasını destekler ve yürüyüş boyunca pronasyon ile süpinasyonun miktar ve zamanlamasına önemli katkı sağlar.

2.6. Koşu Sırasında Ayağın Biyomekanik Özellikleri

Hem anatomik hem de antrenmana bağlı faktörlerin koşucularda plantar fasiit gelişimine katkıda bulunabileceği bildirilmektedir. Mekanik aşırı yüklenme ve plantar fasyada gerilme en yaygın etiyolojik nedenlerdir. Ayak yapısı, arka ayak eversiyonu ve plantar yüklenme gibi intrinsik; aşırı kullanım, antrenman hataları ve uygunsuz ayakkabı seçimi gibi ekstrinsik faktörler de incelenmiştir. Plantar fasiit koşucularda sık görülse de, koşu mekaniği ile ilişkisini araştıran çalışmalar sınırlı olup, mevcut araştırmalar ayak-ayak bileği mekaniği, yüklenme hızı ve plantar basınç dağılımına odaklanmaktadır (Bolgla & Malone, 2004; Petraglia et al., 2017). Yapılan bir çalışmada, düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip koşucular ile koşucu olmayanlar arasında plantar fasiit insidansı açısından fark bulunmamıştır. Kadınların erkeklere göre yaklaşık iki kat, yaşlı bireylerin ise her yıl için %4 artan oranda daha yüksek risk taşıdığı bildirilmiştir. Haftada ≥ 41 km koşanlar, koşmayanlar veya orta düzeyde koşanlara (6–20 km/hafta) kıyasla 4–6 kat daha yüksek risk altındadır; ancak aynı yaşta kadın ve erkek koşucular arasında risk farkı yoktur. Daha önce önerilen biyomekanik risk faktörleri (ör. yüklenme hızı) etkili bulunmazken, duruş sırasında artan ayak bileği abduksiyonunun koruyucu olabileceği belirtilmiştir (Plesek et al., 2025).

3. PLANTAR FASIİT REHABİLİTASYONUNDA EGZERSİZ TEMELLİ YAKLAŞIMLAR

Fizyoterapi uygulamaları, plantar fasiit tedavisinde esneklik, kuvvet ve biyomekanik hizalanmanın sağlanmasında merkezi bir rol oynar. Baldır

kasları, Aşıl tendonu ve ayak intrinsik (iç) kaslarını hedefleyen terapötik egzersizler, optimal fonksiyonun yeniden kazanılmasına ve plantar fasya üzerindeki yükün azaltılmasına yardımcı olabilir. Ayrıca, masaj, germe ve eklem mobilizasyonlarını içeren manuel terapi teknikleri; kas ve fasya gerginliğinin azaltılmasında, doku hareketliliğinin artırılmasında ve iyileşme sürecinin desteklenmesinde kullanılabilir (Fraser vd., 2017)and Current Procedural Terminology codes were used to identify evaluations (97001. Genel olarak, konservatif yöntemlerle hedefe yönelik rehabilitasyon stratejilerini birleştiren kapsamlı bir tedavi yaklaşımı, plantar fasiitin başarılı şekilde yönetilmesi ve uzun vadeli iyileşmenin sağlanmasında en yüksek potansiyeli sunmaktadır (Díaz López & Guzmán Carrasco, 2014).

Plantar fasya ve Aşıl tendonunun gerilmesi, plantar fasiit tedavisinde temel yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Germe programının amacı, plantar fasyanın gerginliği veya gergin Aşıl tendonu tarafından oluşturulan kompresyon nedeniyle plantar fasya üzerinde gelişen stresi azaltmaktır. Bu durum, her iki yapının da kalkaneusa yerleşmesiyle ilişkilidir (Pfeffer vd. 1999).

Plantar fasya ve triceps surae kasının gerilmesi, plantar fasiitin konservatif tedavisinde sıkça başvuru alan yöntemler arasındadır. Sweeting ve ark. (Sweeting vd., 2011), germe egzersizlerinin etkilerini inceleyen sistematik bir derlemede, bu yaklaşımın ağrı semptomlarını azaltmaya yardımcı olabileceğini bildirmiştir. Bununla birlikte, ideal tekrar sayısı ve uygulama sıklığı konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır. Ayrıca, germe ve güçlendirme egzersizlerinin birlikte uygulanmasının ek yararlar sağladığına dair bir kanıt da mevcut değildir (Sweeting vd., 2011).

Diğer çalışmalar, plantar fasiit tedavisinde germe egzersizlerinin faydalarını desteklemektedir (Digiovanni vd., 2003; Sharma & Loudon, 2010; Sweeting vd., 2011)but the use of a day-wear static progressive stretch brace has not been studied. A randomized, single-blinded trial was conducted to compare the effectiveness of a static progressive stretch brace to standard care of active stretching exercises. Thirteen subjects (12 women and 1 man; mean age, 42 $\pm$ 9.0 years. Literatürdeki protokoller çeşitlilik göstermektedir: DiGiovanni ve ark. (2003), 101 hastaya günde üç kez, 10 saniyelik 10 tekrardan oluşan plantar fasya veya triceps surae germe egzersizi uygulamıştır. Radford ve ark. (2007) ise günde 5 dakika ağırlık taşıma pozisyonunda triceps surae gemesi yaptırmıştır. Hyland ve ark. (Hyland vd., 2006) ile Sharma ve ark. (2011) ise günde üç kez, 30 saniyelik üç tekrar şeklinde plantar fasya ve triceps surae gemesi uygulatmıştır.

DiGiovanni ve arkadaşları, kronik plantar fasiitli hastalarda ağırlık taşımayan plantar fasya germe programını reçetesiz yumuşak tabanlıklar ve hasta eğitim videosu ile birlikte uygulamış aynı rejim içerisinde plantar fasya germe yerine Aşil tendonu germesinin kullanıldığı bir protokolle karşılaştırmıştır. Çalışma bulguları, sekiz haftalık takip sonunda plantar fasya germe grubunun birçok sonuç ölçütünde Aşil tendonu germe grubuna kıyasla anlamlı üstünlük gösterdiğini ortaya koymuş; bu doğrultuda plantar fasya germenin, plantar fasiit tedavisinde Aşil tendonu germeye göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, çalışmada uzun dönemli takip yapılmamış ve yaklaşık %20 oranında katılımcı kaybı yaşanmıştır (Digiovanni vd. 2003).

Porter ve arkadaşları ise, dört aylık bir takip süresi boyunca sürekli ve aralıklı Aşil tendonu germe egzersizlerinin dorsifleksiyon, ağrı ve fonksiyon üzerindeki etkilerini karşılaştıran bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada denekler iki müdahale grubuna rastgele ayrılmış, ayrıca karşılaştırma amacıyla asemptomatik bireylerden oluşan üçüncü bir kontrol grubu dahil edilmiştir. Çalışmada, iki germe protokolü arasında sonuç ölçütleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Bununla birlikte, her iki grupta da başlangıç değerlerine kıyasla ağrı, fonksiyon ve dorsifleksiyon açısından iyileşme gözlenmiş; elde edilen sonuçların asemptomatik kontrol grubunun değerlerine yaklaştığı rapor edilmiştir. Aralıklı germe grubunda, özellikle ilk ayda daha belirgin bir iyileşme eğilimi kaydedilmiş ve tedaviye uyumun bu grupta daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, artan Aşil tendonu esnekliğinin ayak ve ayak bileği ağrısında azalma ve fonksiyonda artış ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar, tedavide kritik unsurun her gün düzenli olarak germe yapılması olduğunu, kullanılan germe tekniğinin ise ikincil önemde bulunduğunu belirtmişlerdir. Ancak çalışmada uzun dönemli takip yapılmamış olup, kayıp oranı aralıklı germe grubunda %35, sürekli germe grubunda %25,9 ve toplamda %29,8 olarak bildirilmiştir (Porter vd., 2002). The optimal duration and frequency of the exercises has not been reported. The purpose of this study was to evaluate and compare the effectiveness of sustained and intermittent Achilles tendon stretching for the relief of pain associated with painful heel syndrome. This prospective, randomized, blinded study was performed from May 1997 to July 2000. A total of 94 people (122 affected feet. Benzer şekilde, Pfeffer ve arkadaşlarının çalışmalarında, germe programının plantar fasiit tedavi planlarının temel bileşenlerinden biri olması gerektiğini vurgulamışlardır (Pfeffer vd., 1999).

İntrinsik Ayak Kasları, bacakta yer alan eksternal kasların aksine, tüm anatomik bağlantılarını ayak içinde bulundurur. Bu kasların, ayak-zemin temasında ortaya çıkan enerjinin sönümlenmesine yardımcı olduğu ve itme fazında ayağın sertleşmesini destekleyerek kritik bir rol oynadığı gösterilmiştir (Farris vd., 2019; Kelly vd., 2019). İntrinsik ayak kaslarının pasif yapılarla kıyaslandığında ayırt edici katkısı, ayağın değişen taleplere (örneğin hızlanma, yavaşlama, yüzey koşulları ve ayakkabı farklılıkları) yanıt verebilmesi için enerjetik işlevini aktif şekilde modüle etme yeteneğidir (Kelly vd., 2018; Riddick vd., 2019). İntrinsik ayak kaslarını güçlendirmeye yönelik egzersiz müdahaleleri; ayak parmaklarının interfalangeal ve metatarsofalangeal eklemlerinin bir yüke karşı fleksiyonunu içeren bir antrenman protokolü (Hashimoto & Sakuraba, 2014), havlu kıvrırma egzersizleri (Lynn vd., 2012) ve kısa ayak egzersizlerini (short foot exercise) (Lynn vd., 2012; Mulligan & Cook, 2013) içermektedir. Literatürde, kısa ayak egzersizi uygulaması topuk yükseltme varyasyonlarıyla birlikte en sık incelenen egzersizlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Rathleff vd., 2015; Skou vd., 2012). Kısa ayak egzersizi, uzun parmak fleksörlerinin aktivasyonundan kaçınarak, ayak parmaklarını kıvrımadan ayağı kısaltma ve böylece medial arkı yükseltme üzerine odaklanmaktadır. Bu müdahale, maksimal kuvvet üretiminden ziyade intrinsik ayak kasları aktivasyonunu hedefleyen submaksimal bir egzersiz niteliğindedir (Mulligan & Cook, 2013).

Miyofasyal gevşetme teknikleri adezyonları azaltmayı, doku hareketliliğini geri kazandırmayı ve biyomekanik hizalanmayı optimize etmeyi amaçlayan manuel terapi ve egzersiz temelli müdahaleleri kapsar (Duncan, 2022). Miyofasyal gevşetme egzersizlerinin plantar fasiitli bireylerde terapötik etki göstermesinin temel mekanizmalarından biri, fasyal adezyonların çözülmesi ve doku hareketliliğinin yeniden sağlanmasıdır (Barnes, 1997). Köpük silindir uygulamaları, masaj ve germe egzersizleri gibi teknikler; plantar fasya ve çevresindeki yumuşak dokuları hedef alarak tekrarlayan mekanik stres ve mikrotravmalar sonucunda oluşan adezyonların ve skar dokusunun parçalanmasına katkı sağlamaktadır (Behm & Wilke, 2019).

Yürüme sırasında kuvvet ve yük dağılımı, plantar fasiitin varlığında değişime uğrayarak ayak bileği ekleminin biyomekaniğini etkilemektedir. Ağrı ve inflamasyon, yürüyüş mekaniğinde telafi edici değişikliklere yol açarak anormal ayak bileği hareketlerine ve eklem üzerindeki mekanik strese artışa neden olabilir. Bu kompensatuvar tepkiler hareket kabiliyetini azaltmakta, alt ekstremite hizalanmasını bozmakta ve ayak bileği instabilitesini

şiddetlendirerek dinamik dengeyi olumsuz etkilemektedir. Plantar fasya, uzunlamasına arkusu destekleyen kasların zayıf olması ve fasya esnekliğinin azalması durumunda, artan yüklem stresi ile karşı karşıya kalmakta ve ayak eversiyonuna neden olmaktadır. Sonuçta etkilenen tarafta kalça düşmekte, kalçanın internal rotasyonu artmakta ve diz eklemleri arasındaki boşluk daralmaktadır (Lee vd., 2022). Bu mekanik zincir, plantar fasyada aşırı yüklenmeye, kas dengesizliklerine ve normal yürüyüş paterninin bozulmasına yol açarak bireyin dinamik dengesini olumsuz yönde etkileyip fonksiyonel performansın azalmasına neden olabilmektedir (Sasun vd., 2024). Ayak core (çekirdek) egzersizleri ise ayak hizalanmasının korunması, ayak kemeri pozisyonunun desteklenmesi ve denge performansının artırılması amacıyla ayak tabanındaki proprioseptörleri aktive etmektedir. Yürüyüş eğitimi üzerine yapılan çalışmalar, adım düzeninin aniden değişmesi durumunda yaralanma riskini azaltmak amacıyla bu egzersizleri protokollere dahil etmeye başlamıştır. Ayak kaslarını kuvvetlendirmek için etkili yöntemler olduğu gösterilen havlu kıvrırma, ayak kubbeleştirme ve parmak açma egzersizleri; ayak kaslarını güçlendirerek medial arkın stabilitesini desteklemektedir (Kim vd., 2022).

Propriyoseptif nöromüsküler fasilasyon (PNF), fonksiyonel kapasiteyi geliştirmek amacıyla egzersiz ve spor alanlarında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Özellikle ayak bileği PNF teknikleri, ayağın iç ve dış kas gruplarının hareket paternlerini güçlendirmek ve senkronize etmek için zamanlamaya odaklanmaktadır (Park vd., 2021). 2021 yılında yürütülen bir sistematik derleme ve meta-analiz, ayak ve ayak bileği kaslarını güçlendirmeye yönelik egzersizlere katılımın, kronik ayak bileği instabilitesi olan bireylerde eklem pozisyon duygusunu anlamlı şekilde iyileştirebileceğini göstermiştir (Rhim vd., 2021).

4. SONUÇ

Plantar fasiit, günlük yaşam ve fiziksel aktivite üzerinde önemli etkileri olan kronik bir topuk ağrısı nedenidir. Mevcut kanıtlar, egzersiz temelli fizyoterapi yaklaşımlarının, özellikle plantar fasya ve triceps surae germe, intrinsik ayak kaslarını güçlendirme ve miyofasyal gevşetme tekniklerinin, ağrı ve fonksiyon kaybının azaltılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Manuel terapi, ortotik destek ve nöromüsküler yeniden eğitim gibi tamamlayıcı yöntemlerle birleştirildiğinde, bu müdahaleler hem kısa hem

de uzun vadeli iyileşmeye katkı sağlayabilir. Güncel sistematik çalışmalar ve kılavuzlar, terapötik egzersizlerin güvenli, uygulanabilir ve etkili birinci basamak müdahale olduğunu doğrulamaktadır. Bu nedenle, plantar fasiit rehabilitasyonunda bireyselleştirilmiş ve çok modlu egzersiz temelli yaklaşımların uygulanması, hastaların fonksiyonel kapasitesini artırmak ve yaşam kalitesini iyileştirmek açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

- Barnes, M. F. (1997). The basic science of myofascial release: Morphologic change in connective tissue. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1(4), 231-238. [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(97\)80051-4](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(97)80051-4).
- Barry, M. (2016). Causation and risk factors of Plantar Fasciitis. *Acc Research*, 12(1), 1-37.
- Behm, D. G., & Wilke, J. (2019). Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 49(8), 1173-1181. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01149-y>.
- Bolgia, L. A., & Malone, T. R. (2004). Plantar fasciitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice. *J Athl Train*, 39(1), 77-82.
- Buchanan, B. K., & Kushner, D. (2017). Plantar fasciitis. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK431073/>.
- Butterworth, P. A., Landorf, K. B., Smith, S., & Menz, H. B. (2012). The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: a systematic review. *Obesity Reviews*, 13(7), 630-642.
- Chen, T. L.-W., Wong, D. W.-C., Wang, Y., Lin, J., & Zhang, M. (2019). Foot arch deformation and plantar fascia loading during running with rearfoot strike and forefoot strike: a dynamic finite element analysis. *Journal of Biomechanics*, 83, 260-272.
- Cutts, S., Obi, N., Pasapula, C., & Chan, W. (2012). Plantar fasciitis. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 94(8), 539-542.
- Díaz López, A. M., & Guzmán Carrasco, P. (2014). Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar: Revisión sistemática. *Revista Española de Salud Pública*, 88(1), 157-178. <https://doi.org/10.4321/S1135-57272014000100010>.
- Digiovanni, B. F., Nawoczenski, D. A., Lintal, M. E., Moore, E. A., Murray, J. C., Wilding, G. E., & Baumhauer, J. F. (2003). Tissue-specific plantar fascia-stretching exercise enhances outcomes in patients with chronic heel pain: A prospective, randomized study. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 85(7), 1270-1277. <https://doi.org/10.2106/00004623-200307000-00013>.

- Duncan, R. (2022). *Myofascial release: Hands-on guides for therapists* (Second edition). Human Kinetics.
- Farris, D. J., Kelly, L. A., Cresswell, A. G., & Lichtwark, G. A. (2019). The functional importance of human foot muscles for bipedal locomotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1645-1650. <https://doi.org/10.1073/pnas.1812820116>.
- Fraser, J. J., Glaviano, N. R., & Hertel, J. (2017). Utilization of Physical Therapy Intervention Among Patients With Plantar Fasciitis in the United States. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(2), 49-55. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.6999>.
- Hashimoto, T., & Sakuraba, K. (2014). Strength Training for the Intrinsic Flexor Muscles of the Foot: Effects on Muscle Strength, the Foot Arch, and Dynamic Parameters Before and After the Training. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(3), 373-376. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.373>.
- Hicks, J. H. (1954). The mechanics of the foot: II. The plantar aponeurosis and the arch. *Journal of Anatomy*, 88(Pt 1), 25.
- Hill, C. L., Gill, T. K., Menz, H. B., & Taylor, A. W. (2008). Prevalence and correlates of foot pain in a population-based study: the North West Adelaide health study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 1(1), 2.
- Hyland, M. R., Webber-Gaffney, A., Cohen, L., & Lichtman, S. W. (2006). Randomized Controlled Trial of Calcaneal Taping, Sham Taping, and Plantar Fascia Stretching for the Short-Term Management of Plantar Heel Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(6), 364-371. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.2078>.
- Hunter, L., & Fortune, J. (2000). Foot and ankle biomechanics. *South African Journal of Physiotherapy*, 56(1), 17.
- Jarde, O., Diebold, P., Havet, E., Boulu, G., & Vernois, J. (2003). Degenerative lesions of the plantar fascia: surgical treatment by fasciectomy and excision of the heel spur. A report on 38 cases. *Acta Orthop Belg*, 69(3), 267-274.
- Kelly, L. A., Cresswell, A. G., & Farris, D. J. (2018). The energetic behaviour of the human foot across a range of running speeds. *Scientific Reports*, 8(1), 10576. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28946-1>.

- Kelly, L. A., Farris, D. J., Cresswell, A. G., & Lichtwark, G. A. (2019). Intrinsic foot muscles contribute to elastic energy storage and return in the human foot. *Journal of Applied Physiology*, 126(1), 231-238. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00736.2018>.
- Kim, H.-J., Cho, J., & Lee, S. (2022). Talonavicular joint mobilization and foot core strengthening in patellofemoral pain syndrome: A single-blind, three-armed randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 150. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05099-x>.
- Lee, J. H., Shin, K. H., Jung, T. S., & Jang, W. Y. (2022). Lower Extremity Muscle Performance and Foot Pressure in Patients Who Have Plantar Fasciitis with and without Flat Foot Posture. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 87. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010087>.
- Levangie, P. K., & Norkin, C. C. (2011). *Joint structure and function: a comprehensive analysis*. FA Davis.
- Lopes, A. D., Hespanhol Júnior, L. C., Yeung, S. S., & Costa, L. O. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Med*, 42(10), 891-905. <https://doi.org/10.1007/bf03262301>.
- Lynn, S. K., Padilla, R. A., & Tsang, K. K. W. (2012). Differences in Static- and Dynamic-Balance Task Performance After 4 Weeks of Intrinsic-Foot-Muscle Training: The Short-Foot Exercise Versus the Towel-Curl Exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(4), 327-333. <https://doi.org/10.1123/jsr.21.4.327>.
- Martin, R. L., Davenport, T. E., Reischl, S. F., McPoil, T. G., Matheson, J. W., Wukich, D. K., & McDonough, C. M. (2014). Heel pain-plantar fasciitis: revision 2014. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44(11), A1-33. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.0303>
- Mulligan, E. P., & Cook, P. G. (2013). Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual Therapy*, 18(5), 425-430. <https://doi.org/10.1016/j.math.2013.02.007>.

- Park, D.-J., Lee, K.-S., & Park, S.-Y. (2021). Effects of Two Foot-Ankle Interventions on Foot Structure, Function, and Balance Ability in Obese People with Pes Planus. *Healthcare*, 9(6), 667. <https://doi.org/10.3390/healthcare9060667>.
- Petraglia, F., Ramazzina, I., & Costantino, C. (2017). Plantar fasciitis in athletes: diagnostic and treatment strategies. A systematic review. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 7(1), 107.
- Pfeffer, G., Bacchetti, P., Deland, J., Lewis, A., Anderson, R., Davis, W., Alvarez, R., Brodsky, J., Cooper, P., Frey, C., Herhck, R., Myerson, M., Sammarco, J., Janecki, C., Ross, S., Bowman, M., & Smith, R. (1999). Comparison of Custom and Prefabricated Orthoses in the Initial Treatment of Proximal Plantar Fasciitis. *Foot & Ankle International*, 20(4), 214-221. <https://doi.org/10.1177/107110079902000402>.
- Pleseck, J., Hamill, J., Burda, M., Elavsky, S., Skypala, J., Urbaczka, J., Freedman-Silvernail, J., Zahradnik, D., Uchytel, J., & Jandacka, D. (2025). Running Distance and Biomechanical Risk Factors for Plantar Fasciitis: A 1-yr Prospective 4HAIE Cohort Study. *Med Sci Sports Exerc*, 57(4), 756-766. <https://doi.org/10.1249/mss.00000000000003617>.
- Pohl, M. B., Hamill, J., & Davis, I. S. (2009). Biomechanical and anatomic factors associated with a history of plantar fasciitis in female runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 19(5), 372-376.
- Porter, D., Barrill, E., Oneacre, K., & May, B. D. (2002). The Effects of Duration and Frequency of Achilles Tendon Stretching on Dorsiflexion and Outcome in Painful Heel Syndrome: A Randomized, Blinded, Control Study. *Foot & Ankle International*, 23(7), 619-624. <https://doi.org/10.1177/107110070202300706>.
- Rabadi, D., Seo, S., Wong, B., Chung, D., Rai, V., & Agrawal, D. K. (2022). Immunopathogenesis, early Detection, current therapies and prevention of plantar Fasciitis: A concise review. *International Immunopharmacology*, 110, 109023.
- Rathleff, M. S., Mølgaard, C. M., Fredberg, U., Kaalund, S., Andersen, K. B., Jensen, T. T., Aaskov, S., & Olesen, J. L. (2015). High-load strength training improves outcome in patients with plantar fasciitis: A randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(3). <https://doi.org/10.1111/sms.12313>.

- Rhim, H. C., Kwon, J., Park, J., Borg-Stein, J., & Tenforde, A. S. (2021). A Systematic Review of Systematic Reviews on the Epidemiology, Evaluation, and Treatment of Plantar Fasciitis. *Life*, 11(12), 1287. <https://doi.org/10.3390/life11121287>.
- Riddle, D. L., Pulisic, M., Pidcoe, P., & Johnson, R. E. (2003). Risk factors for plantar fasciitis: a matched case-control study. *JBJS*, 85(5), 872-877.
- Riddick, R., Farris, D. J., & Kelly, L. A. (2019). The foot is more than a spring: Human foot muscles perform work to adapt to the energetic requirements of locomotion. *Journal of The Royal Society Interface*, 16(150), 20180680. <https://doi.org/10.1098/rsif.2018.0680>.
- Sasun, A. R., Babar, T., & Dadgal, R. (2024). Effectiveness of Ankle Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Techniques in Restoring the Biomechanical Integrity of the Ankle Following Plantar Fasciitis: An Experimental Study. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.64371>.
- Schwartz, E. N., & Su, J. (2014). Plantar Fasciitis: A Concise Review. *The Permanente Journal*, 18(1). <https://doi.org/10.7812/TPP/13-113>.
- Sharma, N. K., & Loudon, J. K. (2010). Static Progressive Stretch Brace as a Treatment of Pain and Functional Limitations Associated With Plantar Fasciitis: A Pilot Study. *Foot & Ankle Specialist*, 3(3), 117-124. <https://doi.org/10.1177/1938640010365183>.
- Skou, S. T., Rathleff, M. S., Moelgaard, C. M., Rasmussen, S., & Olesen, J. L. (2012). The influence of time-of-day variation and loading on the aponeurosis plantaris pedis: An ultrasonographic study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 52(5), 506-512.
- Sweeting, D., Parish, B., Hooper, L., & Chester, R. (2011). The effectiveness of manual stretching in the treatment of plantar heel pain: A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-4-19>.
- Tseng, W.-C., Chen, Y.-C., Lee, T.-M., & Chen, W.-S. (2023). Plantar fasciitis: An updated review. *Journal of Medical Ultrasound*, 31(4), 268-274.
- van Leeuwen, K. D., Rogers, J., Winzenberg, T., & van Middelkoop, M. (2016). Higher body mass index is associated with plantar fasciopathy/plantar fasciitis': systematic review and meta-

- analysis of various clinical and imaging risk factors. *Br J Sports Med*, 50(16), 972-981. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094695>.
- Waclawski, E. R., Beach, J., Milne, A., Yacyshyn, E., & Dryden, D. M. (2015). Systematic review: plantar fasciitis and prolonged weight bearing. *Occup Med (Lond)*, 65(2), 97-106. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqu177>.
- Wearing, S. C., Smeathers, J. E., Urry, S. R., Hennig, E. M., & Hills, A. P. (2006). The pathomechanics of plantar fasciitis. *Sports Med*, 36(7), 585-611. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636070-00004>.
- Wiegand, K., Tandy, R., & Silvernail, J. F. (2022). Plantar fasciitis injury status influences foot mechanics during running. *Clinical Biomechanics*, 97, 105712.

SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

Mehmet CANLI¹

İrem CANLI²

1. GİRİŞ

Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında animasyonlar ve üç boyutlu görseller vasıtasıyla, bilgisayar tarafından oluşturulmuş dinamik bir ortam ile kişi arasında karşılıklı etkileşim sağlayarak kişilere gerçekmiş hissi veren bir teknolojidir (Wilson, Foreman, & Stanton, 1997). Sanal gerçeklik kişinin hissettiği ortama bağlı olarak işitsel, görsel, dokunsal ve hareket gibi kişinin çoklu duyuşsal bilgileri aracılığıyla gerçek zamanlı etkileşimini ve uyarılmasını içeren insan-bilgisayar etkileşiminin gelişmiş bir formudur (Tier, Morone, Paolucci, & Iosa, 2018). Sanal ortam, kişi ile ortam arasında karşılıklı etkileşim sağladığı için televizyon veya video oyunu gibi diğer görsel görüntüleme tekniklerinden farklıdır (Shahab, Raisi, Hejrati, Taheri, & Meghdari, 2019).

Sanal gerçeklik uygulamaları imersiyon kavramı (fiziksel olarak sanal bir ortamda bulunma algısı) ve bu kavramın alt tipleri ile sınıflandırılmaktadır (Lee, Jung, Yun, Oh, & Seo, 2020). Sanal gerçeklik uygulamaları imersiyonun derecesine göre; immersive, semi-immersive ve non-immersive olarak üç grupta incelenmektedir (Mujber, Szecsi, & Hashmi, 2004). Non-immersive sanal gerçeklik uygulamaları bireyin fare ve joystick aracılığıyla çevresi ile etkileşimde olmasına olanak tanırken, immersive sanal gerçeklik uygulamalarında bireyin vücuduna araçlar bağlanarak çevre ile etkileşimi sağlanır (Henderson, Korner-Bitensky, & Levin, 2007). Semi-immersive sanal gerçeklik uygulamalarında ise, sanal görüntüler avatarlar yerine gerçek görüntüler üzerine yansıtılır (An & Park, 2018).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, canlimehmet600@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8868-9599

² Araştırma Görevlisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, iremvalamur@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4478-3660

2. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ GELİŞİM SÜRECİ

Kavramsal açıdan incelendiğinde sanal gerçeklik kavramının ve onunla ilişkili uygulamaların ilk olarak hangi tarihte ortaya çıktığı konusunda tam olarak bir fikir birliği bulunmamaktadır (Haydar Hoşgör, 2022). Bir kaynakta sanal gerçeklik kavramı ilk kez Jaron Lanier tarafından 1980’lerin sonunda kullanılmış olsa da, kökeninin 1960’ların ortalarına dayandığı ve Ivan Sutherland tarafından ortaya atıldığı bilgisine yer verilmektedir (Öztürk & Sondaş, 2020). Sanal gerçeklik kavramı Gaddis tarafından hayali dünya ile bilgisayarın etkileşimi olarak tanımlanırken, Oppenheim tarafından ise işitsel ve görsel teknolojilerin yardımı ile insan ve makine arasındaki etkileşiminin algılanması olarak ifade edilir (Gaddis, 1998; Oppenheim, 1993).

Tarihsel süreçte sanal gerçeklik uygulamaları; bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak ilerlemiştir (Şekerci, 2017). 1962 yılında Mortan Heilig tarafından Sensorama ilk çoklu duyu simülatörü olarak tasarlanırken, 1965 yılında Ivan Sutherland etkileşimli grafikler ve farklı duysal nitelikleri olan yapay dünya konseptini tasarlamıştır (Holloway & Lastra, 1993; Sutherland, 1965). Bu yapay dünyanın ilk kez kişilerce kullanabilmesi için Head Mounted Display de Ivan Sutherland tarafından geliştirmiştir (Sutherland, 1965).

Sanal gerçeklik uygulamaları tarih boyunca farklı amaçlara bağlı olarak çeşitli alanlarda kullanılmıştır (H Hoşgör, 2022). Eğlence amaçlı olarak kullanılmaya başlayan sanal gerçeklik uygulamaları günümüzdeki teknolojik gelişmeler ile daha uygun fiyatlı ve taşınabilir hale geldiği için sağlık, eğitim, lojistik, tasarım, ticaret, turizm ve savunma gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadır (H.,Hoşgör, 2022; Ridout, Kelson, Campbell, & Steinbeck, 2021).

3. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ KULLANIM ALANLARI

Teknolojik gelişmeler hem günlük hayatımızı kolaylaştırır hem de farklı türden deneyimlere sahip olmamıza olanak tanır. Bu teknolojik gelişmelerden biri olan sanal gerçeklik uygulamaları farklı alanlarda farklı amaçlara göre yararlanılabilen bir yapıya sahiptir (Emre, Selçuk, Budak, Bütün, & Şimşek, 2019).

Günümüzde sanal gerçeklik uygulamaları, öğrencilerin bilimsel gerçeklikleri daha iyi ve hızlı bir şekilde öğrenmelerine önemli bir katkıda bulunmaktadır. Özellikle sağlık, matematik, fen ve havacılık gibi farklı eğitim branşlarında kullanılması eğitimin kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Bayraktar & Kaleli, 2007). Sanal gerçeklik uygulamaları; soyut, karmaşık ve anlaşılması zor olan konuları görsel olarak desteklemede, tehlike arz eden kimya deneylerinin güvenilir bir şekilde yapılmasında, tarih derslerinde görselliğin ön plana çıkarılmasında, uzak coğrafi şekillerin gerçekmiş gibi algılanmasında, yabancı dil eğitimlerinin verimli bir hale getirilip öğrenilmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Derman, 2012; Şahinler Albayrak, 2015). Öğrenciler, sanal gerçeklik uygulamalarının sağladığı faydalar ile istedikleri şeyleri yapabilir, ifade edebilir ve yeni şeyler oluşturabilirler. Böylelikle sanal gerçeklik uygulamaları etkili bir öğretim modeli ile öğrencilerin problem çözme ve yeni fikirler oluşturabilme becerilerinin de gelişimine yardımcı olmaktadır (Pan, Cheok, Yang, Zhu, & Shi, 2006).

Endüstriyel alanda rekabet koşullarının gelişmesi, müşterilere ve onların gereksinimlerine göre etkili ve hızlı iletişim kurabilecek olan sanal gerçeklik uygulamalarını daha cazip hale getirmektedir. Sanal gerçeklik uygulamaları endüstriyel alanda birçok sürecin şekillendirilmesinde kullanılabilecek önemli bir teknolojidir (Bayraktar & Kaleli, 2007).

Sanal gerçeklik uygulamaları sağladığı kolaylıklardan dolayı mimarlık ve mühendislik gibi alanlarda da sıklıkla kullanılmaktadır. Sanal ortam yardımı ile kişiler tasarlanan mekânları görebilir ve mekânların içerisinde geziyormuş gibi hissedebilir. Bu durumda kişi gerçekte tamamlanmamış bir projenin sanal ortam yardımı ile tamamlanmış halini görebilmektedir (Derman, 2012). Sanal ortam sayesinde tamamlanmış hali görülen projede istenilen değişikliklerin yapılması konusunda da bu durum oldukça önemlidir (Kurbanoğlu, 1996).

Özellikle Covid-19 küresel salgınının turizm üzerinde oluşturduğu olumsuz etkileri azaltmak ve turizmi canlandırmak için sanal gerçeklik uygulamaları önemli stratejik bir araç olarak görülmekteydi (Ioannides & Gyimóthy, 2020). Bugün turizm sektöründe sanal gerçeklik uygulamaları tasarım, eğlence ve simülasyon gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Guttentag, 2010).

Sanal gerçeklik uygulamalarının kullanım alanlarından birisi de sağlık alanıdır. Sağlık alanında sanal gerçeklik uygulamaları hastalıklardan korunmak, mevcut hastalıkların teşhisi, tedavisi, rehabilitasyon süreçleri ve cerrahi gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Haydar Hoşgör, 2022). Ayrıca sağlık alanında sanal gerçeklik uygulamalarının hastaların psikolojik durumlarına olumlu etki ettiği ve tedavi sürelerini kısalttığı çalışmalarla bildirilmiştir (Haydar Hoşgör, 2022).

4. SANAL GERÇEKLIK UYGULAMALARININ TEDAVİ MODALİTESİ OLARAK KULLANIMI

Sanal gerçeklik uygulamaları kontrol edilebilen, objektif bir uyarım ile rehabilitasyon sürecini değerlendirebilir ve geliştirebilir (Lange et al., 2011). Son zamanlarda sanal gerçeklik uygulamaları hastaların rehabilitasyon süreçlerinde yaygın bir şekilde kullanılarak klinik uygulamalarda önemli rol oynamasının yanı sıra koruyucu sağlık hizmetlerini de destekleyen bir araçtır. Rehabilitasyon sürecinde sanal gerçeklik uygulamaları, tehlike potansiyeli olan durumlardan gerçek bir çevre yerine sanal bir ortam yardımıyla kaçınılmasını ve aynı zamanda uygulamaların sanal ortamda daha hızlı gerçekleşmesini sağlama gibi faydalara sahiptir. Bu faydalar hastaların iyileşme sürelerine ve motivasyonlarına katkı sağlayabilir (Cuperus et al., 2018; Lányi, 2006). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde kişinin motivasyon seviyesinin tedavi sonuçları üzerinde önemli bir role sahip olduğu bildirilmiştir (Chan, Hagger, & Spray, 2011).

Sanal gerçeklik uygulamaları rehabilitasyon sürecinde alt ve üst ekstremitte fonksiyonlarını, algılamayı, ağrı ve anksiyete yönetimini, kognitif fonksiyonları, yemek hazırlama, araba kullanma gibi farklı fonksiyonel görevleri yerine getirme becerisini geliştirmek için kullanılmaktadır (Deutsch, 2011; Henderson et al., 2007). Bu uygulamaların temeli motor öğrenme prensiplerine dayanır (Lotze, Braun, Birbaumer, Anders, & Cohen, 2003). Motor kontrol ve motor öğrenme süreçlerinde, premotor korteks önemli bir yere sahiptir. Premotor korteks ventral ve dorsal premotor korteks olmak üzere ikiye ayrılır. Dorsal premotor korteks amaca yönelik hareketin pozisyonunu sağlayan nöronları içerir ve hareketin erken aşamasında aktif olup zihinsel haritalanmanın sağlanmasına yardımcı olur. Hareketin öğrenilmesi, motor planlama, postüral kontrolün sağlanması ve sürdürülmesinde de bu nöronlar görev alırlar. Ventral premotor korteks nöronları da ayna nöron

mekanizmasının önemli bir parçasıdır (Kantak, Stinear, Buch, & Cohen, 2012). Ayna nöron mekanizmaları ise motor öğrenmenin fizyolojik temelini oluşturmaktadır. Ayna nöronlar hareket hayal edildiğinde, gözlemlendiğinde, gerçekleştiğinde ve hatta dinlenme durumunda bile aktive olabilirler. Ayrıca ventral premotor korteksteki ayna nöronlar gözlem ve taklit ile öğrenme süreçlerine önemli katkıda bulunurlar (Kantak et al., 2012). Yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik uygulamalarının motor korteksi fasilite ettiği ve böylelikle ayna nöron mekanizmasının kortikal reorganizasyonu uyardığı ve buna bağlı olarak fonksiyonel iyileşmeye yardımcı olduğu bildirilmiştir (Cross, Kraemer, Hamilton, Kelley, & Grafton, 2009; Williams, Galna, Morris, & Olver, 2010).

Motor öğrenme prensipleri incelendiğinde rehabilitasyon sürecinde uygulanan hedefe yönelik, tekrarlı hareketlere ve iyi bir motivasyona bağlı olarak yapılan egzersiz programlarının oldukça önemli olduğu belirtilmektedir (Lotze et al., 2003). Pozitif geri bildirimler ve tekrarlı hareketler ile desteklenen sanal gerçeklik uygulamaları kişilerin günlük yaşam aktivitelerinde gerekli fonksiyonel bağımsızlıklarının kazanılmasına katkı sağlar (Holden, 2005). Yapılan bir çalışmada, sanal gerçeklik uygulamalarının engelli bireylerde kaybedilen motor becerilerin yeniden kazanılmasına yardımcı olabileceği bildirilmiştir (Holden, 2005).

Birçok çalışmada sanal gerçeklik uygulamalarının amaca yönelik, fonksiyonel, eğlenceli ve motive edici bir rehabilitasyon aracı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Bell, Nicholas, Alvarez-Jimenez, Thompson, & Valmaggia, 2020; Mortensen, Kristensen, Brooks, & Brooks, 2015; Mousavi Hondori & Khademi, 2014; Schmid, Glässel, & Schuster-Amft, 2016; Tay, Lee, Yong, & Wong, 2018). Literatür incelendiğinde fibromiyalji sendromu olan 15 kadın hastada kronik ağrıyı azaltmak amacıyla sanal gerçeklik uygulamaları kullanılmış olup ağrının önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Mortensen et al., 2015). Başka bir çalışmada sanal gerçeklik uygulamaları yaşlı bireylerde yürüyüş eğitimi amacı ile kullanılmıştır (Stone & Skubic, 2012). Serebral palsi rehabilitasyonunda sanal gerçeklik uygulamalarının konvansiyonel tedaviye ek olarak kullanılmasının tedavi başarısını artırabileceği yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ökmen, 2013). Pınar ve Yılmaz (Pınar & Yılmaz, 2018) serebral palsi rehabilitasyonunda 12 hafta boyunca haftada iki kere uygulanan sanal gerçeklik uygulamalarının denge ve yürüme parametreleri üzerinde olumlu etkilere yol açabileceğini bildirmişlerdir. Le May ve ark. (Le May, Paquin, Fortin, & Khadra, 2016)

yanık tedavisinde kullanılan sanal gerçeklik uygulamalarının çocukların anksiyete ve ağrı düzeylerini anlamlı bir şekilde azalttığını bulmuşlardır. Diz osteoartriti olan hastalarda yapılan bir çalışmada ise konvansiyonel egzersiz programı ile karşılaştırıldığında sanal gerçeklik uygulamalarının hastaların fiziksel fonksiyonlarında daha anlamlı bir artış sağladığı bildirilmiştir (Yılmaz, 2015).

5. SONUÇ

Sanal gerçeklik uygulamaları günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Sağlık alanında sanal gerçeklik uygulamalarına hem eğitim hem de rehabilitasyon amacı ile sıklıkla başvurulmaktadır. Hastaların ihtiyaçlarına göre değiştirilebilen eğlenceli sanal ortamlar hastaların motivasyonlarını ve tedaviye katılımlarını olumlu bir şekilde etkilemektedir.

Sanal gerçeklik uygulamalarının çok boyutlu ve gerçeğe yakın olması, çoklu uygulama imkanı sunması ve bireylerle etkileşim halinde olması gibi özellikleri bakımından farklı alanlarda kullanılabilmesi mümkündür (Döner & Yeşilbalkan, 2024). Sanal gerçeklik uygulamalarının hastalara eğlenceli ve farklı sanal ortamlar sunması hastaların tedaviye katılımını ve bireysel tedavi programlarının oluşturulmasını sağlamaktadır (Yates, Kelemen, & Sik Lanyi, 2016). Sanal gerçeklik uygulamalarının sunduğu hastaların yetenek ve ihtiyaçlarına göre değiştirilebilen eğlenceli sanal ortamlar hastaların tedaviye katılımını ve uyumunu artırır (Ayed et al., 2019).

Bu sonuçların doğruluğunu ve uygulanabilirliğini kanıtlamak amacıyla farklı örneklem ve popülasyonda çeşitli sanal gerçeklik müdahaleleri kullanılarak randomize kontrollü çalışmaların yapılması önerilmektedir (Döner & Yeşilbalkan, 2024).

KAYNAKÇA

- An, C.-M., & Park, Y.-H. (2018). The effects of semi-immersive virtual reality therapy on standing balance and upright mobility function in individuals with chronic incomplete spinal cord injury: A preliminary study. *The journal of spinal cord medicine*, 41(2), 223–229.
- Ayed, I., Ghazel, A., Jaume-i-Capo, A., Moya-Alcover, G., Varona, J., & Martínez-Bueso, P. (2019). Vision-based serious games and virtual reality systems for motor rehabilitation: A review geared toward a research methodology. *International journal of medical informatics*, 131, 103909.
- Bayraktar, E., & Kaleli, F. (2007). Sanal gerçeklik ve uygulama alanları. *Akademik Bilişim*, 1(6).
- Bell, I. H., Nicholas, J., Alvarez-Jimenez, M., Thompson, A., & Valmaggia, L. (2020). Virtual reality as a clinical tool in mental health research and practice. *Dialogues in clinical neuroscience*, 22(2), 169–177.
- Chan, D. K.-C., Hagger, M. S., & Spray, C. M. (2011). Treatment motivation for rehabilitation after a sport injury: Application of the trans-contextual model. *Psychology of sport and exercise*, 12(2), 83–92.
- Cross, E. S., Kraemer, D. J., Hamilton, A. F. d. C., Kelley, W. M., & Grafton, S. T. (2009). Sensitivity of the action observation network to physical and observational learning. *Cerebral cortex*, 19(2), 315–326.
- Cuperus, A. A., Keizer, A., Evers, A. W., van den Houten, M. M., Teijink, J. A., & van der Ham, I. J. (2018). Manipulating spatial distance in virtual reality: Effects on treadmill walking performance in patients with intermittent claudication. *Computers in Human Behavior*, 79, 211–216.
- Derman, E. (2012). 360 derece panoramik sanal tur uygulaması: Dumlupınar Üniversitesi örneği. Sosyal Bilimler Enstitüsü,
- Deutsch, J. E. (2011). Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes. *Journal of Diabetes Science and Technology*, 5(2), 309–314.
- Döner, N. H., & Yeşilbalkan, Ö. U. (2024). Geçmişten Geleceğe: Sağlıkta Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 9(1), 143–149.

- Emre, İ. E., Selçuk, M., Budak, V. Ö., Bütün, M., & Şimşek, İ. (2019). Eğitim amaçlı sanal gerçeklik uygulamalarında kullanılan cihazların daldırma açısından incelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12(2), 119–129.
- Gaddis, T. (1998). Virtual reality in the school. *Virtual reality and Education laboratory*.
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism management*, 31(5), 637–651.
- Henderson, A., Korner-Bitensky, N., & Levin, M. (2007). Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Topics in stroke rehabilitation*, 14(2), 52–61.
- Holden, M. K. (2005). Virtual environments for motor rehabilitation. *Cyberpsychology & behavior*, 8(3), 187–211.
- Holloway, R., & Lastra, A. (1993). *Virtual environments: A survey of the technology*.
- Hoşgör, H. (2022). Sağlık Alanında Sanal Gerçekliğin Kullanımı: Türkiye ve Dünyadan Örnekler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 647–660.
- Hoşgör, H. (2022). *Sağlıkta yapay zekâ ve robotik*: Dora Yayıncılık.
- Ioannides, D., & Gyimóthy, S. (2020). The COVID-19 crisis as an opportunity for escaping the unsustainable global tourism path. *Tourism Geographies*, 22(3), 624–632.
- Kantak, S. S., Stinear, J. W., Buch, E. R., & Cohen, L. G. (2012). Rewiring the brain: potential role of the premotor cortex in motor control, learning, and recovery of function following brain injury. *Neurorehabilitation and neural repair*, 26(3), 282–292.
- Kurbanoğlu, S. S. (1996). Sanal gerçeklik: Gerçek mi, değil mi? *Türk Kütüphaneciliği*, 10(1), 21–31.
- Lange, B., Chang, C.-Y., Suma, E., Newman, B., Rizzo, A. S., & Bolas, M. (2011). *Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor*. Paper presented at the 2011 annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society.

- Lányi, C. S. (2006). Virtual reality in healthcare. In *Intelligent paradigms for assistive and preventive healthcare* (pp. 87–116): Springer.
- Le May, S., Paquin, D., Fortin, J.-S., & Khadra, C. (2016). *DREAM project: Using virtual reality to decrease pain and anxiety of children with burns during treatments*. Paper presented at the Proceedings of the 2016 Virtual Reality International Conference.
- Lee, S. H., Jung, H. Y., Yun, S. J., Oh, B. M., & Seo, H. G. (2020). Upper extremity rehabilitation using fully immersive virtual reality games with a head mount display: a feasibility study. *Pm&r*, 12(3), 257–262.
- Lotze, M., Braun, C., Birbaumer, N., Anders, S., & Cohen, L. G. (2003). Motor learning elicited by voluntary drive. *Brain*, 126(4), 866–872.
- Mortensen, J., Kristensen, L. Q., Brooks, E. P., & Brooks, A. L. (2015). Women with fibromyalgia's experience with three motion-controlled video game consoles and indicators of symptom severity and performance of activities of daily living. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 10(1), 61–66.
- Mousavi Hondori, H., & Khademi, M. (2014). A review on technical and clinical impact of microsoft kinect on physical therapy and rehabilitation. *Journal of medical engineering*, 2014.
- Mujber, T. S., Szecsi, T., & Hashmi, M. S. (2004). Virtual reality applications in manufacturing process simulation. *Journal of materials processing technology*, 155, 1834–1838.
- Oppenheim, C. (1993). Virtual reality and the virtual library. *Information services and use*, 13(3), 215–227.
- Ökmen, M., et. al. . (2013). Serebral Palsili Çocuklarda Sanal Gerçeklik Terapisinin Ruhsal Uyuma Etkisi. *Archives of Neuropsychiatry/ Noropsikiatri Arsivi*, 50(1).
- Öztürk, E. O., & Sondaş, A. (2020). Sanal sağlık: Sağlıkta sanal gerçekliğe genel bakış. *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 164–169.
- Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & graphics*, 30(1), 20–28.

- Pınar, K., & Yılmaz, Ö. T. (2018). Serebral Palsi’de interaktif video oyunlarının denge ve performans üzerine akut etkisi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 6(2), 95–104.
- Ridout, B., Kelson, J., Campbell, A., & Steinbeck, K. (2021). Effectiveness of virtual reality interventions for adolescent patients in hospital settings: systematic review. *Journal of medical Internet research*, 23(6), e24967.
- Schmid, L., Glässel, A., & Schuster-Amft, C. (2016). Therapists’ perspective on virtual reality training in patients after stroke: a qualitative study reporting focus group results from three hospitals. *Stroke research and treatment*, 2016.
- Shahab, M., Raisi, M., Hejrati, M., Taheri, A., & Meghdari, A. (2019). *Virtual reality robot for rehabilitation of children with cerebral palsy (CP)*. Paper presented at the 2019 7th International Conference on Robotics and Mechatronics (ICRoM).
- Stone, E. E., & Skubic, M. (2012). *Capturing habitual, in-home gait parameter trends using an inexpensive depth camera*. Paper presented at the 2012 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- Sutherland, I. E. (1965). *The ultimate display*. Paper presented at the Proceedings of the IFIP Congress.
- Şahinler Albayrak, M. (2015). *Kinect kullanılan 3 boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının ilkökul öğrencilerinin yabancı dilde kelime öğrenimine etkisi*. Sosyal Bilimler Enstitüsü,
- Şekerci, C. (2017). Sanal Gerçeklik Kavramının Tarihçesi. *Journal of international social research*, 10(54).
- Tay, E. L., Lee, S. W. H., Yong, G. H., & Wong, C. P. (2018). A systematic review and meta-analysis of the efficacy of custom game based virtual rehabilitation in improving physical functioning of patients with acquired brain injury. *Technology and Disability*, 30(1-2), 1–23.
- Tieri, G., Morone, G., Paolucci, S., & Iosa, M. (2018). Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies. *Expert review of medical devices*, 15(2), 107–117.

- Williams, G., Galna, B., Morris, M. E., & Olver, J. (2010). Spatiotemporal deficits and kinematic classification of gait following a traumatic brain injury: a systematic review. *The Journal of head trauma rehabilitation*, 25(5), 366–374.
- Wilson, P. N., Foreman, N., & Stanton, D. (1997). Virtual reality, disability and rehabilitation. *Disability and rehabilitation*, 19(6), 213–220.
- Yates, M., Kelemen, A., & Sik Lanyi, C. (2016). Virtual reality gaming in the rehabilitation of the upper extremities post-stroke. *Brain injury*, 30(7), 855–863.
- Yılmaz, S. (2015). Diz osteoartrit hastalarında oyun tabanlı egzersizlerin ağrı, fonksiyonel mobilite ve denge üzerine etkisi: Randomize kontrollü çalışma.

FEMOROASETABULAR IMPINGEMENT SENDROMU

Adil SONGUR¹

1. GİRİŞ

Femoroasetabular impingement (FAI), kalça eklemine anormal morfolojisiyle karakterize edilen ve özellikle genç, aktif bireylerde giderek daha sık tanımlanan önemli bir ortopedik sağlık sorunudur. Günlük aktivitelerde ağrıya, hareket kısıtlılığına ve fonksiyon kaybına yol açabilen bu durum, tedavi edilmediğinde erken yaşta osteoartrit gelişimine neden olarak bireyin yaşam kalitesini ve uzun vadeli eklem sağlığını ciddi biçimde tehdit etmektedir. FAI, çoğunlukla cam, pincer ya da mikst tip deformiteler şeklinde ortaya çıkmakta ve her bir morfolojik varyasyon farklı klinik seyirler göstermektedir (Fortier, 2022: 1-2). Hastalığın etyopatogenezi yalnızca yapısal anormalliklerle sınırlı olmayıp, genetik faktörler, büyüme dönemindeki yüklenmeler, spor aktiviteleri ve tekrarlayan mikrotravmaların da rol oynadığı multidisipliner bir perspektiften değerlendirilmektedir.

Bu yönüyle FAI, yalnızca bireysel sağlık sorunlarıyla sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda toplum sağlığı ve sağlık sistemleri açısından da dikkatle ele alınması gereken bir klinik tablodur. Nitekim erken tanı ve uygun tedavi yaklaşımları, bireylerin sportif ve mesleki performanslarının korunmasında kritik role sahiptir. Bu doğrultuda yapılacak bilinçlendirme çalışmaları, FAI'nin erken belirtilerinin toplum tarafından daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacaktır. Özellikle sportif bireylerde bu durum göz önünde bulundurulduğunda, birincil sağlık hizmetlerinde FAI'ye yönelik tanılmalık yaklaşımların güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır (Rodrigues, 2025; Rimmasch ve Ravert, 2013: 607).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, FAI'nin cam tipi, pincer tipi ve mikst tip deformiteler şeklinde sınıflandırıldığını ve bu morfolojik farklılıkların kalça eklemine mekanik çatışmaya neden olarak kıkırdak ve labrum hasarına yol açtığını ortaya koymuştur. Klinik muayene bulgularının yanında, manyetik

¹ Phd. PT., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Etlik Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, adilsngr@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-1170-1633.

rezonans görüntüleme (MRG) ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi ileri görüntüleme yöntemlerinin kullanımıyla tanısal doğruluk artmıştır. Böylece erken evrede müdahale imkânı güçlenmiştir (Gómez-Verdejo vd., 2024: 315-319). Aktivite modifikasyonu, farmakolojik ajanlar ve fizik tedavi gibi cerrahi dışı yöntemlerin yanı sıra, minimal invaziv artroskopik cerrahi teknikleri kapsayan tedavi yaklaşımları da son yıllarda ön plana çıkmıştır. Literatürde, erken ve doğru tanı ile uygun tedavi planlamasının uzun vadeli eklem fonksiyonunu korumada belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Egger vd., 2016; Berguerand vd., 2025).

Bu çalışmanın amacı, femoroasetabular impingementin tanımı ve tarihçesi, epidemiyolojik özellikleri, anatomik ve patofizyolojik mekanizmaları, klinik belirtileri, tanı yöntemleri ve güncel tedavi yaklaşımlarını kapsamlı bir biçimde incelemektir. Böylece, FAI'nin anlaşılması ve yönetimine ilişkin güncel bilgi birikiminin ortaya konulması hedeflenmekte, hem sağlık profesyonellerine klinik pratikte yol gösterici olacak hem de ilerleyen araştırmalara katkı sağlayacak bütüncül bir bakış açısı sunulmaktadır.

2. FEMOROASETABULAR IMPINGEMENT (FAI) SENDROMU: MORFOLOJİ VE PATOFİZYOLOJİ

Femoroasetabular impingement (FAI), asetabulum ile proksimal femur arasındaki mekanik uyumsuzlukla karakterize edilen, özellikle genç erişkinler ve aktif bireylerde kalça ağrısına yol açan patolojik bir durumdur (Banerjee ve McLean, 2011: 23). Tarihsel olarak FAI, tedavi edilmediğinde kalça osteoartritinin önemli bir nedeni olarak kabul görmüştür. Bu nedenle erken tanı ve müdahale, hastalığın ilerlemesini önlemede kritik rol oynamıştır (Tosun & Ersin, 2022: 12). Epidemiyolojik açıdan FAI'nin, özellikle tekrarlayıcı kalça fleksiyonu ve rotasyonu gerektiren sporlarda yer alan atletleri etkilediği, bu nedenle belirli yaş grupları ve aktivite düzeylerindeki yaygınlığının anlaşılmasının önemli olduğu görülmektedir (O'Rourke ve Bitar, 2023). Anatomik olarak ise FAI, cam, pincer ve mikst tip olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Cam tipinde femur başının anormal şekillenmesi labrum yırtıklarına yol açarken, pincer tipi asetabulumun femur başını aşırı örtmesiyle karakterize olup kıkırdak hasarına da sebep olabilmektedir (Tosun & Ersin, 2022: 12).

FAI sendromu, temel olarak iki ana morfolojik anormallik veya bunların kombinasyonu sonucu meydana gelir: “Cam” ve “Pincer” tipi impingement.

Cam tipi impingement, femur başı ile boynu birleşimindeki asferik (küresel olmayan) yapıdan kaynaklanır (Aksoy, 2016: 2). Bu morfolojik bozukluk, kalça fleksiyonu (bükülmesi) ve iç rotasyonu sırasında anormal kemik çıkıntısının asetabulum (kalça yuvası) kenarına çarparak buradaki kıkırdak ve labrum (eklem dudağı) üzerinde makaslama kuvvetleri oluşturmaya neden olur. Bu durum, zamanla labrumda yırtıklara ve asetabular kıkırdakta delaminasyona (katmanlarına ayrılma) yol açar (Songür & Dilek, 2021: 68; Aksoy, 2016: 1-2).

Pincer tipi impingement ise, asetabulumun femur başını aşırı örtmesi (fokal veya genel) sonucu ortaya çıkar. Bu durumda, femur boynu normal morfolojide olsa bile, hareketin son noktalarında asetabulum kenarına çarparak labrumda ezilme tipi hasara ve kıkırdakta kontrküp (karşı darbe) yaralanmalarına sebep olur (Yücekul & Aksoy, 2017: 58). Ezilme hasarı öncelikle labrumda gelişir. Olguların büyük bir kısmında ise bu iki morfolojinin bir arada bulunduğu karma (mikst) tip FAI görülmektedir (Songür ve Dilek, 2021: 68).

Patofizyolojik süreç, bu tekrarlayan mekanik çatışmaların yol açtığı mikro travmalarla başlar ve ilerleyici eklem hasarı ile sonuçlanarak osteoartrit gelişimini hızlandırır. Bu durum, kalça eklemi fonksiyonunu önemli ölçüde etkilemekte ve özellikle fleksiyon ile iç rotasyonda hareket kısıtlılığına neden olmaktadır (Tosun & Ersin, 2022: 12). Böyle sınırlılıklar, kalıcı ağrıya yol açarak günlük aktiviteleri zorlaştırmakta, yaşam kalitesini düşürmekte ve psikolojik iyilik halini de olumsuz etkileyebilmektedir. Spor yapma ya da rutin işleri yerine getirme kapasitesinin azalması, hastalarda hayal kırıklığı ve kaygı düzeylerinin artmasına sebep olabilmektedir.

FAI sendromunun klinik prezentasyonunda, hastalar genellikle kasık bölgesinde lokalize ağrı, hareket sırasında klik sesi veya eklemde kilitlenme hissi gibi semptomlarla başvururlar. Ağrı çoğunlukla kalça ön yüzünde hissedilmekle birlikte, uyluğun iç yüzüne veya gluteal bölgeye yayılabilir. Bu semptomlar özellikle uzun süre oturma, yürüme, merdiven çıkma ve pivot hareketleri gerektiren sportif aktiviteler sırasında daha belirgin hale gelir. Hastalığın erken evrelerinde ağrı genellikle aralıklı ve aktiviteyle ilişkili iken, ilerleyen dönemlerde kronikleşerek istirahatde dahi devam edebilir. Ayrıca, eklemde sertlik, hareket açıklığında kısıtlılık ve fleksiyon-adduksiyon-iç rotasyon manevralarında ortaya çıkan ağrı, tanı koydurucu klinik bulgular arasında yer almaktadır. Gelişen bu tablo, yalnızca fiziksel performansı değil, günlük yaşam aktivitelerini de olumsuz yönde etkileyerek hastaların yaşam kalitesinde belirgin bir düşüşe yol açabilmektedir (Ersan vd., 2010: 108).

3. FEMOROASETABULAR İMPİNGEMENT (FAI) ETİYOLOJİSİ

Femoroasetabular impingement sendromu (FAI), genetik, gelişimsel ve çevresel faktörlerin karmaşık bir etkileşimiyle şekillenen çok faktörlü bir durumdur. FAI'nin etiyolojisi tam olarak aydınlatılamamış olsa da özellikle femoral baş ve asetabuler morfolojiyi etkileyen genetik yatkınlıklar, büyüme dönemindeki gelişimsel süreçlerle birleştiğinde hastalığın zeminini hazırlayabilmektedir (Tepeli ve Uzunkulaoğlu, 2016: 179). Genetik faktörlerin rolüne dair çalışmalar, kolajen genlerindeki mutasyonların veya kemik morfolojisini etkileyen genetik varyasyonların FAI riskini artırabileceğini öne sürmektedir. Ancak, bu konudaki kanıtlar henüz sınırlıdır (Gökkuş ve Aydın, 2016: 6).

Gelişimsel faktörler, FAI etiyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle ergenlik döneminde, kemik büyüme plakları kapanmadan önce yapılan yüksek yoğunluklu ve tekrarlayıcı kalça hareketleri içeren spor dalları (örneğin futbol, buz hokeyi, basketbol, bale) Cam tipi morfolojinin gelişiminde önemli bir risk faktörü olarak tanımlanmıştır (Tepeli ve Uzunkulaoğlu, 2016: 179). Bu dönemde femur başına binen aşırı yükler, epifiz plağında adaptif kemik yeniden şekillenmesine yol açarak asferik bir yapı oluşturabilir (Songür ve Dilek, 2021: 68; Tepeli ve Uzunkulaoğlu, 2016: 181). Pincer tipi morfoloji ise farklı mekanizmalarla ilişkilidir. Asetabular kenarın aşırı kapanması veya retroversiyon gibi anatomik varyasyonlar, bu tip FAI'nin oluşumunda önemli faktörlerdir. Ayrıca, tekrarlayan mikrotravmaların ve biyomekanik stresin asetabulumda anormal kemik büyümesine neden olabileceği bildirilmiştir (Ersan vd., 2010: 108).

Çevresel faktörler de FAI gelişiminde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Erken yaşlarda yoğun fiziksel aktiviteye maruz kalan bireylerde, kalça eklemine biyomekanik dengesizlikleri daha belirgin hale gelebilir. Özellikle asimetrik yüklenmeler veya uygunsuz spor teknikleri, kalça ekleminde anormal stres birikimine yol açarak FAI riskini artırabilir (Gökkuş ve Aydın, 2016: 6). Ergenlik döneminde yoğun fiziksel aktiviteler ve yüksek tekrarlı antrenmanlar, kalça eklemi üzerinde anormal stres birikimine sebep olarak FAI gelişimini tetikleyebilir. Ayrıca, obezite gibi eklem üzerine ek yük bindiren durumların da FAI riskini artırabileceği belirtilmiştir (Gökkuş ve Aydın, 2016: 4). Bu nedenle, sporla uğraşan genç bireylerde FAI daha sık görülmekte olup, erken dönemde uygun önleyici stratejiler (örneğin,

antrenman yoğunluğunun dengelenmesi, sporcu taramalarının yapılması ve eklem biyomekaniğini destekleyici rehabilitasyon programlarının uygulanması) riskin azaltılmasında önem taşımaktadır (Gökkuş ve Aydın, 2016: 6).

İlaveten genetik yatkınlık ve ailesel faktörlerin de rol oynayabileceğine dair çalışmalar bulunmakla birlikte, bu konudaki kanıtlar henüz sınırlıdır. Özellikle bazı genetik varyasyonların, kıkırdak ve kemik gelişimini etkileyerek FAI riskini artırabileceği düşünülmektedir. Örneğin, kolajen genlerindeki mutasyonların veya kemik morfolojisini etkileyen genetik faktörlerin FAI ile ilişkili olabileceği hipotezi üzerine çalışmalar devam etmektedir (Gökkuş ve Aydın, 2016: 6).

4. FEMOROASETABULAR İMPİNGEMENT SENDROMUNDA TANI YÖNTEMLERİ VE KLİNİK DEĞERLENDİRME

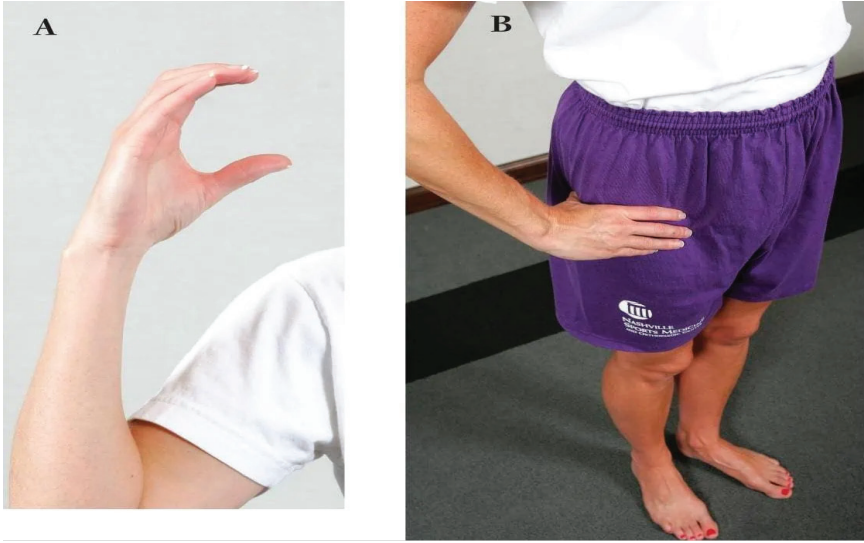
Femoroasetabular impingement sendromu (FAIS), akut kalça ağrısı ve özellikle kalça fleksiyonu ile iç rotasyonda hareket kısıtlılığı gibi klinik semptomlarla karakterizedir (Clohisy vd., 2009: 638). Tanı sürecinde fizik muayene bulguları kritik bir rol oynamaktadır. Özellikle kalça fleksiyonu, adduksiyon ve iç rotasyon kombinasyonunu değerlendiren FADIR (Flexion, Adduction, Internal Rotation) testi, FAI'nin saptanmasında en sık kullanılan klinik yöntemlerden biridir (Tepeli ve Uzunkulaoğlu, 2016: 182). Bu test sırasında ortaya çıkan ağrı veya rahatsızlık hissi, impingement varlığına işaret eder ve tanısız değer taşır (Tosun ve Ersin, 2022: 14).

Fizik muayene bulguları tanıya yönlendirici olsa da kesin tanı için görüntüleme yöntemleri vazgeçilmezdir. Direkt radyografiler (röntgen), kemik yapılarındaki morfolojik anormalliklerin ve Cam-Pincer deformitelerinin saptanmasında temel bir inceleme aracıdır. Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), eklem labrumundaki yırtıkların, kıkırdak hasarının ve erken dejeneratif değişikliklerin değerlendirilmesinde özellikle değerlidir. Ayrıca eklem içi sıvı birikimi ve yumuşak doku patolojileri de MRG ile ortaya konabilmektedir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ise kemik yapıların üç boyutlu değerlendirilmesine olanak sağlayarak morfolojik anomalilerin ayrıntılı incelenmesine imkân tanır. Gelişmiş X-ray, MRI, MRA ve 3D modelleme gibi yenilikçi yöntemler de femur başı ve asetabulum arasındaki uyumsuzlukların detaylı değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Tandoğan vd., 2016: 49;

Nicolas vd., 2010: 14-17). Ancak, bu görüntüleme tekniklerinin güvenilirlik ve doğruluk düzeyleri konusunda bazı zorluklar mevcut olup, klinik değerlendirme ile ileri görüntüleme yöntemlerinin birlikte kullanılması doğru tanı için bir zorunluluk haline gelmiştir (Tepeli ve Uzunkulaoğlu, 2016: 180).

4.1. Klinik Muayene ve Görüntüleme Yöntemleri

Hastalar tipik olarak kasık bölgesinde, özellikle kalçanın derin fleksiyonunu veya rotasyonunu gerektiren aktiviteler (derin çömelme, arabaya inip binme, uzun süre oturma) sırasında ortaya çıkan sinsi başlangıçlı ve batıcı bir ağrıdan şikâyet ederler.



Şekil 1. C İşareti

Ağrı, “C işareti” olarak bilinen, hastanın elini kalçasının yan tarafına C şeklinde koyarak tariflediği karakteristik bir yayılım gösterebilir (Demircioğlu vd., 2014: 138). Fizik muayenede, kalçanın fleksiyon, adduksiyon ve iç rotasyon (FADDIR testi) ile provoke edilmesiyle semptomlarının yeniden ortaya çıkması, femoroasetabular impingement (FAI) için yüksek bir klinik şüphe oluşturur.



Şekil 2. FADDIR testi ²

FADDIR testi, kalça ekleminin anterior impingementini değerlendirmede oldukça sensitif bir yöntem olup pozitif bir sonuç genellikle impingement varlığına işaret eder. Bununla birlikte, bu testin spesifikliğı sınırlı olabilir, bu nedenle diğer patolojilerin (örneğin, kalça osteoartriti veya kas-iskelet sistemi yaralanmaları) dışlanması için ek değerlendirmeler gereklidir (Güven vd., 2015: 1).

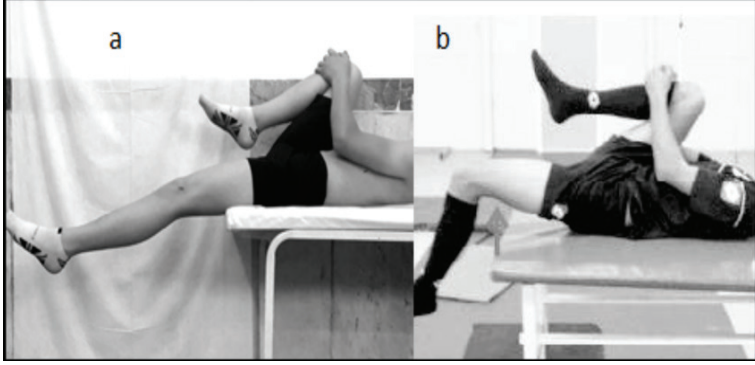
² Hastanın sırt üstü yatar pozisyonda diz ve kalça fleksiyon hareketi ile testi başlatır. Fleksiyonda tutulurken kalçaya adduksiyon ve iç rotasyon uygulanır, olası inguinal ağrı reproduksiyonu için izlenir. Test, klinisyen tarafından yatar pozisyonda gerçekleştirilmektedir (Wong vd., 2022).



Şekil 3. Posterior impingement testi ³

Posterior impingement testi (kalça ekstansiyonu, abduksiyon ve dış rotasyon kombinasyonu) Pincer tipi impingementi değerlendirmede kullanılabilir (Güven vd., 2015: 11; İnan ve Ömeroğlu, 2016: 14). Ayrıca, kalça eklemi hareket açıklığının ölçülmesi ve kas gücü testleri, fonksiyonel kısıtlamaların ve eşlik eden kas zayıflıklarının belirlenmesine yardımcı olur. Hastanın aktivite düzeyi, spor geçmişi ve semptomların başlangıç zamanı gibi detaylar, FAI'nin etiolojisini anlamada ve tedavi planını şekillendirmede önemli ipuçları sağlar (Ersan vd., 2010: 108; İnan ve Ömeroğlu, 2016: 13).

³ Hasta tedavi masasında sağlam tarafa yan yatış pozisyonunda, klinisyen ise hastanın arkasında ayakta pozisyonundadır. Klinisyen, hastanın etkilenen kalçasına maksimum ekstansiyon, dış rotasyon ve abduksiyon yönünde manevra uygular (Wong vd., 2022).

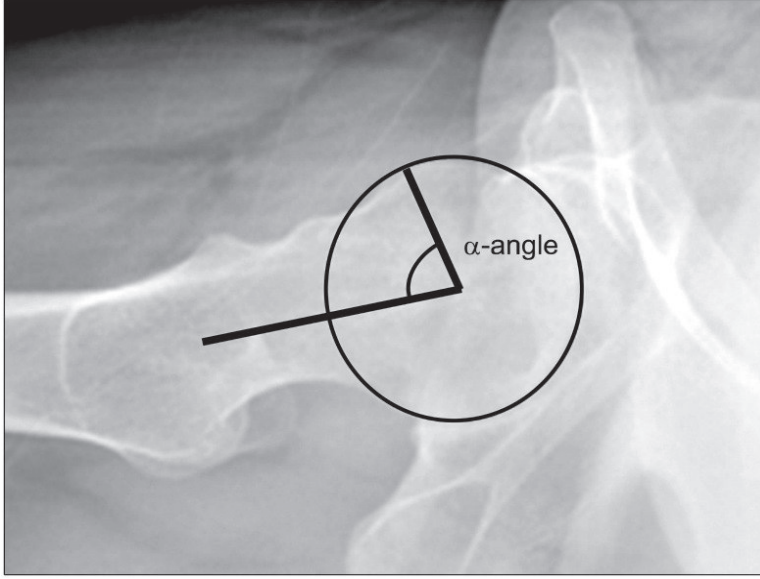


Şekil 4. Thomas Testi⁴

Thomas Testi, kalça fleksörlerinin kısıtlı uzunluğunu veya gerginliğini değerlendirmek için kullanılan yaygın bir klinik değerlendirme yöntemidir. Bu test, özellikle iliopsoas (IL) kas grubunun gerginliğini belirlemede yüksek duyarlılığa sahiptir. Bu yöntem yalnızca iliopsoas kasını değil, aynı zamanda rektus femoris ve tensor fascia lata gibi diğer kalça fleksörlerini de değerlendirmede klinisyene yol gösterici bilgiler sunar. Thomas Testi, rehabilitasyon programlarının planlanmasında, spor yaralanmalarının değerlendirilmesinde ve kas-iskelet sistemi kaynaklı kalça ağrılarının ayırıcı tanısında önemli bir ölçüm aracı olarak kullanılmaktadır (Aali vd., 2025: 3-4). Bunların dışında klinikte kullanılan düşük ve orta düzeyde hassasiyette sahip testler bulunmaktadır (Wong vd., 2022).

Öte yandan tanının kesinleştirilmesi ve kalça eklem morfolojisinin detaylı değerlendirilmesi için radyolojik görüntüleme yöntemleri de temel bir rol oynamaktadır. İlk basamak tetkikler arasında ön-arka pelvis ve lateral kalça grafileri yer almakta olup, bu yöntemlerle femoral baş ve asetabulum arasındaki yapısal ilişkiler değerlendirilir. Özellikle alfa açısı, lateral merkez-kenar açısı ve asetabuler örtünme derecesi gibi radyolojik parametreler, impingement tipinin belirlenmesinde önemli ipuçları sunmaktadır.

⁴ Görsel (a), negatif test sonucunu gösterir. Bu, iliopsoas esnekliğinin normal olduğunu ve kalçanın tam uzanımı ile uyluğun masaya temas ettiğini ifade eder. Görsel (b), pozitif test sonucunu gösterir. İliopsoas sıkılığına işaret eder, bu da uyluğun masaya ulaşamaması ve kısıtlı kalça uzanımı ile karakterize edilir (Aali vd., 2025: 3).



Şekil 5. Alfa açısı.

Alfa açısı, femur baş-boyun bileşkesindeki çıkıntının derecesini ölçerek Cam tipi impingementin varlığını değerlendirmede kritik bir parametre olarak kullanılmaktadır. Literatürde 55 derecenin üzerindeki alfa açıları genellikle patolojik kabul edilmekte ve FAI varlığıyla ilişkilendirilmektedir (Güven vd., 2015: 20-21; Griffin vd., 2016: 1171). Bu radyografik değerlendirmeler, yalnızca tanının doğrulanmasında değil, aynı zamanda cerrahi planlamada ve prognozun öngörülmesinde de yol gösterici olmaktadır.

Pincer tipi impingement, asetabular retroversiyon veya aşırı örtme bulguları röntgen görüntülerinde tespit edilebilir. Ancak labrum ve kıkırdak gibi yumuşak doku hasarlarını saptamada altın standart, manyetik rezonans (MR) görüntüleme veya MR artrografidir. MR artrografi, eklem içine kontrast madde enjeksiyonu ile labrum yırtıkları, kıkırdak delaminasyonu ve diğer intra-artiküler patolojilerin daha net görselleştirilmesini sağlar (Ceren vd., 2021: 406). Ayrıca, gelişmiş 3D bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleme, kemik yapıların detaylı analizi için kullanılabilir ve cerrahi planlama sürecinde önemli bir rol oynar (Tandoğan vd., 2016: 49).

Görüntüleme yöntemlerinin yanı sıra, dinamik ultrasonografi gibi yeni teknikler de FAI tanısında kullanılmaya başlanmıştır (Tandoğan, t.y.). Bu yöntem, kalça hareketleri sırasında impingementi gerçek zamanlı olarak değerlendirme imkânı sunar, ancak henüz yaygın bir kullanım alanı

bulmamıştır. Tanı sürecinde, görüntüleme bulgularının klinik semptomlarla korelasyonu büyük önem taşır, çünkü asemptomatik bireylerde de FAI'ye özgü morfolojik değişiklikler saptanabilir (Tandoğan vd., 2016: 49). Bu nedenle, yalnızca görüntüleme bulgularına dayanarak tedavi kararı verilmemeli, hastanın klinik prezentasyonu ve yaşam tarzı göz önünde bulundurulmalıdır.

FAI'nin klinik değerlendirmesi ve tanısı, kapsamlı bir hasta öyküsü, dikkatli bir fizik muayene ve uygun görüntüleme yöntemlerinin bir kombinasyonunu gerektirir. Erken ve doğru tanı, uygun tedavi stratejilerinin belirlenmesi ve osteoartrit gibi uzun vadeli komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Multidisipliner bir yaklaşım hem tanı doğruluğunu artırmak hem de hastaya özgü en uygun tedavi planını oluşturmak için elzemdir. Nitekim bu aşamalar fonksiyon kaybını azaltarak hastanın yaşam standartlarını önemli ölçüde iyileştirebilir.

5. MULTİDİSİPLİNER TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Femoroasetabular Impingement (FAI) tedavisi, hastanın semptomlarının şiddeti, aktivite düzeyi, yaşı ve eklemdaki yapısal hasarın derecesine bağlı olarak bireyselleştirilmiş bir yaklaşım gerektirir. Konservatif tedavi yöntemleri, fizyoterapi, non-steroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAID) ve aktivite modifikasyonu gibi temel yaklaşımları içerir. Fizyoterapi, kalça çevresi kasların güçlendirilmesi, eklem hareket açıklığının korunması ve biyomekanik dengenin sağlanması açısından kritik bir rol oynar. Aktivite modifikasyonu ise semptomları tetikleyen hareketlerin azaltılması ve eklem aşırı yük bindiren aktivitelerin düzenlenmesiyle gerçekleştirilir (Songür ve Dilek, 2021: 67-68).

Konservatif yöntemlerle yeterli iyileşme sağlanamayan veya ileri derecede yapısal hasarın bulunduğu durumlarda artroskopik cerrahi tercih edilmektedir. Bu minimal invaziv yöntem, Cam ve Pincer tipi anormalliklerin düzeltilmesi, asetabuler labrumun onarılması ve kıkırdak lezyonlarının tedavisi için etkili bir seçenektir (Nikou vd., 2025; Lucenti vd., 2024). Cerrahi sonrası rehabilitasyon süreci, tedavinin başarısında belirleyici bir faktördür. Bu süreçte, bireyselleştirilmiş egzersiz programları, eklem hareket açıklığını kademeli olarak artırmaya yönelik çalışmalar ve kas gücünü destekleyen fonksiyonel antrenmanlar yer alır. Amaç, hastaların günlük yaşam aktivitelerine ve sportif performanslarına güvenli bir şekilde dönmelerini sağlamaktır (Songür ve Dilek, 2021: 67-68; Monselli vd., 2024).

FAI'nin etiyolojisi, genetik yatkınlık, gelişimsel süreçler ve çevresel faktörlerin bir kombinasyonu ile şekillenir. Cam ve Pincer tipi morfolojiler farklı mekanizmalarla oluşsa da, her iki tipte de biyomekanik stres ve tekrarlayan mikrotravmalar önemli bir rol oynar. Bu çok yönlü etiyoloji, FAI'nin önlenmesi ve erken tanısı için multidisipliner bir yaklaşımı gerekli kılar. Erken tanı, biyomekanik risk faktörlerinin belirlenmesi ve uygun egzersiz programlarıyla desteklenmesiyle mümkün olabilir. Örneğin, yüksek riskli sporcularda düzenli taramalar ve koruyucu egzersizler, FAI'nin ilerlemesini önlemede etkili olabilir (Chaudhry ve Ayeni., 2014; Songür ve Dilek, 2021: 67-70).

Hasta eğitimi ve kişiselleştirilmiş egzersiz programları, Femoroasetabular Impingement (FAI) tedavisinde yalnızca semptomların kontrol altına alınmasında değil, aynı zamanda hastalığın nüks riskini azaltmada da temel bir rol oynar. Hasta eğitimi, bireylerin kendi durumlarını anlamalarını, tedavi sürecine aktif olarak katılmalarını ve uzun vadeli sağlık hedeflerine ulaşmalarını sağlar. Bu süreçte, hastaların FAI'nin biyomekanik nedenleri, tetikleyici faktörler ve günlük yaşamda dikkat edilmesi gerekenler hakkında bilgilendirilmesi önemlidir. Örneğin, hastalar, eklem aşırı yük bindiren hareketlerden kaçınmayı ve uygun duruş tekniklerini öğrenerek semptomların kötüleşmesini önleyebilir (Songür ve Dilek, 2021: 67-70). Ayrıca, bireyselleştirilmiş egzersiz programları, hastanın aktivite düzeyi, fiziksel kapasitesi ve eklemdeki yapısal hasarın derecesine göre tasarlanır. Bu programlar, kalça çevresi kasların güçlendirilmesi, eklem hareket açıklığının korunması ve fonksiyonel hareketlerin optimize edilmesi üzerine odaklanır. Özellikle, gluteal kaslar ve core stabilite kaslarının güçlendirilmesi, kalça eklemine biyomekanik dengesini destekleyerek nüks riskini azaltabilir (O'Rourke ve El Bitar, 2023).

Yapılan güncel bir derleme çalışmasında konservatif ve cerrahi tedavinin etkinliğini araştırılmıştır. Yazarlar hem konservatif rehabilitasyonun hem de cerrahi müdahalenin FAIS tedavisinde etkili olduğunu ve iki yaklaşımın uzun vadeli sonuçlarının genellikle birbirine benzer olduğunu belirtmişlerdir. Cerrahi müdahale ağrı giderme, hareket açıklığı ve fonksiyon açısından daha hızlı iyileşme sağlayabilirken, kor stabilizasyonu, aşamalı güçlendirme ve nöromüsküler antrenmanı içeren yapılandırılmış fizyoterapi programları da önemli faydalar sağlar ve birinci basamak tedavi olarak düşünülmelidir. Ameliyatla ilişkili potansiyel riskler ve iyileşme süresi göz önüne alındığında, konservatif tedaviye öncelik verilmeli ve cerrahi müdahale,

kalıcı semptomları veya ciddi fonksiyonel kısıtlamaları olan hastalar için saklı tutulmalıdır (Giorgi vd., 2025).

FAI'nin etkili yönetimi, bireyselleştirilmiş tedavi planları ve multidisipliner bir yaklaşımla mümkündür. Konservatif yöntemler, cerrahi müdahaleler ve kapsamlı bir rehabilitasyon süreci, hastaların fonksiyonel iyileşmesini desteklerken, erken tanı ve önleyici stratejiler hastalığın ilerlemesini engelleyebilir. Bu bütüncül yaklaşım hem semptomların kontrol altına alınmasını hem de uzun vadeli yaşam kalitesinin artırılmasını sağlamaktadır (Songür ve Dilek, 2021: 67-70).

6. SONUÇ

Femoroasetabular impingement (FAI), genç ve aktif popülasyonda giderek artan sıklıkla karşılaşılan, ağrıya, fonksiyon kaybına ve erken osteoartrit gelişimine yol açabilen önemli bir ortopedik sorundur. Bu sendromun yalnızca anatomik bir bozukluk değil, aynı zamanda gelişimsel, genetik ve çevresel etmenlerin bir araya gelmesiyle şekillenen çok boyutlu bir süreç olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, FAI'nin doğru biçimde tanımlanması ve klinik olarak yönetilmesi, hasta sonuçlarının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Klinik değerlendirme ve görüntüleme yöntemlerinin birlikte kullanımı, asemptomatik morfolojik değişiklikler ile semptomatik hastalık arasındaki ayrımın yapılabilmesi bakımından elzemdir. Bu bağlamda, yalnızca radyolojik bulgulara dayanarak tedavi kararı vermek doğru değildir. Semptomların varlığı, şiddeti ve hastanın yaşam tarzı ile beklentileri göz önünde bulundurulmalıdır. Bu yaklaşım hem gereksiz girişimlerin önüne geçmekte hem de tedavi planının bireyselleştirilmesine katkı sağlamaktadır.

FAI'nin yönetiminde bireyselleştirilmiş tedavi stratejileri öne çıkmaktadır. Hafif ve orta düzeydeki olgularda öncelik, fizyoterapi, aktivite modifikasyonu ve hasta eğitimi gibi konservatif yöntemlere verilmelidir. Daha ileri vakalarda ya da konservatif yaklaşımlara yanıt alınamayan durumlarda artroskopik cerrahi ve labrum onarımı gibi invaziv tedavi seçenekleri uygulanabilir. Cerrahi planlama sürecinde gelişmiş görüntüleme tekniklerinden yararlanılması ve ameliyat sonrası rehabilitasyonun multidisipliner bir ekip tarafından yürütülmesi, fonksiyonel sonuçların iyileştirilmesinde belirleyici rol oynamaktadır.

Mevcut literatür, FAI'nin erken tanısının, osteoartrite ilerlemenin önlenmesi ve hastaların yaşam kalitesinin korunması açısından hayati önem taşıdığını göstermektedir. Bu noktada özellikle riskli spor dallarıyla uğraşan genç bireylerde tarama programlarının geliştirilmesi, hastalığın erken evrede yakalanmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca, tanı sürecinde semptom-görüntüleme korelasyonunun dikkate alınması, yanlış tanı ve gereksiz girişimlerin önlenmesi için gereklidir. Bu nedenle multidisipliner yaklaşım ve hasta eğitimi, olumlu sonuçlar elde edilmesinde önemli rol oynar.

Gelecek çalışmalarda, genetik yatkınlığın rolünün daha iyi anlaşılması, dinamik görüntüleme tekniklerinin tanıya katkısının değerlendirilmesi ve konservatif tedavi ile cerrahi yaklaşımların uzun dönemli karşılaştırmalarının yapılması önem arz etmektedir. Böylelikle hem koruyucu stratejilerin güçlendirilmesi hem de tedavi algoritmalarının daha sağlam temellere oturtulması mümkün olacaktır. Sonuç olarak, FAI'nin yönetiminde erken tanı, klinik ve görüntüleme bulgularının bütüncül değerlendirilmesi ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının benimsenmesi, uzun vadeli başarı için temel koşullardır.

KAYNAKÇA

- Aali, S., Rezazadeh, F., Ardigò, L. P., & Badicu, G. (2025). Altered lower extremity muscle activity patterns due to iliopsoas tightness during single-leg landing. *Scientific Reports*, 15(1), 9477.
- Aksoy, C. (2016). Femoroasetabular sıkışma (FAS) sendromu-tarihçe, tanımlama ve doğal seyir. *TOTBİD Dergisi*, 15(1), 1-3.
- Banerjee, P., & McLean, C. R. (2011). Femoroacetabular impingement: A review of diagnosis and management. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 4(1), 23-32.
- Berguerand, C., Rossi, N., & Caliesch, R. (2025). Evaluation and synthesis of physiotherapy protocols for femoroacetabular impingement syndrome (FAIS): A scoping review. *Arch Physiother*, 15, 165-173.
- Ceren, M., Ten, B., & Yıldız, A. (2021). Eklem patolojilerinde MR artrografinin tanıya katkısı. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 14(3), 406-418.
- Chaudhry, H., & Ayeni, O. R. (2014). The etiology of femoroacetabular impingement: what we know and what we don't. *Sports health*, 6(2), 157-161.
- Clohisey, J. C., Knaus, E. R., Hunt, D. M., Leshner, J. M., Harris-Hayes, M., & Prather, H. (2009). Clinical presentation of patients with symptomatic anterior hip impingement. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(3), 638-644.
- Demircioğlu, Ö., Alkan, B. M., Fidan, F., & Bozkurt, M. (2014). Femoroasetabular sıkışma sendromu: Olgu sunumu. *Turkish Journal of Osteoporosis*, 20(3), 100-103.
- Egger, A. C., Frangiamore, S., & Rosneck, J. (2016). Femoroacetabular impingement: A review. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 24(4), 53-58.
- Ersan, Ö., Yıldız, Y., & Ateş, Y. (2010). Femoroasetabuler sıkışma. *TOTBİD Dergisi*, 9(2), 107-114.
- Fernando Gómez-Verdejo, E. A.-S., & Suarez-Ahedo, C. (2024). Review of femoroacetabular impingement syndrome. *Journal of Hip Preservation Surgery*, 11(4), 315-322.

- Fizyoplatforum (2020) Kalça Değerlendirmesi - Klinik Testler. Erişim Adresi: <https://www.fizyoplatforum.com/konu-kalca-degerlendirmesi-klinik-testler.html>
- Fortier, L. M., Popovsky, D., Durci, M. M., Norwood, H., Sherman, W. F., & Kaye, A. D. (2022). An updated review of femoroacetabular impingement syndrome. *Orthopedic Reviews*, 14(3), 37513.
- Giorgi, F., Platano, D., Berti, L., Donati, D., & Tedeschi, R. (2025). Optimizing Conservative Treatment for Femoroacetabular Impingement Syndrome: A Scoping Review of Rehabilitation Strategies. *Applied Sciences*, 15(5), 2821.
- Gökkuş, K., & Aydın, A. T. (2016). Femoroasetabular sıkışma-epidemiyoloji ve etiyopatogenez. *TOTBİD Dergisi*, 15(1), 4-11.
- Griffin, D. R., Dickenson, E. J., O'Donnell, J., Awan, T., Beck, M., Clohisy, J. C., ... & Bennell, K. L. (2016). The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): An international consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, 50(19), 1169-1176.
- Güven, M., Akman, B., & Aksu, B. Ç. (2015). Kalça ekleminde fizik muayene ve radyolojik değerlendirme. *TOTBİD Dergisi*, 14(1), 1-26.
- İnan, U., & Ömeroğlu, H. (2016). Femoroasetabular sıkışmada klinik inceleme. *TOTBİD Dergisi*, 15(1), 12-16.
- Nicolas, B., Philippe, T., Joffrey, C., Frederic, M., Jean, M. F., & David, D. (2010). Relationship between femoral offset and hip labral and chondral injury in painful non arthritic hip. *ISAKOS Newsletter*, 14(Winter), 14-17.
- O'Rourke, R. J., & El Bitar, Y. (2023). Femoroacetabular impingement. In *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Rimmasch Jr, A., & Ravert, P. (2013). Femoroacetabular impingement: A guide to diagnosis in primary care. *The Journal for Nurse Practitioners*, 9(9), 606-611.
- Rodrigues, T. B., & Mascarenhas, V. V. (2025). Femoroacetabular impingement in athletes. Erişim Adresi: <https://journal.aspetar.com/en/archive/volume-14-targeted-topic-imaging-in-sports-medicine/femoroacetabular-impingement-in-athletes>

- Songür, K., & Dilek, B. (2021). Femoro-asetabuler impingement sendromu rehabilitasyonu. *Turkish Journal of Hip Surgery*, 1(3), 67-77.
- Tandoğan, N. R., Kayaalp, A., & Şanverdi, Ş. E. (2016). Femoroasetabular sıkışma sendromunda bilgisayarlı tomografi ve dijital dinamik değerlendirme. *TOTBİD Dergisi*, 15(1), 49-64.
- Tandoğan, R. (2025). Femoroasetabuler sıkışma (FAS) radyolojik inceleme. Erişim Adresi: [https://www.kalcacerrahi.org/doktorlar-icin/femoroasetabuler-sıkışma-fas-radyolojik-inceleme](https://www.kalcacerrahi.org/doktorlar-icin/femoroasetabuler-sikisma-fas-radyolojik-inceleme)
- Tepeli, B., & Uzunkulaoğlu, A. (2016). Femoroasetabular sıkışma sendromu. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences*, 19(3), 123-130.
- Tosun, E. O., & Ersin, A. (2022). Femoroasetabular impingement sendromunda fizyoterapinin etkinliği. *Atlas Journal of Medicine*, 2(5), 12-19.
- Yücekul, A., & Aksoy, C. (2017). Çocukluk çağı kalça hastalıklarında femoro-asetabular sıkışma sendromu. *TOTBİD Dergisi*, 16(1), 58-65.
- Nikou, S., Stureson, J., Lindman, I., Karlsson, L., Öhlin, A., Senorski, E. H., & Sansone, M. (2025). Arthroscopic treatment for femoroacetabular impingement yields favourable patient-reported outcomes and method survivorship at 10-year follow-up. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 33(3), 1104-1111.
- Lucenti, L., Maffulli, N., Bardazzi, T., Saggini, R., Memminger, M., Simeone, F., & Migliorini, F. (2024). Return to sport following arthroscopic management of femoroacetabular impingement: a systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(17), 5219.
- Monselli, C., Bianco Prevot, L., Accetta, R., Tronconi, L. P., Bolcato, V., & Basile, G. (2024). State of the art in rehabilitation strategies after hip arthroscopy for femoroacetabular impingement syndrome: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(23), 7302.
- Wong, S. E., Cogan, C. J., & Zhang, A. L. (2022). Physical examination of the hip: assessment of femoroacetabular impingement, labral pathology, and microinstability. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 15(2), 38-52.

SANAL GERÇEKLİK DESTEKLİ EGZERSİZLERİN DENGİ VE KOORDİNASYON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: LİTERATÜR SENTEZİ

Mehmet SÖNMEZ¹

1. GİRİŞ

Denge ve koordinasyon rehabilitasyonu, nörolojik ve geriatric popülasyonlarda bireyin bağımsızlığını yeniden kazanması için kritik öneme sahip olsa da, geleneksel terapilerin doğasında var olan zorluklar süreci sınırlar. Yüksek tekrar ve yoğunluğa dayalı bu süreçler, hastalar için zamanla motivasyon kaybına ve sıkıcılığa yol açabilir. Bu noktada sanal gerçeklik (SG), sadece bir alternatif teknoloji değil, geleneksel terapinin temel kısıtlılıklarına doğrudan çözüm üreten bir paradigma olarak öne çıkmaktadır. SG, hastaların zorlayıcı görevleri düşme riski olmadan tekrarlayabileceği güvenli ve kontrollü bir ortam sunar; oyunlaştırılmış senaryolarla motivasyon ve katılımı artırır; motor öğrenmeyi hızlandıran anlık görsel-işitsel geri bildirim sağlar ve nöroplastisite için gerekli olan yüksek sayıda tekrar ve yoğunluğa ulaşmayı kolaylaştırır.

1.1. Sanal Gerçekliğin Tanımı ve Terapötik Potansiyeli

Sanal gerçeklik (SG), Asadzadeh ve arkadaşlarının (2021) tanımıyla, “kullanıcılara gerçek dünya nesneleri ve olaylarına benzer görünen ve hissettiren ortamlara katılma fırsatları sunmak için bilgisayar donanımı ve yazılımıyla oluşturulan etkileşimli simülasyonların kullanımı” olarak ifade edilmektedir. Geleneksel rehabilitasyon süreçlerinin uzun, yorucu ve çoğu zaman sıkıcı doğası, hastaların tedaviye uyumunu ve motivasyonunu olumsuz etkilemektedir. SG teknolojisi, egzersizleri keyifli ve hedef odaklı görevlere dönüştürerek bu soruna çözüm sunar. Bu sayede hastaların egzersiz sıklığını, süresini ve yoğunluğunu artırarak tedaviye katılımını ve motivasyonunu yükseltir, bu da rehabilitasyon hedeflerine ulaşmayı kolaylaştırır (Asadzadeh ve ark., 2021).

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087.

1.2. Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Sınıflandırılması

Sanal gerçeklik sistemleri, teknolojik özelliklerine ve kullanım amaçlarına göre çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bu derleme kapsamında iki ana sınıflandırma öne çıkmaktadır:

- 1. İmmersiv (Sürükleyici) ve Non-İmmersiv (Sürükleyici Olmayan) Sistemler:** Sürükleyici sistemler, kullanıcıyı başa takılan ekranlar (Head-Mounted Displays, HMD) aracılığıyla tamamen sanal bir dünyaya dahil eder ve gerçek dünyadan soyutlanmasını sağlar. Sürükleyici olmayan sistemler ise standart bilgisayar veya televizyon ekranları gibi geleneksel görüntüleme araçlarını kullanarak kullanıcının sanal dünya ile etkileşime girerken gerçek dünya ile bağını sürdürmesine olanak tanır (Asadzadeh ve ark., 2021).
- 2. Ticari Oyun Sistemleri ve Uzmanlaşmış Terapötik Sistemler:** Nintendo Wii, Microsoft Kinect ve “Beat Saber” gibi genel tüketime yönelik olarak sunulan ticari sistemler, eğlence amaçlı tasarlanmış olmalarına rağmen rehabilitasyon potansiyelleri nedeniyle sıkça kullanılmaktadır. Bunun aksine, rehabilitasyon hedeflerine özel olarak geliştirilmiş, hastanın ihtiyaçlarına göre ayarlanabilen ve daha detaylı performans takibi sağlayan uzmanlaşmış terapötik sistemler de mevcuttur (Rutkowski ve ark., 2020; Grzywacz ve ark., 2024).

1.3. Denge ve Koordinasyonun Tanımı ve Önemi

Denge, vücudun postüral kontrolünü sürdürme, yani yerçekimine karşı stabilizeyi koruma yeteneği olarak tanımlanır. **Koordinasyon** ise, belirli bir motor görevi en verimli şekilde gerçekleştirmek için farklı kas gruplarının hareketlerini bütünleştirme becerisidir (Abdelhaleem ve ark., 2022). Koordinasyon, iki elin eş zamanlı kullanımını gerektiren bimanual (iki eli) koordinasyon ve görsel bilgiyi motor komutlara dönüştürmeyi içeren göz-el koordinasyonu gibi alt türlere ayrılır (Norouzi ve ark., 2021). Bu iki temel motor beceri, yürüme, giyinme, yemek yeme gibi günlük yaşam aktivitelerinin (GYA) temelini oluşturur ve bireyin bağımsızlığı için kritik bir rol oynar.

1.4. Rehabilitasyonda Sanal Gerçeklik Tercihinin Nedenleri

Sanal gerçekliğin denge ve koordinasyon eğitiminde giderek daha fazla tercih edilmesinin altında yatan birçok avantaj bulunmaktadır. Bu avantajlar, SG'yi geleneksel yöntemlere kıyasla daha çekici ve etkili bir araç haline getirmektedir:

- **Artan Motivasyon ve Katılım:** SG'nin oyunlaştırılmış yapısı, özellikle geleneksel egzersizlerin monotonluğundan sıkılan hastalar için katılımı ve tedaviye bağlılığı önemli ölçüde artırır. Eğlenceli ve hedef odaklı görevler, hastaların egzersiz yapma isteğini teşvik eder (Yeşilyaprak ve ark., 2016).
- **Anlık Geri Bildirim:** Sistemler, hastanın hareket performansı hakkında anlık olarak görsel ve işitsel geri bildirimler sunar. Bu sürekli geri bildirim döngüsü, hastanın hareketlerini doğru bir şekilde düzeltmesine ve yeni motor becerileri daha hızlı öğrenmesine olanak tanır (Norouzi ve ark., 2021).
- **Güvenli ve Kontrollü Ortam:** SG, hastaların düşme riski gibi tehlikeler olmadan zorlayıcı denge ve koordinasyon görevlerini tekrarlayabileceği güvenli bir sanal ortam sağlar. Bu sayede hastalar, korkularının üstesinden gelerek limitlerini güvenle zorlayabilirler (Percy ve ark., 2023).
- **Tekrar ve Yoğunluk:** Motor öğrenme ve nöroplastisite, bir hareketin yüksek sayıda tekrarına dayanır. SG ortamları, motive edici görevler aracılığıyla bu yüksek tekrar sayısına ulaşmayı kolaylaştırır ve böylece beyinde yeni sinirsel bağlantıların oluşumunu teşvik eder (Darekar ve ark., 2015).

1.5. Derlemenin Gerekçesi ve Amacı

Sanal gerçekliğin denge ve koordinasyon rehabilitasyonunda kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Ancak bu teknolojinin etki mekanizmaları, farklı hasta popülasyonlarındaki etkinliği ve en uygun uygulama protokolleri hakkında bütüncül bir bakış açısı sunan sentez çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemenin temel gerekçesi, mevcut literatürdeki dağınık bulguları bir araya getirerek klinisyenler ve araştırmacılar için kapsamlı bir kaynak oluşturmaktır.

Bu çalışmanın amacı, sanal gerçeklik tabanlı egzersizlerin denge ve koordinasyon üzerindeki kullanımını, etki mekanizmalarını, farklı popülasyonlardaki etkinlik bulgularını ve gelecek çalışmalar için önerileri mevcut literatür temelinde derlemektir. Bu doğrultuda, ilerleyen bölümlerde SG'nin pratik uygulamaları, motor öğrenme ve nöroplastisite üzerindeki etkileri ve farklı klinik gruplarda elde edilen kanıta dayalı sonuçlar detaylı bir şekilde incelenecektir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Bu bölüm, sanal gerçekliğin denge ve koordinasyon eğitimindeki pratik uygulamalarını, bu uygulamaların altında yatan bilimsel mekanizmaları ve farklı klinik popülasyonlarda elde edilen kanıta dayalı sonuçları derinlemesine incelemektedir. SG'nin sadece bir teknolojik araç olmanın ötesinde, motor öğrenme ilkelerini nasıl optimize ettiği ve nörorehabilitasyon süreçlerine nasıl entegre edildiği ele alınacaktır.

2.1. Sanal Gerçekliğin Denge ve Koordinasyon Eğitiminde Kullanım Yöntemleri

SG tabanlı rehabilitasyon, hastanın fiziksel hareketlerini algılayan sensörler aracılığıyla bu hareketleri sanal bir ortama aktarma prensibine dayanır. Bu süreçte Microsoft Kinect gibi hareket yakalama kameraları, Nintendo Wii Balance Board gibi basınç sensörlü platformlar veya başa takılan ekranlar (HMD) gibi çeşitli donanımlar kullanılır. Bu donanımlar, hastanın vücut pozisyonunu, ağırlık aktarımını veya uzuv hareketlerini takip ederek sanal avatarların veya oyun içi nesnelerin kontrolünü sağlar. Pratikteki uygulamalar oldukça çeşitlidir:

- Göz-el koordinasyonu için, kullanıcının ritme uygun olarak sanal blokları kesmesini gerektiren «Beat Saber» gibi oyunlar kullanılmaktadır (Grzywacz ve ark., 2024).
- Statik ve dinamik denge becerilerini geliştirmek amacıyla, Wii Fit platformunda yer alan yoga, kayak veya denge oyunları gibi uygulamalar sıklıkla tercih edilmektedir (Rutkowski ve ark., 2020).
- Yürüme ve mobilite eğitimi için ise, hastanın gerçek zamanlı olarak sanal bir parkurda yürüdüğü, engellerden kaçındığı veya hedeflere

ulaştığı özel koşu bandı sistemleri geliştirilmiştir (Darekar ve ark., 2015).

2.2. Etki Mekanizması: Motor Öğrenme ve Nöroplastisite

SG'nin terapötik etkileri, motor öğrenmeyi ve nöroplastisiteyi teşvik eden üç temel mekanizmaya dayanmaktadır: artırılmış geri bildirim, bilişsel-motor etkileşim ve duyuşsal entegrasyonun optimizasyonu.

- **Artırılmış Geri Bildirim ve Motor Öğrenme:** SG sistemleri, hareketin doğruluğu ve kalitesi hakkında anlık görsel, işitsel ve bazen dokunsal (haptik) geri bildirimler sunar. Bu sürekli ve zenginleştirilmiş geri bildirim, motor öğrenmenin temel prensipleri olan tekrar ve pekiştirmeyi güçlendirir. Hastalar, hareketlerinin sonuçlarını sanal ortamda anında görerek hatalarını düzeltebilir ve doğru hareket paternlerini daha hızlı bir şekilde içselleştirebilir. Oyun içi puanlar ve skorlar, hastanın ilerlemesini takip etmek için kullanılabilir ve bu veriler, “güç yasası fonksiyonu” (power law function) gibi matematiksel modellerle analiz edilerek öğrenme eğrileri oluşturulabilir (Prasertsakul ve ark., 2018).
- **Bilişsel-Motor Etkileşim:** SG egzersizleri, yalnızca motor becerileri değil, aynı zamanda dikkat, planlama, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey bilişsel fonksiyonları da aktif olarak kullanmayı gerektirir. Örneğin, bir denge oyununda engellerden kaçınmak hem motor kontrol hem de anlık karar verme becerisi gerektirir. Yapılan çalışmalar, yüksek bilişsel yükün (örneğin, bölünmüş dikkat gerektiren görevler) motor koordinasyonu (örneğin, baş-el senkronizasyonu) doğrudan etkilediğini göstermektedir. Bu çift görev (dual-task) paradigması, günlük yaşamdaki karmaşık aktivitelere benzer bir zorluk seviyesi sunarak beynin hem bilişsel hem de motor ağlarını aynı anda uyarır (Lustig ve ark., 2023).
- **Duyuşsal Entegrasyonun Optimizasyonu:** Denge kontrolü, görsel (gözlerden gelen bilgi), somatosensoriyel (vücut pozisyonu ve dokunma hissi) ve vestibüler (iç kulaktan gelen denge bilgisi) sistemlerden gelen bilgilerin beyinde entegre edilmesiyle sağlanır. SG egzersizleri, bu üç duyuşsal sistemi aynı anda uyararak entegrasyon süreçlerini optimize eder. Örneğin, sanal bir ortamda hareket ederken görsel akış değişir, hasta ağırlığını aktardıkça somatosensoriyel girdi sağlanır ve baş hareketleriyle vestibüler sistem uyarılır. Bu zengin duyuşsal deneyim,

beynin farklı girdileri daha verimli bir şekilde işlemlerini ve dengeyi sağlamak için daha etkili stratejiler geliştirmesini sağlar (Norouzi ve ark., 2021; Yeşilyaprak ve ark., 2016).

2.3. Denge ve Koordinasyon Üzerindeki Etkinlik Bulguları

Bu etki mekanizmaları ışığında, literatürdeki kanıta dayalı bulgular, sanal gerçekliğin denge ve koordinasyon üzerindeki etkinliğine dair giderek artan ancak yer yer değişkenlik gösteren bir tablo sunmaktadır.

- Genel Etkinlik ve Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırma: Sistematiik derlemeler ve meta-analizler, SG tabanlı eğitimin denge ve mobilitayı geliştirmede genellikle geleneksel egzersiz programları kadar etkili olduğunu göstermektedir. Hatta bazı çalışmalarda, özellikle motivasyon ve katılımın kritik olduğu durumlarda, SG'nin geleneksel yöntemlere göre daha üstün sonuçlar sağlayabildiği rapor edilmiştir (Kasicki ve ark., 2024; Percy ve ark., 2023). Özellikle dikkat çeken bir bulgu, SG ile geleneksel terapinin birleştirildiği hibrit (MIX) yaklaşımların, genellikle tek başına uygulanan yöntemlerden daha iyi sonuçlar verdiğidir. Bu durum, teknolojinin geleneksel terapinin yerini almak yerine onu tamamlayıcı bir unsur olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir (Norouzi ve ark., 2021).
- Bulguların Değişkenliği: Bununla birlikte, tüm çalışmalar SG'nin üstünlüğünü ortaya koymamaktadır. Örneğin, Yeşilyaprak ve arkadaşlarının (2016) huzurevinde yaşayan yaşlı bireylerle yaptığı bir çalışmada, SG tabanlı denge egzersizlerinin geleneksel egzersizlere göre anlamlı bir üstünlük sağlamadığı, her iki grubun da benzer düzeyde iyileşme gösterdiği bulunmuştur. Bulgulardaki bu değişkenliğin önemli bir nedeni, kullanılan SG sisteminin türü olabilir. Rutkowski ve arkadaşlarının (2020) yaptığı bir meta-analiz, rehabilitasyon hedeflerine yönelik özel olarak tasarlanmış “uzmanlaşmış SG” sistemlerinin dengeyi iyileştirmede etkili olduğunu, ancak genel kullanıma yönelik ticari “oyun SG” sistemlerinin (örn. Nintendo Wii) geleneksel tedaviye göre anlamlı bir üstünlük göstermediğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, terapötik hedeflere uygun, ayarlanabilir ve ilerleyici zorluk seviyeleri sunan sistemlerin etkinliğini vurgulamaktadır.

2.4. Farklı Popülasyonlarda Sanal Gerçeklik Uygulamaları

SG tabanlı denge ve koordinasyon eğitimi, çeşitli hasta ve yaş gruplarının rehabilitasyonunda başarıyla uygulanmaktadır.

2.4.1. Nörolojik Rehabilitasyon Gerektiren Gruplar

- **İnme:** İnme sonrası rehabilitasyonda SG, hastaların denge, yürüme hızı ve dayanıklılığını artırmak için etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Sanal yürüme parkurları ve denge oyunları, hastaların güvenli bir ortamda yoğun pratik yapmasına olanak tanıyarak fonksiyonel iyileşmeyi desteklemektedir (Darekar ve ark., 2015).
- **Multiple Skleroz (MS):** MS hastalarında özellikle bimanual (iki eli) koordinasyonun geliştirilmesinde SG'nin etkinliği kanıtlanmıştır. Norouzi ve arkadaşlarının (2021) yaptığı bir çalışmada, sanal gerçeklik ve geleneksel fiziksel eğitimin birleştirildiği bir programın, tek başına uygulanan yöntemlere göre bimanual koordinasyon doğruluğunu ve tutarlılığını daha fazla artırdığı gösterilmiştir.
- **Serebral Palsi (SP):** Abdelhaleem ve arkadaşlarının (2022) yaptığı bir meta-analiz, SP'li çocuklarda SG tabanlı terapilerin ince motor koordinasyon üzerinde anlamlı ve büyük bir etki yarattığını ortaya koymuştur. Ancak aynı çalışmada, kaba motor koordinasyon üzerindeki etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Bu, SG müdahalelerinin hedeflenen beceriye göre farklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir.

2.4.2. Yaşlı Bireyler

Yaşlanma süreciyle birlikte artan düşme riski, yaşlı bireyler için önemli bir sağlık sorunudur. SG tabanlı egzersizler, yaşlılarda dengeyi geliştirmek, düşme riskini ve buna bağlı olarak gelişen düşme korkusunu azaltmak için etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Hem SG'nin tek başına kullanıldığı programlar hem de geleneksel denge egzersizleriyle birleştirildiği hibrit yaklaşımlar, yaşlı popülasyonda pozitif sonuçlar vermiştir (Kasicki ve ark., 2024; Yeşilyaprak ve ark., 2016).

2.4.3. Diğer Popülasyonlar

SG'nin kullanım alanı yukarıdaki gruplarla sınırlı değildir. Ancak diğer popülasyonlardaki kanıt düzeyi henüz daha düşüktür. Örneğin, sensörinöral

işitme kayıplı (SNİK) çocuklarda SG'nin denge üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların sayısı az ve kanıt kalitesi henüz çok düşüktür (Melo ve ark., 2023). Diğer yandan, sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalar, "Beat Saber" gibi sürükleyici SG oyunlarının reaksiyon zamanını ve göz-el koordinasyonunu geliştirmede etkili bir araç olabileceğini göstermiştir (Rutkowski ve ark., 2023). Bu bulgular, SG'nin potansiyelini ve gelecekteki araştırma alanlarını ortaya koyarak sonuç bölümüne zemin hazırlamaktadır.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu derleme, sanal gerçeklik destekli egzersizlerin denge ve koordinasyon rehabilitasyonunda giderek daha önemli bir rol oynadığını, ancak etkinliğinin çeşitli faktörlere bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, klinisyenlere ve araştırmacılara bu yenilikçi teknolojinin potansiyeli ve sınırları hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

3.1. Bulguların Özeti

İncelenen literatürden elde edilen temel sonuçlar aşağıdaki gibi sentezlenebilir:

- Sanal gerçeklik, motor öğrenme ilkelerini (anlık geri bildirim, yüksek tekrar sayısı, artan motivasyon) güçlendirerek denge ve koordinasyon rehabilitasyonu için etkili, güvenli ve motive edici bir araçtır.
- SG'nin etkinliği, kullanılan sistemin türüne (uzmanlaşmış terapötik sistemler vs. ticari oyun konsolları), müdahale protokolünün içeriğine (oyun seçimi, süre, yoğunluk) ve hedeflenen hasta popülasyonunun özelliklerine göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir.
- Genel olarak, SG tabanlı terapiler en az geleneksel yöntemler kadar etkilidir. En iyi sonuçlar ise genellikle SG'nin geleneksel rehabilitasyon programlarına entegre edildiği hibrit yaklaşımlarla elde edilmektedir.

3.2. Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Sanal gerçeklik alanındaki bilgi birikimini artırmak ve klinik uygulamaları iyileştirmek için gelecekteki araştırmaların aşağıdaki alanlardaki boşlukları doldurması önerilmektedir:

1. **Metodolojik Kalitenin Artırılması:** Mevcut bulguları doğrulamak ve daha güvenilir kanıtlar elde etmek için daha büyük örneklem boyutlarına sahip, yüksek metodolojik kalitede, randomize kontrollü çalışmalara (RKÇ) acil ihtiyaç vardır (Kasicki ve ark., 2024).
2. **Protokollerin Standartlaştırılması:** Farklı çalışmalar arasında anlamlı karşılaştırmalar yapabilmek ve elde edilen sonuçların klinik pratiğe aktarımını kolaylaştırmak için SG müdahale protokollerinin (seans süresi, sıklığı, kullanılan oyunlar, zorluk seviyesinin ilerletilmesi) standartlaştırılması gerekmektedir (Weber ve ark., 2020).
3. **Uzun Vadeli Etkilerin Araştırılması:** SG ile kazanılan denge ve koordinasyon becerilerinin ne kadar süre kalıcı olduğunu ve bu becerilerin hastanın gerçek yaşam aktivitelerine ne ölçüde transfer edildiğini değerlendirmek amacıyla uzun süreli takip çalışmaları planlanmalıdır (Asadzadeh ve ark., 2021).
4. **Spesifik Popülasyonlarda Araştırmalar:** Sensörinöral işitme kaybı gibi kanıtların henüz zayıf olduğu spesifik hasta gruplarında SG'nin etkinliğini ve uygulanabilirliğini araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Melo ve ark., 2023).

KAYNAKÇA

- Abdelhaleem, N., El Wahab, M. S. A., & Elshennawy, S. (2022). Effect of virtual reality on motor coordination in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 23(1), 71.
- Asadzadeh, A., Samad-Soltani, T., Salahzadeh, Z., & Rezaei-Hachesu, P. (2021). Effectiveness of virtual reality-based exercise therapy in rehabilitation: A scoping review. *Informatics in Medicine Unlocked*, 24, 100562.
- Darekar, A., McFadyen, B. J., Lamontagne, A., & Fung, J. (2015). Efficacy of virtual reality-based intervention on balance and mobility disorders post-stroke: a scoping review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12(1), 46.
- Grzywacz, Ż., Jaśniewicz, J., Koziarska, A., Borzucka, D., & Majorczyk, E. (2025). Virtual Reality Gaming and Its Impact and Effectiveness in Improving Eye–Hand Coordination and Attention Concentration in the Oldest-Old Population. *Journal of Clinical Medicine*, 14(13), 4651.
- Kasicki, K., Klimek Piskorz, E., Rydzik, Ł., Ambroży, T., Ceranowicz, P., Belcarz Ciuraj, M., ... & Błach, W. (2025). Effectiveness of Virtual Reality-Based Training Versus Conventional Exercise Programs on Fall-Related Functional Outcomes in Older Adults with Various Health Conditions: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(15), 5550.
- Lustig, A., Wilf, M., Dudkiewicz, I., & Plotnik, M. (2023). Higher cognitive load interferes with head-hand coordination: virtual reality-based study. *Scientific Reports*, 13(1), 17632.
- Melo, R. S., Lemos, A., Delgado, A., Raposo, M. C. F., Ferraz, K. M., & Belian, R. B. (2023). Use of virtual reality-based games to improve balance and gait of children and adolescents with sensorineural hearing loss: a systematic review and meta-analysis. *Sensors*, 23(14), 6601.
- Norouzi, E., Gerber, M., Pühse, U., Vaezmosavi, M., & Brand, S. (2021). Combined virtual reality and physical training improved the bimanual coordination of women with multiple sclerosis. *Neuropsychological rehabilitation*, 31(4), 552-569.

- Percy, D., Phillips, T., Torres, F., Chaleunphonh, M., & Sung, P. (2023). Effectiveness of virtual reality-based balance and gait in older adults with fear of movement: A systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Research International*, 28(4), e2037.
- Prasertsakul, T., Kaimuk, P., Chinjenpradit, W., Limroongreungrat, W., & Charoensuk, W. (2018). The effect of virtual reality-based balance training on motor learning and postural control in healthy adults: a randomized preliminary study. *Biomedical engineering online*, 17(1), 124.
- Rutkowski, S., Jakóbczyk, A., Abrahamek, K., Nowakowska, A., Nowak, M., Liska, D., ... & Sacco, M. (2024). Training using a commercial immersive virtual reality system on hand–eye coordination and reaction time in students: a randomized controlled trial. *Virtual Reality*, 28(1), 7.
- Rutkowski, S., Kiper, P., Cacciante, L., Mazurek, J., & Turolla, A. (2020). Use of virtual reality-based training in different fields of rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 52(11), 1-16.
- Weber, H., Barr, C., Gough, C., & Van den Berg, M. (2020). How commercially available virtual reality–based interventions are delivered and reported in gait, posture, and balance rehabilitation: a systematic review. *Physical therapy*, 100(10), 1805-1815.
- Yeşilyaprak, S. S., Yıldırım, M. Ş., Tomruk, M., Ertekin, Ö., & Algun, Z. C. (2016). Comparison of the effects of virtual reality-based balance exercises and conventional exercises on balance and fall risk in older adults living in nursing homes in Turkey. *Physiotherapy theory and practice*, 32(3), 191-201.

SANAL GERÇEKLİK İLE KRONİK NONSPESİFİK BOYUN AĞRISININ YÖNETİMİ

Şafak KUZU¹

İrem CANLI²

1. GİRİŞ

Boyun ağrısı, dünya çapında en fazla prevalansa sahip olan kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarından birisidir (Viljanen et al., 2003). Çoğu durumda boyun ağrısı 4-6 hafta içerisinde düzelmektedir. Ancak etkilenen bireylerin yaklaşık üçte birinde ağrı kronikleşmektedir (Côté, Cassidy, Carroll, & Kristman, 2004). Kronik nonspesifik boyun ağrısının (KNBA) etyolojisi belli değildir ve 12 haftadan daha uzun sürmektedir. KNBA'nın risk faktörleri arasında; stres, anksiyete, genetik yatkınlık, yaş ve cinsiyet gibi faktörler bulunmaktadır. KNBA'lı bireylerde sıklıkla baş ağrısı, spazm, üst ekstremitelerde güçsüzlük ve denge problemleri görülmektedir (Binder, 2007). Bu semptomlar KNBA'lı bireylerin günlük yaşam aktivitelerine katılımını zorlaştırmakta, yaşam kalitesini ve sosyal ilişkilerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca psikososyal etkilenimlerin yanı sıra, bireylerin iş verimliliği azalmakta, işe dönüş süresi ise uzamaktadır (Hoy et al., 2014).

Kronik boyun ağrısının tedavisi için kanıtlar, egzersiz ve psikolojik müdahaleyi içeren biyopsikososyal bir çerçeveye sahip disiplinler arası rehabilitasyon programlarının kullanımını desteklemektedir (Kay et al., 2012). Bu rehabilitasyon programları hastanın ağrı ve sakatlıkla başa çıkması için öz yönetim stratejilerini desteklemeyi ve aktivite düzeyini ve topluma katılımını artırmayı amaçlar (Kay et al., 2012). Egzersizler servikal hareket aralığını artırmak, nöromusküler ve hareket kontrolünü sağlamak, postüral stabilite ve proprioseptif duyuyu geliştirmeye yönelik şekilde uygulanmaktadır (Kristjansson & Treleaven, 2009).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, safak.yumusak@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0145-3565

² Araştırma Görevlisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, iremvalamur@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4478-3660

KNBA yönetimi için bir diğer tedavi yöntemi son yıllarda giderek yaygınlaşan sanal gerçeklik (SG) uygulamalarıdır. SG, kullanıcıların simüle edilmiş 3 boyutlu sanal bir dünyayı (örneğin videolar veya oyunlar) görüntülemelerine ve bununla etkileşime girmelerine ve kendilerini çok duyulu bir deneyime kaptırmalarına olanak tanır, böylece kendilerini sanal ortamın bir parçası gibi hissedebilirler (Chirico et al., 2016). SG egzersizlerinin farklı kronik rahatsızlıkları olan kişilerde fiziksel aktivite düzeyini artırmaya teşvik ettiği, egzersiz uyumu ve etkinliğini iyileştirdiği yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Bahat, Takasaki, Chen, Bet-Or, & Treleaven, 2015; Wiederhold, Gao, Sulea, & Wiederhold, 2014). SG uygulamalarının boyun hareketlerinde ağrıyı, dengeyi ve mobilitayı iyileştirdiğini bildiren çalışmalar mevcuttur (Gerdle et al., 2019; Sarig Bahat et al., 2018).

2. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

SG, kullanıcıların gerçek dünyadaki nesne ve olaylara benzer biçimde tasarlanmış sanal ortamlara katılımını sağlayan, bilgisayar tabanlı yazılım ve donanım sistemleri aracılığıyla oluşturulan etkileşimli simülasyonların kullanımını ifade eder. Bu teknoloji, bireylere bilgisayar tarafından üretilen yapay bir çevreye dâhil olma, bu ortamda çeşitli deneyimler yaşama ve çevreyi etkileşimli biçimde yönlendirme olanağı sunmaktadır (Mestre, Maïano, Dagonneau, & Mercier, 2011).

SG tabanlı çalışmalar, fiziksel aktivitenin desteklenmesi ve sürdürülmesi konusunda yenilikçi bir yaklaşım olarak dikkat çekmektedir. Bu teknolojinin kullanım alanı hızla genişlemekte olup, araştırmalar SG uygulamalarının egzersize yönelik motivasyonu artırdığını, psikolojik faydalar sağladığını ve egzersiz programlarına uzun süreli katılımı teşvik ettiğini göstermektedir [12]. Sanal gerçeklik sistemlerinin gelişimiyle birlikte, bu teknolojinin geleneksel rehabilitasyon yöntemleriyle bütünleştirilmesi mümkün hale gelmiş; böylece tekrarlayıcı egzersizlerin daha ilgi çekici, etkileşimli ve görsel-işitsel olarak zenginleştirilmiş biçimde uygulanması sağlanmıştır. Bu özellikleri sayesinde SG temelli rehabilitasyon uygulamaları, tedaviye uyumu artırırken katılımcılar açısından fiziksel bir risk veya tehdit oluşturmadan terapötik bir alternatif sunmaktadır [13].

Ayrıca SG uygulamaları, rehabilitasyon sürecinde hastaların özgüvenini desteklerken tedaviye bağlı yorgunluğu azaltma potansiyeline de sahiptir. Gerçek zamanlı ve otomatik geri bildirimler sayesinde bireylerin bilişsel ve

fiziksel yetersizlikleri daha kapsamlı bir biçimde değerlendirilebilmekte; bu durum tedavi programlarının bireysel gereksinimlere göre özelleştirilmesini mümkün kılmaktadır (Moreira, de Amorim Lima, Ferraz, & Benedetti Rodrigues, 2013). Ek olarak, SG teknolojisi bireylerin gerçek yaşamda risk oluşturabilecek hareketleri güvenli bir sanal ortamda deneyimlemelerine olanak tanır. Katılımcı yorgunluk hissettiğinde veya riskli bir durum ortaya çıktığında uygulama anında durdurulabilir, bu da sürecin güvenliğini ve kontrol edilebilirliğini artırmaktadır (Cho, Kim, Lee, & Lee, 2015).

3. SANAL GERÇEKLİĞİN SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI

SG teknolojisi, başlangıçta eğlence ve oyun endüstrisi için geliştirilmiş olsa da, son yirmi yılda sağlık alanında önemli bir araştırma ve uygulama aracı haline gelmiştir. Gelişen donanım ve yazılım teknolojileri sayesinde bireyleri etkileşimli, üç boyutlu dijital ortamlara dahil edebilme kapasitesi, SG'yi klinik uygulamalarda kullanıma uygun hale getirmiştir. Günümüzde bu teknoloji, özellikle ağrı yönetimi, fiziksel rehabilitasyon, bilişsel-motor becerilerin yeniden kazandırılması ve çeşitli psikiyatrik bozuklukların (örneğin fobiler, anksiyete bozuklukları ve travma sonrası stres bozukluğu) tedavisinde tamamlayıcı bir yöntem olarak yaygınlaşmaktadır (Hoffman, Doctor, Patterson, Carrougner, & Furness III, 2000).

Araştırmalar, SG ortamlarının dikkat dağıtıcı etkisi sayesinde ağrı algısını azalttığını ve bireyin duyuusal-motor deneyiminde olumlu değişiklikler yarattığını göstermektedir. Bu nedenle teknoloji, özellikle yara bakımı, diş hekimliği işlemleri, kemoterapi uygulamaları, doğum, ortopedik cerrahi sonrası rehabilitasyon ve pediatrik girişimler gibi ağrıya neden olan birçok klinik durumda kullanılmaktadır (Chirico et al., 2016). SG, hastaların tedaviye yönelik korku ve stres düzeylerini azaltarak hem fizyolojik hem psikolojik açıdan daha konforlu bir tedavi süreci sağlar. Ayrıca bu teknolojinin, sağlık profesyonellerine de tedavi sürecini kolaylaştıran bir destek aracı sunduğu belirtilmektedir (Das, Grimmer, Sparnon, McRae, & Thomas, 2005; Hoffman et al., 2000).

Yanık tedavisi ve rehabilitasyonu, sanal gerçeklik uygulamalarının en etkili ve en sık kullanıldığı alanlardan biridir. Yanık hastalarında ağrı, sadece fiziksel bir duyum değil, aynı zamanda yoğun bir psikolojik stres kaynağıdır. Yara temizliği, pansuman değişimi veya egzersiz uygulamaları gibi ağırlı

işlemler sırasında hastalar genellikle yüksek düzeyde kaygı, korku ve kas gerilimi yaşar. Bu durum hem tedaviye uyumu azaltır hem de iyileşme sürecini olumsuz etkiler. Yapılan klinik çalışmalar, yanık hastalarına bu işlemler sırasında su altı, doğa veya kar temalı sanal ortamlarda bulunma hissi verilmesinin; ağrı algısı, anksiyete ve ağrıya odaklanma süresinde belirgin azalmalar sağladığını ortaya koymuştur (Das et al., 2005; Hoffman et al., 2000). Sanal gerçekliğin yanık rehabilitasyonundaki etkisi yalnızca ağrıyı azaltmakla sınırlı değildir. Motivasyonu artırma, egzersizlere katılımı kolaylaştırma ve hareket korkusunu azaltma gibi ek yararları da bulunmaktadır (Das et al., 2005). Özellikle sanal ortamların hastalara güvenli, kontrollü ve motive edici bir deneyim sunması, rehabilitasyon sürecini daha verimli hale getirmektedir. Bu yönüyle SG, geleneksel tedavi yöntemlerine entegre edilerek hem kısa vadeli hem de uzun vadeli fonksiyonel iyileşmeyi destekleyen modern bir tedavi yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir (Cho et al., 2015).

4. SANAL GERÇEKLİĞİN AĞRI ÜZERİNDEKİ TERAPÖTİK ETKİ MEKANİZMALARI

SG'nin ağrıyı azaltıcı etkisi yalnızca dikkat dağıtma özelliğiyle açıklanamaz; bu etkiyi açıklamaya yönelik nörobiyolojik, duygusal ve bilişsel birçok mekanizma öne sürülmüştür. Araştırmalar, SG'nin analjezik etkisinin beyindeki ağrı işleme merkezleriyle, dikkat odağının yönelimi ve bireyin duygusal durumu arasındaki karmaşık etkileşim sonucu ortaya çıktığını göstermektedir (Melzack & Wall, 1967).

Melzack ve Wall tarafından ortaya atılan Kapı Kontrol Teorisi, ağrı algısının yalnızca fiziksel uyarana değil, bireyin geçmiş ağrı deneyimine, duygusal durumuna ve ağrıya ayırdığı dikkate de bağlı olduğunu öne sürer. Bu teoriye göre, SG gibi dikkat dağıtıcı bir uyarı, “kapıyı kapatarak” ağrının merkezi sinir sistemine iletimini sınırlayabilir (Melzack & Wall, 1967). McCaul ve Malott'un geliştirdiği Dikkat Teorisi de benzer şekilde, bireyin sınırlı bir dikkat kapasitesine sahip olduğunu ve dikkatin ağırlı uyarandan farklı bir yöne çekilmesinin ağrı algısını azalttığını belirtmiştir (McCaul & Malott, 1984).

Wickens'in ortaya koyduğu Çoklu Kaynaklar Teorisi ise, insan beyninin farklı duyu sistemlerinden gelen bilgileri ayrı kaynaklardan işlediğini vurgular. Bu teori, görsel, işitsel, vestibüler ve dokunsal girdileri aynı anda

içeren SG uygulamalarının neden etkili olduğunu açıklamaktadır. SG, çoklu duyuşsal uyarılarla kişinin dikkatini ağrıdan uzaklaştırarak algısal yükün farklı kanallara dağılmasını sağlar ve böylece ağrının şiddeti azalır (Wickens, 2008).

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme çalışmaları da bu mekanizmaları desteklemektedir. SG kullanımı sırasında ağrı ile ilişkili singulat girus, insula, talamus ve somatosensoriyal korteks gibi beyin bölgelerinde aktivite azalması gözlenmiştir. Bu durum, sanal ortamın yalnızca psikolojik değil, aynı zamanda nörofizyolojik düzeyde de ağrı modülasyonuna katkı sunduğunu göstermektedir (Das et al., 2005; Hoffman et al., 2006).

SG'nin bir diğer terapötik etkisi ise ağrıya bağlı hareket korkusunu azaltmasıdır. Kronik ağrısı olan bireylerde sıklıkla görülen “korku-kaçınma modeli”, ağrının tekrar etme korkusuyla hareketten uzak durma davranışını açıklar. Bu kaçınma, zamanla kas kuvveti ve eklem hareket açıklığında azalma, dolayısıyla fonksiyonel yetersizlikle sonuçlanır. SG temelli rehabilitasyon programları, bireyi sanal bir ortamda güvenli ve motive edici şekilde harekete teşvik ederek bu döngüyü kırar. Kişi dikkatini ağrıdan uzaklaştırıp hareket deneyimine odaklanır, böylece hareket korkusu azalır ve fonksiyonel iyileşme desteklenir (Chen et al., 2016; Ehde, Dillworth, & Turner, 2014).

Sonuç olarak, sanal gerçeklik teknolojisi yalnızca ağrıyı azaltan bir dikkat dağıtma aracı değil; aynı zamanda nörobiyolojik, duyuşsal ve kognitif süreçleri etkileyerek rehabilitasyon sürecinde davranış değişimi, motivasyon artışı ve fonksiyonel iyileşme sağlayan bütüncül bir terapi yöntemidir [17-20].

5. BOYUN AĞRISI VE AĞRI İLE İLİŞKİLİ SEMPTOMLARDA SANAL GERÇEKLİĞİN KULLANIMI

Kronik boyun ağrısı, yalnızca ağrı hissiyle sınırlı kalmayıp, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılık, hareket korkusu, postür bozuklukları ve psikolojik belirtiler gibi çeşitli alanlarda etkiler yaratır. SG tabanlı terapilerin, bu semptomları bütüncül şekilde ele alabileceği yönünde giderek artan kanıtlar bulunmaktadır (Ahern et al., 2020; Brea-Gómez, Laguna-González, Pérez-Gisbert, Valenza, & Torres-Sánchez, 2024; Guo et al., 2023).

Ağrı şiddeti, kronik boyun ağrısının en belirgin semptomudur ve SG uygulamaları ile kısa dönemde anlamlı ölçüde azalabilmektedir. Sanal ortamlar, dikkat dağıtma, duygusal ve bilişsel modülasyon gibi mekanizmalar aracılığıyla ağrı algısını azaltır ve bireyin tedaviye uyumunu kolaylaştırır. Bu sayede ağrı, günlük yaşamda yarattığı kısıtlamaları daha az hissettirebilir (Brea-Gómez et al., 2024; Hadjiat & Marchand, 2022).

Fonksiyonel kapasite ve hareket korkusu da SG'den olumlu etkilenen alanlardandır. Kronik boyun ağrısı yaşayan bireylerde ağrıya bağlı korku (kinezyofobi) gelişebilir ve bu durum, boyun hareketlerinden kaçınmaya yol açar. SG tabanlı egzersizler, bireylere güvenli ve kontrollü bir sanal ortam sunarak hareket korkusunu azaltır, böylece fonksiyonel kapasite ve günlük yaşam aktivitelerine katılım desteklenir (Emedoli et al., 2024; Morales Tejera et al., 2020).

Boyun ağrısı aynı zamanda postür ve denge üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilir. Sanal gerçeklik uygulamaları, proprioseptif farkındalığı artırarak dengeyi destekler ve postür kontrolünü iyileştirebilir. Ayrıca kas gerilimi ve spazmlar, SG ile dikkat ağrıdan uzaklaştırıldığı için kısmen azalabilir. Bu durum, boyun hareket açıklığının kademeli olarak artmasına ve kas fonksiyonunun korunmasına katkıda bulunur (Cetin et al., 2023; Mukherjee, Bedekar, Sancheti, & Shyam, 2020).

Psikolojik semptomlar da kronik boyun ağrısının önemli bir parçasıdır. Anksiyete, stres ve depresyon, ağrı deneyimini olumsuz etkileyebilir. SG ortamları, rahatlatıcı ve motive edici deneyimler sunarak bireyin psikolojik iyilik halini destekler ve tedavi sürecine uyumunu artırır (Colloca et al., 2025; McGirt et al., 2023).

Genel olarak, SG teknolojisi kronik boyun ağrısının multidisipliner yönetiminde yalnızca ağrıyı azaltmakla kalmaz; fonksiyonel kapasiteyi artırma, hareket korkusunu azaltma, dengeyi destekleme ve psikolojik iyilik halini güçlendirme gibi çok yönlü katkılar sağlar. Bu bütüncül yaklaşım, SG'nin geleneksel rehabilitasyon yöntemleriyle birlikte etkili bir destek tedavi stratejisi olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Guo et al., 2023).

Son yıllarda kronik boyun ağrısında SG tabanlı uygulamalara olan ilgi hızla artmaktadır. 2020'de yapılan bir meta-analiz, bu alanda yürütülen çalışmaların sınırlı sayıdaki örneklerle değerlendirildiğini göstermiştir (Ahern et al., 2020). Bu çalışmalardan birinde, kinematik eğitimle birlikte uygulanan SG programı, yalnızca kinematik eğitim verilen bir grup ile karşılaştırılmıştır.

Toplam 32 katılımcının yer aldığı çalışmada, ağrı düzeyi, fonksiyonel özür, hareket korkusu ve denge gibi parametreler izlenmiştir. Sonuçlar, her iki grubun uzun vadede ağrı ve denge performansında iyileşme gösterdiğini ortaya koyarken, SG uygulanan grubun kısa dönemde ağrı algısını azaltmada ve uzun dönemde fonksiyonel özür seviyesini iyileştirmede daha avantajlı olduğu gözlemlenmiştir (Bahat et al., 2015).

Benzer şekilde, aynı araştırma ekibi tarafından 2018 yılında yürütülen bir çalışmada, 90 kronik boyun ağrılı birey, kinematik eğitim, SG ve kontrol grubu olarak üçe ayrılmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, önceki çalışmanın bulgularını desteklemiş, ancak her iki çalışmada da ağrı şiddeti ve fonksiyonel özür açısından kısa ve uzun vadede istatistiksel olarak anlamlı farklar saptanmamıştır. Hareket korkusu ve denge üzerine yapılan sekonder analizler de, SG ve kinematik eğitimin bu parametrelerde kısa dönemde klinik anlamlı bir üstünlük sağlamadığını göstermiştir (Bahat et al., 2015).

6. SONUÇ

Genel olarak, mevcut kanıtlar sınırlı ve düşük düzeyde olmasına rağmen, SG'nin kronik boyun ağrısında destekleyici bir yöntem olarak ağrı algısını azaltmaya, fonksiyonel yetenekleri geliştirmeye ve tedavi sürecine motivasyon sağlamaya katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

- Ahern, M. M., Dean, L. V., Stoddard, C. C., Agrawal, A., Kim, K., Cook, C. E., & Narciso Garcia, A. (2020). The effectiveness of virtual reality in patients with spinal pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Practice*, 20(6), 656–675.
- Bahat, H. S., Takasaki, H., Chen, X., Bet-Or, Y., & Treleaven, J. (2015). Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain—a randomized clinical trial. *Manual therapy*, 20(1), 68–78.
- Binder, A. (2007). The diagnosis and treatment of nonspecific neck pain and whiplash. *Europa medicophysica*, 43(1), 79–89.
- Brea-Gómez, B., Laguna-González, A., Pérez-Gisbert, L., Valenza, M. C., & Torres-Sánchez, I. (2024). Virtual reality based rehabilitation in adults with chronic neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Virtual Reality*, 28(2), 86.
- Cetin, H., Kose, N., Gurses, E., Turkmen, C., Aksoy, S., & Oge, H. K. (2023). Effects of virtual reality for postural control in chronic neck pain: a single-blind, randomized controlled study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 46(4), 191–200.
- Chen, K. B., Sesto, M. E., Ponto, K., Leonard, J., Mason, A., Vanderheiden, G., . . . Radwin, R. G. (2016). Use of virtual reality feedback for patients with chronic neck pain and kinesiophobia. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(8), 1240–1248.
- Chirico, A., Lucidi, F., De Laurentiis, M., Milanese, C., Napoli, A., & Giordano, A. (2016). Virtual reality in health system: beyond entertainment. A mini-review on the efficacy of VR during cancer treatment. *Journal of cellular physiology*, 231(2), 275–287.
- Cho, K. H., Kim, M. K., Lee, H.-J., & Lee, W. H. (2015). Virtual reality training with cognitive load improves walking function in chronic stroke patients. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 236(4), 273–280.
- Colloca, L., Han, A., Massalee, R., Raghuraman, N., Cundiff-O’Sullivan, R. L., Colloca, G., & Wang, Y. (2025). Telehealth virtual reality intervention reduces chronic pain in a randomized crossover study. *NPJ Digital Medicine*, 8(1), 192.

- Côté, P., Cassidy, J. D., Carroll, L. J., & Kristman, V. (2004). The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain, 112*(3), 267–273.
- Das, D. A., Grimmer, K. A., Sparnon, A. L., McRae, S. E., & Thomas, B. H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC pediatrics, 5*(1), 1.
- Ehde, D. M., Dillworth, T. M., & Turner, J. A. (2014). Cognitive-behavioral therapy for individuals with chronic pain: efficacy, innovations, and directions for research. *American psychologist, 69*(2), 153.
- Emedoli, D., Alemanno, F., Iannaccone, S., Houdayer, E., Castellazzi, P., Zangrillo, F., . . . Tettamanti, A. (2024). Sensory-motor training with virtual reality as a complementary intervention to manual therapy for persistent non-specific neck pain: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 60*(4), 680.
- Gerdle, B., Åkerblom, S., Brodda Jansen, G., Enthoven, P., Ernberg, M., Dong, H.-J., . . . Boersma, K. (2019). Who benefits from multimodal rehabilitation—an exploration of pain, psychological distress, and life impacts in over 35,000 chronic pain patients identified in the Swedish Quality Registry for Pain Rehabilitation. *Journal of pain research, 891–908*.
- Guo, Q., Zhang, L., Gui, C., Chen, G., Chen, Y., Tan, H., . . . Gao, Q. (2023). Virtual reality intervention for patients with neck pain: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of medical Internet research, 25*, e38256.
- Hadjiat, Y., & Marchand, S. (2022). Virtual reality and the mediation of acute and chronic pain in adult and pediatric populations: research developments. *Frontiers in Pain Research, 3*, 840921.
- Hoffman, H. G., Doctor, J. N., Patterson, D. R., Carrougher, G. J., & Furness III, T. A. (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain, 85*(1-2), 305–309.
- Hoffman, H. G., Richards, T. L., Bills, A. R., Van Oostrom, T., Magula, J., Seibel, E. J., & Sharar, S. R. (2006). Using FMRI to study the neural correlates of virtual reality analgesia. *CNS spectrums, 11*(1), 45–51.

- Hoy, D., March, L., Woolf, A., Blyth, F., Brooks, P., Smith, E., . . . Murray, C. (2014). The global burden of neck pain: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Annals of the rheumatic diseases*, 73(7), 1309–1315.
- Kay, T. M., Gross, A., Goldsmith, C. H., Rutherford, S., Voth, S., Hoving, J. L., . . . Santaguida, P. L. (2012). Exercises for mechanical neck disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(8).
- Kristjansson, E., & Treleaven, J. (2009). Sensorimotor function and dizziness in neck pain: implications for assessment and management. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(5), 364–377.
- McCaul, K. D., & Malott, J. M. (1984). Distraction and coping with pain. *Psychological bulletin*, 95(3), 516.
- McGirt, M. J., Holland, C. M., Farber, S. H., Zuckerman, S. L., Spertus, M. S., Theodore, N., . . . Stanley, G. (2023). Remote cognitive behavioral therapy utilizing an in-home virtual reality toolkit (Vx Therapy) reduces pain, anxiety, and depression in patients with chronic cervical and lumbar spondylytic pain: A potential alternative to opioids in multimodal pain management. *North American Spine Society Journal (NASSJ)*, 16, 100287.
- Melzack, R., & Wall, P. D. (1967). Pain mechanisms: a new theory. *Survey of anesthesiology*, 11(2), 89–90.
- Mestre, D. R., Mañano, C., Dagonneau, V., & Mercier, C.-S. (2011). Does virtual reality enhance exercise performance, enjoyment, and dissociation? An exploratory study on a stationary bike apparatus. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(1), 1–14.
- Morales Tejera, D., Beltran-Alacreu, H., Cano-de-la-Cuerda, R., Leon Hernandez, J. V., Martín-Pintado-Zugasti, A., Calvo-Lobo, C., . . . Fernández-Carnero, J. (2020). Effects of virtual reality versus exercise on pain, functional, somatosensory and psychosocial outcomes in patients with non-specific chronic neck pain: a randomized clinical trial. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5950.

- Moreira, M. C., de Amorim Lima, A. M., Ferraz, K. M., & Benedetti Rodrigues, M. A. (2013). Use of virtual reality in gait recovery among post stroke patients—a systematic literature review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 8(5), 357–362.
- Mukherjee, M., Bedekar, N., Sancheti, P. K., & Shyam, A. (2020). Immediate and short-term effect of virtual reality training on pain, range of motion, and kinesiophobia in patients with cervical spondylosis. *Indian Journal of Physical Therapy and Research*, 2(1), 55–60.
- Sarig Bahat, H., Croft, K., Carter, C., Hoddinott, A., Sprecher, E., & Treleaven, J. (2018). Remote kinematic training for patients with chronic neck pain: a randomised controlled trial. *European Spine Journal*, 27(6), 1309–1323.
- Viljanen, M., Malmivaara, A., Uitti, J., Rinne, M., Palmroos, P., & Laippala, P. (2003). Effectiveness of dynamic muscle training, relaxation training, or ordinary activity for chronic neck pain: randomised controlled trial. *Bmj*, 327(7413), 475.
- Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human factors*, 50(3), 449–455.
- Wiederhold, B. K., Gao, K., Sulea, C., & Wiederhold, M. D. (2014). Virtual reality as a distraction technique in chronic pain patients. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 17(6), 346–352.

SARKOPENİ VE GERONTOLOJİK MÜDAHALE STATEJİLERİ

Selman BÖLÜKBAŞI¹

Burak BUĞDAY²

1. GİRİŞ

Yaşlılık, dinamik ve çok yönlü bir olgu olarak, zamanın akışı ve içinde bulunduğu sosyokültürel koşullar doğrultusunda farklılık göstermektedir. İstatistikler, 2000’li yılların başlarından itibaren yaşlı nüfusun artış eğiliminde olduğunu ortaya koymakta; bu durum ise toplum, sağlık ve sosyal güvenlik gibi alanlarda kapsamlı değerlendirmeleri zorunlu kılmaktadır (Tufan, 2024). Bununla birlikte, yaşlanma ve yaşlılık durağan değil, sürekli değişim gösteren bir süreçtir (Yıldırım ve Yıldırım, 2008). Yaşlanma ve yaşlılık, kişilerin algıları ve yaşlı bireylere ilişkin düşünceleri doğrultusunda biçimlenmektedir (Tufan ve diğerleri, 2022). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde 65 yaş ve üzeri nüfus her yıl yaklaşık %5 oranında artış göstermektedir. Bu demografik değişim, yaşlı bireylere özgü sağlık sorunlarının daha fazla önem kazanmasına neden olmaktadır. Sarkopeni, yaşlı bireylerde en önemli geriatrik sendromlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Burton ve Sumukadas, 2010).

Sarkopeni terimi ilk olarak 1988 yılında Irwin Rosenberg tarafından Yunanca “sarx” (et) ve “penia” (kayıp) kelimelerinden türetilerek kullanılmıştır (Rosenberg, 1997). Rosenberg, Albuquerque, New Mexico’da düzenlenen bir toplantıda yaşlı popülasyonlarda sağlık ve beslenme değerlendirmesi ile ilgili ölçümleri incelerken, yaşla birlikte görülen hiçbir düşüşün yağısız vücut kütlesindeki azalma kadar dramatik veya potansiyel olarak daha önemli

¹ Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gerontoloji Bölümü, selman.bolukbasi@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3771-4827.

² Dr. Öğr. Üyesi, İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Gerontoloji Bölümü, burak.bugday@inonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9806-291X.

olmadığını belirtmiştir. Bu azalmanın ambulasyon, mobilite, enerji alımı, genel besin alımı ve durumu, bağımsızlık ve solunum üzerindeki etkilerinin oldukça belirgin olduğunu vurgulamıştır (Rosenberg, 1997).

Gerontoloji terimi ise Eski Yunanca'da "yaşlı" anlamına gelen geron ve "bilim" gibi anlamlara gelen logos kelimelerinden türetilmiştir (Ayan, 2024). Gerontoloji kavramı ilk olarak 1903 yılında Metschnikoff tarafından tanıtılmıştır (Vikhanski, 2016). Literatürde gerontolojiye dair çeşitli kavramsallaştırmalar ve tanımlar bulunmaktadır. ABD Ulusal Yaşlanma Enstitüsü (NIA), gerontolojiyi "yaşlanmayı en geniş perspektiften inceleyen bilim" olarak tanımlar (Wahl ve Heyl, 2004). Başka bir tanım ise şöyledir: "Gerontoloji, yaşlanma ve yaşlılığın fiziksel, psikolojik, sosyal, tarihsel ve kültürel yönlerini tanımlama, açıklama ve değiştirme ile ilgilenir (Baltes ve Baltes, 1992).

2. SARKOPENİ TANIMI VE OPERASYONEL TANIMLAMALAR

Sarkopeni, yaşa bağlı olarak gelişen iskelet kası kütlelerinde, kuvvetinde, fonksiyonelliğinde ve performansında azalma olarak tanımlanmaktadır (Burton ve Sumukadas, 2010; Francesco vd., 2012). Bu durum sadece kas kitlesinin azalması (kantitatif parametre) değil, aynı zamanda kas fonksiyonunun kaybı (kalitatif parametre) ile de karakterizedir. Bu iki boyutlu yapı, sarkopeni tanısı için hem miktar hem de kalite parametrelerinin eş zamanlı ve eşit derecede değerlendirilmesini gerektirmektedir (Cesari ve Vellas, 2012).

İlk operasyonel tanım Baumgartner ve çalışma arkadaşları (1998) tarafından New Mexico Elder Health Survey katılımcılarında yapılmıştır. Bu tanımlamaya göre, erkeklerde 7.26 kg/m^2 ve kadınlarda 5.45 kg/m^2 'nin altındaki apendikular yağsız kütle varlığı sarkopeni olarak kabul edilmiştir. Ancak sonraki çalışmalar, sadece iskelet kas kütlelerinin yaşlı bireylerde olumsuz sonuçlar için öngörücü değerinin yeterince belirgin olmadığını göstermiştir (Visser vd., 2005; Cesari vd., 2009).

Daha sonra, durumu klinik pratiğe daha yakın hale getirmek için uzman panelleri tarafından operasyonel tanımlar geliştirilmiştir (Fielding vd., 2011; Morley vd., 2011; Cruz-Jentoft vd., 2010; Cesari vd., 2012). Bu tanımlamaların tümü, kas kütlelerinin kantitatif değerlendirmesi ile birlikte fiziksel performans ve kas gücünün kalitatif değerlendirmesini içermektedir.

EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) 2010 konsensusuna göre sarkopeni tanı algoritmi üç aşamadan oluşmaktadır: Sadece düşük kas kütlesinin varlığı ön-sarkopeniyi, düşük kas kütlesi ile birlikte düşük kas gücü veya düşük yürüme hızı sarkopeniyi, düşük kas kütlesi ile birlikte hem düşük kas gücü hem de düşük yürüme hızının bulunması ise şiddetli sarkopeniyi göstermektedir (Cruz-Jentoft vd., 2010).

Foundation of National Institutes of Health (FNIH) Sarkopeni Projesi ise farklı bir yaklaşım benimseyerek, yavaş yürüme hızını sonuç değişkeni olarak kullanmış ve cinsiyete özgü optimal kesme noktalarını belirlemiştir (Studenski vd., 2014). Erkekler için <26 kg ve kadınlar için <16 kg el kavrama gücü düşük kas gücü olarak tanımlanırken, vücut kitle indeksi (VKİ) ile ayarlanmış apendikular yağsız kütle erkekler için <0.789 ve kadınlar için <0.512 olarak belirlenmiştir.

3. EPİDEMİYOLOJİ

50 yaşından sonra kas kütlesinin yılda yaklaşık %1-2 oranında azaldığı, ancak kas gücünün yılda %1,5 oranında azaldığı ve 60 yaşından sonra bu oranın %3'e kadar çıktığı bildirilmektedir (Vandervoort, 2002). Bu oranlar sedanter bireylerde daha yüksektir ve erkeklerde kadınlara göre iki kat daha fazladır (Gallagher, vd., 1997). Ancak erkekler ortalama olarak daha fazla kas kütlesine ve daha kısa yaşam süresine sahip olduklarından, sarkopeni potansiyel olarak erkeklere göre kadınlarda daha büyük bir sağlık sorunu oluşturmaktadır.

Farklı operasyonel tanımlar ve ölçüm yöntemlerinin kullanılması nedeniyle sarkopeni prevalansını kesin olarak belirlemek güçtür. New Mexico Elder Health Survey'de sarkopeni prevalansı 70-75 yaş arası erkeklerin yaklaşık %20'sinde, 80 yaş üzerindeki erkeklerin ise yaklaşık %50'sinde bulunmuştur; aynı yaş aralığında kadınlarda bu oranlar %25-40 arasındadır (Baumgartner vd., 1998). Daha sonra dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) çalışmalarına dayalı revize edilmiş prevalans tahminleri, 60-69 yaş arası kadınlarda %8,8 ve erkeklerde %13,5, 80 yaş üzerinde ise kadınlarda %16 ve erkeklerde %29'a kadar çıkmaktadır (Baumgartner, 2000; Rolland vd., 2003).

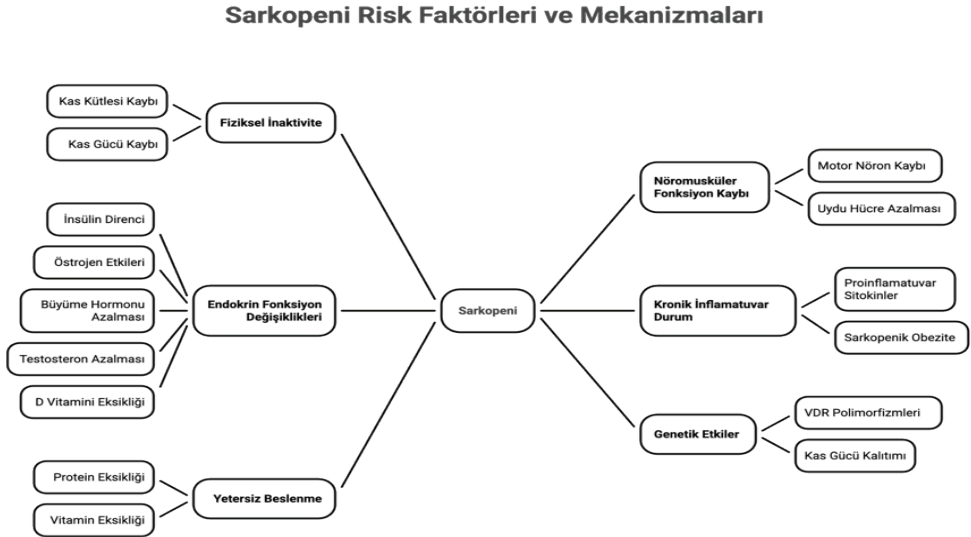
Türkiye'den yapılan bir çalışmada, Muş ilinde toplumda yaşayan 65 yaş ve üzeri 371 katılımcıda sarkopeni prevalansı değerlendirilmiştir (Efe ve diğerleri, 2021). Genel prevalans %16,7 olarak bulunmuştur (kadınlarda

%17,5, erkeklerde %16). Dikkat çekici olarak, kırsal kesimde yaşayan yaşlı bireylerde sarkopeni prevalansı %11,8 iken, şehir merkezinde yaşayanlarda bu oran %21,6'ya çıkmaktadır (p=0,012). Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ve kırsal kesimde yaşayan yaşlıların günlük yaşamlarında daha fazla fiziksel aktivite ile meşgul olmalarıyla açıklanabilir.

Yaş ilerledikçe sarkopeni prevalansının belirgin şekilde arttığı gözlemlenmektedir (Arango-Lopera vd., 2012; Iannuzzi-Sucich, vd., 2002; Martinez vd., 2015). Ayrıca, huzurevinde yaşayan yaşlı bireylerde sarkopeni riski ve prevalansının toplumda yaşayanlara göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Çetinkaya ve Ovayolu, 2025; Civan ve Ekici, 2024). Çetinkaya ve Ovayolu (2025) huzurevlerinde %63,5 oranında sarkopeni riski tespit ederken, Civan ve Ekici (2024) %21,1 oranında sarkopeni prevalansı bildirmiştir.

4. ETİYOLOJİ VE RİSK FAKTÖRLERİ

Sarkopeninin gelişiminde çoklu risk faktörleri ve mekanizmalar rol oynamaktadır (Morley vd., 2001; Rolland vd., 2008). Bunlar arasında fiziksel inaktivite, yetersiz beslenme, yaşa bağlı hormonal ve sitokin düzeylerindeki değişiklikler önemli yer tutmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1 - Sarkopeni Risk Faktörleri ve Mekanizmaları

4.1. Fiziksel İnaktivite

İnaktivite, her yaşta kas kütlesi ve gücünün kaybına katkıda bulunan önemli bir faktördür (Atkins vd., 2014; Gianoudis vd., 2015; Curtis vd., 2015). Yaşam boyu fiziksel egzersizin yaşa bağlı iskelet kası azalmasını geciktirdiği gösterilmiştir (Zampieri vd., 2015). Yatak istirahati çalışmalarının sonuçları, kas gücündeki azalmanın kas kütlesindeki azalmadan önce meydana geldiğini göstermektedir (Kortebein et al. 2007).

4.2. Nöromusküler Fonksiyon Kaybı

Nörolojik katkı, alfa motor nöron aksonlarının kaybı yoluyla gerçekleşmektedir (Edström vd., 2007). Yaşlanma süreci ile birlikte elektrofizyolojik sinir hızında azalma, en büyük liflerin kaybı ile ilişkili olarak gerçekleşir (Vandervoort, 2002). Kesitsel bulgulara göre, motor nöronlardaki azalma yedinci on yıldan sonra başlamakta ve yaklaşık %50 oranında alfa motor nöron kaybı meydana gelmektedir (Doherty, 2003). Bu durum uzun aksonları nedeniyle alt ekstremiteleri üst ekstremitelerden daha fazla etkilemektedir (Vandervoort, 2002).

Yaşlanma sırasında uydu hücre sayısı ve bunların aktivasyonu azalmakta, özellikle tip II liflerde tip I liflerine göre daha fazla azalma olmaktadır (Jozsi et al. 1999). Uydu hücreleri, hasar sırasında yeni kas liflerine ve yeni uydu hücrelerine farklılaşabilen miyojenik kök hücrelerdir (Lee vd., 2007).

4.3. Endokrin Fonksiyon Değişiklikleri

4.3.1. İnsülin

Genç yetişkinlerde, glikoz toleransından bağımsız olarak insülin kas protein sentezini uyarmaktadır (Bell vd., 2006). Bu anabolik kapasite yaşlanma ile birlikte, kısmen artan vücut ve intramiyoselüler yağ kütlesi ile ilişkili insülin direnci ve mTORC1 sinyalleme nedeniyle azalmaktadır (Rasmussen vd., 2006; Fujita vd., 2009).

4.3.2. Östrojenler

Östrojenlerin sarkopeni üzerindeki etkileri konusunda çelişkili veriler bulunmaktadır. Bazı epidemiyolojik ve müdahale çalışmaları östrojenlerin

kas kütlesi kaybını önlediğini öne sürmektedir (Rolland vd., 2007; Dionne vd., 2000).

4.3.3. Büyüme Hormonu ve İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1 (IGF-1)

Büyüme hormonu (GH) dolaşım düzeyleri ve pulsatil salınımı yaşlı bireylerde genellikle azalmaktadır. IGF-1 uydu hücre proliferasyonunu ve farklılaşmasını aktive eder ve mevcut liflerde protein sentezini artırır (Musrò vd., 1999). IGF-1'in kas dokusunda androjenlerle etkileşime girerek de etki gösterdiğine dair kanıtlar vardır (Chen, Zajac, ve MacLean, 2005).

4.3.4. Testosteron

Yaşlı erkeklerde testosteron düzeyleri yılda %1 oranında kademeli olarak azalmakta ve epidemiyolojik çalışmalar düşük testosteron düzeyleri ile kas kütlesi, güç ve fonksiyon kaybı arasında ilişki olduğunu göstermektedir. Klinik ve deneysel çalışmalar, düşük testosteron düzeylerinin sarkopeniyi öngördüğünü desteklemektedir (Galvão vd., 2007).

4.3.5. D Vitamini ve Paratiroid Hormonu

Yaşlanma ile 25-OH vitamin D düzeyleri azalmaktadır (Cesari vd., 2011). Birçok çalışma düşük 1,25-OH vitamin D düzeyleri ile düşük kas kütlesi, düşük kas gücü, azalmış denge ve artmış düşme riski arasında yakın ilişki bildirmiştir (Cesari vd., 2011). Nükleer 1,25-OH vitamin D reseptörü kas hücrelerinde tanımlanmıştır (Bischoff vd., 2001).

4.4. Kronik İnflamatuvar Durum

Kronik tıbbi durumlar (KOA, kalp yetmezliği, kanser gibi) yaşlı bireylerde oldukça yaygındır ve artmış serum proinflamatuvar sitokin düzeyleri ile vücut ağırlığı kaybı ile ilişkilidir. Bu durum genç veya yaşlı bireylerde meydana gelebilir ve kaşeksi olarak adlandırılır (Farkas vd., 2013). Yaşlanma ayrıca periferik kan mononükleer hücreler tarafından özellikle IL-6 ve IL-1 olmak üzere proinflamatuvar sitokinlerin daha kademeli, kronik, artmış üretimi ile ilişkilidir (Beenakker vd., 2010; Degens, 2010; Michaud vd., 2013).

Adipoz doku, proinflamatuvar sitokinlerin salgılanmasında rol oynayan bir endokrin organdır (Galic vd., 2010). Adipoz doku ve iskelet kası arasındaki yakın ilişki, aşırı yağ kütlesi ve azalmış yağsız kütle aynı anda bulunduğu sarkopenik obezite olarak bilinen en kötü senaryo durumunun gelişimini haklı çıkarmaktadır (Roubenoff, 2004; Stenholm vd., 2008; Zamboni et al. 2008).

Sarkopenik obezitenin tek başına sarkopeni veya obeziteye göre engellilik başlangıcını daha fazla öngördüğü bildirilmiştir (Zamboni et al. 2012).

4.5. Kronik İnflamatuvar Durum

Yaşlı bireylerde kas protein sentez oranının %30 oranında azaldığı bildirilmektedir, ancak bu azalmanın ne kadarının beslenme, hastalık veya fiziksel inaktiviteye değil de yaşlanmaya bağlı olduğu konusunda tartışmalar devam etmektedir (Chaput vd., 2007; Lord vd., 2007). Bazı uzmanlar tarafından yaşlı bireylerde protein alımının önerilen 0.8 g/kg/gün alımını aşması gerektiği kabul edilmektedir (Campbell vd., 2001).

PROT-AGE Çalışma Grubu tarafından yayınlanan kanıta dayalı öneriler, yaşlı bireylerin yağsız vücut kütlelerini ve fonksiyonunu korumalarına ve yeniden kazanmalarına yardımcı olmak için ortalama günlük protein alımının en az 1,0-1,2 g/kg vücut ağırlığı/gün aralığında olması gerektiğini belirtmektedir (Bauer vd., 2013). Özellikle aktif bireyler için daha yüksek protein alımı ($\geq 1,2$ g/kg vücut ağırlığı/gün) önerilmektedir.

Türkiye’de yapılan çalışmalarda, huzurevlerinde yaşayan yaşlı bireylerde malnütrisyon riskinin %15,6-51,3 arasında değiştiği ve malnütrisyonun sarkopeni ile güçlü bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Bayram ve Güneş, 2020; Civan ve Ekici, 2024; Çetinkaya ve Ovayolu, 2025). Civan ve Ekici (2024) çalışmasında, daha iyi beslenme durumu, yüksek protein, vitamin B1 ve fosfor alımı ile düşük sarkopeni riski arasında ilişki bulunmuştur.

4.6. Genetik Etkiler

Genetik faktörler kas gücündeki değişkenliğe önemli katkılarda bulunmaktadır ve sarkopenik ajanlara duyarlılıkta rol oynamaktadır. Genetik epidemiyolojik çalışmalar, bir bireyin kas gücünün %36-65’inin (Huygens vd., 2004), alt ekstremitte performansının %57’sinin (Carmelli, Reed, 2000) ve günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme yeteneğinin %34’ünün (Christensen vd., 2000) kalıtımla açıklanabileceğini öne sürmektedir.

Vitamin D reseptörü (VDR) polimorfizmleri, vitamin D’nin düz ve çizgili kas üzerindeki bilinen etkisi nedeniyle kas gücü ile ilişkili olabilir (Cesari vd., 2011). VDR’deki polimorfizmler yaşlı erkeklerde sarkopeni (Roth vd., 2004), premenopozal kadınlarda kas gücü ve vücut kompozisyonu (Grundberg vd., 2004) ve yaşlı kadınlarda kas gücü (Geusens et al., 1997) ile ilişkilendirilmiştir.

5. SARKOPENİ VE YAŞAM KALİTESİ

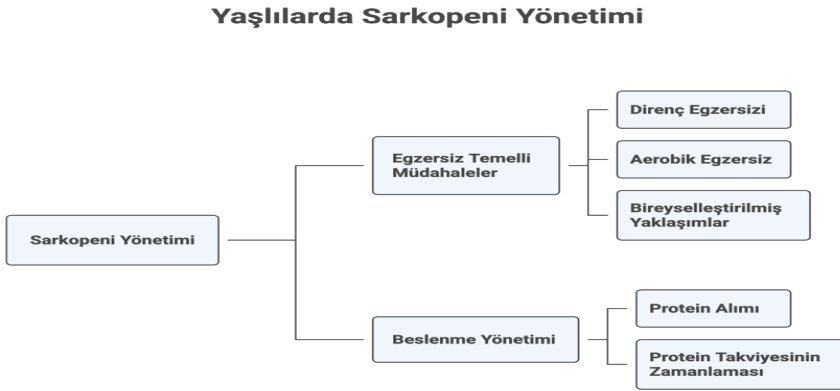
Sarkopeni, yaşlı bireylerde fonksiyonel kısıtlılık ve mobilite engelliliğinin azalmasına yol açmaktadır. Sarkopeni ayrıca kırılabilirliğin nedeni ve patogeneğinde baskın bir rol oynamaktadır; bu durum hastaneye yatış, ilişkili morbidite, engellilik ve ölüm gibi olumsuz olayları yüksek oranda öngörmektedir (Ferrucci vd., 2004).

Sarkopeninin ayrıca halk sağlığı ve sağlık hizmeti sistemleri için önemli maliyetleri bulunmaktadır (Beaudart vd., 2014). Sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde sarkopeniye atfedilebilen yıllık sağlık hizmetleri maliyetinin 18 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir (Janssen vd., 2004).

Türkiye'den yapılan çalışmada, sarkopenik ve non-sarkopenik bireyler arasında yaşam kalitesi skorlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Efe ve diğerleri, 2021). Sarkopenik bireylerde, özellikle fiziksel fonksiyon alt ölçeğinde skorlar anlamlı derecede düşük bulunmuştur (medyan: 30 vs 40, $p=0,021$). Ayrıca fiziksel rol kısıtlılığı ($16,1\pm32,6$ vs $26,1\pm35,4$, $p=0,006$) ve emosyonel rol kısıtlılığı ($16,6\pm32,3$ vs $29,3\pm38,7$, $p=0,009$) açısından da anlamlı farklılıklar saptanmıştır.

6. GERONTOLOJİK YAKLAŞIMLAR VE MÜDAHALELER

Yaşlılarda egzersiz temelli müdahaleler ve beslenme yönetimi şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 - Yaşlılarda Sarkopeni Yönetimi

6.1. Egzersiz Temelli Müdahaleler

Sarkopeninin tersine çevrilmesinde hiçbir farmakolojik veya davranışsal müdahale direnç egzersizi kadar etkili olmadığı kanıtlanmamıştır. Kas kütlesi, gücü ve kas kalitesi (kas kütlesine göre ayarlanmış güç) yaşlı bireylerde direnç egzersizi ile önemli ölçüde iyileşmektedir (Friedman vd., 1985).

6.1.1. Direnç Egzersizi

Ağırlık kaldırma gibi direnç egzersizinin miyofibrillar kas protein sentezini, kas kütlesini ve gücünü, kırılğan yaşlı bireylerde bile artırdığını gösteren çok sayıda çalışmadan güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Hasten vd., 2000; Yarasheski vd., 1993; Fiatarone vd., 1994; Welle vd., 1995; Yarasheski vd., 1999). Güç artışları, iyileşmiş kas kütlesi ve kalitesi ile nöronal adaptasyonun (innervasyon, aktivasyon modeli) bir kombinasyonundan kaynaklanmaktadır (Vandervoort, 2002).

American College of Sport Medicine (ACSM) ve American Heart Association (AHA), kırılğan yaşlı bireylerde bile kas boyutu ve gücünde artışlar sağlamak için haftada iki veya daha fazla ardışık olmayan günde 1 RM'nin (bir tekrar maksimum) %70-90'ında antrenman yapılmasının uygun antrenman yoğunluğu olduğunu önermiştir (Nelson vd., 2007; Borst, 2004).

Türkiye'de yapılan bir derleme çalışmasında, sarkopenik obezitede farklı egzersiz modalitelerinin (direnç, eksentrik, aerobik ve kombine egzersizler) etkileri incelenmiştir (Yurtseven, 2023). 18 haftalık direnç egzersizi ile kas gücünde %33'e kadar artış elde edildiği bildirilmiştir. Kombine egzersiz protokollerinin özellikle sarkopenik obeziteli kadınlar için faydalı olduğu belirtilmiştir (Toğuç ve Bölükbaşı, 2024).

6.1.2. Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersiz dirençli egzersizler kadar kas hipertrofisine katkıda bulunmasa da kas protein sentezini uyarır (Sheffield-Moore vd., 2004), uydu hücre aktivasyonunu ve artmış kas lifi alanını teşvik eder (Charifi et al, 2003). Aerobik egzersizin önemli bir yönü, intramüsküler yağ dahil olmak üzere vücut yağını azaltmasıdır; bu durum kasın vücut ağırlığına göre fonksiyonel rolünü iyileştirmek için önemlidir (Özdurak ve diğerleri, 2003).

6.1.3. Bireyselleştirilmiş Yaklaşımlar

Hem Yurtseven (2023) hem de Bayram ve Güneş (2020) egzersiz programlarının yoğunluk, süre ve ilerleme açısından bireyselleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Hastalar arasındaki farklılıkları dikkate alan bireyselleştirilmiş protokoller önerilmektedir (Bölükbaşı, 2020).

6.2. Beslenme Yönetimi

Yetersiz beslenen yaşlı bireylerde, yetersiz protein alımı direnç egzersizi gibi müdahalelerden kas dokusu ve gücünde kazanımlar için bir engeldir. Yaşlı bireylerde, özellikle kırılğan yaşlı bireylerde, artan protein alımı sarkopenik süreci en aza indirebilir (Morais vd., 2006).

6.2.1. Protein Alımı

Esansiyel amino asitlerin yaşlı bireylerde protein anabolizmini uyardığı, oysa esansiyel olmayan amino asitlerin esansiyel amino asitlere göre etkisi olmadığı bildirilmiştir (Volpi vd., 2003; Drummond vd., 2008). Suprafizyolojik konsantrasyonda lösin kas protein sentezini uyarmaktadır (Fujita ve Volpi, 2006); bu durum lösinin mRNA translasyonunun başlatılması üzerindeki doğrudan etkisi ile ilişkili olabilir. Amino asit takviyeleri, yeterli lösin içermedikleri takdirde kas protein sentezi için etkisizdir (Katsanos vd., 2005).

6.2.2. Protein Takviyesinin Zamanlaması

Protein takviyesinin programı kas protein sentezini iyileştirmek için önemlidir (Bauer vd., 2013). Yaşlı bireylerde iki protein puls beslenme modelinin, aynı miktarda proteinin öğünlere eşit olarak dağıtılmasına göre tüm vücut protein tutulumunu iyileştirmede daha etkili olduğunu göstermiştir (Toğuç ve Çavdar, 2024). Bununla birlikte, çoğu araştırmacı, 24 saatlik daha büyük anabolik yanıt sağlamak için alınan protein miktarının gün boyunca eşit olarak dağıtılması gerektiği konusunda hemfikirdir (Calvani vd., 2013).

Türkiye'deki çalışmalarda, yaşlı bireyler için en az 1.0 g/kg protein alımı önerilmekte ve bu öneri Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (ESPEN) kılavuzları ile uyumludur (Civan ve Ekici, 2024). Daha iyi beslenme durumu, yüksek protein, vitamin B1 ve fosfor alımı ile düşük sarkopeni riski arasında ilişki bulunmuştur.

7. SONUÇ

Sarkopeni, yaşlı bireylerde kas kütlesi, gücü ve fonksiyonelliğinde meydana gelen azalma ile karakterize, multifaktöriyel bir geriatrik sendromdur. Küresel düzeyde yaşlı nüfusun hızla artması, sarkopeninin halk sağlığı açısından önemini giderek artırmaktadır. Türkiye’de yapılan çalışmalar, sarkopeni prevalansının %16-21 arasında değiştiğini ve özellikle huzurevlerinde yaşayan yaşlı bireylerde bu oranın daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Sarkopeninin etiyolojisinde fiziksel inaktivite, yetersiz beslenme, hormonal değişiklikler, kronik inflamasyon ve genetik faktörler rol oynamaktadır. Bu multifaktöriyel yapı, sarkopeniye yönelik müdahalelerin de çok yönlü ve bireyselleştirilmiş olması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Sarkopeni, yalnızca kas kaybı ile sınırlı kalmayıp, fonksiyonel kısıtlılık, düşme riski, kırılanlık, hastaneye yatış ve ölüm gibi ciddi sonuçlara yol açmakta; ayrıca yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte ve önemli ekonomik yükler oluşturmaktadır.

Gerontolojik yaklaşımlar çerçevesinde, sarkopeninin önlenmesi ve tedavisinde direnç egzersizi temelli müdahaleler en etkili yöntem olarak öne çıkmaktadır. Yeterli protein alımı (en az 1,0-1,2 g/kg/gün) ile desteklenen düzenli direnç egzersizinin, yaşlı bireylerde kas kütlesi, gücü ve fonksiyonelliğini artırdığı kanıtlanmıştır. Aerobik egzersizler ve kombine egzersiz protokolleri de özellikle sarkopenik obezite gibi karmaşık durumlarda faydalı olmaktadır.

Sonuç olarak, sarkopeni yaşlı bireylerin sağlığı, bağımsızlığı ve yaşam kalitesi açısından önlenebilir ve tedavi edilebilir bir durumdur. Erken tanı, risk faktörlerinin belirlenmesi ve kanıta dayalı müdahalelerin uygulanması, sarkopeninin olumsuz sonuçlarının azaltılmasında kritik öneme sahiptir. Gerontolojik bakış açısıyla, yaşlı bireylere yönelik bütüncül, bireyselleştirilmiş ve multidisipliner yaklaşımların geliştirilmesi, başarılı yaşlanmanın desteklenmesi ve yaşlı nüfusun sağlıklı, aktif ve bağımsız bir yaşam sürdürmesi için zorunludur. Gelecekte, sarkopeni alanında daha fazla epidemiyolojik çalışma, yenilikçi tedavi yöntemleri ve toplum temelli müdahale programlarına ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Arango-Lopera, V., Arroyo, P., Gutiérrez-Robledo, L., & Pérez-Zepeda, M. (2012). Prevalence of sarcopenia in Mexico City. *European Geriatric Medicine*, 3(3), 157-160.
- Atkins, J. L., Whincup, P. H., Morris, R. W., Lennon, L. T., Papacosta, O., & Wannamethee, S. G. (2014). Low muscle mass in older men: The role of lifestyle, diet and cardiovascular risk factors. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 18(1), 26-33.
- Ayan, F. S., (2024). Three Decades of Gerontology in Türkiye: Historical Foundations, Multidisciplinary Growth, and Future Horizons. *Journal of Aging and Long-Term Care* , vol.7, no.3, 151-166.
- Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1992). *Gerontologie: Begriff, Herausforderung und Brennpunkte*. In P. B. Baltes, & J. Mittelstrass, *Zukunft des Alterns und gesellschaftliche Entwicklung* (pp. 1-34). Berlin: De Gruyter.
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., ... & Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542-559.
- Baumgartner, R. N., Koehler, K. M., Gallagher, D., Romero, L., Heymsfield, S. B., Ross, R. R., ... & Lindeman, R. D. (1998). Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American Journal of Epidemiology*, 147(8), 755-763.
- Bayram, H., & Güneş, F. (2020). Sarkopeni ve beslenme yaklaşımı. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 5(1), 175-185.
- Beaudart, C., Reginster, J. Y., Petermans, J., Gillain, S., Quabron, A., Locquet, M., ... & Bruyère, O. (2015). Quality of life and physical components linked to sarcopenia: The SarcoPhAge study. *Experimental Gerontology*, 69, 103-110.
- Beaudart, C., Rizzoli, R., Bruyère, O., Reginster, J. Y., & Biver, E. (2014). Sarcopenia: Burden and challenges for public health. *Archives of Public Health*, 72(1), 45.

- Bölükbaşı, S. (2020). Yaşlı Obezlerde Egzersiz Yaklaşımı ve Etkileri. *Turkish Journal of Diabetes and Obesity*, 4(1), 54-59. <https://doi.org/10.25048/tudod.689751>
- Cesari, M., Fielding, R. A., Pahor, M., Goodpaster, B., Hellerstein, M., Van Kan, G. A., ... & Ferrucci, L. (2012). Biomarkers of sarcopenia in clinical trials—Recommendations from the International Working Group on Sarcopenia. *Journal of Frailty and Aging*, 1(3), 102-110.
- Cesari, M., Incalzi, R. A., Zamboni, V., & Pahor, M. (2011). Vitamin D hormone: A multitude of actions potentially influencing the physical function decline in older persons. *Geriatrics & Gerontology International*, 11(2), 133-142.
- Cesari, M., Rolland, Y., Abellan Van Kan, G., Bandinelli, S., Vellas, B., & Ferrucci, L. (2015). Sarcopenia-related parameters and incident disability in older persons: Results from the “Invecchiare in Chianti” study. *The Journals of Gerontology: Series A*, 70(4), 457-463.
- Cesari, M., & Vellas, B. (2012). Sarcopenia: A novel clinical condition or still a matter for research? *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(9), 766-767.
- Civan, B. N., & Ekici, E. M. (2024). Yaşlı bireylerde malnütrisyonun saptanması, beslenme durumu ve bazı biyokimyasal parametrelerin sarkopeni ile ilişkisinin değerlendirilmesi. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(1), 62-73.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 39(4), 412-423.
- Cruz-Jentoft, A. J., Landi, F., Schneider, S. M., Zúñiga, C., Arai, H., Boirie, Y., ... & Cederholm, T. (2014). Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age and Ageing*, 43(6), 748-759.
- Curtis, E., Litwic, A., Cooper, C., & Dennison, E. (2015). Determinants of muscle and bone aging. *Journal of Cellular Physiology*, 230(11), 2618-2625.

- Çetinkaya, O., & Ovayolu, Ö. (2025). Huzurevinde yaşayan yaşlılarda sarkopeni riski ve malnütrisyon ile etkileyen faktörlerin belirlenmesi. *Sağlık Bilimlerinde Değer*, 15(1), 39-46.
- Dickinson, J. M., Fry, C. S., Drummond, M. J., Gundermann, D. M., Walker, D. K., Glynn, E. L., ... & Rasmussen, B. B. (2011). Mammalian target of rapamycin complex 1 activation is required for the stimulation of human skeletal muscle protein synthesis by essential amino acids. *The Journal of Nutrition*, 141(5), 856-862.
- Ebner, N., Steinbeck, L., Doehner, W., Springer, J., & von Haehling, S. (2014). Highlights from the 7th Cachexia Conference: Muscle wasting pathophysiological detection and novel treatment strategies. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 5(1), 27-34.
- Efe, M., Saraç, Z. F., Savaş, S., Kılavuz, A., & Akçiçek, S. F. (2021). Sarcopenia prevalence and the quality of life in older adults: A study from Turkey's east. *Ege Journal of Medicine*, 60(Supplement), 52-59.
- Farkas, J., von Haehling, S., Kalantar-Zadeh, K., Morley, J. E., Anker, S. D., & Lainscak, M. (2013). Cachexia as a major public health problem: Frequent, costly, and deadly. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 4(3), 173-178.
- Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., ... & Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: Prevalence, etiology, and consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249-256.
- Fragala, M. S., Dam, T. T., Barber, V., Ganong, J. V., Kenny, A. M., Kuchel, G. A., & Shardell, M. D. (2015). Strength and function response to clinical interventions of older women categorized by weakness and low lean mass using classifications from the Foundation for the National Institute of Health Sarcopenia Project. *The Journals of Gerontology: Series A*, 70(2), 202-209.
- Garatachea, N., & Lucía, A. (2013). Genes and the ageing muscle: A review on genetic association studies. *Age*, 35(1), 207-233.

- Gianoudis, J., Bailey, C. A., & Daly, R. M. (2015). Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. *Osteoporosis International*, 26(2), 571-579.
- Janssen, I., Baumgartner, R. N., Ross, R., Rosenberg, I. H., & Roubenoff, R. (2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *American Journal of Epidemiology*, 159(4), 413-421.
- Liu, C. K., Leng, X., Hsu, F. C., Kritchevsky, S. B., Ding, J., Earnest, C. P., ... & Fielding, R. A. (2014). The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: The Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot Study (LIFE-P). *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 18(1), 59-64.
- Marzetti, E., Calvani, R., Bernabei, R., & Leeuwenburgh, C. (2012). Apoptosis in skeletal myocytes: A potential target for interventions against sarcopenia and physical frailty—A mini-review. *Gerontology*, 58(2), 99-106.
- Melton, L. J., Khosla, S., Crowson, C. S., O'Connor, M. K., O'Fallon, W. M., & Riggs, B. L. (2000). Epidemiology of sarcopenia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(6), 625-630.
- Morley, J. E., Abbatecola, A. M., Argiles, J. M., Baracos, V., Bauer, J., Bhasin, S., ... & Anker, S. D. (2011). Sarcopenia with limited mobility: An international consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(6), 403-409.
- Özdurak, R. H., Düz, S., Arsal, G., Akıncı, Y., Kablan, N., Işıklı, S., & Korkusuz, F. (2003). Quantitative forearm muscle strength influences radial bone mineral density in osteoporotic and healthy males. *Technology and Health Care*, 11(4), 253-261.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *The Journal of Nutrition*, 127(5), 990S-991S.
- Studenski, S. A., Peters, K. W., Alley, D. E., Cawthon, P. M., McLean, R. R., Harris, T. B., ... & Vassileva, M. T. (2014). The FNIH sarcopenia project: Rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *The Journals of Gerontology: Series A*, 69(5), 547-558.

- Tan, L. J., Liu, S. L., Lei, S. F., Papasian, C. J., & Deng, H. W. (2012). Molecular genetic studies of gene identification for sarcopenia. *Human Genetics*, 131(1), 1-31.
- Toğuş, H., & Bölükbaşı, S. (2024). Yaşlı bireylerde sarkopenik obezite: Metabolik sağlık, fiziksel fonksiyon ve yaşam kalitesi üzerine etkileri. In S. Düz (Ed.), *Spor bilimleri'nde farklı yaklaşımlar* (pp. 104-109). Duvar Yayınları.
- Toğuş, H., & Çavdar, M., (2024). How Picky Eating Shapes Well-Being, Sleep and Obesity: A Study Among Women. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi* , vol.8, no.3, 248-255.
- Tufan, İ., Koç, O., Özgür, Ö., Demirdaş, F. B., Tiryaki, S., Ulusal, F., Kaleli, İ., & Dere, B. (2022). Afetlerde Yaşlılara Yardım ve Destek: Afet Gerontolojisi. *Geriatrik Bilimler Dergisi*, 5(1), 14-20. <https://doi.org/10.47141/geriatrik.985224>
- Tufan, I. (2024). *Antik Çağ'dan Günümüze YAŞLILIK ve YAŞLANMA*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Uzun, M. M., Coşkun Akar, G., Alpöz, E., Daylan, A., Kılavuz, A., Kayhan Koçak, F. Ö., & Savaş, S. (2024). Sarkopenik veya olası sarkopenik hastaların ağız sağlığı durumunun değerlendirilmesi. *Selcuk Dental Journal*, 11(2), 234-241.
- Vikhanski, L. (2016). Elie Metchnikoff rediscovered: Comeback of a founding father of gerontology. *The Gerontologist*, 56(3), 181. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw162.708>
- Wahl, H. W., & Heyl, V. (2004). *Gerontologie: Einführung und Geschichte*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Yıldırım, N., & Yıldırım, K. (2008). *Sosyal Hizmete Giriş*. Sakarya: Sakarya Yayıncılık.
- Yurtseven, M. (2023). Sarkopenik obezitede egzersiz yaklaşımları. *Istanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Yeni Yüzyıl Journal of Medical Sciences*, 4(1), 45-54.
- Zamboni, M., Rossi, A. P., & Zoico, E. (2012). Sarcopenic obesity. In A. J. Cruz-Jentoft & J. E. Morley (Eds.), *Sarcopenia* (pp. 181-192). Chichester, England: Wiley-Blackwell.

AĞRI YÖNETİMİNDE GÜNCEL FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Canan DEMİR¹

1. GİRİŞ

Uluslararası Ağrı Çalışmaları Derneği (International Association for the Study of Pain - IASP), ağrıyı, gerçek veya potansiyel doku hasarıyla ilişkili veya buna benzer, hoş olmayan duysal ve duygusal bir deneyim olarak tanımlar (Raja ve ark., 2020). Bu tanım, hem akut hem de kronik ağrıyı kapsar. Ağrı, hasar durumunda vücut için temel bir uyarı mekanizmasıdır (Nagireddi ve ark., 2022). Yaygınlığına rağmen ağrı, kapsamlı inceleme ve etkili tedavi seçeneklerinin eksikliği nedeniyle tıp ve sağlık alanı içerisinde yönetimde zorluklar yaşanan bir durumdur (Lötsch ve Ultsch, 2018). Bu yönüyle ağrı, ciddi bir halk sağlığı yükünü temsil eden bütünsel, karmaşık, çok boyutlu bir olgudur (Bautista ve ark., 2024; Ploner, Sorg ve Gross, 2017; Li, Hu ve Luo, 2025).

Ağrı, bireylerde sebep olduğu hoş olmayan duysal ve duygusal bir deneyimin yanı sıra uyku bozuklukları, kısıtlı hareket kabiliyeti, azalan günlük işlevsellik, yaygın psikolojik sorunlar ve azalan yaşam kalitesi ile önemli ölçüde ilişkilidir (Yong, Mullins ve Bhattacharyya, 2022; Cheatle ve ark., 2016; Hooten, 2016). Ayrıca, çalışmalar yönetilemeyen ağrının sağlık kaynaklarının aşırı kullanımına, hastane yatışlarının sıklığında artışa, acil servis ziyaretlerine ve artan mali yüke yol açabileceğini göstermiştir (Clewley, Rhon, Flynn, Koppenhaver ve Cook, 2018; Engel, von Korff ve Katon, 1996). Duygusal faktörlerin, yaşam tarzının ve kişisel ağrı toleransının etkisi, oldukça öznel ağrı semptomlarına neden olur ve bu da sağlık çalışanlarının hastanın ağrısının doğasını doğru bir şekilde değerlendirmesini zorlaştırır; bu da etkili ağrı yönetiminin önündeki önemli bir engeldir (Natoli, Vittori, Cascella ve ark., 2022; Cascella, Schiavo, Cuomo ve ark., 2023). Geleneksel ağrı

¹ Doktor Öğretim Üyesi, Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, canandemir@bandirma.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0891-083X.

yönetimi yöntemlerinin, ağrı hastalarının bireysel ihtiyaçlarını karşılamadaki yetersizliği göz önüne alındığında, bu eksikliği telafi etmek için yeni/güncel yöntemlerin araştırılması; geleneksel yöntemlerin ise etki ettikleri ağrı yönetimi parametreleri ve kanıt düzeylerinin incelenmesi gerekmektedir.

2. EPİDEMİYOLOJİ

Yetişkin bireylerde kronik ağrı prevalansı Avrupa ülkelerinde % 20 civarında seyretmektedir (Dahlhamer, 2018; Fayaz ve ark., 2016; Rometsch, Martin, Junne ve Cosci, 2025). Genç yetişkinlere kronik ağrının yaygınlığı üzerine yapılan bir meta-analizde 22 ülkede yapılan 43 çalışma incelenmiş ve kronik ağrının yaygınlık oranının % 11,6 olarak tespit edildiği; başka bir deyişle dünya genelinde her 9 genç yetişkinden 1'inin kronik ağrı yaşadığı belirtilmiştir (Murray ve ark., 2022).

Ağrının tanımlanması, araştırmalarda incelenen bireylerin yaş aralığı ve ölçüm yöntemlerindeki farklılıklar yaygınlık oranlarının değişmesine neden olmaktadır. Türkiye’de, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri doğrudan kronik ağrı ölçümü yerine bel/boyun rahatsızlıklarını temel alırken, akademik çalışmalar daha geniş tanımlara dayanmakta ve ağrı oranları % 30 – 80 arasında değişmektedir (Oğuzöncül ve Kurt, 2020; Güney ve Heybet, 2025; Aydın, Yıldız ve Aydın, 2025).

3. AĞRININ SINIFLANDIRILMASI

Ağrının klinik yönetiminde en kritik adımlardan biri, ağrının sınıflandırılmasının doğru bir şekilde yapılmasıdır. Önceki yıllarda yapılan geleneksel sınıflandırmada ağrı, akut ve kronik olarak süreye göre tanımlanırken; günümüzde daha işlevsel ve mekanizmaya dayalı sınıflamalar ön plana çıkmaktadır (Treede ve ark., 2019). Bu yaklaşım, yalnızca tanısallık kesinlik sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ağrının yönetimi için etkili tedavi seçimlerini ortaya koymayı sağlar (Kosek ve ark., 2021).

Mekanizmaya dayalı sınıflama, güncel literatürde üç ana kategoride tanımlanmaktadır:

- 1. Nosiseptif ağrı:** Somatik veya visseral doku hasarı ya da inflamasyon sonucu gelişen, periferik nosiseptör aktivasyonu ile ilişkili ağrı-

dır. Osteoartrit, romatoid artrit ve postoperatif ağrı tipik örneklerdir (Woolf, 2011).

- 2. Nöropatik ağrı:** Somatosensoriyel sistemde doğrudan lezyon veya hastalık sonucu oluşur. Diyabetik nöropati, postherpetik nevralji veya spinal kord hasarı sonrası ağrı, en sık gözlenen klinik tablolardır (Colloca ve ark., 2017). Nöropatik ağrı, genellikle yanıcı, batıcı ya da elektrik çarpması tarzında tanımlanır ve disestezi, allodini veya hiperaljezi gibi eşlik eden duyuşsal bozukluklarla karakterizedir.
- 3. Nosiplastik ağrı:** IASP tarafından 2017’de tanımlanan bu yeni kavram, belirgin bir doku hasarı veya somatosensoriyel sistem lezyonu olmaksızın merkezi nosiseptif işleme bozulmaya bağlı gelişen ağrıyı ifade etmektedir (Raja ve ark., 2020). Fibromiyalji, irritabl barsak sendromu ve kronik primer bel ağrısı bu gruba örnektir. Nosiplastik ağrı, sıklıkla yaygın kas-iskelet sistemi ağrısı, uyku bozuklukları, yorgunluk ve bilişsel şikâyetlerle birlikte (Kosek ve ark., 2021).

Pratikte ise birçok hastada bu mekanizmalar bir arada bulunabilmektedir. Örneğin, diz osteoartritli bir bireyde nosiseptif ağrı ön planda iken, eş zamanlı olarak nöropatik ve nosiplastik bileşenler de tabloya eklenebilir (Arendt-Nielsen, 2017). Bu nedenle, ağrı ve yönetimi ile ilişkili güncel kılavuzlarda mekanizma baskınlığına göre tedavi stratejilerinin kişiselleştirilmesi önerilmektedir. Ulusal Sağlık ve Bakım Mükemmelliği Enstitüsü (National Institute for Health and Care Excellence–NICE) kılavuzunda (National Institute for Health and Care Excellence, Chronic pain (primary and secondary) in over 16s: assessment of all chronic pain and management of chronic primary pain - NICE NG193) klinik uygulamada ağrı mekanizmalarının tanınması ve tedavi planının buna göre yapılmasını güçlü şekilde vurgulamaktadır (NICE, 2021).

4. AĞRININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Kronik ağrıda değerlendirme, yalnızca şiddet ve lokalizasyon belirlemekten ibaret değildir. Multidisipliner bir bakış açısıyla, biyopsikososyal çerçevede kapsamlı bir değerlendirme yapılmalıdır (Nicholas ve ark., 2019).

- Klinik öykü ve fizik muayene: Ağrının süresi, başlangıç şekli, tetikleyici faktörler, fonksiyonel etkileri ve psikososyal durumu ayrıntılı şekilde sorgulanmalıdır (NICE, 2021). Kılavuzlarda belirtilen

ağrı sınıflamalarına uygun tanısal araç ve anketler değerlendirmede kullanılmalıdır (Moisset, 2024).

- Psikososyal risk faktörleri: Kinezyofobi, katastrofizasyon, depresyon ve anksiyete kronik ağrının kronikleşmesinde önemli rol oynamaktadır (Tan, Jaggi, Tasker, Borra, ve Watson, 2025). Bu nedenle “sarı bayrak” taraması yapılması önerilmektedir (Sarı bayraklar (yellow flags)” kavramı, özellikle kronik ağrı ve bel ağrısı literatüründe kullanılan klinik bir terimdir. Ağrının biyolojik hasardan ziyade bireyin düşünce, duygu ve davranışları nedeniyle uzun süreli ve kronikleşme riski taşıdığına işaret eden psikososyal risk faktörlerini tanımlamak için kullanılır (NICE, 2021)).
- Objektif ölçümler: Fiziksel performans ve fonksiyonel kapasite testleri (6 Dakika Yürüme Testi (6DYT), otur-kalk testi), fonksiyonel anketler (Oswestry Disabilite İndeksi, Roland-Morris Disabilite Anketi) ve yaşam kalitesi ölçekleri kullanılabilir (Benaim, Blaser, Léger, Vuistiner ve Luthi, 2019; Niri ve ark., 2024; Huang ve ark., 2025).

Bu çok boyutlu yaklaşım, tedavi hedeflerinin kişiselleştirilmesini ve izlemde objektif parametrelerin kullanılmasını mümkün kılar.

5. AĞRI YÖNETİMİNDE TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Ağrının yönetiminde tedavi yaklaşımları, son yıllarda giderek daha fazla kanıta dayalı ve multimodal bir yapıya kavuşmuştur. Güncel kılavuzlar, özellikle kronik primer ağrıda, ilaç dışı yöntemleri öncelikli olarak önermektedir (NICE, 2021; WHO, 2023). Bu bağlamda güncel tedavi yaklaşımlarından eğitim ve öz-yönetim, egzersiz programları, psikolojik müdahaleler, fiziksel modaliteler, sanal gerçeklik (VR) tabanlı dijital uygulamalar, farmakoterapi ve rehabilitasyon ele alınacaktır.

5.1. Eğitim, Öz-Yönetim ve Ağrı Nörobilimi Eğitimi

Hasta eğitimi, kronik ağrı yönetiminde bireylerin ağrı hakkında doğru bilgi edinmesini, yanlış inançların düzeltilmesini ve tedaviye aktif katılımın artırılmasını amaçlayan temel bir bileşendir. Eğitim programlarında genellikle ağrının doğası, tedavi seçenekleri, aktivite-uyku-dinlenme dengesi ve sağlıklı yaşam davranışları hakkında bilgilendirme yapılmaktadır (NICE, 2021).

Ağrı yönetiminde hasta eğitimi fizyoterapistler, hekimler (özellikle fiziksel tıp ve rehabilitasyon uzmanları, algoloji uzmanları, nörologlar), psikologlar / psikiyatristler, hemşireler ve ergoterapistler tarafından multidisipliner bir ekip yaklaşımı ile yapılmalıdır (NICE, 2021; Louw ve ark., 2016).

Öz-yönetim (self-management) ise hasta eğitiminin ötesinde, bireyin günlük yaşamında ağrıyla başa çıkabilmek için edindiği bilgi ve becerileri aktif olarak uygulamasını ifade eder. Hasta eğitimi ile edinilen bilgi ve becerilerin günlük yaşam aktivitelerine aktarımı ve yansıtılması söz konusudur. Öz-yönetim; hedef belirleme, egzersizleri düzenli sürdürme, gevşeme teknikleri kullanma ve kendi semptomlarını izleme gibi davranışları içerir. Bu yaklaşım, bireyin tedavide pasif alıcı değil, aktif karar verici olmasını sağlar ve elde edilen iyileşmelerin uzun dönem sürdürülmesi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Nicholas, 2012).

Ağrı Nörobilimi Eğitimi (Pain Neuroscience Education, PNE) ise daha özel bir eğitim stratejisidir. PNE, ağrının “doku hasarının doğrudan göstergesi” olmadığını, sinir sisteminin duyarlılığı ve merkezi sinir sistemi plastisitesiyle ilişkili olduğunun hastalara öğretilmesi yaklaşımıdır. Böylece, hastaların ağrıyı tehdit edici bir durumdan ziyade, sinir sisteminin duyarlılığının bir sonucu olarak anlamalarını sağlayarak ağrı algısının yeniden çerçevelenmesi ve tehdit algısının azalması hedeflenir (Moseley ve Butler, 2015). Randomize kontrollü çalışmalar, PNE’nin tek başına küçük-orta düzey etkiler sağladığını; ancak egzersizle birleştirildiğinde ağrı şiddeti, özür lülük ve kinezyofobide daha anlamlı iyileşmeler oluşturduğunu göstermektedir (Louw, Schuermann, Zimney ve Puentedura, 2024; Salazar-Méndez ve ark., 2024).

Eğitim, öz-yönetim ve PNE birbirini tamamlayan ancak farklı düzeylerde etki eden stratejilerdir. NICE kılavuzu (2021), bu üç yaklaşımın birlikte uygulanmasını, kronik ağrı tedavi planının merkezinde önermektedir (NICE, 2021).

5.2. Egzersiz Tedavileri

Egzersiz, kronik ağrı tedavisinde en güçlü kanıtlara (Orta-yüksek düzey kanıt) sahip girişimlerden biridir (WHO, 2023). Aerobik egzersiz, kuvvetlendirme, esneklik ve motor kontrol egzersizlerinin ağrı ve işlevsellik üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir (Wang, Aaron, Attal, ve Colloca, 2025). Ayrıca kademeli aktivite ve kademeli maruz bırakma

yaklaşımlarının, özellikle kronik bel ağrısında fonksiyonel kazanımı artırmakta ve aktiviteye bağlı korkuyu azaltmakta etkili olduğu belirtilmektedir (de Oliveira ve ark., 2025; Simons ve ark., 2024). Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization – WHO) 2023 kılavuzu kronik primer bel ağrısında egzersizi temel tedavi olarak önermektedir, ilaçlar ve invaziv yöntemlerin ise yalnızca gerekli durumlarda yardımcı rol oynayabileceği belirtilmektedir (WHO, 2023).

5.3. Psikolojik Müdahaleler

Kronik ağrıda bilişsel-duygusal faktörlerin (katastrofizasyon, anksiyete, depresyon, öz-yeterlik eksikliği vb.) rolü nedeniyle, psikolojik tedaviler büyük önem taşımaktadır (Turk ve Okıfuji, 2002; Gatchel, Peng, Peters, Fuchs ve Turk, 2007). Bilişsel davranışçı terapi (BDT), kabul kararlılık terapisi (KKT) ve bilinçli farkındalık (mindfulness) tabanlı yaklaşımlar, ağrı ile baş etmede etkili bulunmuştur (Williams, Fisher, Hearn, ve Eccleston, 2020). NICE NG193 kılavuzu, kronik primer ağrıda psikolojik tedavilerin uygulanmasını güçlü şekilde önermektedir (NICE, 2021).

Kronik ağrı, yalnızca biyolojik süreçlerle açıklanamayacak, bilişsel-duygusal ve davranışsal faktörlerin de güçlü bir biçimde etkilediği kompleks bir olgudur. Bu nedenle psikolojik tedaviler, biyopsikososyal yaklaşımın temel bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır (Turk ve Okıfuji, 2002; Gatchel, Peng, Peters, Fuchs ve Turk, 2007). Kinezyofobi, katastrofizasyon, depresyon ve anksiyete gibi faktörler, ağrının kronikleşmesinde ve işlev kaybında önemli rol oynamakta; bu nedenle güncel kılavuzlar “sarı bayraklar” taramasını ve psikososyal risklerin erken belirlenmesini önermektedir (NICE, 2021).

Psikolojik müdahaleler içinde en güçlü kanıta sahip yöntemlerden biri Bilişsel Davranışçı Terapi (BDT)’dir. Sistematik derlemeler ve meta-analizler, BDT’nin ağrı şiddeti, özürülük düzeyi, depresyon ve anksiyete belirtilerinde anlamlı iyileşme sağladığını göstermektedir (Williams, Fisher, Hearn, ve Eccleston, 2020). Genel olarak protokoller 8–12 seans, haftada bir kez olacak şekilde yapılandırılmaktadır. Özellikle kronik primer ağrı (fibromiyalji, bel ağrısı) ve sekonder muskuloskeletal ağrılarda BDT’nin etkinliği yüksek düzeyde kanıtlanmıştır (NICE, 2021; Henschke ve ark., 2010; Williams, Fisher, Hearn, ve Eccleston, 2020).

Kabul ve Kararlılık Terapisi (KKT) ve bilinçli farkındalık (mindfulness) temelli programlar, son yıllarda kronik ağrı yönetiminde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar, bireylerin ağrı ile savaşmak yerine onunla birlikte yaşama uyumunu ve değer odaklı davranışlarını geliştirmeyi hedefler. Randomize kontrollü çalışmalar, KKT'nin fonksiyonellik, yaşam kalitesi ve psikolojik esneklik üzerinde olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur (Veehof, Trompetter, Bohlmeijer ve Schreurs, 2016). Mindfulness programlarının ise özellikle fibromiyalji ve bel ağrısı hastalarında ağrı algısı ve duygusal sıkıntıyı azalttığı gösterilmiştir (Hilton ve ark., 2017).

Sonuç olarak, psikolojik tedaviler kronik ağrı yönetiminde kanıta dayalı, güvenli ve etkin yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. NICE (2021) ve WHO (2023) gibi uluslararası kılavuzlar, kronik ağrılı hastalarda psikososyal faktörlerin değerlendirilmesini ve uygun olgularda BDT, KKT veya mindfulness programlarının birinci basamak non-farmakolojik tedaviler arasında yer almasını önermektedir. Bu tedaviler, özellikle eğitim, egzersiz ve öz-yönetim stratejileriyle birleştirildiğinde, fonksiyonellik, yaşam kalitesi ve tedaviye uyumu belirgin biçimde artırmaktadır (NICE, 2021; WHO 2023).

5.4. Fiziksel Modaliteler

Fiziksel ve elektriksel modaliteler, kronik ağrı tedavisinde uzun yıllar boyunca sık kullanılan yöntemler arasında yer almıştır. Ancak son yıllarda yayınlanan sistematik derlemeler ve klinik kılavuzlar, bu yöntemlerin etkinliğine dair kanıt düzeyinin genellikle düşük olduğunu vurgulamaktadır. Özellikle NICE (2021) kılavuzu, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), terapötik ultrason ve biofeedback gibi yöntemlerin kronik primer ağrı yönetiminde tek başına kullanılmamasını önermektedir (NICE, 2021). Benzer şekilde Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2023) güncel kılavuzu da bu modalitelerin sadece seçilmiş hastalarda (uygun görülen ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) ve kısa süreli yardımcı seçenekler olarak düşünülmesini önermektedir (WHO, 2023).

NICE (2021) kılavuzunda TENS uygulamalarının genellikle 20–40 dakika süreyle, haftada birkaç seans ve orta frekans parametreleriyle gerçekleştirildiği ve bu klinik çalışmalarda kronik primer ağrı üzerinde TENS uygulamasıyla anlamlı etkiler gözlenmediği belirtilmiştir (NICE, 2021). Ancak 2022 yılında yayınlanan bir sistematik inceleme de ağrı bölgesine veya yakınına uygulanan TENS'in, tedavi sırasında veya hemen

sonrasında ağrı yoğunluğunda klinik olarak önemli azalmalar sağladığına dair orta düzey kanıtlar olduğu ve ciddi yan etkiler görülmediği rapor edilmiştir (Johnson, Paley, Jones, Mulvey ve Wittkopf, 2022). Terapötik ultrasonun osteoartrit veya bel ağrısında etkisini inceleyen araştırmalar da plaseboya üstün olmadığını göstermektedir (Robertson ve Baker, 2001). Biofeedback yöntemleri, psikolojik eşlik eden faktörler üzerinde sınırlı bir etki gösterebilse de, meta-analizlerde uzun dönem etkinliğin zayıf olduğu raporlanmıştır (Eccleston ve ark., 2017). Bu bulgular, fiziksel modalitelerin kronik ağrı tedavisinde tek başına önerilmediğini ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, manuel terapi ve akupunktur gibi bazı fiziksel yöntemlerin belirli hasta gruplarında sınırlı fayda sağlayabileceğine dair kanıtlar mevcuttur. Amerikan Hekimler Koleji (ACP) kılavuzu, manuel terapinin kronik bel ağrısı olan hastalarda kısa dönemli fonksiyonel iyileşmelere katkıda bulunabileceğini, ancak uzun dönem etkinliğin sınırlı olduğunu bildirmektedir (Qaseem ve ark., 2017). Akupunktur ve ağrı ile ilgili yapılan meta-analizlerde ise kronik ağrı üzerinde akupunktur uygulamasının etkisinin kısa süreli ağrı azalması şeklinde olduğu bildirilmiştir (Vickers ve ark., 2018). Bununla birlikte NICE (2021), kronik primer bel ağrısında akupunkturu da tek başına bir tedavi seçeneği olarak önermemektedir (NICE, 2021).

Genel olarak değerlendirildiğinde, güncel kılavuzlar elektriksel ve fiziksel modalitelerin kronik primer ağrı yönetiminde birinci basamak tedavi olarak kullanılmasını önermemektedir (NICE, 2021; WHO, 2023). Bunun yerine, bu yöntemlerin yalnızca multimodal rehabilitasyon programları içinde, eğitim, egzersiz ve psikolojik müdahaleler gibi güçlü kanıta sahip yaklaşımların yanında, yardımcı seçenekler olarak ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Dolayısıyla klinisyenlerin modalite seçiminde hasta profili, ağrı türü ve mevcut kanıt düzeyini dikkate alarak kişiselleştirilmiş kararlar vermesi önerilmektedir (NICE, 2021; WHO, 2023).

5.5. Sanal Gerçeklik ve Dijital Müdahaleler

Son yıllarda sanal gerçeklik (virtual reality, VR) ve diğer dijital terapötik uygulamalar, kronik ağrı rehabilitasyonunda yenilikçi ve tamamlayıcı yöntemler olarak ön plana çıkmıştır. VR tabanlı müdahalelerin, ağrı deneyimini değiştirmede üç temel mekanizma üzerinden etkili olduğu bildirilmektedir: dikkat dağıtma ve ağrıya yönelik bilişsel odaklanmayı azaltma, nöroplastisiteyi destekleyerek merkezi sinir sistemi düzeyinde

yeniden organizasyona katkıda bulunma ve motor-sensoriyel entegrasyonu kolaylaştırarak egzersiz performansını geliştirme (Li ve ark., 2024; Matamala-Gomez ve ark., 2019).

Kronik muskuloskeletal ağrılarda yapılan çalışmalar, VR uygulamalarının yalnızca ağrı algısını azaltmakla kalmayıp aynı zamanda egzersize katılım motivasyonunu artırdığını, egzersiz sürekliliğini desteklediğini ve tedaviye uyumu iyileştirdiğini göstermektedir (Pourmand ve ark., 2018; (Aminov ve ark., 2018). Bu yönüyle VR, özellikle fibromiyalji, kronik bel ağrısı ve osteoartrit gibi primer ve sekonder ağrı sendromlarında, multidisipliner rehabilitasyon programlarının parçası olarak önerilmektedir.

Meta-analizler VR'nin özellikle prosedürel ağrı (örn. kan alma, yara bakımı, yanık pansumanı gibi girişimsel işlemlerde ortaya çıkan ağrı) ve akut ağrılarda güçlü ve tekrarlanabilir analjezik etkiler gösterdiğini; kronik ağrı popülasyonlarında ise etkinliğin heterojen olduğunu vurgulamaktadır (Mallari, Spaeth, Goh ve Boyd, 2019; Indovina ve ark., 2018). Bu heterojenliğin, kullanılan VR protokollerinin süresi, içerik tasarımı, seans sayısı ve hedeflenen hasta gruplarındaki farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Matamala-Gomez ve ark., 2019).

Bununla birlikte son yıllarda geliştirilen ev temelli VR sistemleri ve mobil dijital uygulamalar, düşük maliyetli, erişilebilir ve ölçeklenebilir çözümler sunmaktadır. Örneğin, ev tabanlı VR programlarının tedaviye erişimi kolaylaştırdığı ve sağlık hizmeti maliyetlerini azalttığı bildirilmiştir (Aminov ve ark., 2018; Garcia ve ark., 2021). Ancak VR'nin uzun vadeli etkinliğini ve fonksiyonel kazanımlara katkısını değerlendirmek için daha fazla yüksek kaliteli çalışmaya ihtiyaç vardır.

Dijital terapötik yaklaşımlar yalnızca VR ile sınırlı değildir. İnternet tabanlı bilişsel davranışçı terapi (iBDT) programları da kronik ağrıda önemli bir yer edinmiştir. Sistematik derlemeler, iBDT'nin yüz yüze müdahalelere yakın düzeyde etkin olduğunu, özellikle depresyon, anksiyete, katastrofizasyon ve işlev kaybı gibi ağrıya eşlik eden bilişsel-duygusal faktörlerde anlamlı iyileşme sağladığını ortaya koymuştur (Eccleston ve ark., 2014; Buhrman, Gordh ve Andersson, 2016). Öte yandan, hipnoz ve biofeedback gibi diğer dijital veya yarı-dijital yöntemler bazı çalışmalarda kısa dönem faydalar göstermiş olsa da, kanıt düzeylerinin düşük olması nedeniyle rutin klinik uygulamada tek başına tedavi yöntemi olarak kullanılması önerilmemektedir (Eccleston ve ark., 2014; Chou ve ark., 2007).

Yapay zeka (YZ) tabanlı dijital uygulamalar da ağrı yönetiminde hızla gelişmektedir. YZ destekli algoritmalar; ağrı değerlendirmesi ve tanı, tedavi planlaması ve kişiselleştirme, dijital rehabilitasyon ve ev takibi, klinik araştırmalar ve veri yönetimi alanlarında ağrı yönetiminde kullanılmaktadır (Li, Hu ve Luo, 2025). YZ ile ağrı yönetiminin hasta sonuçlarını iyileştirmede, tıbbi kaynakların etkin kullanımını sağlamada ve kişiselleştirilmiş tedavi planlarını desteklemede önemli potansiyel taşıdığı bildirilmektedir (Li, Hu ve Luo, 2025; Cascella ve ark., 2023).

5.6. Farmakoterapi

Farmakolojik tedaviler, ağrı yönetiminde yalnızca sınırlı ve dikkatli kullanılması gereken araçlardır. Aşağıda farklı ağrı sınıflamalarında güncel kılavuzların önerileri özetlenmiştir (NICE, 2021; Dowell ve ark., 2022; WHO, 2023):

- Nosiseptif ağrı: Non-steroid antiinflatuvar ilaçlar (NSAİİ) ve parasetamol, kısa süreli semptom kontrolü için kullanılabilir.
- Nöropatik ağrı: Birinci basamakta duloksetin, amitriptilin, gabapentin/pregabalin gibi ajanlar önerilmektedir.
- Opioidler: Kanser ilişkili ağrı dışında, kronik primer ağrıda uzun süreli kullanım önerilmemektedir. Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi (Centers for Disease Control and Prevention – CDC)’nin 2022 kılavuzu, bireyselleştirilmiş, düşük doz ve kısa süreli kullanımın önemini vurgulamaktadır (Dowell ve ark., 2022).

5. 7. Rehabilitasyon Programları

Kronik ağrının yönetiminde rehabilitasyon programları, güncel kılavuzların en fazla üzerinde durduğu alanlardan biridir. Modern yaklaşımda rehabilitasyon, yalnızca fiziksel egzersiz değil, aynı zamanda eğitim, psikolojik destek ve işlevsel hedefleri kapsayan çok bileşenli ve biyopsikososyal bir paket olarak ele alınmaktadır (NICE, 2021; WHO, 2023).

5.7.1. Biyopsikososyal, Çok Bileşenli Programlar

WHO 2023 yılında yayımladığı “kronik primer bel ağrısı” ile ilgili kılavuzda, ağrı rehabilitasyonunu bütüncül bir bakım planı çerçevesinde

tanımlamıştır. Buna göre ağrı yönetiminde rehabilitasyon şu temel bileşenlerden oluşmalıdır (WHO, 2023):

- 1. Eğitim:** Hastaya ağrının mekanizması, öz-yönetim stratejileri, uyku düzeni ve aktivite planlaması hakkında bilgi verilmesi.
- 2. Egzersiz:** Aerobik egzersizler, kuvvetlendirme, motor kontrol çalışmaları ve esneklik egzersizleri haftada en az 3 gün uygulanmalıdır (uzun vadeli etki için 12 hafta süresince ve orta yoğunlukta).
- 3. Psikolojik müdahaleler:** BDT, KKT veya mindfulness gibi psikolojik desteklerin haftada 1 seans, 6–8 hafta sürdürülmesi önerilmektedir (Williams ve ark., 2020).
- 4. Fonksiyonel hedefler:** Rehabilitasyon sürecinde yalnızca ağrı şiddeti değil, fonksiyonel parametreler de izlenmelidir. 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT), otur-kalk testleri veya dijital yürüme analiz sistemleri (örneğin RehaGait) bu amaçla kullanılabilir (Langen, Ilg ve Pötter-Nerger, 2022).

Bu bileşenlerin entegrasyonu, ağrı kontrolünden daha fazlasını hedeflemekte, bireyin sosyal katılımını ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır (NICE, 2021; WHO, 2023).

5.7.2. Nöropatik Ağrıya Özgü Rehabilitasyon Yaklaşımları

Nöropatik ağrı rehabilitasyonu, farmakoterapi ile birlikte duyu-motor yeniden eğitim ve nöroplastisiteyi destekleyici yöntemleri içerir. Ayna terapisi, kademeli motor imgeleme (graduel motor imgeleme (GMI)) ve duyu-sal desensitizasyon çalışmaları, özellikle kompleks bölgesel ağrı sendromu ve periferik sinir hasarı sonrası ağrıda ağrı şiddetini azaltma, hareket korkusunu azaltılması ve fonksiyonelliği artırmada faydalı bulunmuştur (Moseley, 2004; Bowering ve ark., 2013). Kademeli motor imgeleme, lateralite tanıma (sağ-sol ayrımı), motor imgeleme (hareketin zihinde canlandırılması) ve ayna terapisinden oluşan üç aşamalı bir nöro-rehabilitasyon yaklaşımıdır. (Daly ve Bialocerkowski, 2009; Moseley, 2006). Ayrıca uyku bozuklukları, depresyon ve anksiyetenin eşlik ettiği olgularda ağrı tedavisinde psikolojik destek ve uyku hijyeni eğitimleri önemlidir (Truini ve ark., 2023).

5.7.3. Kanserle İlişkili Ağrı ve Onkolojik Rehabilitasyon

Kanser hastalarında ağrı rehabilitasyonu multidisipliner bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Avrupa Tıbbi Onkoloji Derneği (European Society for Medical

Oncology - ESMO) ve Amerikan Klinik Onkoloji Derneği (American Society of Clinical Oncology - ASCO), kanserle ilişkili ağrı yönetimi için opioidlerin orta-şiddetli ağrı için birinci seçenek olduğunu, ancak egzersiz, psikososyal destek ve tamamlayıcı terapilerin de mutlaka programa dahil edilmesi gerektiğini belirtmektedir (Paice ve ark., 2023). Özellikle integratif yaklaşımların (masaj, akupunktur, mindfulness) seçilmiş hasta gruplarında (uygun görülen ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) destekleyici olabileceği bildirilmiştir (SIO-ASCO, 2023).

5.7.4. Fonksiyonel Temelli İzlem ve Sonuç Ölçütleri

Ağrı yönetiminin sonuç değerlendirme aşamasında yalnızca ağrı şiddeti ölçülerek yapılan değerlendirmeler, rehabilitasyonun başarısına ilişkin fonksiyonel temelli izlem ve sonuç ölçütlerinin ortaya konulmasını sınırlandırabilir. Bu nedenle fonksiyonel kazanım veya korumanın değerlendirilebilmesi adına NICE (2021) ve CDC (2022) kılavuzları, fonksiyonel ve hasta bildirimli sonuçların (Patient-Reported Outcomes, PROs) rutin izlemde kullanılmasını önermektedir (NICE, 2021; Dowell ve ark., 2022). Bunlar arasında:

- Ağrı, eğlence, genel aktivite (Pain, Enjoyment, General activity- PEG-3) anketi: bireyin ağrı şiddetini, günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkisini ve eğlence düzeyini üç kısa soru ile değerlendiren öz-bildirim temelli bir ölçektir (Krebs ve ark., 2009). Henüz Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmamıştır.
- Ağrıya bağlı fonksiyonel kısıtlılık (Pain Interference) ölçekleri: Ağrının bireyin sosyal, mesleki ve fiziksel işlevlerine ne düzeyde engel olduğunu ölçen değerlendirme araçlarıdır. Bu değerlendirme araçlarından Brief Ağrı Envanteri Kısa Formu'nun Yıldırım ve ark. tarafından Türkçe geçerlik-güvenirlik çalışması yapılmıştır (Yıldırım ve ark., 2019).
- Fonksiyonel kapasiteyi belirlemeye yönelik testler (6DYT, Otur-Kalk Testi, RehaGait gibi yürüyüş analiz cihazları ile yapılan yürüme parametreleri) sayılabilir.

Bu çok boyutlu izlem ve sonuç değerlendirmesi yaklaşımı, ağrı yönetiminde birey odaklı bir ölçüm sağlar ve tedavi başarısını daha bütüncül bir şekilde yansıtır (NICE, 2021).

6. AĞRI YÖNETİMİNDE GÜNCEL KILAVUZLAR

Kronik ağrı yönetimi, son yıllarda yayımlanan ulusal ve uluslararası kılavuzlarla daha standart, kanıta dayalı ve bütüncül bir çerçeveye kavuşmuştur. 2021–2025 yılları arasında özellikle NICE (2021), WHO (2023), CDC (2022), Nöropatik Ağrı Çalışma Grubu– Avrupa Nöroloji Akademisi (Neuropathic Pain Special Interest Group (IASP’a bağlı)/ European Academy of Neurology) NeuPSIG/EAN (2023), ESMO ve ASCO (2023) kılavuzları öne çıkmaktadır. Bu bölümde söz konusu kılavuzların ana mesajları özetlenmiştir. (NICE, 2021; WHO, 2023; Dowell ve ark., 2022; Truini ve ark., 2023; Paice ve ark., 2023).

6.1. NICE Kılavuzu (NG193, 2021)

NICE (National Institute for Health and Care Excellence) 2021 yılında yayımladığı NG193 kılavuzunda, 16 yaş üstü bireylerde primer ve sekonder kronik ağrının değerlendirilmesi ve yönetimi için sunulan öneriler aşağıda verilmiştir (NICE, 2021):

- Kronik primer ağrıda: Birinci basamak yaklaşım; hasta eğitimi, öz-yönetim stratejileri, egzersiz ve psikolojik tedavilerdir.
- Fiziksel modaliteler: TENS, ultrason ve biofeedback gibi yöntemler tek başına önerilmemektedir (düşük ve sınırlı kanıt düzeyi nedeniyle).
- Farmakoterapi: Antidepresanlar seçilmiş durumlarda (uygun görülen ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) kullanılabilir; opioid, NSAİİ ve parasetamol gibi ilaçlar kronik primer ağrı için ilk basamak tedavi seçeneği olarak önerilmez.
- Bireysel temelli değerlendirme: Kişiye özel multidisipliner bakım planları oluşturulmalı, fonksiyonel hedefler ön planda tutulmalıdır (NICE, 2021).

6.2. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) Rehberi (2023)

WHO, 2023 yılında kronik primer bel ağrısının yönetimi için ilk küresel kılavuzunu yayımlamıştır (WHO, 2023). İlgili kılavuzda, kronik primer bel ağrısının yönetiminde eğitim, egzersiz, bazı manuel yöntemler, masaj, BDT/KKT gibi psikolojik yaklaşımlar ve seçilmiş olgularda (uygun görülen

ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) NSAİİ önerilmektedir. Cerrahi ve invaziv girişimler, kronik primer ağrı için önerilmemektedir. Bunun yanı sıra özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde uygulanabilir, basit ve invaziv olmayan yöntemler önerilmektedir (WHO, 2023).

6.3. CDC Opioid Rehberi (2022)

CDC (Centers for Disease Control and Prevention) 2022’de opioid reçetelemesine dair kılavuzunu güncellemiştir (Dowell ve ark., 2022). Bu kılavuzda, akut, subakut ve kronik ağrı kapsama alınmıştır. Klinik karar verme sürecinde genel kriterler yerine bireyselleştirilmiş ve hasta odaklı yaklaşım benimsenmesinin gerekliliği vurgulanmış, farmakoterapide opioidlerin ancak diğer tedavi seçenekleri yetersiz kaldığında ve düşük doz-kısa süreli uygulanması önerilmiştir (Dowell ve ark., 2022).

6.4. NeuPSIG/EAN Kılavuzu (2023)

Nöropatik Ağrı Çalışma Grubu (Neuropathic Pain Special Interest Group (IASP’a bağlı) - NeuPSIG) ve Avrupa Nöroloji Akademisi (European Academy of Neurology - EAN), 2023 yılında nöropatik ağrının tanı ve tedavisine dair güncellenmiş kılavuz yayımlamıştır (Truini ve ark., 2023). Nöropatik Ağrı Değerlendirmesinde tanısal araçlar olarak; 4 Soruluk Nöropatik Ağrı Anketi (DN4), Leeds Nöropatik Semptom ve Bulgular Değerlendirmesi (LANSS), painDETECT gibi ölçeklerin klinik muayene ile birlikte kullanılması önerilmektedir. Farmakoterapide ilk basamakta duloksetin, venlafaksin, amitriptilin, nortriptilin, gabapentin, pregabalin ve topikal ajanlar (lidokain, kapsaisin) kullanılması, opioidlerin ise üçüncü basamak seçenek olarak ve yalnızca dirençli vakalarda düşünülmesi gerektiği vurgulanmıştır (Truini ve ark., 2023).

6.5. Onkolojik Ağrı Rehberleri (ESMO & ASCO, 2023)

Kanserle ilişkili ağrı için yayımlanan en güncel kılavuzlar, ESMO (European Society for Medical Oncology) ve ASCO (American Society of Clinical Oncology) tarafından hazırlanmıştır (Paice ve ark., 2023). Opioidler, orta ve şiddetli kanser ağrısının yönetiminde ilk basamak olarak önerilmektedir. Akupunktur, hipnoz, masaj, mindfulness ve yoga gibi

tamamlayıcı yaklaşımlar seçilmiş hasta gruplarında (uygun görülen ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) kanser ağrısı yönetiminde yardımcı yöntemler olarak kullanılabilir. Onkoloji, palyatif bakım ve rehabilitasyon ekiplerinin multidisipliner yaklaşım çerçevesinde entegre çalışması önerilmektedir (Paice ve ark., 2023).

7. AĞRI YÖNETİMİNDE GÜNCEL LİTERATÜR

Kılavuzların önerileri, son yıllarda yayımlanan yüksek kaliteli sistematik derlemeler, meta-analizler ve randomize kontrollü çalışmalar (RKÇ) ile desteklenmektedir (Geneen ve ark., 2017; Williams ve ark., 2020; Watson ve ark., 2019). Ağrı yönetiminde güncel literatür, aşağıdaki başlıklar altında özetlenmeye çalışılmıştır.

7.1. Ağrı Nörobilimi Eğitimi

Son 10 yılda Ağrı Nörobilimi Eğitimi (Pain Neuroscience Education – PNE) üzerine yapılan sistematik derlemeler, özellikle egzersiz ile kombine edildiğinde ağrı, özürlülük ve psikososyal parametrelerde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir (Louw, Zimney, Puentedura ve Diener, 2016; Watson ve ark., 2019). Tek başına PNE'nin etkileri daha sınırlı olsa da, multimodal tedavi ve rehabilitasyon paketlerinin parçası olduğunda orta düzey kanıtlarla desteklenmektedir (Lepri, Romani, Storari ve Barbari, 2023).

7.2. Egzersiz ve Kademeli Aktivite/Kademeli Maruz Bırakma

Egzersiz, kronik ağrı yönetiminde etkinliği en güçlü biçimde kanıtlanmış müdahalelerden biridir ve hem biyolojik hem de psikososyal mekanizmalar üzerinden etki göstermektedir (NICE, 2021; Hayden, Ellis, Ogilvie, Malmivaara ve van Tulder, 2021). Sistematik derlemeler ve meta-analizler; aerobik egzersizler, kuvvetlendirme çalışmaları, germe ve motor kontrol egzersizlerinin kronik kas-iskelet sistemi ağrılarında ağrı şiddetini azaltmada, fonksiyonel kapasiteyi artırmada ve yaşam kalitesini geliştirmede anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir (Geneen ve ark., 2017; Hayden, Ellis, Ogilvie, Malmivaara ve van Tulder, 2021).

Son yıllarda klasik egzersiz programlarının yanı sıra kademeli aktivite (graded activity) ve kademeli maruz bırakma (graded exposure) yaklaşımları

özellikle kronik bel ağrısı için öne çıkmaktadır. Kademeli aktivite, davranışsal bir yöntem olarak günlük yaşam aktivitelerinin kademeli biçimde artırılmasını içerir. Hastaların mevcut fiziksel aktiviteleri, belirli hedefler doğrultusunda, giderek artan düzeyde planlanır. Amaç, aktiviteye yönelik kaçınma davranışını azaltmak, fonksiyonel bağımsızlığı geliştirmek ve işlevselliği sürdürülebilir hale getirmektir (López-de-Uralde-Villanueva ve ark., 2016).

Kademeli maruz bırakma yaklaşımı ise özellikle korku-kaçınma inanışları çerçevesinde geliştirilmiş olup, hastanın ağrıya neden olacağından korktuğu hareketlere veya aktivitelere, düşük düzeyden başlayarak güvenli ve kontrollü biçimde maruz bırakılması prensibine dayanır. Bu süreçte hasta, daha önce kaçındığı hareketleri güvenle yapabildiğini deneyimleyerek hem ağrıya dair tehdit algısını hem de aktiviteye bağlı korkusunu azaltabilir (Vlaeyen ve Linton, 2012).

Yakın tarihli randomize kontrollü çalışmalar, kademeli aktivite ve kademeli maruz bırakma protokollerinin kronik bel ağrısında işlevsel kazanımları artırdığını, özellikle de aktiviteye bağlı korkuyu ve kaçınma davranışını azalttığını göstermiştir (de Oliveira ve ark., 2025). Bu yöntemlerin özellikle ağrı nörobilimi eğitimi (Pain Neuroscience Education - PNE) ile birlikte uygulandığında etkinliklerinin daha da arttığı, çünkü hem bilişsel-duygusal faktörlerin hem de davranışsal kaçınma döngüsünün eş zamanlı hedeflendiği vurgulanmaktadır (Louw ve ark., 2016).

7.3. PSİKOLOJİK MÜDAHALELER

BDT ve KKT için kronik ağrı yaşayan bireylerde ağrı şiddeti, depresyon ve işlevsellik üzerinde klinik açıdan anlamlı iyileşmeler sağladığı rapor edilmiştir (Williams ve ark., 2020). Mindfulness tabanlı yaklaşımların da özellikle uyku ve yaşam kalitesi alanında etkili olduğu bildirilmiştir (Hilton ve ark., 2017).

7.4. Sanal Gerçeklik ve Dijital Müdahaleler

Sanal gerçeklik (VR) tabanlı tedaviler, prosedürel ağrı yönetiminde güçlü kanıtlarla desteklenmektedir (Mallari, Spaeth, Goh ve Boyd, 2019). Kronik muskuloskeletal ağrıda ise literatür henüz heterojendir; Li ve arkadaşlarının (2024) meta-analizi, VR'nin kronik bel ağrısında kısa vadeli iyileşmeler

sağladığını, ancak uzun vadeli etkinliğin belirsiz olduğunu ortaya koymuştur (Li ve ark., 2024).

7.5. Nöropatik Ağrı Tedavisi

Nöropatik ağrıda farmakoterapiye ilişkin kanıtlar, son dönemde daha da netleşmiştir (Moisset, 2024). Gabapentin, pregabalin, duloksetin, venlafaksin, amitriptilin, nortriptilinin orta düzey etki ve kabul edilebilir güvenlik profiline sahip olduğu teyit edilmektedir (Truini ve ark., 2023; Moisset, 2024). Topikal tedaviler (lidokain, kapsaisin) belirli alt gruplarda etkili bulunurken, opioidlerin etkinliği sınırlı ve yan etki riski yüksek bulunmuştur (Truini ve ark., 2023).

7.6. Onkolojik Ağrı ve Tamamlayıcı Yöntemler

Kanser ilişkili ağrıda opioidlerin yeri tartışılmaz olmakla birlikte, güncel literatür integratif yaklaşımların da yararını göstermektedir (Paice ve ark., 2023). Masaj, akupunktur, yoga ve hipnozun seçilmiş hasta gruplarında (uygun görülen ve kısıtlı endikasyona sahip hastalar) analjeziye katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Paice ve ark., 2023; SIO-ASCO, 2023). Bu yöntemler tek başına yeterli görülme de farmakoterapi ile kombine edildiğinde fayda sağlayabilmektedir (Paice ve ark., 2023).

8. AĞRI YÖNETİMİNDE KLİNİK UYGULAMA İÇİN ÖNERİLER

Ağrı yönetiminde güncel kılavuzların ortak önerileri (NICE, 2021; WHO, 2023; Dowell ve ark., 2022; Truini ve ark., 2023) doğrultusunda klinik ağrı yönetimi şu şekilde özetlenebilir:

1. Değerlendirme

- Ağrı mekanizmasının (nociceptif, nöropatik, nociplastik) belirlenmesi
- Psikososyal faktörlerin varlığının araştırılması (sarı bayraklar: katastrofizasyon, kinezyofobi, depresyon vb.)
- İşlevsel durum ve kişisel hedeflerin belirlenmesi (NICE, 2021).

2. Temel tedavi (kronik primer ağrı için çekirdek yaklaşım)

- Ağrı nörobilimi eğitimi
- Düzenli ve ilerleyici egzersiz (aerobik, kuvvetlendirme, motor kontrol).
- Psikolojik müdahaleler (BDT, KKT).
- Uyku hijyeni, stres yönetimi, öz-yönetim desteği (WHO, 2023; NICE, 2021).

3. Mekanizma odaklı tedavi

- Nöropatik baskın ağrı: İlk basamak farmakoterapi + duyuşal-motor yeniden eğitim, ayna terapisi (Truini ve ark., 2023; Moisset, 2024).
- Nosiplastik baskın ağrı: Ağrı nörobilimi eğitimi + egzersiz kombinasyonu, psikolojik destek, farmakolojinin minimal dozda tutulması (Kosek ve ark., 2021).

4. Kanseri ilişkili ağrı

- Opioidler orta-şiddetli ağrıda temel tedavi ancak rehabilitasyon (egzersiz + psikososyal destek) entegre edilmeli. (Paice ve ark., 2023; SIO-ASCO, 2023)

5. İzlem ve değerlendirme

- Fonksiyon temelli sonuç çıktıları: 6 dakika yürüme testi, yürüyüş parametreleri (örn. RehaGait yürüyüş analizi çıktıları), günlük yaşam aktiviteleri.
- Hasta bildirimli sonuç ölçütleri: PEG-3 anketi, ağrıya bağlı fonksiyonel kısıtlılık (Pain Interference) ölçekleri, yaşam kalitesi ölçekleri.
- Düzenli aralıklarla revizyonların yapılması ve gerekli durumlarda tedavi adaptasyonu.

9. SONUÇ

Modern ağrı rehabilitasyonu, biyopsikososyal model çerçevesinde mekanizma odaklı, çok bileşenli ve kişiselleştirilmiş yaklaşımlara dayanmaktadır. NICE (2021) ve WHO (2023) gibi kılavuzlar, kronik primer ağrıda eğitim, egzersiz ve psikolojik müdahaleleri çekirdek tedavi

olarak tanımlamış, farmakoterapiyi sınırlı ve dikkatle seçilmiş bir rol ile sınırlandırmıştır. CDC (2022), opioid reçetelemesinde hasta merkezli ve temkinli kullanımı vurgulamış; NeuPSIG/EAN (2023) ise nöropatik ağrı için tanınan standardizasyon ve farmakolojik algoritmaları güncellemiştir (Truini ve ark., 2023).

Son literatür (özellikle 2023–2025 yılları temelinde), PNE + egzersiz kombinasyonunun, kademeli aktivite/kademeli maruz bırakma protokollerinin ve VR/dijital terapilerin umut verici etkilerini göstermektedir. Onkoloji alanında tamamlayıcı yöntemlerin bütüncül bakımın bir parçası haline gelmesi (ASCO, 2023), ağrı yönetimine ilişkin yaklaşımların çeşitlendiğini göstermektedir.

Ağrı yönetiminde ve rehabilitasyonunda güncel yaklaşım, yalnızca “ağrıyı azaltma” değil, işlevsellik, katılım ve yaşam kalitesini artırma hedefleri etrafında kurgulamaktadır. Klinik karar süreçlerinde ve rehabilitasyon uygulamalarında mekanizma odaklı kişiselleştirme ve multidisipliner iş birliğinin geleceğin standart yaklaşımı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aminov, A., Rogers, J. M., Middleton, S., Caeyenberghs, K., & Wilson, P. H. (2018). What do randomized controlled trials say about virtual rehabilitation in stroke? A systematic literature review and meta-analysis of upper-limb and cognitive outcomes. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 15(1), 29.
- Arendt-Nielsen, L. (2017). Pain sensitisation in osteoarthritis. *Clin Exp Rheumatol*, 35(Suppl 107), 68-74.
- Bautista, A., Lee, J., Delfino, S., LaPreze, D., & Abd-Elseyed, A. (2024). The impact of nutrition on pain: a narrative review of recent literature. *Current Pain and Headache Reports*, 28(10), 1059-1066.
- Buhrman, M., Gordh, T., & Andersson, G. (2016). Internet interventions for chronic pain including headache: a systematic review. *Internet interventions*, 4, 17-34.
- Bowering, K. J., O'Connell, N. E., Tabor, A., Catley, M. J., Leake, H. B., Moseley, G. L., & Stanton, T. R. (2013). The effects of graded motor imagery and its components on chronic pain: a systematic review and meta-analysis. *The journal of Pain*, 14(1), 3-13.
- Cascella, M., Schiavo, D., Cuomo, A., Bimonte, S., De Blasi, R. A., & Di Napoli, R. (2023). Artificial intelligence for automatic pain assessment: Research methods and perspectives. *Pain Research and Management*, 2023, 6018736. <https://doi.org/10.1155/2023/6018736>
- Cheatle, M. D., Foster, S., Pinkett, A., Lesneski, M., Qu, D., & Dhingra, L. (2016). Assessing and managing sleep disturbance in patients with chronic pain. *Sleep Medicine Clinics*, 11(4), 531-541. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2016.08.004>
- Chou, R., Qaseem, A., Snow, V., Casey, D., Cross Jr, J. T., Shekelle, P., ... & Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians and the American College of Physicians/American Pain Society Low Back Pain Guidelines Panel*. (2007). Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Annals of internal medicine*, 147(7), 478-491.

- Clewley, D., Rhon, D., Flynn, T., Koppenhaver, S., & Cook, C. (2018). Health seeking behavior as a predictor of healthcare utilization in a population of patients with spinal pain. *PLoS ONE*, 13(8), e0201348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201348>
- Colloca, L., Ludman, T., Bouhassira, D., Baron, R., Dickenson, A. H., Yarnitsky, D., ... & Raja, S. N. (2017). Neuropathic pain. *Nature reviews Disease primers*, 3(1), 1-19.
- Dahlhamer, J. (2018). Prevalence of chronic pain and high-impact chronic pain among adults—United States, 2016. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 67.
- Daly, A. E., & Bialocerkowski, A. E. (2009). Does evidence support physiotherapy management of adult Complex Regional Pain Syndrome Type One? A systematic review. *European Journal of Pain*, 13(4), 339-353.
- de Oliveira, L. A., Gross, A. R., Carlesso, L., Hanna, S., Bakaa, N., Silva, D., ... & Macedo, L. G. (2025). Graded KKTivity for chronic low back pain. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2025(2), CD015507.
- Eccleston, C., Fisher, E., Craig, L., Duggan, G. B., Rosser, B. A., & Keogh, E. (2014). Psychological therapies (Internet-delivered) for the management of chronic pain in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2).
- Eccleston, C., Fisher, E., Thomas, K. H., Hearn, L., Derry, S., Stannard, C., ... & Moore, R. A. (2017). Interventions for the reduction of prescribed opioid use in chronic non-cancer pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (11).
- Engel, C. C., von Korff, M., & Katon, W. J. (1996). Back pain in primary care: Predictors of high healthcare costs. *Pain*, 65(2–3), 197–204. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(95\)00164-6](https://doi.org/10.1016/0304-3959(95)00164-6)
- Geneen, L. J., Moore, R. A., Clarke, C., Martin, D., Colvin, L. A., & Smith, B. H. (2017). Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane database of systematic reviews*, (4).

- Fayaz, A., Croft, P., Langford, R. M., Donaldson, L. J., & Jones, G. T. (2016). Prevalence of chronic pain in the UK: a systematic review and meta-analysis of population studies. *BMJ open*, 6(6), e010364.
- Garcia, L. M., Birkhead, B. J., Krishnamurthy, P., Sackman, J., Mackey, I. G., Louis, R. G., ... & Darnall, B. D. (2021). An 8-week self-administered at-home behavioral skills-based virtual reality program for chronic low back pain: double-blind, randomized, placebo-controlled trial conducted during COVID-19. *Journal of medical internet research*, 23(2), e26292.
- Gatchel, R. J., Peng, Y. B., Peters, M. L., Fuchs, P. N., & Turk, D. C. (2007). The biopsychosocial approach to chronic pain: scientific advances and future directions. *Psychological bulletin*, 133(4), 581.
- Güney, Ö. F., & Heybet, S. (2025). Masa Başı İşlerde Çalışanların Oranı, Fiziksel Şikayetlerin Yaygınlığı ve Vücuttaki Dağılımı: Bilimsel Bir İnceleme. *Biruni Sağlık ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(1), 52-63.
- Hayden, J. A., Ellis, J., Ogilvie, R., Malmivaara, A., & van Tulder, M. W. (2021). Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9).
- Henschke, N., Ostelo, R. W., van Tulder, M. W., Vlaeyen, J. W., Morley, S., Assendelft, W. J., & Main, C. J. (2010). Behavioural treatment for chronic low-back pain. *Cochrane database of systematic reviews*, (7).
- Hilton, L., Hempel, S., Ewing, B. A., Apaydin, E., Xenakis, L., Newberry, S., ... & Maglione, M. A. (2017). Mindfulness meditation for chronic pain: systematic review and meta-analysis. *Annals of behavioral medicine*, 51(2), 199-213.
- Hooten, W. M. (2016). Chronic pain and mental health disorders: Shared neural mechanisms, epidemiology, and treatment. *Mayo Clinic Proceedings*, 91(7), 955–970. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2016.04.029>
- Huang, F. F., Liang, J., Lin, C. Y., Samartzis, D., Karppinen, J., Zheng, Y., ... & Wong, A. Y. (2025). Measurement properties of self-reported outcome measures for older adults with nonspecific low back pain: a systematic review. *Age and ageing*, 54(3), afaf045.
- Indovina, P., Barone, D., Gallo, L., Chirico, A., De Pietro, G., & Giordano, A. (2018). Virtual reality as a distraction intervention to relieve pain

- and distress during medical procedures: a comprehensive literature review. *The Clinical journal of pain*, 34(9), 858-877.
- Johnson, M. I., Paley, C. A., Jones, G., Mulvey, M. R., & Wittkopf, P. G. (2022). Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis of 381 studies (the meta-TENS study). *BMJ open*, 12(2), e051073.
- Krebs, E. E., Lorenz, K. A., Bair, M. J., Damush, T. M., Wu, J., Sutherland, J. M., ... & Kroenke, K. (2009). Development and initial validation of the PEG, a three-item scale assessing pain intensity and interference. *Journal of general internal medicine*, 24(6), 733-738.
- Kosek, E., Clauw, D., Nijs, J., Baron, R., Gilron, I., Harris, R. E., ... & Sterling, M. (2021). Chronic nociplastic pain affecting the musculoskeletal system: clinical criteria and grading system. *Pain*, 162(11), 2629-2634.
- Langen, D., Ilg, W., & Pötter-Nerger, M. (2022). Present and future of gait assessment in clinical prKKTice. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 980093.
- Lepri, B., Romani, D., Storari, L., & Barbari, V. (2023). Effectiveness of pain neuroscience education in patients with chronic musculoskeletal pain and central sensitization: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 20(5), 4098.
- Li, R., Li, Y., Kong, Y., Li, H., Hu, D., Fu, C., & Wei, Q. (2024). Virtual reality-based training in chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Medical Internet Research*, 26, e45406.
- Li, F., Hu, C., & Luo, X. (2025). Research status, hotspots and perspectives of artificial intelligence applied to pain management: a bibliometric and visual analysis. *Updates in Surgery*, 1-24.
- Liou, K. T., Ashare, R., Worster, B., Jones, K. F., Yeager, K. A., Acevedo, A. M., ... & Meghani, S. H. (2023). SIO-ASCO guideline on integrative medicine for cancer pain management: implications for racial and ethnic pain disparities. *JNCI Cancer Spectrum*, 7(4), pkad042.
- López-de-Uralde-Villanueva, I., Muñoz-García, D., Gil-Martínez, A., Pardo-Montero, J., Munoz-Plata, R., Angulo-Díaz-Parreño, S., ... & La Touche,

- R. (2016). A systematic review and meta-analysis on the effectiveness of graded activity and graded exposure for chronic nonspecific low back pain. *Pain Medicine*, 17(1), 172-188.
- Louw, A., Zimney, K., Puentedura, E. J., & Diener, I. (2016). The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: a systematic review of the literature. *Physiotherapy theory and prKKTice*, 32(5), 332-355.
- Louw, A., Schuemann, T., Zimney, K., & Puentedura, E. J. (2024). Pain neuroscience education for acute pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 19(6), 758.
- Lötsch, J., & Ultsch, A. (2018). Machine learning in pain research. *Pain*, 159(4), 623-630.
- Mallari, B., Spaeth, E. K., Goh, H., & Boyd, B. S. (2019). Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of pain research*, 2053-2085.
- Matamala-Gomez, M., Donegan, T., Bottiroli, S., Sandrini, G., Sanchez-Vives, M. V., & Tassorelli, C. (2019). Immersive virtual reality and virtual embodiment for pain relief. *Frontiers in human neuroscience*, 13, 279.
- Moisset, X. (2024). Neuropathic pain: Evidence based recommendations. *Presse Med*, 53(2), 104232.
- Moseley, G. L. (2004). Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain*, 108(1-2), 192-198.
- Moseley, G. L. (2006). Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial. *Neurology*, 67(12), 2129-2134.
- Moseley, G. L., & Butler, D. S. (2015). Fifteen years of explaining pain: the past, present, and future. *The Journal of Pain*, 16(9), 807-813.
- Murray, C. B., de la Vega, R., Murphy, L. K., Kashikar-Zuck, S., & Palermo, T. M. (2022). The prevalence of chronic pain in young adults: a systematic review and meta-analysis. *Pain*, 163(9), e972-e984.
- Nagireddi, J. N., Vyas, A. K., Sanapati, M. R., Soin, A., & Manchikanti, L. (2022). The analysis of pain research through the lens of artificial intelligence and machine learning. *Pain Physician*, 25(2), E211.

- Natoli, S., Vittori, A., Cascella, M., De Matteis, S., Mazzocca, A., Scafati, A., ... & Bolognese, A. (2022). Raising awareness on the clinical and social relevance of adequate chronic pain care. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1), 551. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010551>
- NICE. (2021). *Chronic pain (primary and secondary) in over 16s: assessment of all chronic pain and management of chronic primary pain* (NICE guideline NG193). National Institute for Health and Care Excellence. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng193>
- Nicholas, M. (2012). *Manage your pain: practical and positive ways of adapting to chronic pain*. Souvenir Press.
- Nicholas, M., Vlaeyen, J. W., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Benoliel, R., ... & Treede, R. D. (2019). The IASP classification of chronic pain for ICD-11: chronic primary pain. *Pain*, 160(1), 28-37.
- Niri, H. G., Ghanavati, T., Mostafaei, N., Salahzadeh, Z., Divandari, A., Adigozali, H., & Ahadi, J. (2024). Oswestry disability index, roland-morris disability questionnaire, and Quebec back pain disability scale: responsiveness and minimal clinically important changes in Iranian people with lumbar disc herniation following physiotherapy. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 12(1), 58.
- Oğuzöncül, A. F., & Kurt, O. (2020). Halk sağlığı bakışıyla Türkiye’de kas iskelet hastalıkları. *Halk Sağlığı Bakışıyla Türkiye’de Kronik Hastalıklar*, 1, 52-4.
- Paice, J. A., Bohlke, K., Barton, D., Craig, D. S., El-Jawahri, A., Hershman, D. L., ... & Bruera, E. (2023). Use of opioids for adults with pain from cancer or cancer treatment: ASCO guideline. *Journal of Clinical Oncology*, 41(4), 914-930.
- Ploner, M., Sorg, C., & Gross, J. (2017). Brain rhythms of pain. *Trends in cognitive sciences*, 21(2), 100-110.
- Pourmand, A., Davis, S., Marchak, A., Whiteside, T., & Sikka, N. (2018). Virtual reality as a clinical tool for pain management. *Current pain and headache reports*, 22(8), 53.
- Qaseem, A., Wilt, T. J., McLean, R. M., Forciea, M. A., & Clinical Guidelines Committee of the American College of Physicians*. (2016). Nonpharmacologic treatments of chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of Internal Medicine*, 164(11), 785-795.

- (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Annals of internal medicine*, 166(7), 514-530.
- Robertson, V. J., & Baker, K. G. (2001). A review of therapeutic ultrasound: effectiveness studies. *Physical therapy*, 81(7), 1339-1350.
- Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., ... & Vader, K. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*, 161(9), 1976-1982.
- Rometsch, C., Martin, A., Junne, F., & Cosci, F. (2025). Chronic pain in European adult populations: a systematic review of prevalence and associated clinical features. *Pain*, 166(4), 719-731.
- Salazar-Méndez, J., Cuyul-Vásquez, I., Ponce-Fuentes, F., Guzmán-Muñoz, E., Núñez-Cortés, R., Huysmans, E., ... & Fuentes, J. (2024). Pain neuroscience education for patients with chronic pain: A scoping review from teaching-learning strategies, educational level, and cultural perspective. *Patient Education and Counseling*, 123, 108201.
- Semmons, J. (2022). The role of specialist physiotherapy in a pain management clinic—traditional and novel approaches. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 23(7), 405-408.
- Tan, S., Jaggi, A., Tasker, A., Borra, C., & Watson, F. (2025). An overview of the treatment interventions and assessment of fear-avoidance for chronic musculoskeletal pain in adults: A scoping review protocol. *PLoS One*, 20(6), e0324947.
- Treede, R. D., Rief, W., Barke, A., Aziz, Q., Bennett, M. I., Benoliel, R., ... & Wang, S. J. (2019). Chronic pain as a symptom or a disease: the IASP Classification of Chronic Pain for the International Classification of Diseases (ICD-11). *pain*, 160(1), 19-27.
- Truini, A., Aleksovska, K., Anderson, C. C., Attal, N., Baron, R., Bennett, D. L., ... & Veluchamy, A. (2023). Joint European academy of neurology–European Pain federation–neuropathic Pain special interest Group of the International Association for the study of Pain guidelines on neuropathic pain assessment. *European Journal of Neurology*, 30(8), 2177-2196.

- de C Williams, A. C., Fisher, E., Hearn, L., & Eccleston, C. (2020). Psychological therapies for the management of chronic pain (excluding headache) in adults. *Cochrane database of systematic reviews*, (8).
- Vlaeyen, J. W., & Linton, S. J. (2012). Fear-avoidance model of chronic musculoskeletal pain: 12 years on. *Pain*, 153(6), 1144-1147.
- Veehof, M. M., Trompetter, H. R., Bohlmeijer, E. T., & Schreurs, K. M. (2016). Acceptance-and mindfulness-based interventions for the treatment of chronic pain: a meta-analytic review. *Cognitive behaviour therapy*, 45(1), 5-31.
- Vickers, A. J., Vertosick, E. A., Lewith, G., MacPherson, H., Foster, N. E., Sherman, K. J., ... & Acupuncture Trialists' Collaboration. (2018). Acupuncture for chronic pain: update of an individual patient data meta-analysis. *The journal of pain*, 19(5), 455-474.
- World Health Organization. (2023). *WHO guideline for non-surgical management of chronic primary low back pain in adults in primary and community care settings*. World Health Organization.
- Woolf, C. J. (2011). Central sensitization: implications for the diagnosis and treatment of pain. *pain*, 152(3), S2-S15.
- Yildirim, Y., Parlar Kilic, S., Eyigor, S., Eyigor, C., Yildirim, Y., Karaman, E., ... & Uyar, M. (2019). Validity and reliability of Turkish version of the Brief Pain Inventory-Short Form for patients with chronic nonmalignant pain. *Agri: Journal of the Turkish Society of Algology*, 31(4).
- Yong, R. J., Mullins, P. M., & Bhattacharyya, N. (2022). Prevalence of chronic pain among adults in the United States. *Pain*, 163(2), e328–e332. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000002291>

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON DEĞERLENDİRMELERİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com