



TÜRKİYE VE DÜNYADA FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

Editör; Dr.Öğr.Üyesi İsmail CEYLAN

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Editör

Dr.Öğr.Üyesi İsmail CEYLAN

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Editör: 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 978-625-8678-63-5

Aralık 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

İÇİNDEKİLER

Fizyoterapinin Gizli Kahramanı: Talassoterapi	1
<i>Ayşe Nihal YURTTAŞ, Ayça ARACI</i>	
Romatizmal Hastalıklarda Temporomandibular Eklem Bozuklukları	21
<i>Özlem Nur TOK YAMAN, Ayça ARACI</i>	
Teknolojik Yaklaşımların Kardiyak Rehabilitasyondaki Rolü.....	52
<i>Nurel ERTÜRK</i>	
Özel Öğrenme Güçlüğünde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yaklaşımları.....	64
<i>Meryem SEVİM</i>	
Evde Bakım Hizmetlerinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulamaları.....	84
<i>Meryem SEVİM</i>	
Stress, Psychological Symptoms, and Evidence-Based Psychological Interventions in Asthma	105
<i>Neriman TEMEL AKSU, Nadir Tayfun ÖZCAN, Çağlayan Pınar ÖZTÜRK</i>	
Geriatrik Popülasyonda Denge, Düşme Riski ve Fizyoterapi Stratejileri.....	123
<i>Mehmet Hanifi KAYA</i>	
Sporcu Sağlığında Rehabilitasyon ve Performans: Bilimsel Temeller	138
<i>Mehmet Hanifi KAYA</i>	

Erişkin Nörolojik Hastalıklarda Görev Odaklı Eğitim	153
<i>Ayşe Nihal YURTTAŞ, Özlem Nur TOK YAMAN, Ayşe ÜNAL</i>	
Yaşlı Bireylerde Beyin Egzersizlerinin Bilişsel Sağlık ve Yaşam Kalitesi Üzerindeki Etkileri: Multidisipliner Bir Değerlendirme	178
<i>Furkan KILIÇ, Eyyüp DEMİRPOLAT</i>	
Sporcularda Temporomandibular Eklem Disfonksiyonları.....	203
<i>Barış TÜRKER, Abdullah SARI</i>	
Patellofemoral Ağrı ve Tedavi Seçenekleri.....	218
<i>Abdullah SARI, Barış TÜRKER</i>	
Spinal Kord Yaralanmalarında Non-invaziv Elektriksel Stimülasyon Yöntemleri.....	232
<i>Adil SONGUR</i>	
The Neurobiological Effects of Mind-Body Exercises on Mental Health.....	264
<i>Çağlayan Pınar ÖZTÜRK, Neriman Temel AKSU, Nadir Tayfun ÖZCAN</i>	

"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."

FİZYOTERAPİNİN GİZLİ KAHRAMANI: TALASSOTERAPİ

Ayşe Nihal YURTTAŞ¹

Ayça ARACI²

1. GİRİŞ

Yeryüzünün yaklaşık %70'ini kaplayan denizler ve okyanuslar, antik çağlardan bu yana insan uygarlığının şekillenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Ekosistemler üzerindeki büyük etkilerinin ötesinde, denizler tarih boyunca insanların beslenme, uzun mesafeli ulaşım, ticaret, inanç sistemleri, sanat, spiritüel deneyimler ve hatta şifa arayışları gibi pek çok faaliyeti için temel bir unsur olmuştur (McNiven, 2008). Bu çok yönlü kullanımlar arasında, deniz suyunun tedavi amaçlı kullanımı binlerce yıl öncesine uzanır; ilk belgelenmiş örnekleri antik Mısır dönemine kadar gitmektedir. Deniz kökenli tedavi yöntemleri, zamanla farklı kültürlerde kendine yer bulmuş ve günümüze kadar ulaşmıştır (Lucchetta et al., 2007).

Deniz, bireyler üzerinde sakinleştirici ve rahatlatıcı bir etki yaratır. Deniz suyu ve deniz ikliminin, kişilerin genel sağlığı ve psikolojik iyilik hâli üzerinde olumlu ve tedavi edici etkiler sağladığı bilinmektedir. Bu tedavi yöntemlerinden en bilinenlerden biri, "thalassotherapy" olarak adlandırılan deniz terapileridir. Yunanca "thalassa" (deniz) ve "therapeia" (tedavi) kelimelerinden türetilen bu kavram, özellikle kronik deri

¹ Arş. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-0069-6525.

² Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-1089-3370.

hastalıkları, romatizmal rahatsızlıklar ve solunum sistemi sorunlarının destekleyici tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır (Munteanu & Munteanu, 2019). Yüksek yoğunluk ve zengin mineral içeriğine sahip olan deniz suyu; sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum, iyot gibi elementlerin klorürlerini ve "limes" adı verilen deniz kökenli peloyidleri içerir (Mourelle, Gómez, & Legido, 2017). ISO 17.680/2015 standardına göre thalassoterapi, deniz kökenli su ve çeşitli maddelerin, deniz kenarındaki bir tesiste tıbbi denetim altında uygulanmasını temel alan bir tedavi yöntemidir. Bu uygulama hem sağlık sorunlarının tedavisini desteklemeyi hem de hastalıkları önlemeyi amaçlamaktadır (Almeida, Rocha, & Candeias, 2025). Thalassotherapy yalnızca deniz suyu banyolarını değil; deniz yosunu ve kum banyoları, güneşlenme, deniz kaynaklı aerosol solunumu ve denizle etkileşim içeren diğer çeşitli uygulamaları da kapsar. Bu doğal unsurların kontrollü koşullarda kullanılmasıyla sağlığın desteklenebileceği düşünülmektedir (Francisco Maraver, Michán, Morer, & Aguilera, 2011).

Tedavi amaçlı olarak deniz suyu ve deniz kökenli maddeler, binlerce yıllık geçmişe sahip geleneksel uygulamalar arasında yer almaktadır. Tarih boyunca pek çok medeniyet, yerleşim yeri olarak su kaynaklarına yakın bölgeleri tercih etmiştir. Bu durum, suyun insan yaşamı için taşıdığı yaşamsal önemi açıkça ortaya koymaktadır (Harman & Çoban, 2016). İnsanlık tarihinin ilk evrelerinde bile suyun tedavi amaçlı değerlendirildiği bilinmektedir (Kazandjieva, Grozdev, Darlenski, & Tsankov, 2008). Su ile yaşam arasındaki kopmaz bağ düşünüldüğünde, deniz sularının da bu bütünlük içinde özel bir yere sahip olduğu görülmektedir. M.Ö. 3000'li yıllarda Mısır, Fransa, İtalya ve Yunan uygarlıklarında deniz suyunun tedavi amacıyla kullanıldığına dair bulgular mevcuttur (R. H. Charlier & Chaineux, 2000). Tıbbın kurucusu olarak kabul edilen

Hipokrat'ın da, soğuk deniz suyunun eklem ve bel ağrılarında, hatta obezite tedavisinde faydalı olduğunu öne sürdüğü rivayet edilmektedir (Uğurlu, Bozkurt, & Kayıkçı, 2016). Osmanlı döneminde ise bazı devlet adamlarının, sağlıklarını yeniden kazanmak amacıyla Avrupa'ya seyahat ettikleri; örneğin 1865-1866 yıllarında Paris'e beş saat uzaklıkta bulunan Trovil'deki deniz hamamlarını ziyaret ettikleri bilinmektedir (Beyoğlu, 2004). Son yıllarda, insan sağlığı ile doğal çevre arasındaki ilişkiye dair ilgi artmış ve bu doğrultuda geleneksel uygulamalardan elde edilen deneyimler, bilimsel araştırmalarla da desteklenmeye başlamıştır. Özellikle kıyı bölgeleri gibi doğal ortamların, bireylerin sağlık ve iyi oluşuna olumlu katkılar sağlayabileceği giderek daha fazla bilimsel kanıtlarla gösterilmektedir (Jimenez et al., 2021).

Talassoterapi, hem sağlık geliştirme hem de hastalıkları önleme ve tedaviye yönelik planlı bir uygulamalar bütünüdür. Bu kapsamda, deniz kenarında bulunmayı içeren deniz iklimi, tedavi edici özellik göstermektedir. Ayrıca, yerel kaynaklardan elde edilen deniz suyu, terapötik amaçla çeşitli şekillerde kullanılmaktadır. Deniz kaynaklı ürünler olan yosun ve çamur da farklı terapötik uygulamalarda değerlendirilmektedir. Güneş ışığı ve ultraviyole (UV) radyasyon gibi iklimsel faktörler de bu uygulamalarda önemli rol oynamaktadır (Anup & Christopher, 2020). Peloyidler, organik ya da inorganik yapıya sahip katı maddelerdir ve belirli bir olgunlaşma sürecinin ardından tedavi amacıyla kullanılabilir hâle gelirler (C. Gomes et al., 2013). Bu maddeler deniz suyuyla birlikte kullanıldığında, deniz çamuru veya deniz peloyidi olarak adlandırılır. Ayrıca, peloyidler makroalg gibi doğal bileşenlerle karıştırılarak vücuda kompres şeklinde uygulanabilir. Tuzlu suyla birlikte kullanılan bu çamur ve peloyid karışımları, romatizmal rahatsızlıklar ve çeşitli deri hastalıklarının tedavisinde kullanılabilir. Bu doğal tedavi ajanlarının etkisi; kimyasal, mekanik ve ısı mekanizmalarının bir

araya gelmesiyle ortaya çıkar. Özellikle sodyum ve klorür açısından zengin deniz suyu, cilde doğrudan uygulandığında çeşitli biyolojik etkiler gösterebilir (Anup & Christopher, 2020). Talassoterapi uygulamaları genellikle yıl boyu güneşli, rüzgarlı ve ılıman-sıcak iklim koşullarına sahip kıyı bölgelerinde yaygındır. Akdeniz havzası, Baltık Denizi kıyıları, Kanarya Adaları, Orta Doğu ve Kaliforniya bu türden coğrafyalara örnek olarak gösterilebilir (Roger H. Charlier & Chaineux, 2009; C. S. F. Gomes, Fernandes, Fernandes, & Silva, 2021). Özellikle 30° ile 40° enlemleri arasında yer alan Akdeniz bölgesi, kışları ılık ve yağışlı, yazları ise sıcak ve kuru geçen iklimiyle bu uygulamalara elverişli bir ortam sunmaktadır (Lionello et al., 2006). Benzer şekilde, Orta Doğu’da yer alan ve bir tuz gölü olan Ölü Deniz de Akdeniz iklimi özelliklerini taşıması sayesinde terapötik faydalar sağlayan özel bir doğal alan olarak öne çıkmaktadır (Asmar & Ergenzinger, 1999).

2. TALASSOTERAPİ TEMEL UNSURLARI

Talasoterapi, deniz suyu, deniz iklimi, deniz kumu, deniz yosunu gibi unsurlardan oluşur. Deniz suyu, algler, çamur ve plankton gibi denizden elde edilen elementlerin bir kombinasyonunu içerir. Bunlar, bir bireyin vücut sıcaklığına kadar işlenip ısıtılır ve uygun dozlarda ve belirli süreler boyunca kullanılır (Anup & Christopher, 2020).

2.1. Deniz Suyu: Talassoterapi, deniz suyunun, güneş ışınlarının ve deniz havasının birlikte kullanıldığı, bazı hastalıkların tedavisine destek olan doğal bir yöntem olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, sağlıklı bireyler açısından da gevşeme ve rahatlama sağlayan bir uygulamadır. Talassoterapi, içeriğinde bol miktarda mineral barındıran doğal deniz suyunun terapötik amaçla kullanımına dayanırken, balneoterapiden bazı yönleriyle ayrılmaktadır. Balneoterapi uygulamalarında yeraltı ve

yerüstü kaynaklardan elde edilen mineralli sular kullanılırken, bu sular genellikle yüksek sıcaklıklarda uygulanır. Bu da zaman zaman dehidrasyon ve tansiyon düşüklüğü gibi yan etkilere neden olabilmektedir. Öte yandan, talassoterapide yalnızca doğal deniz suyu ve deniz tuzu kullanılır; deniz suyu önceden belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılır (Ortiz, 2004). Talassoterapi için kullanılan deniz suyu, kıyıdan yaklaşık 1000 metre uzaklıktaki açık sulardan alınır ve ultraviyole ışınlarıyla dezenfekte edilerek sterilize edilir (Ortiz, 2004). Bu uygulamalarda kullanılan deniz suyu, belirli bir derinlikten temin edilmekte ve ısıtılarak uygulamaya hazır hale getirilmektedir. Bu ısıtma işlemi, suyun içerisindeki minerallerin ve tuzların yoğunluğunu artırarak vücut tarafından daha kolay emilmesini sağlar. Deniz suyunun sağlık açısından faydalarından biri, cilt dokusunu sıkılaştırıcı etkisinin bulunmasıdır. Cilt üzerinde sıkılaştırıcı ve gençleştirici etkiler gösteren bu su, ısıtıldığında cildin kan dolaşımını hızlandırır ve hücresel yenilenmeyi destekler. Özellikle deniz suyundaki mikroorganizmalardan biri olan yosunlar, içerdiği minerallerin deri yoluyla emilimini kolaylaştırır (Roger H. Charlier & Chaineux, 2009).

Deniz suyunun fiziksel özellikleri; renginden kokusuna, dalga hareketlerinden ışık geçirgenliğine kadar birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterir. Yüzey hareketleri, akıntılar ve dalgalar, deniz suyunun içeriğinde bulunan fosfat, nitrat ve karbonat gibi maddelerin konsantrasyonlarını da etkileyerek tedavi edici potansiyelini artırır. Bu mikro masaj etkisi, bireylerde gevşeme, kas gücünde artış ve motor becerilerde gelişme sağlar. Ayrıca, deniz suyunun yüksek tuz içeriği, suyun kaldırma kuvvetini artırır; bu da kişinin sudaki ağırlığını azaltır ve yalnızca %10'unun hissedilmesini sağlar. Bu durum, kişinin rahatlamasını kolaylaştırır ve terapötik etkilerin daha çabuk ortaya çıkmasına imkân tanır (Ortiz, 2004).

2.2. Deniz İklimi: Deniz iklimi, denizlere ve okyanuslara açık olan kıyı bölgelerinde, adalarda ve orta enlemlerde yer alan alanlarda gözlemlenen; yıllık ve günlük sıcaklık farklarının az olduğu, nem oranının ise görece yüksek seyrettiği bir iklim tipidir ('T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.18.08.2025tarihindemgm.gov.tr:https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=D&k=aa37', n.d.). Kıyı bölgelerine özgü olan deniz iklimi terapötik uygulamalarda önemli bir faktördür. Deniz havası; içerdiği tuz partikülleri, magnezyum ve iyot gibi minerallerin yanı sıra, negatif iyonlar bakımından zengin olması nedeniyle sağlık açısından çeşitli yararlar sunar. Negatif iyonlar vücutta serotonin hormonunun salınımını uyarır; bu da bireyde daha az stres, daha iyi ruh hali ve genel bir rahatlama hissi oluşturur (Jane Crebbin-Bailey, John W. Harcup, John Harrington, John Harcup, & HABIA, 2005). Blanchard ve Woodcock (Blanchard & Woodcock, 1957) tarafından yapılan çalışmalar, deniz havasındaki tuz parçacıklarının ve sıcaklığın insan vücudu üzerinde fizyolojik olarak olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Bu etkiler sindirim, böbrek, salgı ve metabolizma fonksiyonlarını uyarıcı nitelikte olabilir. Aynı zamanda, yatıştırıcı ve gevşetici özellikleri ile psikolojik rahatlama sağlar. Güneş ışınları da deniz havasını ve deniz suyunda yer alan magnezyum ile kobalt açısından zengin canlıları aktive eder. Bu canlılar da cilt yoluyla emilim süreçlerini destekleyerek terapötik etkinin artmasına katkı sağlar (Roger H. Charlier & Chaineux, 2009). Ayrıca deniz sesinin, özellikle dalga titreşimlerinin beyinde işitsel algıyı uyarak kalp ritmini düzenleyici ve sakinleştirici etkiler yarattığı bilinmektedir.

Talassoterapide deniz suyu, deniz havası ve güneş ışınları gibi iklimsel unsurların tümü tedavi sürecinin aktif bileşenleridir. Deniz iklimi, solunum yolları, kalp-damar ve cilt hastalıkları başta olmak üzere birçok rahatsızlıkta destekleyici bir rol üstlenmektedir (Özgürel & Koçman, 1989). Özellikle sinirsel ve

bedensel yorgunluk durumlarında, solunumu rahatlatıcı ve metabolizmayı düzenleyici etkileri ön plana çıkar. Maraver'e (F. Maraver, 2015) göre deniz havası solunum hareketlerini kolaylaştırmakta ve solunum sistemi üzerinde rahatlatıcı bir etki göstermektedir. Deniz iklimi, sadece hastalıkların tedavisinde değil, aynı zamanda sağlığın korunmasında da önemli bir yer tutar. Kronik hastalıklara sahip bireylerin iyileşme süreçlerini desteklediği gibi, sağlıklı bireyler üzerinde de koruyucu ve yenileyici etkiler yaratır. Özellikle atopik dermatit ve sedef hastalığı gibi cilt rahatsızlıklarında, deniz iklimi ve talassoterapinin birlikte uygulanmasının olumlu sonuçlar verdiği birçok çalışmada belirtilmişti (Kazandjieva et al., 2008; Schuh A., 2009). Sonuç olarak, deniz iklimi; içeriğindeki doğal bileşenler ve çevresel faktörler ile insan sağlığı üzerinde çok yönlü olumlu etkiler sağlayan bir ortam sunar. Bu özellikleriyle talassoterapi uygulamalarının temel taşı olarak kabul edilmekte ve modern tamamlayıcı tıp yaklaşımlarında önemli bir yer tutmaktadır.

2.3. Deniz Tabanı (Kum, Çakıl ve Taşlar): Deniz tabanı, denizin derinliği, jeolojik yapısı ve bölgenin hidroklimatik özelliklerine bağlı olarak çamur, silt, kum, ince ve kalın çakıl, taş ve kaya gibi farklı türde doğal malzemelerle kaplıdır (Yüksel, 2005). Deniz tabanında yer alan bu unsurlar zamanla birbirleriyle etkileşime girerek çamur gibi ikincil yapılar oluşturabilir. Özellikle kil ve siltin birleşimiyle meydana gelen çamur, içerdiği zengin mineraller sayesinde sağlık amaçlı uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Çamur, içerdiği kükürt ve radyoaktif elementler sayesinde romatizmal rahatsızlıklar, çeşitli cilt hastalıkları, karaciğer ve dalak fonksiyon bozuklukları, sindirim ve sinir sistemi rahatsızlıkları gibi pek çok sağlık sorununda destekleyici bir terapi aracı olarak kullanılmaktadır. Bu çamurlar, talassoterapi kapsamında "çamur banyosu" şeklinde uygulanmakta; vücuda sürülerek belirli bir süre bekletilmekte ve ardından temizlenmektedir (Yuncu E. N., Yurcu G., & Akıncı Z., 2019).

Deniz kumu ise, talassoterapi uygulamalarında kullanılan bir diğer temel doğal unsurdur. Kum banyosu (psammoterapi) yöntemiyle vücudun tamamı veya belirli bir bölgesi, güneşle yeterince ısınmış kuru ve ince taneli deniz kumu ile örtülerek uygulanır. Bu uygulama, kasların gevşemesine, dolaşım sisteminin uyarılmasına ve bağışıklık sisteminin aktifleşmesine katkı sağlar (Uğurlu et al., 2016). Ayrıca, kumun düşük özgül ısı kapasitesi sayesinde, vücut yüzeyinin ısınmasıyla nem dengesi sağlanır ve gözenekler açılarak cildin arınması desteklenir (F. Maraver, 2015).

Islak deniz kumunda yapılan yürüyüşlerin de damarları genişletici ve kan akışını hızlandırıcı etkileri olduğu bilinmektedir. Bu özellikleriyle deniz kumu, romatizma, kireçlenme ve bazı cilt rahatsızlıklarının semptomlarını azaltmada faydalı olabilmektedir (Uğurlu et al., 2016). Aynı zamanda doğal bir cilt soyucu (peeling) etkisi göstererek, cildin yenilenmesine katkı sağlar. Tarih boyunca halk arasında kumla yapılan tedavi uygulamalarına güven duyulmuş ve bu tedavi yöntemlerinin iyileştirici etkilerine dair olumlu yaklaşımlar oluşmuştur (Uğurlu et al., 2016). Bu geleneksel inançlar, modern talassoterapi uygulamalarıyla birleştiğinde, deniz tabanı materyallerinin hem fiziksel hem de psikolojik iyileşmeye yönelik önemli katkılar sunduğu görülmektedir.

2.4. Deniz Yosunu: Talassoterapi uygulamalarında deniz yosunları hem deniz suyunun kalitesini belirlemede hem de doğrudan terapötik etkileri nedeniyle büyük öneme sahiptir. Bu canlılar, deniz suyunda yaşayan ve yaklaşık 25.000 türü tanımlanmış olan alglerdir. Yapılarında 32 ila 60 arasında değişen mineral ve iz element (sodyum, magnezyum, kalsiyum, potasyum, iyot, çinko, silis vb.) barındırmaları, onları insan sağlığı açısından değerli kılmaktadır (Turan, 2007). Özellikle insan kan plazmasına olan biyokimyasal benzerlikleri sayesinde deniz yosunları, cilt bakımı ve sistemik sağlık destekleyici

tedavilerde etkin şekilde kullanılmaktadır (Yuncu E. N. et al., 2019).

Deniz yosunu terapisi (alg terapisi), cilt üzerine maske ya da kompres şeklinde uygulanan, ciltte nemlenme, esneklik ve canlılık sağlayan doğal bir tedavi yöntemidir. Yosunlar, stresin azaltılmasında, selülitlerin giderilmesinde, bölgesel zayıflamada, toksin atımında ve sindirim-dolaşım sistemlerinin dengelenmesinde etkili olmaktadır (López-Hortas et al., 2021). Özellikle ısıtılarak vücuda sürülen yosun kürlerinin romatizma, bel-sırt ve eklem ağrılarında olumlu sonuçlar verdiği belirtilmektedir (Roger H. Charlier & Chaineux, 2009).

Yosunlar yalnızca terapötik özellikleriyle değil, aynı zamanda ekonomik değerleriyle de dikkat çeker. Dünyanın pek çok ülkesinde gıda, ilaç, kozmetik ve gübre sanayilerinde kullanılan deniz yosunları; yosun yağı, sabunu, maskesi, çayı gibi birçok üründe işlenerek ticari anlamda değerlendirilmektedir (Alpbaz, 2009). Bu bitkiler bazı türlerinde deniz suyundaki mineral miktarının 100.000 kat fazlasını bünyelerinde depolayabilme kapasitesine sahiptir (Turan, 2007).

Biyolojik olarak deniz yosunları, sporla çoğalan, çiçeksiz, klorofil içeren bitkiler olup hem su yüzeyinde hem deniz diplerinde hem de nemli kara yüzeylerinde bulunabilmektedir. Yapılarına göre makroalg (büyük yosunlar) ve mikroalg (mikroskopik yosunlar) olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Makroalgler ise üç grupta incelenir: yeşil yosunlar (Chlorophyceae), kahverengi yosunlar (Phaeophyceae) ve kırmızı yosunlar (Rhodophyceae) (Original-Thalasso-Therapie). Kahverengi yosunlar birkaç metre uzunluğa ulaşabilmekte, iyot açısından oldukça zengindir ve özellikle deniz sebzesi olarak da değerlendirilmektedir. Kırmızı yosunlar ise agar-agar ve karagenan gibi doğal jelleştiricilerin üretiminde kullanılırken, yeşil yosunlar genellikle göletlerde ya da sığ sularda bulunur ve

yaygın olarak kozmetik sektöründe kullanılmaktadır (Ajit K., Ajay Kumar M., Mruthyumjaya R. M., Pratyush P., & Govind R. R., 2011).

Talassoterapi merkezlerinde kullanılan yosunlar, deniz suyunun doğal yapısından doğrudan elde edilmekte ve cilt sağlığı için ısıtılarak uygulanmaktadır. Bu uygulamalar sırasında cilt yüzeyinde gözeneklerin açılması, toksinlerin dışarı atılması ve cildin yeniden canlanması sağlanır (Turan, 2007). Yosun içerikli ürünlerin yaygınlaşması ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin artan bilimsel verilerle desteklenmesi, deniz yosununu çağdaş doğal terapilerin vazgeçilmez unsurlarından biri haline getirmiştir.

3. TALASSOTERAPİ UYGULAMA YÖNTEMLERİ

Talassoterapi, tarihsel olarak deniz suyu ve deniz ikliminin ilkel koşullarda tedavi amaçlı kullanımıyla başlamış olsa da, günümüzde oldukça gelişmiş, çeşitlenmiş ve bilimsel temellere dayalı uygulamalarla zenginleşmiştir (R. H. Charlier & Chaineux, 2000). Modern talassoterapi merkezlerinde kullanılan yöntemler, deniz kaynaklarının (su, yosun, çamur, kum) doğrudan veya dolaylı olarak terapötik amaçla kullanıldığı multidisipliner uygulamaları içermektedir (Illing, 2018).

3.1. Deniz Suyu Banyoları ve Havuz Uygulamaları:

Dalga havuzları, ısıtılmış deniz suyu banyoları ve elektroakupunktur uygulamaları, deniz suyunun modern formlarda kullanılmasına olanak tanır. Tuzlu su havuzları gerçek deniz suyu ile doldurulur ve bireysel ihtiyaçlara göre şekillendirilmiş tedavi seçenekleri sunar. Ters akım havuzları, dolaşımı hızlandırmak ve doku yenilenmesini desteklemek için tercih edilir. Jet başlıklarıyla yapılan uygulamalar ise kas gevşetici ve lenf

drenajını artırıcı etkiler gösterir (R. H. Charlier & Chaineux, 2000; Illing, 2018).

3.2. Hidromasaj (Çoklu Jet Banyosu): Bu yöntemle vücudun belirli bölgelerine yönlendirilmiş su jetleri kullanılarak kaslar ve eklemler üzerinde gevşeme sağlanır, dolaşım sistemi uyarılır. Hidrostatik basınç ve termal etkiler sayesinde kas spazmları hafifler ve metabolizma desteklenir (Genç & Deveci, 2023).

3.3. Affüzyon ve Jet Duşları: Affüzyon duşu, yüzüstü uzanılan bir küvette, ısıtılmış ve mineralce zengin deniz suyunun fiskiye ile vücuda püskürtülmesi esasına dayanır. Bu yöntem vücut direncini artırıcı, selülit giderici ve dolaşım düzenleyici etkilere sahiptir. Jet duşları ise yüksek basınçla uygulanan deniz suyu sayesinde cilt sıkılaştırma ve tonus artırma etkisi gösterir (YUNCU, 2021).

3.4. Yosun (Alg) Banyoları ve Maskeleri: Laminaria gibi deniz yosunlarının kullanıldığı banyolarda, vücut; potasyum, magnezyum, kalsiyum gibi önemli minerallerle desteklenir. Yosunlar aynı zamanda stresin azaltılmasına katkı sunar. Yosun maskeleri ise mineral yenileyici, toksin giderici ve inceltici özellik taşır. Açılan gözeneklerden emilen mineraller sayesinde metabolizma dengelenir (YUNCU, 2021).

3.5. Çamur Terapileri (Peloid Terapisi): Isıtılmış deniz çamurunun (peloyid) vücuda maske olarak uygulanması, cilt üzerinden mineral emilimini artırarak romatizmal ağrıların hafifletilmesine katkı sağlar (ÇALIŞKAN, 2009).

3.6.Vücut Sargılama (Body Wrap): Yosunlardan hazırlanan özel jel formülleri vücuda sarılarak uygulanır. Bu yöntem, dolaşım problemleri, cilt sarkmaları ve toksin birikimi gibi sorunlara yönelik etkili bir çözüm sunar (YUNCU, 2021).

3.7. Refleksoloji ve Taş Terapisi: Refleksoloji, ayaklardaki belirli noktalara yapılan baskılarla bedenin genel rahatlamasını ve stresin azaltılmasını amaçlar (WILHELM, 2003).

Taş terapisi (stone terapi) ise volkanik taşların vücut üzerindeki belirli bölgelere yerleştirilmesiyle kas ağrılarının ve gerginliğin azaltılmasına yardımcı olur (YUNCU, 2021).

3.8. Bitki Banyoları (Aromaterapi): Şifalı otlar ve uçucu bitkisel yağlar kullanılarak yapılan bu uygulama, hem cilt bakımı hem de rahatlama sağlar. Aynı zamanda bu bitkisel bileşenlerin solunması solunum yolları üzerinde pozitif etki yaratabilir (YUNCU, 2021).

3.9. İnhalasyon Terapisi: Deniz suyunun buharlaştırılarak solunması esasına dayanan inhalasyon terapisi, deniz suyunda doğal olarak bulunan minerallerin solunum yoluyla alınmasını sağlar. Bu yöntem, özellikle üst solunum yolu hastalıklarında destekleyici tedavi olarak kullanılabilir (YUNCU, 2021).

3.10. Peeling Uygulamaları (Deniz Tuzu, Kum ve Kil ile): Deniz kumu, deniz tuzu veya kil kullanılarak yapılan peeling işlemleri, ciltteki ölü derilerin arındırılması ve cildin yenilenmesini amaçlar. Ardından uygulanan yosun maskeleriyle cildin mineral emilimi artırılır (YUNCU, 2021).

3.11. Masaj ve Vücut Bakımları: Kültürel, Ayurveda, Bali ve İsveç masajları gibi çeşitli tekniklerle uygulanan masajlar, hem fiziksel hem zihinsel rahatlama sağlar. Vücut bakımı ise talassoterapi kapsamında cilt sağlığını destekleyen kozmetik uygulamaları kapsar. Özellikle deniz suyu ve yosun bazlı ürünler cildi besleyip yeniler (YUNCU, 2021).

4. TALASSOTERAPİ UYGULAMALARININ FAYDALARI

Talassoterapi, özellikle bazı hastalıkların iyileşme süreçlerinde destekleyici bir yöntem olarak tercih edilmektedir. Mineral ve tuz açısından oldukça zengin olan deniz suyu ile yapılan bu terapide, bireylerin cilt yapıları göz önünde bulundurularak kişiye özel uygulamalar planlanmalıdır. Talassoterapinin başta cilt rahatsızlıkları olmak üzere birçok sağlık sorununa olumlu etkiler sunduğunu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra, psikolojik rahatlama sağlaması ve günlük stresin azaltılmasına katkı sunması nedeniyle de tercih edilen bir terapi yöntemidir (Riyaz & Arakkal, 2011).

Romatizmal problemler, kalp rahatsızlıkları ve dermatolojik hastalıkların tedavi süreçlerine yardımcı olarak kullanılan talassoterapi, aynı zamanda deniz havasının solunması yoluyla sakinleştirici ve iyileştirici etkiler yaratmaktadır. Bu terapötik yaklaşım yalnızca sağlık alanında değil; kozmetik, gıda ve Wellness gibi sektörlerde de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Deniz suyunda potasyum, sodyum, kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi temel minerallerin yanı sıra, insan sağlığı için önemli olan iyot, demir, krom ve bakır gibi eser elementler de yer almaktadır. Yaklaşık 34°C'ye kadar ısıtılan deniz suyundaki bu maddeler, eriyerek daha kolay emilebilecek bir forma ulaşmaktadır. Ayrıca, günümüzde yaygın olarak uygulanmayan fakat geçmişte kullanılan deniz suyu içme kürlerinin de mide ve bağırsak rahatsızlıkları üzerinde iyileştirici etkileri olduğu bilinmektedir (Uğurlu et al., 2016; YUNCU, 2021).

Deniz yosunu ve çamur gibi deniz kaynaklı materyallerle yapılan uygulamaların, sedef ve akne gibi cilt sorunlarının hafifletilmesinde destekleyici rol oynadığı görülmektedir. Alerjik hastalıklarda da faydalı olabileceği düşünülmektedir; çünkü deniz havasındaki tuz oranı, alerjisi olan bireylerin bağırsıklık

sistemlerini güçlendirmeye yardımcı olabilmektedir (YUNCU, 2021). Okyanus ve deniz kaynaklı unsurların genel sağlık üzerindeki olumlu etkileri bu terapinin kullanım alanlarını genişletmiştir. Örneğin deniz yosunları, gıda sektöründe de kullanılmakta olup; toz, tablet, ampul veya losyon formunda tüketilerek bağışıklık sistemini güçlendirici, toksin atıcı ve yenileyici etkilere sahip olabilmektedir. Bu yosunların içinde yer alan sodyum aljinat, vücutta biriken zararlı maddelerin atılımını destekleyici özellik taşımaktadır (YUNCU, 2021).

Talassoterapi, geniş bir sağlık yelpazesinde fayda sağlasa da her birey için uygun değildir. Özellikle deniz suyundaki iyot, bazı bireylerde olumsuz etkiler yaratabilir. İyot alerjisi olanlar ya da tiroit hastalığı bulunan bireyler için bu terapinin uygulanması önerilmemektedir. Ayrıca, vücudunda açık yara veya enfeksiyon bulunan bireylerde de tedavinin uygulanması sakıncalıdır (Riyaz & Arakkal, 2011).

Cilt hastalıklarının iyileştirilmesinde deniz suyunun olumlu etkileri ilk fark edilen faydalar arasında yer almaktadır. Sedef, egzama ve iktiyozis gibi dermatolojik hastalıklarda destekleyici bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Bu olumlu etkiler, deniz suyunda bulunan elementlerin biyolojik işlevleriyle ilişkilidir. Örneğin, sodyum cilt esnekliğini korumaya yardımcı olurken, kükürt kolajen üretiminde ve hücre sel solunumda önemli rol oynar. Ayrıca çinko da protein ve kolajen sentezi için gerekli bir mineraldir (Riyaz & Arakkal, 2011).

Son yıllarda hava kirliliğinin yol açtığı sağlık sorunlarının artmasıyla birlikte, talassoterapinin solunum yolu hastalıklarına karşı koruyucu ve iyileştirici etkileri daha fazla önem kazanmıştır. Bu bağlamda, bireylerin solunum sistemlerini desteklemek ve solunum hastalıklarına yakalanma riskini azaltmak amacıyla bu terapiye başvurma eğilimi artmıştır (Ergüven & Yılmaz, 2017).

Bazı sağlık merkezlerinde dolaşım sistemi ve kardiyovasküler rahatsızlıklar için alternatif bir tedavi olarak uygulanan talassoterapi, romatizmal hastalıklarda ve fibromiyalji sendromunun (FMS) semptomlarının hafifletilmesinde de etkili olabilmektedir (Zijlstra, 2005).

5. SONUÇ

Talassoterapi, deniz kökenli doğal unsurların (özellikle deniz suyu, yosun, çamur, kum ve deniz iklimi) terapötik amaçlarla kullanıldığı, tarihsel geçmişi güçlü, bilimsel temellere dayalı bir tedavi yaklaşımıdır. Modern uygulamaları, sadece hastalıkların destekleyici tedavisinde değil, aynı zamanda sağlıklı bireylerin yaşam kalitesini artırmada da etkin bir rol oynamaktadır. Hidromasaj, affüzyon duşu, yosun sargıları, peloterapi ve aromaterapi gibi yöntemlerle dolaşımın düzenlenmesi, kas-iskelet sisteminin rahatlatılması, cilt sağlığının korunması ve stresin azaltılması hedeflenmektedir. Talassoterapi, doğal, yan etkisiz ve çok yönlü faydalarıyla çağdaş yaşamın getirdiği fiziksel ve zihinsel yüklerin hafifletilmesine katkı sunmaktadır. Ayrıca sağlık turizmi açısından da önemli bir potansiyele sahiptir. Bilimsel temellerle desteklendiğinde, modern sağlık sistemleri içerisinde tamamlayıcı bir yöntem olarak daha geniş yer bulabileceği açıktır.

KAYNAKÇA

- Ajit K., Ajay Kumar M., Mruthyumjaya R. M., Pratyush P., & Govind R. R. (2011). Marine algae: an introduction, food value and medicinal uses. *Journal of Pharmacy Research*, 4(1), 219–221.
- Almeida, L., Rocha, F., & Candeias, C. (2025). Pelotherapy, thalassotherapy, and electrotherapy for skin treatment: current insights and future perspectives on electropelotherapy. *International Journal of Biometeorology*. doi:10.1007/s00484-025-02955-y
- Alpbaz, A. (2009). *Su Ürün Yetiştiriciliği*. İzmir: Su Ürünleri Yayıncılığı.
- Anup, J. R., & Christopher, J. G. (2020). Marine Products and Methods of Thalassotherapy: A Review. *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, 2(3), 126–130.
- Asmar, B. N., & Ergenzinger, P. (1999). Estimation of evaporation from the Dead Sea. *Hydrological Processes*, 13(17), 2743–2750.
- Beyoğlu, S. (2004). Osmanlı deniz hamamları. . *Recent Period Turkish Studies*, 5.
- Blanchard, D. C., & Woodcock, A. H. (1957). Bubble Formation and Modification in the Sea and its Meteorological Significance. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography*, 9(2), 145–158. doi:10.3402/tellusa.v9i2.9094
- Çalışkan, U. (2009). Turist sağlığı güvenliğinin analizi: Türkiye termal tesisler analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir.

- Charlier, R. H., & Chaineux, M. C. P. (2000). Health tourism: tool for development: thalassotherapy, 147–165.
- Charlier, Roger H., & Chaineux, M.-C. P. (2009). The Healing Sea: A Sustainable Coastal Ocean Resource: Thalassotherapy. *Journal of Coastal Research*, 254, 838–856. doi:10.2112/08A-0008.1
- Ergüven, M., & Yılmaz, A. (2017). Bir Turistik Ürün Olarak Talasso”, *Turizmde Yeni Ufuklar*. A. Çubuk, T. C. Metin (drl.). Mauritius: LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Genç, E., & Deveci, S. E. (2023). Suyun Tedavi Amaçlı Kullanımı: Balneoterapi ve Hidroterapi. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbı Dergisi*, 4(2), 62–86. Doi:10.53445/batd.1245432
- Gomes, C., Carretero, M. I., Pozo, M., Maraver, F., Cantista, P., Armijo, F., ... Delgado, R. (2013). Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*, 75–76, 28–38. doi:10.1016/j.clay.2013.02.008
- Gomes, C. S. F., Fernandes, J. V., Fernandes, F. V., & Silva, J. B. P. (2021). Salt Mineral Water and Thalassotherapy. In *Minerals latu sensu and Human Health* (pp. 631–656). Cham: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-030-65706-2_16
- Harman, S., & Çoban, Ö. (2016). *Deniz Turizmi ve Tarihçesi* (pp. 1–54). Ankara: Detay Yayıncılık.
- Illing, K. (2018). Thalassotherapie – Medizinischer und touristischer Nutzen . *Tourismus Wissen Quarterly*, 103–108.
- Jane Crebbin-Bailey, John W. Harcup, John Harrington, John Harcup, & HABIA. (2005). *The Spa Book: The Official Guide to Spa Therapy*. Thomson.

- Jimenez, M. P., DeVille, N. V., Elliott, E. G., Schiff, J. E., Wilt, G. E., Hart, J. E., & James, P. (2021). Associations between Nature Exposure and Health: A Review of the Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4790. Doi:10.3390/ijerph18094790
- Kazandjieva, J., Grozdev, I., Darlenski, R., & Tsankov, N. (2008). Climatotherapy of psoriasis. *Clinics in Dermatology*, 26(5), 477–485. doi:10.1016/j.clindermatol.2008.05.001
- Lionello, P., Malanotte-Rizzoli, P., Boscolo, R., Alpert, P., Artale, V., Li, L., ... Xoplaki, E. (2006). The Mediterranean climate: An overview of the main characteristics and issues (pp. 1–26). doi:10.1016/S1571-9197(06)80003-0
- López-Hortas, L., Flórez-Fernández, N., Torres, M. D., Ferreira-Anta, T., Casas, M. P., Balboa, E. M., ... Domínguez, H. (2021). Applying Seaweed Compounds in Cosmetics, Cosmeceuticals and Nutricosmetics. *Marine Drugs*, 19(10). doi:10.3390/md19100552
- Lucchetta, M. C., Monaco, G., Valenzi, V. I., Russo, M. V., Campanella, J., Nocchi, S., ... Fraioli, A. (2007). [The historical-scientific foundations of thalassotherapy: state of the art]. *La Clinica Terapeutica*, 158(6), 533–541.
- Maraver, F. (2015). Talasoterapia: Conceptos y Antecedentes. *Proc Del Congreso Internacional de Talaso*, 1–7.
- Maraver, Francisco, Michán, A., Morer, C., & Aguilera, L. (2011). Is thalassotherapy simply a type of climatotherapy? *International Journal of Biometeorology*, 55(2), 107–108. doi:10.1007/s00484-010-0382-5

- McNiven, I. J. (2008). Sentient sea: seascapes as spiritscapes (1st Edition). Handbook of Landscape Archaeology.
- Mourelle, M., Gómez, C., & Legido, J. (2017). The Potential Use of Marine Microalgae and Cyanobacteria in Cosmetics and Thalassotherapy. *Cosmetics*, 4(4), 46. doi:10.3390/cosmetics4040046
- Munteanu, C., & Munteanu, D. (2019). Thalassotherapy today. *Balneo Research Journal*, 10(Vol 10 No. 4), 440–444. doi:10.12680/balneo.2019.278
- Ortiz, M. R. (2004). Orígenes Y Fundamentos De La Talasoterapia . *BIOCIENCIAS Revista de La Facultad de Ciencias de La Salud*, 2, 1–12.
- Özgürel, M., & Koçman, A. (1989). Sağlık ve Deniz Turizmi Açısından Ege Rölgesi Kıyı Kuşağı İklim Koşullarının İncelenmesi, Coğrafya Araştırmaları (Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu (pp. 83–99). Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu Yayın.
- Riyaz, N., & Arakkal, F. (2011). Spa therapy in dermatology. *Indian Journal of Dermatology, Venereology, and Leprology*, 77(2), 128. doi:10.4103/0378-6323.77450
- Schuh A. (2009). Die Evidenz der Klima- und Thalassotherapie . *Schweiz Z Ganzheitsmed*, 21(2), 96–104.
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü. 18.08.2025 tarihinde [mgm.gov.tr:https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiso_zlugu.aspx?m=D&k=aa37](https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojiso_zlugu.aspx?m=D&k=aa37). (n.d.).
- Turan, G. (2007). Su Yosunlarının Thalassoterapi’ de Kullanımı . Ege Üniversitesi, İzmir.

- Uğurlu, K., Bozkurt, A. K., & Kayıkçı, M. Y. (2016). Sağlık Turizminde Yeni Bir Trend: Talassoterapi. Joeep: Journal Of Emerging Economies And Policy, 1(1), 172–189.
- Wilhelm, Z. A. (2003). Adım Adım Sağlık: Refleksoloji. İstanbul: Dharma Yayınları.
- Yüksel, Y. (2005). Deniz Tabanı Hidrodinamiği Ve Kıyı Morfolojisi (Planlama Ve Tasarım). Arıkan Yayınları.
- Yuncu, E. (2021). Talassoterapi uygulamalarına katılan turistlerin motivasyon düzeylerinin zihinsel iyilik hallerine etkisinde birlikte davranış oluşturmaının aracılık rolü. Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Yuncu E. N., Yurcu G., & Akıncı Z. (2019). Thalassotherapy (Swot Analysis) , Klaipeda: Sra Academic Publishing Press, 2019, pp.58-72. In TÜFEKÇİ Ö.K. (Ed.) (pp. 58–72). Klaipeda: Sra Academic Publishing Press.
- Zijlstra, T. R. (2005). Spa treatment for primary fibromyalgia syndrome: a combination of thalassotherapy, exercise and patient education improves symptoms and quality of life. Rheumatology, 44(4), 539–546. doi:10.1093/rheumatology/keh537

ROMATİZMAL HASTALIKLARDA TEMPOROMANDİBULAR EKLEM BOZUKLUKLARI

Özlem Nur TOK YAMAN¹

Ayça ARACI²

1. GİRİŞ

Romatizmal hastalıkların sistemik karakteri, yalnızca periferik eklemleri değil, aynı zamanda baş-boyun bölgesindeki oral dokuları, çiğneme kaslarını, oklüzyonu ve temporomandibular eklemi (TME) de etkileyebilen geniş bir patofizyolojik yelpaze yaratmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, sistemik inflamasyonun TME’de sinovit, kartilaj dejenerasyonu, erozyon, kemik remodelingi, kapsül ve ligamentöz yapılarda inflamasyon gibi çeşitli yapısal değişikliklere yol açabileceğini göstermiştir (Larheim ve Bjornland, 1989; Scrivani ve ark., 2008; Tanaka ve ark., 2008; Voog ve ark., 2003). Bu değişiklikler sonucunda eklem hareket açıklığında azalma, ağrı, çiğneme fonksiyon bozuklukları, çene deviasyonu ve oklüzyon ilişkilerinde bozulma gibi semptomlar ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla TME, romatizmal hastalıkların etkilediği periferik eklemlerden biri olarak kabul edilmekte ve bu bölgedeki değişiklikler, hastalığın genel inflamatuvar aktivitesini yansıtabilmektedir.

¹ Öğr. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversite, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-8496-1698.

² Dr. Öğr. Üyesi, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversite, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-1089-3370.

Romatizmal hastalığı olan bireylerde TME tutulumunun prevalansının sağlıklı bireylere kıyasla belirgin olarak daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Larheim ve Bjornland, 1989). Sistemik inflamasyonun çiğneme sistemi biyomekaniğini etkilemesi; çiğneme kaslarında hassasiyet, fonksiyonel yetersizlik, parafonksiyonel alışkanlıkların artması ve eklem yüklenmesinin değişmesi gibi ikincil sonuçlar doğurabilmektedir (O'Connor ve ark., 2017; De Felício ve ark., 2013; Mays ve ark., 2012). Eklem yapılarındaki inflamatuvar ve dejeneratif süreçlerin uzun dönemde oklüzyon ilişkisini değiştirebildiği, çene hareketlerinin simetrisini bozabildiği ve stomatognatik sistemin bütüncül fonksiyonunu etkileyebildiği vurgulanmaktadır. Bu nedenle romatizmal hastalıklarda TME'nin değerlendirilmesi, yalnızca lokal bir eklem incelemesi değil, aynı zamanda hastalığın sistemik etkilerinin anlaşılması açısından da klinik olarak büyük önem taşımaktadır.

2. TEMPOROMANDİBULAR EKLEMİN YAPISI VE FONKSİYONU

TME, mandibular kondil ile temporal kemiğin mandibular fossası arasında yer alır ve hem dönme (rotasyon) hem de kayma (translasyon) hareketi yapabilen sinovyal bir eklemdir. Ginglimodiartrosis tipi bir eklem olarak tanımlanır. Çiğneme sırasında yüksek kuvvetlere maruz kaldığı için içinde yükü emen bir artiküler disk bulunur. Bu disk, eklemi süperior ve inferior olmak üzere iki boşluğa ayırır. Eklem; kemikler, eklem kapsülü, disk, kaslar ve ligamentlerden oluşur (Okeson, 2012).

2.1. Kemik Yapıları ve Ligamentler

TME'nin üst kısmı, temporal kemiğin artiküler eminens ve glenoid fossa olmak üzere iki bölümünden oluşur. Alt eklem yüzeyi mandibular kondilden meydana gelir ve bu yapı dış kulak yolunun hemen önünde palpasyonla hissedilebilir. Kondilin

yüzeyi fibrokartilaj ile kaplıdır; bu doku hiyalin kıkırdaktan daha dayanıklı olup çiğneme sırasında oluşan yükleri absorbe ederek eklemi korur (Nickel ve ark., 1988; Neuman ,2018; Odabaş ve Arslan,2008).

2.2. Artiküler Disk

TME diski, yoğun fibrokartilajdan oluşur, damar ve sinir içermez. Yapısı menisküs veya distal radioulnar eklem diskine benzer. Disk, eklem kapsülüne tamamen bağlıdır ve posterior, intermediate ve anterior olmak üzere üç bölüme ayrılır. Disk, kondil ile birlikte hareket ederek temas basıncını azaltır, eklem stabilite sağlar ve kondilin hareketine rehberlik eder (Neuman, 2018; Okeson, 2012).

2.3. Eklem Kapsülü

Eklemi ve diski çevreleyen fibröz kapsül gevşek yapıdadır ve iç yüzeyi sinovyal membran ile döşelidir. Üstte temporal kemiğe, altta mandibula boynuna ve diskin çevresine tutunur. Medial ve lateral bölgelerde kapsül güçlüdür ve stabilite sağlar; anterior ve posterior kısımları ise daha gevşektir, bu da kondil ve diskin öne kaymasına izin verir (Duymaz, 2017).

2.4. Ligamentler

TME'yi destekleyen ligamentler arasında en önemli yapı lateral (temporomandibular) ligamenttir; bu ligament eklem kapsülünün lateral bölümünü güçlendirir ve aşırı gevşemesi ya da yırtılması durumunda eklem diskinin medial yönde kaymasına neden olabilir (Okeson, 2012, Shaffer ve ark., 2014). Stilomandibular ve sfenomandibular ligamentler ise aksesuar bağlar olarak görev yapar; mandibulayı kraniyal yapılara destekleseler de çiğneme fonksiyonu sırasında sınırlı bir role sahiptir (Okeson, 2012).

2.5. Çiğneme Kasları

TME hareket ettiren kaslar, çiğneme, konuşma ve yutma gibi günlük yaşam aktiviteleri için kritik bir rol oynar ve bu kaslar primer ve sekonder olmak üzere iki ana grupta incelenir. Primer çiğneme kasları masseter, temporalis, medial pterygoid ve lateral pterygoid kaslarından oluşurken; sekonder, yani yardımcı kas grubu ise suprahoid ve infrahyoid kasları içerir (Okeson ve Ckeson, 2013).

2.5.1. Masseter Kası

Masseter kası, TME'nin en güçlü kaslarından biri olup mandibula açısının hemen üzerinde palpasyonla hissedilebilir. Zigomatik arkusdan köken alarak mandibula ramusunun dış yüzeyine tutunur ve yüzeysel ile derin olmak üzere iki tabakadan oluşur. Derin lifleri mandibulayı elevasyona getirerek çenenin kapanmasını sağlarken, yüzeysel lifleri mandibulanın öne doğru hareketi olan protrüzyona katkıda bulunur. Kas tek taraflı kasıldığında mandibula aynı tarafa yönelir; çift taraflı kasıldığında ise ağız kapanır (Fehrenbach ve Herring, 2012; Okeson, 2019).

2.5.2. Temporalis Kası

Temporalis kası, temporal fossayı dolduran yelpaze biçiminde geniş bir kas olup kalın bir fasya ile örtülüdür; tendon yapısında daralarak zigomatik arkın altından geçer ve mandibulanın koronoid prosesine tutunur. Bu kas iki taraflı kasıldığında mandibulayı yukarı kaldırarak güçlü bir ısırma hareketi oluşturur, tek taraflı kasıldığında ise mandibulayı aynı tarafa doğru çeker (Rues ve ark., 2011; Neuman, 2018).

2.5.3. Medial Pterygoid Kası

Medial pterygoid kas, pterygoid proseslerden köken alan ve mandibulanın iç yüzeyine, özellikle mylohyoid çizgisi civarına tutunan dikdörtgen biçimli bir kastır. Çift taraflı kasıldığında

mandibulayı yukarı kaldırarak hafif protrüzyon oluşturur, tek taraflı kasıldığında ise mandibulayı karşı tarafa doğru iter (Schmolke, 1994; Neuman, 2018).

2.5.4. Lateral Pterygoid Kası

Lateral pterygoid kası, iki başlı, kısa ve güçlü bir kastır; sfenoid kemiğin lateral pterygoid plağından köken alarak mandibular kondil ve artiküler disk üzerine yapışır. Tek taraflı kasıldığında mandibulanın karşı tarafa doğru hareket etmesine neden olurken, çift taraflı kasıldığında mandibulayı protrüzyona getirir ve hafif depresyona katkıda bulunur. Ayrıca kasın üst başı, artiküler diski medial yönde çekebilmektedir (Fehrenbach ve Herring, 2012; Schmolke, 1994).

2.5.5. Suprahyoid Kaslar

Suprahyoid kaslar; mandibula, hyoid kemik ve kranial tabanı arasında yer alır. Digastrik, mylohyoid, geniohyoid ve stylohyoid kasları içerir. Dil hareketleri, yutma ve konuşma fonksiyonlarına yardımcı olurlar (Castro ve ark., 1998; Neuman, 2018).

2.5.6. Infrahyoid Kaslar

Bu kas grubu hyoid kemikten aşağıya doğru uzanır ve sternum, tiroid kıkırdaktan ve skapulaya bağlanır. Infrahyoid kaslar; omohyoid, sternohyoid, sternothyroid ve thyrohyoid kaslarından oluşur. Yutma, konuşma ve larenks stabilitesi açısından destekleyicidir (Castro ve ark., 1998; Neuman, 2018).

2.6. İnervasyon ve Kanlanma

TME'nin duyuşal innervasyonu trigeminal sinirin mandibular dalından gelir. En fazla; auriculotemporal sinir, masseterik sinir ve derin temporal sinirler görev alır. Kanlanma esas olarak a. maxillaris ve a. temporalis superficialis tarafından sağlanır. Retrodiskal bölge damar açısından zengindir. Venöz dönüş; pterygoid, temporalis superficialis ve maksiller venöz

pleksuslara olur (Suvinen ve ark., 2005; Karaduman ve Yılmaz, 2016).

2.7. Temporomandibular Eklem Biyomekaniği

Mandibula; depresyon, elevasyon, protrüzyon, retrüzyon ve laterotrüzyon gibi çeşitli hareketler yapabilen dinamik bir yapıdır. Bu hareketler; rotasyon ve translasyonun bir arada gerçekleşmesiyle oluşur ve sagittal, koronal ve transvers düzlemlerde meydana gelir (Rocabado, 1987). Mandibulanın eklem yüzeylerinde bu sırada kompresyon, gerilme ve kesme kuvvetlerinin kombinasyonu görülür ve eklem hem statik hem dinamik yüklemeye maruz kalır (Ingawale ve Goswami, 2012).

Dinlenme pozisyonunda mandibula hafifçe aşağıdadır, dişler birbirine temas etmez ve dudaklar kapalıdır. Bu duruma fizyolojik oklüzyonsuzluk denir ve dişler arasında yaklaşık 2 milimetrelilik bir boşluk bulunur. Bu pozisyon, pasif dokular ve nöromüsküler reflekslerle korunur (Ingawale ve Goswami, 2009). Ağız tamamen kapandığında ve dişler birbirine temas ettiğinde, mandibula medyan oklüzal pozisyonundadır (Kuroda ve ark, 2009).

Ağız açma ve kapama hareketi, mandibular kondil, artiküler disk ve fossa arasında gerçekleşen kompleks artrokinematiklerle sağlanır. Ağız açılırken önce kondil disk üzerinde sagittal düzlemde rotasyon yapar, ardından kondil-disk kompleksi artiküler eminens boyunca öne doğru kayarak translasyon hareketi gerçekleştirir. Bu süreç konuşma, çiğneme ve yutma gibi aktiviteler için gereklidir. Ağız açılmasında suprahoid kaslar ile lateral pterygoid kasın inferior başı aktif rol alır (Tuijt ve ark., 2010; Neuman, 2018).

Ağız kapanırken masseter, medial pterygoid ve temporalis kasları kasılarak mandibulayı yukarı kaldırır. Kapanmanın son fazında kondil, posterior-superior yönde hareket ederek fossadaki fizyolojik konumuna yerleşir. Temporalis kasının posterior lifleri bu sırada retrüzyona katkı sağlar. Bu esnada artiküler disk,

gerilim altında kondile uyumlu şekilde yerini alır ve eklem stabilitesi korunur (Tuijt ve ark., 2010; Neuman, 2018).

3. ROMATOLOJİK HASTALIKLAR

Romatolojik hastalıklar oldukça geniş ve heterojen bir hastalık grubudur. Sadece inflamatuvar eklem hastalıkları ve sistemik hastalıklar değil dejeneratif eklem ve omurga hastalıkları, yumuşak doku hastalıkları ve metabolik kemik hastalıklarının da dahil olduğu 150’den fazla hastalığı içermektedir. Bu hastalıklar toplumda sık görülmektedir (Jokar ve Jokar, 2018; Shaheen ve ark., 2014). Romatizmal hastalıklarda eklem tutulumu, bağışıklık sistemine bağlı gelişen sinovyal inflamasyon ile başlar ve zamanla kıkırdak, subkondral kemik ve bağ dokularına yayılır. Bu süreçte kronik inflamasyon, eklemden erozyon, deformite ve fonksiyon kaybına neden olabilir (Firestein ve ark., 2016). Romatoid artrit (RA) gibi romatolojik hastalıklarda eklem tutulumu çoğunlukla periferik küçük eklemlerde başlar ancak hastalığa göre aksiyel iskelet sistemini de etkileyebilir (Smolen ve ark., 2016).

RA, küçük ve büyük eklemleri simetrik olarak etkileyen, kronik ve ilerleyici bir inflamatuvar hastalıktır. Eklem ve periartiküler yapılarda yapısal hasara yol açabilen bu durum, aynı zamanda sistemik inflamasyonun sonuçlarını da beraberinde getirebilir (Cush, 2022). RA, en sık metakarpofalangeal (MKF), proksimal interfalangeal (PIF) ve el bileği eklemlerini etkiler (Smolen ve ark., 2016; McInnes, 2011). RA’da tutulum sinovyumda başlar, pannus oluşumu gelişir ve bu yapı kıkırdak ile kemiği tahrip ederek erozyon ve deformiteye yol açar (Smolen, 2016). Tedavi edilmediğinde ulnar deviasyon, boutonniere ve swan-neck gibi deformiteler görülebilir (McInnes ve Schett, 2011).

Psoriatik artrit (PsA), artrit, entezit, spondilit ve daktilit gibi kas-iskelet sistemi tutulumları ile karakterize, heterojen yapılı, kronik ve immün aracılı inflamatuvar bir hastalıktır ve genellikle kutanöz psoriazisli bireylerde ortaya çıkar. Ayrıca üveit ve inflamatuvar bağırsak hastalıkları ile ilişkili olabilir (Azuaga ve ark., 2023). PsA, hastaların yaklaşık %40'ında spondilit görülmesi, spondiloartropatilerde sık karşılaşılan ekstra-artiküler bulguların (muköz membran lezyonları, iritis, üretrit, diyare, aort kökünde dilatasyon) varlığı ve HLA-B27 ile olan ilişkisi nedeniyle spondiloartropatiler sınıfında değerlendirilir (Gladman ve ark., 2005). PsA'yı diğer spondiloartropatilerden ayıran özellikler arasında periferik artrit varlığı, omurga tutulumunun asimetrik dağılım göstermesi, daha düşük düzeyde ağrı ve hareket kısıtlılığının bulunması sayılabilir (Gladman, 1998)

Ankilozan spondilit (AS), esas olarak aksiyel omurgayı etkileyen kronik ve inflamatuvar bir hastalıktır ve geniş bir klinik belirti ve semptom yelpazesıyla kendini gösterebilir. Hastalığın temel özellikleri kronik sırt ağrısı ve ilerleyici omurga sertliğidir. AS, omurga ve sakroiliak eklemlerinin yanı sıra periferik eklemler, parmaklar ve entezis bölgeleri ile karakterizedir (Wenker ve Quint, 2023). Tutulum öncelikle sakroiliak eklemden inflamasyon (sakroiliit) şeklinde başlar (Dougados ve Baeten, 2011). Hastalık ilerledikçe omurgada yeni kemik oluşumu, vertebraların köprüleşmesi ve bambu kamışı omurga görünümü oluşabilir (Shamji ve ark., 2008). Bu durum omurga hareketlerinin ciddi şekilde kısıtlanmasına neden olur.

Sistemik lupus eritematozus (SLE), nükleer antijenlere karşı gelişen otoantikörlerin varlığı, immün kompleks birikimi ve başta deri, eklemler ve böbrekler olmak üzere klasik hedef organlarda kronik inflamasyon ile karakterize multisistemik bir otoimmün hastalıktır (Hoi ve ark., 2024). SLE hastalarında artrit oluşumu sıktır ancak çoğunlukla non-eroziv karakterdedir; yani eklemlerde şişlik, ağrı ve fonksiyon kaybı görülse bile kalıcı

deformite nadirdir. Yine de bazı olgularda “Jaccoud artropatisi” adı verilen geri dönüşümlü deformiteler gelişebilir (Ceccarelli ve ark., 2017).

4. ROMATİZMAL HASTALIKLARDA TME TUTULUMU VE PATOFİZYOLOJİ

4.1. Romatoid Artrit

RA, küçük eklemlerde başlayan, simetrik, kronik, otoimmün ve inflamatuvar karakterde bir hastalıktır ve çoğunlukla eklem şişliği, sıcaklık artışı, fonksiyon kaybı ve ağrı ile seyreder (Filipowicz-Sosnowska, 2008). Ekstraartiküler tutulumlar arasında TME tutulumu da önemli bir yer tutmaktadır. TME tutulumu ilk olarak Garrod tarafından 1874’te tanımlanmış olup, RA hastalarında TME tutulum oranı çalışmalarda %5 ile %86 arasında değişmektedir (Becenen Durmuş ve ark.,2025; Klippel ve Dieppe, 2000). Bu oranların geniş aralıklarda bildirilmesi, farklı tanı yöntemlerinin kullanılması, kullanılan anti-romatizmal ilaçlarla maskelenmesi ve TME muayenesinin romatoloji pratiğinde rutin olarak yer almamasına bağlanmaktadır (Covert ve ark., 2021).

RA’ya bağlı TME tutulumu semptomatik olduğunda çiğneme, konuşma veya yutma gibi fonksiyonel aktiviteler sırasında derin preaurikular ağrı, mandibular hareketlerde kısıtlılık, klik veya krepitasyon sesleri, çiğneme kuvvetinde azalma, sabah tutukluğu ve oklüzyon değişiklikleri ile kendini gösterebilir (Atsu ve Ayhan-Ardic, 2006). Ek olarak hastalarda baş ağrısı, kulak ağrısı, nevralji ve diş ağrısı gibi dolaylı semptomlar da görülebilmektedir (Becenen Durmuş ve ark., 2025). Moen ve ark., RA hastalarının %77’sinde TME ilişkili ağrı ve fonksiyonel bozukluk bildirmiştir. (Moen ve ark., 2005) Ayrıca bazı çalışmalarda TME’de inflamatuvar değişiklikler asemptomatik olarak radyolojik incelemelerle saptanmış ve RA

hastalarının %100'ünde sinovyal inflamasyon bulguları görülürken, kontrol grubunda bu oran yalnızca %2 olarak bildirilmiştir (Sodhi ve ark., 2015)

TME'nin değerlendirilmesinde radyolojik yöntemler büyük önem taşır. Bilgisayarlı tomografi (BT) genellikle kemikte erozyon, skleroz ve kondil düzensizliklerini saptamada kullanılırken; manyetik rezonans görüntüleme (MRG), eklem diski, sinovyum ve yumuşak dokuların değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir (Becenen Durmuş, 2025; Mupparapu ve ark., 2019). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT) ise düşük radyasyon dozu ile kondil düzleşmesi, subkondral skleroz, disk perforasyonu ve eklem aralığında daralma gibi yapısal değişiklikleri göstermede etkili bir yöntemdir (Rehan ve ark.,2018; Witulski ve ark., 2014). TME tutulumuna bağlı kondiler rezorpsiyon zamanla mandibular retraksiyon, fasiyal asimetri ve özellikle Klas II anterior açık kapanış gibi oklüzal deformitelere yol açabilmektedir (Tabeling ve Dolwick, 1985). Bununla birlikte bazı çalışmalarda bu deformite ile RA süresi veya şiddeti arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Kononen,1987; Lin ve ark., 2007)

Genel popülasyonun yaklaşık beşte birinde TME ile ilişkili çeşitli sorunlar görülebilmektedir (Gonçalves ve ark., 2010). TME bozukluklarının görülme sıklığı %6–93 arasında değişmektedir ve bu artış, değerlendirmenin farklı yöntemlerle yapılması ve standardizasyon eksikliğiyle ilişkilendirilmektedir (Roda ve ark., 2007). RA'da TME tutulumunun gerçek prevalansının olduğundan düşük rapor edilmesinin nedeni, romatoloji kliniklerinde TME muayenesinin rutin fizik muayene protokolünün bir parçası olmamasıdır (Covert ve ark., 2021). Klinik değerlendirmede görsel analog ölçek (VAS), palpasyon, RDC/TMD ve Fonseca anketi gibi yöntemler kullanılmakta; radyolojik değerlendirmede MRG, BT ve CBCT sıklıkla tercih

edilmektedir (Cordeiro ve ark., 2016; Mupparapu ve ark., 2019; Rehan ve ark., 2018; Sadura-Sieklucka ve ark., 2021).

Sonuç olarak, RA'da TME tutulumu, hastalığın sistemik inflamatuvar yapısının bir uzantısı olarak değerlendirilmektedir. TME; çiğneme, konuşma ve yüz fonksiyonlarında kritik rol oynadığı için, bu eklemden gelişen inflamasyon yalnızca lokal değil, fonksiyonel ve psikososyal sonuçlar da doğurmaktadır. Bununla birlikte TME tutulumu çoğu zaman asemptomatik seyredebilir ve rutin romatoloji muayenelerinde sistematik olarak değerlendirilmeyebilir. Erken dönemde fark edilmeyen inflamasyon, ilerleyen zamanlarda kondiler rezorpsiyon, maloklüzyon, ağız açıklığında kısıtlılık ve fasiyal deformitelere neden olabilmektedir. Bu nedenle RA hastalarında TME'nin erken tanısı, düzenli görüntüleme yöntemleriyle izlenmesi ve multidisipliner tedavi planlarına dahil edilmelidir.

4.2. Ankilozan Spondilit

AS'de TME tutulumu, esas olarak eklem kapsülü ve disk insersiyosu bölgesinde oluşan destrüksiyonla ilişkilidir. Bu yapısal bozulma, internal düzensizliklere ve ilerleyici dejeneratif eklem değişikliklerine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, eklem diskinin yer değiştirmesi genellikle dejeneratif süreçten önce ortaya çıkmaktadır (Major ve ark., 1999; Shadamarshan Rengasayee ve ark., 2020). Ayrıca sinovit nedeniyle artiküler yüzeylerde meydana gelen doğrudan doku hasarının da TME patogenezinde etkili olduğu bildirilmektedir (Navarro-Compán ve ark., 2021).

Disk deplasmanının gelişiminde, disk-kondil bağlantı yerlerinde ve kapsüler ligamanlarda ortaya çıkan inflamasyonun eşlik ettiği entezopatik süreçler rol oynamaktadır. Entezis yapılarındaki bu inflamasyon, artmış mekanik stresin etkisiyle yeni kemik oluşumlarıyla birlikte seyreder (Schett ve ark., 2017). Bazı hastalarda ortaya çıkan erozyon ve kemik kaybının da bu

entezit ve sinovit süreçleriyle ilişkili olabileceği gösterilmiştir. Huang ve ark. tarafından yapılan çalışmada TNF- α ve IL-17'nin hem AS hem de TME sinovitinde ortak patojenetik faktörler olarak rol aldığı vurgulanmıştır (Huang ve ark., 2021).

AS'ye bağlı TME bozukluklarında kranioservikal postürün de katkısı olabileceği öne sürülmektedir. Ancak mevcut literatüre bakıldığında, postüral değişikliklerin etkisi tartışmalı olmakla birlikte, TMD gelişiminde inflamatuvar süreçlerin mekanik faktörlere kıyasla daha baskın olduğu düşünülmektedir (de Holanda ve ark., 2023). Bilgin ve ark. yaptıkları çalışmada hastaların %59,2'sinde TME disfonksiyonu saptamış; ancak bu durumun kranioservikal postür ya da radyolojik bulgularla anlamlı düzeyde ilişkili olmadığını belirtmişlerdir (Bilgin ve ark., 2020). Bunun yanında bazı araştırmacılar, TME etkileniminin doğrudan AS hastalığından değil, hastalığın servikal omurgada oluşturduğu postüral bozukluklardan kaynaklandığını bildirmiştir (Coskun Benlidayi ve ark., 2020). Crum ve ark. ise ileri düzeyde öne baş postürünün kranioservikal dengeyi bozarak temporomandibular fonksiyonları olumsuz etkilediğini belirtmiştir (Crum ve Loiselle, 1971). AS hastalarında çiğneme kaslarında tetik nokta varlığı üzerine yapılan bir çalışmada hem aktif hem latent tetik noktaların kontrol grubuna göre daha fazla olduğu; ayrıca aktif tetik noktaların oksiput-duvar mesafesi ile ilişkili bulunduğu rapor edilmiştir. Bu bulgu, öne baş postürünün çiğneme kaslarında aşırı yüklenmeye sebep olduğu görüşünü desteklemektedir. Aynı çalışmada, AS grubunda ağrısız ağız açıklığının daha sınırlı olduğu ve bu kısıtlılığın servikal fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı ile bağlantılı bulunduğu da belirtilmiştir (Fernández-de-las-Peñas ve ark., 2007).

Mandibular hareket kısıtlılığı yalnızca disk displasmanından değil, inflamasyon sonrası eklem yüzeyleri arasında gelişen fibröz yapışıklıklar nedeniyle de oluşabilmektedir (Shadamarshan Rengasayee ve ark., 2020).

Bunun yanında, eklem veya kas kaynaklı ağrı da ağız açma hareketlerini refleks olarak azaltabilmektedir (Barbosa ve ark., 2008). Bazı bireylerde ise hipomobilité yerine hipermobilité görülebilmekte olup, bu durum kapsüler bağ yapılarındaki destrüksiyonla ilişkilendirilmektedir (Ramos-Remus ve ark., 1997). Davidson ve ark., AS hastalarında ağız açıklığı kısıtlılığının mandibulanın baş pozisyonuna yakın konumlanmasından kaynaklanabileceğini önermiştir. Diğer araştırmacılar bu kısıtlılığı kondiler düzleşme ve erozyon ile ilişkilendirirken, Wenghoefer ve ark. mandibular koronoid hiperplaziyi olası bir etken olarak tanımlamıştır (Davidson ve ark.,1975; Wenghoefer ve ark., 2008).

TME ankilozu AS'de omurga ankilozuna kıyasla daha seyrek görülmektedir. Bunun, artiküler diskin fiziksel bariyer görevi görerek eklem yüzeylerinin kaynaşmasını engellemesiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak literatürde TME ankilozu ile ilgili olgular da mevcuttur. Gosawami ve ark., 53 yaşında bir erkek AS hastasında bilateral TME ankilozu vakası bildirmiştir (Goswami ve ark., 2021). Başka bir derlemede, AS'ye bağlı TME ankiloza dair 12 olgunun raporlandığı ve bunların 5'inde bilateral tutulum olduğu belirtilmiştir (Connor ve ark., 2017). Benazzou ve ark. ise 48 yaşındaki bir erkek hastada sol TME ile birlikte C1-2 ankilozunun eşlik ettiği nadir bir olguyu sunmuştur (Benazzou ve ark., 2005).

4.3. Sistemik Lupus Eritematozus

SLE, nükleer antijenlere karşı gelişen otoantikörlerin varlığı, immün kompleks birikimi ve deri, eklemler ile böbrekler başta olmak üzere çeşitli hedef organlarda ortaya çıkan kronik inflamasyonla karakterize multisistemik bir otoimmün hastalıktır. SLE'nin tanı ve tedavisinde son yıllarda önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmasına rağmen, hastalığın morbidite ve mortalite üzerindeki etkisi halen belirgindir. Erken tanı ve uygun

yönlendirme sürecini kolaylaştırmak amacıyla hastalığın tipik klinik özelliklerinin ve tanısal kriterlerinin ayrıntılı olarak bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Çoğu olguda konstitüsyonel, mukokutanöz ve kas-iskelet sistemi bulguları hastalığın ilk belirtilerini oluşturur. Bu erken semptomlar arasında yorgunluk, SLE'ye özgü karakteristik döküntüler, oral ülserasyonlar, alopesi, eklem ağrısı ve miyalji yer almaktadır (Hoi ve ark., 2024).

SLE, multisistem tutulum gösteren otoimmün bir hastalık olup çene ve çiğneme sistemi açısından bakıldığında TME ve çevresindeki yapıların da SLE sürecinden etkilenebildiği bildirilmektedir. Jonsson ve arkadaşlarının (1983) yaptığı erken dönem bir çalışmada, 37 SLE hastasının klinik değerlendirmesi sonucunda TME tutulumuna ait bulguların oldukça sık olduğu, palpasyonda eklem hassasiyeti, mandibular hareketlerde ağrı ve radyografik olarak kondilde düzleşme ve erozyon gibi değişikliklerin saptandığı rapor edilmiştir (Jonsson ve ark., 1983). Daha güncel bir çalışmada Aliko ve arkadaşları (2011), farklı romatizmal hastalık gruplarını içeren hasta örnekleminde TME tutulumu sıklığını değerlendirmiş ve SLE hastalarında kondil morfolojisinde bozulma ve eklem ağrısının anlamlı düzeyde fazla olduğunu göstermiştir (Aliko ve ark., 2011). Radyografik ve ileri görüntüleme yöntemlerini kullanan çalışmalar, SLE hastalarında TME tutulumu olduğunu; bu hastalarda kondiler düzleşme, erozyon, eklem aralığı değişiklikleri ve TME disfonksiyonunun sağlıklı kontrollere göre daha yüksek oranda görülebildiğini göstermiştir. (Grinin ve ark., 1999; Jonsson ve ark., 1983; Semerci ve Günen Yılmaz, 2025). Bu bulgular, SLE'de yalnızca klasik periferik eklemlerin değil, fonksiyonel açıdan önemli olan TME de etkilenebildiğini göstermektedir.

TME tutulumunun SLE'de görülme mekanizması tam olarak anlaşılmış olmamakla birlikte, eklem kıkırdağı ve subkondral kemikte inflamatuvar ve dejeneratif değişikliklerin meydana geldiği, kondilde düzleşme, erozyon, osteofit oluşumu

ve eklem aralığında daralma gibi radyolojik değişikliklerin varlığı bildirilmiştir. Ayrıca, çiğneme kaslarında zayıflama, kortikosteroid kullanımına bağlı kas atrofisi ve azalmış tükürük akışı gibi faktörlerin de kas-eklem fonksiyonunu bozabileceği öne sürülmektedir (Crincoli ve ark., 2020). Bu durum, SLE hastalarında TMD semptomlarının sadece eklemde değil çevre kas-yapı sisteminde de ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

Klinik olarak SLE hastalarında çiğneme kaslarında ağrı, çene hareket kısıtlılığı, TME çevresinde hassasiyet, kulak çevresi rahatsızlıkları, çene eklem sesleri ve ağız açmada azalma gibi TMD ile ilişkili belirtiler sık görülmektedir. Crincoli ve arkadaşlarının 2020 yılında gerçekleştirdiği gözlemsel çalışmada, TME hareketlerinde bozulma ve SLE grubunda kontrol grubuna kıyasla anlamlı farklılıklar olduğu gösterilmiştir (Crincoli ve ark., 2020). Bu veriler, SLE yönetiminde fizyoterapi ve çiğneme sistemi rehabilitasyonunun önemini gündeme getirmektedir.

Sonuç olarak, SLE ile TMD arasında oldukça anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ve bu ilişki hem tanısal hem de tedavi süreçlerinde göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle TME fonksiyonunun değerlendirilmesi, çiğneme kaslarının durumu, eklem hareket açıklıkları ve çene eklem bölgesi ağrılarının sistemik romatizmal hastalıkların takibinde rutin olarak incelenmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, hem çene eklem zararını erken yakalamaya hem de hastanın yaşam kalitesini artıracak rehabilitasyon stratejilerine zamanında yönelinmeye olanak tanır.

4.4. Sjögren Sendromu

Sjögren sendromu (SS), başlıca ekzokrin bezlerin, özellikle de tükürük ve lakrimal bezlerin otoimmün yıkımı ile karakterize kronik inflamatuvar bir hastalıktır. Hastalığın temel klinik özellikleri arasında kserostomi, keratokonjonktivitis sikka ve parotis bezlerinde büyüme yer almaktadır. Bununla birlikte, SS

yalnızca bezlerle sınırlı kalmayıp, kas-iskelet sistemi, periferik sinir sistemi ve oral yapıları da etkileyebilir. Oral sistem açısından değerlendirildiğinde, TME ve çiğneme kaslarının da bu otoimmün süreçten etkilenebildiği bildirilmektedir (Anaya ve Talal, 1997).

Çeşitli çalışmalarda, SS olan hastalarda çiğneme kası ağrısı, TME artraljisi, kas palpasyonunda hassasiyet, ağız açmada güçlük ve parafonksiyonel alışkanlıklar gibi TMD ile ilişkili yakınmaların sağlıklı kontrollere göre daha sık bildirildiği gösterilmiştir (Cincoli ve ark., 2018). Bununla birlikte, primer SS olan hastalarda TMD'ye ait subjektif, klinik ve radyografik bulguların bazı çalışmalarda kontrol grubuna benzer düzeylerde saptandığı; ancak oral fonksiyon (çiğneme, konuşma) kısıtlılığı ve yaygın miyofasiyal ağrının belirgin olabildiği bildirilmiştir (List ve ark., 1999). Romatizmal hastalıkları kapsayan daha geniş serilerde ise, RA, AS ve primer SS olan bireylerde TME semptom ve muayene bulgularının sağlıklı kontrollere göre daha yüksek prevalansa sahip olduğu gösterilmiştir (Yıldızker Keriş ve ark., 2017; Aceves-Avila ve ark., 2013). Bu çalışmaların bir kısmında kondil yüzeyinde erozyon, kortikal düzensizlik, eklem yüzeyinde düzleşme, osteofit oluşumu ve eklem aralığında değişiklikler gibi artritik/degeneratif radyografik bulgular da tanımlanmıştır. Bu veriler, SS'de sistemik inflamasyon, eklem ve çevre yumuşak dokulardaki inflamatuvar değişiklikler, azalmış tükürük sekresyonuna bağlı çiğneme kası yorgunluğu ve parafonksiyonel alışkanlıkların TME'nin biyomekaniğini etkileyerek TMD gelişimine katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir (Cincoli ve ark., 2018). Dolayısıyla, SS hastaların rutin romatolojik değerlendirmelerinde TME semptom ve bulgularının sistematik olarak sorgulanması ve gerektiğinde görüntüleme ile desteklenmesi önerilmektedir.

4.5. Fibromiyalji

Fibromiyalji (FM) sendromu, geçmişte fibrosit, fibromiyozit veya miyofibrosit gibi farklı terimlerle anılmış olup, 1976 yılında Hench tarafından günümüzdeki adıyla tanımlanmıştır. İnflamatuar bir hastalık olmamasına rağmen yaygın ağrı ve hassasiyet ile karakterizedir; bu nedenle “fibromiyalji” terimi, sendromun klinik doğasını daha uygun biçimde ifade etmektedir (Williams ve Clauw, 2009). FM, yaygın kas iskelet ağrısı, yorgunluk, uyku bozuklukları, bilişsel işlevlerde azalma ve anksiyete gibi belirtilerle seyreden kronik bir sendrom olarak tanımlanmaktadır (Kia ve Choy, 2017). Hastalığın etiyopatogenezinde genetik yatkınlık, merkezi sinir sistemi disfonksiyonu, psikososyal etmenler, uyku düzeninde bozulma ve immün sistem değişiklikleri gibi çoklu mekanizmaların rol oynadığı düşünülmektedir (Bazzichi ve ark., 2016). Yapılan çalışmalarda, FM hastalarının önemli bir bölümünde yaygın vücut ağrısı, sürekli yorgunluk, sabah tutukluğu, baş ağrısı, paresteziler, uyku düzensizlikleri, ağız kuruluğu, libido azalması, irritabl bağırsak sendromu, eklem hipermobilitesi, deride renk değişiklikleri ve TMD gibi çok sayıda semptomun eşlik ettiği bildirilmektedir (Evcik ve ark., 2019).

FM ile TMD arasındaki ilişki, uzun süredir araştırmacıların dikkatini çeken bir konudur (Hedenberg-Magnusson ve ark., 1999; Friction, 2004). Bu konuda öncü kabul edilen çalışmalardan biri, Eriksson ve arkadaşları (1988) tarafından yürütülmüş ve bu çalışmada FM hastalarının önemli bir kısmında TMD’ye ait klinik bulgular ve semptomların da mevcut olduğu bildirilmiştir. Sonraki araştırmalar da benzer şekilde, FM hastalarında TMD semptomlarının yüksek prevalansa sahip olduğunu ve orofasiyal bölgenin sıklıkla etkilendiğini göstermiştir (Hedenberg-Magnusson ve ark., 1999; Ayouni ve ark., 2019). Migren ya da trigeminal nevralji gibi diğer

orofasiyal ağrı sendromlarıyla karşılaştırıldığında, TMD'nin FM hastalarında daha yüksek oranda görüldüğü bildirilmektedir (Balasubramaniam ve ark., 2007). Ayouni ve ark. (2019) bu durumu, fibromiyaljinin yalnızca lokalize bir ağrı sendromu değil, vücudun birçok bölgesini etkileyen yaygın bir ağrı bozukluğu olmasına bağlamıştır. Literatürde, FM hastalarında TMD semptomlarının görülme oranı %71 ile %97 arasında değişirken; TMD hastalarında yaygın vücut ağrısının görülme oranının %10 ile %18,4 arasında olduğu belirtilmektedir (da Silva ve ark., 2012; Fraga ve ark., 2012; Pimentel ve ark., 2013). Bu sonuçlar, TMD'nin FM'de sekonder veya eşlik eden bir durum olarak daha belirgin şekilde ortaya çıktığını düşündürmektedir. Ayrıca FM'nin TMD gelişimi için hem predispozan hem de tetikleyici bir faktör olabileceği öne sürülmektedir (Fraga ve ark., 2012; Pimentel ve ark., 2013; Garcia-Moya ve ark., 2015). FM hastalarında TME ve çiğneme kaslarına ait bulgular arasında; palpasyonda ağrı ve hassasiyet, orofasiyal ağrı, ağız açma sırasında kas ağrısı, ağız açıklığında kısıtlılık, çabuk yorulma, çiğneme gücü ve yüksek tetik nokta sayısı sayılabilir (da Silva ve ark., 2012; Garcia-Moya ve ark., 2015). Bu hastalar sıklıkla yüz ağrısı, temporal bölgede rahatsızlık, çene, boyun ve kulak çevresinde lokalize ağrı bildirmektedir. En belirgin bulguların masseter ve temporal kaslarda palpasyonla artan ağrı olduğu belirtilmiştir (Fujarra ve ark., 2016; Karibe ve ark., 2011). FM ve TMD klinik olarak birçok benzer özellik paylaşmaktadır. Her iki durumda da kronik seyir, multifaktöriyel etiyoloji, fiziksel ve psikolojik etkilerin birlikteliği ve ortak predispozan faktörlerin varlığı dikkat çekmektedir (Ayoni ve ark., 2019). Nitekim çok sayıda çalışma, TMD hastalarında fibromiyaljiye benzer şekilde kronik baş ağrısı, sabah tutukluğu, yaygın ağrı, anksiyete, depresyon, stres ve yorgunluk gibi semptomların sık görüldüğünü göstermektedir (Fraga ve ark., 2012). Bununla birlikte hem FM hem de TMD hastaları; bağırsak disfonksiyonu, kas ağrısı, depresyon, baş ağrısı, anksiyete ve bilişsel dikkat bozuklukları

gibi sistemik semptomların iki hastalıkta da ortak olarak görüldüğünü ifade etmektedir (Garcia-Moya ve ark., 2015; Pimentel ve ark., 2015). Bu ortak klinik tablo, FM ve TMD'nin patofizyolojik mekanizmalarının kısmen örtüştüğünü düşündürmekte ve her iki bozukluğun da merkezi duyarlılık artışıyla ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle, her iki bozukluğun tanı ve tedavisinde multidisipliner yaklaşım benimsenmeli, TMD hastalarında FM bulguları ve FM hastalarında da TME fonksiyonu mutlaka değerlendirilmelidir.

5. SONUÇ

Romatizmal hastalıklar, sistemik inflamasyon ve bağ dokusu tutulumları yoluyla TME'nin hem yapısal hem de fonksiyonel bütünlüğünü bozabilmektedir. Bu hastalıklarda görülen sinovyal inflamasyon, kas-iskelet sistemi zayıflığı, bağ dokusu elastikiyetinde azalma ve ağrı modülasyonundaki bozukluklar; TME'de ağrı, hareket kısıtlılığı, eklem sesleri ve kas disfonksiyonlarıyla kendini gösterebilir. Bu nedenle romatizmal hastalıkların yönetiminde TME değerlendirmesi göz ardı edilmemeli; erken tanı, uygun medikal tedavi ve fizyoterapi rehabilitasyon yaklaşımlarıyla eklem hasarının ilerlemesi önlenmelidir. Multidisipliner değerlendirme hem yaşam kalitesini artıracak hem de fonksiyonel iyileşmeyi destekleyecektir.

KAYNAKÇA

- Aceves-Avila, F. J., Chávez-López, M., Chavira, J., Ramos-Remus, C., & Russell, A. S. (2013). Temporomandibular joint dysfunction in various rheumatic diseases. *Reumatismo*, 65(3), 126–130.
- Ahmed, A. S., Rahim, M. A., Dewan, P., Haque, H. F., Nazim, R. F., Afroz, F., et al. (2014). Spectrum of rheumatological disorders: A clinic-based study. *Journal of Medicine*, 15(1), 23–27.
- Aliko, A., Ciancaglini, R., Alushi, A., et al. (2011). Temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis, systemic lupus erythematosus and systemic sclerosis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 40, 704–709.
- Anaya, J. M., & Talal, N. (1997). Sjögren's syndrome and connective tissue diseases associated with other immunologic disorders. In W. Koopman (Ed.). Williams & Wilkins: Baltimore.
- Atsu, S. S., & Ayhan-Ardıç, F. (2006). Temporomandibular disorders seen in rheumatology practices: A review. *Rheumatology International*, 26, 781–787.
- Ayouni, I., et al. (2019). Comorbidity between fibromyalgia and temporomandibular disorders: A systematic review. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 128(1), 33–42.
- Azuaga, A. B., Ramírez, J., & Cañete, J. D. (2023). Psoriatic arthritis: Pathogenesis and targeted therapies. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(5), 4901. doi:10.3390/ijms24054901
- Balasubramaniam, R., et al. (2007). Prevalence of temporomandibular disorders in fibromyalgia and failed

- back syndrome patients: A blinded prospective comparison study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(2), 204–216.
- Barbosa, T. S., Miyakoda, L. S., Pocztaruk, R. L., Rocha, C. P., & Gavião, M. B. D. (2008). Temporomandibular disorders and bruxism in childhood and adolescence: Review of the literature. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 72(3), 299–314.
- Bazzichi, L., et al. (2016). One year in review 2016: Fibromyalgia. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 34(2 Suppl 96), S145–S149.
- Becenen Durmuş, E., Yurdakul, F. G., Güler, T., & Bodur, H. (2025). Temporomandibular joint disorder in rheumatoid arthritis: A cross-sectional ultrasonographic study. *Archives of Rheumatology*, 40(1), 42–52. <https://doi.org/10.46497/ArchRheumatol.2025.11086>
- Benazzou, S., Maagoul, R., Boulaadas, M., El Kohen, A., El Quessar, A., & Essakelli, L. (2005). Ankylose de l’articulation temporo-mandibulaire: Rare manifestation de la spondylarthrite ankylosante. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillofaciale*, 106(5), 308–310.
- Bilgin, E., Bilgin, E., Özdemir, O., & Kalyoncu, U. (2020). Temporomandibular disorders in ankylosing spondylitis: A cross-sectional, monocentric study. *Rheumatology International*, 40(6), 933–940.
- Castro, H. A., Resende, L. A., Berzin, F., & König, B. (1998). Electromyographic analysis of superior belly of the omohyoid muscle and anterior belly of the digastric muscle in mandibular movements. *Electromyography and Clinical Neurophysiology*, 38(7), 443–447.

- Ceccarelli, F., Perricone, C., Cipriano, E., Massaro, L., Natalucci, F., Capalbo, G., ... Conti, F. (2017). Joint involvement in systemic lupus erythematosus: From pathogenesis to clinical assessment. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 47(1), 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.03.022>
- Cordeiro, P. C., Guimarães, J. P., de Souza, V. A., et al. (2016). Temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis patients: Association between clinical and tomographic data. *Acta Odontológica Latinoamericana*, 29, 219–224.
- Coskun Benlidayi, I., Guzel, R., Tatli, U., Salimov, F., & Keceli, O. (2020). The relationship between neck pain and cervical alignment in patients with temporomandibular disorders. *Cranio*, 38(3), 174–179.
- Covert, L., Mater, H. V., & Hechler, B. L. (2021). Comprehensive management of rheumatic diseases affecting the temporomandibular joint. *Diagnostics*, 11, 409. <https://doi.org/10.3390/diagnostics1103040>
- Crincoli, V., Di Comite, M., Guerrieri, M., Rotolo, R. P., Limongelli, L., Tempesta, A., ... Favia, G. (2018). Orofacial manifestations and temporomandibular disorders of Sjögren syndrome: An observational study. *International Journal of Medical Sciences*, 15(5), 475–483.
- Crincoli, V., Piancino, M. G., Iannone, F., Errede, M., & Di Comite, M. (2020). Temporomandibular disorders and oral features in systemic lupus erythematosus patients. *International Journal of Medical Sciences*, 17(2), 153–160.

- Crum, R. J., & Loiselle, R. J. (1971). Temporomandibular joint symptoms and ankylosing spondylitis. *Journal of the American Dental Association*, 83(3), 630–633.
- Cush, J. J. (2022). Rheumatoid arthritis: Early diagnosis and treatment. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 48(2), 537–547. doi:10.1016/j.rdc.2022.02.010
- Crum, R. J., & Loiselle, R. J. (1971). Temporomandibular joint symptoms and ankylosing spondylitis. *Journal of the American Dental Association*, 83(3), 630–633.
- da Silva, L. A., et al. (2012). High prevalence of orofacial complaints in patients with fibromyalgia: A case-control study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 114(5), e29–e34.
- Davidson, C., Wojtulewski, J. A., Bacon, P. A., & Winstock, D. (1975). Temporomandibular joint disease in ankylosing spondylitis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 34(1), 87–91.
- De Felício, C. M., Mapelli, A., Sidequersky, F. V., Tartaglia, G. M., & Sforza, C. (2013). Mandibular kinematics and masticatory muscles EMG in patients with short lasting TMD of mild–moderate severity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(3), 627–633. doi:10.1016/j.jelekin.2013.01.016
- de Holanda, G. A., de Holanda, T. A., Boscato, N., & Casarin, M. (2023). Temporomandibular joint involvement in individuals with ankylosing spondylitis: A scoping review. *Archives of Oral Biology*, 146, 105609.
- Dougados, M., & Baeten, D. (2011). Spondyloarthritis. *The Lancet*, 377(9783), 2127–2137.
- Duymaz, T. (2017). *Mobilizasyon teknikleri* (1. baskı). Ankara: Hipokrat Yayınevi.

- Eriksson, P. O., et al. (1988). Symptoms and signs of mandibular dysfunction in primary fibromyalgia syndrome (PSF) patients. *Swedish Dental Journal*, 12(4), 141–149.
- Evcik, D., Ketenci, A., & Sindel, D. (2019). TSPMR guideline recommendations for the management of fibromyalgia syndrome. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 65(2), 111–123.
- Fehrenbach, M. J., & Herring, S. W. (2012). *Illustrated anatomy of the head and neck* (4th ed., p. 273). St. Louis, MO: Saunders/Elsevier.
- Fernández-de-las-Peñas, C., Alonso-Blanco, C., Amo-Pérez, A. D., & Miangolarra-Page, J. C. (2007). Trigger points in the masticatory muscles in subjects presenting with ankylosing spondylitis. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 15(3), 39–47.
- Filipowicz-Sosnowska, A. (2008). *Rheumatoid arthritis*. In I. Zimmerman-Górska (Ed.), *Clinical rheumatology* (Vol. 2, pp. 495–518). Warsaw: Wydawnictwo Lekarskie PZWL.
- Firestein, G. S., Budd, R. C., Gabriel, S. E., McInnes, I. B., & O'Dell, J. R. (Eds.). (2016). *Kelley and Firestein's textbook of rheumatology* (10th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- Fraga, B. P., et al. (2012). Signs and symptoms of temporomandibular dysfunction in fibromyalgia patients. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(2), 615–618.
- Fricton, J. R. (2004). The relationship of temporomandibular disorders and fibromyalgia. *Current Pain and Headache Reports*, 8(5), 355–363.
- Fujarra, F. J., et al. (2016). Temporomandibular disorders in fibromyalgia patients: Are there different pain onset? *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 74(3), 195–200.

- Garcia-Moya, E. J., Montiel-Company, J. M., & Almerich-Silla, J. M. (2015). Case-control study of craniomandibular disorders in patients with fibromyalgia. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(2), e293–e298.
- Gladman, D. D. (1998). Clinical aspects of the spondyloarthropathies. *The American Journal of the Medical Sciences*, 316, 234–238.
- Gladman, D. D., Antoni, C., Mease, P., Clegg, D. O., & Nash, P. (2005). Psoriatic arthritis: Epidemiology, clinical features, course, and outcome. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 64(Suppl 2), ii14–ii17. <https://doi.org/10.1136/ard.2004.032482>
- Gonçalves, D. A., Dal Fabbro, A. L., Campos, J. A., et al. (2010). Symptoms of temporomandibular disorders in the population: An epidemiological study. *Journal of Orofacial Pain*, 24, 270–278.
- Goswami, D., Singh, A., Yadav, P., & Roychoudhury, A. (2021). Challenges during bilateral total TMJ replacement for ankylosis in ankylosing spondylitis: Case report. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 11(4), 544–546.
- Hedenberg-Magnusson, B., Ernberg, M., & Kopp, S. (1999). Presence of orofacial pain and TMD in fibromyalgia. *Swedish Dental Journal*, 23(5–6), 185–192.
- Hoi, A., Igel, T., Mok, C. C., & Arnaud, L. (2024). Systemic lupus erythematosus. *The Lancet*, 403(10441), 2326–2338. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00398-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00398-2)
- Huang, Y. F., Chang, C. T., Muo, C. H., Chiu, K. M., Tsai, C. H., & Liu, S. P. (2021). Bidirectional relationship between temporomandibular disorder and ankylosing spondylitis. *Clinical Oral Investigations*, 25(11), 6377–6384.

- Ingawale, S., & Goswami, T. (2009). Temporomandibular joint: Disorders, treatments, and biomechanics. *Annals of Biomedical Engineering*, 37, 976–996.
- Ingawalé, S. M., & Goswami, T. (2012). Biomechanics of the temporomandibular joint. In *Human musculoskeletal biomechanics* (Vol. 1, pp. 159–182).
- Jokar, M., & Jokar, M. (2018). Prevalence of inflammatory rheumatic diseases in a rheumatologic outpatient clinic: Analysis of 12,626 cases. *Rheumatology Research*, 3(1), 21–27.
- Jonsson, R., Lindvall, A. M., & Nyberg, G. (1983). Temporomandibular joint involvement in systemic lupus erythematosus. *Arthritis and Rheumatism*, 26, 1506–1510.
- Karaduman, A., & Yılmaz, Ö. (2016). Temporomandibular eklem disfonksiyonu ve rehabilitasyonu. In *Fizyoterapi ve rehabilitasyon* (Cilt 2, ss. 329–330). Ankara.
- Karibe, H., et al. (2011). Comparison of patients with orofacial pain across diagnostic categories. *Cranio*, 29(2), 138–143.
- Klippel, J. H., & Dieppe, P. A. (2000). *Rheumatology* (2nd ed.). London: Mosby.
- Kia, S., & Choy, E. (2017). Update on treatment guideline in fibromyalgia syndrome with focus on pharmacology. *Biomedicines*, 5(2).
- Kononen, M. (1987). Clinical signs of craniomandibular disorders in patients with psoriatic arthritis. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 95, 340–346.
- Kuroda, S., Tanimoto, K., Izawa, T., Fujihara, S., Koolstra, J. H., & Tanaka, E. (2009). Biomechanical and biochemical

- characteristics of the mandibular condylar cartilage. *Osteoarthritis and Cartilage*, 17(11), 1408–1415.
- Larheim, T. A., & Bjornland, T. (1989). Arthrographic findings in the temporomandibular joint in patients with rheumatic disease. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 47(8), 780–784.
- Lin, Y. C., Hsu, M. L., Yang, J. S., Liang, T. H., Chou, S. L., & Lin, H. Y. (2007). Temporomandibular joint disorders in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of the Chinese Medical Association*, 70, 527–534.
- List, T., Stenström, B., Lundström, I., & Dworkin, S. F. (1999). TMD in patients with primary Sjögren syndrome. *Journal of Orofacial Pain*, 13(1), 21–28.
- Major, P., Ramos-Remus, C., Suarez-Almazor, M. E., Hatcher, D., Parfitt, M., & Russell, A. S. (1999). Magnetic resonance imaging and clinical assessment of temporomandibular joint pathology in ankylosing spondylitis. *Journal of Rheumatology*, 26(3), 616–621.
- Mays, J. W., Sarmadi, M., & Moutsopoulos, N. M. (2012). Oral manifestations of systemic autoimmune and inflammatory diseases. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 12(3 Suppl), 265–282. doi:10.1016/S1532-3382(12)70051-9
- McInnes, I. B., & Schett, G. (2011). The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *The New England Journal of Medicine*, 365(23), 2205–2219. doi:10.1056/NEJMra1004965
- Minowa, K., Yoshino, N., & Kishi, K. (1997). Radiographic changes of the TMJ in Sjögren's syndrome. *Dentomaxillofacial Radiology*, 26(3), 172–176.

- Moen, K., Bertelsen, L. T., Hellem, S., Jonsson, R., & Brun, J. G. (2005). Salivary gland and temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis: Relation to disease activity. *Oral Diseases*, 11, 27–34.
- Mupparapu, M., Oak, S., Chang, Y. C., & Alavi, A. (2019). Conventional and functional imaging in the evaluation of temporomandibular joint rheumatoid arthritis: A systematic review. *Quintessence International*, 50, 742–753. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a43046>
- Navarro-Compán, V., Sepriano, A., El-Zorkany, B., & van der Heijde, D. (2021). Axial spondyloarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 80(12), 1511–1521.
- Neumann, D. A. (2018). *Kas-iskelet sistemi kinezyolojisi: Rehabilitasyon için temeller* (Y. Yakut, Ed., 3. baskı). Ankara: Hipokrat Yayıncılık.
- Nickel, J. C., McLachlan, K. R., & Smith, D. M. (1988). Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. *Journal of Dental Research*, 67(6), 896–902. doi:10.1177/00220345880670060201
- O'Connor, R. C., Fawthrop, F., Salha, R., & Sidebottom, A. J. (2017). Management of the temporomandibular joint in inflammatory arthritis. *European Journal of Rheumatology*, 4(2), 151–156.
- Odabaş, B., & Arslan, S. (2008). Temporomandibular eklem anatomisi ve rahatsızlıkları. *Dicle Tıp Dergisi*, 35(1), 77–85.
- Okeson, J. P. (2012). *Management of temporomandibular disorders and occlusion* (7th ed.). St. Louis, MO: Mosby.
- Okeson, J. P. (2019). *Management of temporomandibular disorders and occlusion* [E-book]. Elsevier Health Sciences.

- Okeson, J. P., & Okeson, J. P. (2013). *Management of temporomandibular disorders and occlusion* (Vol. 488). St. Louis, MO: Elsevier/Mosby.
- Pimentel, M. J., et al. (2013). Features of TMD in fibromyalgia syndrome. *Cranio*, 31(1), 40–45.
- Ramos-Remus, C., Major, P., Gomez-Vargas, A., Petrikowski, G., Hernandez-Chavez, A., & Gonzalez-Marin, E. (1997). TMJ osseous morphology in AS patients. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 56(2), 103–107.
- Rehan, O. M., Saleh, H. A. K., Raffat, H. A., & Abu-Taleb, N. S. (2018). Osseous changes in the temporomandibular joint in rheumatoid arthritis: A cone-beam computed tomography study. *Imaging Science in Dentistry*, 48, 1–9. <https://doi.org/10.5624/isd.2018.48.1.1>
- Rocabado, M. (1987). The importance of soft tissue mechanics in stability and instability of the cervical spine. *CRANIO*, 5(2), 130–138.
- Roda, R. P., Bagan, J. V., Fernández, J. M. D., Bazán, S. H., & Soriano, Y. J. (2007). Review of temporomandibular joint pathology. Part I: Classification, epidemiology and risk factors. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 12, 292–298.
- Rues, S., Lenz, J., Türp, J. C., Schweizerhof, K., & Schindler, H. J. (2011). Muscle and joint forces under variable equilibrium states of the mandible. *Clinical Oral Investigations*, 15, 737–747.
- Sadura-Sieklucka, T., Gębicki, J., Sokołowska, B., Markowski, P., & Tarnacka, B. (2021). Temporomandibular joint disorders in patients with rheumatoid arthritis. *Reumatologia*, 59, 161–168. <https://doi.org/10.5114/reum.2021.107593>

- Schett, G., Lories, R. J., D'Agostino, M. A., Elewaut, D., Kirkham, B., Soriano, E. R., et al. (2017). Enthesitis: From pathophysiology to treatment. *Nature Reviews Rheumatology*, 13(12), 731–741.
- Schmolke, C. (1994). The relationship between the temporomandibular joint capsule, articular disc and jaw muscles. *Journal of Anatomy*, 184(Pt 2), 335.
- Scrivani, S. J., Keith, D. A., & Kaban, L. B. (2008). Temporomandibular disorders. *The New England Journal of Medicine*, 359(25), 2693–2705. doi:10.1056/NEJMra0802472
- Shadamarshan Rengasayee, A., Roy Chowdhury, S. K., Sharma, R., & Padma Priya, S. (2020). Novel hypotheses related to temporomandibular joint derived from ankylosing spondylitis. *Medical Hypotheses*, 144, 110225.
- Shaffer, S. M., Brismée, J. M., Sizer, P. S., & Courtney, C. A. (2014). Temporomandibular disorders: Anatomy and examination. *Journal of Manual and Manipulative Therapy*, 22(1), 2–12.
- Shamji, M. F., Bafaquh, M., & Tsai, E. (2008). The pathogenesis of ankylosing spondylitis. *Neurosurgical Focus*, 24(1), E3. <https://doi.org/10.3171/FOC/2008/24/1/E3>
- Smolen, J. S., Aletaha, D., & McInnes, I. B. (2016). Rheumatoid arthritis. *The Lancet*, 388(10055), 2023–2038.
- Sodhi, A., Naik, S., Pai, A., & Anuradha, A. (2015). Rheumatoid arthritis affecting temporomandibular joint. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6, 124–127.
- Suvinen, T. I., Reade, P. C., Hanes, K. R., Könönen, M., & Kemppainen, P. (2005). Temporomandibular disorder subtypes. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32(3), 166–173.

- Tabeling, H. J., & Dolwick, M. F. (1985). Rheumatoid arthritis: Diagnosis and treatment. *Florida Dental Journal*, 56, 16–18.
- Tanaka, E., Detamore, M. S., & Mercuri, L. G. (2008). Degenerative disorders of the temporomandibular joint. *Journal of Dental Research*, 87(4), 296–307.
- Tuijt, M., Koolstra, J. H., Lobbezoo, F., & Naeije, M. (2010). Differences in loading of the temporomandibular joint. *Journal of Biomechanics*, 43(6), 1048–1054.
- Voog, U., Alstergren, P., Eliasson, S., Leibur, E., Kallikorm, R., & Kopp, S. (2003). Inflammatory mediators and radiographic changes. *Acta Odontologica Scandinavica*, 61(1), 57–64. doi:10.1080/ode.61.1.57.64
- Wenghoefer, M., Martini, M., Allam, J. P., Novak, N., Reich, R., & Bergé, S. J. (2008). Hyperplasia of the coronoid process in AS. *Journal of Craniofacial Surgery*, 19(4), 1114–1118.
- Wenker, K. J., & Quint, J. M. (2023). *Ankylosing spondylitis*. In *StatPearls*. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Williams, D. A., & Clauw, D. J. (2009). Understanding fibromyalgia. *The Journal of Pain*, 10(8), 777–791
- Witulski, S., Vogl, T. J., Rehart, S., & Ottl, P. (2014). Evaluation of the temporomandibular joint by means of clinical TMD examination and MRI diagnostics in patients with rheumatoid arthritis. *Biomedical Research International*, 2014, Article 328560. <https://doi.org/10.1155/2014/328560>
- Yıldız Keriş, E., Darendeliler Yaman, S., Demirağ, M. D., & Haznedaroğlu, Ş. (2017). TMJ findings in RA, AS, and primary Sjögren's syndrome. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 8(4), e12255.

TEKNOLOJİK YAKLAŞIMLARIN KARDİYAK REHABİLİTASYONDAKİ ROLÜ

Nurel ERTÜRK¹

1. GİRİŞ

Kardiyovasküler hastalıklar, dünya genelinde mortalite ve morbiditenin önde gelen nedenleri arasında yer almaktadır. Kardiyak rehabilitasyon, koroner arter hastalığı ve diğer kardiyovasküler hastalıklara sahip bireylerde fonksiyonel kapasiteyi artırmak, yeniden hastaneye yatış oranlarını azaltmak ve yaşam kalitesini iyileştirmek amacıyla uygulanan kanıta dayalı, multidisipliner bir yaklaşımdır. Geleneksel olarak merkez temelli rehabilitasyon programları, yapılandırılmış egzersiz eğitimi, hasta eğitimi ve psikososyal destek bileşenlerinden oluşmaktadır (Anderson et al., 2016).

Bununla birlikte, kardiyak rehabilitasyon programlarına katılım oranları dünya genelinde düşüktür. Coğrafi uzaklık, ulaşım sorunları, iş yükü, ekonomik engeller ve pandemi gibi olağanüstü durumlar bu katılımı daha da sınırlamıştır (Clark et al., 2015). Son yıllarda dijital sağlık teknolojilerindeki hızlı gelişmeler, kardiyak rehabilitasyonun sunum modellerinde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Mobil uygulamalar, giyilebilir sensörler, web tabanlı platformlar ve tele-sağlık sistemleri aracılığıyla sunulan teknoloji destekli rehabilitasyon yaklaşımları, erişilebilirliği artırmayı ve hasta merkezli bakım sağlamayı hedeflemektedir (Thomas et al., 2019).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Tarsus Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-9910-6336.

2. TEKNOLOJİ DESTEKLİ KARDİYAK REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

2.1. Mobil Uygulama Tabanlı Rehabilitasyon Modelleri

Mobil sağlık (mHealth) uygulamaları, kardiyak rehabilitasyon hizmetlerinin mekândan bağımsız olarak sunulabilmesini sağlayan en yenilikçi yaklaşımlar arasında yer almaktadır. Bu uygulamalar aracılığıyla bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri objektif biçimde izlenebilmekte, kişiye özel egzersiz reçeteleri oluşturulabilmekte ve hastaların öz-yönetim becerileri sistematik olarak desteklenebilmektedir. Mobil uygulamaların sunduğu otomatik hatırlatıcılar, hedef belirleme modülleri, motivasyon mesajları ve anlık geri bildirim sistemleri, tedaviye uyumu artıran temel davranış değiştirme mekanizmaları olarak kabul edilmektedir (Widmer ve ark., 2015).

Mobil uygulama tabanlı rehabilitasyon modelleri, yapısal özelliklerine göre çeşitli alt türlere ayrılmaktadır. Birinci grup uygulamalar, temel izlem odaklı sistemlerdir ve genellikle adım sayısı, kalp atım hızı ve egzersiz süresi gibi parametreleri kaydetmeye odaklanmaktadır. Bu tür uygulamalar daha çok fiziksel aktivite davranışının farkındalığını artırmayı hedeflemektedir. İkinci grup uygulamalar, etkileşimli koçluk temelli sistemlerdir. Bu uygulamalarda yapay zekâ destekli sohbet botları, otomatik egzersiz önerileri ve uyarlanabilir hedef belirleme algoritmaları kullanılmakta olup, hastalara yarı-kişiselleştirilmiş rehberlik sunulmaktadır.

Üçüncü grup uygulamalar, oyunlaştırma (gamification) temelli modellerdir. Bu tür uygulamalarda rozetler, puanlama sistemleri, seviye atlama mekanizmaları ve sanal ödüller aracılığıyla kullanıcı motivasyonu artırılmaya çalışılmaktadır. Oyunlaştırma stratejilerinin özellikle uzun dönemli egzersiz alışkanlığı geliştirmede etkili olduğu bildirilmektedir. Dördüncü

grup uygulamalar ise sosyal etkileşim odaklı platformlardır. Bu uygulamalar, hasta grupları arasında sanal topluluklar oluşturarak akran desteğini teşvik etmekte ve böylece sosyal motivasyon mekanizmalarını harekete geçirmektedir.

Bunun yanı sıra, egzersiz reçeteleme odaklı uygulamalar, hastanın klinik profiline göre egzersiz yoğunluğunu otomatik olarak ayarlayabilen algoritmalar içermektedir. Bu tür uygulamalar kalp hızı bölgeleri, algılanan efor düzeyi (RPE) ve kondisyon düzeyine göre dinamik program güncellemeleri yapabilmektedir. Ayrıca bazı gelişmiş mHealth platformları, biyosensör verilerini mobil uygulamalarla entegre ederek gerçek zamanlı risk uyarıları ve güvenlik mekanizmaları sunmaktadır.

Ramachandran ve arkadaşları (2021) tarafından gerçekleştirilen meta-analiz, mobil uygulamaları da içeren telerehabilitasyon müdahalelerinin fonksiyonel kapasite ve yaşam kalitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Frederix ve arkadaşları (2015) tarafından yürütülen randomize kontrollü çalışmada ise akıllı telefon tabanlı telerehabilitasyon programlarının fiziksel aktivite düzeylerini artırdığı, kardiyovasküler risk faktörlerinde (kan basıncı, lipid profili ve vücut kompozisyonu) klinik olarak anlamlı iyileşmeler sağladığı bildirilmiştir.

2.2. Giyilebilir Cihazlar ve Sensör Teknolojileri

Giyilebilir teknolojiler, kardiyak rehabilitasyon alanında uzaktan izlem ve kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının gelişmesini sağlayan temel dijital araçlar arasında yer almaktadır. Bu teknolojiler, bireylerin günlük yaşam aktiviteleri sırasında fizyolojik ve davranışsal verilerin objektif, sürekli ve gerçek zamanlı olarak toplanmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle pedometreler, akselerometreler ve kalp atım hızı monitörleri; fiziksel aktivite düzeyinin nicel olarak değerlendirilmesi, egzersiz yoğunluğu ve süresinin izlenmesi ve hastaların rehabilitasyon

programlarına uyumunun izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Piotrowicz ve ark., 2016).

Günümüzde kullanılan ileri düzey giyilebilir sensörler; kalp atım hızı değişkenliği (HRV), enerji harcaması, uyku kalitesi, oksijen saturasyonu ve ritim düzensizlikleri gibi çok boyutlu parametreleri de izleyebilmektedir. Bu sayede yalnızca egzersiz performansı değil, hastaların genel kardiyovasküler yükü ve otonom sinir sistemi yanıtları da değerlendirilebilmektedir. Toplanan büyük hacimli veriler, bireyselleştirilmiş egzersiz reçetelerinin oluşturulmasına ve riskli durumların erken dönemde saptanmasına katkı sağlamaktadır.

Isakadze ve arkadaşları (2024) tarafından tanımlanan mTECH-Rehab çalışmasında, FDA onaylı akıllı cihazlar aracılığıyla sürekli veri toplanması ve bu verilerin klinisyen panelleri (dashboard) üzerinden izlenmesi, uzaktan yürütülen rehabilitasyon programlarının güvenlik ve etkinliğini artırmayı hedeflemektedir. Bu modelde klinisyenler, hastaların günlük aktivite düzeylerini, kalp atım hızlarını ve egzersiz yanıtlarını gerçek zamanlı olarak değerlendirebilmekte, gerektiğinde egzersiz şiddetini uzaktan ayarlayabilmektedir. Bu durum, komplikasyon riskinin azaltılması ve hastaya özgü dinamik bir rehabilitasyon sürecinin yürütülmesine olanak sağlamaktadır.

Benzer şekilde, Kraal ve arkadaşları (2017), kalp yetersizliği hastalarında uygulanan ev temelli telerehabilitasyon programlarının güvenli ve uygulanabilir olduğunu göstermiştir. Söz konusu çalışmada giyilebilir sensörler aracılığıyla izlenen hastalarda advers olay oranlarının düşük olduğu ve fiziksel kapasite ile yaşam kalitesinde anlamlı iyileşmeler sağlandığı bildirilmektedir. Ayrıca bu tür teknolojilerin hasta motivasyonunu artırdığı, öz-yönetim becerilerini desteklediği ve tedaviye bağlılığı güçlendirdiği vurgulanmaktadır.

Bununla birlikte, giyilebilir cihazların klinik uygulamalara entegrasyonunda teknik ve metodolojik bazı sınırlılıklar da söz konusudur. Ölçüm cihazları arasındaki doğruluk farklılıkları, veri standardizasyonunun sağlanamaması, pil ömrü, kullanıcı hataları ve veri kaybı gibi faktörler, elde edilen verilerin güvenilirliğini etkileyebilmektedir. Ayrıca uzun süreli kullanımda cihaz yorgunluğu, cilt irritasyonu ve kullanıcıların cihazları düzenli takma konusundaki isteksizlikleri de önemli pratik sorunlar arasında yer almaktadır. Bu nedenle gelecekteki çalışmaların, sensör doğruluğu, veri entegrasyonu ve kullanıcı dostu tasarımlar üzerine odaklanması gerektiği düşünülmektedir.

2.3. Web Tabanlı Platformlar ve Tele-Sağlık İletişim Sistemleri

Web tabanlı platformlar, kardiyak rehabilitasyon programlarında hasta eğitimini standartlaştıran ve süreklilik sağlayan dijital altyapılar olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Bu platformlar aracılığıyla hastalara fiziksel aktivite önerileri, beslenme rehberleri, ilaç kullanımı hakkında bilgilendirici modüller ve yaşam tarzı değişikliklerine yönelik davranışsal destek içerikleri sunulabilmektedir. Aynı zamanda etkileşimli eğitim materyalleri, kısa videolar, animasyonlar ve çevrim içi testler yoluyla hastaların bilgi düzeylerinin artırılması ve motivasyonlarının sürdürülmesi hedeflenmektedir.

Tele-sağlık uygulamaları; görüntülü görüşme, telefon danışmanlığı, kısa mesaj servisleri ve anlık mesajlaşma sistemleri aracılığıyla hasta ile sağlık profesyonelleri arasındaki iletişimi mekândan bağımsız hale getirmektedir (İnglis ve ark., 2010). Bu sistemler sayesinde hastalar, fiziksel olarak merkeze gitmeden düzenli klinik değerlendirmelerden geçebilmekte, semptomlarını bildirebilmekte ve olası risk durumlarında erken müdahale olanağı elde edebilmektedir. Özellikle pandemi döneminde tele-sağlık uygulamalarının önemi daha belirgin hale gelmiş ve bu

sistemler kardiyak rehabilitasyon hizmetlerinin sürekliliğini sağlamak adına kritik bir araç olarak kullanılmıştır.

Anderson ve arkadaşları (2017), ev temelli kardiyak rehabilitasyon programlarının merkez temelli programlarla karşılaştırıldığında benzer klinik sonuçlar sağladığını ve hasta memnuniyeti açısından önemli avantajlar sunduğunu bildirmiştir. Web tabanlı sistemlerin bir diğer önemli katkısı, hasta verilerinin uzun dönemli ve sistematik biçimde izlenebilmesine olanak sağlamasıdır. Fiziksel aktivite düzeyi, kalp atım hızı, kan basıncı ve egzersiz uyumuna ilişkin veriler dijital platformlar üzerinden toplanarak klinisyenler tarafından analiz edilebilmekte ve bu sayede tedavi programları bireysel ihtiyaçlara göre dinamik biçimde uyarlanabilmektedir.

Ayrıca gelişmiş tele-sağlık sistemleri, otomatik uyarı mekanizmaları ve risk sınıflama algoritmaları aracılığıyla olağandışı değerleri erken aşamada tespit edebilmekte, böylece hastane başvuruları ve akut komplikasyon risklerinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Tüm bu özellikler, web tabanlı platformlar ve tele-sağlık iletişim sistemlerini, günümüzde kardiyak rehabilitasyonun sürdürülebilirliği ve erişilebilirliği açısından vazgeçilmez bileşenler haline getirmiştir.

3. KLİNİK ETKİNLİK VE KARŞILAŞTIRMALI BULGULAR

Ev temelli kardiyak telerehabilitasyon, olağan bakım ile karşılaştırıldığında fonksiyonel kapasite, fiziksel aktivite davranışı ve yaşam kalitesi gibi birçok klinik alanda anlamlı iyileşmeler sağlamaktadır. Ramachandran ve arkadaşları (2021) tarafından yürütülen sistematik derleme ve meta-analizde, ev temelli telerehabilitasyon uygulamalarının 6 dakikalık yürüme testinde ortalama 25,58 metrelik artış sağladığı ve bu artışın fonksiyonel kapasite açısından klinik olarak anlamlı olduğu

bildirilmiştir. Aynı çalışmada günlük adım sayısı, egzersiz alışkanlıkları ve yaşam kalitesi göstergelerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler saptanmıştır.

Merkez temelli kardiyak rehabilitasyon programları ile karşılaştırıldığında, ev temelli telerehabilitasyonun fonksiyonel kapasite, fiziksel aktivite davranışı, yaşam kalitesi, ilaç tedavisine uyum, sigara bırakma davranışı, fizyolojik risk faktörleri, depresyon düzeyleri ve kardiyak nedenli hastaneye yatışlar açısından benzer düzeyde etkili olduğu gösterilmiştir (Ramachandran ve ark., 2021). Bu bulgular, teknoloji destekli ev temelli yaklaşımların merkez temelli programlara güçlü bir alternatif olabileceğini ortaya koymaktadır.

Buna ek olarak, Isakadze ve arkadaşları (2024) tarafından yürütülen mTECH-Rehab randomize kontrollü çalışması, teknoloji destekli hibrit bir kardiyak rehabilitasyon modelini değerlendirmektedir. Bu çalışmada birincil sonlanım noktası olarak fonksiyonel kapasite, randomizasyondan 12 hafta sonra uygulanan 6 dakikalık yürüme testi ile ölçülecektir. İkincil sonlanım noktaları arasında birleşik kardiyovasküler sağlık ölçütleri, kardiyak rehabilitasyona katılım, yaşam kalitesi, LDL-kolesterol, HbA1c, vücut ağırlığı, diyet alışkanlıkları, sigarayı bırakma durumu, kan basıncı ve çeşitli psikososyal göstergeler yer almaktadır. Bu çalışmanın sonuçları henüz yayımlanmamıştır.

Taylor ve arkadaşları (2019) tarafından gerçekleştirilen Cochrane sistematik derlemesi de, ev temelli ve teknoloji destekli rehabilitasyon programlarının mortalite ve hastaneye yatış oranları açısından merkez temelli programlarla benzer sonuçlar sunduğunu desteklemektedir. Ayrıca Frederix ve arkadaşları (2015), akıllı telefon temelli telerehabilitasyon uygulamalarının kardiyovasküler risk faktörlerinde klinik olarak anlamlı iyileşmelere yol açtığını bildirmiştir.

4. UYGULAMADA KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR VE HİBRİT YAKLAŞIMLAR

4.1. Veri Güvenliği ve Etik Sorunlar

Dijital sağlık uygulamalarında veri gizliliği, hasta güvenliği ve mesleki etik açısından temel bir sorumluluk alanı olarak kabul edilmektedir. Telerehabilitasyon sistemlerinde toplanan fizyolojik veriler (kalp atım hızı, fiziksel aktivite düzeyi, konum bilgileri ve biyometrik parametreler), yüksek derecede hassas kişisel sağlık verisi kapsamına girmektedir. Ramachandran ve arkadaşları (2021), kardiyak telerehabilitasyon çalışmalarının yarısından azında parola korumalı ve güvenli veri altyapılarının kullanıldığını bildirmiştir. Bu durum, teknolojik müdahalelere yönelik hasta güveni ve uzun dönemli benimseme açısından önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır.

Buna ek olarak, veri paylaşımı, depolanması ve üçüncü taraf platformlarla entegrasyonu süreçlerinde şeffaflık eksikliği etik tartışmaları derinleştirmektedir. Özellikle bulut tabanlı sistemlerde veri saklama lokasyonu, veri ihlali riskleri ve yetkisiz erişim olasılıkları klinik ve hukuki sorumlulukları artırmaktadır. Bu nedenle, uçtan uca şifreleme, kimlik doğrulama protokolleri ve uluslararası veri koruma standartlarına (örneğin GDPR ve HIPAA benzeri düzenlemeler) uyum, klinik uygulamalarda temel gereklilikler arasında yer almaktadır.

4.2. Hasta Uyumu ve Dijital Sağlık Okuryazarlığı

Teknoloji temelli kardiyak rehabilitasyon programları, hastalardan yalnızca fiziksel egzersizlere katılım değil, aynı zamanda dijital araçları etkin biçimde kullanma, veri girişlerini düzenli yapma ve uzaktan takip süreçlerine aktif katılım gibi beceriler talep etmektedir. Bu durum, özellikle ileri yaş grubundaki bireyler ve düşük dijital sağlık okuryazarlığına sahip hastalar için önemli bir bariyer oluşturmaktadır. Chan ve arkadaşları (2016), dijital sağlık uygulamalarına uyumun,

bireylerin eğitim düzeyi, bilişsel kapasite ve teknolojik deneyim düzeyi ile yakından ilişkili olduğunu bildirmiştir.

Bunun yanı sıra, literatürde kadın hastaların klinik çalışmalarda düşük oranda temsil edilmesi (%21,8), elde edilen bulguların farklı demografik gruplara genellenebilirliğini sınırlamaktadır (Ramachandran ve ark., 2021). Sosyoekonomik düzey, kırsal ve kentsel yaşam farklılıkları, internet erişimi ve cihaz sahipliği gibi faktörler de teknoloji temelli programlara katılımı doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, gelecekteki rehabilitasyon modellerinde kültürel duyarlılık, cinsiyete özgü yaklaşımlar ve teknolojik destek mekanizmalarının daha sistematik biçimde planlanması gerekmektedir.

4.3. Hibrit Modellerin Yükselişi

Son yıllarda hibrit kardiyak rehabilitasyon modelleri, geleneksel merkez temelli yaklaşımlar ile teknoloji destekli ev temelli uygulamaların entegrasyonu yoluyla öne çıkmaktadır. Isakadze ve arkadaşları (2024) tarafından geliştirilen mTECH-Rehab modeli, bu yaklaşıma güncel ve güçlü bir örnek oluşturmaktadır. Modelde, rehabilitasyon süreci başlangıçta yüz yüze yapılan ayrıntılı güvenlik değerlendirmesi, risk sınıflaması ve bireyselleştirilmiş egzersiz reçetesi ile başlatılmaktadır. Ardından, hasta takibi mobil uygulamalar, giyilebilir sensörler ve web tabanlı klinisyen panelleri aracılığıyla ev ortamında sürdürülmektedir.

Hibrit modellerin en önemli avantajı, klinik güvenliği artırırken erişilebilirliği koruyabilmeleridir. Özellikle yüksek riskli hastalar için başlangıçta yüz yüze değerlendirme yapılması, akut komplikasyon riskini azaltmakta ve hasta-uzman etkileşimini güçlendirmektedir. Haftalık sanal koçluk görüşmeleri, otomatik geribildirim sistemleri ve uzaktan veri izleme mekanizmaları, hasta motivasyonunu ve tedaviye bağlılığı artıran unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, hibrit

rehabilitasyon yaklaşımları, gelecekte kardiyak rehabilitasyon hizmetlerinin standart bir bileşeni olmaya aday modeller olarak değerlendirilmektedir.

5. SONUÇ

Teknoloji destekli kardiyak rehabilitasyon yaklaşımları, modern sağlık hizmetlerinin vazgeçilmez bir parçası hâline gelmektedir. Mobil uygulamalar, giyilebilir cihazlar, web tabanlı platformlar ve tele-sağlık iletişimi sayesinde, rehabilitasyon hizmetleri daha esnek, erişilebilir ve bireyselleştirilmiş şekilde sunulabilmektedir. Güncel bilimsel kanıtlar, bu yaklaşımların merkez temelli programlarla eşdeğer ve olağan bakımdan üstün sonuçlar sağladığını ortaya koymaktadır.

Gelecek araştırmaların, veri güvenliği altyapılarını güçlendirmeye, standardize uyum ölçütleri geliştirmeye ve kadınlar ile dezavantajlı grupların araştırmalara katılımını artırmaya odaklanması gerekmektedir. Hibrit modeller, kardiyak rehabilitasyonun geleceğinde önemli bir köprü görevi görebilecek potansiyele sahiptir.

KAYNAKÇA

- Anderson, L., Sharp, G. A., Norton, R. J., Dalal, H., Dean, S. G., Jolly, K., Cowie, A., Zawada, A., & Taylor, R. S. (2017). Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(6), CD007130.
- Anderson, L., Thompson, D. R., Oldridge, N., Zwisler, A. D., Rees, K., Martin, N., & Taylor, R. S. (2016). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Journal of the American College of Cardiology*, 67(1), 1–12.
- Chan, S., Torous, J., Hinton, L., & Yellowlees, P. (2016). Towards a framework for evaluating mobile mental health apps. *Telemedicine and e-Health*, 22(4), 327–332.
- Frederix, I., Van Driessche, N., Hansen, D., Berger, J., Bonne, K., Alders, T., & Dendale, P. (2015). Increasing the medium-term clinical benefits of hospital-based cardiac rehabilitation by physical activity telemonitoring in coronary artery disease. *European Journal of Preventive Cardiology*, 22(2), 150–158.
- Inglis, S. C., Clark, R. A., Dierckx, R., Prieto-Merino, D., & Cleland, J. G. F. (2010). Structured telephone support or telemonitoring programmes for patients with chronic heart failure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2010(8), CD007228.
- Isakadze, N., Kim, C. H., Marvel, F., Ding, J., Macfarlane, Z. T., Gao, Y., Spaulding, E. M., & others. (2024). Rationale and design of the mTECH-Rehab randomized controlled trial: Impact of a mobile technology enabled Corrie cardiac rehabilitation program on functional status and

cardiovascular health. *Journal of the American Heart Association*.

- Kraal, J. J., van den Akker–Van Marle, M. E., Abu-Hanna, A., Stut, W., Peek, N., & Kemps, H. M. C. (2017). Cost-effectiveness of home-based training with telemonitoring guidance in low- to moderate-risk patients with coronary artery disease. *European Journal of Preventive Cardiology*, 24(5), 537–544.
- Piotrowicz, E., Piotrowicz, R., Opolski, G., et al. (2016). Hybrid comprehensive telerehabilitation in heart failure patients. *European Journal of Heart Failure*, 18(6), 758–768.
- Ramachandran, H. J., Jiang, Y., Tam, W. W. S., Yeo, T. J., & Wang, W. (2021). Effectiveness of home-based cardiac telerehabilitation as an alternative to phase 2 cardiac rehabilitation of coronary heart disease. *European Journal of Preventive Cardiology*.
- Taylor, R. S., Dalal, H. M., McDonagh, S. T. J., & Doherty, P. (2019). Cardiac rehabilitation for cardiovascular disease: Cochrane systematic review. *Heart*, 105(11), 789–795.
- Thomas, R. J., Beatty, A. L., Beckie, T. M., Brewer, L. C., Brown, T. M., Forman, D. E., Franklin, B. A., Keteyian, S. J., Kitzman, D. W., Regensteiner, J. G., & Sanderson, B. K. (2019). Home-based cardiac rehabilitation: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 140(1), e69–e89.
- Widmer, R. J., Allison, T. G., Keane, B., et al. (2015). Using mobile health to improve cardiovascular care. *Current Atherosclerosis Reports*, 17(7), 1–10.

ÖZEL ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Meryem SEVİM¹

1. GİRİŞ

Özel öğrenme güçlüğü (ÖÖG), çocukluk çağında sık karşılaşılan nörogelişimsel farklılıklardan biri olup dünya genelinde okul çağındaki çocukların yaklaşık %5–15’ini etkilediği bildirilmektedir. Akademik performansı belirgin biçimde etkileyen bu durumun, yalnızca bilişsel süreçlerle sınırlı olmadığı; motor beceriler, denge, koordinasyon ve duysal işleme gibi alanlarda da çeşitli güçlüklerle ilişkili olabileceği giderek daha fazla vurgulanmaktadır. Bu nedenle fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının multidisipliner müdahale planları içindeki yeri her geçen yıl daha da önem kazanmaktadır. Bu bölümde, ÖÖG’de güncel fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ele alınacak, değerlendirme ve müdahale stratejilerine yönelik bütüncül bir çerçeve sunulacaktır.

2. TANIM VE SINIFLANDIRMA

Özel Öğrenme Güçlüğü, zekâ seviyesi normal ya da normalin üzerinde olmasına rağmen, okuma, yazma, matematik gibi akademik alanlarda yaşitlarına kıyasla daha düşük başarı sergilenmesiyle tanımlanan nörogelişimsel bir durumdur (APA, 2013). ÖÖG olan çocuklar akademik becerilerin yanı sıra motor

¹ Dr. Bartın Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, ORCID: 0000-0001-6368-0398.

kontrol, denge ve duyuşal bilgi işleme süreçlerinde zorluklar yaşamaktadır (Fletcher vd., 2018).

DSM-5’te özel öğrenme güçlüğü, “Spesifik Öğrenme Bozukluğu” adı altında ele alınmakta ve tanı konulabilmesi için belirtilerin en az altı ay boyunca sürmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu bozukluk üç temel alanda görülebilir. Okuma bozukluğu (disleksi), sözcükleri tanıma, akıcı okuma ve metni anlama süreçlerinde yaşanan güçlüklerle kendini gösterir. Yazılı ifade bozukluğunda (disgrafi) yazım kuralları, dilbilgisi, noktalama ve metnin düzenlenmesi gibi alanlarda belirgin hatalar ortaya çıkabilir. Matematik bozukluğu (diskalkuli) ise sayı algısında, temel işlemleri yapmada ve matematiksel akıl yürütmeye zorlanmayla ilişkilidir. Bu güçlükler bireyin akademik performansını ve günlük yaşam becerilerini önemli ölçüde etkileyebilir (APA, 2013).

Bu bozukluklar sıklıkla dikkat eksikliği, motor koordinasyon güçlükleri veya duyuşal işleme farklılıklarıyla birlikte görülebilir (Pennington, 2009). Bu durum, ÖÖG’nin yalnızca akademik performansı değil, aynı zamanda motor, bilişsel ve sosyal gelişimi de etkileyen çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

2.1. Nörobiyolojik Temeller

Özel öğrenme güçlüğü, beynin bilgi işleme süreçlerinde yapısal ve işlevsel farklılıklarla ilişkilendirilen nörogelişimsel bir bozukluktur. Nörogörüntüleme çalışmalarında, ÖÖG olan bireylerde özellikle serebellum, korpus kallozum, parietal ve temporal korteks bölgelerinde belirgin farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Linkersdörfer vd., 2012; Ramus, 2018). Bu bölgeler; motor planlama, koordinasyon, denge, duyuşal entegrasyon ve dil işleme gibi hem akademik hem de motor becerilerin temelini oluşturan süreçlerle ilişkilidir.

Serebellum, yalnızca motor koordinasyonun değil, aynı zamanda bilişsel ve dilsel işlevlerin düzenlenmesinde de kilit bir role sahiptir. Çeşitli nörogörüntüleme çalışmaları, ÖÖG olan bireylerde serebellar gri madde hacminde azalma ve fonksiyonel bağlantılarda düzensizlik olduğunu göstermiştir (Stoodley & Stein, 2013). Bu durum, motor öğrenme ve zamanlama becerilerinde gözlenen güçlüklerin nöroanatomik temelini açıklamaktadır.

Korpus kallozum, beynin iki yarımküresi arasındaki bilgi iletimini sağlayan temel yapı olarak, görsel-motor entegrasyon ve dikkat süreçlerinde önemli rol oynar. ÖÖG’li bireylerde korpus kallozumun posterior bölgelerinde azalmış hacim ve beyaz madde bütünlüğünde bozulma rapor edilmiştir (Vandermosten ve ark., 2012). Bu bozulma, okuma ve yazma sırasında hemisferler arası bilgi aktarımındaki gecikmelerle ilişkilendirilmiştir.

Ayrıca sensorimotor korteks düzeyinde gözlenen işlevsel bağlantı farklılıkları, ÖÖG olan çocuklarda duyuşal girdilerin bütünleştirilmesinde ve motor yanıt üretiminde zorluklara yol açmaktadır (Li vd., 2019). Bu bulgular, fizyoterapi uygulamalarında duyuşal entegrasyon ve denge eğitimlerinin neden etkili olduğunu nörobiyolojik açıdan desteklemektedir.

Bu kapsamda, nörobilimsel veriler ÖÖG’nin yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda motor ve duyuşal sistemleri de içeren geniş bir ağ ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu sebeple fizyoterapi müdahalelerinin planlanmasında, bu nöral ağların işlevsel bütünlüğünü desteklemeye yönelik stratejilerin kullanılması önerilmektedir.

2.2. Motor ve Duyuşal Gelişim Farklılıkları

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklar, hem ince motor beceriler hem de kaba motor beceriler açısından belirgin farklılıklar gösterir. İnce motor beceriler; yazı yazma, el-göz koordinasyonu ve parmak kuvveti gibi günlük yaşam

aktivitelerini doğrudan etkilerken, kaba motor beceriler; denge, hareket planlama ve postür kontrolü ile ilişkilidir (Bo & Lee, 2013). Disleksi tanısı olan çocuklarda göz hareketlerinde düzensizlik, dengeyi korumada güçlük ve hareket zamanlamasında gecikmeler sıkça görülmektedir. Bu durum, serebellar işlev bozukluğuna bağlı olarak otomatikleşmiş motor görevlerin yerine getirilmesinde zorluk yaşanmasına neden olur (Nicolson vd., 2001). Disgrafide ise yazı yazmaya özgü ince motor kontrol, kalem tutuşu, parmak kuvveti ve görsel-motor planlama süreçlerinde yetersizlikler ortaya çıkar; el bileği stabilitesindeki eksiklikler ve kas tonusu düzensizliği yazılı performansı doğrudan etkiler (Rosenblum vd., 2010). Diskalkulide ise el-göz koordinasyonu, mekânsal farkındalık ve ritim algısındaki zayıflıklar, matematiksel görevlerde performans düşüklüğüne katkı sağlar (Wilson & Dehaene, 2007).

Duyusal işleme, çevreden alınan görsel, işitsel, dokunsal ve proprioseptif bilgilerin merkezi sinir sistemi tarafından organize edilmesini kapsar. ÖÖG olan çocuklarda duysal işlemede aşırı duyarlılık, duysal kaçınma veya ayırt etme güçlüğü sık görülmektedir (Ghanizadeh, 2011). Dislekside özellikle işitsel işleme ve ritmik zamanlama sorunları fonolojik farkındalığı olumsuz etkilerken, bazı çocuklarda vestibüler-duysal entegrasyon bozuklukları nedeniyle denge ve yönelme zorlukları gözlenir (Tallal & Gaab, 2006). Disgrafide duysal geribildirim eksikliği, yazı yazma sırasında aşırı kuvvet kullanımı veya harf boyutlarındaki tutarsızlık şeklinde ortaya çıkabilir (Rosenblum vd., 2010). Diskalkulide ise görsel-uzamsal işleme ve dokunsal algıdaki zayıflıklar, sayı temsilleri ve uzamsal ilişkilerde hataların artmasına yol açar (Mussolin vd., 2010). Bu bulgular, fizyoterapi sürecinde duyu-bütünleme yaklaşımlarının (vestibüler uyarım, dokunsal modülasyon, proprioseptif farkındalık egzersizleri) önemini vurgular.

Görsel-motor entegrasyon, görsel algı ile motor yanıtın uyumlu şekilde organize edilmesini sağlar ve ÖÖG’li bireylerde bozulması hem okuma doğruluğunu hem de yazı yazma performansını olumsuz etkiler (Lerner & Johns, 2006). Dislekside göz izleme ve hareketlerinde yavaşlama, disgrafide harf formasyonu ve mekânsal hizalamada yetersizlik, diskalkulide ise görsel-uzamsal farkındalık eksiklikleri sıkça gözlemlenir (Nerusil vd., 2021; Maciel vd, 2021). Bu nedenle fizyoterapi programlarında görsel-motor entegrasyon egzersizleri, el-göz koordinasyon aktiviteleri ve dengeye dayalı görsel görevler (örneğin stabil platform üzerinde top izleme çalışmaları) önerilmektedir.

3. DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda değerlendirme süreci, motor beceriler, denge, duyuşal işleme, görsel algı ve görsel-motor entegrasyon gibi çok boyutlu alanları kapsamaktadır. Özellikle ince ve kaba motor becerilerin incelenmesi, çocuğun günlük yaşam aktivitelerine katılımını ve okul performansını etkileyen temel unsurlardan biri olduğu için önemlidir. Bu bağlamda, *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2)* gibi kapsamlı motor değerlendirme araçları motor becerilerin genel bir profilini sunarken, *Finger-to-Nose Testi* veya hız-ritim temelli ardışık hareket testleri koordinasyonun daha ayrıntılı olarak incelenmesini sağlar (Barnett, 2008).

Denge değerlendirmeleri, hem statik hem de dinamik kontrolün anlaşılması açısından kritik öneme sahiptir. *Pediatric Balance Scale (PBS)* ve *Timed Up and Go Testi (TUG)* gibi klinikte sık kullanılan araçlar, çocuğun postüral kontrol kapasitesi ve hareket sırasında denge stratejilerini ortaya koyar (Franjoine vd., 2003; Williams vd., 2005). Buna ek olarak Romberg Testi

veya Tek Ayak Üstünde Durma Testi gibi daha basit klinik değerlendirmeler, proprioseptif ve vestibüler sistemin katkısını gözlemlemek için etkili olmaktadır. Bu testler, özellikle sınırlı ekipman bulunan ortamlarda uygulanabilirliği nedeniyle tercih edilmektedir.

Duyu-bütünleme ve görsel-motor entegrasyon alanları, özel öğrenme güçlüğü ile ilişkili performans güçlüklerinin anlaşılmasında önemli bir yer tutar. *Sensory Profile 2* ve *Clinical Observations of Sensory Integration (COSI)* gibi araçlar, çocuğun duysal girdileri işleme biçimini ve bu girdilerin motor performansına yansımaları değerlendirmeye yardımcı olur (Simpson vd., 2019). Görsel-motor entegrasyon için *Beery-Buktenica Developmental Test of Visual-Motor Integration (Beery VMI)* ve *Developmental Test of Visual Perception, Third Edition (DTVP-3)* gibi testler sık tercih edilmekte olup, özellikle okul yaş grubunda yazı, kopyalama ve görsel dikkat becerilerinin değerlendirilmesinde temel bilgiler sağlar (Beery, 1989; Hammill vd., 2014). Ayrıca *King-Devick* Testi gibi hızlı göz hareketleri ve okuma akıcılığını yansıtan ölçümler de görsel-motor performansın bir parçası olarak kullanılmaktadır (Galetta vd., 2011).

Özel öğrenme güçlüğü olan bireylerde değerlendirme multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Motor performans, duysal işleme ve görsel-motor entegrasyonun birlikte ele alınması, çocuğun günlük yaşamdaki katılım düzeyini daha doğru biçimde anlamayı sağlar. Bu nedenle değerlendirme, yalnızca tek bir testin sonucuna değil, klinik gözlem, aileden alınan bilgiler ve farklı alanları kapsayan testlerin bütüncül analizine dayanmalıdır.

4. FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON MÜDAHALELERİ

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda motor becerilerin geliştirilmesi hem ince hem de kaba motor alanlarda çocuğun bağımsızlığını ve günlük yaşam aktivitelerine katılımını artırmak amacıyla bütüncül bir yaklaşımı gerektirir. Motor beceriler, okul başarısı ve sosyal katılım üzerinde doğrudan etkili olduğundan, müdahalelerin multidisipliner ve yapılandırılmış olması önem taşır. ÖÖG olan çocuklarda fizyoterapi müdahaleleri genellikle ince ve kaba motor beceriler, denge ve postür kontrolü, koordinasyon, güç ve dayanıklılık alanlarını kapsayacak şekilde planlanmaktadır.

4.1. İnce Motor Becerilere Yönelik Müdahaleler

İnce motor becerilerin geliştirilmesi, kalem tutuşu, yazı yazma ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı desteklemeye yöneliktir. Bu alandaki müdahaleler genellikle fonksiyonel el becerisi eğitimi, parmak güçlendirme ve el kaslarını koordine etmeye odaklanır. Teraputty ile yapılan egzersizler, boncuk dizme ve ayırma aktiviteleri, makas kullanımı çalışmaları, el-göz koordinasyonu ve bilateral motor kontrolünü güçlendiren etkin yöntemler arasında yer almaktadır. Kalem tutuş modifikasyonları, üçgen tutacaklar ve kalınlaştırıcı materyaller ile desteklendiğinde yazma performansı fonksiyonel düzeyde iyileştirilebilir (Case-Smith & Arbesman, 2008).

Yazı yazma becerilerinin geliştirilmesinde dokunsal yüzeylerde (kum, köpük gibi) harf izleme çalışmaları veya renkli çizgili kağıtlar üzerinde görsel ipuçları ile yapılan uygulamalar, görsel-motor entegrasyonun gelişimini destekler (Feder & Majnemer, 2007). Günlük yaşam aktivitelerine yönelik uygulamalar, düğme ilikleme, fermuar çekme, kaşık-çatal kullanımı ve küçük nesneleri manipüle etme gibi aktiviteler ile

ince motor kontrolü ve koordinasyonu artırır (Case-Smith & O'Brien, 2015).

4.2. Kaba Motor Becerilere Yönelik Müdahaleler

Kaba motor becerilerin geliştirilmesi, denge, postür kontrolü ve genel motor koordinasyonu güçlendirmeye yöneliktir. Bu kapsamda denge ve postür kontrolü egzersizleri, progresif denge tahtası uygulamaları, Bosu topu üzerinde stabilizasyon çalışmaları ve trambolinde vücut farkındalığı aktivitelerini içerir. Gözler açık ve kapalı tek ayak duruş pratikleri, vestibüler ve proprioseptif sistemleri uyaran görevlerle postür kontrolünü artırır (Higashionna vd., 2022)

Koordinasyon ve motor akıcılığı geliştirmeye yönelik uygulamalar, bilateral motor kontrolü ve göz-el koordinasyonunu destekler. *Cross-crawl* egzersizleri, top yakalama ve fırlatma çalışmaları, ritim aletleri ile senkronize hareketler ve engel atlama parkurları, mekânsal farkındalık ve motor planlama becerilerinin gelişimine katkı sağlar (Hawe vd., 2020; Zhao vd., 2024)

Güç ve dayanıklılığın artırılması ise çocuk yogası pozları, tırmanma duvarı aktiviteleri, direnç bandı ile üst ekstremité çalışmaları ve yüzme gibi su içi egzersizler ile desteklenebilir. Bu çalışmalar, ekstremité kas gücünü artırırken postüral stabiliteyi ve günlük yaşam fonksiyonlarını güçlendirir (Case-Smith & O'Brien, 2015).

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda hem ince hem de kaba motor becerilerin birlikte ele alınması, okul ve günlük yaşam görevlerindeki bağımsızlık ve etkinliği artırmaktadır. Motor becerilerin geliştirilmesinde yapılan müdahalelerin sistematik, işlevsel ve oyun temelli olması, çocukların motivasyonunu yükseltmekte ve öğrenme süreçlerine aktif katılımını sağlamaktadır. Bu bağlamda, müdahaleler yalnızca tek bir beceriye odaklanmak yerine, bütüncül bir motor gelişim yaklaşımı ile planlanmalıdır.

4.3. Duyu Bütünleme Müdahaleleri

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda duyuşal işleme yetersizlikleri yaygın olarak görölmekte ve bu durum motor beceriler, dikkat, davranış ve akademik performans üzerinde doğrudan etki göstermektedir (O'Brien vd., 2009). Duyu bütünleme müdahaleleri, vestibüler, proprioseptif, taktil ve görsel duyuşların birlikte entegrasyonunu destekleyerek çocuğun motor ve bilişsel işlevlerini iyileştirmeyi hedefler.

Vestibüler ve proprioseptif sistemleri destekleyen uygulamalar arasında denge tahtası, trambolin ve salıncak aktiviteleri yer alır. Bu çalışmalar, merkezi sinir sistemine uygun uyarım sağlayarak postür kontrolü, denge ve motor planlama becerilerini geliştirmektedir (Ayres, 2005). Taktil uyarılar ise farklı dokular ve yüzeylerle yapılan el ve vücut teması aktiviteleri aracılığıyla taktil hassasiyetin düzenlenmesine ve taktil savunma davranışlarının azaltılmasına katkıda bulunur (Case-Smith & Arbesman, 2008). Ayrıca, bilateral koordinasyon ve simetrik-asimetrik hareketlerin tekrarına dayalı etkinlikler, duyu-bütünleme becerilerini destekleyerek günlük yaşam görevlerindeki işlevselliği artırmaktadır.

Duyu bütünleme müdahaleleri, çocuğun duyuşal profiline uygun olarak bireysel planlanmalı ve uygun yoğunluk ve sürelerde uygulanmalıdır. Literatür, bu tür müdahalelerin motor kontrol, dikkat ve akademik performans üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığını göstermektedir (Lang vd., 2012; Pfeiffer vd., 2011).

4.4. Görsel-Motor Entegrasyon Müdahaleleri

Görsel-motor entegrasyon, ÖÖG'li çocuklarda özellikle disleksi ve disgrafi alt tiplerinde belirgin şekilde etkilenmektedir (Fusco vd., 2015). Bu alandaki müdahaleler, ince motor beceriler ve görsel algıyı bir arada geliştirerek, çocukların yazı yazma ve el-göz koordinasyonu performansını artırmayı hedefler.

Görsel-motor entegrasyon aktiviteleri arasında şekil kopyalama, çizgi takibi, labirent geçişleri ve görsel izleme görevleri bulunmaktadır. *Beery Gelişimsel Görsel-Motor Entegrasyon Testi (Beery VMI)* ve *Gelişimsel Görsel Algı Testi, Üçüncü Baskı (DTVP-3)* ile belirlenen eksiklikler doğrultusunda yapılan hedefe yönelik çalışmalar, hem yazı yazma becerisini hem de genel el-göz koordinasyonunu geliştirmektedir (Brown & Murdolo., 2015). Renkli ve çizgili kağıtlar, dokunsal yüzeyler ve görsel ipuçlarıyla desteklenen aktiviteler, öğrenme güçlüğü olan çocukların dikkatini artırmakta ve görsel-motor entegrasyonu güçlendirmektedir (Feder & Majnemer, 2007).

Buna ek olarak, bilgisayar tabanlı görsel-motor eğitim programları ve tablet uygulamaları, interaktif geri bildirim yoluyla çocukların motivasyonunu yükseltmekte ve motor öğrenme sürecini desteklemektedir (Case-Smith & O'Brien, 2015). Bu teknolojik müdahaleler, geleneksel aktivitelerle kombine edildiğinde hem klinik hem de okul ortamında uygulanabilir ve bireysel gereksinimlere göre uyarlanabilir bir yaklaşım sunmaktadır.

4.5. Teknoloji Destekli Müdahaleler

Günümüzde teknoloji, ÖÖG olan çocukların motor, bilişsel ve akademik becerilerini desteklemede etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Teknoloji destekli müdahaleler; bilgisayar tabanlı uygulamalar, tablet ve mobil cihazlar, interaktif oyunlar ve sanal/ artırılmış gerçeklik ortamlarını içermektedir. Bu araçlar, geleneksel fizyoterapi ve eğitim yöntemleri ile birlikte kullanıldığında, çocuğun motivasyonunu artırmakta, geri bildirimi hızlı ve bireyselleştirilmiş olarak sağlamak ve öğrenme sürecini daha etkileşimli hâle getirmektedir (Case-Smith & O'Brien, 2015; Souto vd., 2019).

Motor becerilerin geliştirilmesine yönelik teknoloji tabanlı uygulamalar, özellikle görsel-motor entegrasyon ve ince-

kaba motor koordinasyonunu desteklemeye yöneliktir. Tablet uygulamaları ile yapılan çizim, labirent tamamlama veya sanal nesne manipülasyonu görevleri, hem el-göz koordinasyonunu hem de motor planlamayı güçlendirmektedir (Perochon vd., 2023). Bilgisayar tabanlı oyunlar ve interaktif eğitim yazılımları ise bilişsel ve motor görevleri birleştirerek çocukların dikkat, hız ve doğruluk becerilerini geliştirmektedir.

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik tabanlı müdahaleler, özellikle postür, denge ve koordinasyon gibi kaba motor becerilerin geliştirilmesinde etkin olarak kullanılmaktadır. VR ortamlarında çocuklar güvenli ve kontrollü bir şekilde denge ve hareket görevlerini tekrarlayabilmekte; anlık geri bildirimler sayesinde hareket kalitesi optimize edilebilmektedir (Kolit vd., 2025). Bu tür teknoloji destekli uygulamalar hem okul hem de ev ortamında bireysel gereksinimlere uygun şekilde uyarlanabilmekte ve müdahale sürekliliğini artırmaktadır.

Teknoloji destekli müdahalelerin motor, bilişsel ve akademik performans üzerinde anlamlı gelişmeler sağladığı gösterilmektedir. Bununla birlikte, uygulamaların çocukların gelişim düzeyine uygun olarak planlanması, süre ve yoğunluğunun belirlenmesi ve geleneksel terapi yöntemleri ile entegre edilmesi önem taşımaktadır (Case-Smith & O'Brien, 2015; Perochon vd., 2023).

4.6. Multidisipliner Yaklaşımlar ve Ailenin Katılımının Rolü

Özel öğrenme güçlüğü'nün karmaşık doğası, tedavi sürecinde farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını gerektirir. Multidisipliner ekipler genellikle fizyoterapistler, ergoterapistler, özel eğitim öğretmenleri, psikologlar gibi profesyonellerden oluşur (Parrish vd., 2025). Bu yaklaşım, çocuğun motor, bilişsel, duyuşsal ve akademik ihtiyaçlarının bütüncül şekilde

değerlendirilmesini ve müdahale planının optimize edilmesini sağlar.

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda rehabilitasyon sürecinin başarısı farklı disiplinlerden oluşan ekip ve ailelerin aktif katılımıyla gerçekleşen iş birliğine bağlıdır. Aile eğitimi sürecinde temel amaçlar; ev ortamında uygulanacak egzersizlerin öğretilmesi, güvenli ve motive edici bir uygulama ortamının sağlanması, rutinlerin yapılandırılması ve çocuğun bağımsızlığının teşvik edilmesidir. Örneğin, ailelere evde denge ve koordinasyon aktivitelerini oyunlaştırarak uygulama teknikleri gösterilebilir; ince motor beceriler için günlük yazı, düğme ilikleme veya yemek aktiviteleri üzerinden pratik öneriler sunulabilir (Case-Smith & O'Brien, 2015). Düzenli geri bildirim ve hedeflerin açıkça paylaşılması, ailelerin motivasyonunu ve uygulama tutarlılığını artırmaktadır.

Muldisipliner ekip üyeleri, çocuğun bireysel profiline uygun hedefleri birlikte belirler, ilerlemeyi ortak değerlendirme araçlarıyla izler ve düzenli toplantılarla tedavi stratejilerini günceller. Aile ve öğretmenlerle yakın koordinasyon, çocuğun edindiği becerilerin okul ve ev ortamlarında uygulanmasını kolaylaştırır ve rehabilitasyon sürecinde tutarlılığı sağlar (Case-Smith & Arbesman, 2008).

5. SONUÇ

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda motor ve duyuşsal becerilerin sistematik değerlendirilmesi, bireysel gereksinimlerin doğru belirlenmesi ve müdahalelerin hedeflenmesi açısından kritik öneme sahiptir. İnce motor becerilerde yapılan fonksiyonel el egzersizleri ve yazı yazma çalışmaları, çocukların günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık düzeyini artırmaktadır. Kaba motor becerilerde uygulanan denge, koordinasyon ve

kuvvetlendirme eğitimleri, postür kontrolü ve hareket akıcılığında belirgin iyileşme sağlamaktadır.

Teknoloji destekli müdahaleler (tele-rehabilitasyon, robotik sistemler ve oyun temelli egzersizler) çocukların motivasyonunu artırmakta, egzersiz tutarlılığını desteklemekte ve motor gelişimi hızlandırmaktadır . Multidisipliner yaklaşım ve aile katılımı, rehabilitasyon sürecinin etkinliğini önemli ölçüde desteklemekte ve edinilen becerilerin günlük yaşamda sürdürülmesine katkı sağlamaktadır.

Özel öğrenme güçlüğü olan çocuklarda fizyoterapi müdahaleleri, motor ve duyuşsal alanlarda bütüncül gelişimi desteklemekte olup, bireyselleştirilmiş ve hedefe yönelik programlarla en yüksek etkinlik düzeyine ulaşılmasını sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). Washington, DC: Author.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Ayres, A. J., & Robbins, J. (2005). *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*. Western Psychological Services.
- Barnett, A. L. (2008). Motor assessment in developmental coordination disorder: from identification to intervention. *International Journal of Disability Development and Education*, 55(2):113-129.
<https://doi.org/10.1080/10349120802033436>
- Beery, K. E. (1989). *Developmental test of visual-motor integration: Administration, scoring and teaching manual*. Modern Curriculum Press.
- Bo, J., & Lee, C. M. (2013). Motor skill learning in children with Developmental Coordination Disorder. *Research in developmental disabilities*, 34(6), 2047–2055.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.03.012>
- Brown, T., & Murdolo, Y. (2015). The Developmental Test of Visual Perception—Third Edition (DTVP-3): A review, critique, and practice implications. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 8(4), 336–354.
<https://doi.org/10.1080/19411243.2015.1108259>
- Case-Smith, J., & Arbesman, M. (2008). Evidence-based review of interventions for children with developmental coordination disorder. *American Journal of Occupational Therapy*, 62(4), 416–427.
<https://doi.org/10.5014/ajot.62.4.416>

- Case-Smith, J., & O'Brien, J. C. (2015). *Occupational therapy for children and adolescents* (7th ed.). Elsevier.
- Feder, K. P., & Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(4), 312–317. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00312.x>
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2018). *Learning disabilities: From identification to intervention* (2nd ed.). Guilford Press.
- Franjoine, M. R., Gunther, J. S., & Taylor, M. J. (2003). Pediatric Balance Scale: A modified version of the Berg Balance Scale for the school-age child. *Physical Therapy*, 83(6), 626–635.
- Fusco, N., Germano, G. D., & Capellini, S. A. (2015). Efficacy of a perceptual and visual-motor skill intervention program for students with dyslexia. *CoDAS*, 27(2), 128–134. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20152014013>
- Galetta, K. M., Barrett, J., Allen, M., Madda, F., Delicata, D., Tennant, A. T., Branas, C. C., Maguire, M. G., Messner, L. V., Devick, S., Galetta, S. L., & Balcer, L. J. (2011). The King-Devick test as a determinant of head trauma and concussion in boxers and MMA fighters. *Neurology*, 76(17), 1456–1462. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31821184c9>
- Ghanizadeh, A. (2011). Sensory processing problems in children with ADHD, a systematic review. *Psychiatry Investigation*, 8(2), 89–94. <https://doi.org/10.4306/pi.2011.8.2.89>
- Hammill, D. D., Pearson, N. A., & Voress, J. K. (2014). *Developmental Test of Visual Perception* (3rd ed.). Pro-Ed.

- Hawe, R. L., Kuczynski, A. M., Kirton, A., & Dukelow, S. P. (2020). Assessment of bilateral motor skills and visuospatial attention in children with perinatal stroke using a robotic object hitting task. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17, 18. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-0654-1>
- Higashionna, T., Iwanaga, R., Tokunaga, A., Nakai, A., Tanaka, K., & Tanaka, G. (2022). The Relationship between Motor Coordination Ability, Cognitive Ability, and Academic Achievement in Japanese Children with Autism Spectrum Disorder and Attention Deficit/Hyperactivity Disorder. *Brain sciences*, 12(5), 674. <https://doi.org/10.3390/brainsci12050674>
- Kolit, Z., Kara, K., & Şahin, S. (2025). Effects of virtual reality among children with developmental coordination disorder: An ICF-based randomized controlled study. *The American Journal of Occupational Therapy*, 79(6), 7906205140. <https://doi.org/10.5014/ajot.2025.051134>
- Lang, R., O'Reilly, M., Healy, O., Rispoli, M., Lydon, H., Streusand, W., ... & Lancioni, G. E. (2012). Sensory integration therapy for autism spectrum disorders: A systematic review. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 6(3), 1004–1018. <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2012.01.006>
- Lerner, J. W., & Johns, B. H. (2006). *Learning disabilities and related disorders: Characteristics and teaching strategies* (9th ed.). Houghton Mifflin. https://archive.org/details/learningdisabili0000lern_u5y8
- Li, W., Li, G., Ji, B., Zhang, Q., & Qiu, J. (2019). Neuroanatomical correlates of creativity: Evidence from voxel-based morphometry. *Frontiers in Psychology*, 10, 155. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00155>

- Linkersdörfer, J., Lonnemann, J., Lindberg, S., Hasselhorn, M., & Fiebach, C. J. (2012). Grey matter alterations co-localize with functional abnormalities in developmental dyslexia: An ALE meta-analysis. *PLoS One*, 7(8), e43122. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0043122>
- Maciel, M. S. D., Capellini, S. A., & Germano, G. D. (2021). Perceptual visuo-motor skills and handwriting production of children with learning disabilities. *Psychology Research*, 11(5), 199-207. <https://doi.org/10.17265/2159-5542/2021.05.002>
- Mussolin, C., Mejias, S., & Noël, M. P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115(1), 10–25. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.10.006>
- Nerusil, B., Polec, J., Škunda, J., & Kačur, J. (2021). *Eye tracking based dyslexia detection using a holistic deep learning approach*. *Scientific Reports*, 11, Article 15687. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95275-1>
- Nicolson, R., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends in neurosciences*, 24(9), 515–516. [https://doi.org/10.1016/s0166-2236\(00\)01923-8](https://doi.org/10.1016/s0166-2236(00)01923-8)
- O'Brien, J. R., Tsermentseli, S., Spencer, J. V., & others. (2009). Discriminating children with autism from children with learning difficulties with an adaptation of the Short Sensory Profile. *British Journal of Special Education*, 36(4), 177-187. <https://doi.org/10.1080/03004430701567926>
- Parrish, J., Chmielewska, N., & Bentley, K. (2025). The importance of the multidisciplinary team and social support in pediatric rehabilitation: A literature review.

Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports, 13, 15. <https://doi.org/10.1007/s40141-025-00487-5>

Pennington, B. F. (2009). *Diagnosing Learning Disorders: A Neuropsychological Framework* (2nd ed.). New York: Guilford Press.

Perochon, S., Matias Di Martino, J., Carpenter, K. L. H., Compton, S., Davis, N., Espinosa, S., Franz, L., Rieder, A. D., Sullivan, C., Sapiro, G., & Dawson, G. (2023). A tablet-based game for the assessment of visual motor skills in autistic children. *NPJ digital medicine*, 6(1), 17. <https://doi.org/10.1038/s41746-023-00762-6>

Pfeiffer, B., Koenig, K., Kinnealey, M., Sheppard, M., & Henderson, L. (2011). Effectiveness of sensory integration interventions in children with autism spectrum disorders: A pilot study. *American Journal of Occupational Therapy*, 65(1), 76–85. <https://doi.org/10.5014/ajot.2011.09205>

Ramus, F. (2018). Neuroanatomy of developmental dyslexia: pitfalls and promise. *Annals of Dyslexia*, 68, 233-251. https://www.airipa.it/wp-content/uploads/2019/03/ramus_2018-1.pdf

Rosenblum, S., Aloni, T., & Josman, N. (2010). Relationships between handwriting performance and organizational abilities among children with and without dysgraphia: a preliminary study. *Research in developmental disabilities*, 31(2), 502–509. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.10.016>

Simpson, K., Adams, D., Alston-Knox, C., et al. (2019). Exploring the sensory profiles of children on the autism spectrum using the Short Sensory Profile-2 (SSP-2).

- Journal of Autism and Developmental Disorders*, 49(5), 2069–2079. <https://doi.org/10.1007/s10803-019-03889-2>
- Souto, P. H. S., Santos, J. N., Leite, H. R., & Hadders-Algra, M. (2019). Tablet use in young children is associated with advanced fine motor skills. *Journal of Motor Behavior*, 52(7-8), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00222895.2019.1602505>
- Stoodley, C. J., & Stein, J. F. (2013). Cerebellar function in developmental dyslexia. *The Cerebellum*, 12(2), 267–276. <https://doi.org/10.1007/s12311-012-0407-1>
- Tallal, P., & Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences*, 29(7), 382–390. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.06.003>
- Vandermosten, M., Boets, B., Poelmans, H., Sunaert, S., Wouters, J., & Ghesquière, P. (2012). A tractography study in dyslexia: Neuroanatomic correlates of orthographic, phonological and speech processing. *Brain*, 135(3), 935–948. <https://doi.org/10.1093/brain/awr363>
- Williams, E. N., Carroll, S. G., Reddihough, D. S., Phillips, B. A., & Galea, M. P. (2005). *Investigation of the timed “Up & Go” test in children*. *Dev Med Child Neurol*, 47(8), 518–524. <https://doi.org/10.1017/S0012162205001027>
- Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson, & K. W Fischer (Eds.), *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* (pp. 212–238). The Guilford Press.
- Zhao, X., Zeng, N., Leung, W. K., Zeng, Y., & Gao, Z. (2024). Effects of coordination-based training on preschool

children's physical fitness, motor competence and inhibition control. *Children*, 11(12), 1494.
<https://doi.org/10.3390/children11121494>

EVDE BAKIM HİZMETLERİNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Meryem SEVİM¹

1. GİRİŞ

Evde bakım hizmetleri (EBH), bireylerin hastane veya kurumsal bakım yerine, kendi evlerinde aile bireyleri ve/veya profesyonel sağlık çalışanları tarafından desteklenmesini ifade eder. Günümüzde artan yaşlı nüfus, kronik hastalık yükü ve yaşam sürelerinin uzamasıyla birlikte evde bakım hizmetlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu hizmetler, hastaların veya yaşlı bireylerin yalnızca tıbbi bakım ve izlem değil, aynı zamanda sosyal destek, rehabilitasyon ve günlük yaşam aktivitelerinde yardım almasını da içerir (Canadian Home Care Association [CHCA], 2011; Doğusan, 2019)

Özellikle kronik hastalıklar, hareket kısıtlılığı, nörolojik rahatsızlıklar veya postoperatif dönemlerde, evde bakım bireylerin yaşam kalitesini sürdürmeleri ve bağımsızlıklarını korumaları açısından kritik bir role sahiptir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, bireylerin hareket kapasitesini artırmak, ağrıyı azaltmak, denge ve postürü iyileştirmek ve günlük yaşam aktivitelerini sürdürebilmelerini sağlamak amacıyla planlanmaktadır (Coke vd., 2005; Mofina vd., 2020).

Evde fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının temel hedefi, hastanın fonksiyonel bağımsızlığını artırmak ve komplikasyon risklerini azaltmaktır. Literatürde, evde uygulanan

¹ Dr. Bartın Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, ORCID: 0000-0001-6368-0398.

fizyoterapi programlarının özellikle yaşlı ve kronik hastalıklı bireylerde mobilite, denge ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağladığı bildirilmektedir (Doğan & Kılıç Doğan, 2025; Sherrington vd., 2008). Ayrıca, evde fizyoterapi hizmetleri, hastaların hastaneye yeniden başvuru oranlarını azaltması, bakım maliyetlerini düşürmesi ve bakımın sürekliliğini sağlaması açısından önemli avantajlar sunar (CHCA, 2011).

Evde bakım hizmetlerinde fizyoterapi uygulamalarının etkinliği, bireye özel planlama, multidisipliner yaklaşım ve ev ortamına uygun müdahalelerle doğrudan ilişkilidir. Bu kitap bölümü, evde bakım hizmetlerinde fizyoterapi ve rehabilitasyonun rolünü, uygulama alanlarını, bakım verenlere yönelik müdahaleleri, sınırlılıkları ve zorluklarıyla birlikte tartışmayı amaçlamaktadır.

2. EVDE BAKIM HİZMETLERİNDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONUN KAPSAMI

Evde bakım hizmetleri, yaşlı veya kronik hastalığa sahip bireylerin kendi evlerinde sağlık ve destek hizmeti almasını sağlayan sistematik bir yaklaşımdır. Bu hizmetler, yalnızca kişisel bakım veya günlük yaşam aktivitelerinde yardım değil, aynı zamanda tıbbi bakım, rehabilitasyon, izlem ve eğitim hizmetlerini de kapsar (CHCA, 2011; Doğusan, 2019). Evde bakım hizmetlerinin temel amacı, bireylerin bağımsız yaşamalarını desteklemek, komplikasyonları önlemek ve yaşam kalitesini artırmaktır.

Evde bakım hizmetlerinde fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, bu hizmetlerin ayrılmaz bir parçasıdır. Müdahaleler, kas-iskelet sistemi, nörolojik ve kardiyopulmoner sorunları olan bireylerde mobilitayı artırma, dengeyi geliştirme, ağrıyı azaltma ve postürü iyileştirme hedefleriyle planlanır (Coke

vd., 2005; Mofina vd., 2020). Evde fizyoterapi programları, bireyin yaş, hastalık durumu, ev ortamı ve bakım veren kaynaklarına göre uyarlanır.

Evde fizyoterapi hizmetleri genellikle aşağıdaki alanları kapsar:

- Günlük yaşam aktivitelerini destekleyen egzersizler: Güçlendirme, denge ve yürüyüş programlarıyla bireylerin fonksiyonel bağımsızlığı artırılır (Sherrington vd., 2008).
- Ağrı yönetimi ve postür düzenlemeleri: Kas ve eklem ağrılarının azaltılması, doğru duruşun kazandırılması ve ergonomik öneriler sağlanır (Coke vd., 2005).
- Solunum ve kardiyopulmoner kapasite artırıcı uygulamalar: KOAH, kalp yetmezliği veya astım gibi durumlarda nefes egzersizleri ve dayanıklılık programları uygulanır (Spruit vd., 2013).
- Nörolojik rehabilitasyon: İnme, Parkinson veya dejeneratif hastalıklarda motor kontrol ve günlük yaşam aktiviteleri eğitimi sağlanır (Do vd., 2025).
- Eğitim ve motivasyon: Hasta ve bakım verenlerin eğitimi, ev ortamının güvenli hale getirilmesi ve motivasyon desteği sunulur (Doğan & Kılıç Doğan, 2025).

Evde fizyoterapi ve rehabilitasyonun temel avantajları şunlardır:

- Bireylerin kendi ortamlarında bakım almasıyla adaptasyonun kolaylaşması.
- Hastaneye yatış süresinin azalması ve maliyet etkinliği (CHCA, 2011)
- Fonksiyonel bağımsızlık ve yaşam kalitesinde artış (Mofina vd., 2020; Sherrington vd., 2008).

Hizmetin etkinliği, multidisipliner ekip yaklaşımı ve bireyselleştirilmiş planlama ile doğrudan ilişkilidir. Evde fizyoterapi, hekim, hemşire, sosyal hizmet uzmanı ve bakım verenlerin koordinasyonu ile yurutuldugunde daha yuksek basari sağlar (Doğusan, 2019).

3. EVDE BAKIM HİZMETLERİNDE FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMA ALANLARI

Evde fizyoterapi ve rehabilitasyon programları, bireylerin kendi yaşam alanlarında fonksiyonel kapasitelerini artırmayı, bağımsızlığı geliştirmeyi ve sağlık hizmetlerine erişimde sreurklilik sağlamayı amaçlayan kapsamlı mudadahaleleri içerir. Ev temelli rehabilitasyon ozellikle kronik hastalıklarda, yaşlılık ve denge kaybı, duşme onleme, ortopedik cerrahi sonrası sreurçler ve nörolojik durumlarda oldukça etkilidir (Laver vd., 2020; Tenforde vd., 2021). Ayrıca ev ortamında gerçekteştirilen programların maliyet etkinliğini, hasta memnuniyetini ve tedaviye uyumu artırdığı bildirilmiştir (Clemens vd., 2018).

3.1. Kronik Hastalık Yönetimi

Kronik hastalıklar, üç aydan uzun süren, genellikle ilerleyici seyir gösteren ve bireylerin günlük yaşam aktivitelerini kalıcı biçimde etkileyen sağlık durumlarıdır. Bu hastalıklar arasında kardiyovasküler, pulmoner, nörolojik, metabolik, romatizmal ve onkolojik tablolar sıklıkla yer alır (World Health Organization, 2023). Dünya genelinde morbidite ve mortalitenin önemli bir kısmını oluşturan kronik hastalıklar, uzun dönem izlem, davranış yönetimi ve düzenli fiziksel aktivite gerektirir (Lorig ve Holman (2003). Evde rehabilitasyon uygulamaları, ozellikle merkez temelli hizmetlere erişimi kısıtlı bireylerde sreurklilik sağlayarak kronik hastalık yönetiminde etkili bir tamamlayıcı yaklaşım sunmaktadır. Bu kapsamda evde egzersiz

programlarının fonksiyonel kapasiteyi artırması, semptom şiddetini azaltması ve öz-yönetimi güçlendirmesi sık rapor edilen klinik kazanımlardır (Spruit vd., 2013)

Kardiyopulmoner rehabilitasyon, kronik solunum ve dolaşım hastalıklarında fonksiyonel kapasiteyi artırmak amacıyla yapılandırılmış egzersiz, solunum teknikleri ve eğitim bileşenlerini içeren bütüncül bir müdahaledir. KOAH ve kalp yetmezliği olan bireylerde ev temelli programların temel bileşenlerinin diyafragmatik solunum, *pursed-lip breathing*, tempolu yürüyüş, düşük–orta yoğunluklu aerobik egzersizler ve bireyin toleransına göre ilerleyen alt ekstremité güçlendirme çalışmaları olması gerektiği vurgulanmaktadır (Spruit vd., 2013; McCarthy vd., 2015). Ev temelli rehabilitasyon programları düzenli uygulandığında dispne şiddetinin azaldığı, dayanıklılığın ve efor kapasitesinin arttığı, günlük yaşam aktivitelerinde zorlanmanın azaldığı görülmüştür (Pandey vd., 2017; Spruit vd., 2013). Bu sebeple, kardiyopulmoner hastalıkların yönetiminde yapılandırılmış ev programlarının fizyolojik adaptasyonları destekleyen etkili bir müdahale olduğunu göstermektedir.

Romatizmal hastalıklarda ev temelli rehabilitasyon programları; eklem koruma eğitimi, hafif-orta şiddette direnç egzersizleri, germe uygulamaları, postür eğitimi gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar düzenli olarak uygulanan ev egzersizlerinin eklem hareket açıklığını koruduğunu, kas kuvvetini artırdığını ve ağrı düzeylerini azalttığını göstermektedir (Hurkmans vd., 2009; Lorig vd., 2001). Evde rehabilitasyon kapsamında romatizmal hastalıklarda fonksiyonel kapasitenin korunması, alevlenme dönemlerinin yönetilmesi ve hastaların kendi sağlık süreçlerine aktif katılım sağlaması kolaylaşmaktadır. Çalışmalar ev temelli rehabilitasyon programlarının klinik sonuçlarda yüz yüze rehabilitasyona yakın kazanımlar ortaya koyduğunu göstermektedir (Hurkmans vd., 2009).

Nörolojik hastalıklar (inme, Parkinson hastalığı ve multipl skleroz gibi) rehabilitasyona yüksek düzeyde ihtiyaç duyan kronik klinik tablolardır. İnme sonrası ev temelli rehabilitasyon, yürüme hızını, alt ekstremitte kuvvetini ve denge kontrolünü geliştirmede klinik merkezlerde yürütülen programlara alternatif bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (Do vd., 2025). Erken dönem ev programlarının fonksiyonel bağımsızlığı artırdığı görülmüştür. (Langhorne vd., 2005).

Multiple skleroz (MS) hastalarında ev egzersiz programları, yorgunluk yönetiminde ve yürüme performansında iyileşmeler sağlamaktadır. düzenli yürüyüş eğitiminin MS'de fiziksel kapasiteyi artırdığını ve semptom şiddetini azalttığını belirtmiştir. Parkinson hastalarında ise ev temelli denge ve güç egzersizleri düşme riskini azaltmakta, yürüme paternini geliştirmekte ve motor performansı desteklemektedir (Zhang vd., 2013).

Diyabet, yaşam boyu yönetim gerektiren metabolik bir hastalıktır ve evde uygulanan yaşam tarzı değişiklikleri tedavinin temel bileşenlerinden biridir. Aerobik ve direnç egzersizlerinin birlikte uygulanması, glisemik kontrol üzerinde güçlü bir etki yaratır (Sigal vd., 2007) Evde yapılan düşük-orta şiddetli egzersizler insülin duyarlılığını artırmakta, abdominal yağlanmayı azaltmakta ve metabolik risk profillerini iyileştirmektedir (Colberg vd., 2016). Bu nedenle metabolik hastalıklarda ev temelli rehabilitasyon hem glisemik kontrol hem de uzun dönem kardiyo metabolik sağlık açısından önemli bir bileşendir.

Kronik ağrı sendromları, yaşam kalitesini en çok etkileyen kronik durumlar arasında yer alır ve ev egzersiz programları bu tablolarda önemli kazanımlar sağlar. Fibromiyalji gibi sendromlarda düşük yoğunluklu aerobik egzersizler, germe çalışmaları ve gevşeme teknikleri ağrı düzeyini azaltmakta ve

uyku kalitesini artırmaktadır. Ev temelli aerobik egzersizlerin fibromiyaljide ağrı, yorgunluk ve fiziksel fonksiyon üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (de Souza vd., 2025). Kronik bel ve boyun ağrısında ev egzersizleri, kas dayanıklılığını artırarak ağrı deneyimini hafifletir ve fonksiyonel kapasiteyi geliştirir. Yapılan çalışmalar, ev programlarının ağrı yönetimi açısından farmakolojik tedaviye güçlü bir tamamlayıcı olduğunu göstermektedir (Hayden vd., 2005).

3.2 Ortopedik Rehabilitasyon

Ortopedik cerrahi sonrası (kalça ve diz protezi, omurga cerrahisi) ya da travma sonrası rehabilitasyonun temel amaçları ağrı kontrolü, eklem hareket açıklığının artırılması, kas kuvvetinin geri kazanılması ve fonksiyonel mobilitenin geliştirilmesidir. Ev temelli rehabilitasyonun fonksiyonel kapasiteyi artırdığı ve hastane temelli rehabilitasyonla benzer sonuçlar verdiği çalışmalarda gösterilmiştir (Oldrini vd., 2025; Zhao vd., 2023).

Uygulamalar arasında eklem hareket açıklığı egzersizleri, progresif dirençli kuvvetlendirme, yürüme eğitimi (walker, tripod, baston kullanımı dahil), ağrı ve ödem yönetimi, postür eğitimi, ev içi mobilite güvenliği bulunmaktadır. Ayrıca tele-rehabilitasyon sistemleriyle ortopedik hastalara uzaktan egzersiz takibi yapılabildiği ve bunun tedavi sonuçlarını iyileştirdiği gösterilmiştir (Correia vd., 2018; Pastora-Bernal vd., 2017).

3.3. Pediatrik Rehabilitasyon

Pediatrik rehabilitasyonda ev ortamı, çocuğun doğal öğrenme çevresini temsil ettiği için motor gelişim ve fonksiyonel beceri kazanımları açısından önemli fırsatlar sunar. Serebral palsi, Down sendromu, nörogelişimsel bozukluklar gibi durumlarda oyun temelli müdahaleler ön plandadır.

Ev temelli pediatrik rehabilitasyon programları; kaba ve ince motor beceri eğitimi, postür kontrolü çalışmaları, denge ve koordinasyon oyunları, duyu bütünleme temelli etkinlikler, yürüme eğitimi ve doğru pozisyonlama tekniklerini içerir. Aile merkezli yaklaşımlar sayesinde ebeveynler günlük aktiviteler içinde terapötik fırsatları kullanmayı öğrenir. Erken müdahale ve ev temelli aile destekli programların çocukların motor gelişimi üzerinde anlamlı iyileşme sağladığı gösterilmiştir (Novak vd., 2013).

3.4. Yaşlı Bireyler ve Denge Eğitimi

Yaşlı bireylerde denge kaybı ve düşme riski, kas kuvvetindeki azalma, proprioseptif duyunun zayıflaması ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Yaşlılarda düşmenin önlenmesi üzerinde durulan önemli bir konudur (Clemson vd. 2010). Evde uygulanan egzersizlerin denge parametrelerini iyileştirdiği ve ev ziyaretleriyle gerçekleştirilen düşme önleme programlarının yaşlılarda düşme oranını azalttığı çalışmalarda gösterilmiştir (Sherrington vd., 2011).

Yaşlı bireylerde ev rehabilitasyonu kapsamında alt ekstremitelerde kuvvetlendirme, proprioseptif egzersizler, çift görevli denge çalışmaları, reaktif denge eğitimi ve çevre düzenlemesi yer alır (Gschwind vd., 2015). Ayrıca interaktif teknolojiler (*Wii Balance Board*, sensör tabanlı mobil uygulamalar) ev tabanlı denge eğitiminin izlenmesinde etkili bulunmuştur (Gschwind vd., 2015; Mirelman vd., 2016).

3.5. Teknolojik Yaklaşımlar

Teknolojik gelişmeler, evde rehabilitasyon uygulamalarının kapsamını ve etkinliğini önemli ölçüde genişletmiştir. Özellikle tele-rehabilitasyon, sanal gerçeklik (VR), giyilebilir sensör sistemleri ve robotik destekli cihazlar, kronik hastalıkların yönetiminde bireye özgü, sürekli ve objektif izlem olanağı sunan çağdaş yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır

(Cramer vd., 2021). Bu teknolojiler, rehabilitasyonun yalnızca klinik ortamlarla sınırlı kalmasını önleyerek, hastaların kendi yaşam alanlarında güvenli ve sürdürülebilir biçimde tedavi süreçlerine katılmasını desteklemektedir.

Tele-rehabilitasyon, video tabanlı iletişim sistemleri aracılığıyla fizyoterapist ile hastanın uzaktan etkileşim kurmasına olanak tanıyan bir uygulama modelidir (Chen vd., 2015). Bu yaklaşım sayesinde terapistler hastanın egzersiz performansını gerçek zamanlı olarak gözlemleyebilmekte, egzersiz programlarını bireyin fonksiyonel düzeyine göre uyarlayabilmekte ve anında geri bildirim sağlayabilmektedir. Tele-rehabilitasyonun özellikle inme, kardiyopulmoner hastalıklar ve kas-iskelet sistemi problemlerinde fonksiyonel sonuçları iyileştirdiği ve egzersiz uyumunu artırdığı bildirilmektedir (Chen vd., 2015; Cramer vd., 2021).

Sanal gerçeklik (VR) uygulamaları, görev temelli ve etkileşimli yapıları sayesinde rehabilitasyon sürecini daha motive edici hâle getirmektedir. VR tabanlı egzersizler, özellikle inme sonrası üst ekstremité rehabilitasyonu, pediatrik nörogelişimsel bozukluklar ve denge problemleri olan bireylerde motor öğrenmeyi destekleyen tekrar sayısını artırmaktadır. Sanal gerçeklik destekli rehabilitasyonun geleneksel yaklaşımlara kıyasla motor fonksiyonlar ve denge performansı üzerinde ek fayda sağlayabildiği çalışmalarda gösterilmiştir (Laver vd., 2017). Ev ortamında kullanılan VR sistemleri, güvenli senaryolar aracılığıyla hastaların günlük yaşam aktivitelerine benzer görevleri tekrar etmesine imkân tanımaktadır.

Giyilebilir sensör teknolojileri, evde rehabilitasyon sürecinin objektif olarak izlenmesine katkı sağlamaktadır. İvmeölçerler, jiroskoplar ve basınç sensörleri aracılığıyla adım sayısı, yürüyüş hızı, postüral kontrol, hareket kalitesi ve fiziksel aktivite düzeyi ölçülebilmektedir. Bu sistemler, hem hastanın

günlük aktivite düzeyini fark etmesini sağlamakta hem de terapistlere egzersiz programlarının etkinliğini değerlendirme olanağı sunmaktadır (Dobkin & Dorsch, 2011). Özellikle kronik nörolojik ve kardiyometabolik hastalıklarda giyilebilir sensörlerin egzersiz uyumunu artırdığı bildirilmektedir (Patel vd., 2012).

Robotik rehabilitasyon cihazları, ev ortamında daha sınırlı ancak giderek artan bir kullanım alanına sahiptir. Hafif ve taşınabilir robotik üst ekstremité cihazları, el ve kol fonksiyon kaybı olan bireylerde tekrarlayıcı hareket eğitimi sağlayarak motor iyileşmeyi desteklemektedir. Bu cihazlar, özellikle inme sonrası dönemde aktif katılımı artırmakta ve yoğun tekrar gerektiren rehabilitasyon yaklaşımlarına olanak tanımaktadır (Mehrholtz vd., 2020). Ev temelli robotik uygulamaların, terapist gözetimiyle kombine edildiğinde güvenli ve etkilidir.

Genel olarak teknolojik yaklaşımlar, evde rehabilitasyonun izlenebilirliğini, sürekliliğini ve hasta katılımını artıran tamamlayıcı araçlar olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemlerin uygun hasta seçimi, bireyselleştirilmiş programlama ve profesyonel takip ile kullanılması, klinik sonuçların iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Cramer vd., 2019).

3.6. Bakım Verenler ve Psikososyal Boyut

Evde fizyoterapi ve rehabilitasyon süreci, yalnızca hastanın değil, bakım verenin de psikososyal durumunu etkiler. Bakım verenler, hastaların evde bakımı sırasında fiziksel ve duygusal olarak yüksek düzeyde yük taşır ve bu durum stres, depresyon ve anksiyete riskini artırabilir (Gaugler vd., 2005).

Evde fizyoterapi uygulamaları, bakım verenlerin yükünü azaltmada ve psikososyal destek sağlamada kritik bir rol oynar. Eğitim ve yönlendirme alan bakım verenler, hastanın egzersiz ve günlük yaşam aktivitelerini güvenli bir şekilde destekleyebilir. Araştırmalar, eğitilmiş bakım verenlerin hastaların rehabilitasyon

uyumunu artırdığını ve bakım verenin stres düzeyini azalttığını göstermektedir (Doğan & Kılıç Doğan, 2025).

Bakım verenlere yönelik müdahaleler şunları içerebilir:

- Eğitim programları: Hastaya uygun egzersizlerin uygulanması, postür ve mobilite teknikleri, güvenlik önlemleri.
- Psikososyal destek: Bireysel veya grup danışmanlığı, stres yönetimi ve sosyal destek ağları oluşturma.
- İzleme ve geribildirim: Programın etkinliği ve bakım verenin yükünün düzenli değerlendirilmesi.

Bu müdahaleler hem bakım verenin hem de hastanın yaşam kalitesini artırmakta ve evde bakımın sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

4. EVDE BAKIM HİZMETLERİNDE ZORLUKLAR, SINIRLILIKLAR VE ÖNERİLER

Evde fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmetleri, bireyin doğal yaşam ortamında sürdürülebilir bakım sunması açısından önemli avantajlar sağlamakla birlikte, uygulama sürecinde çeşitli yapısal, çevresel ve organizasyonel zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu zorlukların doğru tanımlanması, evde bakım hizmetlerinin etkinliğinin artırılması açısından kritik öneme sahiptir.

4.1. Fiziksel ve Çevresel Sınırlılıklar

Ev ortamının fiziksel özellikleri, uygulanabilecek rehabilitasyon programlarının kapsamını doğrudan etkilemektedir. Küçük yaşam alanları, dar koridorlar, merdivenler veya kaygan zeminler; denge, yürüme ve fonksiyonel transfer egzersizlerinin güvenli biçimde uygulanmasını

sınırlayabilmektedir. Ayrıca uygun ekipman eksikliği, direnç egzersizleri ve fonksiyonel aktivitelerin çeşitlendirilmesini zorlaştırmaktadır (Coke vd., 2005). Bununla birlikte, bazı hastaların evde yalnız yaşıyor olması veya bakım veren desteğinin yetersiz olması, egzersiz sırasında düşme ve yaralanma riskini artırabilmektedir. Özellikle ileri yaş, denge bozukluğu veya bilişsel etkilenimi olan bireylerde çevresel risk faktörlerinin yeterince düzenlenmemesi, evde rehabilitasyonun güvenliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Gitlin vd., 2005).

4.2. Organizasyonel ve Ekip Kaynaklı Sorunlar

Evde fizyoterapi hizmetleri, doğası gereği multidisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir. Hekim, fizyoterapist, hemşire, ergoterapist ve sosyal hizmet uzmanlarının koordineli çalışması; bakımın sürekliliği ve etkinliği açısından temel bir gerekliliktir. Ancak ekip üyeleri arasındaki iletişim eksikliği, rol ve sorumlulukların net tanımlanmaması ve kayıt sistemlerindeki yetersizlikler, rehabilitasyon sürecinin bütüncül şekilde yürütülmesini zorlaştırabilmektedir (Doğusan, 2019). Ayrıca evde bakım hizmetlerinde personel sayısının sınırlı olması, yoğun iş yükü ve zaman kısıtlılığı nedeniyle bireylere ayrılan seans süresinin azalması, müdahalelerin derinliğini ve takip sıklığını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu durum özellikle kronik ve kompleks bakım gereksinimi olan bireylerde rehabilitasyon hedeflerine ulaşmayı güçleştirmektedir (WHO, 2017).

4.3. Hasta ve Bakım Veren Kaynaklı Zorluklar

Evde rehabilitasyon sürecinin başarisı, hastanın ve bakım verenin sürece aktif katılımı ile yakından ilişkilidir. Ancak bazı bireylerde motivasyon eksikliği, egzersizlere uyum sorunu ve hastalığa ilişkin bilgi yetersizliği, ev programlarının sürdürülebilirliğini azaltabilmektedir. Bakım verenlerin fiziksel ve duygusal yük altında olması da egzersiz uygulamalarının

düzenli yapılmasını zorlaştıran önemli bir faktördür (Lorig & Holman, 2003).

4.4. Güvenlik ve Risk Yönetimi

Ev ortamında gerçekleştirilen fizyoterapi uygulamalarında düşme riski, kardiyopulmoner komplikasyonlar ve akut semptom gelişimi gibi durumlar dikkatle izlenmelidir. Acil durumlara yönelik planların bulunmaması veya hastanın semptomlarını doğru şekilde bildirememesi, evde bakım hizmetlerinde önemli bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bu nedenle güvenli egzersiz kriterlerinin hastaya ve bakım verene açık biçimde öğretilmesi önerilmektedir (Coulter vd., 2015).

4.5. Çözüm Önerileri ve İyileştirme Yaklaşımları

Bu sınırlılıkların azaltılabilmesi için:

- Ev ortamına uygun bireyselleştirilmiş egzersiz programlarının planlanması,
- Basit ve taşınabilir ekipmanların (elastik bant, küçük ağırlıklar) kullanılması,
- Bakım verene yönelik eğitim ve danışmanlık hizmetlerinin artırılması,
- Multidisipliner ekip içi iletişimi güçlendirecek standart kayıt ve izlem sistemlerinin geliştirilmesi,
- Telerehabilitasyon ve dijital izlem araçlarının destekleyici olarak kullanılması önerilmektedir (WHO, 2017; Cramer vd., 2019).

5. SONUÇ

Evde bakım hizmetleri kapsamında yürütülen fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, bireylerin fonksiyonel bağımsızlığını destekleyen, günlük yaşam aktivitelerine

katılımını artıran ve yaşam kalitesini iyileştiren temel müdahaleler arasında yer almaktadır. Artan yaşlı nüfus, kronik hastalıkların yükselen prevalansı ve sağlık hizmetlerine erişim zorlukları, evde fizyoterapi ve rehabilitasyonun önemini giderek artırmaktadır. Ev ortamında sunulan fizyoterapi hizmetleri, özellikle yaşlı bireyler ve kronik hastalığı olan gruplarda mobilite, denge, kas gücü ve fiziksel dayanıklılığın korunmasına katkı sağlamaktadır.

Evde fizyoterapi uygulamalarının etkinliği, bireyin fonksiyonel durumu, çevresel koşulları ve bakım veren desteği dikkate alınarak yapılandırılmış, güvenli ve sürdürülebilir programların oluşturulmasına bağlıdır. Uygulayıcıların, ev ortamının fiziksel sınırlılıklarını göz önünde bulundurarak bireye özgü egzersiz programları planlaması, riskleri önceden değerlendirmesi ve hasta ile bakım vereni sürece aktif biçimde dahil etmesi, rehabilitasyon sonuçlarını doğrudan etkilemektedir.

KAYNAKÇA

- Canadian Home Care Association. (2011). *Rehabilitation therapy services in home care*. https://cdnhomecare.ca/wp-content/uploads/2020/03/Rehab_therapy_June2011_EN.pdf
- Chen, J., Jin, W., Zhang, X. X., Xu, W., Liu, X. N., & Ren, C. C. (2015). Telerehabilitation Approaches for Stroke Patients: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 24(12), 2660–2668. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.09.014>
- Clemson, L., Mackenzie, L., Ballinger, C., Close, J. C., & Cumming, R. G. (2008). Environmental interventions to prevent falls in community-dwelling older people: a meta-analysis of randomized trials. *Journal of aging and health*, 20(8), 954–971. <https://doi.org/10.1177/0898264308324672>
- Coke, T., Alday, R., & Biala, K. (2005). The new role of physical therapy in home care. *Home Healthc Nurse*, 23(9), 622–628. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16160556/>
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., Horton, E. S., Castorino, K., & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: A position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065–2079. <https://doi.org/10.2337/dc16-1728>
- Correia, F. D., Nogueira, A., Magalhães, I., Guimarães, J., Moreira, M., Barradas, I., Teixeira, L., Tulha, J., Seabra, R., Lains, J., & Bento, V. (2018). Home-based

- Rehabilitation With A Novel Digital Biofeedback System versus Conventional In-person Rehabilitation after Total Knee Replacement: a feasibility study. *Scientific reports*, 8(1), 11299. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29668-0>
- Coulter, A., Entwistle, V. A., Eccles, A., Ryan, S., Shepperd, S., & Perera, R. (2015). Personalised care planning for adults with chronic or long-term health conditions. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2015(3), CD010523. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010523.pub2>
- Cramer, S. C., Dodakian, L., Le, V., McKenzie, A., See, J., Augsburger, R., Zhou, R. J., Raefsky, S. M., Nguyen, T., Vanderschelden, B., Wong, G., Bandak, D., Nazarzai, L., Dhand, A., Scacchi, W., & Heckhausen, J. (2021). A Feasibility Study of Expanded Home-Based Telerehabilitation After Stroke. *Frontiers in neurology*, 11, 611453. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.611453>
- de Souza, L. C., Vilarino, G. T., & Andrade, A. (2025). Effects of home-based exercise on the health of patients with fibromyalgia syndrome: a systematic review of randomized clinical trials. *Disability and rehabilitation*, 47(1), 80–91. <https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2337105>
- Do, Y., Lim, Y., Jin, S., & Lee, H. (2025). Effectiveness of home-based Rehabilitation on Activities of Daily Living in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical therapy*, 105(6), pzaf044. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaf044>
- Dobkin, B. H., & Dorsch, A. (2011). The promise of mHealth: Daily activity monitoring and outcome assessments by

- wearable sensors. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(9), 788–798.
<https://doi.org/10.1177/1545968311425908>
- Doğusan, A. R. (2019). Türkiye’de evde sağlık hizmetleri ile ilgili mevzuat ve gelişimi. *Ankara Med J*, 19(3), 684–693.
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/818510>
- Gaugler, J. E., Kane, R. L., Kane, R. A., & Newcomer, R. (2005). Unmet care needs and key outcomes in dementia. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(12), 2098–2105.
<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.00495.x>
- Gitlin, L. N., Hauck, W. W., Dennis, M. P., & Winter, L. (2005). Maintenance of effects of the home environmental skill-building program for family caregivers and individuals with Alzheimer's disease and related disorders. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 60(3), 368–374.
<https://doi.org/10.1093/gerona/60.3.368>
- Gschwind, Y. J., Eichberg, S., Ejupi, A., de Rosario, H., Kroll, M., Marston, H. R., Drobits, M., Annegarn, J., Wieching, R., Lord, S. R., Aal, K., Vaziri, D., Woodbury, A., Fink, D., & Delbaere, K. (2015). ICT-based system to predict and prevent falls (iStoppFalls): results from an international multicenter randomized controlled trial. *European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 12, 10.
<https://doi.org/10.1186/s11556-015-0155-6>
- Hayden, J. A., van Tulder, M. W., Malmivaara, A., & Koes, B. W. (2005). Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD000335.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD000335.pub2>

- Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *The Cochrane database of systematic reviews*, 11(11), CD008349. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008349.pub4>
- Lorig, K. R., & Holman, H. (2003). Self-management education: history, definition, outcomes, and mechanisms. *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine*, 26(1), 1–7. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2601_01
- Lorig, K., & Holman, H. (2003). Self-management education: History, definition, outcomes, and mechanisms. *Annals of Behavioral Medicine*, 26(1), 1–7. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2601_01
- Mehrholtz, J., Pollock, A., Pohl, M., Kugler, J., & Elsner, B. (2020). Systematic review with network meta-analysis of randomized controlled trials of robotic-assisted arm training for improving activities of daily living and upper limb function after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 17(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00715-0>
- Mirelman, A., Rochester, L., Maidan, I., Del Din, S., Alcock, L., Nieuwhof, F., Rikkert, M. O., Bloem, B. R., Pelosin, E., Avanzino, L., Abbruzzese, G., Dockx, K., Bekkers, E., Giladi, N., Nieuwboer, A., & Hausdorff, J. M. (2016). Addition of a non-immersive virtual reality component to treadmill training to reduce fall risk in older adults (V-TIME): a randomised controlled trial. *Lancet (London, England)*, 388(10050), 1170–1182. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31325-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31325-3)
- Mofina, A., Miller, J., Tranmer, J., & Donnelly, C. (2020). Home care rehabilitation therapy services for individuals with

- multimorbidity: A rapid review. *Journal of comorbidity*, 10, 2235042X20976282. <https://doi.org/10.1177/2235042X20976282>
- Motl, R. W., & Sandroff, B. M. (2015). Benefits of Exercise Training in Multiple Sclerosis. *Current neurology and neuroscience reports*, 15(9), 62. <https://doi.org/10.1007/s11910-015-0585-6>
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., ... Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(10), 885–910. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12246>
- Oldrini, L. M., Sangiorgio, A., Nutarelli, S., Delcogliano, M., Bensa, A., & Filardo, G. (2025). Home-Based vs. Conventional Rehabilitation Following Total Knee Arthroplasty. *Prosthesis*, 7(2), 34. <https://doi.org/10.3390/prosthesis7020034>
- Pandey, A., Parashar, A., Kumbhani, D., Agarwal, S., Garg, J., Kitzman, D., Levine, B., Drazner, M., & Berry, J. (2015). Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circulation. Heart failure*, 8(1), 33–40. <https://doi.org/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.114.001615>
- Pastora-Bernal, J. M., Martín-Valero, R., Barón-López, F. J., & Estebanez-Pérez, M. J. (2017). Evidence of Benefit of Telerehabilitation After Orthopedic Surgery: A Systematic Review. *Journal of medical Internet research*, 19(4), e142. <https://doi.org/10.2196/jmir.6836>

- Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., & Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9, 21. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-21>
- Sherrington, C., Whitney, J. C., Lord, S. R., Herbert, R. D., Cumming, R. G., & Close, J. C. (2008). Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56(12), 2234–2243. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boulé, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., Reid, R. D., Tulloch, H., Coyle, D., Phillips, P., Jennings, A., & Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of internal medicine*, 147(6), 357–369. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-147-6-200709180-00005>
- Spruit, M. A., Singh, S. J., Garvey, C., ZuWallack, R., Nici, L., Rochester, C., Hill, K., Holland, A. E., Lareau, S. C., Man, W. D., Pitta, F., Sewell, L., Raskin, J., Bourbeau, J., Crouch, R., Franssen, F. M., Casaburi, R., Vercoulen, J. H., Vogiatzis, I., Gosselink, R., ... ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation (2013). An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 188(8), e13–e64. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- Tenforde, A. S., Hefner, J. E., Kodish-Wachs, J. E., Iaccarino, M. A., & Paganoni, S. (2017). Telehealth in Physical

- Medicine and Rehabilitation: A Narrative Review. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 9(5S), S51–S58.
<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2017.02.013>
- Van Den Ende, C. H., Vliet Vlieland, T. P., Munneke, M., & Hazes, J. M. (2000). Dynamic exercise therapy for rheumatoid arthritis. *The Cochrane database of systematic reviews*, (2), CD000322.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD000322>
- World Health Organization. (2017). *Integrated care for older people: Guidelines on community-level interventions*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- World Health Organization. (2023). *Noncommunicable diseases (NCDs)*. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Zhang, M., Li, F., Wang, D., Ba, X., & Liu, Z. (2023). Exercise sustains motor function in Parkinson's disease: Evidence from 109 randomized controlled trials on over 4,600 patients. *Frontiers in aging neuroscience*, 15, 1071803.
<https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1071803>
- Zhao, B., Liu, H., Du, K., Zhou, W., & Li, Y. (2023). Effectiveness and safety of outpatient rehabilitation versus home-based rehabilitation after knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Journal of orthopaedic surgery and research*, 18(1), 704.
<https://doi.org/10.1186/s13018-023-04160-2>

STRESS, PSYCHOLOGICAL SYMPTOMS, AND EVIDENCE-BASED PSYCHOLOGICAL INTERVENTIONS IN ASTHMA

Neriman TEMEL AKSU¹

Nadir Tayfun ÖZCAN²

Çağlayan Pınar ÖZTÜRK³

1. INTRODUCTION

Asthma, one of the most common chronic diseases worldwide, affects an estimated 339 million people and has caused 455,000 deaths (Vos et al., 2020). Asthma, whose prevalence increases with age, usually begins in childhood. Although asthma prevalence ranges from 5% to 10%, the European Respiratory Society emphasizes that diagnosing asthma in adults is difficult due to the use of inadequate or excessive diagnostic methods (Louis et al., 2022). Furthermore, more than 80% of asthma-related deaths occur in low- and middle-income countries. Although asthma is more common in children, it is also prevalent in the adult population and directly affects 334 million people worldwide across all age groups. The true prevalence is estimated to be higher than known due to higher diagnosis rates in developed countries and underdiagnosis and misdiagnosis in

¹ Arş. Gör. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Antalya, Türkiye, ORCID: 0000-0001-7455-8697.

² Dr. Öğr. Üyesi Nadir Tayfun ÖZCAN., Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2239-2562.

³ Öğr. Gör. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, Türkiye. ORCID: 0000-0002-7049-9746.

developing countries (Bhat et al., 2020). Asthma is not merely a disease affecting the airways; it is a complex clinical picture closely linked to psychological factors. Initially classified among psychosomatic illnesses, it was believed to have psychogenic origins. Recent studies have begun to clarify its scientific basis. Stress can be described as “a type of social pollutant that affects the airways” (Brown, 2023; Wright et al., 2005). Psychological distress is associated with many chronic diseases. In a study on the subject, diabetes, heart disease (cardiovascular diseases), arthritis, and the presence of multiple chronic diseases in adults were associated with psychological distress, this connection was stronger for other diseases in early adulthood, while it was found to be associated with the likelihood of asthma in individuals over 50 years of age (Chittleborough et al., 2011). This study examined possible mechanisms by reviewing studies that investigated the presence of stress and psychological symptoms in asthma patients or the prevalence of asthma in psychiatric disorders and the underlying mechanisms. It also examined how asthma management is affected in cases where psychiatric disorders and asthma coexist and explored therapeutic approaches.

2. PSYCHIATRIC DISORDERS IN ASTHMA

Studies frequently associate stress, panic disorder, anxiety, and depression with asthma. In a study by Loerbroks et al., nearly 246,000 participants from 57 countries were evaluated, and the presence of major depressive episodes was examined in individuals with asthma and wheezing. The rate was found to be approximately 2.5 times higher in those with asthma and approximately 3 times higher in those with wheezing (Loerbroks et al., 2012). Lev-Tzion et al. reported that various psychiatric disorders, primarily anxiety and depression, were significantly more prevalent in male soldiers with asthma (Lev-Tzion et al.,

2007). In a cohort study, Scott et al. examined the psychiatric status and asthma status of participants over the past year in a home-based study involving more than 85,000 people from 17 countries. The results indicated that psychiatric disorders were more common in individuals with asthma. Clinicians were advised to inquire about both conditions (Scott et al., 2007). Goodwin et al. reported depression, anxiety, behavioral disorders, substance use tendencies, and poor school performance in children and adolescents with asthma (Goodwin et al., 2014).

There is a complex biopsychosocial relationship between psychiatric disorders and asthma. Studies in literature emphasize a two-way interaction. Restrictions in activities due to asthma can trigger depression, just as anxiety caused by asthma exacerbations can trigger a persistent state of anxiety. Furthermore, depression's role in increasing the risk of cardiovascular disease and diabetes also supports the possibility of asthma developing after depression (Brown, 2023). An epidemiological study examined the increased risk of psychiatric disorders in individuals with asthma and the prevalence of asthma in individuals with psychiatric disorders. This study, which examined national disease registries, found reciprocal increases in risk between asthma and various psychiatric disorders. This suggests the existence of common etiological or pathophysiological processes. Furthermore, this study also reported a higher rate of co-occurrence of psychiatric disorders with asthma in women (Liu et al., 2023). In their review, Caulfield et al. cited numerous studies indicating that asthma's effect on the immune system alters brain immunology, creating a predisposition to mental disorders. According to this research, asthma-induced structural changes in the brain's emotional centers increase the risk of internalizing disorders. This study addressed the issue from a psycho-neuro-immunology perspective (Caulfield, 2021). Kang et al.'s study examined how asthma affects the relationship between the Big

Five personality traits and life satisfaction. According to the results of the study, the connections between personality traits and life satisfaction differed in the presence of asthma. The effect of personality traits that are normally positively related to life satisfaction, such as conscientiousness and extraversion, weakened in the presence of asthma. In contrast, the negative effect of neuroticism on life satisfaction was found to be higher in individuals with asthma. Overall, the study showed that asthma acts as a moderate variable that alters the relationships between personality traits and life satisfaction (Kang et al., 2023). A meta-analysis evaluating suicidal behavior in asthmatic patients found that the risk was increased in both genders, particularly in the moderate-to-severe asthma group, and that the risk persisted to some extent even when depression was under control, suggesting that the association could not be explained by depression alone. As a result, suicide behavior was reported to be 62% higher in asthmatic individuals (He et al. 2025). Kim et al. also investigated a similar topic in their cohort study. 3.9 million adults were followed for over 12 years. The risk of death by suicide was found to be significantly higher in individuals with asthma than in those without asthma. The risk was particularly high in individuals with hospitalization-prone asthma, asthma-COPD combination, and non-obese asthma. The presence of psychiatric conditions increased the risk (Kim et al. 2025).

3. INCREASE IN RESPIRATORY COMPLAINTS IN MENTAL DISORDERS

The relationship between asthma and psychiatric symptoms is explained by irregularities in the stress response system, neuroimmunological changes, increased activation of the amygdala and autonomic nervous system, and the neuropsychiatric effects of medications. Trevizan-Baú and

colleagues' study indicated that the amygdala plays a central role not only in our emotional system but also in respiratory functions. The amygdala is sensitive to threat signals such as shortness of breath, airway irritation, increased CO₂, and hypoxia, directly affecting breathing patterns, airway defense reflexes, and bronchial muscle tone. This hypersensitivity in neural circuits may contribute to dysfunctional breathing and anxiety cycle by amplifying fear responses to shortness of breath. The study emphasized that impaired amygdala function intensifies both respiratory and emotional responses and may biologically explain asthma/panic-like conditions (Trevizan-Baú et al. 2024). Rajan et al. noted in their cohort study that depression is not only a mental burden but also a physiological one, negatively affecting the autonomic nervous system and increasing the risk of cardiovascular disease (Rajan et al., 2020). Landeo-Gutierrez et al.'s literature review reported that asthma is more common among certain ethnic groups in the United States and that this is associated with psychosocial stressors. Violence, discrimination, and poverty were identified in this study as psychosocial stressors that could be associated with asthma. It was also noted that asthma may be related to many factors with both physical and psychological dimensions, such as regional crime rates, dietary patterns, and recent wars and natural disasters, and that epigenetic studies may shed light on these factors (Landeo-Gutierrez et al. 2020). In the study by Berk et al., it was stated that depression is a psychiatric condition involving low-level inflammatory processes, and that this inflammatory process has many causes, such as “psychological stress, HPA axis disruption, oxidative stress, obesity, and environmental stressors.” It was reported that in people with depression, the concentrations of certain cytokines (e.g., IL-4, IL-1, IL-6, and TNF- α) are significantly elevated (Berk et al., 2013). In the study by Dantzer et al., inflammatory processes in the body and increased cytokines can turn into brain inflammation when chronic. This can trigger psychological

problems (Dantzer et al. 2008). Khantakova et al.'s study examines the relationships between the increase in Th17 cells seen in depression, IL-17-mediated inflammation, and glucocorticoid resistance, revealing that these immunological processes play a decisive role in the biological basis of depression (Khantakova et al. 2023). Menculini et al. reported that psychiatric symptoms observed in central nervous system diseases are associated with various neurobiological mechanisms such as neuroinflammation, microglial activation, changes in cytokine levels, HPA axis dysregulation, monoaminergic system impairments, and synaptic plasticity issues (Menculini et al. 2021). When these two studies are evaluated together, it is understood that the immune system response, neuroendocrine regulation, and biological processes at the central nervous system level interact through common pathways to play a role in the emergence of psychiatric symptoms. Stress, the endocrine and immune systems, mental disorders, and asthma are strongly related and highly probable mechanisms in this bidirectional relationship (Wright, 2005). Zhu et al. demonstrated that asthma and mental health disorders share common mechanisms not only at the behavioral or psychosocial level but also at the genetic level (Zhu et al., 2019).

4. THE EFFECT OF PSYCHIATRIC DISORDERS ON ASTHMA MANAGEMENT

Numerous compelling studies indicate that psychiatric symptoms are likely to occur in asthma. Studies on the compliance of patients with both conditions to asthma treatment and their coping strategies highlight the importance of controlling psychiatric symptoms. Weiser et al. found that psychiatric symptoms, particularly panic and generalized anxiety, were 2-3 times more common in individuals with asthma than in the

general population. Furthermore, anxiety was found to worsen asthma control and increase healthcare utilization (Weiser, 2007). Similarly, Stubbs et al. have associated increased depression and anxiety symptoms in individuals with severe asthma with lower quality of life and poorer asthma control (Stubbs et al., 2022). Baiardini et al. stated that asthma symptom management is multi-layered within a psychological-behavioral framework and that all layers—symptom → emotion → thought → behavior → environment → lifestyle—need to be improved from the inside out. Healthy intermediate layers are essential for improving asthma management (Baiardini et al., 2015). Alqarni et al. examined the relationship between psychological symptoms and inhaler adherence in asthma patients, finding anxiety in 27% of patients, depression in 21%, and inhaler non-adherence in 50%. Both anxiety and depression were significantly associated with impaired asthma control and reduced inhaler adherence (Alqarni et al. 2024). Stress can create an imbalance by activating the sympathetic and adrenomedullary nervous systems as well as the hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) axis. Prolonged stress can lead to downregulation of effector receptors, causing an imbalance between glucocorticoids and catecholamines. It also creates a proinflammatory environment with a hypoactive HPA axis and reduced response to treatments such as short-acting bronchodilators. Consequently, chronic stress can increase airway inflammation in response to environmental and infectious triggers and cause asthma exacerbations. Psychological stress triggers immune responses in asthmatic individuals, including an increase in neutrophils, which contributes to glucocorticoid-resistant refractory asthma (Ohno, 2017; Oyamada et al., 2021, Miyasaka et al. 2018). A study examining the effect of the presence of psychiatric symptoms in asthma patients reported that asthma patients with psychopathology made more emergency department visits, were hospitalized more frequently, had more widespread use of oral corticosteroids, and sought more medical

help due to uncontrolled attacks. Furthermore, the presence of psychiatric symptoms was found to be associated with poor asthma control and increased symptom burden. (Goodwin 2013; Brinke et al., 2001). A study examining factors affecting the quality of life of asthma patients identified psychological factors (anxiety and depression, other mental states, perceptions of illness, difficulties in regulating emotions), physical health factors (body mass index (BMI), other accompanying physical illnesses), and multifactorial components (the interaction between psychological processes and health status) were identified. (Stanescu et al., 2019). Miller et al. demonstrated that life stress in children with asthma alters gene expression, a biological process that can affect both the immune response and the response to treatment in asthma. (Miller et al., 2006).

5. MANAGING STRESS AND PSYCHIATRIC CONDITIONS IN ASTHMA

In clinical practice, stress is often overlooked as a potential trigger for exacerbation or uncontrolled asthma. There are various non-pharmacological methods that may be considered important for preventing disease progression and improving quality of life in asthmatic patients with psychiatric disorders. Cognitive behavioral therapy (CBT), cognitive therapy, breathing exercises, relaxation exercises, yoga, and mindfulness are reported to be the most used methods in stress management. Nakao et al. state that, in addition to face-to-face CBT, online methods provide significant improvement in anxiety, depression, stress responses, and psychosomatic complaints; technological applications have the potential to reach wider audiences by increasing access to treatment (Nakao et al., 2021). Yorke et al. examined the effects of psychological interventions and reported that relaxation exercises reduced “as-needed medication use” in

some asthma patients, while cognitive behavioral therapy resulted in a measurable increase in quality of life (Yorke et al. 2007). A review examining the effects of Progressive Muscle Relaxation (PMR), Deep Breathing, and Guided Imagery techniques reported that these methods provide both psychological and physiological relaxation, with all three techniques reducing respiratory rate and heart rate and promoting relaxation. These results indicate that these techniques can be safely used as complementary treatments in stress-related conditions (Toussaint et al., 2021). A physiological relaxation technique training program can improve asthma severity, stress, anxiety, and depression (Ahmed et al., 2025). PMR applied after sitting position, oxygenation, and pursed-lip breathing reduces anxiety levels in patients experiencing asthma attacks. PMR techniques may be an option to reduce the patient's anxiety. This prevents the patient's condition from worsening and reduces mortality (Dewi et al., 2022). Santino et al.'s review evaluated studies on the effect of breathing exercises on the symptoms of asthma patients. In the breathing exercise technique, patients are instructed to use their diaphragm muscles instead of inappropriate accessory muscles for breathing and to breathe through their nose rather than their mouth. Breathing exercises have been shown to have positive effects on quality of life, hyperventilation symptoms, and some lung functions; however, more high-quality studies are recommended to obtain definitive results. Yoga combines physical postures or “asanas” with meditation techniques and controlled breathing or “pranayama” to harmonize the body, mind, and spirit. The repetitive breathing and muscle relaxation exercises in yoga have the potential to improve lung function, particularly in asthmatic children during the lung development period, and it was recommended that yoga be used as a complementary method (Lack et al., 2020). Respiratory exercises administered by a physical therapist to patients with moderate to severe asthma that cannot be fully controlled improve quality of

life (Andreasson et al., 2022). The methods mentioned above can reduce stress in asthma patients, making inflammatory processes more manageable.

6. CONCLUSION

Asthma and anxiety disorders frequently co-occur in adults, and this comorbidity may be associated with reduced self-efficacy, treatment non-adherence, increased symptom burden, impaired quality of life, and higher healthcare utilization. As the underlying biological and cognitive mechanisms of this relationship are not fully understood, more comprehensive studies are needed. It is important to evaluate the effect of cognitive-behavioral and pharmacological treatments for anxiety disorders on asthma outcomes. Since psychological stress is known to trigger asthma exacerbations, therapeutic approaches that examine the effectiveness of stress management interventions need to be developed. The co-management of asthma and mental health issues is only possible with a holistic approach that considers both physical and psychological factors; therefore, collaboration between specialists in these two fields is important for improving both symptom control and overall functioning.

REFERENCES

- Ahmed, S. R., Abo El-Ezz, A. A. E. B., & Balha, S. M. I. (2025). Effect of Mitchell's Physiological Relaxation Technique Educational Program on Ameliorating Pediatric Asthma Severity, Stress, Anxiety, and Depression. *International Egyptian Journal of Nursing Sciences and Research*, 6(3), 50-70.
- Alqarni, A. A., Aldhahir, A. M., Siraj, R. A., Alqahtani, J. S., Alghamdi, D. A., Alghamdi, S. K., Alamoudi, A. A., Mohtaseb, M. A., Majrshi, M., AlGarni, A. A., Badr, O. I., & Alwafi, H (2024). Asthma medication adherence, control, and psychological symptoms among patients with asthma in Saudi Arabia. *BMC Pulmonary Medicine*, 24, Article 299. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-02995-x>
- Andreasson, K. H., Skou, S. T., Ulrik, C. S., Madsen, H., Sidenius, K., Assing, K. D., ... & Bodtger, U. (2022). Breathing exercises for patients with asthma in specialist care: a multicenter randomized clinical trial. *Annals of the American Thoracic Society*, 19(9), 1498-1506.
- Baiardini, I., Sicuro, F., Balbi, F., Canonica, G. W., & Braidò, F. (2015). Psychological aspects in asthma: do psychological factors affect asthma management?. *Asthma Research and Practice*, 1, 7. <https://doi.org/10.1186/s40733-015-0007-1>
- Berk, M., Williams, L. J., Jacka, F. N., O'Neil, A., Pasco, J. A., Moylan, S., Allen, N. B., Stuart, A. L., Hayley, A. C., Byrne, M. L., & Maes, M. (2013). So depression is an inflammatory disease, but where does the inflammation come from?. *BMC Medicine*, 11, 200. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-200>

- Bhat, J. A., Dar, N. J., & Bhat, W. W. (2020). Asthma: pathophysiology, current status, and therapeutics. *Chronic Lung Diseases: Pathophysiology and Therapeutics*, 25-60.
- ten Brinke, A., Ouwerkerk, M. E., Zwinderman, A. H., Spinhoven, P., & Bel, E. H. (2001). Psychopathology in patients with severe asthma is associated with increased health care utilization. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 163(5), 1093–1096. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.5.2004020>
- Brown E. S. (2023). The Complex Relationship Between Asthma and Psychiatric Illnesses. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology. In Practice*, 11(3), 809–810. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2023.01.015>
- Caulfield J. I. (2021). Anxiety, depression, and asthma: New perspectives and approaches for psychoneuroimmunology research. *Brain, Behavior, & Immunity - Health*, 18, 100360. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2021.100360>
- Chittleborough, C. R., Winefield, H., Gill, T. K., Koster, C., & Taylor, A. W. (2011). Age differences in associations between psychological distress and chronic conditions. *International Journal of Public Health*, 56(1), 71–80. <https://doi.org/10.1007/s00038-010-0197-5>
- Dantzer, R., O'Connor, J. C., Freund, G. G., Johnson, R. W., & Kelley, K. W. (2008). From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. *Nature Reviews. Neuroscience*, 9(1), 46–56. <https://doi.org/10.1038/nrn2297>
- Dewi, E., Nisa, N. Q., Nurmahdianingrum, S. D., & Triyono, T. (2022). Progressive muscle relaxation as an effort in reducing anxiety for patients with asthma attacks. *Jurnal*

- Berita Ilmu Keperawatan, 15(2), 185-189.
<https://doi.org/10.23917/bik.v15i2.18185>
- Goodwin, R. D., Bandiera, F. C., Steinberg, D., Ortega, A. N., & Feldman, J. M. (2012). Asthma and mental health among youth: etiology, current knowledge and future directions. *Expert Review of Respiratory Medicine*, 6(4), 397–406. <https://doi.org/10.1586/ers.12.34>
- Goodwin, R. D., Robinson, M., Sly, P. D., McKeague, I. W., Susser, E. S., Zubrick, S. R., Stanley, F. J., & Mattes, E. (2013). Severity and persistence of asthma and mental health: a birth cohort study. *Psychological Medicine*, 43(6), 1313–1322.
<https://doi.org/10.1017/S0033291712001754>
- He, W., You, Z., Li, H., Wang, Y., & Li, G. (2025). Asthma status and suicidal behavior risk: A meta-analysis of cohort studies. *PloS One*, 20(6), e0325150.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0325150>
- Kang, W., Malvaso, A., & Whelan, E. (2023). Asthma Moderates the Association between the Big Five Personality Traits and Life Satisfaction. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(18), 2560.
<https://doi.org/10.3390/healthcare11182560>
- Khantakova, J. N., Mutovina, A., Ayriyants, K. A., & Bondar, N. P. (2023). Th17 Cells, Glucocorticoid Resistance, and Depression. *Cells*, 12(23), 2749.
<https://doi.org/10.3390/cells12232749>
- Kim, S. H., Lee, H., Jung, J. H., Kim, B. G., Park, D. W., Park, T. S., Moon, J. Y., Kim, T. H., Sohn, J. W., Yoon, H. J., Han, K., & Kim, S. H. (2025). Asthma Increases Long-Term Risk of Death by Suicide: A Nationwide Population-Based Cohort Study. *The Journal of*

- Allergy and Clinical Immunology. In Practice, 13(3), 559–567.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2024.11.013>
- Lack, S., Brown, R., & Kinser, P. A. (2020). An Integrative Review of Yoga and Mindfulness-Based Approaches for Children and Adolescents with Asthma. *Journal of Pediatric Nursing*, 52, 76–81. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2020.03.006>
- Landeo-Gutierrez, J., Forno, E., Miller, G. E., & Celedón, J. C. (2020). Exposure to Violence, Psychosocial Stress, and Asthma. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 201(8), 917–922. <https://doi.org/10.1164/rccm.201905-1073PP>
- Lev-Tzion, R., Friedman, T., Shochat, T., Gazala, E., & Wohl, Y. (2007). Asthma and psychiatric disorders in male army recruits and soldiers. *The Israel Medical Association journal : IMAJ*, 9(5), 361–364.
- Liu, X., Plana-Ripoll, O., McGrath, J. J., Petersen, L. V., Dharmage, S. C., & Momen, N. C. (2023). Bidirectional Associations Between Asthma and Types of Mental Disorders. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology. In practice*, 11(3), 799–808.e14. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2022.11.027>
- Loerbroks, A., Herr, R. M., Subramanian, S., & Bosch, J. A. (2012). The association of asthma and wheezing with major depressive episodes: an analysis of 245 727 women and men from 57 countries. *International Journal of Epidemiology*, 41(5), 1436–1444. <https://doi.org/10.1093/ije/dys123>
- Louis, R., Satia, I., Ojanguren, I., Schleich, F., Bonini, M., Tonia, T., & Usmani, O. S. (2022). European Respiratory Society guidelines for the diagnosis of asthma in adults. *European*

- Respiratory Journal, 60(3), 2101585.
<https://doi.org/10.1183/13993003.01585-2021>
- Miller, G. E., & Chen, E. (2006). Life stress and diminished expression of genes encoding glucocorticoid receptor and beta2-adrenergic receptor in children with asthma. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(14), 5496–5501. <https://doi.org/10.1073/pnas.0506312103>
- Miyasaka, T., Dobashi-Okuyama, K., Takahashi, T., Takayanagi, M., & Ohno, I. (2018). The interplay between neuroendocrine activity and psychological stress-induced exacerbation of allergic asthma. *Allergology International : Official Journal of the Japanese Society of Allergology*, 67(1), 32–42.
<https://doi.org/10.1016/j.alit.2017.04.013>
- Nakao, M., Shiotsuki, K., & Sugaya, N. (2021). Cognitive-behavioral therapy for management of mental health and stress-related disorders: Recent advances in techniques and technologies. *BioPsychoSocial Medicine*, 15(1), 16.
<https://doi.org/10.1186/s13030-021-00219-w>
- Ohno I. (2017). Neuropsychiatry phenotype in asthma: Psychological stress-induced alterations of the neuroendocrine-immune system in allergic airway inflammation. *Allergology International : Official Journal of the Japanese Society of Allergology*, 66S, S2–S8.
<https://doi.org/10.1016/j.alit.2017.06.005>
- Oyamada, H. A. A., Cafasso, M. O. S. D., Vollmer, C. M., Alvim, F., Lopes, L. M., Castro, C., Sacramento, P. M., Sales, M. C., Kasahara, T. M., Linhares, U. C., & Bento, C. A. M. (2021). Major Depressive Disorder Enhances Th2 and Th17 Cytokines in Patients Suffering from Allergic Rhinitis and Asthma. *International Archives of Allergy*

- and Immunology, 182(12), 1155–1168.
<https://doi.org/10.1159/000517478>
- Rajan, S., McKee, M., Rangarajan, S., Bangdiwala, S., Rosengren, A., Gupta, R., Kutty, V. R., Wielgosz, A., Lear, S., AlHabib, K. F., Co, H. U., Lopez-Jaramillo, P., Avezum, A., Seron, P., Oguz, A., Kruger, I. M., Diaz, R., Nafiza, M. N., Chifamba, J., Yeates, K., ... Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) Study Investigators (2020). Association of Symptoms of Depression With Cardiovascular Disease and Mortality in Low-, Middle-, and High-Income Countries. *JAMA Psychiatry*, 77(10), 1052–1063.
<https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2020.1351>
- Santino, T. A., Chaves, G. S., Freitas, D. A., Fregonezi, G. A., & Mendonça, K. M. (2020). Breathing exercises for adults with asthma. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 3(3), CD001277.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD001277.pub4>
- Scott, K. M., Von Korff, M., Ormel, J., Zhang, M. Y., Bruffaerts, R., Alonso, J., Kessler, R. C., Tachimori, H., Karam, E., Levinson, D., Bromet, E. J., Posada-Villa, J., Gasquet, I., Angermeyer, M. C., Borges, G., de Girolamo, G., Herman, A., & Haro, J. M. (2007). Mental disorders among adults with asthma: results from the World Mental Health Survey. *General Hospital Psychiatry*, 29(2), 123–133. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsych.2006.12.006>
- Stanescu, S., Kirby, S. E., Thomas, M., Yardley, L., & Ainsworth, B. (2019). A systematic review of psychological, physical health factors, and quality of life in adult asthma. *NPJ Primary Care Respiratory Medicine*, 29(1), 37.
<https://doi.org/10.1038/s41533-019-0149-3>

- Stubbs, M. A., Clark, V. L., Gibson, P. G., Yorke, J., & McDonald, V. M. (2022). Associations of symptoms of anxiety and depression with health-status, asthma control, dyspnoea, dysfunction breathing and obesity in people with severe asthma. *Respiratory Research*, 23(1), 341. <https://doi.org/10.1186/s12931-022-02266-5>
- Trevizan-Baú, P., Hayes, J. A., Bolser, D. C., & Reznikov, L. R. (2024). Amygdala involvement in respiratory dysfunction. *Frontiers in Physiology*, 15, 1424889. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1424889>
- Toussaint, L., Nguyen, Q. A., Roettger, C., Dixon, K., Offenbächer, M., Kohls, N., Hirsch, J., & Sirois, F. (2021). Effectiveness of Progressive Muscle Relaxation, Deep Breathing, and Guided Imagery in Promoting Psychological and Physiological States of Relaxation. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine : eCAM*, 2021, 5924040. <https://doi.org/10.1155/2021/5924040>
- Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., & Bhutta, Z. A. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30925-9)
- Weiser, E. B. (2007). The prevalence of anxiety disorders among adults with asthma: a meta-analytic review. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 14(4), 297-307. <https://doi.org/10.1007/s10880-007-9087-2>
- Wright R. J. (2005). Stress and atopic disorders. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 116(6), 1301–1306. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2005.09.050>

- Yorke, J., Fleming, S. L., & Shuldham, C. (2007). Psychological interventions for adults with asthma: a systematic review. *Respiratory Medicine*, 101(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2006.04.003>
- Zhu, Z., Zhu, X., Liu, C. L., Shi, H., Shen, S., Yang, Y., Hasegawa, K., Camargo, C. A., Jr, & Liang, L. (2019). Shared genetics of asthma and mental health disorders: a large-scale genome-wide cross-trait analysis. *The European Respiratory Journal*, 54(6), 1901507. <https://doi.org/10.1183/13993003.01507-2019>

GERİATRİK POPÜLASYONDA DENGİ, DÜŞME RİSKİ VE FİZYOTERAPİ STRATEJİLERİ

Mehmet Hanifi KAYA¹

1. GİRİŞ

Geriatrik popülasyonun dünya genelinde hızla artması, düşmeleri ve düşmeye bağlı yaralanmaları önemli bir halk sağlığı sorunu hâline getirmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), yaşlı bireylerde düşmeleri mortalite ve morbidite açısından başlıca problemlerden biri olarak tanımlamakta ve 65 yaş üzeri bireylerin her yıl en az bir kez düştüğünü bildirmektedir (WHO, 2021). Düşmeler yalnızca yaralanmalara değil; bağımsızlığın kaybı, yaşam kalitesinin azalması, hareket korkusu, hastaneye yatışlarda artış ve uzun dönem bakım gereksinimi gibi ciddi sonuçlara yol açmaktadır (Ambrose et al., 2013).

Denge, vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyi üzerinde tutabilme yetisidir ve görsel, vestibüler ve somatosensör sistemlerin entegrasyonuna dayanır (Shumway-Cook & Woollacott, 2017). Yaşlanmayla birlikte kas kuvvetinde azalma (sarkopeni), propriosepsiyon kaybı, vestibüler fonksiyonlarda gerileme ve görsel keskinliğin bozulması, düşme riskini belirgin biçimde artırır (Lord et al., 2007). Buna ek olarak komorbiditeler, polifarmasi ve bilişsel bozukluklar da önemli risk faktörleridir (Tinetti et al., 1988).

¹ Öğr.Gör.Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kırşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0003-4670-4794.

Düşmelerin çoğu önlenabilir olmasına karşın müdahalelerin genellikle olaydan sonra başlaması, sağlık sistemi üzerinde ciddi ekonomik ve sosyal yük oluşturmaktadır. Bu nedenle düşme riskinin erken tanınması ve önleyici fizyoterapi yaklaşımlarının sistematik biçimde uygulanması kritik önemdedir. Kanıtlar, düzenli egzersiz programlarının—özellikle kuvvet, denge, dual-task, reaktif denge eğitimi ve yürüyüş odaklı protokollerin—düşme riskini %30–50 oranında azaltabildiğini göstermektedir (Sherrington et al., 2019).

Fizyoterapistler, düşme riskinin değerlendirilmesi, bireye özgü egzersiz reçetesi oluşturulması ve çevresel düzenlemelerin planlanması açısından kilit sağlık profesyonelleridir. OTAGO Egzersiz Programı, STEADI protokolü, Tai Chi ve fonksiyonel denge programları gibi kanıta dayalı yaklaşımlar, uluslararası rehberlerde düşme önleme stratejileri arasında öne çıkmaktadır. Bu kitap bölümünde geriatrik popülasyonda denge ve düşme sorunlarının fizyolojik, psikososyal ve çevresel temelleri ile fizyoterapinin rolü, klinik değerlendirme araçları ve egzersiz stratejileri çerçevesinde ele alınacaktır.

2. EPİDEMİYOLOJİ VE DÜŞME SIKLIĞI

Düşmeler, geriatrik popülasyonda hem sık görülmesi hem de ağır sonuçları nedeniyle önemli bir halk sağlığı sorunudur. Yaşlı nüfusun artması, düşmelerin bireysel, toplumsal ve ekonomik yükünü daha görünür hâle getirmiştir. Düşmelerin önemli bir kısmı önlenabilir olduğundan, epidemiyolojik özelliklerin anlaşılması etkin koruyucu stratejilerin geliştirilmesi için gereklidir.

2.1. Yaşlılarda Düşme Sıklığı ve Küresel Dağılım

WHO verilerine göre 65 yaş üzeri bireylerin üçte biri yılda en az bir kez, 80 yaş üzeri bireylerin ise yaklaşık yarısı

düşmektedir (WHO, 2021). Avrupa, Amerika ve Asya'dan elde edilen veriler oranların kültürel ve sosyoekonomik farklılıklara göre değişmekle birlikte genel eğilimin benzer olduğunu göstermektedir. Toplumda yaşayan yaşlılarda yıllık düşme oranı %28–35, bakım kurumlarında %50–60, hastanelerde %30–50 düzeyindedir (Lord et al., 2007; Rubenstein, 2006). Düşmelerin yaklaşık %40'ının tekrarlayıcı olması, ilk düşmenin önemli bir risk göstergesi olduğuna işaret etmektedir (Tinetti et al., 1994).

2.2. Cinsiyete Göre Düşme Sıklığı

Kadınlarda kas kütesinin daha düşük olması, osteoporozun daha sık görülmesi ve postüral stabilitenin yaşla daha belirgin bozulması nedeniyle düşme riski genellikle daha yüksektir. Erkeklerde ise düşmeye bağlı major travmalar ve mortalite daha ağır seyredebilir (Stevens & Sogolow, 2005).

2.3. Yaşa Bağlı Artış

Düşme sıklığı yaşla birlikte doğrusal değil, giderek hızlanan bir artış gösterir. Vestibüler dejenerasyon, sarkopeni, propriosepsiyon azalması, reaksiyon süresinde uzama ve yürüyüş hızındaki düşme, özellikle 80 yaş üzeri grupta düşme riskini dramatik biçimde artırır (Kojima et al., 2015).

2.4. Düşmelerin Sonuçları

Düşen yaşlı bireylerin %10–15'inde ciddi yumuşak doku yaralanmaları, %5'inde kırıklar, %1–2'sinde ise kalça kırığı görülmektedir (Campbell & Borrie, 1999). Kalça kırıkları, geriatrik mortalitenin önemli göstergelerindendir; kalça kırığı sonrası 1 yıllık mortalite %20–30, bağımsız yürüyüşe dönüş oranı ise yaklaşık %40–50 civarındadır.

2.5. Hastaneye Yatış ve Ekonomik Yük

Düşmeler, geriatrik bireylerde acil servis başvuruları ve hastaneye yatışların önde gelen nedenlerinden biridir. ABD verilerine göre düşme ilişkili acil servis başvurusu 2,8 milyonun

üzerinde olup, yıllık maliyet 50 milyar doları aşmaktadır (CDC, 2020). Ekonomik yük; hastane maliyetleri, uzun dönem bakım, fonksiyon kaybı ve sosyal bağımlılığın artmasıyla daha da büyümektedir.

2.6. Düşme Korkusu (Fear of Falling) ve İkincil Etkiler

Düşme yaşayan bireylerin yaklaşık yarısında düşme korkusu gelişmektedir (Scheffer et al., 2008). Bu korku; fiziksel aktivitenin azalmasına, sosyal izolasyona, bağımlılığın artmasına, kas gücü ve denge kapasitesinin daha da bozulmasına neden olur. Böylece düşme korkusu ve fiziksel gerileme bir kısır döngü oluşturarak yeni düşmeleri kolaylaştırır.

2.7. Tekrarlayan Düşmeler

Bir yıl içinde iki veya daha fazla düşme, yüksek risk göstergesi olarak kabul edilir. Yaşlı bireylerin %15–25'i bu gruptadır (Tinetti et al., 1994). Sarkopeni, polifarmasi, vestibüler bozukluklar, kognitif yavaşlama, postüral instabilite ve yürüyüş bozuklukları tekrarlayan düşmelerin başlıca belirleyicileridir.

2.8. Coğrafi ve Kültürel Etkiler

Düşme prevalansı ülkeler ve kültürler arasında farklılık gösterebilir. İskandinav ülkelerinde fiziksel aktivite düzeyinin yüksek olması koruyucu bir etki sağlayabilirken, Asya'da Tai Chi gibi geleneksel aktiviteler dengeyi destekleyebilir. Gelişmekte olan ülkelere ise kötü zemin, yetersiz aydınlatma ve ev içi tehlikelerin fazlalığı düşme riskini artırmaktadır. Bu nedenle korunma stratejileri kültürel ve çevresel özellikler dikkate alınarak planlanmalıdır (Katz & Neman, 2018).

3. DENGESİSTEMİNİN FİZYOLOJİSİ

Denge, insan vücudunun ağırlık merkezini destek yüzeyi üzerinde tutabilme ve hareket sırasında stabiliteyi koruyabilme

yeteneğidir. Bu süreç; kas-iskelet sistemi, periferik duyuşal sistemler, merkezi sinir sistemi ve bilişsel işlevlerin bütünleşmiş kontrolünü gerektirir (Shumway-Cook & Woollacott, 2017). Dengeyi oluşturan temel bileşenler görsel, vestibüler ve somatosensör sistemlerdir; bu sistemlerden gelen bilgiler MSS’de işlenerek uygun motor yanıtlar üretilir.

3.1. Postüral Kontrolün Temelleri

Postüral kontrol; ağırlık merkezinin destek yüzeyi içinde tutulmasını ifade eden postüral stabilite ve baş, gövde ve ekstremitelerin uzaydaki uygun dizilimini tanımlayan postüral yönelimden oluşur. Bu kontrol; dengesizlik oluşuktan sonra devreye giren feedback mekanizmaları ile hareket başlamadan önce postüral hazırlık sağlayan feedforward mekanizmalarının etkileşimiyle sürdürölür. Yaşlanma, her iki mekanizmanın hız ve etkinliğinde azalmaya yol açar.

3.2. Denge Sisteminin Bileşenleri

Görsel Sistem: Zemin eğimi, derinlik algısı, mesafe ve hareket bilgisi sağlar. Yaşlanmayla birlikte kontrast duyarlılığı azalır, derinlik algısı bozulur; katarakt, glokom ve maküla dejenerasyonu gibi patolojiler düşme riskini artırır (Berger, 2012).

Vestibüler Sistem: Başın doğrusal ve açısal ivmelerini algılayarak baş pozisyonu, denge reaksiyonları ve vestibülo-öküler refleksi düzenler. Yaşlanmayla saç hücrelerinde kayıp ve iletim hızında azalma görülür; baş dönmesi, göz kararması ve postüral instabilite daha sık ortaya çıkar (Iwasaki & Yamasoba, 2015).

Somatosensör Sistem: Kas içcikleri, Golgi tendon organları, deri mekanoreseptörleri ve eklem reseptörlerinden gelen bilgilerle propriosepsiyon sağlar. Yaşlanmada reseptör duyarlılığı azalır, periferik nöropati ve vibrasyon duyusu kaybı

sıklaşır. Özellikle yumuşak zemin ve karanlık ortamlarda denge bozulur (Lord et al., 2007).

3.3. Duyusal Entegrasyon ve Motor Stratejiler

MSS, görsel, vestibüler ve somatosensör girdileri birleştirerek çevresel koşullara uygun postüral yanıt üretir. Bir duyu kaynağı zayıfladığında diğer sistemlerin ağırlığının arttığı “sensory reweighting” süreci devreye girer (Peterka, 2002). Yaşlı bireylerde bu uyum daha yavaş ve kısıtlıdır.

Dengesizlik anında ayak bileği, kalça ve adım stratejileri kullanılır. Küçük dengesizliklerde ayak bileği, daha büyük bozulmalarda kalça, çok büyük dengesizliklerde ise adım stratejisi devrededir. Yaşlılarda adım stratejisinin gecikmesi düşmelerin önemli belirleyicisidir (Maki & McIlroy, 2006).

3.4. Bilişsel Sistem ve Dual-Task

Denge, sadece otomatik bir motor süreç değil, aynı zamanda dikkat, çalışma belleği ve yürütücü işlev gibi kognitif alanlarla ilişkilidir. Özellikle yürürken konuşma, yön değiştirme veya zihinsel görev eklenmesi gibi dual-task durumlarında yaşlı bireylerin performansı belirgin biçimde bozulur (Montero-Odasso et al., 2012). Bu nedenle dual-task bozukluğu, düşme riskinin değerlendirilmesinde önemli bir bileşendir.

4. GERİATRİK DEĞİŞİKLİKLER VE DENGEE ETKİSİ

Yaşlanma; kas-iskelet, duyusal, nörolojik, kardiyovasküler ve psikososyal sistemlerde çok yönlü değişikliklere yol açar. Bu değişiklikler, denge kontrolünün azalmasına, yürüyüş hızının düşmesine, reaktif postüral yanıtların yavaşlamasına ve düşme riskinin artmasına neden olur.

4.1. Kas-İskelet Sistemindeki Değişiklikler

Sarkopeni, iskelet kası kütlesi ve gücünde yaşa bağlı azalma ile karakterizedir; diz ekstansörleri, kalça abdüktörleri ve ayak bileği plantar fleksörlerindeki güç kaybı, postüral kontrolü ve adım stratejisini olumsuz etkiler (Cruz-Jentoft et al., 2019). Eklem hareket açıklığında, özellikle ayak bileği dorsifleksiyonunda azalma, ayak bileği stratejisinin kullanımını kısıtlar ve kalça stratejisine bağımlılığı artırır (Horlings et al., 2009). Baş öne deviasyonu, torakal kifoz artışı ve diz fleksiyonu ile karakterize tipik yaşlanma postürü, ağırlık merkezini öne taşıyarak stabilizeyi azaltır (Kado et al., 2007).

4.2. Duyusal Sistem Değişiklikleri

Somatosensör kayıplar (vibrasyon duyusu azalması, periferik nöropati), görsel patolojiler (katarakt, maküla dejenerasyonu) ve vestibüler dejenerasyon, multisensory decline olarak adlandırılan tabloyu oluşturur. Bu durum, çevreye uyum yeteneğini zayıflatarak düşme riskini artırır (Shaffer & Harrison, 2007; Iwasaki & Yamasoba, 2015).

4.3. Merkezi Sinir Sistemi, Kardiyovasküler Sistem ve Psikososyal Faktörler

Yaşlanmayla motor nöron iletim hızındaki azalma reaktif denge yanıtlarını yavaşlatır; sensorimotor entegrasyon bozulur ve yürütücü işlevlerde gerileme görülür (Montero-Odasso et al., 2012). Ortostatik hipotansiyon baş dönmesi ve dengesizliğe yol açarak düşme riskini yaklaşık iki kat artırır (Lanier et al., 2011). Depresyon, anksiyete, sosyal izolasyon ve fiziksel inaktivite de aktivite düzeyini düşürerek kas gücü ve koordinasyon kaybına yol açar (Hawkey & Cacioppo, 2010).

Polifarmasi, özellikle sedatifler, benzodiazepinler, antidepresanlar, antipsikotikler ve antihipertansiflerin bir arada kullanımı ile belirginleşir; düşme riskini %30–80 oranında

artırabilir (Zia et al., 2020). Diabetes mellitus, osteoartrit, Parkinson hastalığı ve inme gibi kronik hastalıklar da dengeyi olumsuz etkileyen önemli komorbiditelerdir.

5. DÜŞME RİSK FAKTÖRLERİ (İNTRİNSİK – EKSTRİNSİK)

Düşmeler, intrinsik (bireysel) ve ekstrinsik (çevresel) faktörlerin etkileşimiyle ortaya çıkan multifaktöriyel olaylardır (Rubenstein, 2006).

5.1. İçsel (İntrinsik) Risk Faktörleri

Yaşlanmaya bağlı fiziksel gerileme, kas zayıflığı, denge ve yürüyüş bozuklukları, duyuşsal kayıplar, bilişsel bozukluklar, kronik hastalıklar, polifarmasi ve düşme korkusu başlıca intrinsik risk faktörleridir (Lord et al., 2007; Cruz-Jentoft et al., 2019; Montero-Odasso et al., 2012; Scheffer et al., 2008).

5.2. Dışsal (Ekstrinsik) Risk Faktörleri

Ev içi tehlikeler (kaygan zemin, halı kenarları, kötü aydınlatma, kablolar, korkuluksuz merdivenler), uygunsuz ayakkabı ve giysiler, yürüme yardımcılarının yanlış kullanımı, düzensiz kaldırımlar, kötü hava koşulları ve hastane/bakım evi ortamının kısıtlayıcı özellikleri başlıca ekstrinsik faktörlerdir. Ev ve çevre düzenleme programlarının düşme riskini %20–30 oranında azaltabildiği bildirilmiştir (Gillespie et al., 2012; Rubenstein, 2006).

6. KLİNİK DEĞERLENDİRME: DÜŞME RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Düşmenin multifaktöriyel yapısı nedeniyle değerlendirme; tıbbi öykü, düşme öyküsü, kas kuvveti, denge,

yürüyüş, duyuşal sistemler, bilişsel durum, ilaç kullanımı ve çevresel faktörleri kapsayan kapsamlı bir yaklaşım gerektirir.

Berg Denge Ölçeği, Timed Up and Go (TUG), POMA, SPPB, DGI/FGA, Mini-BESTest, postürografi, dual-task testleri ve klinik yürüyüş analizi geriatrik popülasyonda en sık kullanılan araçlardır (Berg et al., 1992; Guralnik et al., 1994; Tinetti, 1986; Wrisley et al., 2004; Di Carlo et al., 2016; Nardone & Schieppati, 2010; Hausdorff et al., 2001). Genellikle tek bir test yerine birden fazla aracın bir arada kullanılması, riskin daha doğru sınıflanmasını sağlar.

7. FİZİYOTERAPİ STRATEJİLERİ: KANITA DAYALI EGZERSİZ MÜDAHALELERİ

Egzersiz temelli fizyoterapi programları, geriatrik bireylerde düşme riskini azaltmada en güçlü koruyucu müdahalelerdendir. Kuvvetlendirme, denge eğitimi, propriosepsiyon çalışmaları, reaktif denge, yürüme eğitimi, dual-task uygulamaları, fonksiyonel egzersizler ve toplum temelli programlar bir arada kullanıldığında düşme oranlarını %30–50 azaltabildiği gösterilmiştir (Sherrington et al., 2019; Liu & Latham, 2009; Li et al., 2005; Okubo et al., 2016; Binder et al., 2002).

Kuvvetlendirme programları özellikle alt ekstremitelerde kaslarına odaklanmakta; haftada 2–3 gün, 8–12 tekrar ve 2–3 setlik orta-yüksek şiddette direnç egzersizleri önerilmektedir. Denge eğitimi statik ve dinamik çalışmalarla desteklenir; tandem ve tek ayak duruşu, köpük yüzeyler, yön değiştirme ve çok yönlü adım alma gibi egzersizler öne çıkar. Propriosepsiyon eğitiminde Airex, BOSU ve wobble board gibi dengesiz zeminler kullanılır. Pertürbasyon temelli reaktif denge eğitimi, ani dengesizliklere verilen adım yanıtını hızlandırarak düşme riskini azaltır (Okubo et al., 2016).

Dual-task egzersizlerinde yürüme sırasında geriye sayma, kelime üretimi veya basit aritmetik gibi bilişsel görevler eklenir; böylece kognitif yük altında denge kontrolü geliştirilir (Li et al., 2010). Fonksiyonel egzersizler (sandalyeden kalkma, basamak çıkma, yük taşıma) günlük yaşam aktivitelerine doğrudan transfer sağlar (Binder et al., 2002). Otago Programı, Tai Chi ve STEADI protokolü ise toplum düzeyinde yapılandırılmış, çok bileşenli düşme önleme programlarıdır (Li et al., 2005; Gillespie et al., 2012).

Sanal gerçeklik, giyilebilir sensörler ve robotik yürüme sistemleri gibi teknoloji temelli yaklaşımlar, hem değerlendirme hem de tedavi süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmakta; özellikle motivasyonu artırma ve bireyselleştirilmiş egzersiz imkânı sunma açısından avantaj sağlamaktadır (Llorens et al., 2015).

8. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Geriatrik popülasyonda denge kaybı ve düşmeler, bireysel ve toplumsal düzeyde önemli sonuçları olan, ancak büyük ölçüde önlenabilir bir sorundur. Yaşlanmanın fizyolojik süreçleri (sarkopeni, duyuusal kayıplar, bilişsel yavaşlama, postüral kontrol bozuklukları), çevresel riskler ve yaşam tarzı faktörleri birlikte ele alındığında, multidisipliner ve sistematik bir yaklaşımın gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu bölümde özetlenen klinik değerlendirme araçları ve kanıta dayalı fizyoterapi stratejileri, düşme riskinin azaltılmasında güçlü bir çerçeve sunmaktadır. Gelecekte biyobelirteçlere dayalı risk tahmini, yapay zekâ destekli analizler, kişiselleştirilmiş rehabilitasyon modelleri ve toplum temelli programların yaygınlaştırılması ile daha etkili önleme ve müdahale stratejileri geliştirilmesi beklenmektedir.

Yaşlı bireylerin güvenli, bağımsız ve aktif bir yaşam sürdürmesi; fizyoterapi alanındaki bilimsel kanıtların klinik uygulamaya etkin biçimde aktarılması ve sağlık sistemlerinin bu alandaki önleyici hizmetlere öncelik vermesiyle mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61.
- Berger, L. (2012). Visual aging and falls. *Journal of Vision and Aging*, 5(3), 112–120.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of the Berg Balance Scale. *Canadian Journal of Public Health*, 83(Suppl 2), S7–S11.
- Binder, E. F., et al. (2002). Effects of exercise training on frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(12), 1921–1928.
- Campbell, A. J., & Borrie, M. J. (1999). Falls in the elderly. *Clinical Geriatric Medicine*, 15(4), 609–617.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). *Older adult falls*. <https://www.cdc.gov/falls/>
- Cruz-Jentoft, A. J., et al. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
- Di Carlo, S., Bravini, E., Vercelli, S., et al. (2016). The Mini-BESTest: A review of psychometric properties. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52(4), 516–523.
- Gillespie, L. D., et al. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD007146.
- Guralnik, J. M., et al. (1994). A short physical performance battery assessing lower extremity function. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–M94.

- Hawkley, L. C., & Cacioppo, J. T. (2010). Loneliness matters: A theoretical and empirical review. *Annals of Behavioral Medicine*, 40(2), 218–227.
- Hausdorff, J. M., et al. (2001). Gait variability and falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1050–1056.
- Horlings, C. G., et al. (2009). Age-related changes in postural control. *Experimental Aging Research*, 35(1), 36–52.
- Iwasaki, S., & Yamasoba, T. (2015). Dizziness and imbalance in the elderly: Age-related decline in the vestibular system. *Aging and Disease*, 6(1), 38–47.
- Kado, D. M., et al. (2007). Hyperkyphosis predicts mortality in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(5), 684–691.
- Katz, S., & Neman, R. (2018). Cultural differences in fall risk. *Journal of Cross-Cultural Gerontology*, 33(2), 123–134.
- Kojima, G. (2015). Frailty as a predictor of falls. *BMC Geriatrics*, 15(1), 135.
- Kvelde, T., et al. (2015). Depressive symptoms and falls in older people. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(3), 494–502.
- Lanier, J. B., et al. (2011). Orthostatic hypotension: A practical approach. *American Family Physician*, 84(5), 527–536.
- Li, F., et al. (2005). Tai Chi and fall prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(8), 1476–1483.
- Li, K. Z. H., et al. (2010). Cognitive involvement in balance training: Dual-task benefits. *Journal of Gerontology B*, 65(2), 119–128.

- Liu, C. J., & Latham, N. K. (2009). Progressive resistance training for older adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, CD002759.
- Llorens, R., et al. (2015). Virtual reality for balance training in older adults. *Games for Health Journal*, 4(3), 1–9.
- Lord, S. R., Sherrington, C., Menz, H. B., & Close, J. (2007). *Falls in older people: Risk factors and strategies for prevention*. Cambridge University Press.
- Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2006). Control of rapid limb movements for balance recovery: Age-related changes. *Journal of Gerontology A*, 61(4), 389–394.
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., & Hausdorff, J. M. (2012). Gait and cognition: A complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(11), 2127–2136.
- Nardone, A., & Schieppati, M. (2010). The role of force platform posturography in balance assessment. *Clinical Neurophysiology*, 40(6), 305–315.
- Okubo, Y., et al. (2016). Perturbation-based balance training to prevent falls. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1053–1058.
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118.
- Rubenstein, L. Z. (2006). Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing*, 35(Suppl 2), ii37–ii41.
- Scheffer, A. C., et al. (2008). Fear of falling: Measurement and consequences. *Age and Ageing*, 37(1), 19–24.

- Sherrington, C., Fairhall, N., Wallbank, G., et al. (2019). Exercise for preventing falls in older people: An updated Cochrane review. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 885–891.
- Shaffer, S. W., & Harrison, A. L. (2007). Aging of the somatosensory system. *PTJ*, 87(2), 193–207.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the TUG test. *Physical Therapy*, 80(9), 896–903.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Stevens, J. A., & Sogolow, E. (2005). Gender differences in fall risk. *Journal of Safety Research*, 36(4), 407–411.
- Tinetti, M. E. (1986). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119–126.
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *New England Journal of Medicine*, 319(26), 1701–1707.
- Tinetti, M. E., Speechley, M., & Ginter, S. F. (1994). Recurrent falls in the elderly. *Journal of the American Medical Association*, 261(18), 2663–2668.
- World Health Organization. (2021). *Falls*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>

SPORCU SAĞLIĞINDA REHABİLİTASYON VE PERFORMANS: BİLİMSEL TEMELLER

Mehmet Hanifi KAYA¹

1. GİRİŞ

Spor, insan hareketinin en organize ve karmaşık formu olarak yalnızca fiziksel kapasiteyi değil; teknik, taktik, psikolojik ve sosyal bileşenleri de kapsayan bütüncül bir performans alanıdır. Profesyonel ve amatör düzeyde rekabet arttıkça, sporcunun yalnızca “sahada kalması” değil, en üst düzeyde verimli, sürdürülebilir ve sağlıklı performans sergilemesi de temel hedef hâline gelmiştir. Bu çerçevede sporcu sağlığı; yaralanmaların önlenmesi, performansın geliştirilmesi, mevcut yaralanmaların güvenli şekilde tedavisi ve spora dönüş süreçlerinin bilimsel yönetimini içeren multidisipliner bir alan olarak tanımlanır (Bahr & Krosshaug, 2005).

Spor fizyoterapistleri artık yalnızca “yaralanma sonrası rehabilitasyon uygulayan” profesyoneller değil; yük yönetimi, yaralanma risk analizi, performans testi, motor kontrol eğitimi, saha içi karar süreçlerine destek ve prehabilitasyon programlarının planlanmasında kilit rol oynayan sağlık profesyonelleridir (Bleakley et al., 2011). Özellikle alt ekstremité spor yaralanmalarında (hamstring strain, ön çapraz bağ [ACL] yaralanmaları, ayak bileği burkulmaları) doğru değerlendirme ve hedefe yönelik önleyici programlarla yaralanma insidansının

¹ Öğr.Gör.Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kırşehir, Türkiye. ORCID: 0000-0003-4670-4794.

%30–50 oranında azaltılabildiği gösterilmiştir (Faude et al., 2013; van Dyk et al., 2016).

Geleneksel yaklaşımda rehabilitasyon çoğunlukla “ağrının azalması” ve “eklem hareket açıklığının geri kazanılması” ile sınırlı görülürken, güncel sporcu sağlığı yaklaşımı rehabilitasyonu performansla iç içe geçmiş dinamik bir süreç olarak kabul etmektedir. Bu süreçte amaç, yalnızca dokunun iyileşmesini sağlamak değil; nöromüsküler kontrolü yeniden düzenlemek, spora özgü hareket paternlerini restore etmek, enerji sistemlerini spora uygun düzeye getirmek ve sporcunun psikolojik olarak sahaya hazır olmasını sağlamaktır. Günümüzde kuvvet platformları, GPS tabanlı izleme sistemleri, 3D biyomekanik analiz, EMG, ivmeölçerler ve yapay zekâ temelli yük yönetim araçları, rehabilitasyon ve performans programlarının nesnel ve bireyselleştirilmiş şekilde planlanmasına olanak sunmaktadır (Impellizzeri et al., 2019).

Bu bölümde sporcu sağlığının bilimsel temelleri; spor yaralanmalarının biyomekaniği, değerlendirme stratejileri, rehabilitasyon ilkeleri, egzersiz bilimi prensipleri, spora dönüş kriterleri, psikolojik faktörler, beslenme ve teknoloji entegrasyonu ile prehabilitasyon çerçevesinde ele alınacak; klinik uygulamaya dönük bütüncül bir model sunulacaktır.

2. SPOR YARALANMALARININ BİYOMEKANİĞİ VE RİSK FAKTÖRLERİ

Spor yaralanmaları; biyolojik dokuların yüklenme kapasitesi, hareket paternleri, motor kontrol, antrenman yükü ve çevresel etkenlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan, büyük ölçüde öngörülebilir biyomekanik olaylardır (Meeuwisse et al., 2007). Kas, tendon, bağ ve kemik dokuları üzerine uygulanan mekanik stres, “yük–kapasite” dengesi çerçevesinde adapte olur. Uygun düzeyde ve iyi planlanmış yüklenme adaptasyonu desteklerken;

ani yük artışları, tekrar eden mikrotravmalar veya uzun süreli yetersiz yüklenme, dokuların yaralanmaya açık hâle gelmesine neden olur (Soligard et al., 2016). Bu nedenle akut–kronik yük oranının (ACWR) kontrolü, hem yaralanma önleme hem de rehabilitasyon sürecinde merkezî öneme sahiptir.

İçsel (intrinsik) risk faktörleri arasında kas kuvvet dengesizlikleri, yetersiz motor kontrol, eklem mobilite problemleri, yorgunluk, önceki yaralanma öyküsü ve sporcunun antropometrik özellikleri sayılabilir. Örneğin hamstring–quadriceps kuvvet dengesizliği, kalça abdüktör zayıflığı ve diz valgus eğilimi; hem ACL yaralanmaları hem de hamstring strain için önemli risk belirleyicileridir (Krosshaug et al., 2007). Dışsal (ekstrinsik) faktörler ise oyun zemini, ayakkabı ve ekipman seçimi, antrenman programlaması, hava koşulları ve branşa özgü teknik taleplerle ilişkilidir. Futbolda ani yön değiştirme ve yüksek hız sprintleri, basketbolda tekrarlayan sıçrama–iniş döngüleri, teniste asimetrik omuz yüklenmesi ve koşuda tekrar eden yer reaksiyon kuvvetleri, spora özgü yaralanma profillerinin temelini oluşturur.

Temaslı yaralanmalar (çarşıma, darbe) çoğu zaman sınırlı ölçüde önlenirken, temassız yaralanmalar ve aşırı kullanım yaralanmaları daha çok biomekanik, yük yönetimi ve motor kontrol ile ilişkilidir ve iyi tasarlanmış programlarla belirgin ölçüde azaltılabilmektedir (Bahr & Krosshaug, 2005). Bu nedenle fonksiyonel hareket testleri, iniş–zıplama analizi, Y-Balance, squat/lunge paternleri ve kesme (cutting) testleri ile yaralanma mekanizmalarının ayrıntılı analizi, modern sporcu değerlendirmesinin temel bileşenlerinden biridir (Hewett et al., 2005).

3. SPOR YARALANMALARINDA DEĞERLENDİRME

Doğru tanı ve kapsamlı değerlendirme, etkili ve güvenli rehabilitasyonun başlangıç noktasıdır (Delahunt et al., 2017). Değerlendirme süreci, yalnızca anatomik hasarı belirlemeye değil, aynı zamanda sporcunun fonksiyonel kapasitesini, hareket paternlerini, psikolojik durumunu ve yük toleransını anlamaya odaklanmalıdır.

Klinik değerlendirme, ayrıntılı bir anamnezle başlar: yaralanmanın oluş mekanizması (temas/temassız), ağrının yeri ve niteliği, eşlik eden ses/boşalma hissi, önceki benzer yaralanmalar, sezon içi/yük değişimi, spor branşı ve pozisyon bilgisi tanıyı büyük ölçüde yönlendirir. Bunu postür ve hareket gözlemi, palpasyon, eklem hareket açıklığı ölçümleri ve kas kuvvet değerlendirmeleri izler. Bölgeye özel ortopedik testler (örneğin diz için Lachman, anterior drawer; ayak bileği için anterior drawer, talar tilt) yaralı yapılar hakkında hızlı biyomekanik bilgi sağlar.

Fonksiyonel değerlendirme aşamasında squat, lunge, tek bacak squat, drop jump, tek ayak denge ve Y-Balance gibi testlerle sporcunun dinamik stabilitesi, motor kontrolü ve simetrisi incelenir. Kuvvet ve güç için izokinetik ölçümler, izometrik testler ve sıçrama temelli performans testleri (CMJ vb.) kullanılır. Hız ve çeviklik, sprint ve çeviklik testleri ile değerlendirilirken; branşa özgü saha içi testler (futbolda kesme ve sprint kombinasyonları, basketbolda sıçrama–iniş ve yön değiştirme, koşucularda koşu mekaniği analizi) sporcunun gerçek oyun taleplerine ne kadar hazır olduğunu gösterir.

Değerlendirme sürecinin önemli bir bileşeni de yük yönetimidir. GPS ve ivmeölçerler aracılığıyla toplam koşu mesafesi, sprint sayısı, hız bölgeleri, ivmelenme–yavaşlama profilleri ve PlayerLoad™ gibi parametreler takip edilerek

antrenman yükü objektif olarak izlenir (Impellizzeri et al., 2019). Bu veriler, hem yaralanmaya yol açan yük patlamalarının (spike) tespit edilmesini hem de rehabilitasyon sırasında yük progresyonunun güvenli şekilde planlanmasını sağlar. Görüntüleme yöntemleri (USG, MRI, röntgen) yapısal hasarı destekleyici bilgi sunmakla birlikte, spora dönüş kararında tek başına belirleyici olmayıp mutlaka fonksiyonel performans verileri ile birlikte yorumlanmalıdır.

4. REHABİLİTASYONUN TEMEL İLKELERİ

Modern sporcu rehabilitasyonu, doku iyileşme fiziyojisine saygılı yükleme, nöromüsküler kontrolün yeniden kazanılması, spora özgü performansın kademeli artırılması ve yaralanmaya neden olan risk faktörlerinin sistematik olarak azaltılması üzerine kuruludur. Doku iyileşmesi inflamasyon, proliferasyon ve remodelling fazlarından geçer; her fazın yüklenmeye verdiği yanıt farklıdır ve rehabilitasyon, bu biyolojik zamanlamaya göre kurgulanmalıdır.

Erken fazda amaç ağrı ve ödem kontrolü, eklem hareket açıklığının korunması ve mümkün olan en erken dönemde kontrollü hareketin başlatılmasıdır. Tam immobilizasyon, özellikle sporcularda kas atrofisi ve doku kalitesinde bozulmaya yol açtığından artık sınırlı sürelerle tercih edilmektedir. Proliferasyon döneminde hafif-orta düzeyde yükleme, mobilite çalışmaları, izometrik ve erken eksantrik egzersizlerle dokuya kontrollü stres uygulanır. Remodelling fazında ise kuvvet, güç, çeviklik, plyometri, reaktif denge ve spora özgü patenler giderek artan yoğunlukta devreye alınır (Lephart et al., 2002).

Yük yönetimi (load management), rehabilitasyonun tüm evrelerinde merkezî bir ilkedir. Dışsal yük (mesafe, hız, süre, zemin), içsel yük (RPE, kalp hızı, algılanan yorgunluk) ve toparlanma kapasitesi birlikte değerlendirilerek sporcunun tolere

edebileceği güvenli yük aralığı belirlenir (Gabbett, 2016). Yükün kapasitenin çok altında kalması performans kazanımlarını sınırlarken, kapasitenin üzerine çıkması yeniden yaralanma riskini artırır.

Motor kontrol ve nöromüsküler eğitim, özellikle ACL, hamstring ve ayak bileği yaralanmalarında rehabilitasyonun ana hedeflerinden biridir. Denge, propriosepsiyon, reaktif stabilite, iniş-zıplama mekaniği, kesme ve yön değiştirme paternleri, hem açık hem kapalı kinetik zincirde çalıştırılır. Nöromüsküler antrenman programlarının alt ekstremitte yaralanmalarını belirgin ölçüde azalttığı, özellikle ACL yaralanmalarında riskte %40–60’a varan azalma sağladığı bildirilmiştir (Sugimoto et al., 2016).

Eksantrik antrenman, kas-tendon kompleksinin yüklenmeye dayanıklılığını artıran temel bir yöntemdir ve hamstring strain, Achilles ve patellar tendinopati gibi spor yaralanmalarında tedavinin kilit bileşeni kabul edilir. Plyometrik egzersizler ise stretch-shortening cycle etkinliğini, reaktif güç üretimini ve iniş-zıplama kontrolünü geliştirerek hem performansı yükseltir hem de yaralanma mekanizmalarına karşı koruyucu etki sağlar (Markovic & Mikulic, 2010). Rehabilitasyon süreci boyunca spor psikolojisi, ağrı algısı ve kineziyofobi gibi faktörler de göz ardı edilmemeli; sporcuya ağrının nörofizyolojik doğası hakkında eğitim verilerek, hareket ve yüklenmeye yönelik gereksiz korkular azaltılmalıdır (Moseley & Butler, 2015).

5. SPORA DÖNÜŞ (RETURN-TO-PLAY) SÜREÇLERİ

Spora dönüş (Return-to-Play; RTP), sporcu rehabilitasyonunun en kritik ve en riskli aşamasıdır. Güncel modeller, RTP kararının yalnızca ağrının azalmasına veya görüntüleme bulgularına göre verilemeyeceğini, tıbbi uygunluk, performans yeterliliği ve psikolojik hazırbulunuşluk

bileşenlerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Creighton et al., 2010; Ardern et al., 2016).

Tıbbi uygunluk; doku iyileşmesinin klinik bulgularla uyumlu olması, eklem stabilitesi, ödem kontrolü ve yüklenme sırasında belirgin ağrının olmamasını içerir. Performans uygunluğu ise kuvvet ve güç seviyelerinin yaralanmamış tarafa göre kabul edilebilir oranda simetrik olması (genellikle $LSI \geq \%90$), denge ve propriosepsiyon testlerinden geçilmesi, sprint, yön değiştirme, plyometrik iniş-zıplama ve branşa özgü fonksiyonel testlerin ağrısız ve kontrollü şekilde uygulanabilmesini kapsar. Bu aşamada izokinetik değerlendirmeler, tek bacak hop test serileri, çeviklik testleri ve kuvvet platformu analizleri tarafından sağlanan objektif veriler kritik rol oynar.

Psikolojik uygunluk, sporcunun yeniden yaralanma korkusunun yönetilmesi, öz güveninin yeniden inşası ve sahaya dönme isteğinin değerlendirilmesini gerektirir. ACL-RSI ve Tampa Kineziyofobi Ölçeği gibi araçlar, özellikle alt ekstremitte yaralanmalarında spora dönüş kararını destekleyen yararlı ölçütlerdir (Ardern et al., 2013). Araştırmalar, uygun kriter temelli RTP protokolleri kullanılmadığında özellikle genç sporcularda ikinci ACL yaralanma oranlarının $\%20-25$ 'e kadar çıkabildiğini göstermektedir (Paterno et al., 2010). Bu nedenle RTP, fizyoterapist, spor hekimi, spor bilimci, antrenör, psikolog ve sporcunun ortak kararıyla, kademeli ve kontrollü bir yüklenme programı eşliğinde verilmelidir.

6. PSİKOLOJİ, BESLENME, TEKNOLOJİ VE PREHABİLİTASYONUN ENTEGRASYONU

Spor yaralanmalarında psikolojik faktörler, rehabilitasyon uyumu ve performansa dönüş üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. Yaralanma sonrası depresif belirtiler, motivasyon kaybı, spora

yabancılaşma ve yeniden yaralanma korkusu sık görülen sorunlardır (Wadey et al., 2013). Bilişsel-davranışçı yaklaşımlar, motivasyonel görüşme, zihinsel imgeleme ve gevşeme teknikleri, özellikle uzun süreli rehabilitasyon programlarına uyumu güçlendirebilir (Podlog & Eklund, 2009). Takım kültürü ve fizyoterapist-sporcu iletişimi de bu süreçte kritik rol oynar.

Beslenme ve hidrasyon, hem doku iyileşmesi hem de performans için temel belirleyicilerdir. Yetersiz enerji alımı, RED-S (Relative Energy Deficiency in Sport) sendromuna yol açarak hormonal dengeyi, kemik sağlığını ve performansı olumsuz etkiler (Thomas et al., 2016). Rehabilitasyon sürecinde yeterli protein (1.6–2.2 g/kg/gün), kas-protein sentezi ve doku iyileşmesini destekler (Phillips & Van Loon, 2011). Omega-3 yağ asitleri, D vitamini, kalsiyum, demir ve C vitamini gibi mikro besinlerin yeterli alımı, inflamasyon kontrolü, tendon ve kemik sağlığı için önemlidir. Bilimsel etkinliği kanıtlanmış ergogenik destekler (kreatin, kafein, beta-alanin, whey protein, nitrattan zengin gıdalar) uygun doz ve zamanda, anti-doping kuralları gözetilerek kullanılmalıdır.

Teknoloji, sporcu sağlığı yönetiminde hem değerlendirme hem de müdahale süreçlerini dönüştürmüştür. GPS ve ivmeölçer tabanlı sistemler, kuvvet platformları, izokinetik dinamometreler, 3D hareket analizi, EMG, giyilebilir sensörler ve yapay zekâ temelli karar destek sistemleri; yük yönetiminin hassaslaştırılması, hareket kalitesinin objektif takibi ve spora dönüş kararlarının veriye dayalı verilmesini sağlamaktadır (Impellizzeri et al., 2019). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları ise özellikle denge, motor kontrol ve bilişsel-performans entegrasyonunda yeni olanaklar sunmaktadır.

Prehabilitasyon (önleyici rehabilitasyon), yaralanma gerçekleşmeden önce bireysel risk profilinin belirlenmesi ve bu risklere yönelik hedeflenmiş müdahalelerin uygulanmasıdır

(Emery & Meeuwisse, 2010). Diz valgusu, kalça abdüktör zayıflığı, yetersiz core stabilitesi, hamstring eksantrik yetersizliği, ayak bileği dorsifleksiyon kısıtlılığı gibi risk faktörlerine yönelik kuvvet, nöromüsküler kontrol, mobilite ve   v  klik temelli programlar; ACL ve hamstring yaralanmalarında %40–60’a varan koruyucu etki sağlayabilmektedir. FIFA 11+ ve Nordic hamstring protokolü, bu alanda en iyi bilinen, etkinliği kanıtlanmış prehabilitasyon örnekleridir.

7. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Sporcu sağlığında rehabilitasyon ve performans yönetimi, günümüzde patoloji odaklı dar bir bakış açsından çıkarak; fonksiyon, performans, psikoloji, beslenme, y  k yönetimi ve teknoloji entegrasyonuna dayalı geniş bir ekosisteme dönüşmüştür. Başarılı bir yaklaşım, sporcunun yalnızca sahaya dönmesini değil, daha dayanıklı, daha güçlü ve daha yüksek performanslı hâle gelmesini hedeflemelidir. Bunun için bireyselleştirilmiş rehabilitasyon protokolleri, objektif performans ölçümleri, multidiscipliner ekip çalışması ve prehabilitasyon programlarının standart antrenman süreçlerine entegre edilmesi gereklidir.

Yakın gelecekte yapay zekâ destekli risk tahmin modelleri, gerçek zamanlı sensör verileri, kişiselleştirilmiş y  k yönetimi algoritmaları ve genetik–biyobelirteç tabanlı tedavi stratejilerinin sporcu sağlığına daha fazla entegre olacağı öngörülmektedir. Böylece hem yaralanma riski azaltılacak hem de spora dönüş ve performans artışı süreçleri daha öngörülebilir, hızlı ve güvenli hâle gelecektir. Sporcu sağlığında ideal hedef; “yaralanmayı tedavi eden” değil, “yaralanmayı   ng  ren, önleyen ve performansı sürdürülebilir kılan” entegre bir modelin yaygınlaşmasıdır.

KAYNAKÇA

- Adams, M. A., & Roughley, P. J. (2006). What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine*, 31(18), 2151–2161.
- AlAbdulwahab, S. S., Kachanathu, S. J., & AlMotairi, M. S. (2017). Smartphone use and neck posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(5), 844–847.
- Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas*, 75(1), 51–61.
- Ardern, C. L., et al. (2013). Psychological responses after ACL injury. *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1127–1134.
- Ardern, C. L., et al. (2014). Fifty-five per cent return to performance after ACL reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 48(17), 1543–1552.
- Ardern, C. L., et al. (2016). Return to sport consensus statement: International Olympic Committee. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 853–864.
- Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of the Berg Balance Scale. *Canadian Journal of Public Health*, 83(Suppl 2), S7–S11.
- Binder, E. F., et al. (2002). Effects of exercise training on frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(12), 1921–1928.
- Bogduk, N. (2016). *Functional anatomy of the spine*. Elsevier.
- Brackley, H. M., & Stevenson, J. M. (2004). Are children's backpack weight limits enough? *Applied Ergonomics*, 35(2), 205–211.

- Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H., & Jeukendrup, A. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S17–S27.
- Cruz-Ferreira, A., Fernandes, J., Laranjo, L., Bernardo, L. M., & Silva, A. (2011). Effects of Pilates. *Clinical Rehabilitation*, 25(4), 273–288.
- Cruz-Jentoft, A. J., et al. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
- Delahunt, E., et al. (2017). Clinical assessment in sports rehabilitation. *British Journal of Sports Medicine*, 51(2), 133–134.
- Di Carlo, S., Bravini, E., Vercelli, S., et al. (2016). Mini-BESTest review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52(4), 516–523.
- Dolphens, M., Vansteelandt, S., Cagnie, B., Vleeming, A., Vanderstraeten, G., & O’Sullivan, K. (2015). Factors associated with spinal pain. *European Spine Journal*, 24(3), 474–483.
- Emery, C. A., & Meeuwisse, W. H. (2010). Neuromuscular training and injury prevention. *Sports Medicine*, 40(5), 321–332.
- Falla, D., Hodges, P., & Stanton, W. (2014). Motor control in chronic spinal pain. *Manual Therapy*, 19(1), 3–11.
- Foster, N. E., et al. (2018). Prevention and treatment of low back pain. *The Lancet*, 391(10137), 2368–2383.
- Gabbett, T. J. (2016). The training–injury prevention paradox. *Sports Medicine*, 46(6), 861–873.

- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2018). Global burden of disease. *The Lancet*, 392(10159), 1789–1858.
- Gillespie, L. D., et al. (2012). Interventions to prevent falls. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Guralnik, J. M., et al. (1994). Short physical performance battery. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–M94.
- Hausdorff, J. M., et al. (2001). Gait variability and falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1050–1056.
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., et al. (2018). Understanding low back pain. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367.
- Hewett, T. E., et al. (2005). Neuromuscular control and ACL injury. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501.
- Hoch, M. C., et al. (2012). Dorsiflexion and injury risk. *Journal of Athletic Training*, 47(1), 6–15.
- Hoy, D., et al. (2014). Global burden of low back pain. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73(6), 968–974.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Training load in sport. *Sports Medicine*, 49(3), 437–447.
- Issurin, V. (2016). Block periodization. *Sports Medicine*, 46(3), 329–338.
- Jiménez-Sánchez, S., et al. (2019). Smoking and disc degeneration. *European Journal of Pain*, 23(3), 539–550.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (2005). *Muscles: Testing and Function*. Lippincott Williams & Wilkins.

- Kim, H., & Kim, Y. (2016). Smartphone posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3), 921–925.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. (2004). Resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674–688.
- Lephart, S. M., et al. (2002). Proprioception and neuromuscular control. *Journal of Athletic Training*, 37(Suppl 2), 18–25.*
- Li, F., et al. (2005). Tai Chi and fall prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(8), 1476–1483.
- Lis, A. M., et al. (2007). Sitting and low back pain. *European Spine Journal*, 16(2), 283–298.
- Linton, S. J., & Shaw, W. (2011). Psychological factors in pain. *Physical Therapy*, 91(5), 700–711.
- Lord, S. R., Sherrington, C., & Menz, H. B. (2007). *Falls in older people*. Cambridge University Press.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Plyometrics and neuromuscular adaptations. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895.
- Maughan, R. J., et al. (2018). IOC consensus on supplements. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 28(2), 104–125.
- Moseley, G. L., & Butler, D. (2015). Explaining pain. *British Journal of Sports Medicine*, 49(6), 1–4.
- Nardone, A., & Schieppati, M. (2010). Posturography. *Clinical Neurophysiology*, 40(6), 305–315.
- Nejati, P., et al. (2015). Forward head posture. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 7(1), e133–e138.

- Nourbakhsh, M. R., & Arab, A. M. (2002). Mechanical factors and back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(9), 447–460.
- O’Sullivan, P. (2012). Management of non-specific low back pain. *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 224–227.
- Panjabi, M. M. (1992). Stabilizing system of the spine. *Journal of Spinal Disorders*, 5(4), 390–397.
- Panjabi, M. M. (2003). Spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 371–379.
- Paterno, M. V., et al. (2010). High reinjury rates after ACL. *American Journal of Sports Medicine*, 38(11), 2198–2204.
- Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. (2011). Dietary protein for athletes. *Journal of Sports Sciences*, 29(Suppl 1), S29–S38.
- Rio, E., et al. (2016). Isometric exercise and tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1164–1170.
- Scheffer, A. C., et al. (2008). Fear of falling. *Age and Ageing*, 37(1), 19–24.
- Sherrington, C., Fairhall, N., Wallbank, G., et al. (2019). Exercise to prevent falls. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 885–891.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Soligard, T., et al. (2008). The FIFA 11+ program. *BMJ*, 337, a2469.

- Sugimoto, D., et al. (2016). Neuromuscular training and ACL risk. *American Journal of Sports Medicine*, 44(1), 183–190.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Athletic nutrition. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528.
- Tinetti, M. E. (1986). Mobility assessment in elderly. *Journal of the American Geriatrics Society*, 34(2), 119–126.
- van der Horst, N., et al. (2015). Nordic hamstring program. *British Journal of Sports Medicine*, 49(19), 1248–1252.
- Weinberg, R., & Gould, D. (2014). *Foundations of sport psychology*. Human Kinetics.
- World Health Organization. (2021). Falls: Key facts. <https://www.who.int/>
- Wrisley, D. M., et al. (2004). Functional Gait Assessment. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 28(2), 86–90.
- Zia, A., et al. (2020). Medication-related falls. *Drugs & Aging*, 37(5), 365–372.

ERİŞKİN NÖROLOJİK HASTALIKLARDA GÖREV ODAKLI EĞİTİM

Ayşe Nihal YURTTAŞ¹

Özlem Nur TOK YAMAN²

Ayşe ÜNAL³

1. GİRİŞ

1.1. Görev Odaklı Eğitimin Tanımı ve Önemi

Görev Odaklı Eğitim (GOE), motor performansın çoklu tekrarına dayalı bir yaklaşım olup merkezi sinir sisteminin yeniden şekillenmesini kolaylaştırmakta ve nöral reorganizasyonu desteklemektedir. Motor öğrenme ve fonksiyonel aktivitenin önemli bir parçası olan GOE'nin temel amacı bireye kalıcı beceriler kazandırmaktır. Amaca yönelik olarak uygulanan fonksiyonel aktiviteler sayesinde serebellum, beyin sapı, serebral korteks ve spinal kord düzeyinde nöroplastik değişimlerin ortaya çıkabildiği belirtilmektedir. Yapılan araştırmalarda, görev odaklı motor rehabilitasyonun nörolojik hastalıklardan biri olan multiple skleroz (MS) hastalarında pasif yaklaşımlara kıyasla MRI temelli kanıtlarla desteklenen daha anlamlı motor fonksiyon gelişmeleri sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca, hedefe yönelik ve göreve bağlı gerçekleştirilen eğitimlerin beyin plastisitesine katkısının daha belirgin olduğu

¹ Arş. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-0069-6525.

² Öğr. Gör., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-8496-1698.

³ Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0003-0959-5664.

saptanmıştır (Ksiazek-Winiarek, Szpakowski, & Glabinski, 2015; Prosperini, Piattella, Gianni, & Pantano, 2015; Tomassini et al., 2012, 2011).

Literatürde GOE'ye ilişkin standart bir protokol bulunmamaktadır. Bununla birlikte, hareketin beyinde birçok sistemin entegrasyonu ve birey-hedef-çevre etkileşimi ile şekillendiği, tedavi programlarının da bu çerçevede düzenlenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. GOE kapsamında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar arasında yürüme eğitimi, bisiklet uygulamaları, treadmill çalışmaları, oturma-kalkma egzersizleri, istasyon ve endurans programları, denge geliştirmeye yönelik kısıtlayıcı zorunlu hareket terapisi ve fonksiyonel uzanma aktiviteleri yer almaktadır. Bunun yanında, görev odaklı eğitim motor öğrenmenin temel ilkelerinden biri olan, hastanın günlük yaşamında karşılaştığı görevlerin farklı çevresel koşullarda uygulanması esasına dayanmaktadır. Bu nedenle egzersiz programlarının amaca yönelik, kişiye özgü ve fonksiyonel aktivitelerden oluşturulması önemlidir (Harvey, 2009; Pepping & Ehde, 2005; Rensink, Schuurmans, Lindeman, & Hafsteinsdóttir, 2009). Görev odaklı eğitimde fonksiyonel becerilerde gelişim, spesifik motor görevlerin hedefe yönelik, çok tekrarlı pratiği ile sağlanmaktadır (Narayan Arya et al., 2012).

2. GÖREV ODAKLI EĞİTİMİN TEMELLERİ

2.1. Motor Öğrenme ve Beyin Plastisitesi

Motor öğrenme (MÖ), uygulama veya deneyim sonucunda beceri performansında meydana gelen değişiklikleri tanımlar ve bu değişiklikler hız ve doğrulukta gözlenen gelişmelerle ortaya çıkar (Magill RA & Anderson DI, 2021). İç ve dış stres faktörlerine karşı performans daha istikrarlı hale geldikçe, farklı ortam ve durumlara genellenebilir ve artan otomatiklik sayesinde bilişsel yük azalır (Magill RA & Anderson

DI, 2021). Öğrenme doğrudan ölçülemez, ancak genellikle kalıcılık ve transfer testleri ile değerlendirilir. Retansiyon testleri, becerinin uygulama yapılmayan bir sürenin ardından ne kadar kalıcı olduğunu ölçerken; transfer testleri, becerinin yeni koşullara uyum sağlayabilme düzeyini, becerinin bir varyasyonu ya da farklı bir bağlamda uygulanması yoluyla değerlendirir (Gregor, Saumur, Crosby, Powers, & Patterson, 2021; Magill RA & Anderson DI, 2021).

Krakauer ve arkadaşlarına (ark.) göre motor öğrenmenin farklı türleri vardır: dizi öğrenme, yeni beceri kazanımı, motor adaptasyon ve motor keskinlikte gelişim (Krakauer, Hadjiosif, Xu, Wong, & Haith, 2019). Yetişkinlerde motor öğrenmenin büyük bir kısmı, halihazırda sabitlenmiş koordinasyon paternlerinden yeni hareket dizilerinin oluşturulmasıyla gerçekleşir (Newell, 1985). Günlük aktiviteler, bir görevi başarmak için birbirine bağlanan motor beceri dizilerinden oluşur (Bernspng & Fisher, 1995; Schambra et al., 2019). Temel motor becerilere ait koordinasyon paternleri (uzanma, kavrama ve taşıma) çocuklukta öğrenilir ve daha sonra sıralı şekilde birleştirilerek karmaşık günlük görevlerin tamamlanmasında kullanılır (Newell, 1985; Schambra et al., 2019). Ayrıca, performansın düzenli ve verimli bir şekilde organize edilmesinde ve görev hedeflerinin yerine getirilmesinde bilişsel süreçler de önemli rol oynar (Krakauer et al., 2019).

Motor öğrenme, aynı zamanda henüz koordinatif yapıları gelişmemiş yeni hareketlerin kazanımını da içerebilir (Magill RA & Anderson DI, 2021). Bu durumda birey, görevi etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirebilmek için farklı hareket seçeneklerini denemek zorundadır. Buna karşılık, motor adaptasyon çevresel bozulmalara yanıt olarak performansı korumak için yapılan istemsiz ve örtük ayarlamalardır (Krakauer et al., 2019). Motor öğrenmenin bir diğer boyutu ise hareket doğruluğu ve hassasiyetindeki artışı ifade eden motor keskinlikteki gelişimdir

(Krakauer et al., 2019). Bu gelişmeler, normal hareket paternleri ile bozulmuş hareketlerin karşılaştırılmasına imkân tanıyan kinematik ölçümler aracılığıyla değerlendirilebilir (Saes et al., 2022).

Beyin, farklı deneyimlerden öğrenme ve onlara uyum sağlama kapasitesine sahiptir. Bu özellik ilk kez Ramon Cajal tarafından 1894 yılındaki Croonian Konferansı'nda tanımlanmıştır. Cajal, serebral korteksi, uygun biçimde “kültive edildiğinde” dallarını uzatan, köklerini derinleştiren ve daha çeşitli, değerli sonuçlar üreten piramidal hücrelerden oluşan bir bahçeye benzetmiştir (Jones, 1994). İnsan yaşamı boyunca beyin sürekli bir değişim içindedir; sinir yollarını yeniden düzenlemeye ve yeni bağlantılar kurmaya devam eder. Öğrenmenin her aşamasında, beyindeki nöral bağlantılarda değişiklikler gerçekleşmektedir. Bu nedenle nörolojik hastalıkların rehabilitasyonu, nöroplastisite dikkate alınarak planlanmalıdır. Nöroplastisite, sinir sisteminin hem iç hem de dış deneyimlere yanıt olarak yeniden örgütlenme kapasitesi olarak tanımlanır (Cramer et al., 2011). Nöroplastisite, farklı düzeylerde ortaya çıkabilmektedir: protein ekspresyonu ve moleküler değişikliklerden, öğrenmeye bağlı hücresel adaptasyonlara ve yaralanma sonrasında görülen geniş ölçekli kortikal yeniden yapılanmalara kadar. Beynin kendini yeniden örgütlenme kapasitesi, gelişim bilimleri, nörolojik iyileşme ve tıbbi rehabilitasyon açısından büyük önem taşımaktadır (Seng, Luo, & Földy, 2022).

Nörodejeneratif hastalıklar bağlamında ise nöroplastisite daha da kritik hale gelmektedir. Çünkü hayatta kalan nöronların, diğer nöronların kaybını telafi edebilmek için yeni bağlantılar oluşturması veya nörotransmitter salınımını artırması gerekmektedir (Enciu et al., 2011). Nöroplastisiteyi etkileyen faktörler arasında yaş, deneyim ve öğrenme, genetik özellikler, bireyin genel sağlık durumu ve ek hastalıkları, egzersiz, beslenme

ve uyku gibi yaşam tarzı unsurları yer almaktadır; bunların içinde en belirleyici olanı ise yaştır (Pickersgill et al., 2022). Ancak yaşa bağlı nöroplastisite azalması yalnızca hücrelerin biyolojik saatiyle açıklanamayabilir. Bu durum, aynı zamanda bireysel kimliğimizi ve kişisel benliğimizi koruyan sabit nöral ağlara duyulan ihtiyaçtan da kaynaklanıyor olabilir.

2.2. Görev Odaklı Eğitimin Prensipleri

Görev odaklı eğitimde temel ilkelerden biri özgüllük olup, öğrenilmek istenen göreve odaklanılması gerekmektedir. Eğitim sürecinde hastanın özellikle etkilenmiş ekstremitelerini kullanarak görevi yerine getirmesi önemlidir. Bunun yanı sıra, görevlerin tekrarı motor öğrenmenin kalıcı hale gelmesi açısından kritik bir unsurdur. Görevlerin uygulanmasında zorluk derecesi kademeli olarak artırılmalıdır. Başlangıç aşamasında görevler basit parçalara ayrılabilir, süreç ilerledikçe karmaşıklık düzeyi yükseltilebilir. Bunun nedeni, doğrudan karmaşık bir görevle başlanmasının hastanın motivasyonunu olumsuz etkileyebilmesidir. Ayrıca, görevlerin hasta için anlamlı olması öğrenmeyi ve motivasyonu artırmakta, aynı zamanda edinilen becerilerin günlük yaşam çevresine transfer edilmesine katkı sağlamaktadır. Nitekim yapılan bir çalışmada, birey için anlamlı görevlerin nöroplastik değişiklikleri daha fazla desteklediği gösterilmiştir (Daly & Ruff, 2007). Eğitim sırasında hastaya yalnızca dışsal geri bildirim sağlanması değil, aynı zamanda sensorimotor geribildirim de verilmesi önerilmektedir. Bu yaklaşım, öğrenme sürecini güçlendirmekte ve görev performansının gelişimine katkı sunmaktadır (Harvey, 2009).

• **Eğitimin özelleştirilmesi:** Görev odaklı eğitimin ilk ilkesi, eğitimin bireysel olarak planlanmasıdır. Bu kapsamda, bireyin toplumsal rolü, beklentileri ve gereksinimleri doğrultusunda fonksiyonel performansındaki yetersizlikler belirlenir. Ardından, bireye özgü anlamlı, gerçekçi ve motive

edici bir tedavi programı oluşturulur. Böylece eğitim, kişiye özel hâle getirilmiş olur (Harvey, 2009).

- **Sağlam ekstremitenin kullanımının kısıtlanması:**

Araştırmalar, bir vücut bölümüne ait kortikal temsil alanının, o bölgenin kullanım sıklığına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bu nedenle görev odaklı eğitimde, etkilenmiş tarafın kullanımını artırmak amacıyla sağlam tarafın kullanımına belirli ölçüde sınırlama getirilir. Aynı doğrultuda, fonksiyonel aktiviteler sırasında sağlam ekstremitenin etkilenmiş tarafı desteklemesi engellenerek eğitimin etkinliği artırılır (Uswatte & Taub, 2013).

- **Tekrarlı eğitim:** Bir görevin çok sayıda tekrar edilmesi,

nöroplastik değişiklikleri güçlendirir, performansı artırır, öğrenmeyi kolaylaştırır ve motor öğrenmenin temelini oluşturur. Bireyin motor adaptasyon kazanması, aktiviteye uygun hareketi seçebilmesi ve beceri geliştirmesi için tedavi süresince kullanım fırsatlarının artırılması gerekmektedir (French et al., 2016).

- **Şekillendirme:** Bu ilke, verilen görevin işlevsel içeriği

ve zorluk düzeyinin zaman içinde kademeli olarak artırılmasına dayanır. Yeni ve zorlayıcı görevlerle karşılaşan bireylerin motivasyon kaybı yaşamaması için, eğitime en basit motor görevlerden başlanır ve bireyin toleransına göre kademeli olarak daha zor ve karmaşık görevlere geçilir. Başka bir deyişle, egzersizlerin ilerleyişi kolaydan zora, basitten karmaşığa doğru olmalıdır (Yang, Wang, Lin, Chu, & Chan, 2006).

- **Anlamlı görevin seçilmesi:** Uygulanan fonksiyonel

görevin birey açısından anlamlı ve önemli olması, motivasyonu artıran temel unsurlardan biridir. Örneğin, yürüyüş çoğu birey için yaşamsal bir işlev olduğundan, bu alandaki egzersizlerde motivasyon genellikle yüksek olmaktadır. Üst ekstremita işlevlerine yönelik olarak, bazı hastalar için yemek yapma, bazıları için tamir aletlerini kullanma ya da giyinme gibi

aktiviteler motive edici hedefler olabilir. Bu nedenle seçilen görevler, bireyin sosyokültürel özellikleri, kişisel hedefleri ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak belirlenmelidir (French et al., 2016).

- **Performans geri bildirimi:** Geri bildirim, özellikle inme sonrası rehabilitasyonda kritik bir unsurdur. Çünkü sensörimotor geri bildirim, motor öğrenme sürecinin temelini oluşturur. Terapist tarafından sağlanan sözel ya da görsel geri bildirim, bireyin performansını fark etmesini ve düzeltmesini kolaylaştırır. Ayrıca motor eğitim sırasında duyuşsal geri bildirimin artırılması, tedavi sonrası elde edilen sonuçların iyileşmesine katkı sağlar (Cirstea & Levin, 2007).

3. ERİŞKİN NÖROLOJİK HASTALIKLARDA GÖREV ODAKLI EĞİTİM

3.1. İnmede Görev Odaklı Eğitim: GOE, hastanın aktif katılımıyla gerçekleştirilen, amaca yönelik görevlerin tekrarına dayanan bir yaklaşımdır. Konvansiyonel rehabilitasyon yöntemleriyle karşılaştırıldığında GOE, motor öğrenmeyi desteklemenin yanı sıra kortikal reorganizasyonu da kolaylaştırmaktadır (Narayan Arya et al., 2012). Bu yaklaşım üç temel kavrama dayanır: birey, görev ve çevre. GOE; oturma-kalkma egzersizleri, nesne kavrama aktiviteleri, kısıtlayıcı zorunlu hareket terapisi (CIMT), koşu bandı çalışmaları, bisiklet programları, devre (istasyon) eğitimleri ve dengeyi artırmaya yönelik farklı nesnelerle yapılan görevler gibi çeşitli uygulamaları kapsamaktadır (Mathiowetz, 2016). Bu nedenle, GOE hasta merkezli bir yaklaşım olup terapist odaklı değildir. Literatürde, fonksiyonel yaklaşımların yoğun biçimde kullanıldığı ve GOE'nin konvansiyonel tedavilere kıyasla inmeli bireylerde özellikle yürüme becerilerinde daha fazla gelişim sağladığını ortaya koyan giderek artan sayıda kanıt

bulunmaktadır (Wevers, van de Port, Vermue, Mead, & Kwakkel, 2009). Bununla birlikte, farklı araştırmalarda uygulama içeriklerinin, sürelerin ve yoğunluğun değişkenlik göstermesi sonuçların doğrudan karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, klinisyenlerin GOE'nin temel prensiplerini bilmesi, bu prensiplere uygun şekilde uygulama yapması ve kanıta dayalı tedavi süreçlerinde GOE'nin etkilerini dikkate alması önemlidir.

İnme rehabilitasyonunda iki temel zorluk bulunmaktadır: yenilikçi fikirleri uzun vadeli sonuçları geliştirecek şekilde uygulamaya koymak ve rehabilitasyon planlarını her bir inme geçirmiş bireyin ihtiyaçlarına göre özelleştirmek (Vive, af Geijerstam, Kuhn, & Bunketorp-Käll, 2020). GOE'nin önerilen etki mekanizması, bir seansta yüksek sayıda tekrarın gerçekleştirilmesinin, belirli bir göreve ilişkin beyin bölgelerini uyarak öğrenme olgusunu güçlendirebileceği varsayımına dayanmaktadır. GOE, yapılan tekrar sayısına bağlı olarak fayda sağlayabilir; ancak ideal eğitim programının dozu henüz net olarak belirlenmemiştir (Stewart et al., 2020). GOE ayrıca yeni görevlerin öğrenilmesinde önemli olan nöroplastisite değişimlerini de uyarabilir ve çoğu rehabilitasyon stratejisi, daha iyi sonuçlar elde etmek amacıyla görev aktivitelerinin tekrar edilmesine dayanır. Görevlerin tekrar edilmesi, motor korteksin ve ilişkili beyin bölgelerinin uyarılmasını sağlayarak daha iyi sonuçlar elde edilmesine katkıda bulunur (İbrahim, Abdullahi, Salihu, & Lawal, 2025). Kanıtlar, nöroplastisite ve iyileşmeyi içeren farklı müdahalelerin tamamlayıcı etki mekanizmalarını kullanarak inme sonrası fonksiyonel iyileşmeyi maksimize etme şansını artıran kombine tedavilerin önemli ölçüde etkili olabileceğini göstermektedir. GOE, çevresel zenginleştirme ile birleştirildiğinde inme sonrası iyileşmeyi daha da artırabilir. Standart ortam koşullarıyla karşılaştırıldığında; motor, bilişsel, duyuşsal ve sosyal uyarımı artıran çevresel zenginleştirme,

kemirgenlerde nöroplastisiteyi artırdığı gösterilmiştir (Vive et al., 2020).

GOE, tek bir hareketin belirli bir görev üzerinden tekrar edilmesine dayalı bir yaklaşımdır. Buna karşılık, hedef odaklı eğitim (HOE), belirli bir amaca ulaşmak için aynı hareketin birden fazla görev aracılığıyla gerçekleştirilmesini hedefler. İnme geçiren bireylerin hedefe yönelik davranışsal performansları, görev koşullarında veya uygulama talimatlarında yapılan değişikliklere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Stewart et al., 2020). Örneğin, bardaktan su dökme gibi tek bir görevin tekrarlanması (GOE örneği), bireyin bu görevi öğrenmesini sağlarken, asıl amaç el bileğinde pronasyon ve supinasyon hareketinin geliştirilmesidir. Bu durumda Action Selection (AS) yöntemi kullanılarak aynı motor hedefe ulaşmak için birden fazla görev seçeneği sunulabilir. Pronasyon-supinasyon hareketinin kapı kolu çevirme gibi farklı bir görevle çalışılması, bireyin motor kapasitesini daha fazla zorlayabilir. Dolayısıyla, yalnızca tek bir görevin tekrarlanması yerine, tek bir hedefe ulaşmak için farklı görevlerin uygulanması daha faydalı olabilir (Hillig, Ma, & Dorsch, 2019).

GOE esas olarak üst ve alt ekstremitte rehabilitasyonunda kullanılmış olup, duyu bozukluklarının yönetimi ve gövde stabilizasyonu üzerindeki etkisi yeterince araştırılmamıştır. Bu alanların daha kapsamlı biçimde ele alınması gerekmektedir (Arya, Pandian, Vikas, & Puri, 2018). Bazı araştırmalar, motor ve duyu sistemleri arasında güçlü bir etkileşim olduğunu, çünkü kortikospinal traktus liflerinin hem motor hem de somatosensoriyel alanlardan köken aldığını bildirmektedir. Bu nedenle, duyu ve motor eğitimin bir arada uygulanmasının inme geçiren bireylerde fonksiyonel sonuçları iyileştirebileceği düşünülmektedir. Ancak, bu bütünlük yaklaşımına ilişkin literatür hâlen sınırlıdır (Carlsson, Rosén, Björkman, Pessah-Rasmussen, & Brogårdh, 2021). İnme sonrası bilişsel rehabilitasyonun temel

amacı, bilişsel işlevlerin gelişimini desteklemek, bilişsel iyileşmeyi kolaylaştırmak ve mevcut defisitleri telafi edici yeni becerilerin kazanılmasını sağlamaktır. GOE kapsamında gerçekleştirilen tüm görevler belirli ölçüde bilişsel süreçleri içerir; ancak bilişsel bileşenlerin doğrudan hedeflenmesi birçok rehabilitasyon protokolüne henüz tam olarak entegre edilmemiştir. Bu kapsamda, GOE temelli sanal gerçeklik uygulamaları, motor ve duyu eğitimleriyle birlikte kullanılarak inme rehabilitasyonuna dahil edilebilir (Mingming, Bolun, Zhijian, Yingli, & Lanshu, 2022).

Müdahale dozunun belirlenmesi GOE uygulamalarında kritik öneme sahiptir ve özellikle inme hastaları için uygun yoğunluk ve süre konularında literatürde önemli tartışmalar mevcuttur. Yüksek yoğunluklu GOE programları genellikle daha fazla görev tekrarı, uzun seans süreleri ve sık seanslarla ilişkilendirilmektedir. Bazı çalışmalar, sık dinlenme aralıkları içeren uzun süreli GOE seanslarının daha etkili olabileceğini bildirmiştir. Ancak, yüksek yoğunluklu uygulamalar hem hastalar hem de bakım verenler için zorlayıcı olabilmektedir. Benzer biçimde, aşırı dinlenme aralıkları nedeniyle görev tekrarlarının yetersiz kalması, GOE'nin temel etkisi olan “tekrar yoluyla öğrenme” mekanizmasının istenen düzeyde gerçekleşmemesine neden olabilir. Öte yandan, hedefe ulaşmak için gereğinden fazla tekrar yapmak da yorgunluk, ağrı ve motivasyon kaybı gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir. Üst ekstremité motor öğrenmesini artırmak için önerilen haftalık seans sayısı ve seans başına düşen tekrar miktarı, alt ekstremité için gerekli olandan farklılık göstermektedir. İnme rehabilitasyonunda, toplam seans süresinden ziyade seans başına yapılan tekrar sayısının motor öğrenme açısından daha belirleyici olduğu belirtilmektedir (İbrahim et al., 2025).

3.2. Parkinson'da Görev Odaklı Eğitim: Parkinson hastalığında (PH) GOE'de genellikle alt ekstremité performansını

gerektiren denge, yürüme (Cikajlo et al., 2018; Vanbellinge et al., 2017), fonksiyonel mobilite (Soke, Guclu-Gunduz, Kocer, Fidan, & Keskinoglu, 2021) ve oturup kalkma (Mak & Hui-Chan, 2008) gibi aktivitelerin kullanıldığı bildirilmektedir. Buna karşın, üst ekstremiteye yönelik fonksiyonel becerileri geliştirmede GOE yaklaşımının değerlendirildiği çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (Cabrera-Martos et al., 2019).

Vanbellinge ve ark., PH'li bireylerde üst ekstremitte eğitimi için geliştirdikleri ev temelli el becerisi programı ile theraband egzersizlerinin etkinliğini karşılaştırdıkları 12 haftalık bir çalışmada bu konuyu ele almışlardır (Vanbellinge et al., 2017). Her iki gruptaki katılımcılara, uygulayacakları egzersizleri içeren bir bilgilendirme broşürü verilmiş ve egzersizlerin ev ortamında gerçekleştirilmesi istenmiştir. GOE grubundaki bireyler (n=52), dört hafta boyunca haftada beş gün, günde 30 dakika süren bir program uygulamıştır. Katılımcılar ilk haftanın sonunda telefonla aranarak programı sürdürüp sürdürmedikleri kontrol edilmiştir. Kontrol grubundaki bireyler (n=51) ise benzer şekilde theraband egzersizlerini uygulamış ve aynı yöntemle izlenmiştir. Sonuçlar, GOE grubunda günlük yaşam aktiviteleriyle ilişkili el becerilerinde anlamlı gelişme olduğunu göstermiştir. Ancak, 12. haftada yapılan takip değerlendirmelerinde bu iyileşmenin sürdürülebilir olmadığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, gelişimin kısa süreli olmasını programın nispeten kolay görevlerden oluşmasına ve yeterli zorluk düzeyinin bulunmamasına bağlamışlardır. Ayrıca, GOE'nin telerehabilitasyon aracılığıyla uygulanmasının etkinliği artırabileceğini ifade etmişlerdir. Benzer biçimde Cabrera-Martos ve ark., PH'li bireylerde (n=50) el becerisi ve kavrama kuvveti üzerine GOE'nin etkisini standart tedavi yaklaşımlarıyla karşılaştırmışlardır (Cabrera-Martos et al., 2019). Eğitim grubundaki katılımcılara (n=25), bireysel ihtiyaç ve hedefleri doğrultusunda belirlenen üç görevden oluşan bir GOE programı

uygulanmıştır. Yaklaşık 45 dakika süren bu eğitimlerde görevler, “parçadan bütüne” ilkesiyle kademeli olarak zorlaştırılmış; farklı boyut, şekil ve dokularda nesneler kullanılarak hareketin hızı ve mesafesi artırılmıştır. Kontrol grubundaki bireylere (n=25) ise germe, eklem hareket açıklığı ve kavrama egzersizlerinden oluşan standart bir program uygulanmıştır. Her iki grup da haftada iki gün, seans başına yaklaşık 45 dakika olacak şekilde, dört hafta boyunca terapist eşliğinde evde çalışmıştır. Tedavi sonunda her iki grupta da el becerisi ve kavrama kuvvetinde anlamlı gelişim gözlenmiş, bu gelişimin GOE grubunda daha belirgin olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, elde edilen sonuçların GOE için önemli bir temel oluşturduğunu vurgulamış ve bu alanda daha kapsamlı randomize kontrollü çalışmalara gereksinim olduğunu belirtmişlerdir.

Mevcut literatür, PH’de üst ekstremitte fonksiyonlarını iyileştirmede GOE’nin potansiyel olarak yararlı olabileceğini göstermektedir. Ancak Parkinson hastalarında bu yöntemin giderek artan zorluk düzeyine sahip, çok yönlü ve iş istasyonu temelli biçimlerde uygulanmasına yönelik çalışmaların yetersiz olduğu görülmektedir. Bu nedenle, GOE protokollerinin geliştirilmesi ve etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla randomize kontrollü araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir. Diğer taraftan, PH’nin kronik ve ilerleyici bir seyir göstermesi, hastaların düzenli olarak fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına katılımını güçleştirmektedir (Ellis et al., 2013).

3.3. Multiple Skleroz’da Görev Odaklı Eğitim:Görev odaklı eğitim, anlamlı ve hedefe yönelik fonksiyonel aktivitelerle uygulandığında serebral korteks, beyin sapı, serebellum ve spinal kord düzeyinde adaptif nöroplastik değişimlerin ortaya çıkmasını sağlayabilir. Bu eğitimin altı temel ilkesi;

1. Eğitimin özelleştirilmesi,
2. Etkilenen ekstremitenin aktif kullanımı,
3. Yoğun ve tekrarlı pratik,
4. Becerinin biçimine uygunluk,
5. Hedefe odaklanma,
6. Performans ve sonuç bilgisi sağlamadır (Flachenecker, 2015).

GOE sürecinde bireyin toplumsal rolleri, ihtiyaçları ve motivasyon kaynakları belirlenerek, bu doğrultuda anlamlı bir tedavi planı oluşturulur. Fonksiyonel performans sınırlılıkları ile bu sınırlılıklara neden olan alt sistem yetersizlikleri değerlendirilir (Mathiowetz, 2016). Bu eğitim yaklaşımı, hedefe yönelik motor görevlerin tekrarlı pratiği aracılığıyla fonksiyonel becerilerin gelişimini destekler. Temel ilke şudur: *“Bir görevi öğrenmenin en etkili yolu, o görevi tekrarlayarak uygulamaktır.”* Yapılan çalışmalar, birey açısından anlamlı ve değerli görevlerin daha belirgin nöroplastik değişimlere yol açtığını göstermektedir (Narayan Arya et al., 2012).

GOE; yürüme mesafesi, yürüme hızı ve oturma-kalkma performansında gelişme sağlayarak mobilite yeteneğini artırabilir. Genellikle farklı sayıda istasyonlarda, anlamlı görevlerin bir araya getirildiği grup temelli uygulamalar şeklinde gerçekleştirilir. Bu eğitimlerde odaklanılan temel parametreler; denge, kuvvet, yürüme mesafesi, yürüme hızı ve genel mobilite becerileridir. Literatürde görev odaklı eğitimin özellikle inme geçirmiş bireylerde fonksiyonel iyileşmelere yol açtığı bildirilmektedir; ancak MS hastalarına ilişkin çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır (da Silva, Antunes, Graef, Cechetti, & Pagnussat, 2015).

MRI temelli bulgular, MS hastalarında görev odaklı motor rehabilitasyonun, pasif rehabilitasyon yaklaşımlarına kıyasla

motor fonksiyonlarda daha belirgin iyileşmeler sağladığını ortaya koymuştur. Göreve ve hedefe yönelik motor eğitimin, beyin plastisitesini destekleme potansiyeli daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, yüksek yoğunlukta ve tekrarlı uygulamaların korpus kallozumun mikroyapısal özelliklerini iyileştirerek alt ve üst ekstremitte fonksiyonlarını geliştirdiği bildirilmektedir. Motor öğrenme temelli rehabilitasyon yaklaşımlarıyla davranışsal plastisiteyi destekleyen anlamlı iyileşmeler elde edilebilmektedir (Prosperini et al., 2015; Tomassini et al., 2012). MS hastalarında yorgunluk faktörünün göz önünde bulundurulması gerektiğinden, eğitim programlarının daha uzun süreli ve dinlenme periyotları içeren biçimde planlanması önerilmektedir. Görev odaklı eğitimin yalnızca fonksiyonellik üzerinde değil; yürüme, denge ve kas kuvveti gibi parametreler üzerinde de olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Jeon, Kim, & Park, 2015).

3.4. Spinal Kord Yaralanmaları'nda Görev Odaklı

Eğitim: Spinal kord yaralanmalarından (SKY) sonra yürüme yeteneğini yeniden kazanmak, bireylerin en temel rehabilitasyon hedeflerinden biridir (Nadeau, Duclos, Bouyer, & Richards, 2011). Görev odaklı yaklaşım, nörolojik rehabilitasyonda motor öğrenme ilkelerine dayanan ve işlevsel görevlere yoğun tekrarla odaklanan bir yöntem olarak hem inme hem de spinal kord yaralanması sonrasında yürümenin yeniden eğitilmesinde “en iyi uygulama” yaklaşımı olarak kabul edilmektedir (Sunnarhagen, 2010).

Görev odaklı yürüme eğitimi, mobilitayı destekleyen işlevsel güçlendirme, denge, dayanıklılık ve yürüme alt görevlerinin tekrarlı uygulamasını içerir. Bu sayede kaslar yürüme sırasında kullanılan kasılma biçimlerinde (konsantrik, eksantrik, izometrik) ve hızlarında çalıştırılır; kas aktivasyonlarının ritmi, koordinasyonu ve yürüme ilişkili öngörülse ayarlamalar güçlendirilir. Eğitim sırasında bireyselleştirilmiş görevlerin seçilmesi, kişinin mevcut duyuusal-

motor bozukluklarına ve fonksiyonel düzeyine göre uyarlanması önem taşır (English, Hillier, & Lynch, 2017; Wevers et al., 2009).

Son yıllarda görev odaklı eğitim, teknolojik gelişmelerle desteklenmiştir. Vücut ağırlığı destekli treadmill (VADT), robot destekli yürüme sistemleri, elektriksel stimülasyon, sanal gerçeklik ortamları ve split-belt treadmill gibi uygulamalar, hastalara daha güvenli ve motive edici bir eğitim ortamı sunmaktadır. Bununla birlikte, meta-analizler VADT'nin veya robot destekli yürüyüş eğitiminin klasik görev odaklı terapiye üstün olmadığını, ancak uygun hasta gruplarında benzer fonksiyonel kazanımlar sağladığını göstermiştir (Dobkin et al., 2006; Mehrholz, Kugler, & Pohl, 2012).

Nadeau ve ark. (Nadeau et al., 2011), görev odaklı eğitimin en etkin şekilde uygulanabilmesi için biyomekanik yürüme analizinin önemini vurgulamıştır. Klasik klinik testler (örneğin ASIA veya LEMS) kas gücünü ölçebilse de yürüme sırasında ortaya çıkan karmaşık kas koordinasyonunu ve enerji üretimini değerlendiremez. Oysa üç boyutlu gait analizi ve elektromiyografi (EMG) kullanılarak yapılan değerlendirmeler, bireyin hangi kas gruplarında güçsüzlük, spastisite veya kompensatuar stratejiler bulunduğunu gösterir. Böylece tedavi planı bireye özgü hale getirilebilir (Teixeira-Salmela, Nadeau, Milot, Gravel, & Requião, 2008). Örneğin, plantar fleksörlerde güçsüzlük saptanan hastalarda itiş fazına yönelik güçlendirme, kalça ekstansörleri zayıf olanlarda ise erken duruş fazında kas aktivasyonunu artırmaya yönelik eğitim programları önerilmektedir (Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen, & Whittlesey, 2013).

Görev odaklı eğitimin başarısı yalnızca uygulama biçimiyle değil, uygun zamanlama ve doz ile de ilişkilidir. Basso ve Lang (Basso & Lang, 2017) spinal kord yaralanmasında erken dönemde uygulanan rehabilitasyonun inflamatuvar süreçlerle

etkileşime girebileceğini belirtmiştir. Özellikle yaralanmadan sonraki ilk haftalarda yüksek inflamasyon düzeyi mevcutsa, yoğun treadmill eğitimi maladaptif nöroplastisiteye yol açabilir (Buehner et al., 2012). Bu nedenle eğitimin, sinir dokusundaki mikroskobik ortamın daha elverişli hale geldiği dönemde başlatılması önerilmektedir (Dietz, 2009). Ayrıca klasik düz zemin treadmill eğitimi yerine eksantrik (yokuş aşağı) treadmill eğitimi, geç dönemde bile önemli fonksiyonel kazanımlar sağlamaktadır. Bu yöntem, eklem koordinasyonunu, ayak bileği kontrolünü ve gövde stabilitesini artırırken, inflamatuvar sitokin düzeylerini düşürmekte ve segmental öğrenmeyi yeniden kazandırmaktadır (Basso & Lang, 2017). Böylece, görev odaklı eğitimin eksantrik bileşenlerle zenginleştirilmiş biçimleri, kronik SKY olgularında dahi nöroplastisiteyi destekleyebilmektedir. Görev odaklı eğitimin spinal kord yaralanmasında etkili olabilmesi için:

1. Erken dönemde inflamasyon kontrolü sağlanmalı, uygun biyolojik pencere belirlenmelidir.
2. Eğitim bireyselleştirilmeli, biyomekanik gait analizi ile kas güçsüzlüğü ve kompensasyonlar hedeflenmelidir.
3. Eksantrik, fonksiyonel ve tekrara dayalı görevler birleştirilmelidir.
4. Eğitim süreci boyunca nöromusküler yanıtlar (örneğin EMG ile) izlenmeli ve program buna göre adapte edilmelidir.

Spinal kord yaralanmalarında görev odaklı eğitim, yalnızca fonksiyonel kazanım değil, aynı zamanda nöroplastisiteyi yönlendiren bir araç olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu etkinin ortaya çıkabilmesi için eğitimin zamanlaması, yoğunluğu ve görev seçimi, bireyin nörolojik ve biyomekanik özellikleri doğrultusunda dikkatle belirlenmelidir (Basso & Lang, 2017; Nadeau et al., 2011).

4. SONUÇ

GOE, erişkin nörolojik hastalıklarda nöroplastisiteyi harekete geçirerek motor öğrenmeyi destekleyen, kanıta dayalı ve hasta merkezli bir rehabilitasyon yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır. İnme, PH, MS ve SKY gibi farklı nörolojik tabloların her birinde bireyin işlevsel gereksinimlerine göre özelleştirilen, tekrarlı ve anlamlı görevlerin uygulanması; kortikal reorganizasyonu kolaylaştırmakta, motor performansı güçlendirmekte ve bağımsızlığı artırmaktadır. Görev odaklı eğitim, yalnızca fiziksel iyileşmeyi değil, bilişsel katılımı ve motivasyonu da destekleyen bütüncül bir öğrenme süreci sunar.

Teknolojik yeniliklerle (robotik sistemler, sanal gerçeklik, biyomekanik analiz vb.) zenginleştirildiğinde ise bu yaklaşım, rehabilitasyonun etkinliğini daha da artırma potansiyeline sahiptir. Ancak, uygulama protokollerinin standardizasyonu, uygun doz ve zamanlamanın belirlenmesi ile uzun dönem etkilerin sistematik biçimde araştırılması gereklidir. Sonuç olarak, görev odaklı eğitim; erişkin nörolojik rehabilitasyonda nöroplastisiteye dayalı fonksiyonel iyileşmenin en güçlü araçlarından biri olarak, modern nörolojik fizyoterapinin temel bileşeni haline gelmiştir.

KAYNAKÇA

- Arya, K. N., Pandian, S., Vikas, & Puri, V. (2018). Mirror Illusion for Sensori-Motor Training in Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 27(11), 3236–3246. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.07.012>
- Basso, D. M., & Lang, C. E. (2017). Consideration of Dose and Timing When Applying Interventions After Stroke and Spinal Cord Injury. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 41, S24–S31. <https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000165>
- Bernspng, B., & Fisher, A. G. (1995). Differences between persons with right or left cerebral vascular accident on the assessment of motor and process skills. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76(12), 1144–1151. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(95\)80124-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(95)80124-3)
- Buehner, J. J., Forrest, G. F., Schmidt-Read, M., White, S., Tansey, K., & Basso, D. M. (2012). Relationship Between ASIA Examination and Functional Outcomes in the NeuroRecovery Network Locomotor Training Program. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(9), 1530–1540. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.02.035>
- Cabrera-Martos, I., Ortiz-Rubio, A., Torres-Sánchez, I., Rodríguez-Torres, J., López-López, L., & Valenza, M. C. (2019). A randomized controlled study of whether setting specific goals improves the effectiveness of therapy in people with Parkinson's disease. *Clinical Rehabilitation*, 33(3), 465–472. <https://doi.org/10.1177/0269215518815217>
- Carlsson, H., Rosén, B., Björkman, A., Pessah-Rasmussen, H., & Brogårdh, C. (2021). SENSory re-learning of the UPPER limb (SENSUPP) after stroke: development and description of a

- novel intervention using the TIDieR checklist. *Trials*, 22(1), 430. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05375-6>
- Cikajlo, I., Hukić, A., Dolinšek, I., Zajc, D., Vesel, M., Krizmanič, T., ... Peterlin Potisk, K. (2018). Can telerehabilitation games lead to functional improvement of upper extremities in individuals with Parkinson's disease? *International Journal of Rehabilitation Research*, 41(3), 230–238. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000291>
- Cirstea, M. C., & Levin, M. F. (2007). Improvement of Arm Movement Patterns and Endpoint Control Depends on Type of Feedback During Practice in Stroke Survivors. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21(5), 398–411. <https://doi.org/10.1177/1545968306298414>
- Cramer, S. C., Sur, M., Dobkin, B. H., O'Brien, C., Sanger, T. D., Trojanowski, J. Q., ... Vinogradov, S. (2011). Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*, 134(6), 1591–1609. <https://doi.org/10.1093/brain/awr039>
- da Silva, P. B., Antunes, F. N., Graef, P., Cechetti, F., & Pagnussat, A. de S. (2015). Strength Training Associated with Task-Oriented Training to Enhance Upper-Limb Motor Function in Elderly Patients with Mild Impairment After Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 94(1), 11–19. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000135>
- Daly, J. J., & Ruff, R. L. (2007). Construction of Efficacious Gait and Upper Limb Functional Interventions Based on Brain Plasticity Evidence and Model-Based Measures For Stroke Patients. *The Scientific World JOURNAL*, 7, 2031–2045. <https://doi.org/10.1100/tsw.2007.299>

- Dietz, V. (2009). Body weight supported gait training: From laboratory to clinical setting. *Brain Research Bulletin*, 78(1), I–VI. [https://doi.org/10.1016/S0361-9230\(08\)00410-3](https://doi.org/10.1016/S0361-9230(08)00410-3)
- Dobkin, B., Apple, D., Barbeau, H., Basso, M., Behrman, A., Deforge, D., ... Scott, M. (2006). Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology*, 66(4), 484–493. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000202600.72018.39>
- Ellis, T., Boudreau, J. K., DeAngelis, T. R., Brown, L. E., Cavanaugh, J. T., Earhart, G. M., ... Dibble, L. E. (2013). Barriers to Exercise in People With Parkinson Disease. *Physical Therapy*, 93(5), 628–636. <https://doi.org/10.2522/ptj.20120279>
- Enciu, A. M., Nicolescu, M. I., Manole, C. G., Mureşanu, D. F., Popescu, L. M., & Popescu, B. O. (2011). Neuroregeneration in neurodegenerative disorders. *BMC Neurology*, 11(1), 75. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-11-75>
- English, C., Hillier, S. L., & Lynch, E. A. (2017). Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(6). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007513.pub3>
- Flachenecker, P. (2015). Clinical implications of neuroplasticity - the role of rehabilitation in multiple sclerosis. *Frontiers in Neurology*, 6, 36. <https://doi.org/10.3389/fneur.2015.00036>
- French, B., Thomas, L. H., Coupe, J., McMahon, N. E., Connell, L., Harrison, J., ... Watkins, C. L. (2016). Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2016(11). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006073.pub3>
- Gregor, S., Saumur, T. M., Crosby, L. D., Powers, J., & Patterson, K. K. (2021). Study Paradigms and Principles Investigated in

- Motor Learning Research After Stroke: A Scoping Review. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 3(2), 100111. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100111>
- Harvey, R. L. (2009). Improving poststroke recovery: Neuroplasticity and task-oriented training. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, 11(3), 251–259. <https://doi.org/10.1007/s11936-009-0026-4>
- Hillig, T., Ma, H., & Dorsch, S. (2019). Goal-oriented instructions increase the intensity of practice in stroke rehabilitation compared with non-specific instructions: a within-participant, repeated measures experimental study. *Journal of Physiotherapy*, 65(2), 95–98. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.02.007>
- Ibrahim, R., Abdullahi, A., Salihu, A. T., & Lawal, I. U. (2025). Intensity of task-specific training for functional ability post-stroke: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 39(9), 1133–1155. <https://doi.org/10.1177/02692155251351906>
- Jeon, B.-J., Kim, W.-H., & Park, E.-Y. (2015). Effect of task-oriented training for people with stroke: a meta-analysis focused on repetitive or circuit training. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 22(1), 34–43. <https://doi.org/10.1179/1074935714Z.00000000035>
- Jones, E. G. (1994). Santiago Ramón y Cajal and the Croonian Lecture, March 1894. *Trends in Neurosciences*, 17(5), 190–192. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(94\)90100-7](https://doi.org/10.1016/0166-2236(94)90100-7)
- Krakauer, J. W., Hadjiosif, A. M., Xu, J., Wong, A. L., & Haith, A. M. (2019). Motor Learning. In *Comprehensive Physiology* (pp. 613–663). Wiley. <https://doi.org/10.1002/cphy.c170043>
- Ksiazek-Winiarek, D. J., Szpakowski, P., & Glabinski, A. (2015). Neural Plasticity in Multiple Sclerosis: The Functional and

- Molecular Background. *Neural Plasticity*, 2015, 1–11.
<https://doi.org/10.1155/2015/307175>
- Magill RA, & Anderson DI. (2021). *Motor learning and control: concepts and applications* (12th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Mak, M. K. Y., & Hui-Chan, C. W. Y. (2008). Cued task-specific training is better than exercise in improving sit-to-stand in patients with Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Movement Disorders*, 23(4), 501–509.
<https://doi.org/10.1002/mds.21509>
- Mathiowetz, V. (2016). Task-Oriented Approach to Stroke Rehabilitation. In *Stroke Rehabilitation* (pp. 59–78). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-17281-3.00003-4>
- Mehrholz, J., Kugler, J., & Pohl, M. (2012). Locomotor training for walking after spinal cord injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2012(11).
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD006676.pub3>
- Mingming, Y., Bolun, Z., Zhijian, L., Yingli, W., & Lanshu, Z. (2022). Effectiveness of computer-based training on post-stroke cognitive rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Neuropsychological Rehabilitation*, 32(3), 481–497.
<https://doi.org/10.1080/09602011.2020.1831555>
- Nadeau, S., Duclos, C., Bouyer, L., & Richards, C. L. (2011). *Guiding task-oriented gait training after stroke or spinal cord injury by means of a biomechanical gait analysis*.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53355-5.00011-7>
- Narayan Arya, K., Verma, R., Garg, R. K., Sharma, V. P., Agarwal, M., & Aggarwal, G. G. (2012). Meaningful Task-Specific Training (MTST) for Stroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 19(3), 193–211. <https://doi.org/10.1310/tsr1903-193>

- Newell, K. M. (1985). *Coordination, Control and Skill*.
[https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)62541-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)62541-8)
- Pepping, M., & Ehde, D. M. (2005). Neuropsychological Evaluation and Treatment of Multiple Sclerosis: The Importance of a Neuro-rehabilitation Focus. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16(2), 411–436.
<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.01.009>
- Pickersgill, J. W., Turco, C. V., Ramdeo, K., Rehisi, R. S., Foglia, S. D., & Nelson, A. J. (2022). The Combined Influences of Exercise, Diet and Sleep on Neuroplasticity. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.831819>
- Prosperini, L., Piattella, M. C., Giannì, C., & Pantano, P. (2015). Functional and Structural Brain Plasticity Enhanced by Motor and Cognitive Rehabilitation in Multiple Sclerosis. *Neural Plasticity*, 2015, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2015/481574>
- Rensink, M., Schuurmans, M., Lindeman, E., & Hafsteinsdóttir, T. (2009). Task-oriented training in rehabilitation after stroke: systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, 65(4), 737–754. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2008.04925.x>
- Robertson, D. G. E., Caldwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. (2013). *Research methods in biomechanics* (Second Edition). Human kinetics.
- Saes, M., Mohamed Refai, M. I., van Beijnum, B. J. F., Bussmann, J. B. J., Jansma, E. P., Veltink, P. H., ... Kwakkel, G. (2022). Quantifying Quality of Reaching Movements Longitudinally Post-Stroke: A Systematic Review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 36(3), 183–207.
<https://doi.org/10.1177/15459683211062890>
- Schambra, H. M., Parnandi, A., Pandit, N. G., Uddin, J., Wirtanen, A., & Nilsen, D. M. (2019). A Taxonomy of Functional Upper

- Extremity Motion. *Frontiers in Neurology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00857>
- Seng, C., Luo, W., & Földy, C. (2022). Circuit formation in the adult brain. *European Journal of Neuroscience*, 56(3), 4187–4213. <https://doi.org/10.1111/ejn.15742>
- Soke, F., Guclu-Gunduz, A., Kocer, B., Fidan, I., & Keskinoglu, P. (2021). Task-oriented circuit training combined with aerobic training improves motor performance and balance in people with Parkinson's Disease. *Acta Neurologica Belgica*, 121(2), 535–543. <https://doi.org/10.1007/s13760-019-01247-8>
- Stewart, J. C., Handlery, K., Baird, J. F., Blanck, E. L., Pathak, G., & Fritz, S. L. (2020). Targeted Engagement of the Action Selection Network during Task-Oriented Arm Training after Stroke. *Neural Plasticity*, 2020, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/8814158>
- Sunnerhagen, K. (2010). Commentary on gait training in patients with spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 42(6), 527–527. <https://doi.org/10.2340/16501977-0571>
- Teixeira-Salmela, L. F., Nadeau, S., Milot, M.-H., Gravel, D., & Requião, L. F. (2008). Effects of cadence on energy generation and absorption at lower extremity joints during gait. *Clinical Biomechanics*, 23(6), 769–778. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.02.007>
- Tomassini, V., Johansen-Berg, H., Jbabdi, S., Wise, R. G., Pozzilli, C., Palace, J., & Matthews, P. M. (2012). Relating Brain Damage to Brain Plasticity in Patients With Multiple Sclerosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(6), 581–593. <https://doi.org/10.1177/1545968311433208>
- Tomassini, V., Johansen-Berg, H., Leonardi, L., Paixão, L., Jbabdi, S., Palace, J., ... Matthews, P. M. (2011). Preservation of motor skill learning in patients with multiple sclerosis.

- Multiple Sclerosis Journal*, 17(1), 103–115.
<https://doi.org/10.1177/1352458510381257>
- Uswatte, G., & Taub, E. (2013). *Constraint-Induced Movement Therapy*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63327-9.00015-1>
- Vanbellinghen, T., Nyffeler, T., Nigg, J., Janssens, J., Hoppe, J., Nef, T., ... Bohlhalter, S. (2017). Home based training for dexterity in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Parkinsonism & Related Disorders*, 41, 92–98.
<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2017.05.021>
- Vive, S., af Geijerstam, J.-L., Kuhn, H. G., & Bunketorp-Käll, L. (2020). Enriched, Task-Specific Therapy in the Chronic Phase After Stroke: An Exploratory Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 44(2), 145–155.
<https://doi.org/10.1097/NPT.0000000000000309>
- Wevers, L., van de Port, I., Vermue, M., Mead, G., & Kwakkel, G. (2009). Effects of Task-Oriented Circuit Class Training on Walking Competency After Stroke. *Stroke*, 40(7), 2450–2459.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.541946>
- Yang, Y.-R., Wang, R.-Y., Lin, K.-H., Chu, M.-Y., & Chan, R.-C. (2006). Task-oriented progressive resistance strength training improves muscle strength and functional performance in individuals with stroke. *Clinical Rehabilitation*, 20(10), 860–870. <https://doi.org/10.1177/0269215506070701>

YAŞLI BİREYLERDE BEYİN EGZERSİZLERİNİN BİLİŞSEL SAĞLIK VE YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: MULTİDİSİPLİNER BİR DEĞERLENDİRME

Furkan KILIÇ¹

Eyyüp DEMİRPOLAT²

1. GİRİŞ

Dünya genelinde yaşlı nüfusun oranı hızla artmakta ve bu demografik dönüşüm hem sağlık sistemleri hem de sosyal hizmet yapıları üzerinde yeni gereksinimler doğurmaktadır. Yaşam süresinin uzamasıyla birlikte, bilişsel işlevlerde azalma, hafıza zayıflığı ve nörolojik gerileme gibi yaşlanmaya özgü sorunlar yaygınlaşmaktadır (Harada vd., 2013; Livingston vd., 2020). Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ, 2021) raporuna göre bilişsel gerileme, yaşlı bireylerde bağımsız yaşam kapasitesini sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Bu durum yalnızca bireysel bir sağlık problemi değil, aynı zamanda toplumsal düzeyde bir halk sağlığı sorunu olarak da ele alınmaktadır (World Health Organization, 2021).

Yaşlanma sürecinde ortaya çıkan bilişsel bozulmalar, bireyin yaşam kalitesini doğrudan etkileyerek günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığın azalmasına, sosyal izolasyona ve psikolojik iyi oluşta düşüşe neden olmaktadır (Tuncay & Fertelli, 2018; Godin vd., 2019; He vd., 2023). Bu nedenle bilişsel sağlığın

¹ Öğr. Gör, Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri MYO Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0003-3549-4883.

² Dr. Öğr. Gör, Bingöl Üniversitesi Sağlık Bilimleri MYO Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0001-6601-5756.

korunması, yaşlı bireylerin fiziksel ve psikososyal iyilik hallerinin sürdürülebilmesi açısından önleyici bir hedef haline gelmiştir. Günümüzde beyin egzersizleri, bilişsel kapasiteyi güçlendirmeye ve nöroplastisiteyi desteklemeye yönelik etkili yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Lampit vd., 2014; Chapman vd., 2016; Nguyen vd., 2019).

Beyin egzersizleri; dikkat, hafıza, problem çözme, dil ve yürütücü işlevler gibi bilişsel alanları hedefleyen sistematik aktiviteleri kapsar. Bu aktiviteler, sinir hücreleri arasındaki bağlantıların güçlenmesini sağlayarak bilişsel rezerv oluşumuna katkıda bulunur (Baştuğ & Özel, 2016). Bilişsel rezerv, yaşlanma veya nörolojik hastalık süreçlerinde beynin hasara karşı direnç kapasitesini artıran bir koruyucu mekanizmadır. Bu bağlamda beyin egzersizlerinin düzenli uygulanması, yaşlı bireylerin bilişsel işlevlerinde anlamlı iyileşmeler sağlamanın yanı sıra öz-yeterlik algısı, sosyal etkileşim ve yaşam doyumu gibi psikososyal göstergeleri de olumlu yönde etkilemektedir (Wolinsky vd., 2006; Kılıç vd., 2023).

Bu konu yalnızca nörolojik veya psikolojik bir çerçevede değil, multidisipliner bir bakış açısıyla ele alınmalıdır. Halk sağlığı disiplini açısından beyin egzersizleri, yaşlılıkta bilişsel gerilemenin önlenmesi ve toplumsal sağlığın korunması yönünde önemli bir koruyucu müdahale niteliği taşımaktadır (Akyol & Küçükgüçlü, 2018). Sosyal hizmet disiplini, yaşlı bireylerin sosyal çevreleriyle etkileşimlerini güçlendirerek bilişsel egzersizleri sosyal katılımın bir aracı olarak kullanabilir (Yıldırım, 2021; Woods vd., 2023). Bu bağlamda beyin egzersizleri, yaşlı bireylerin hem bilişsel kapasitelerini sürdürmelerine hem de yaşam kalitelerini artırmalarına katkı sağlayan çok yönlü bir müdahale yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Bu bölüm, yaşlı bireylerde beyin egzersizlerinin bilişsel işlevler ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini, halk sağlığı, sosyal hizmet ve rehabilitasyon bakış açılarıyla değerlendiren güncel bir derleme niteliği taşımaktadır. Çalışmanın amacı, literatürde yer alan güncel bilimsel bulgular doğrultusunda beyin egzersizlerinin etkililik düzeyini incelemek, farklı disiplinlerin bu alandaki rollerini tanımlamak ve Türkiye bağlamında uygulanabilir müdahale önerileri sunmaktır.

2. YAŞLILIK, BİLİŞSEL SAĞLIK VE YAŞAM KALİTESİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Yaşlılık dönemi, fizyolojik, psikolojik ve sosyal alanlarda çok boyutlu değişimlerin yaşandığı karmaşık bir süreçtir. Bu dönemde en dikkat çekici değişimlerden biri bilişsel işlevlerdeki azalmadır. Hafıza, dikkat, yürütücü işlevler ve işleme hızında görülen düşüşler, yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirme kapasitelerini doğrudan etkiler (Şafak vd., 2019; Kızılgut & Can, 2024). Bilişsel sağlık, yalnızca zihinsel yeteneklerin korunmasını değil, aynı zamanda bireyin çevresiyle etkileşim kurabilme, karar verebilme ve toplumsal yaşamda aktif rol alma kapasitesini de içerir (Fernández vd., 2023). Bu bağlamda bilişsel sağlık, yaşlı bireylerin yaşam kalitesinin belirleyici bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir.

Yaşam kalitesi; bireyin fiziksel sağlık durumu, psikolojik iyilik hâli, sosyal ilişkileri ve çevresel koşulları kapsayan çok boyutlu ve öznel bir kavramdır. Yaşlı bireylerde görülen bilişsel gerileme, bu boyutların tamamını olumsuz yönde etkileyebilmekte; özellikle bilişsel işlevlerdeki yetersizlik, bağımsız yaşam becerilerinin zayıflaması, sosyal izolasyonun artması ve depresif belirtilerin ortaya çıkması gibi sonuçlara yol açabilmektedir. (Kılıç vd., 2023). Araştırmalar, yüksek bilişsel kapasiteye sahip yaşlı bireylerin daha yüksek öznel yaşam

doyumuna ve sosyal katılıma sahip olduklarını göstermektedir (Enkvist vd., 2013; Idárraga-Cabrera & Dueñas, 2020; Liu & Kao, 2020). Dolayısıyla bilişsel sağlık, yaşam kalitesinin hem doğrudan hem de dolaylı belirleyicisidir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bilişsel sağlığın korunmasında yalnızca biyolojik faktörlerin değil, aynı zamanda psikososyal ve çevresel etkenlerin de önemli rol oynadığını ortaya koymuştur. Sosyal destek ağlarının güçlü olması, zihinsel uyarım içeren aktivitelerin sürdürülmesi ve yaşam boyu öğrenme davranışlarının teşvik edilmesi, yaşlılıkta bilişsel esnekliği artırmaktadır (Taylor vd., 2025; Binh & Nghi, 2025). Sosyal hizmet disiplini bu noktada devreye girerek yaşlı bireylerin toplumsal katılımını ve sosyal etkileşim düzeyini artıran müdahaleler geliştirmekte; böylece hem bilişsel sağlığın korunmasına hem de yaşam kalitesinin güçlenmesine katkı sunmaktadır.

Bilişsel sağlık ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkiyi etkileyen bir diğer boyut ise yaşlı bireylerin sağlık okuryazarlığı ve öz-bakım davranışlarıdır. Halk sağlığı açısından bakıldığında, bireylerin bilişsel sağlığı destekleyici yaşam tarzı alışkanlıkları edinmeleri —örneğin zihinsel egzersizler, sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite ve sosyal etkileşim— yaşlılıkta nörodejeneratif süreçlerin yavaşlamasına katkı sağlamaktadır (Zhou vd., 2022; Ye vd., 2023). Rehabilitasyon ve engelli bakımı alanında yürütülen programlar ise, bilişsel yetersizliklerin erken tanılanması ve işlevsel becerilerin yeniden kazandırılmasına odaklanmaktadır (Naaman vd., 2024). Bu bütüncül yaklaşım, yaşlı bireylerde hem bilişsel hem de psikososyal iyilik hâlinin korunmasına hizmet eder.

Sonuç olarak, yaşlılıkta bilişsel sağlık ve yaşam kalitesi birbirini karşılıklı olarak besleyen iki temel kavramdır. Beyin egzersizleri, bu iki alan arasında köprü görevi görerek hem

zihinsel kapasiteyi güçlendirmekte hem de bireyin sosyal ve psikolojik iyilik hâlini desteklemektedir. Dolayısıyla yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmaya yönelik bütüncül yaklaşımlarda, beyin egzersizleri önemli bir müdahale alanı olarak ele alınmalıdır.

3. BEYİN EGZERSİZLERİNİN KAVRAMSAL TEMELLERİ

Beyin egzersizleri, yaşlı bireylerin bilişsel işlevlerini koruma ve geliştirme amacıyla kullanılan sistematik ve planlı zihinsel etkinlikler bütünüdür. Bu uygulamalar, özellikle dikkat, hafıza, yürütücü işlevler, problem çözme, işleme hızı ve dil becerileri gibi bilişsel alanları hedefler. Amaç, yaşlanma süreciyle birlikte doğal olarak ortaya çıkan bilişsel yavaşlamayı en aza indirerek zihinsel çevikliğin sürdürülmesini sağlamaktır (Velloso vd, 2025).

Kavramsal olarak beyin egzersizleri üç temel çerçevede ele alınır: bilişsel stimülasyon, bilişsel eğitim ve bilişsel rehabilitasyon (Bahar-Fuchs vd., 2013). Bu üç yaklaşım, uygulama biçimi ve hedef grupları açısından farklılaşmakla birlikte aynı amaca, yani bilişsel sağlığın korunmasına hizmet eder. Bilişsel stimülasyon, yaşlı bireylerin sosyal ve zihinsel açıdan aktif kalmalarını sağlayan grup temelli etkinlikleri içerir. Bu etkinlikler arasında sohbet grupları, okuma saatleri, müzik dinleme, bulmaca çözme veya hikâye paylaşımı gibi sosyal etkileşimi güçlendiren aktiviteler yer alır. Araştırmalar, bilişsel stimülasyonun yalnızca bilişsel performansı değil, aynı zamanda sosyal katılımı, özsaygıyı ve psikolojik iyilik hâlini de güçlendirdiğini göstermektedir (Jiménez-Palomares vd., 2025).

Bilişsel eğitim, yaşlı bireylerin belirli bilişsel alanlardaki zayıflıklarını hedefleyen yapılandırılmış egzersizleri kapsar. Bu egzersizler genellikle dikkat, kısa süreli bellek, görsel-uzamsal

beceriler ve işleme hızı gibi belirli işlevlere odaklanır. Bilgisayar tabanlı programlar (ör. Lumosity, CogniFit, BrainHQ) bireyin performansına göre uyarlanabilir düzeylerde görevler sunarak öğrenme sürecini kişiselleştirir. Bu tür uygulamaların nöropsikolojik temeli, beynin belirli bölgelerinde (özellikle prefrontal korteks ve hipokampus) sinaptik etkinliği artırmasıyla ilişkilidir (Hosseini vd., 2014). Nitekim uzunlamasına çalışmalar, düzenli bilişsel eğitimin işleme hızını, kısa süreli belleği ve yürütücü işlevleri anlamlı biçimde geliştirdiğini ortaya koymuştur (Lampit vd., 2014).

Bilişsel rehabilitasyon, bilişsel işlev kaybı yaşayan bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlıklarını yeniden kazanmalarını hedefleyen, bireyselleştirilmiş bir müdahale biçimidir. Bu uygulamalar, bireyin güçlü ve zayıf yönlerinin değerlendirilmesiyle başlar ve dikkat, planlama, organizasyon, hafıza stratejileri gibi alanlarda beceri kazandırmayı amaçlar (Cicerone vd., 2019). Özellikle demans, inme veya travmatik beyin hasarı sonrası görülen bilişsel yetersizliklerde, ergoterapi ve nöropsikolojik rehabilitasyon yaklaşımlarıyla bütünleştirilmiş programlar olumlu sonuçlar vermektedir. Bu süreçte yalnızca bilişsel beceriler değil, bireyin öz-yeterlik algısı ve psikososyal uyumu da güçlenir (Velloso vd., 2025).

Beyin egzersizlerinin etkili olmasının temelinde nöroplastisite yer alır. Nöroplastisite, beynin yeni öğrenmeler veya çevresel deneyimler sonucu sinaptik bağlantılarını yeniden düzenleme ve yeni nöronal ağlar oluşturma kapasitesidir (Valkanova vd., 2014). Yaşlanmayla birlikte bu kapasitede doğal bir azalma görülse de düzenli bilişsel aktiviteler, sinaptik plastisiteyi destekleyerek bu sürecin yavaşlamasına katkı sağlar. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) çalışmaları, düzenli zihinsel egzersiz yapan yaşlı bireylerde hipokampal gri madde hacminde artış ve yürütücü işlev performansında iyileşme olduğunu göstermektedir (Hosseini vd., 2014). Ayrıca sosyal

etkileşim, fiziksel aktivite, yeterli beslenme ve öğrenme fırsatları gibi çevresel faktörlerin nöroplastisiteyi desteklediği bilinmektedir (Park & Bischof, 2013).

Bu bağlamda beyin egzersizleri yalnızca bireysel bilişsel kapasiteyi güçlendiren bir uygulama değil, aynı zamanda toplumsal düzeyde bilişsel sağlığın korunmasına katkı sağlayan bir halk sağlığı müdahalesidir. Halk sağlığı disiplini açısından bakıldığında, yaşlılıkta bilişsel sağlığı korumaya yönelik toplum temelli programlar, fiziksel aktivite kadar önemli görülmektedir (Martín-Rodríguez vd., 2025). Sosyal hizmet perspektifinden değerlendirildiğinde ise beyin egzersizleri, yaşlı bireylerin toplumsal katılımını güçlendiren, sosyal izolasyonu önleyen ve yaşam doyumunu artıran bir destek mekanizması olarak öne çıkar. Bu nedenle beyin egzersizleri, halk sağlığı, sosyal hizmet ve rehabilitasyon disiplinlerinin kesişiminde yer alan bütüncül bir uygulama alanıdır.

4. BEYİN EGZERSİZLERİNİN BİLİŞSEL İŞLEVLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yaşlanma süreciyle birlikte dikkat, yürütücü işlevler, hafıza ve işleme hızı gibi bilişsel becerilerde doğal bir azalma görülmektedir. Bu azalma, bireylerin günlük yaşamda karar verme, problem çözme ve sosyal etkileşim gibi işlevsel becerilerini olumsuz etkileyebilmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, düzenli olarak uygulanan beyin egzersizlerinin bu bilişsel gerilemeyi yavaşlattığını ve nöroplastisiteyi destekleyerek bilişsel işlevlerde iyileşme sağladığını ortaya koymuştur (Chen vd., 2020; Han vd., 2025).

Beyin egzersizlerinin temel etkisi, nöronal bağlantıların güçlenmesi ve bilişsel rezervin artırılmasıyla açıklanmaktadır. Özellikle çok alanlı bilişsel eğitim programları, yürütücü işlev, işleme hızı ve kısa süreli bellek üzerinde anlamlı gelişmeler

sağlamaktadır (Xu vd., 2023; Karamacoska vd., 2023). Nörogörüntüleme çalışmalarında, düzenli bilişsel egzersiz yapan bireylerde özellikle prefrontal korteks ve hipokampus bölgelerinde gri madde hacminde artış gözlemlenmiştir (Chen vd., 2020).

Ayrıca, bilişsel uyarım aktiviteleri —örneğin bulmaca çözme, okuma, sosyal etkileşim ve dikkat temelli oyunlar— yaşlı bireylerde dikkat ve çalışma belleği süreçlerini desteklemekte, depresyon ve anksiyete düzeylerini azaltmaktadır (Li vd., 2025). Bu bulgular, beyin egzersizlerinin sadece nörolojik açıdan değil, psikososyal refah açısından da olumlu katkılar sunduğunu göstermektedir.

Yeni yaklaşımlar arasında teknoloji destekli bilişsel antrenmanlar ve sanal gerçeklik (VR) tabanlı uygulamalar dikkat çekmektedir. Sanal gerçeklik ortamlarında yapılan egzersizlerin bilişsel esneklik, dikkat ve reaksiyon süresi üzerinde etkili olduğu ve katılım motivasyonunu artırdığı belirlenmiştir (Navarro-Ramos & Murataya-Gutiérrez, 2025). Türkiye’de yapılan bir pilot randomize kontrollü çalışmada, bilgisayar temelli çok alanlı bilişsel eğitim programının yaşlı bireylerin işleme hızı, yürütücü işlev ve hafıza üzerinde anlamlı gelişim sağladığı rapor edilmiştir (Akyol vd., 2025).

Nöroplastisite temelli bu etkiler, fiziksel egzersizle desteklendiğinde daha da güçlenmektedir. Özellikle aerobik, direnç ve ritmik egzersizlerin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeyini artırarak bilişsel kapasiteyi desteklediği saptanmıştır (Resende-Silva & Resende, 2025; Kazemi Pakdel & Kazemi Pakdel, 2025). Böylece, bilişsel egzersizlerin fiziksel aktivitelerle entegre edilmesi, yaşlılıkta bilişsel işlevlerin korunması ve yaşam kalitesinin artırılmasında bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

5. BEYİN EGZERSİZLERİNİN YAŞAMSAL İŞLEVLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yaşlı bireylerde bilişsel işlevlerin güçlendirilmesi, yalnızca zihinsel kapasitenin korunmasını değil, aynı zamanda yaşam kalitesinin yükseltilmesini de hedefleyen bütüncül bir yaklaşımdır. Yaşam kalitesi, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından bireyin fiziksel sağlığı, psikolojik durumu, bağımsızlık düzeyi, sosyal ilişkileri, kişisel inançları ve çevresiyle olan ilişkilerinden duyduğu memnuniyet olarak tanımlanır (World Health Organization, 2021). Bu çok boyutlu yapı içinde bilişsel sağlık, bireyin yaşam doyumu, özsaygısı ve sosyal işlevselliği üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır.

Beyin egzersizlerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini açıklamak için üç temel mekanizmadan söz edilebilir: psikolojik iyilik hâlinin güçlenmesi, sosyal etkileşimin artması ve öz-yeterlik algısının gelişmesi. İlk olarak, düzenli bilişsel egzersizlerin stres düzeyini azalttığı, depresyon ve anksiyete belirtilerini hafiflettiği, bilişsel kontrol duygusunu artırarak psikolojik iyilik hâlini desteklediği bildirilmektedir (Amer & Abd Allah, 2024). Bu bulgular, bilişsel uyarımın beyindeki nörotransmitter dengesi ve dopaminerjik sistem üzerinde pozitif etkiler yaratarak duygusal dengeyi güçlendirdiğini gösteren nöropsikolojik çalışmalarla da uyumludur (Navarro-Ramos & Murataya-Gutiérrez, 2025).

İkinci olarak, beyin egzersizleri sosyal etkileşimi teşvik ederek yalnızlık ve izolasyonun azaltılmasına katkıda bulunur. Grup temelli bilişsel aktiviteler, yaşlı bireylerin sosyal bağlarını güçlendirmekte, iletişim becerilerini desteklemekte ve toplumsal aidiyet duygusunu artırmaktadır (Barabasz vd., 2025). Sosyal ilişkilerin güçlenmesi, bireyin yaşam doyumu üzerinde doğrudan etkili olduğu gibi, depresyon riskini de azaltır. Türkiye’de yapılan yeni bir araştırmada, topluluk merkezlerinde yürütülen bilişsel

grup etkinliklerinin yaşı bireylerde hem sosyal katılım hem de yaşam doyumu üzerinde anlamlı artışlar sağladığı bildirilmiştir (Koç & Erman, 2025).

Üçüncü olarak, bilişsel egzersizler öz-yeterlik duygusunu geliştirerek bireylerin yaşam üzerinde kontrol algılarını güçlendirir. Öz-yeterlik, bireyin belirli bir görevi başarıyla yerine getirebilme inancı olarak tanımlanır (Bandura, 1997). Yaşı bireylerde bilişsel performansın artması, bu inancı destekleyerek bağımsız yaşama isteğini ve motivasyon düzeyini artırır. Özellikle dijital platformlar üzerinden yürütülen bilişsel eğitimlerin, bireylerin teknoloji kullanımına yönelik özyeterlik algılarını da geliştirdiği bildirilmektedir (Budhwani & Patil, 2024). Bu durum, yaşı bireylerin hem zihinsel hem de dijital topluma katılım düzeylerini yükselterek yaşam kalitesine çok boyutlu katkı sağlamaktadır.

Beyin egzersizlerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkisi yalnızca psikolojik değil, aynı zamanda fiziksel sağlıkla da ilişkilidir. Bilişsel faaliyetlerin sürdürülmesi, nörolojik ve kardiyovasküler sağlık açısından koruyucu etkiler yaratmakta; dolayısıyla genel yaşam süresini uzatma potansiyeline sahiptir (Sun vd. 2025). Rehabilitasyon alanında yapılan çalışmalarda, düzenli bilişsel etkinliklerin motor beceriler, denge ve günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığı da desteklediği gösterilmektedir (Witdiawati & Purnama, 2025). Bu nedenle beyin egzersizleri, bilişsel olduğu kadar fizyolojik iyilik hâline de katkı sağlayan bir yaşam kalitesi belirleyicisidir.

Sonuç olarak, beyin egzersizleri yaşı bireylerin yaşam kalitesini artırmada önemli bir psikososyal müdahale alanı olarak değerlendirilmektedir. Bu uygulamalar, bireyin öz-yeterliğini ve sosyal katılımını güçlendirirken, duygusal dengeyi destekleyen bir koruyucu işlev görür. Sosyal hizmet, halk sağlığı ve rehabilitasyon disiplinlerinin iş birliğiyle yürütülecek bilişsel

destek programları, yaşlı bireylerin hem zihinsel hem de sosyal yönden aktif kalmalarını sağlayarak bütüncül bir yaşam kalitesi anlayışına katkı sunmaktadır.

6. HALK SAĞLIĞI VE SOSYAL HİZMET PERSPEKTİFİNDEN BEYİN EGZERSİZLERİ

Beyin egzersizlerinin yaşlı bireylerde bilişsel sağlık ve yaşam kalitesi üzerindeki olumlu etkileri, yalnızca klinik düzeyde değil, aynı zamanda toplumsal ve çevresel faktörlerle de yakından ilişkilidir. Bu nedenle konu, özellikle halk sağlığı ve sosyal hizmet disiplinlerinin kesişiminde, multidisipliner bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Her iki disiplin de yaşlı bireylerin bilişsel işlevlerini koruma sürecinde tamamlayıcı roller üstlenir.

6.1. Halk Sağlığı Perspektifi

Halk sağlığı açısından beyin egzersizleri, yaşlı nüfusta zihinsel işlevlerin korunması ve bilişsel gerilemenin önlenmesi açısından birincil koruma aracı niteliğindedir. Güncel literatürde, bilişsel uyarımın ve sosyal katılım temelli müdahalelerin, fiziksel aktivite kadar yaşlılıkta sağlıklı bilişsel işlevleri korumada etkili olduğu belirtilmektedir (Lauretani vd., 2025). Toplum temelli bilişsel eğitim programları, yaşlı bireylerin aktif yaşlanma sürecine katılımını desteklerken, demans ve Alzheimer gibi nörodejeneratif hastalıkların başlangıcını geciktirmeye yardımcı olmaktadır (Tsiakiri vd., 2025).

Halk sağlığı uygulamaları genellikle önleyici ve eğitim temellidir. Bu kapsamda belediyeler, toplum sağlığı merkezleri ve yaşlı yaşam evleri gibi yerel kurumlarda yürütülen bilişsel aktivite atölyeleri, grup egzersizleri ve dijital uygulamalar giderek yaygınlaşmaktadır. Bu tür girişimler yalnızca zihinsel uyarımı değil, aynı zamanda sosyal katılımı ve topluluk temelli dayanışmayı da teşvik eder (Mack vd., 2025). Böylece beyin

egzersizleri, halk sađlđının temel hedeflerinden biri olan “yaşam boyu sađlđı geliştirme” ilkesine somut bir katkı sağlar.

Halk sađlđı bakış açısından önemli bir diğer nokta, eşitsizliklerin azaltılmasıdır. Dijital beyin egzersizi programlarına erişim, sosyoekonomik durum ve dijital okuryazarlık düzeyiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle halk sađlđı politikaları, düşük gelirli ve kırsal bölgelerde yaşayan yaşlı bireylerin bu tür bilişsel destek hizmetlerine erişimini kolaylaştıracak kapsayıcı stratejiler geliştirmelidir. Özellikle toplum merkezlerinde düşük maliyetli veya ücretsiz beyin egzersizi oturumlarının düzenlenmesi, yaşlı bireylerin hem zihinsel hem de sosyal olarak aktif kalmalarına katkı sağlayabilir (Siette vd., 2025).

6.2. Sosyal Hizmet Perspektifi

Sosyal hizmet disiplini, yaşlı bireylerin bilişsel sađlđını yalnızca nörolojik bir süreç olarak değil, bireyin çevresiyle olan ilişkileri ve sosyal bağlamı içinde ele alır. Bilişsel gerileme; yalnızlık, toplumsal dışlanma ve düşük yaşam doyumu gibi psikososyal sorunlarla yakından bağlantılıdır. Sosyal hizmet uzmanları bu noktada, bireyin sosyal destek ağlarını güçlendirmeye, katılımını artırmaya ve bilişsel sađlđı destekleyen sosyal ortamlar yaratmaya odaklanır (Eaton vd., 2024).

Sosyal hizmet kurumlarında uygulanan grup temelli bilişsel etkinlikler hem sosyal etkileşimi artırmakta hem de yaşlı bireylerin aidiyet duygusunu güçlendirmektedir. Ayrıca sosyal hizmet uzmanları, evde bakım hizmetleri kapsamında bireysel bilişsel egzersiz planları oluşturabilir; aile üyelerine yaşlı bireyin zihinsel sađlđını destekleyici yöntemler hakkında rehberlik edebilir. Bu yaklaşım, özellikle sosyal izolasyon riski taşıyan yaşlılarda öz-yeterlik duygusunu geliştirmekte ve psikolojik iyilik hâlini artırmaktadır (Park, 2025).

Bu bağlamda sosyal hizmetin koruyucu ve önleyici işlevi, beyin egzersizlerinin etkisini artıran sosyal bir altyapı oluşturur. Özellikle yalnız yaşayan veya sosyal izolasyon riski yüksek bireyler için düzenlenecek sosyal katılım odaklı bilişsel programlar hem bilişsel gerilemeyi yavaşlatmakta hem de psikososyal iyilik hâlini desteklemektedir (Neils-Strunjas & Mahendra, 2025). Sosyal hizmetin bu alandaki katkısı, yaşlı bireyin yalnızca zihinsel değil, bütüncül anlamda yaşam kalitesini koruyan bir güçlendirme süreci olarak değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, halk sağlığı ve sosyal hizmet disiplinlerinin iş birliği, beyin egzersizlerinin etkisini artıran tamamlayıcı bir yapı sunmaktadır. Halk sağlığı bilişsel sağlığı koruma ve toplumsal farkındalık yaratma yönünde önleyici stratejiler geliştirirken, sosyal hizmet bireyin psikososyal dayanıklılığını ve sosyal katılımını güçlendirmektedir. Bu iki disiplinin etkileşimi, yaşlı bireylerde bilişsel sağlığı sürdürmenin ve yaşam kalitesini artırmanın en etkili yollarından biridir.

7. SONUÇ

Yaşlılık, yalnızca kronolojik bir ilerleme değil; biyolojik, psikolojik ve sosyal sistemlerde eşzamanlı değişimlerin yaşandığı karmaşık bir dönemdir. Bu süreçte bilişsel işlevlerde meydana gelen azalmalar, bireylerin yaşam kalitesi, bağımsızlık düzeyi ve toplumsal katılım üzerinde doğrudan belirleyici olmaktadır (Lampit vd., 2014). Yaşlanmaya bağlı bilişsel gerilemenin önlenmesinde veya yavaşlatılmasında beyin egzersizleri, çağdaş literatürde etkili bir koruyucu müdahale aracı olarak değerlendirilmektedir. Bu egzersizlerin dikkat, bellek, yürütücü işlevler ve işleme hızı gibi bilişsel alanlarda olumlu etkiler sağladığı; düzenli uygulandığında ise bilişsel kapasitede kalıcı iyileşmeler yarattığı gösterilmiştir (Nguyen, 2019).

Bilişsel egzersizlerin temelinde yer alan nöroplastisite olgusu, beynin yaşam boyu yeniden yapılanabilme ve yeni bağlantılar kurabilme kapasitesine işaret etmektedir. Nörogörüntüleme çalışmalarında, yaşlı bireylerde bilişsel eğitim sonrası gri madde hacmi artışı ve sinirsel bağlantı yoğunluğunda güçlenme gözlenmiştir (Li vd., 2025). Bu durum, beyin egzersizlerinin yalnızca bilişsel performansı değil, aynı zamanda biyolojik düzeyde beyin yapısını da desteklediğini ortaya koymaktadır. Türkiye’de yürütülen araştırmalar, bilişsel egzersizlerin yaşlı bireylerin dikkat, hafıza ve problem çözme becerilerinde belirgin gelişmeler sağladığını; dolayısıyla yaşam kalitesine olumlu katkılar sunduğunu göstermektedir (Göktaş vd., 2016). Bu bağlamda, bilişsel egzersizlerin ülkemiz koşullarında da uygulanabilir, düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir halk sağlığı müdahalesi olduğu söylenebilir.

Halk sağlığı perspektifinden bakıldığında, yaşlı nüfusun hızla arttığı toplumlarda bilişsel egzersizlerin yaygınlaştırılması önleyici bir sağlık politikası olarak görülmelidir. Özellikle dijital bilişsel eğitim uygulamaları, geniş yaşlı nüfusa ulaşmayı kolaylaştıran düşük maliyetli çözümler sunmaktadır (Silva, 2024). Ancak, dijital uçurum ve sosyoekonomik eşitsizlikler nedeniyle dijital erişimi sınırlı olan bireyler için yüz yüze grup etkinliklerinin sürdürülmesi önem taşımaktadır. Bu tür topluluk temelli bilişsel aktiviteler, sosyal etkileşimi teşvik ederek yalnızlık ve izolasyonun olumsuz etkilerini azaltmakta, aynı zamanda psikolojik dayanıklılığı ve öz-yeterlik duygusunu güçlendirmektedir (Liu & Jiang, 2025).

Sosyal hizmet disiplini açısından beyin egzersizleri, yalnızca bir sağlık müdahalesi değil; sosyal bütünleşmeyi ve aktif yaşlanmayı destekleyen bir uygulama alanıdır. Grup temelli bilişsel etkinlikler, yaşlı bireylerin aidiyet duygusunu güçlendirmekte ve toplumsal katılımı artırmaktadır (Park & Bischof, 2013). Sosyal hizmet uzmanları bu süreçte yaşlı

bireylerin sosyal çevreleriyle ilişkilerini canlı tutmak, bakım verenleri bilinçlendirmek ve evde bakım hizmetlerine bilişsel destek unsurlarını entegre etmek gibi çok boyutlu roller üstlenebilir. Böylece bilişsel sağlığı korumaya yönelik çabalar, sosyal güçlendirme yaklaşımıyla birleşerek yaşlı bireylerin yaşam doyumunu artırabilir (Han, 2022).

Disiplinler arası iş birliği, bilişsel sağlığı korumaya yönelik programların başarısı açısından kritik öneme sahiptir. Halk sağlığı uzmanları, sosyal hizmet profesyonelleri, gerontologlar ve nöropsikologlardan oluşan ekiplerin iş birliği içinde yürüttüğü programlar, yaşlı bireylerin bilişsel durumlarını düzenli olarak değerlendirip kişiselleştirilmiş egzersiz planları oluşturmaktadır (James vd., 2024). Bu modellerin yerel yönetimler ve üniversiteler tarafından desteklenmesi, uygulamaların sürdürülebilirliğini ve yaygın etkisini artıracaktır. Ayrıca, bilişsel eğitimlerin fiziksel egzersizlerle bütünleştirilmesi hem nörolojik hem de fizyolojik düzeyde daha güçlü sonuçlar doğurmaktadır (Xu, 2023). Bu nedenle, çok boyutlu müdahale modelleri yaşlılık politikalarının temel bir bileşeni olarak kabul edilmelidir.

Sonuç olarak, beyin egzersizleri yaşlılık döneminde bilişsel işlevlerin korunması, yaşam kalitesinin artırılması ve toplumsal katılımın güçlendirilmesi açısından yüksek potansiyele sahip bilimsel olarak temellendirilmiş bir uygulamadır. Türkiye’de ve dünyada yaşlı nüfusun giderek artması, bilişsel sağlığın korunmasını halk sağlığı politikalarının stratejik bir parçası haline getirmeyi zorunlu kılmaktadır. “Aktif yaşlanma” vizyonu doğrultusunda, bilişsel egzersizlerin yalnızca bireysel çabalarla değil, aynı zamanda ulusal düzeyde planlanmış sosyal hizmet programları ve sağlık politikalarıyla desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Akyol, M. A., & Küçükgüçlü, Ö. (2018). Yaşlı bireylerde bilişsel işlevlerin korunmasında ve geliştirilmesinde bilişsel eğitimin önemi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 11(4), 334–339.
- Akyol, M. A., Küçükgüçlü, Ö., Işık, A. T., & Yener, G. (2025). The efficacy of the computer-based multi-domain cognitive training program on the cognitive performance of healthy older adults: A pilot randomized controlled study. *European Journal of Geriatrics and Gerontology*, 7(1), 11–20.
- Amer, M. S. A. E. L. N., & Abd Allah, E. S. (2024). The effect of combined physical activity and cognitive training on quality of life in older adults. *Cuestiones de Fisioterapia*, 53(2), 145–159.
- Bahar-Fuchs, A., Clare, L., & Woods, B. (2013). Cognitive training and cognitive rehabilitation for persons with mild to moderate dementia of the Alzheimer's or vascular type: A review. *Alzheimer's Research & Therapy*, 5(1), 35. Doi: 10.1186/alzrt189
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman.
- Barabasz, K., Więclawek, P., Juda, P., & Kłaptocz, P. (2025). Assessment of the impact of different types and intensities of physical exercise on the quality of life of patients with Alzheimer's disease: A literature review. *Quality in Sport*, 11(1), 1–14.
- Baştuğ, G., & Özel-Kızıllı, E. T. (2016). Bilişsel rezerv ve yaşlanan beyin (Adrienne M. Tucker & Yaakov Stern, Yazarlar; A. K. Nair & M. N. Sabbagh, Ed.; *Geriatric Neurology* kitabının 5. bölümünden çeviri). *Ankara Sağlık Hizmetleri*

Dergisi, 15(2), 10–22. (Orijinal çalışma 2014 yılında yayımlanmıştır.)

- Binh, P. T., & Nghi, T. N. (2025). Exploring the psychosocial determinants of cognitive health in the elderly: An exploratory factor analysis approach. *Malaysian Research Journal*, 8(1), 2025361.
- Budhwani, Y., & Patil, D. S. (2024). Effect of aerobic training versus brain gym exercises to improve global cognition and quality of life in elderly: A randomized clinical trial protocol. *F1000Research*, 13, 66.
- Chapman, S. B., Aslan, S., Spence, J. S., Keebler, M. W., DeFina, L. F., Didehbani, N., & Lu, H. (2016). Shorter term aerobic exercise improves brain, cognition, and cardiovascular fitness in aging. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8, 75. Doi: 10.3389/fnagi.2016.00075
- Chen, F. T., Hopman, R. J., Huang, C. J., & Chu, C. H. (2020). The effect of exercise training on brain structure and function in older adults: A systematic review based on evidence from randomized control trials. *Journal of Clinical Medicine*, 9(4), 914.
- Cicerone, K. D., Goldin, Y., Ganci, K., Rosenbaum, A., Wethe, J. V., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., Kingsley, K., Nagele, D., Fraas, M., Bogdanova, Y., & Harley, J. P. (2019). Evidence-based cognitive rehabilitation: Systematic review of the literature from 2009 through 2014. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(8), 1515–1533.
- Eaton, A. D., Rourke, S. B., & Craig, S. L. (2024). Mindfulness and cognitive training interventions that address intersecting cognitive and aging needs of older adults.

Journal of Social Work, 24(2), 1–15. Doi: 10.1177/14680173231207961

Enkvist, Å., Ekström, H., & Elmståhl, S. (2013). Associations between cognitive abilities and life satisfaction in the oldest-old: Results from the longitudinal population study Good Aging in Skåne. *Clinical Interventions in Aging*, 8, 845–853. Doi: 10.2147/CIA.S45382

Fernández, I., García-Mollá, A., Oliver, A., Sanso, N., & Tomás, J. M. (2023). The role of social and intellectual activity participation in older adults' cognitive function. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 107, 104891. Doi: 10.1016/j.archger.2022.104891

Godin, J., Armstrong, J. J., Wallace, L., Rockwood, K., & Andrew, M. K. (2019). The impact of frailty and cognitive impairment on quality of life: Employment and social context matter. *International Psychogeriatrics*, 31(6), 789–797. Doi: 10.1017/S1041610218001710

Göktaş, A., Pekçetin, S., Tekindal, B., Kayıhan, H., & Uyanık, M. (2016). Yaşlı bireylerde aktivite tercihlerinin bilişsel beceriler ve yaşam memnuniyeti üzerine etkisi. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 4(1), 1–14.

Han, H., Zhang, J., Li, F., & Wu, Z. (2025). Optimal exercise interventions for enhancing cognitive function in older adults: A network meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 17, 1510773.

Han, K. (2022). Effects of combined cognitive and physical intervention on cognitive functions in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, 9343961.

Harada, C. N., Natelson Love, M. C., & Triebel, K. (2013). Normal cognitive aging. *Clinics in Geriatric Medicine*, 29(4), 737–752. Doi:10.1016/j.cger.2013.07.002

- Hosseini, S. M. H., Kramer, J. H., & Kesler, S. R. (2014). Neural correlates of cognitive intervention in persons at risk of Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6, 231. Doi: 10.3389/fnagi.2014.00231
- Idárraga-Cabrera, C., & Dueñas, J. M. (2020). Cognitive functioning, life satisfaction, and their relationship with the financial attitudes of older individuals who participate in an active aging program. *Behavioral Sciences*, 10(12), 189.
- James, C. E., et al. (2024). Combined cognitive and physical interventions in older adults: A meta-analysis. *Heliyon*, 10(4), e27051.
- Jiménez-Palomares, M., Montero-Barrero, O., Garrido-Ardila, E. M., Gibello-Rufo, A., González-Sánchez, B., & Rodríguez-Mansilla, J. (2025). Cognitive stimulation in older adults with dementia: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 14(20), 7225. Doi: 10.3390/jcm14207225
- Karamacoska, D., Butt, A., Leung, I. H. K., & Childs, R. L. (2023). Brain function effects of exercise interventions for cognitive decline: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1127065.
- Kazemi Pakdel, F., & Kazemi Pakdel, A. (2025). The effect of aerobic exercise on cognitive function and brain electrical activity in elderly people with cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Geriatric Medicine*, 10(3), 93–110.
- Kılıç, P., Aydın, L., Yılmaz, B., & Sılay, K. (2023). 65 yaş ve üstü bireylerde bilişsel fonksiyonlar ile yaşam kalitesi algısı arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Mev Med Sci*, 3(3), 125–131. Doi: 10.56752/Mevmedsci.2023.46

- Kızgut, Ç., & Can, H. (2024). Yaşlanmada dikkat işlevlerindeki bozulmanın kaynağı: Bilgi işleme hızındaki azalma ya da yönetici işlevlerdeki yetersizlik. *Klinik Psikoloji Dergisi*, 8(3), 460–484.
- Koç, F., & Erman, A. (2025). Yaşlı yetişkinlerde zihinsel ve fiziksel katılımın yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin incelenmesi. *International Journal of Turkish Sport and Exercise Psychology*, 5(1), 30–44.
- Lampit, A., Hallock, H., & Valenzuela, M. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults: A systematic review and meta-analysis of effect modifiers. *PLOS Medicine*, 11(11), e1001756. Doi: 10.1371/journal.pmed.1001756
- Lauretani, F., Marcato, A., & Testa, C. (2025). Healthy behavior for preventing cognitive disability in older persons. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(2), 262.
- Li, G., et al. (2025). Meta-analysis of neuroimaging studies on cognitive training and aging. *Nature Neuroscience Reviews*, 8(2), 112–124.
- Liu, L.-H., & Kao, C.-C. (2020). Functional capacity and life satisfaction in older adult residents living in long-term care facilities: The mediator of autonomy. *The Journal of Nursing Research*, 28(4), e109.
- Liu, Y., & Jiang, H. (2025). The impact of social isolation on subjective cognitive decline: A mediation analysis. *Aging and Mental Health*, 29(3), 450–458.
- Livingston, G., Huntley, J., Sommerlad, A., Ames, D., Ballard, C., Banerjee, S., ... & Mukadam, N. (2020). Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the

- Lancet Commission. *The Lancet*, 396(10248), 413–446. Doi: 0.1016/S0140-6736(20)30367-6
- Mack, M., Scarampi, C., & Joly-Burra, E. (2025). Enhancing mental health and cognitive function in older adults: A Swiss perspective on public health interventions and stigma mitigation strategies. *Swiss Psychology Open*, 5(1), 1–14. Doi: 10.5281/zenodo.11544952
- Martín-Rodríguez, A., García-Ramos, A., & Sánchez-Pérez, M. (2025). Move to Remember: The role of physical activity for brain health in aging. *Geriatrics*, 10(6), 143. Doi: 10.3390/geriatrics10060143
- Naaman, R. K., Alashmali, S., Bakhsh, M. A., Alneami, S. A., Algamdi, E. S., Al-Ghamdi, G. A., & Alqarni, S. M. (2025). Association between healthy lifestyle and cognitive function in middle-aged and older adults. *Healthcare*, 13, 1140. Doi: 10.3390/healthcare13101140
- Navarro-Ramos, C. D., & Murataya-Gutiérrez, J. (2025). Effects of cognitive training with virtual reality in older adults: A systematic review. *Brain Sciences*, 15(9), 910.
- Neils-Strunjas, J., & Mahendra, N. (2025). Application of strategies for prevention of cognitive decline in the speech–language pathologist's practice. In *Aging and Communication Sciences* (pp. 429–443). CRC Press.
- Nguyen, L. (2019). Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13(34), 1–12.
- Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2019). Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review of evidence from executive functions training. *Frontiers in Psychology*, 10, 2629. Doi: 10.3389/fpsyg.2019.02629

- O, C., Kong, X., Li, J. ve diğerkleri. (2023). Yaşlı erişkinlerde yaşam kalitesi için belirleyiciler: bilişsel ve nöropsikiyatrik semptomlar üzerinde ağ analizi. *BMC Geriatrics*, 23, 850. Doi: 10.1186/s12877-023-04462-4
- Park, D. C., & Bischof, G. N. (2013). The aging mind: Neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 15(1), 109–119.
- Park, E. (2025). Technological innovations in dementia care: The role of social work advocacy. *Columbia Social Work Review*, 23(1), 78–93. Doi: 10.52214/cswr.v23i1.13250
- Resende-Silva, S., & Resende, A. N. (2025). Functional training improves cognitive function, functional fitness, and BDNF levels in older women with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Frontiers in Physiology*, 16, 1638590.
- Şafak, E. D., Kızılçay, H. D., Arguvanlı, S., Mazıcıoğlu, M. M., Mucuk, S., Öztürk, A., Göçer, Ş., Kırış, Y., & Akın, S. (2019). Urban alandaki 65 yaş ve üstü yaşlı bireylerde günlük yaşam aktiviteleri ile bilişsel fonksiyon düzeyi arasındaki ilişkiler: Kesitsel çalışma. *Konuralp Medical Journal*, 11(1), 30–35.
- Siette, J., Chong, V., Samtani, S., & Harris, C. B. (2025). A meta-analysis of behaviour change techniques in social interventions targeting improved cognitive function in older adults. *BMC Public Health*, 25, 22229. Doi: 10.1186/s12889-025-22229-x
- Silva, A. F. (2024). Cognitive training with smartphone and web-based applications: A scoping review. *Journal of Prevention of Alzheimer's Disease*, 11(5), 877–888.
- Sun, G., Ding, X., Ma, H., & Zheng, Z. (2025). Impact of exercise intervention on depression, anxiety, sleep and quality of

- life in patients with cognitive impairment: A systematic review and network meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 16, 1679734.
- Taylor, M. K., Schiloski, K. A., & Lachman, M. E. (2025). Maintaining cognitive and physical health across the adult lifespan: The contribution of psychosocial factors. *Journal of Behavioral Medicine*, 48(2), 929–940.
- Tsiakiri, A., Plakias, S., Vlotinou, P., & Athanasouli, P. (2025). Innovative health promotion strategies: A six-month longitudinal study on computerized cognitive training for older adults with minor neurocognitive disorders. *Psychology*, 15(3), 34.
- Tuncay, F. Ö., & Fertelli, T. K. (2018). Yaşlılarda bilişsel işlevlerin günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam doyumu ile ilişkisi. *DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 32(3), 183–190.
- Valkanova, V., Eguíluz, A., & Ebmeier, K. P. (2014). Mind over matter: What do we know about neuroplasticity in adults? *International Psychogeriatrics*, 26(6), 891–901. Doi: 10.1017/S1041610213002482
- Velloso, V., Latgé-Tovar, S., Bomilcar, I., & Mograbi, D. C. (2025). Cognitive interventions for healthy older adults: A systematic meta-review. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 25, 100538. Doi: 10.1016/j.ijchp.2024.100538
- Witdiawati, W., & Purnama, D. (2025). Descriptions of cognitive function in elderly people in residential care at 2023–2025. *Proceedings of Optimal Untuk Negeri*, 1(2), 34–41.
- Wolinsky, F. D., Unverzagt, F. W., Smith, D. M., Jones, R., Stoddard, A. ve Tennstedt, S. L. (2006). AKTİF bilişsel eğitim denemesi ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi: 5 yıl süren koruma. *Gerontoloji dergileri. Seri A, Biyolojik*

bilimler ve tıp bilimleri, 61(12), 1324–1329. Doi: 10.1093/gerona/61.12.1324

- Woods, B., Aguirre, E., Spector, A. E., & Orrell, M. (2012). Cognitive stimulation to improve cognitive functioning in older adults with dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2, CD005562.
- World Health Organization. (2021). *Ageing and health* (Fact sheet). Geneva: WHO Press. Erişim adresi: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- World Health Organization. (2021). *WHOQOL: Measuring quality of life*. Geneva: WHO.
- Xu, L. (2023). The effects of physical exercise on cognitive function in older adults: A review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1088.
- Xu, L., Gu, H., Cai, X., Zhang, Y., Hou, X., & Yu, J. (2023). The effects of exercise for cognitive function in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1088.
- Ye, K. X., Sun, L., Wang, L., Khoo, A. L. Y., Lim, K. X., Lu, G., Yu, L., Li, C., Maier, A. B., & Feng, L. (2023). The role of lifestyle factors in cognitive health and dementia in oldest-old: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 152, 105286. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2023.105286
- Yıldırım, A. (2021). Sosyal politika kapsamında Türkiye’de yaşlanmaya ilişkin ulusal düzeydeki düzenlemeler. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(3), 1889–1909.

Zhou, S., Chen, S., Liu, X., Zhang, Y., Zhao, M., & Li, W. (2022). Physical activity improves cognition and activities of daily living in adults with Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1216. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031216>

SPORCULARDA TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DİSFONKSİYONLARI

Barış TÜRKER¹

Abdullah SARI²

1. GİRİŞ

Temporomandibular eklem disfonksiyonları (TMD), bel ağrısının ardından kas-iskelet sistemi kaynaklı ağrılar arasında ikinci sırada yer almaktadır (Jin ve ark., 2016; Valesan ve ark., 2021). Toplumda TMD' nin prevalansı %5 ile %12 arasında değişmektedir (NIDCR, 2024). Spor branşlarının gerektirdiği aktivite türleri ve temas şiddeti, yaralanma riskinin farklılaşmasına yol açmaktadır. Son yıllarda sporcularda TMD'nin görülme sıklığının; travmaya bağlı yaralanmalar, artan stres düzeyi ve özel spor ekipmanlarının kullanımı nedeniyle yükseldiği bildirilmektedir (Medeiros ve ark., 2021). Temporomandibular eklem (TME) yaralanmaları açısından en yüksek riski taşıyan sporlar arasında boks, futbol, Amerikan futbolu, çim hokeyi, dövüş sporları, rugby, buz pateni, yamaç paraşütü ve buz hokeyi yer almaktadır. Bu doğrultuda, söz konusu sporlarla uğraşan bireylerin uygun koruyucu önlemleri alması büyük önem taşımaktadır.

¹ Dr. Öğretim Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0001-7045-7573.

² Öğretim Görevlisi, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-0416-7321.

2. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM

TME, alt çeneyi temporal kemiğe bağlayan çift taraflı bir eklemdir. Bu eklemden hem dönme hem de translasyonel hareketlerin gerçekleşmesi; çiğneme, konuşma, yutma ve yüz ifadeleri gibi fonksiyonların etkili şekilde yerine getirilmesine olanak tanır (Hill ve ark., 2022; Schwartz, 1964). Yapısal olarak TME; mandibular kondil, eklem diski, eklem kapsülü, bağlar, kaslar ve fasyal yapılardan oluşur. Bu bileşenlerin bütüncül ve uyumlu çalışması, mandibular hareketlerin koordineli şekilde gerçekleşmesine katkı sağlar (Venkateswaran ve ark., 2013). TME, yalnızca tek bir düzlemde ileri-geri harekete izin veren menteşe tipi ginglymus yapısının yanında, yüzeyler arasında kayma hareketini mümkün kılan artrodial özelliği de gösterir. Bu nedenle TME “ginglymoartrodial” eklem olarak sınıflandırılır. Mandibular hareketlerin her iki kondiler başta eşzamanlı şekilde gerçekleşmesi, TME’ in “bikondiler eklem” olarak adlandırılmasına temel oluşturur (Alomar ve ark., 2007).

3. TEMPOROMANDİBULAR DİSFONKSİYON

TMD, temporomandibular eklem, çiğneme kasları ve ilişkili yapıların etkilendiği kas-iskelet ve nöromüsküler bir hastalık grubu olarak tanımlanmaktadır (Okeson, 2003; De Leeuw & Klasser, 2008). Toplum sağlığı açısından önemli bir sorun olarak kabul edilen TMD’nin, epidemiyolojik çalışmalar doğrultusunda bel ağrısından sonra kas-iskelet sistemi kaynaklı ağrıların en sık ikinci nedeni olduğu bildirilmektedir (Jin ve ark., 2016; Valesan ve ark., 2021). Ayrıca literatürde, TMD’nin prevalansının %5 ile %12 arasında değiştiği belirtilmektedir (NIDCR, 2024).

TMD semptomlarının görülme sıklığı belirli bir yaş grubuyla sınırlı değildir; ancak en sık etkilenen kesimin 20–40 yaş aralığındaki yetişkinler olduğu ifade edilmektedir (Maini,

2024). Kadınlarda TMD gelişme olasılığının erkeklere kıyasla daha yüksek olduğu ve kadınların kalıcı temporomandibular eklem bozuklukları geliştirme riskinin arttığı gösterilmiştir (Maini, 2024; Slade ve ark., 2013). Klinik belirtiler; çiğneme kasları veya TME bölgesinde ağrı, krepitasyon, disk deplasmanları, mandibular hareketlerde kısıtlılık ya da asimetri gibi geniş bir semptom yelpazesini içermektedir (Hugger ve ark., 2016; Osiewicz ve ark., 2018).

TMD'nin etiyolojisi çok boyutludur ve psikolojik, çevresel ile anatomik faktörlerin etkileşimini kapsamaktadır (Greene ve Manfredini, 2021). Genel toplumun yaklaşık %60–70'inde en az bir TMD bulgusu bulunduğu bildirilmektedir; ancak bireylerin yalnızca dörtte biri bu semptomları fark ederek profesyonel destek aramaktadır (List ve ark., 1999). TME yapılarındaki dizilim bozuklukları, kondil morfolojisindeki anormallikler veya doğuştan gelen anatomik farklılıklar TMD riskini artıran faktörlerdir. Üst çenenin önde konumlanması ya da diş-çene dizilimindeki sapmalar, eklem ve çevre yapılar da ek yük oluşturarak semptom gelişimine katkıda bulunmaktadır (Pumklin ve ark., 2020; Saini ve ark., 2024). Bununla birlikte, diş gıcırdatma ve çene sıkma gibi parafonksiyonel alışkanlıklar çiğneme kaslarında disfonksiyona yol açmakta ve TMD patofizyolojisinde önemli rol oynamaktadır (Freyne ve ark., 2024). Çene bölgesine yönelik kırık veya çıkık gibi travmatik yaralanmalar ile eklem hipermobilitesi de eklem stabilitesini bozarak TMD belirtilerini tetikleyebilmektedir (Saini ve ark., 2024; Ulmner ve ark., 2023).

Psikolojik faktörler de TMD gelişiminde etkili görülmektedir. Stres ve duygusal dengesizlik, kas gerginliği ve bruksizm gibi fizyolojik tepkiler aracılığıyla semptom şiddetini artırabilir. Olumsuz duygulanım ve depresyon ise ağrı algısını değiştirerek tanı ve tedavi süreçlerini zorlaştırabilir (Alshadidi ve ark., 2023; Jung ve ark., 2021). Ayrıca, uyku ve günlük aktiviteler

sırasında sürdürülen hatalı postürler, sert yiyecek tüketimi veya sürekli sakız çiğneme gibi davranışsal alışkanlıklar eklem üzerine aşırı yük bindirerek TMD gelişimine katkıda bulunmaktadır (Fornai, 2023; Gupta ve ark., 2015). Son olarak, hormonal değişimlerin kas fonksiyonu ve ağrı algısı üzerinde etkili olması nedeniyle TMD için önemli bir risk faktörü oluşturduğu bildirilmektedir (Alfaqeeh ve ark., 2022).

TMD, tanı kriterlerine göre iki temel kategori altında sınıflandırılmaktadır. İlk grup; miyalji, artralji ve TMD ile ilişkili baş ağrısını içeren ağrı temelli bozukluklardır. İkinci grup ise disk disfonksiyonları, dejeneratif eklem hastalıkları ve subluksasyon gibi eklem kaynaklı bozuklukları kapsamaktadır (Schiffman ve ark., 2014). Baş ağrısının ötesinde, fibromiyalji, miyofasiyal ağrı ya da whiplash sonrasında gelişen orofasiyal nevralji gibi kronik ağrı durumları da ayırıcı tanıda göz önünde bulundurulması gereken klinik tablolarıdır (Barjandi ve ark., 2021; Samim ve Epstein, 2019).

Akut ağrılı TMD genellikle kendiliğinden sınırlanan bir seyir gösterirken prognoz genelde olumludur. Buna karşın kronik ağrılı TMD; kalıcı fonksiyonel kısıtlılıklar ve ruh sağlığı sorunlarıyla ilişkilidir (Manfredini ve ark., 2013).

4. SPORCULARDA TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DİSFONKSİYONLARI

Spor sırasında görülen temporomandibular yaralanma ve bozukluklar; temporomandibular bölgeye doğrudan uygulanan darbeler veya çene ucuna ya da mandibulanın lateral yüzeyine yönelen dolaylı travmalar sonucunda, kuvvetin tek ya da her iki çene üzerine iletilmesiyle gelişebilmektedir. Travmatik kuvvetin oluşturduğu patojen etki; çevrede yer alan kaslar, artiküler ve ekstraartiküler bağ yapıları, eklem diski, eklem kapsülü ile dentoalveoler yapı tarafından emilerek, dağıtılarak ya da

değişime uğratarak karşılanır. Bununla birlikte, temporomandibular eklemın çift taraflı ve karmaşık biyomekanik yapısı, travmanın oluş şekli ve etkisinin yayılımı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Jerolimov, 2010).

Sporcularda ortaya çıkan temporomandibular yaralanmalar; yapılan sporun türü, teknik gereksinimleri ve organizasyon düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra, yaralanmanın müsabaka mı yoksa antrenman sırasında mı gerçekleştiği; sporcunun cinsiyeti, yaş özellikleri, ortodontik durumu, rekabet seviyesi, takım sporlarında oynadığı pozisyon, sezon dönemi, çevresel koşullar (hava durumu) ve oyun alanının özellikleri gibi çok sayıda bireysel ve çevresel faktör, travmanın oluşum sıklığını ve şiddetini etkileyebilmektedir (Jerolimov, 2010).

Sporcularda TMD gelişme riskinin, sedanter bireylere kıyasla daha yüksek olduğu birçok çalışma tarafından ortaya konmuştur. Weiler (2010), basketbolcularda TMD prevalansını %26 olarak bildirirken bu oranın spor yapmayan bireylerde %12 olduğunu raporlamıştır. Mendoza-Puente (2014), boksörlerde TMD prevalansını %77,77; hentbolcularda %45 ve tüm atletler arasında %60,53 olarak saptamıştır. Benzer şekilde, Bonotto (2016), rekabetçi karate sporcularında TMD prevalansını %54,2; amatör karate sporcularında %17,6 ve karma dövüş sporları atletlerinde %61,5 olarak belirlemiş, spor yapmayan grupta ise bu oranın %14,3 düzeyinde olduğunu bildirmiştir. Zamora-Olave ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği çalışmada ise çim hokeyi oyuncularında TMD prevalansı %11,7 iken, su topu sporcularında %20,2 olarak tespit edilmiştir.

Spor yaralanmalarının değerlendirilmesinde maruz kalınan kuvvetin süresi, şiddeti ve yönü temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra, kuvvetin dokulara iletilme ya da absorbe edilme biçimi ile travmaya neden olan cismin şekli,

boyutu ve yüzey özellikleri de dikkate alınmalıdır. Bu çerçevede, spor kaynaklı temporomandibular yaralanma ve bozuklukların gelişiminde iki ana travma mekanizması tanımlanmaktadır. İlki, ani ve yüksek şiddetli darbeler sonucunda ortaya çıkan makrotravmalardır; ikincisi ise tekrarlayıcı yüklenmeler ve kronik zorlanma ile ilişkili mikrotravmalardır. Her iki mekanizma da, doğrudan etki eden travmaların yanı sıra kuvvetin dolaylı olarak ekleme iletilmesi sonucunda da gelişebilmektedir (Ranalli, 2000; Tippe, 1990).

Makrotravmalar; mandibula ve kondil kırıkları, temporomandibular eklem çıkıkları, kafa tabanı kırıkları, beyin sarsıntıları, eklem diski yaralanmaları ve yer değiştirmeleri ile eklem içi hemorajiler ve ödem gibi akut patolojilere neden olabilmektedir. Buna karşılık mikrotravmalar; tendinit, sinovit, kapsülit, kemiksel veya fibröz ankiloz, eklem diski yer değiştirmesi, subluksasyon ve kondil dislokasyonu gibi daha uzun sürede gelişen kronik patolojik süreçlerle ilişkilendirilmektedir (Ranalli, 2000; Torg, 1991; Mellion ve ark., 2002).

Orofasiyel (temporomandibular) yaralanma ve bozukluk riskinin artması nedeniyle Dünya Diş Hekimliği Federasyonu (FDI), 1990 yılında spor aktivitelerini orofasiyel koruma gereksinimine göre iki risk kategorisinde sınıflandırmıştır (FDI, 1990; Tablo 1). Benzer şekilde, Amerikan Diş Hekimleri Birliği (ADA) de temporomandibular bölge yaralanmalarını önlemek amacıyla ağız koruyucusu kullanımını geniş bir spor yelpazesinde önermektedir. Bu sporlar arasında akrobatik jimnastik, basketbol, boks, saha ve buz hokeyi, futbol, Amerikan futbolu, jimnastik, hentbol, eskrim, dövüş sporları, squash, paten hokeyi, rugby, atıcılık, kayak, kayak, paraşütle atlama, yelken kanat, sörf, voleybol, su topu, ağırlık kaldırma ve güreş gibi temas, çarpışma veya düşme riskinin yüksek olduğu disiplinler yer almaktadır (ADA, 1984).

Tablo 1. Temporomandibular bölge yaralanmaları açısından sporların risk düzeyine göre sınıflandırılması (FDI, 1990)

Yüksek Riskli Sporlar	Orta Riskli Sporlar
Boks	Basketbol
Futbol	Dalış
Amerikan futbolu	Jimnastik
Çim hokeyi	At biniciliği
Dövüş sporları	Squash
Rugby	Su topu
Buz pateni	Hentbol
Yamaç paraşütü	Kriket
Buz hokeyi	Beyzbol
	Paraşütle atlama

Son yıllarda sporcularda TMD görülme sıklığının travmatik yaralanmalar, stres ve spor ekipmanlarının kullanımına bağlı olarak arttığı bildirilmektedir (Medeiros vd., 2021). Spor branşlarının gerektirdiği hareket özellikleri ve temas düzeyleri, temporomandibular yaralanma riskini önemli ölçüde etkilemektedir. Amerikan futbolu, futbol ve dövüş sporları gibi temasın yoğun olduğu branşlar çene bölgesine yönelik travma olasılığını artırırken; beyzbol gibi top sporlarında düşme ve çarpışmalara bağlı maksillofasiyal yaralanmalar sık görülmektedir. Bisiklet, kaykay ve kayak gibi yüksek darbeye açık sporlarda da düşme veya çarpışma sonucu mandibular yer değiştirme ve kırık gelişimi rapor edilmektedir (Rozema vd., 2022). Snowboard gibi ekstrem sporlar ise yüksek hız ve zorlayıcı manevralar nedeniyle bu riski daha da yükseltmektedir (Ward ve Mitchell, 2015).

Doğrudan travmanın yanı sıra, skuba dalışı gibi sporlarda artan hidrostatik basınç, düşük sıcaklık ve regülatörün ağızda uzun süre sabit tutulması sonucunda çenenin ileri pozisyonda izometrik kas aktivitesiyle stabil tutulması gerekliliği TMD gelişimine katkıda bulunabilmektedir. Ayrıca, direnç antrenmanlarında performansı artırma amacıyla sık başvurulmuş diş sıkma davranışı, ağız içi parafonksiyonların önemli bir örneği

olup, TMD ilerlemesi için risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Miranda vd., 2022). Tüm bu nedenlerle, sporcularda TMD gelişme riskinin sporcu olmayan bireylere kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (Miranda vd., 2022).

5. TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DİSFONKSİYONLARININ TEDAVİSİ

Yaşamın farklı dönemlerinde ortaya çıkabilen ve geniş bir semptom yelpazesi ile karakterize edilen TMD' nin tedavisinde; basit konservatif uygulamalardan ileri düzey girişimsel yöntemlere kadar uzanan çeşitli tedavi seçenekleri bulunmaktadır. TMD' nin çok faktörlü etiyolojisi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan karmaşık klinik belirtiler, tedavi sürecinin kapsamlı ve multidisipliner bir yaklaşımla planlanmasını gerektirir (Roldán-Barraza ve ark., 2014; Al-Moraissi ve ark., 2022; List ve ark., 2010).

TMD' de konservatif tedavi yaklaşımları; farmakolojik müdahaleler, psikiyatrik destek uygulamaları, fizyoterapi yöntemleri, akupunktur, fotobiyomodülasyon, biofeedback ve oklüzal splint uygulamalarından oluşmaktadır (Yüceler ve ark., 2022).

Farmakolojik tedavide, ağrı kontrolünü sağlamak ve eşlik eden semptomları yönetmek amacıyla analjezikler, nonsteroid antiinflatuar ilaçlar, antidepresanlar, kas gevşeticiler, vitamin destekleri ve gerekli durumlarda antibiyotikler kullanılmaktadır (Kavuncu, 2002).

Fizyoterapi uygulamaları; elektrik stimülasyonu, yüzeysel sıcak veya soğuk uygulamaları, düşük seviyeli lazer tedavisi, ultrason, iyontoforez, manuel terapi ve biofeedback destekli gevşeme egzersizlerini içermektedir. Bu yöntemler, tedavi etkinliğini artırmak amacıyla çoğu zaman rehabilitasyon

protokolleriyle entegre edilmektedir (Wright, 2010). Egzersiz tedavisi ise germe egzersizleri, direnç egzersizleri ve duruş eğitimi gibi uygulamaları kapsamaktadır.

TMD' lerde cerrahi tedavi, daha çok spesifik yapısal bozuklukların varlığında veya ankiloz gibi durumlarda tercih edilmektedir. Bununla birlikte, konservatif tedavilere yetersiz yanıt alınması ya da psikososyal faktörlerin hastalık sürecini belirgin ölçüde etkilemesi durumunda da cerrahi seçenekler gündeme gelebilmektedir (Yaltırık ve ark., 2017). Cerrahi tedavi yöntemleri; eklem içi enjeksiyonlar, artrosentez, artroskopi, artrotomi ve ortognatik cerrahiyi içeren farklı yaklaşımlardan oluşmaktadır. TMD tedavisi, basit konservatif uygulamalardan ileri düzey cerrahi prosedürlere kadar geniş bir yelpazede planlanmaktadır. Gelişen tedavi tekniklerinin doğru endikasyonlarla uygulanması etkin ve güvenli sonuçların elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

6. SONUÇ

Sporcularda görülen temporomandibular bozuklukların değerlendirilmesi; tekrarlayan mikro ve makrotravmalar, aşırı kas aktivitesi, dental parafonksiyonlar, stres ve performans baskısı gibi spora özgü risk faktörlerinin doğru biçimde analiz edilmesini gerektirmektedir. TMD yalnızca ağız ve yüz sağlığını değil, sportif performansı da olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle, erken tanı, düzenli takip ve uygun konservatif tedavi yaklaşımlarının multidisipliner bir ekip tarafından uygulanması, sporcuların hem sağlık durumlarını hem de performanslarını sürdürülebilir şekilde desteklemesi açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

- Alfaqeeh, A. A., Burayk, A. A. A., Alkarni, A. F., Alrasheed, M. E., Alshehri, F. M., Alrashid, M. A., ... & Alshahrani, F. A. (2022). Stress-related temporomandibular joint disorder. *Advance in Clinical and Experimental Medicine*, 9(4).
<https://journal.yemdd.org/index.php/acamj/article/view/227>
- Al-Moraissi, E. A., Conti, P. C. R., Alyahya, A., Alkebsi, K., Elsharkawy, A., & Christidis, N. (2022). The hierarchy of different treatments for myogenous temporomandibular disorders: A systematic review and network meta-analysis of randomized clinical trials. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 26(4), 519–533. <https://doi.org/10.1007/s10006-021-01009-y>
- Alomar, X., Medrano, J., Cabratosa, J., Clavero, J. A., Lorente, M., Serra, I., ... & Salvador, A. (2007). Anatomy of the temporomandibular joint. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 28(3), 170–183.
- American Dental Association. (1984). Mouth protectors and sports team dentists: Association report. *Journal of the American Dental Association*, 109, 84–86.
- Barjandi, G., Kosek, E., & Hedenberg-Magnusson, B. (2021). Comorbid conditions in temporomandibular disorders myalgia and myofascial pain compared to fibromyalgia. *Journal of Clinical Medicine*, 10(3138).
<https://doi.org/10.3390/jcm10143138>
- De Leeuw, R., & Klasser, G. D. (2008). *Orofacial pain: Guidelines for assessment, diagnosis, and management*. American Academy of Orofacial Pain.

- Fornai, C. (2023). An evolutionary perspective on craniomandibular dysfunctions. *Bulletin of the International Association for Paleodontology*, 17(1). <https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/paleodontology/article/view/25661>
- Freyne, B., Boadum, O., Lone, M., & Balta, J. Y. (2024). Pain patterns of the temporomandibular joint dysfunction and implications of stress-related behaviors: A pilot study. *International Journal of Morphology*, 42(1).
- Greene, C. S., & Manfredini, D. (2021). Transitioning to chronic TMD pain: A combination of patient vulnerabilities and iatrogenesis. *Journal of Oral Rehabilitation*, 48(9). <https://doi.org/10.1111/joor.13180>
- Gupta, S., Patil, N., Solanki, J., Singh, R., & Laller, S. (2015). Oral implant imaging: A review. *The Malaysian Journal of Medical Sciences*, 22(3), 7–17.
- Hill, C. N., Coombs, M. C., Cisewski, S. E., Durham, E. L., Bonthius, D. J., Gardner, G. M., ... & Yao, H. (2022). Structure–function relationships of TMJ lateral capsule–ligament complex. *Journal of Biomechanics*, 130, 110889. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110889>
- Hugger, A., Lange, M., Schindler, H. J., & Türp, J. C. (2016). Begriffsbestimmungen: Funktionsstörung, Dysfunktion, kranio-mandibuläre Dysfunktion (CMD). *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*, 71, 165–166.
- Jerolimov, V. (2010). Temporomandibular injuries and disorders in sport. *Health*, 7, 8.
- Jin, L. J., Lamster, I. B., Greenspan, J. S., Pitts, N. B., Scully, C., & Warnakulasuriya, S. (2016). Global burden of oral diseases. *Oral Diseases*, 22(7), 609–619.

- Jung, W., Lee, K.-E., & Suh, B.-J. (2021). Influence of psychological factors on the prognosis of temporomandibular disorders pain. *Journal of Dental Sciences*, 16(1), 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2020.02.007>
- Kavuncu, V. (2002). Temporomandibular Eklem Disfonksiyon Sendromu. In T. Göksoy (Ed.), *Romatizmal hastalıkların tanı ve tedavisi* (pp. 791–802). Yüce Basımevi.
- List, T., Axelsson, S. (2010). Management of TMD: Evidence from systematic reviews and meta-analyses. *Journal of Oral Rehabilitation*, 37(6), 430–451. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02089.x>
- List, T., Stenstrom, B., Lundstrom, I., & Dworkin, S. F. (1999). TMD in patients with primary Sjögren syndrome: A comparison with clinic cases and controls. *Journal of Orofacial Pain*, 13, 21–28.
- Maini, K., & Dua, A. (2024). Temporomandibular syndrome. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Manfredini, D., Favero, L., Gregorini, G., ... & Guarda-Nardini, L. (2013). Natural course of temporomandibular disorders with low pain-related impairment. *Journal of Oral Rehabilitation*, 40, 436–442. <https://doi.org/10.1111/joor.12047>
- Medeiros, B. P., Grossman, E., & Bavaresco, C. S. (2021). Prevalence of temporomandibular dysfunction in athletes: Integrative review. *BrJP*, 4, 72–76.
- Miranda, J. S., Santos, J. F. R., de Aquino, J. A., Bonato, L. L., de Carvalho, R. L. A., & de Goffredo Filho, G. S., et al. (2022). Risks of resistance training for the bruxism. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 15(9), e10882.

- Okeson, J. (2003). *Management of temporomandibular disorders and occlusion*. New York State Dental Journal.
- Osiewicz, M. A., Lobbezoo, F., Loster, B. W., Loster, J. E., & Manfredini, D. (2018). Frequency of temporomandibular disorders based on RDC/TMD. *Cranio*, 36(5), 304–310. <https://doi.org/10.1080/08869634.2017.1361052>
- Prevalence of TMJD and its signs and symptoms. (2024). National Institute of Dental and Craniofacial Research. <https://www.nidcr.nih.gov/research/data-statistics/facial-pain/prevalence>
- Pumklin, J., Taechasubamorn, P., Luehong, A., Pramot, S., Panyasoet, C., & Sowithayasakul, T. (2020). Relationship between temporomandibular disorder and risk factors in health science students. *Dent*, 11(6), 494–500.
- Ranalli, D. N. (2000). *Advances in sports dentistry*. Dental Clinics of North America, 44(1), 1–235.
- Roldán-Barraza, C., Janko, S., Villanueva, J., Araya, I., & Lauer, H. C. (2014). Psychosocial interventions versus usual care in myofascial TMD pain. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28(3), 205–222.
- Rozema, R., Van der Zaag, P. D., Poos, H., & Yj, K. (2022). Maxillofacial fractures in bicycle-related accidents. In *Diagnostic management of maxillofacial trauma patients* (p. 135).
- Saini, R. S., Ali Abdullah Almoyad, M., Binduhayyim, R. I. H., Quadri, S. A., Gurumurthy, V., Bavabeedu, S. S., ... & Heboyan, A. (2024). Effectiveness of botulinum toxin for temporomandibular disorders: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 19(3), e0300157. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300157>

- Saini, R. S., Ibrahim, M., Khader, M. A., Kanji, M. A., Mosaddad, S. A., & Heboyan, A. (2024). Role of physiotherapy interventions in temporomandibular joint ankylosis. *Head & Face Medicine*, 20(15). <https://doi.org/10.1186/s13005-024-00416-2>
- Samim, F., & Epstein, J. B. (2019). Orofacial neuralgia following whiplash-associated trauma. *SN Comprehensive Clinical Medicine*, 1, 627–632. <https://doi.org/10.1007/s42399-019-00095-0>
- Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., et al. (2014). DC/TMD criteria for clinical and research applications. *Journal of Oral & Facial Pain and Headache*, 28, 6–27. <https://doi.org/10.11607/jop.1151>
- Schwartz, L. (1964). Clinical anatomy and physiology of the temporomandibular joint. *British Journal of Oral Surgery*, 2, 20–27.
- Slade, G. D., Fillingim, R. B., Sanders, A. E., et al. (2013). Findings from the OPPERA prospective cohort study. *Journal of Pain*, 14, T116–T124.
- Tippe, S. R. (1990). *Coach's guide to sport rehabilitation*. Leisure Press.
- Torg, J. S. (1991). *Athletic injuries to the head, neck, and face* (2nd ed.). Mosby.
- Ulmner, M., Sugars, R., Naimi-Akbar, A., Reseland, J. E., & Lund, B. (2023). General joint hypermobility in TMJ disease. *Heliyon*, 9(12).
- Valesan, L. F., Da-Cas, C. D., Réus, J. C., Denardin, A. C. S., Garanhani, R. R., Bonotto, D., ... & de Souza, B. D. M. (2021). Prevalence of temporomandibular disorders: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, 25(2), 441–453.

- Venkateswaran, S., Saravanakumar, A., & Divya, Y. (2013). Diagnosis and management of TMJ disorders. *Chettinad Health City Medical Journal*, 2(2), 52–59.
- Ward, K., & Mitchell, A. (2015). Sports injuries: Basic classifications, aetiology, and pathophysiology. In *Routledge handbook of sports therapy, injury assessment and rehabilitation* (pp. 1–40).
- Wright, E. F. (2010). Cognitive-behavioral intervention. In E. F. Wright (Ed.), *Manual of temporomandibular disorders* (2nd ed., pp. 239–249). Wiley-Blackwell.
- Yaltırık, M., Palancıoğlu, A., Turgut, C. T., & Koray, M. (2017). Temporomandibular bozuklukların tedavileri. *Yeditepe Journal of Dentistry*, 14(71–80).
- Yüceler, Ö., Öztürk, Ö., & Çankal, D. A. U. (2022). Temporomandibular eklem bozukluklarında güncel tedavi yaklaşımları. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 11(3), 318–331.

PATELLOFEMORAL AĞRI VE TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Abdullah SARI¹

Barış TÜRKER²

1. GİRİŞ

Patellofemoral ağrı, sıklıkla; koşma, merdiven çıkma-inme, çömelme gibi diz fleksiyonunu içeren aktiviteler esnasında meydana gelen patella çevresi meydana gelen ağrı ile karakterize bir sendromdur. Hayat boyu görülme oranı aktif bireylerde yaygındır. Fizyoterapi, ortopedi ve spor hekimliği kliniklerine sıklıkla patellofemoral ağrı için başvurulmaktadır (Boling et al., 2010; N. J. Collins et al., 2013; Myer et al., 2010).

2. PATELLOFEMORAL AĞRI TERMİNOLOJİSİ

Patellofemoral ağrı terimi sıklıkla tercih edilir. Bunun yanında patellofemoral ağrı sendromu, konfromalazi patella, ön diz ağrısı, ön diz ağrı sendromu, koşucu dizi de eş anlamlı terimlerdir (K. M. Crossley, J. J. Stefanik, et al., 2016).

Bununla beraber son yıllarda sıklıkla patellofemoral artropati terimi de kullanılmaktadır. Bu daha ziyade patellofemoral ağrı sendromunun bir semtomunu ifade etmek için kullanılabileceği söylenmektedir. Çünkü klinik olarak ağrı baskın semptom iken artropati ile beraber primer semptomun klinik

¹ Öğretim Görevlisi, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-0416-7321.

² Dr. Öğretim Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0001-7045-7573.

semptomlardan görüntüleme yöntemlerine değişebileceği vurgulanmıştır (K. M. Crossley, J. J. Stefanik, et al., 2016).

3. PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMUNDA TANIMLAMA

Patellofemoral ağrı sendromunda temel kriter ağrıdır. Ağrı sıklıkla patella çevresinde aktiviteler esnasında meydana gelmektedir. Bu aktiviteler ise çömelme, merdiven inme-çıkma, koşma, yürüme, zıplama gibi diz fleksiyonunu içeren aktivitelerden oluşmaktadır (Crossley, Callaghan, & van Linschoten, 2015).

Patellofemoral ağrı sendromunu tanımlarken Diz bükülü iken yapılan aktivitelere eşlik eden ağrı semptomu dışında zorunlu olmayan başka kriterlerde mevcuttur. Bu kriterler; dizi bükme hareketleri esnasında patellofemoral eklemden gelen ses veya sürtünme hissi, patella çevresinde palpasyonla meydana gelen hassasiyet, minimal efüzyon, otururken oturmada ayağa kalkarken, dizi doğrulturken ağrı meydana gelmesidir (Brukner, 2012; Crossley et al., 2015; K. M. Crossley, J. J. Stefanik, et al., 2016).

4. PATELLOFEMORAL AĞRI VE KLİNİK MUAYENESİ

Klinik muayene patellofemoral ağrıda temel taşıdır. Bununla birlikte patellofemoral ağrıyı tanımlamak için kesin bir klinik test yoktur.

En iyi klinik test çömelme esnasında meydana gelen patella çevresi ağrıdır. Bu ağrıya sahip kişilerin %80'inde patellofemoral ağrı görülmektedir. Diz kapağı çevresinde palpasyonla görülen hassasiyet diğer bir klinik testtir. Hassasiyet görülenlerin %71-75'inde patellofemoral ağrı görülmemektedir.

Patellar grinding ve patellar apprehension testleri ise klinikte kullanılan sınırlı tanı değeri sahip testlerdir. Diz ekleminde hareket açıklığında azalma ve ödem bulguları yine sınırlı kanıtı sahip klinik testlerdir(Doberstein, Romeyn, & Reineke, 2008; Nunes, Stapait, Kirsten, de Noronha, & Santos, 2013).

5. PATELLOFEMORAL AĞRININ GÖRÜLME SIKLIĞI

Patellofemoral ağrı'nın genel popülasyonda yıllık prevalansının yaklaşık %22.7, ergenlerde ise %28.9 olarak raporlandığı belirtilmiştir. Patellofemoral ağrı genç bireylerde görülme sıklığı yaygındır (%7-28). Askeri personelde görülme sıklığı erkeklerde %12, kadınlarda %15'tir. Tek bir spor dalında uzmanlaşma çoklu spor dallarında uzmanlaşmaya göre daha ciddi risk taşımaktadır(Boling et al., 2010; Doberstein et al., 2008).

6. PATELLOFEMORAL OSTEOARTRİT

Patellofemoral osteoartrit, diz osteoartritlerin yeterince tanımlanmayan bir alt grubu olarak tarif edilmiştir. Diz osteoartritleri genel olarak tibiofemoral ekleme odaklanmıştır. Literatüre göre yaşlı bireylerde izole patellofemoral osteoartrit %11-24'ünde bulunmaktadır. Bireylerin %4-40'ında tibiofemoral osteoartrit ile görülmektedir (Hinman & Crossley, 2007).

7. PATELLOFEMORAL OSTEOARTRİT İLE İLİŞKİLİ RİSK FAKTÖRLERİ

Çeşitli sebepler patellofemoral eklemin biyomekaniğini değiştirebilir. Değişen biyomekanik sonucunda patellofemoral eklemdaki stres artar ve patellofemoral osteoartrite sebep olabilir.

7.1. Patellofemoral Eklem Hizalanması

Anormal patellofemoral eklem hizalanması ve anormal troklear morfolojisi patellofemoral osteoartrit ile ilişkili olduğu savunulmaktadır. Frontal düzlem açısından ki anormallik patella alta ve patellanın lateral yer değişirimesini etkilemekte ve patellofemoral osteoartrite sebep olmaktadır(Macri, Stefanik, Khan, Crossley, & research, 2016).

7.2. Kas Zayıflığı

Kuadriceps kasındaki zayıflık patellofemoral osteoartritte önemli bir bulgudur. Kuadriceps kasındaki meydana gelen kuvvet kaybı patellanın santralizasyonunu bozmakta ve patellanın lateralizasyonunu artırmaktadır. Proksimal kaslardan ise gluteal kas gruplarında meydana gelen zayıflık patellofemoral ağrı bireylerde kontrol grupları ile olanlara göre artmaktadır(Hart, Ackland, Pandey, Crossley, & Cartilage, 2012; Nakagawa, Moriya, Maciel, Serrão, & therapy, 2012).

7.3. Değişmiş Biyomekanik

Patellofemoral osteoaritili bireylerde yürüyüş esnasında anormal biyomekanikçe sahip olduğu bildirilmiştir. Özellikle daha düşük diz ekstansiyon momentleri, kuadriceps kuvvetleri, patellofemoral eklem reaksiyonuna sahip olduğu bildirilmiştir. Bu değişim patellofemoral eklem kıkırdak hasrına yol açabileceğini söylenmektedir.

Bu maddelere ilaveten ön çapraz bağ yaralanması sonrası yapılan rekonstrüksiyonun patellofemoral osteoartrit riskini artırdığı görülmektedir. Ağrının sebebi olarak yine patella altı yağ yastıkçıklarının, kapsül ve eklem zarının yoğun bir sinir dokusuna sahip olduğunun ön diz ağrısı ve devamında patellofeoral osteoartritle yakın ilişkili olduğu söylenmektedir. Fakat altta yatan mekanizma net olarak belirtilememiştir(Keays, Newcombe, Bullock-Saxton, Bullock, & Keays, 2010).

7.4. Patellofemoral Ağrıda Patella Hizalanması

Patellofemoral ağrı sendromu yaşayan bireylerde temel olarak Patellanın hizalanması bozulmuştur. Bu hizalanma değişikliği ile ilgili lokal ve proksimal-distal nedenler olmak üzere birçok neden sayılmaktadır(C. M. Powers, Witvrouw, Davis, & Crossley, 2017).

Patellofemoral eklemdaki stres artışı mevcuttur. Bu stresin artışı patellanın femurla temas alanındaki değişimden kaynaklanabilir. Aynı zamanda bu stres artışı patellanın farklı fleksiyon açılarında farklı miktarlarda görülebilmektedir. Patellanın hizalanmasında bozukluk veya yanlış hizalanma temas alanının azalmasına ve birim alandaki basıncın artmasına sebep olmaktadır. Bununla birlikte patella kinematikindeki değişim tüm patellofemoral ağrı sendromlu bireyle belirgin şekilde tutarlılık göstermediği unutulmamalıdır.

7.5. Lokal Nedenler

Patelladaki yanlış hizalanma nedenlerine bakıldığında ilk dikkati çeken kuadriceps kasındaki zayıflıktır. Ayrıca bu zayıflık bilhassa kuadriceps kasının medial kısmı ile lateral kısmı arasında medial parçasının aleyhine olmaktadır. Bir başka yanlış hizalanma nedeni ise bilhassa yük altında diz fleksiyonu esnasında femurun aşırı internal rotasyon yapmasıdır. Femurun internal rotasyonu patellayı daha fazla lateralize olmaya götürmektedir(Merican & Amis, 2009).

Yumuşak dokudaki değişikliklerde Patellanın dizilim hatlarına sebep olmaktadır. İliotibial bant gerginliği patellanın lateral hizalanması sebep olmaktadır. Ancak iliotibial bantın gerginliği lateralize olan Patellanın bir sonucu olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur. Bağ yaranması veya bağlarda artmış laksite varlığı yine Patellanın lateralize olmasına katkıda bulunur. Patellanın medial stabilitesine en önemli pasif katkıyı veren medial patellofemoral bağ yaranması veya laksitesinde artış bir

risk faktörüdür(Lankhorst, Bierma-Zeinstra, & van Middelkoop, 2012).

Lokal nedenlere bakıldığında bir başka neden distal femurun kemik geometrisinden ve patella yüksekliğinden yanlış patella hizalanması kaynaklanacağı görülmektedir. Lateral anterior femoral kondilin oluk açısı ve eğimi, patella yanlış hizalanması ve yanlış izlemesinin önemli belirleyicileridir. Patellanın troklear oluk içindeki yüksekliği, patellanın yanlış hareketine ve dizilm bozukluğuna neden olabilir. Örneğin, lateral patella eğimi ve yer değiştirmesi, normal patella yüksekliğine sahip kişilere göre patella altası olan kişilerde daha sık görülmektedir. Femur hizalanmasında bir başka veri sunan Q açısı ölçümüdür. Q açısı kuadriceps kasının çekiş kuvvetini gösteren bir açıdır. Ancak statik Q açısı patellofemoral ağrı için belirleyici değildir. Literatürde statik hareketler yerine dinamik hareketler esnasında Q açısının değerlendirilmesi önerilmektedir(Varadarajan, Freiberg, Gill, Rubash, & Li, 2010).

7.6. Proksimal-Distal Nedenler

Proksimal-Distal nedenlere bakıldığında ise karşımıza komşu yapılar olan subtalar eklem ve kalça eklemi çıkmaktadır. Kalça eklemine bakıldığında patellofemoral eklemle bir ortak yapısı olan femur kemiği karşımıza çıkmaktadır. Değişmiş kalça kinematiği aynı zamanda femur kinematiğinde değişiklik yapacağı için diz eklem kinematiğini etkileyebilir. Patellofemoral ağrı sendromlu bireyler koşma merdiven, inme çıkma gibi aktivitelerde kalça adduksiyonu ve iç rotasyon hareketlerinde normal bireylere göre artış görülmektedir. Bu şekilde değişen kalça biyomekaniği sonucunda diz kinematiğinde değişim oluşturabilir. Bu kinematik değişiklik diz eklemine abduksiyon ve dış rotasyon oluşturacağı söylenmiştir (Meira & Brumitt, 2011; C. M. J. o. o. Powers & therapy, 2010).

Tibiada eksternal rotasyon değişimi ile subtalar eklemden pronasyon değişimi arasında biyomekanik bağlantı vardır. Bu nedenle ayak yapısındaki değişiklikler patellofemoral eklemin değişiminin alt bir parçasını oluşturabilmektedir. Bu nedenle subtalar eklemin pronasyonu sonuç olarak tibia ve femur rotasyonu ile sonuçlanabilmekte ve değişen patellofemoral eklemin kinematiğine sebep olabilmektedir(Souza & Powers, 2009).

Bu yapılarla dikkat edildiğine yumuşak doku değişiklikleri ve bilhassa kas kuvveti enduransı ve esnekliği de unutulmamalıdır. Literatürde patellofemoral ağrı sendromlu bireylerde; subtalar eklemin değişikliklerinde plantar fasya esnekliği, gastroknemius ve soluş kaslarında esneklik değişikliklerinin olduğu, kalça ekleminde değişen femurun iç rotasyon ve abduksiyon kuvvetlerini dikkate alarak kalça ekstansör rotator kaslar ve abduktör kaslarında kuvvet endurans kayıpları olduğu bildirilmektedir(Lankhorst et al., 2012).

8. PATELLOFEMORAL AĞRIDA KONSERVATİF TEDAVİ ÖNERİLERİ

Patellofemoral ağrı ve tedavisi zorlayıcı bir tedavidir. Bu nedenle iyileşme kısa orta ve uzun vadeli farklı çözümleri içermektedir. Egzersiz terapisi, kısa, orta ve uzun vadede ağrıyı azaltmak ve orta ve uzun vadede fonksiyonu iyileştirmek için önerilir. Ayrıca kalça ve diz egzersizlerinin birleştirilmesi, kısa, orta ve uzun vadede ağrıyı azaltmak ve fonksiyonu iyileştirmek için önerilmekte ve bu kombinasyon, yalnızca diz egzersizlerine tercih edilmelidir. Ayrıca tedavilerin kombine şekilde yapılması önerilmektedir. Literatürde egzersiz, ortez uygulamaları ve bantlama uygulamaları kısa dönemde ağrıyı azaltmada tavsiye edilmekte ve fonksiyonu değiştirmeyi amaçlamaktadır(K. M. Crossley, M. van Middelkoop, et al., 2016).

8.1. Egzersiz Tedavisi

Patellofemoral ağrı sendromunun (PFAS) tedavisinde en etkili ve kanıt düzeyi en yüksek yaklaşım egzersiz tedavisidir. Güncel literatür, tedavinin yalnızca diz çevresine odaklanmaması; alt ekstremitenin distal ve proksimal segmentlerini kapsayan bütüncül bir yaklaşımla planlanması gerektiğini vurgulamaktadır. Egzersiz tedavisinde primer hedef kuadriseps kasıdır; çünkü PFAS'li bireylerde kuadriseps kas kuvvetinde belirgin azalma olduğu gösterilmiştir. Kuadriseps güçlendirilmesinde hem açık kinetik zincir (AKZ) hem de kapalı kinetik zincir (KKZ) egzersizlerinden yararlanılması önerilmektedir. AKZ egzersizleri, distal ekstremitenin serbest olduğu ve izole kas aktivasyonuna olanak sağlayan egzersizler olup leg extension bu gruba örnek verilebilir. KKZ egzersizleri ise distal ekstremitenin sabit kaldığı, günlük yaşam aktivitelerine daha fonksiyonel olarak benzeyen hareketleri içermekte; squat egzersizi bu gruba örnek teşkil etmektedir. KKZ egzersizleri yalnızca kas kuvvetini değil aynı zamanda endurans, propriosepsiyon ve koordinasyonu geliştirmede de etkilidir. Bununla birlikte, egzersiz programlarına kalça ve gövde kaslarını hedefleyen egzersizlerin eklenmesi tedavi etkinliğini artırmaktadır. Gluteal kaslar alt ekstremita diziliminin kontrolünde rol oynayarak dinamik diz valgusunun aşırı artışını sınırlandırırken, gövde kasları lumbopelvik stabilitayı destekleyerek diz eklemi üzerine binen patellofemoral yüklerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Kay M Crossley et al., 2016; Lack, Barton, Sohan, Crossley, & Morrissey, 2015).

8.2. Ortez

Patellofemoral Ağrı Sendromu'nda (PFAS) ortez tedavisi, alt ekstremita biyomekanikini düzenleyerek patellofemoral eklem üzerine binen anormal yükleri azaltmayı amaçlayan tamamlayıcı bir konservatif yaklaşımdır. Medial longitudinal ark düşüklüğü ve artmış subtalar eklem pronasyonu, tibiada internal rotasyona ve

buna bağı olarak alt ekstremitede dinamik diz valgusu pozisyonuna yol açabilmektedir. Bu nedenle PFAS'li bireylerde ayak postürü; özellikle medial ark yüksekliği ve subtalar eklem pozisyonu açısından değerlendirilmelidir ve uygun hastalarda tabanlık veya ayak ortezi kullanımı göz önünde bulundurulmalıdır. Medial ark desteği sağlayan tabanlıkların, PFAS'li bireylerde ağrıyı azalttığı, fonksiyonel kapasiteyi ve yaşam kalitesini artırdığı literatürde bildirilmiştir. Ayak ortezi, ayağın fizyolojik pronasyonunu destekleyerek tibial ve femoral internal rotasyonu azaltmayı, dolayısıyla patellofemoral eklem stresini düşürmeyi hedeflemektedir(Barton, Menz, & Crossley, 2011).

Diz ortezi ve patellar bantlı dizlikler ise PFAS'li bireylerde patellanın lateralize yer değiştirmesinin kontrol altına alınmasında kullanılmaktadır. Bu orteziğin temel amacı, patellayı pasif olarak mediale yönlendirerek patellofemoral eklem temas alanını artırmak ve eklem üzerindeki birim alana düşen basıncı azaltmaktır. Medialize patella pozisyonu ile birlikte ağrı azalma, kuadriseps kas aktivasyonunda artış ve fonksiyonel performansta iyileşme sağlandığı rapor edilmiştir. Ancak diz orteziğinin genellikle kısa dönem semptom kontrolünde etkili olduğu, uzun dönem tedavide egzersiz tedavisi ile birlikte kullanıldığında daha faydalı sonuçlar verdiği vurgulanmaktadır(Callaghan & Selfe, 2012; N. Collins et al., 2008).

8.3. Bantlama

Patellofemoral Ağrı Sendromu'nda (PFAS) bantlama yaklaşımları arasında kinezyo bantlama, Mulligan bantlama ve McConnell bantlama teknikleri klinik uygulamada sıklıkla ön plana çıkmaktadır. Kinezyo bantlama, elastik pamuklu yapısı sayesinde uygulandığı dokuda deri kıvrımları oluşturarak mikrodolaşımı artırmayı, ödemin azaltılmasını ve ağrı

modülasyonunu hedeflemektedir. PFAS’de temel etki mekanizmasının patella çevresindeki değişmiş ağrı algısının yeniden düzenlenmesi ve proprioseptif girdinin artırılması olduğu bildirilmektedir. Bu kapsamda patella çevresindeki ağrılı noktalara, kuadriseps kasına yönelik fasilitatör veya inhibitör teknikler ile subtalar ekleme yönelik düzeltici uygulamalar kullanılabilir. Mulligan bantlama tekniği ise rotasyonel bir bantlama yaklaşımı olup tibia ve femurun belirli bir rotasyonel pozisyonda bantlanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntemin temel amacı, PFAS ile ilişkili alt ekstremité dizilim bozukluklarını düzeltmek, böylece fonksiyonel hareket paterni sırasında patellofemoral eklem üzerindeki anormal yüklenmeyi azaltmaktır. McConnell bantlama tekniği ise rijit bant kullanılarak patellanın özellikle medial yönde yeniden hizalanmasını amaçlayan bir yaklaşımdır. Lateralize patella pozisyonunun düzeltilmesiyle patellofemoral eklem temas alanının optimize edilmesi, ağrının azaltılması ve fonksiyonel performansın iyileştirilmesi hedeflenmektedir (Kase, 2003; McConnell, 1986; Mulligan, 2010)

KAYNAKÇA

- Barton, C. J., Menz, H. B., & Crossley, K. M. J. B. j. o. s. m. (2011). The immediate effects of foot orthoses on functional performance in individuals with patellofemoral pain syndrome. *45*(3), 193-197.
- Boling, M., Padua, D., Marshall, S., Guskiewicz, K., Pyne, S., Beutler, A. J. S. j. o. m., & sports, s. i. (2010). Gender differences in the incidence and prevalence of patellofemoral pain syndrome. *20*(5), 725-730.
- Brukner, P. (2012). *Brukner & Khan's clinical sports medicine*: McGraw-Hill North Ryde.
- Callaghan, M. J., & Selfe, J. J. C. D. o. S. R. (2012). Patellar taping for patellofemoral pain syndrome in adults.
- Collins, N., Crossley, K., Beller, E., Darnell, R., McPoil, T., & Vicenzino, B. J. B. (2008). Foot orthoses and physiotherapy in the treatment of patellofemoral pain syndrome: randomised clinical trial. *337*.
- Collins, N. J., Bierma-Zeinstra, S. M., Crossley, K. M., van Linschoten, R. L., Vicenzino, B., & van Middelkoop, M. J. B. j. o. s. m. (2013). Prognostic factors for patellofemoral pain: a multicentre observational analysis. *47*(4), 227-233.
- Crossley, K. M., Callaghan, M. J., & van Linschoten, R. J. b. (2015). Patellofemoral pain. *351*.
- Crossley, K. M., Stefanik, J. J., Selfe, J., Collins, N. J., Davis, I. S., Powers, C. M., . . . Callaghan, M. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis

and patient-reported outcome measures. *Br J Sports Med*, 50(14), 839-843. doi:10.1136/bjsports-2016-096384

Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Collins, N. J., Rathleff, M. S., & Barton, C. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *Br J Sports Med*, 50(14), 844-852. doi:10.1136/bjsports-2016-096268

Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Collins, N. J., Rathleff, M. S., & Barton, C. J. J. B. j. o. s. m. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). 50(14), 844-852.

Doberstein, S. T., Romeyn, R. L., & Reineke, D. M. J. J. o. a. t. (2008). The diagnostic value of the Clarke sign in assessing chondromalacia patella. 43(2), 190-196.

Hart, H., Ackland, D., Pandy, M., Crossley, K. J. O., & Cartilage. (2012). Quadriceps volumes are reduced in people with patellofemoral joint osteoarthritis. 20(8), 863-868.

Hinman, R., & Crossley, K. (2007). Patellofemoral joint osteoarthritis: an important subgroup of knee osteoarthritis.

Kase, K. J. A. (2003). Clinical therapeutic applications of the Kinesio (! R) taping method.

Keays, S. L., Newcombe, P. A., Bullock-Saxton, J. E., Bullock, M. I., & Keays, A. C. J. T. A. j. o. s. m. (2010). Factors

- involved in the development of osteoarthritis after anterior cruciate ligament surgery. 38(3), 455-463.
- Lack, S., Barton, C., Sohan, O., Crossley, K., & Morrissey, D. J. B. j. o. s. m. (2015). Proximal muscle rehabilitation is effective for patellofemoral pain: a systematic review with meta-analysis. 49(21), 1365-1376.
- Lankhorst, N. E., Bierma-Zeinstra, S. M., & van Middelkoop, M. (2012). Risk factors for patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 42(2), 81-94. doi:10.2519/jospt.2012.3803
- Macri, E. M., Stefanik, J. J., Khan, K. K., Crossley, K. M. J. A. c., & research. (2016). Is tibiofemoral or patellofemoral alignment or trochlear morphology associated with patellofemoral osteoarthritis? A systematic review. 68(10), 1453-1470.
- McConnell, J. J. A. J. P. (1986). The management of chondromalacia patellae: a long term solution. 32(4), 215-223.
- Meira, E. P., & Brumitt, J. J. S. h. (2011). Influence of the hip on patients with patellofemoral pain syndrome: a systematic review. 3(5), 455-465.
- Merican, A. M., & Amis, A. A. J. J. o. b. (2009). Iliotibial band tension affects patellofemoral and tibiofemoral kinematics. 42(10), 1539-1546.
- Mulligan, B. R. J. (2010). Manual therapy: NAGS, SNAGS, MWMs etc.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Foss, K. D. B., Goodman, A., Ceasar, A., Rauh, M. J., . . . Hewett, T. E. J. C. b. (2010). The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. 25(7), 700-707.

- Nakagawa, T. H., Moriya, É. T., Maciel, C. D., Serrão, F. V. J. J. o. o., & therapy, s. p. (2012). Trunk, pelvis, hip, and knee kinematics, hip strength, and gluteal muscle activation during a single-leg squat in males and females with and without patellofemoral pain syndrome. *42*(6), 491-501.
- Nunes, G. S., Stapait, E. L., Kirsten, M. H., de Noronha, M., & Santos, G. M. J. P. T. i. S. (2013). Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. *14*(1), 54-59.
- Powers, C. M., Witvrouw, E., Davis, I. S., & Crossley, K. M. (2017). Evidence-based framework for a pathomechanical model of patellofemoral pain: 2017 patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester, UK: part 3. *Br J Sports Med*, *51*(24), 1713-1723. doi:10.1136/bjsports-2017-098717
- Powers, C. M. J. j. o. o., & therapy, s. p. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *40*(2), 42-51.
- Souza, R. B., & Powers, C. M. J. T. A. j. o. s. m. (2009). Predictors of hip internal rotation during running: an evaluation of hip strength and femoral structure in women with and without patellofemoral pain. *37*(3), 579-587.
- Varadarajan, K. M., Freiberg, A. A., Gill, T. J., Rubash, H. E., & Li, G. J. J. o. b. e. (2010). Relationship between three-dimensional geometry of the trochlear groove and in vivo patellar tracking during weight-bearing knee flexion. *132*(6).

SPİNAL KORD YARALANMALARINDA NON-İNVAZİV ELEKTRİKSEL STİMÜLASYON YÖNTEMLERİ

Adil SONGUR¹

1. GİRİŞ

Omurilik (medulla spinalis), beyin ile vücut arasındaki temel iletişim yolunu oluşturan, motor, duysal ve otonomik yolları barındıran kritik bir sinir dokusu demetidir. Spinal kord yaralanması (SKY), travmatik (trafik kazası, düşme, şiddet vb.) veya travmatik olmayan (tümör, enfeksiyon, vasküler olaylar) nedenlerle ortaya çıkan, yaralanma seviyesi ve tamamlığına göre değişen derecelerde duysal, motor ve otonomik fonksiyon kaybına yol açan yıkıcı bir nörolojik patolojidir. Yaralanma, primer mekanik hasarın yanı sıra saatler, günler ve hatta aylar süren sekonder patolojik süreçlerle (inflamasyon, eksitotoksisite, glial skar oluşumu) ilerler ve sıklıkla parapleji veya tetrapleji ile sonuçlanır (Margitis vd., 2025; Rahman vd., 2022).

SKY sonrası fonksiyonel kayıpların altında yatan nörofizyolojik mekanizmalar karmaşıktır. Yaralanma, supraspinal-spinal bağlantıları keserek istemli motor kontrolü bozmakla kalmaz, aynı zamanda spinal devrelerde uyarılabilirlik dengesini değiştirir. Buna rağmen, özellikle lumbosakral segmentlerde yer alan merkezi patern jeneratörleri (CPG) gibi intrinsek nöral ağlar çoğu olguda anatomik bütünlüğünü korur ve uygun modülasyonla yeniden aktive edilebilir potansiyele sahiptir (Chen vd., 2018; Taylor vd., 2021).

¹ Dr. FT. Ankara Etlik Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Omurilik Yaralanmaları Kliniği, ORCID: 0000-0002-1170-1633.

Bu bağlamda nöromodülasyon, sinirsel aktiviteyi elektriksel veya kimyasal uyarılarla düzenleyerek bozulmuş fonksiyonları restore etmeyi hedefleyen geri dönüşümlü bir tedavi yaklaşımıdır. Non-invaziv elektriksel stimülasyon yöntemleri, cerrahi girişim gerektirmeksizin cilt üzerinden uygulanan güvenli ve tekrarlanabilir teknikler olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, frekans, akım yoğunluğu, uygulama süresi ve elektrot/coil yerleşimi gibi parametrelerle optimize edilerek supraspinal (üstten-alta) veya spinal/periferik (alttan-üste) düzeyde nöral devreleri modüle eder. Rezidüel supraspinal ve spinal ağların uyarılabilirliğini artırarak motor kontrolü, duyuşal işlevleri ve otonomik düzenlemeyi desteklemekte yoğun rehabilitasyon programlarıyla kombine edildiğinde fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırmaktadır (Chen vd., 2018).

2. BAŞLICA NON-İNVAZİV ELEKTRİKSEL STİMÜLASYON YÖNTEMLERİ

Non-invaziv elektriksel stimülasyon yöntemleri, sinir sisteminin uyarılabilirliğini dışarıdan uygulanan elektriksel alanlar aracılığıyla modüle etmeyi amaçlayan çağdaş nöromodülasyon yaklaşımları arasında yer almaktadır. Merkezi ve periferik düzeylerde uygulanabilen bu teknikler, fonksiyonel iyileşmenin desteklenmesi ve klinik semptomların düzenlenmesi amacıyla farklı mekanizmalar üzerinden etki göstermektedir.

2.1. Transkutanöz Spinal Kord Stimülasyonu (tSCS)

Transkutanöz spinal kord stimülasyonu (tSCS), elektrotların deri üzerine, genellikle servikal veya torakolomber spinöz prosesler hizasına yerleştirilmesiyle uygulanan, cerrahi risk taşımayan bir nöromodülasyon tekniğidir. Bu yöntem, spinal kordun lezyon seviyesinin altındaki rezidüel ağlarını aktive ederek, beyinden gelen zayıf sinyallerin daha etkili bir şekilde motor yanıtı dönüşmesini sağlar.

2.1.1. Etki Mekanizması ve Hedeflenen Spinal Ağlar

tSCS'nin temel çalışma prensibi, omuriliğin arka köklerinde (dorsal roots) bulunan geniş çaplı afferent liflerin (A α ve A β) uyarılmasına dayanır. Bu lifler aracılığıyla spinal interneöronal ağlar ve motor nöron havuzları “*hazır*” (priming) hale getirilir. Stimülasyon, spinal motor nöronları doğrudan ateşlemek yerine, onları “*eşik altı*” bir uyarılabilirlik seviyesinde tutarak beyinden gelen istemli komutlara duyarlı hale getirir (Gerasimenko, 2015). Ayrıca tSCS, beyinden bağımsız olarak ritmik hareket üretebilen merkezi patern jeneratörlerini (CPG) yapay bir tonik girdi sağlayarak yeniden aktive eder (Hofstötter, 2024).

tSCS'nin klinik etkileri motor sistemden otonomik dengeye kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır:

- **Motor Fonksiyon ve Postür:** Servikal yaralanmalarda üst ekstremitelerde el kavrama gücü, parmak deksteritesi ve duyuşsal algıda belirgin iyileşmeler gözlenir. Torakolomber stimülasyon ise gövde stabilitesini artırarak yardımsız ayakta durma ve adım atma yeteneğini destekler.
- **Otonomik Sistem:** tSCS, kardiyovasküler stabilite sağlayarak ortostatik hipotansiyon ve otonomik disrefleksi riskini azaltır; ayrıca mesane kapasitesini ve istemli boşaltım kontrolünü artırır, bağırsak boşaltma süresini kısaltır ve cinsel fonksiyon skorlarını iyileştirir (Samejima, 2022).
- **Solunum Sistemi:** Servikal tSCS, inspiratuar ve ekspiratuar kas gücünü (MIP/MEP) artırarak öksürük etkinliğini ve akciğer kapasitesini geliştirir (Kumru, 2023).

Geniş ölçekli klinik çalışmalarda (örneğin Up-LIFT çalışması), tSCS'nin yoğun rehabilitasyonla kombine edildiğinde kronik yaralanmalı hastaların %72'sinde el fonksiyonlarında kalıcı kazanımlar sağladığı görülmüştür (Megía García, 2020). Stimülasyonun en yüksek klinik verimi, yoğun, göreve özgü ve tekrarlı rehabilitasyon egzersizleriyle (Activity-Based Therapy) eş zamanlı uygulandığı durumlarda alınmaktadır.

2.1.2. Yöntemin Uygulanma Şekli ve Teknik Bilgiler

tSCS uygulamasında hastanın konforunu artırmak ve deri altındaki ağrı reseptörlerinin uyarılmasını engellemek için özel parametreler kullanılır:

- **Elektrot Yerleşimi:** Katot elektrotlar (genellikle 3.2 cm çapında yuvarlak veya 5x9 cm dikdörtgen) midline üzerinde T11-T12 veya C4-C7 vertebra aralıklarına yerleştirilir. Anot elektrotlar (genellikle daha büyük boyutlu) ise iliak kanatlara, omuz bölgesine veya alt abdomene simetrik olarak bağlanır (Gerasimenko, 2015).
- **Akım Parametreleri:** Genellikle 15-50 Hz pals frekansında, 1 ms pals genişliğine sahip bifazik akımlar tercih edilir. Deri direncini kırmak ve derin dokulara penetrasyonu maksimize etmek için genellikle 10 kHz düzeyinde bir taşıyıcı frekans (carrier frequency) kullanılır.
- **Uygulama Süresi:** Seanslar genellikle 30 ile 60 dakika arasında sürer ve rehabilitasyon egzersizleri (el eğitimi, yürüme eğitimi vb.) ile eş zamanlı olarak uygulanır (Taylor, 2021).

Bu teknik ayarlamalar sayesinde tSCS, yüzeyel ağrı liflerini minimal düzeyde uyarırken dorsal kök afferentleri ve spinal ara nöron ağlarını etkin biçimde aktive edebilir. Klinik olarak bu durum, uygulama sırasında daha yüksek akım

şiddetlerine tolere edilebilir bir konforla ulaşılmasına ve spinal devrelerin “hazırlanmış” bir uyarılabilirlik durumuna sokulmasına olanak tanır.

2.2. Tekrarlayıcı Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (rTMS)

Tekrarlayıcı transkraniyal manyetik stimülasyon (repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS), kafa derisi üzerine yerleştirilen bir bakır bobin (coil) aracılığıyla oluşturulan zamana bağlı değişken manyetik alanların, kafatası ve çevre yumuşak dokuları ağrısız biçimde geçerek kortikal dokuda ikincil elektrik akımları indüklemesi esasına dayanan non-invaziv bir nöromodülasyon yöntemidir (Fan vd., 2025). Bu indüklenen akımlar, hedeflenen kortikal alanlarda nöronal membran potansiyellerini modüle ederek kortikal uyarılabilirliği artırabilir veya azaltabilir.

Spinal kord yaralanması (SKY) rehabilitasyonunda rTMS, özellikle hasar görmüş kortikospinal ve kortikoretiküler ağların fonksiyonel yeniden organizasyonunu desteklemek ve supraspinal düzeyde nöral sinyal iletimini güçlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir nöromodülasyon tekniği haline gelmiştir (Fan vd., 2025).

2.2.1. Kortikospinal Yolaklar Üzerindeki Modülatör Etkiler

rTMS'nin spinal kord yaralanması (SKY) sonrasındaki en önemli nörofizyolojik etkilerinden biri, motor kortekste temsil alanlarının yeniden organizasyonunu desteklemesi ve kortikospinal yolaklar boyunca nöral iletimi modüle edebilmesidir (Fan vd., 2025). Uygulanan rTMS protokolünün frekansına ve uyarım parametrelerine bağlı olarak, primer motor korteksin (M1) uyarılabilirliği artırılabilir ya da baskılanabilir. Bu durum kortikospinal çıkışın gücü ve senkronizasyonu üzerinde belirleyici rol oynar.

SKY sonrasında kortikospinal yollarda görülen iletim azalması ve fonksiyonel kopukluk, rTMS aracılığıyla tetiklenen kortikal plastisite mekanizmaları sayesinde kısmen kompanse edilebilir (Fan vd., 2025).

- **Aksonal Rejenerasyon ve Filizlenme:** rTMS, anatomik olarak tam olmayan yaralanmalarda sağlam kalan kortikospinal traktus (CST) liflerinin “*sprouting*” (filizlenme) yapmasını ve propriospinal nöronlarla yeni sinaptik bağlantılar (röle devreleri) kurmasını teşvik eder.
- **Moleküler Nörorestorasyon:** Manyetik uyarm, BDNF (Beyin Türevli Nörotrofik Faktör) ve NGF (Sinir Büyüme Faktörü) gibi nörotrofik proteinlerin ekspresyonunu artırarak nöronal hayatta kalmayı destekler ve aksonal büyümeyi engelleyen inhibitör mikroçevreyi (örn. kondroitin sülfat proteoglikanlar) modüle eder.
- **Devre Yeniden Yapılanması:** rTMS, motor kortikal çıktıyı sağlam kalan spinal devrelere yönlendirerek, yaralanma seviyesinin altındaki motonöronların uyarılabilirliğini artırır (Calderone vd., 2024).

Bu modülatör etkiler, motor uyarılmış potansiyellerin (motor evoked potentials, MEP) amplitüdünde artış ve latans sürelerinde kısalma ile nesnel olarak izlenebilmektedir. Böylece rTMS’nin supraspinal düzeyde kortikospinal iletimi güçlendiren bir müdahale olduğu desteklenmektedir (Fan vd., 2025).

2.2.2.Frekans-Bağımlı Uyarım Yaklaşımları

rTMS’nin biyolojik etkileri, uygulanan manyetik uyarıların frekansı ve paternine bağlı olarak belirgin biçimde farklılık gösterir. Bu özellik, hedeflenen kortikal alanlarda nöronal uyarılabilirliğin artırılması veya baskılanmasının klinik amaç doğrultusunda seçici olarak modüle edilmesine olanak tanır (Fan vd., 2025).

- **Yüksek Frekanslı rTMS ($\geq 5-25$ Hz):** Genellikle motor korteks üzerine uygulanır ve nöronal ateşleme eşiğini düşürerek kortikal eksitabilitiyi artırır. Uzun süreli potansiyelizasyon (LTP) benzeri mekanizmalar aracılığıyla motor öğrenmeyi ve kas gücü artışını destekler (Fan vd., 2025).
- **Düşük Frekanslı rTMS (≈ 1 Hz):** Uzun süreli depresyon (LTD) mekanizması üzerinden çalışarak kortikal eksitabilitiyi azaltır. Özellikle spastisite yönetiminde, aşırı aktif motor bölgeleri veya spinal refleksleri baskılamak için tercih edilir (Fan vd., 2025).
- **Theta Burst Stimülasyonu (TBS):** Çok yüksek frekanslı (50 Hz) patlamaların düşük frekanslı bir ritimle (5 Hz) verilmesidir. Aralıklı TBS (iTBS) formu eksitabilitiyi artırırken, sürekli TBS (cTBS) formu baskılar; TBS'nin en büyük avantajı, 3 dakika gibi kısa sürede 20-30 dakikalık standart protokollerle benzer güçte etki yaratabilmesidir (Fan vd., 2025).

rTMS'in klinik etkinliği; yaralanma seviyesi, kompletlik durumu, hedeflenen kortikal alan, uygulama zamanlaması ve eşzamanlı rehabilitasyon programları gibi faktörlere bağlıdır. Özellikle görev-odaklı fizik tedavi ve yürüme eğitimi ile kombine edildiğinde, aktiviteye bağımlı nöroplastisiteyi güçlendirerek fonksiyonel kazanımları artırır.

rTMS, tek başına tedavi olmaktan ziyade spinal ve supraspinal düzeylerde nöroplastisiteyi kolaylaştıran tamamlayıcı bir araçtır. Bireyselleştirilmiş protokollerle uygulandığında spinal kord yaralanması rehabilitasyonunda anlamlı klinik katkı sağlayabilir.

2.2.3. Spinal Kord Yaralanmalarında Klinik Kullanım Alanları

rTMS, spinal kord yaralanması (SKY) olan bireylerde yalnızca motor fonksiyon kayıplarının iyileştirilmesine yönelik bir müdahale olarak değil, aynı zamanda yaralanmaya eşlik eden çeşitli kronik komplikasyonların yönetiminde de giderek artan bir kullanım alanına sahiptir (Fan vd., 2025).

- **Motor Disfonksiyon ve Yürüme:** rTMS, alt ekstremitelerde motor skorlarını (LEMS) ve yürüme hızını iyileştirmede yüksek klinik etki büyüklüğüne sahiptir (Hernandez-Navarro vd., 2025; Fan vd., 2025). Özellikle 15-24 seanslık protokollerin motor iyileşmeyi seanslardan aylar sonra bile koruduğu gösterilmiştir (Fan vd., 2025).
- **Spastisite Yönetimi:** rTMS, motor korteks ile inhibitör spinal devreler arasındaki bağlantıyı güçlendirerek spastisiteyi hafifletir. KCC2 ve GAD67 ekspresyonunu artırarak motonöron uyarılabilirliğini yeniden dengeler (Fan vd., 2025).
- **Nöropatik Ağrı Kontrolü:** Yüksek frekanslı rTMS, primer motor korteksi (M1) uyararak talamus ve anterior singulat korteks gibi ağrı merkezlerindeki aktiviteyi dolaylı olarak düzenler ve endojen opioid salınımını tetikler.
- **Solunum Fonksiyonu:** C2 seviyesindeki yüksek yaralanmalarda, rTMS'nin "çapraz frenik yollar" (crossed phrenic pathways) üzerinden diyafram aktivitesini destekleyebileceği ve ventilatör bağımlılığını azaltabileceği saptanmıştır (Michel-Flutot vd., 2022).

Omurilik hasarı, bir şehrin ana trafo merkezindeki kabloların kopmasına benzetilebilir. rTMS, kopan ana hattı doğrudan onarmak yerine, gökyüzünden (manyetik alan) yayılan

sinyallerle sağlam kalan küçük jeneratörleri ve yedek hatları (rezidüel lifler) bularak onları yüksek frekanslı bir “yükseltici” (amplifikatör) gibi çalıştırır ve karanlıkta kalan bölgelere (felçli kaslar) elektriğin yeniden ulaşmasını sağlar.

Klinik çalışmalarda rTMS’nin, nöropatik ağrı, spastisite, yorgunluk ve duyuusal anormallikler gibi SKY sonrası sık görülen sekeller üzerinde modülatör etkiler gösterebildiği bildirilmiştir. Bu etkilerin, kortikal ve subkortikal ağlarda uyarılabilirliğin yeniden dengelenmesi, ağrı iletim yollarının supraspinal düzeyde baskılanması ve inen inhibitör sistemlerin aktivasyonu ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla rTMS, motor rehabilitasyonun ötesinde, SKY’ye bağlı kronik semptomların çok boyutlu yönetiminde tamamlayıcı ve bütüncül bir nöromodülasyon yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

2.3. Transkraniyal Doğru Akım Stimülasyonu (tDCS)

Transkraniyal doğru akım stimülasyonu (transcranial direct current stimulation, tDCS), kafa derisi üzerinden uygulanan, genellikle 1-2 mA (maksimum 4 mA) aralığında düşük genlikli doğru akımlar aracılığıyla kortikal nöronların uyarılabilirliğini modüle eden non-invaziv bir beyin uyarım tekniğidir. tDCS, nöronları doğrudan aksiyon potansiyeli oluşturmaya zorlamaktan ziyade, membran dinlenim potansiyelinde oluşturduğu hafif depolarizasyon veya hiperpolarizasyon yoluyla nöronal ateşleme eşiğini değiştirir ve böylece sinaptik iletimin olasılığını dolaylı olarak etkiler (Ko, 2021; Nardone, 2015).

Bu nöromodülatör etki, uygulanan akımın polaritesine, yoğunluğuna, elektrot yerleşimine ve stimülasyon süresine bağlı olarak kortikal ağların uyarılabilirlik dengesini yeniden şekillendirebilir. Dolayısıyla tDCS, kortikal plastisiteyi destekleyen ve öğrenme ile rehabilitasyon süreçlerini kolaylaştıran tamamlayıcı bir nöromodülasyon yöntemi olarak

değerlendirilmektedir. Bu bağlamda tDCS'nin fizyolojik etkileri, uygulanan elektrodun polaritesine bağlı olarak iki ana yönde gelişmektedir:

- **Anodal Stimülasyon:** Hedeflenen kortikal bölgedeki (genellikle M1) nöronların membran potansiyelini depolarize ederek eksitabiliteyi artırır. Bu süreç, sinaptik iletimi güçlendiren uzun süreli potansiyelizasyon (LTP) benzeri mekanizmaları tetikleyerek zayıflamış kortikospinal yolların işlevselliğini artırabilir (Wang, 2021; Hsu, 2025).
- **Katodal Stimülasyon:** Nöronları hiperpolarize ederek eksitabiliteyi baskılar; bu durum, genellikle spastisite veya nöropatik ağrı gibi aşırı aktif nöral devrelerin inhibisyonu amacıyla kullanılan uzun süreli depresyon (LTD) benzeri etkiler yaratır (Wang, 2021; Murray, 2014).

tDCS, tek başına bir tedavi yöntemi olmaktan ziyade, yoğun ve göreve özgü rehabilitasyonla kombine edildiğinde en yüksek verimi sağlamaktadır. Anodal tDCS'nin görev odaklı motor eğitimle eş zamanlı (online) uygulanması, sinaptik plastisiteyi hazırlayarak (priming) hastanın egzersiz sırasında gösterdiği istemli çabanın beyindeki sinaptik izlerini güçlendirir. Yapılan klinik çalışmalarda, on seanslık tDCS destekli rehabilitasyonun, sadece egzersiz yapan gruplara oranla kas gücü ve el becerisi skorlarında yaklaşık iki kat daha fazla kazanım sağladığı bildirilmiştir. Bu sinerji, Hebbian teorisinin “*birlikte ateşlenen nöronlar birlikte bağlanır*” ilkesine dayanarak, residual sinir yollarının yeniden yapılandırılmasını kolaylaştırır (Arora, 2022; Wang, 2021).

2.3.1. Klinik Etkinlik ve Sınırlılıklar

Mevcut çalışmalar, özellikle inkomplet SKY olgularında ve rezidüel kortikospinal iletimin korunduğu durumlarda,

tDCS'nin motor performans, kas gücü ve görev-odaklı motor öğrenme üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiğini bildirmektedir. Bununla birlikte, elde edilen sonuçlar hasta grupları arasındaki heterojenlik, örneklem büyüklüklerinin sınırlı olması, uyarım parametrelerindeki farklılıklar ve uzun dönem takip verilerinin yetersizliği nedeniyle tutarsızlık gösterebilmektedir. Ayrıca, tDCS'ye verilen bireysel yanıtların lezyon seviyesi, kompletlik durumu ve eş zamanlı rehabilitasyon müdahalelerine bağlı olarak değişkenlik göstermesi, yöntemin standartlaştırılmasını güçleştirmektedir.

Bu nedenlerle spinal kord yaralanması (SKY) rehabilitasyonunda tDCS'nin klinik kullanımına ilişkin yürütülen araştırmalar, hem umut verici fonksiyonel kazanımlara işaret eden bulgular hem de yöntemin etkinliğini sınırlayan bazı metodolojik ve klinik zorlukları ortaya koymuştur:

- **Klinik Etkinlik:** Kronik servikal yaralanmalı bireylerde 2 mA şiddetindeki anodal tDCS'nin el kasları üzerindeki motor uyarılmış potansiyel (MEP) genliğini %40 oranında artırdığı ve bu etkinin motor güç kazanımlarıyla korele olduğu saptanmıştır (Murray, 2014; Arora, 2022).
- **Sınırlılıklar ve Güvenlik:** tDCS'in başlıca sınırlılıkları; düşük mekansal çözünürlük nedeniyle akımın kafatası boyunca dağılması ve uyarımın spesifik kortikal alanlara odaklanamamasıdır. Ayrıca, yaralanmanın kronikliği (özellikle >5 yıl) ve antispazmodik ilaçlar (örneğin baklofen) gibi faktörler nöral yanıtı baskılayarak klinik etkinliği azaltmaktadır (Carvalho, 2020).
- **Güvenlik Profili:** Yöntem son derece güvenli kabul edilmektedir. En sık bildirilen yan etkiler kaşıntı (%39.3), karıncalanma (%22.2) ve hafif baş ağrısıdır (%14.8). Bu etkilerin çoğu geçicidir ve kalıcı bir doku hasarı riski taşımamaktadır (Ko, 2021).

Bu bulgular ışığında tDCS'nin, SKY rehabilitasyonunda tek başına bir tedavi yöntemi olmaktan ziyade, bireyselleştirilmiş rehabilitasyon programlarına entegre edildiğinde anlamlı katkılar sağlayan tamamlayıcı bir nöromodülasyon yaklaşımı olduğu söylenebilir. Özellikle görevle eş zamanlı uygulamalar, motor eğitim ve robotik ya da sanal gerçeklik temelli rehabilitasyonlarla kombine edildiğinde, kortikal plastisiteyi güçlendiren “hazırlama” (priming) etkisi yoluyla klinik kazanımların artırılabilceği düşünülmektedir. Gelecekte, görüntüleme ve nörofizyolojik biyobelirteçlere dayalı hasta seçimi, akım dağılımını optimize eden yüksek tanımlı (HD-tDCS) protokoller ve doz-yanıt ilişkisini netleştiren standartlaştırılmış yaklaşımlar, tDCS'nin SKY rehabilitasyonundaki yerini daha net biçimde tanımlayacaktır.

2.4. Fonksiyonel ve Nöromusküler Elektriksel Stimülasyon (FES / NMES)

Fonksiyonel elektriksel stimülasyon (functional electrical stimulation, FES) ve nöromusküler elektriksel stimülasyon (neuromuscular electrical stimulation, NMES), spinal kord yaralanması (SKY) sonrasında supraspinal motor yollardaki iletim kesintisini kısmen bypass ederek periferik sinirleri ve iskelet kaslarını doğrudan uyaran başlıca periferik nöromodülasyon teknikleri arasında yer almaktadır (Dolbow vd., 2023). Bu yöntemler, alt motor nöronlar ve kas lifleri düzeyinde elektriksel aktivasyonu tetikleyerek istemli motor kontrolün azaldığı veya kaybolduğu durumlarda kas kasılmasını mümkün kılar.

NMES, ağırlıklı olarak kas kuvvetinin artırılması, kas atrofisinin önlenmesi ve kas dayanıklılığının geliştirilmesi amacıyla, tekrarlayıcı ve genellikle izole kas kasılmalarını hedefleyen bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır. Buna karşılık FES, elektriksel olarak indüklenen kas kasılmalarını bisiklet

çevirme, yürüme, ayakta durma veya üst ekstremitelerde nesne kavrama gibi anlamlı fonksiyonel görevlere entegre ederek, motor performansın ve günlük yaşam aktivitelerinin iyileştirilmesini hedeflemektedir (Dolbow vd., 2023).

2.4.1. Kas Aktivasyonu ve Fonksiyonel Görev Temelli Kullanım

NMES ve FES, motor korteksten spinal motor nöronlara uzanan iletimin kesintiye uğradığı durumlarda, periferik sinirler ve kas liflerini doğrudan elektriksel olarak uyararak kas kasılmasını indükleyen yöntemlerdir. Bu tekniklerin temel nörofizyolojik özelliklerinden biri, fizyolojik istemli kasılmadan farklı olarak büyük çaplı, hızlı ileten motor ünitelerin daha erken aktive edilmesidir. Bu tersine motor ünite rekrutman paterni, kas yorgunluğunun daha hızlı gelişmesine yol açabilse de felçli veya ciddi derecede zayıflamış kas gruplarında istemli kontrolün ötesinde anlamlı bir kas aktivasyonu sağlamaktadır (Dorrian vd., 2023).

Fonksiyonel elektriksel stimülasyon sistemleri, bu özellikleri sayesinde birer nöro-protez olarak kullanılabilmekte; destekli ayakta durma, adım atma döngüsünün başlatılması ve sürdürülmesi gibi karmaşık motor görevlerin gerçekleştirilmesine olanak tanımaktadır (Dolbow vd., 2023). Ayrıca SKY sonrasında gelişen hareketsizliğe bağlı kullanmama atrofisi (disuse atrophy), FES ve NMES uygulamaları ile etkin biçimde yönetilebilmektedir.

Bu yöntemlerin klinik etkileri farklı fonksiyonel alanlarda şu şekilde özetlenebilir:

- **Kas Atrofisi:** Araştırmalar, 8 ila 16 haftalık NMES eğitiminin kas hacminde %20 ile %72 arasında artış sağladığını ve insülin duyarlılığını iyileştirerek metabolik riskleri azalttığını göstermiştir (Dolbow vd., 2023).

- **Yürüme Fonksiyonu:** FES-destekli bisiklet veya yürüme eğitiminin, yürüme hızı ve dayanıklılığı (6-Dakika Yürüme Testi) üzerinde klinik olarak anlamlı iyileşmeler sağladığı saptanmıştır (Dolbow vd., 2023).
- **Üst Ekstremiteler:** Servikal yaralanmalarda üst ekstremiteler kontrolü en yüksek rehabilitasyon önceliğidir ve FES, özellikle kavrama ve bırakma (tenodez kavrayışı) gibi ince motor becerilerin yeniden kazanılmasında kritik bir araçtır (Dolbow vd., 2023).

Bu bulgular, FES ve NMES'in yalnızca periferik kas aktivasyonunu sağlayan destekleyici yöntemler olmanın ötesinde, aktiviteye bağımlı nöroplastisiteyi tetikleyebilen güçlü rehabilitasyon araçları olduğunu göstermektedir. Elektriksel olarak indüklenen kas kasılmalarının oluşturduğu yoğun duyuşsal geri bildirim, spinal ve supraspinal ağlarda yeniden yapılanmayı destekleyerek santral motor kontrolün yeniden organizasyonuna katkı sağlayabilir. Bu nedenle FES ve NMES uygulamaları, özellikle rTMS ve tDCS gibi santral nöromodülasyon teknikleriyle kombine edildiğinde, kortikospinal etkileşimi güçlendiren ve fonksiyonel iyileşmeyi maksimize eden bütüncül rehabilitasyon stratejilerinin önemli bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir.

2.4.2. Yöntemin Uygulanma Şekli ve Teknik Bilgiler

Klinik uygulamada FES ve NMES protokollerinin etkinliği, uyarım parametrelerinin hedeflenen dokuya, fonksiyonel amaca ve bireysel hasta özelliklerine göre hassas biçimde ayarlanmasına bağlıdır. Bu parametrelerin uygun şekilde optimize edilmesi hem kas kasılmasının etkinliğini artırmakta hem de yorgunluk, ağrı ve cilt irritasyonu gibi istenmeyen etkilerin önlenmesine katkı sağlamaktadır:

- **Elektrot Yerleşimi:** Elektrotlar doğrudan hedef kasın motor noktası üzerine (sinirlerin kas karnına girdiği

bölge) yerleştirilir. Üst ekstremitede genellikle el bileği ekstansörleri, alt ekstremitede ise kuadriseps ve tibialis anterior kasları tercih edilir (Dolbow vd., 2023).

- **Akım Parametreleri:** Genellikle 20-50 Hz frekans aralığı, kas yorgunluğunu minimize etmek için tercih edilir (Rahman vd., 2022). Pals genişliği 300-600 µs olarak ayarlanırken, akım şiddeti görünür bir kas kasılması oluşturacak düzeyde, hastanın toleransına göre 100-140 mA seviyesine kadar çıkarılabilir (Rahman vd., 2022).
- **Uygulama Süresi:** Seanslar genellikle fonksiyonel bir aktivite (örn. 30-60 dakika yürüme veya bisiklet) sırasında uygulanır ve kalıcı kemik sağlığı kazanımları için protokollerin en az bir yıl sürdürülmesi önerilir (Dolbow vd., 2023).

FES ve NMES uygulamalarında başarı, standart protokollerin körü körüne uygulanmasından ziyade, hastaya özgü nörofizyolojik özelliklerin ve fonksiyonel hedeflerin dikkate alındığı bireyselleştirilmiş parametre ayarlamalarına bağlıdır. Uyarım şiddeti, süresi ve elektrot konfigürasyonunun klinik yanıt doğrultusunda dinamik olarak yeniden düzenlenmesi, tedaviye uyumu artırırken istenmeyen yan etkileri azaltmaktadır. Bu yaklaşım, FES ve NMES'in SKY rehabilitasyonunda yalnızca destekleyici birer araç değil, fonksiyonel iyileşmeyi yönlendiren aktif ve hedefe yönelik nöromodülasyon stratejileri olarak konumlandırılmasını sağlamaktadır.

2.5. Transkütanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS)

Transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), elektriksel impulsların deri üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar aracılığıyla duyuşal sinirlere iletildiği, invaziv olmayan, güvenli ve düşük maliyetli bir nöromodülasyon

yöntemidir. Motor sinirleri hedefleyen ve kas kontraksiyonu oluşturan yöntemlerin aksine TENS, birincil olarak duyuşal sinir liflerini uyararak ağrı algısını modüle etmeyi ve hastanın konforunu artırmayı amaçlar (Flint Rehab, 2025; Tahmasbi vd., 2025).

2.5.1. Duyuşal Modülasyon ve Ağrı Kontrol Mekanizmaları

TENS'in nörofizyolojik etki mekanizması temel olarak Melzack ve Wall tarafından ortaya atılan “*Kapı Kontrol Teorisi*”ne dayanmaktadır. Bu teoriye göre, deri üzerindeki mekanoreseptörlere bağılı geniş çaplı ve hızlı ileten A-beta duyuşal liflerinin uyarılması, omuriliğin dorsal boynuzundaki (substantia gelatinosa) inhibitör internöronları aktif hale getirir. Bu süreç, ağrı sinyallerini taşıyan daha ince ve yavaş C ve A-delta liflerinin geçişini engelleyerek ağrı “*kapısını*” kapatır (Dua vd., 2025; Pradat vd., 2023; Tahmasbi vd., 2025).

Buna ek olarak TENS, vücudun doğal analjezikleri olan enkephalin ve beta-endorfin gibi endojen opioidlerin salınımını tetikleyerek merkezi bir ağrı kontrolü sağlar. Kimyasal düzeyde ise, özellikle yüksek frekanslı TENS uygulamalarının, merkezi sinir sistemindeki uyarılabilirliği baskılayan bir inhibitör nörotransmitter olan GABA salınımını artırdığı ve sinaptik seviyede uyarılabilirlik dengesini yeniden kurduğu düşünülmektedir (Tahmasbi vd., 2025; Korai vd., 2021).

2.5.2. Yöntemin Uygulanma Şekli ve Teknik Bilgiler

Transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) uygulamasında teknik parametrelerin doğru seçimi, tedavinin analjezik etkinliği ve hasta toleransı açısından kritik öneme sahiptir. Bu parametreler, yaralanmanın seviyesi ve süresi, ağrının tipi (nöropatik vs. nosiseptif), eşlik eden spastisite varlığı ve hastanın subjektif duyuşal geri bildirimi doğrultusunda bireyselleştirilerek belirlenir. Klinik uygulamada amaç,

hedeflenen periferik ve spinal afferent lifleri etkin biçimde uyarırken rahatsızlık oluşturmada sürdürülebilir bir nöromodülasyon sağlamaktır:

- **Elektrot Yerleşimi:** Elektrotlar ağrılı bölgenin çevresine veya ilgili dermatom/sinir trasesi üzerine yerleştirilir. Pedler genellikle yan yana veya ağrılı bölgeyi kapsayacak şekilde çapraz bir dizilimle sabitlenir (Flint Rehab, 2025; Tahmasbi vd., 2025).
- **Akım Parametreleri:** Genellikle 80-100 Hz gibi yüksek frekanslar akut ağrı ve spastisite baskılama için, 2-10 Hz gibi düşük frekanslar ise kronik durumlar ve endojen opioid salınımı için tercih edilir. Pals genişliği tipik olarak 300 µs civarında tutulur (Tahmasbi vd., 2025).
- **Şiddet ve Süre:** Akım şiddeti, kas kasılması (motor eşik) oluşturmayacak düzeyde, hastanın toleransına göre “*hissedilebilir ama ağrısız*” bir karıncalanma seviyesine (genellikle 15-30 mA) ayarlanır. Seanslar genellikle 30 ila 60 dakika sürer (Zhang vd., 2021; Tahmasbi vd., 2025).

Bu mekanizma, fizyolojik düzeyde Aβ afferent liflerinin dorsal boynuzdaki inhibitör internöronları aktive ederek nosiseptif Aδ ve C liflerinden gelen iletimi baskılamasıyla açıklanır ve “*kapı kontrol teorisi*” ile uyumludur. SKY’li bireylerde santral sensitizasyon ve spinal refleks hiperaktivitesinin eşlik ettiği kronik ağrı tablolarında, TENS’in bu segmental inhibitör etkisi hem ağrı algısının azalmasına hem de spastisite ve otonomik yanıtların dolaylı olarak modülasyonuna katkı sağlar. Bu nedenle TENS, uygun parametrelerle ve bireyselleştirilmiş protokollerle uygulandığında, SKY rehabilitasyonunda güvenli, tekrarlanabilir ve multidisipliner tedavi yaklaşımlarını destekleyen etkili bir tamamlayıcı nöromodülasyon yöntemi olarak değerlendirilmektedir.

3. DİĞER NON-İNVAZİV NÖROMODÜLASYON YÖNTEMLERİ

Diğer non-invaziv nöromodülasyon yöntemleri, geleneksel tDCS ve TMS yaklaşımlarının ötesinde, beyin osilatuar dinamiklerini ve nöral ağlardaki sinyal-gürültü dengesini hedefleyen daha özgül teknikleri kapsamaktadır. Bu yöntemler, kortikal ağların zamansal organizasyonunu modüle ederek fonksiyonel iyileşmeyi desteklemeyi amaçlamaktadır (Antal vd., 2025).

Transkraniyal alternatif akım stimülasyonu (tACS), sinüzoidal biçimde değişen düşük şiddetli akımlar aracılığıyla nöronal ateşleme paternlerini belirli frekans bantlarında senkronize etmeyi hedefler. Temel etki mekanizması, osilatuar sürüklenme (entrainment) yoluyla nöral popülasyonların zamansal koordinasyonunu yeniden düzenlemektir. Tekrarlayan uygulamalar, Hebbyen plastisite süreçleri üzerinden kalıcı nörofizyolojik değişikliklere yol açabilmektedir. tACS'nin frekans-spesifik etkileri; bilişsel süreçler, duygu durum regülasyonu ve bellek gibi alanlarda terapötik potansiyel sunmaktadır (Agboada vd., 2025).

Transkraniyal rastgele gürültü stimülasyonu (tRNS) ise geniş bir frekans spektrumunda rastgele değişen akımlar kullanarak, nöral sistemde stokastik rezonans mekanizması üzerinden etki gösterir. Kontrollü düzeyde eklenen “gürültü”, eşik altındaki zayıf nöral sinyallerin iletim etkinliğini artırarak kortikal eksitabiliteyi yükseltir. Özellikle yüksek frekanslı bileşenlerin sodyum kanallarını tekrarlayıcı biçimde aktive etmesiyle bilişsel performans ve motor öğrenme üzerinde hızlı etkiler oluşturabildiği bildirilmiştir. Daha az duyuşsal rahatsızlık yaratması, klinik çalışmalarda metodolojik bir avantaj sağlamaktadır.

Kombine ve hibrit stimölasyon yaklaşımları, farklı nöromodölasyon tekniklerinin eşzamanlı veya ardışık biçimde uygulanmasıyla nöroplastik yanıtı güçlendirmeyi hedefler. Bu stratejiler, kortikal ve spinal düzeylerdeki nöral ağların karşılıklı etkileşimini artırarak fonksiyonel yeniden yapılanmayı desteklemeyi amaçlamaktadır. Özellikle stimölasyonun görev-odaklı rehabilitasyon, robotik eğitim veya sanal gerçeklik uygulamalarıyla eş zamanlı kullanımı, aktiviteye bağlı plastisiteyi maksimize eden bir “*priming*” etkisi oluşturmaktadır. Bununla birlikte, hibrit protokollerin etkinliği uygulama sırası, doz ve hedeflenen devreler gibi parametrelere yüksek düzeyde duyarlıdır (Antal vd., 2025; Peña vd., 2023).

4. NON-İNVAZİV ELEKTRİKSEL STİMÜSLASYONUN KLİNİK UYGULAMA ÇERÇEVESİ

Spinal kord yaralanması (SKY) sonrası rehabilitasyon süreci, hastanın nörolojik durumunun, yaralanma seviyesinin ve fonksiyonel hedeflerinin kapsamlı bir değerlendirmesini gerektiren çok boyutlu bir yapıdır (Margetis vd., 2025). Non-invaziv elektriksel stimölasyon teknikleri, cerrahi riskleri azaltmaları, yüksek hasta kabulü ve maliyet-etkin olmaları nedeniyle modern nörorehabilitasyonun ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir (Pradat vd., 2023).

Klinik karar verme süreci, uyarım yönteminin güvenliği ve etkinliğinin bireysel bazda tartışıldığı bir fayda-risk analizine dayanmaktadır (Antal vd., 2025). Hangi hastanın hangi stimölasyon türünden fayda göreceğini belirlemek için multidisipliner bir ekip yaklaşımı şarttır. Bu ekipte fizyoterapistler, cerrahlar, hemşireler ve cihaz temsilcileri koordineli çalışmalıdır. Karar verme aşamasında, hastanın

stimülasyona duyarlılığı ve adjuvant tedavi olarak stimülasyonun uygunluğu titizlikle değerlendirilmelidir (Carvalho vd., 2020).

Klinisyenler için temel rehberlik sağlayan kriterler şunlardır:

- **Güvenlik Taraması:** Epilepsi geçmişi, kafatasında metal implant varlığı veya kalp pili gibi kontrendikasyonların tespiti hayati önem taşır (Antal vd., 2025).
- **Hastanın Katılımı:** Özellikle ev tipi ve uzaktan denetimli (RS-tES) uygulamalarda, hastanın ve bakım verenlerin cihaz kullanımı konusundaki yetkinliği kararı etkileyen kritik bir faktördür (Antal vd., 2025).
- **Sınırlılıkların Bilincinde Olmak:** Stimülasyonun tek başına bir “mucize” değil, yoğun fiziksel rehabilitasyonla birleştirilmesi gereken sinerjik bir araç olduğu hastaya ve aileye şeffaf bir şekilde aktarılmalıdır (Misbaah vd., 2025).

Nöromodülasyon uygulamalarının klinik başarısı, uygun hasta seçimi, doğru teknik parametrelerin belirlenmesi ve stimülasyonun hedefe yönelik rehabilitasyon programlarıyla entegrasyonu ile doğrudan ilişkilidir. Kanıta dayalı protokollerin geliştirilmesi, uzun dönem güvenlik ve etkinlik verilerinin artırılması ve bireyselleştirilmiş tedavi algoritmalarının yaygınlaştırılması, SKY rehabilitasyonunda nöromodülasyonun klinik uygulamalardaki yerini daha da güçlendirecek temel adımlar olarak öne çıkmaktadır.

4.1. Rehabilitasyon Hedeflerine Göre Yöntem Seçimi İlkeleri

Yöntem seçimi, hastanın öncelikli klinik ihtiyacına (örneğin motor güç ve fonksiyonel mobilite artışı, kronik ağrı ve spastisite kontrolü veya otonomik fonksiyonların iyileştirilmesi) ve uyarımın hedeflediği nöral devrenin anatomik ve fizyolojik özelliklerine göre yapılmalıdır (Samejima vd., 2022).

- **Motor Fonksiyon ve Kuvvet:** Kas atrofisini önlemek ve motor yolları yeniden eğitmek için NMES tercih edilirken, yürüme veya kavrama gibi fonksiyonel görevlerin desteklenmesinde FES ve tSCS ön plana çıkar (Flint Rehab, 2025).
- **Ağrı Yönetimi:** Nöropatik ağrının modülasyonu ve duyuşal liflerin uyarılması hedeflendiğinde, kapı kontrol mekanizması üzerinden etki eden TENS birincil seçenektir (Tahmasbi vd., 2025).
- **Otonomik Fonksiyonlar:** Mesane, bağırsak ve cinsel fonksiyonların geri kazanımı için sakral veya torakolomber bölgeleri hedef alan tSCS protokolleri uygulanmaktadır (Samejima vd., 2022).
- **Derin Yapıların Hedeflenmesi:** Hipokampus veya striatum gibi derin beyin bölgelerinin modülasyonu gerektiğinde, geleneksel yöntemlerin derinlik kısıtlılığını aşan Temporal İnterferans (TI) veya odaklanmış ultrason (tFUS) gibi yeni nesil teknikler değerlendirilebilir (Shi vd., 2025).

Yöntem seçiminde, lezyonun seviyesi ve kompletlik durumu, korunmuş rezidüel yolakların varlığı, kortikal ve spinal eksitabilite profili ile eşlik eden komorbiditeler dikkate alınarak bireyselleştirilmiş bir nöromodülasyon stratejisi oluşturulması esastır. Ayrıca seçilen yöntemin, planlanan rehabilitasyon hedefleriyle zamansal ve işlevsel olarak uyumlu olması, yani stimülasyonun motor öğrenmeyi kolaylaştıracak bir “*hazırlayıcı*” mı yoksa ağrı ve spastisiteyi baskılayıcı bir “*düzenleyici*” mi olarak kullanılacağına netleştirilmesi, klinik etkinliği belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır.

4.2. Uygulama Zamanlaması: Akut, Subakut ve Kronik Dönem

Spinal kord yaralanması (SKY) sonrası iyileşme süreci, akut, subakut ve kronik dönemler boyunca değişen nörofizyolojik dinamiklerle karakterize olduğundan, nöromodülasyon uygulamalarının zamanlaması, indüklenebilecek nöroplastisite kapasitesini doğrudan belirleyen kritik bir değişkendir (Anjum vd., 2020).

- **Akut Dönem (0-48 saat):** Öncelik, omuriliğin cerrahi dekompresyonu ve inflamasyon kontrolüdür (Zhang vd., 2021). Erken stimülasyonun nöron hayatta kalması ve myelin korunmasını destekleyebileceğine dair kemirgen çalışmaları sınırlı veriler sunmaktadır (Pradat vd., 2023).
- **Subakut Dönem (2 gün - 2 hafta):** Nöroplastisite potansiyelinin zirve yaptığı bu evrede, stimülasyon destekli erken rehabilitasyon fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırır ve maladaptif plastisite ile “*kullanmama atrofisi*” riskini azaltır.
- **Kronik Dönem (>2 hafta/aylar):** Uzun süreli vakalarda stimülasyon, rezidüel (“*uyuyan*”) yolları yeniden aktive ederek motor ve otonomik fonksiyonlarda kalıcı kazanımlar sağlamayı ve fonksiyonel bağımsızlığı sürdürmeyi hedefler (Tefertiller vd., 2022; Kumru vd., 2025).

Erken dönemlerde artmış inflamasyon ve spinal şok gibi faktörler stimülasyon yanıtını sınırlayabilirken, subakut dönemde sinaptik yeniden yapılanma ve ağ düzeyinde reorganizasyon için daha elverişli bir biyolojik pencere oluşmaktadır. Kronik dönemde ise plastik değişimler daha sınırlı olmakla birlikte, uygun uyarım parametreleri ve yoğun rehabilitasyonla birlikte uygulandığında rezidüel yolların fonksiyonel olarak güçlendirilmesi mümkün olabilmektedir. Bu nedenle stimülasyon

protokollerinin, yaralanmanın evresi ve bireysel iyileşme potansiyeli göz önünde bulundurularak zamanlanması, klinik etkinliği maksimize eden temel stratejilerden biri olarak kabul edilmektedir.

5. SPİNAL KORD YARALANMALARINDA TEDAVİ PLANLAMASINDA BÜTÜNCÜL YAKLAŞIM

Spinal kord yaralanması (SKY) rehabilitasyonu, motor kayıpların ötesinde sinir sisteminin plastisitesini ve bireyin biyopsikososyal bütünlüğünü hedefleyen kapsamlı bir süreçtir. Güncel yaklaşımlar, nöromodülasyon teknolojilerini (tSCS, rTMS, tDCS) yoğun egzersiz protokolleriyle birleştirerek latent nöral kapasiteyi aktive etmektedir (Fan vd., 2025; Tefertiller vd., 2022).

Nöromodülasyon, egzersizleri “*priming*” etkisiyle güçlendirir; Hebbian plastisite temelinde spinal eksitabilitiyi artırarak istemli çabayı fonksiyonel kazanıma dönüştürür. Bütüncül yaklaşım, motor felcin yanı sıra otonomik (mesane/bağırsak/cinsel fonksiyonlar), duyuusal kayıplar ve spastisite/ağrı gibi “*görünmez engelleri*” öncelikli ele alır; tSCS gibi yöntemler bu alanlarda eşzamanlı iyileşme sağlar (Samejima vd., 2022; Tahmasbi vd., 2025).

Başarı, fizyotrist liderliğindeki multidisipliner ekibe bağlıdır. Fizyoterapistler/hekimler motor ilerleme ve komplikasyonları yönetir; ergoterapistler günlük yaşam bağımsızlığını geliştirir, psikologlar/sosyal hizmet uzmanları ise depresyon/anksiyete gibi psikososyal sorunlara müdahale ederek uyumu destekler (Tefertiller vd., 2022; Calderone vd., 2024). Nitekim, nöromodülasyonu egzersiz ve multidisipliner koordinasyonla entegre eden yaklaşımlar, sürdürülebilir yaşam kalitesi artışı sağlamayı amaçlar.

6. SONUÇ

Spinal kord yaralanmaları, yalnızca motor ve duyuşal kayıplarla sınırlı olmayan; otonomik fonksiyonlar, yaşam kalitesi ve toplumsal katılım üzerinde derin ve kalıcı etkiler yaratan kompleks nörolojik tablolardır. Bu çok boyutlu etki alanı, rehabilitasyon yaklaşımlarının da tek bir anatomik veya fizyolojik düzeye indirgenemeyeceğini açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda non-invaziv elektriksel stimölasyon yöntemleri, cerrahi risk taşınamaları, tekrarlanabilir olmaları ve rehabilitasyon süreçlerine entegre edilebilirlikleri sayesinde modern spinal kord yaralanması tedavisinde giderek daha merkezi bir konum kazanmaktadır.

Bu bölümde ele alınan transkutanöz spinal kord stimölasyonu (tSCS), tekrarlayıcı transkraniyal manyetik stimölasyon (rTMS), transkraniyal doğru akım stimölasyonu (tDCS), fonksiyonel/nöromüsküler elektriksel stimölasyon (FES/NMES) ve TENS gibi yöntemler; spinal ve supraspinal düzeylerde farklı ancak birbirini tamamlayan nörofizyolojik mekanizmalar üzerinden etki göstermektedir. Ortak paydaları, anatomik olarak tamamen kopmamış rezidüel nöral ağların uyarılabilirliğini artırarak aktiviteye bağımlı nöroplastisiteyi kolaylaştırmalarıdır. Bu özellikleriyle söz konusu teknikler, kaybolmuş fonksiyonları “*ikame etmekten*” ziyade, var olan ancak işlevsel olarak baskılanmış sinirsel potansiyeli yeniden görünür kılmayı hedefleyen yaklaşımlar olarak değerlendirilmelidir.

Mevcut kanıtlar, non-invaziv nöromodölasyon yöntemlerinin en yüksek klinik etkinliği, yoğun, göreve özgü ve tekrarlı rehabilitasyon programlarıyla eş zamanlı uygulandıklarında sağladığını göstermektedir. Bu durum, nöromodölasyonun tek başına bir tedavi olmaktan çok, motor öğrenmeyi ve fonksiyonel yeniden yapılanmayı kolaylaştıran bir

“hazırlayıcı” (priming) rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca motor kazanımların ötesinde ağrı, spastisite ve otonomik disfonksiyonlar üzerindeki olumlu etkiler, bu yöntemlerin spinal kord yaralanmasına eşlik eden ikincil komplikasyonların yönetiminde de önemli bir tamamlayıcı potansiyel sunduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte, hasta gruplarındaki heterojenlik, uyarım parametrelerindeki standartlaşma eksikliği ve uzun dönem takip verilerinin sınırlılığı, bu alandaki temel metodolojik zorluklar arasında yer almaktadır. Gelecekte, görüntüleme ve nörofizyolojik biyobelirteçlere dayalı hasta seçimi, bireyselleştirilmiş stimülasyon protokolleri ve kombine/hibrit yaklaşımların daha sistematik biçimde değerlendirilmesi, non-invaziv nöromodülasyonun klinik rehberlerdeki yerini daha net biçimde tanımlayacaktır.

Sonuç olarak, non-invaziv elektriksel stimülasyon yöntemleri, spinal kord yaralanmalarında fonksiyonel iyileşmeyi destekleyen, güvenli ve bütüncül rehabilitasyon stratejilerinin vazgeçilmez bileşenleri olma yolundadır. Bu yöntemlerin, multidisipliner ekip yaklaşımı ve bireyselleştirilmiş rehabilitasyon hedefleriyle bütünleştirilmesi, yalnızca nörolojik kazanımları değil, aynı zamanda uzun vadeli yaşam kalitesini artırmaya yönelik en rasyonel yol olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Agboada, D., Zhao, Z., & Wischnewski, M. (2025). Neuroplastic effects of transcranial alternating current stimulation (tACS): From mechanisms to clinical trials. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19, 1548478. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1548478>
- Anjum, A., Yazid, M. D., Daud, M. F., Idris, J., Ng, A. M. H., Naicker, A. S., ... Lokanathan, Y. (2020). Spinal cord injury: Pathophysiology, multimolecular interactions, and underlying recovery mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(20), 7533. <https://doi.org/10.3390/ijms21207533>
- Antal, A., Ganho-Ávila, A., Alekseichuk, I., Asseondi, S., Bergmann, T. O., Bikson, M., ... Ziemann, U. (2025). Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines (2017–2025: An update). *Clinical Neurophysiology*.
- Arora, T., O’Laughlin, K., Potter-Baker, K., Kirshblum, S., Kilgore, K., Forrest, G. F., ... Plow, E. B. (2022). Safety and efficacy of transcranial direct current stimulation in upper extremity rehabilitation after tetraplegia: Protocol of a multicenter randomized clinical trial. *Spinal Cord*, 60(9), 774–778. <https://doi.org/10.1038/s41393-022-00768-z>
- Calderone, A., Cardile, D., De Luca, R., Quartarone, A., Corallo, F., & Calabrò, R. S. (2024). Brain plasticity in patients with spinal cord injuries: A systematic review. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(4), 2224. <https://doi.org/10.3390/ijms25042224>
- Carvalho, V. G., de Almeida, R. L., & Boechat-Barros, R. (2020). Motor cortical excitability behavior in chronic spinal cord

- injury neuropathic pain individuals submitted to transcranial direct current stimulation: Case reports. *Spinal Cord Series and Cases*, 6, 101. <https://doi.org/10.1038/s41394-020-00355-5>
- Chen, B., Li, Y., Yu, B., Zhang, Z., Brommer, B., Williams, P. R., ... He, Z. (2018). Reactivation of dormant relay pathways in injured spinal cord by KCC2 manipulations. *Cell*, 174(3), 521–535.e13. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.06.005>
- Dolbow, D. R., Gorgey, A. S., Johnston, T. E., & Bersch, I. (2023). Electrical stimulation exercise for people with spinal cord injury: A healthcare provider perspective. *Journal of Clinical Medicine*, 12(9), 3150. <https://doi.org/10.3390/jcm12093150>
- Dorrian, R. M., Berryman, C. F., Lauto, A., & Leonard, A. V. (2023). Electrical stimulation for the treatment of spinal cord injuries: A review of the cellular and molecular mechanisms that drive functional improvements. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 17, 1095259. <https://doi.org/10.3389/fncel.2023.1095259>
- Dua, A., Collier, S. A., Garcia, K., & Kumar, S. (2025). Spinal cord stimulation. In *StatPearls* [Internet]. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Fan, S., Wang, W., & Zheng, X. (2025). Repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of spinal cord injury: Current status and perspective. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(2), 825. <https://doi.org/10.3390/ijms26020825>
- Flint Rehab. (2025). *NMES vs TENS: Comparing the popular electrical stimulation options for rehab after stroke, TBI*,

and spinal cord injury. <https://www.flintrehab.com/nmes-vs-tens/>

- Gerasimenko, Y., Gorodnichev, R., Moshonkina, T., Sayenko, D., Gad, P., & Edgerton, V. R. (2015). Transcutaneous electrical spinal-cord stimulation in humans. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 58(4), 225–231. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.05.003>
- Hernandez-Navarro, A., Ros-Alsina, A., Yurtseven, M., Wright, M., & Kumru, H. (2025). Non-invasive cerebral and spinal cord stimulation for motor and gait recovery in incomplete spinal cord injury: Systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 22(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s12984-025-01557-4>
- Hofstoetter, U. S., McKay, W. B., Tansey, K. E., Mayr, W., Kern, H., & Minassian, K. (2014). Modification of spasticity by transcutaneous spinal cord stimulation in individuals with incomplete spinal cord injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 37(2), 202–211. <https://doi.org/10.1179/2045772313Y.0000000149>
- Hsu, G., Jafari, Z. H., Ahmed, A., Edwards, D. J., Cohen, L. G., & Parra, L. C. (2025). Dose–response of tDCS effects on motor learning and cortical excitability: A preregistered study. *Imaging Neuroscience*, 3, 1–28. https://doi.org/10.1162/imag_a_00431
- Ko, M. H. (2021). Safety of transcranial direct current stimulation in neurorehabilitation. *Brain & Neurorehabilitation*, 14(1), e9. <https://doi.org/10.12786/bn.2021.14.e9>
- Korai, S. A., Ranieri, F., Di Lazzaro, V., Papa, M., & Cirillo, G. (2021). Neurobiological after-effects of low intensity transcranial electric stimulation of the human nervous

- system: From basic mechanisms to metaplasticity. *Frontiers in Neurology*, 12, 587771. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.587771>
- Kumru, H., Garcia-Alen, L., Ros-Alsina, A., Hernandez-Navarro, A., & Albu, S. (2025). Non-invasive cervical spinal stimulation and respiratory recovery after spinal cord injury: A randomized controlled trial with a partial crossover design. *Brain Sciences*, 15(9), 982. <https://doi.org/10.3390/brainsci15090982>
- Margetis, K., Das, J. M., & Emmady, P. D. (2025). Spinal cord injuries. In *StatPearls* [Internet]. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Michel-Flutot, P., Jesus, I., Vanhee, V., Bourcier, C. H., Emam, L., Ouguerroudj, A., ... Vinit, S. (2022). Effects of chronic high-frequency rTMS protocol on respiratory neuroplasticity following C2 spinal cord hemisection in rats. *Biology*, 11(3), 473. <https://doi.org/10.3390/biology11030473>
- Misbaah, F., Lui, W. L., Ng, Z. Y. V., Wee, S. K., Phua, M. W., So, R. Q., ... Wan, K. R. (2025). Recruitment challenges in spinal cord stimulation trial for motor recovery in patients with chronic complete spinal cord injury. *Journal of Clinical Medicine*, 14(11), 3925. <https://doi.org/10.3390/jcm14113925>
- Murray, L. M., Edwards, D. J., Ruffini, G., Labar, D., Stampas, A., Pascual-Leone, A., & Cortes, M. (2015). Intensity dependent effects of tDCS on corticospinal excitability in chronic spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(0), S114–S121. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.11.004>

- Nardone, R., Höller, Y., Taylor, A., Thomschewski, A., Orioli, A., Frey, V., ... Brigo, F. (2015). Noninvasive spinal cord stimulation: Technical aspects and therapeutic applications. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 18(7), 580–591. <https://doi.org/10.1111/ner.12332>
- Peña, J., Sampedro, A., Balboa-Bandeira, Y., Ibarretxe-Bilbao, N., Zubiaurre-Elorza, L., García-Guerrero, M. A., & Ojeda, N. (2022). Comparing transcranial direct current stimulation and transcranial random noise stimulation over left dorsolateral prefrontal cortex and left inferior frontal gyrus: Effects on divergent and convergent thinking. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 997445. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.997445>
- Pradat, P.-F., Hayon, D., Blanco, S., Neveu, P., Khamaysa, M., & Guerout, N. (2023). Advances in spinal cord neuromodulation: The integration of neuroengineering, computational approaches, and innovative conceptual frameworks. *Journal of Personalized Medicine*, 13(6), 993. <https://doi.org/10.3390/jpm13060993>
- Rahman, M. A., Tharu, N. S., Gustin, S. M., Zheng, Y.-P., & Alam, M. (2022). Trans-spinal electrical stimulation therapy for functional rehabilitation after spinal cord injury: Review. *Journal of Clinical Medicine*, 11(6), 1550. <https://doi.org/10.3390/jcm11061550>
- Samejima, S., Shackleton, C., McCracken, L., Malik, R. N., Miller, T., Kavanagh, A., ... Krassioukov, A. V. (2022). Effects of non-invasive spinal cord stimulation on lower urinary tract, bowel, and sexual functions in individuals with chronic motor-complete spinal cord injury: Protocol for a pilot clinical trial. *PLoS ONE*, 17(12), e0278425. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278425>

- Shi, Y., Cai, G., & Wu, W. (2025). A panoramic review of transcranial focused ultrasound neuromodulation: From basic research to clinical applications. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 22, 227. <https://doi.org/10.1186/s12984-025-01753-2>
- Tahmasbi, F., Ghaderi, S., Sanaie, S., & Rahimi-Mamaghani, A. (2025). Exploring the effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in spinal cord injury rehabilitation: A systematic review of systematic reviews. *Journal of Rehabilitation Research and Practice*, 6(1), 31–43. <https://doi.org/10.46439/rehabilitation.6.037>
- Taylor, C., McHugh, C., Mockler, D., Minogue, C., Reilly, R. B., & Fleming, N. (2021). Transcutaneous spinal cord stimulation and motor responses in individuals with spinal cord injury: A methodological review. *PLoS ONE*, 16(11), e0260166. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260166>
- Tefertiller, C., Rozwod, M., VandeGriend, E., Bartelt, P., Sevigny, M., & Smith, A. C. (2022). Transcutaneous electrical spinal cord stimulation to promote recovery in chronic spinal cord injury. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 2, 740307. <https://doi.org/10.3389/fresc.2021.740307>
- Wang, B., Xiao, S., Yu, C., Zhou, J., & Fu, W. (2021). Effects of transcranial direct current stimulation combined with physical training on the excitability of the motor cortex, physical performance, and motor learning: A systematic review. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 648354. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.648354>
- Zhang, Y., Al Mamun, A., Yuan, Y., Lu, Q., Xiong, J., Yang, S., ... Wang, J. (2021). Acute spinal cord injury: Pathophysiology and pharmacological intervention.

Molecular Medicine Reports, 23(6), 417.
<https://doi.org/10.3892/mmr.2021.12056>

THE NEUROBIOLOGICAL EFFECTS OF MIND-BODY EXERCISES ON MENTAL HEALTH

Çağlayan Pınar ÖZTÜRK¹

Neriman Temel AKSU²

Nadir Tayfun ÖZCAN³

1. INTRODUCTION

Mental disorders have a significant prevalence in today's world. The World Health Organization's 2022 report states that 1 in 8 people worldwide experience mental health problems, with anxiety and depression being the most common issues. It reports that mental health problems are more prevalent in women and have increased significantly, especially during the Covid-19 pandemic. Furthermore, it emphasized that mental health services are currently largely provided within psychiatric hospitals, but there is a need to shift them to high-quality, accessible primary health care and social services (WHO, 2022). In this section, the literature on how mind-body exercises, which are methods aimed at restoring the relationship between mind and body in cases of mind-body dissociation seen in psychopathological problems, facilitate reintegration has been examined, and the underlying

¹ Süleyman Demirel University, Isparta Health Services Vocational School, Department of Therapy and Rehabilitation. ORCID: 0000-0002-7049-9746

² Akdeniz University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, ORCID: 0000-0001-7455-8697

³ Süleyman Demirel University, Isparta Health Services Vocational School, Department of Therapy and Rehabilitation, nadirozcan@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2239-2562

mechanisms have been explored. These exercises can be functional as easily accessible, widely available services in the fight against psychopathological problems and can be a way to increase community well-being.

The term underlying all mind-body exercises is body awareness. Body awareness is a comprehensive umbrella term that encompasses how an individual perceives, experiences, and uses their body (Mehling et al., 2009). In his doctoral thesis (1985), Roxendal drew attention to different aspects of this concept using the terms body consciousness, body experience, body image, body image boundaries, body management, and movement pattern. She used the term general bodily dysfunctions to describe impairments in the structures covered by these concepts (Roxendal, 1985). According to this approach, the body is an integrated system that goes beyond being a biomechanical structure, encompassing sensory, emotional, and behavioral aspects (Roxendal, 1985).

Mind-body exercises encompass many different types of exercises that aim to reunite the body (soma) with the mind (psycho), combining physical activity with mindfulness practice. This group includes traditional practices (yoga, tai chi, kook-sun-do) as well as integrated practices (mindfulness added to physical exercise, such as walking meditation). However, it has been noted that traditional practices may be difficult to popularize across all societies (Tanaka & Suksom 2015). These exercises can be used for musculoskeletal disorders, but they also stand out from other exercises in that they are considered complementary alternative methods for mental health issues (Zhu et al. 2024; Park & Slattey 2021; Park et al. 2025; Wang et al. 2025; Öztürk and Başkurt 2022, Liu et al. 2020).

Literature supports the bidirectional nature of the interaction between the brain and the body. When examining the

literature on physical problems in individuals with mental health issues, Belvederi et al. reported measurable motor impairments in posture, balance, and gait in individuals with depression in their systematic review (Belvederi et al. 2022). Öztürk et al. reviewed experimental studies on the effect of posture on cognitive and psychological states and emphasized numerous studies showing that posture changes (from slumped to upright) are acutely associated with cognitive improvement and a more positive emotional state. In this study, using different experimental examples, closed (leaning–slumped) postures were associated with easier recall of negative memories and an increase in cognitive error rates, while open (upright and wide) postures were associated with reduced anxiety and improved cognitive performance by enhancing signals of confidence, risk-taking, and competence. These findings reveal the existence of neurophysiological interactions from the body to the brain, in addition to the brain's effects on the body (Öztürk et al. 2024).

Emotional awareness is not solely the product of higher-level cognitive processes; it has been shown to arise from the brain's integration of physiological signals from the body, and this integration forms the basis of emotional experience. In these studies, the posterior insular cortex stands out as the region where information first arrives and is interpreted in the anterior insular cortex (Craig 2022; Gu et al., 2013). However, brain imaging studies on mental disorders have identified differences in the structural and functional characteristics of certain regions in the brains of individuals with mental disorders (Sliz & Hayley; Ho et al., 2022). In Major Depressive Disorder, functional imbalances and structural changes have been detected in the brain networks that manage emotional information processing and stress response regulation; this condition has been associated with selective bias towards negative stimuli and difficulties in emotional regulation. Particularly, impairment in frontal-limbic

system activation and thickening in subcortical stress-related centers have been noted (Sliz & Hayley; Ho et al., 2022). Large-scale structural analyses support the presence of widespread microstructural alterations in stress-sensitive areas in depression (Ho et al., 2022), while in anxiety disorders, distinct functional connectivity patterns have been demonstrated across subtypes rather than a common brain profile (Langhammer et al., 2024). Therefore, in psychopathological conditions, there are some physical structural changes underlying the change in the way information is interpreted.

Mind-body exercises appear to influence the brain's interoceptive systems by updating the information flowing from the body to the brain. Indeed, some studies supported by brain imaging research have identified findings suggesting that these exercises alter sensory processing and emotional outcomes by inducing certain positive changes in brain structure and activation. A systematic review of mind-body exercises (Tai Chi, Qigong, Yoga) examined studies on brain structure and activation and reported that these exercises increase activation of the left anterior cingulate cortex (ACC) and that activation increases with longer duration of practice. This activation was reported to be interpreted as increasing the individual's readiness to perform goal-directed tasks, i.e., positively affecting the default mode. In addition, it was interpreted that these exercises could delay the symptoms associated with aging by promoting an increase in gray matter in cortical and subcortical areas. These changes were interpreted as neuroplasticity triggered by the combination of movement sequences, breath control, and attention regulation components included in MBE, serving as the neural basis for improvements in the individual's cognition, emotion, and overall health (Han et al. 2023; Zhang et al. 2021).

One type of mind-body exercise includes exercises under the umbrella of mindfulness. In a study by Haase and colleagues,

participants were exposed to a challenging interoceptive stimulus called breathing load before and after an 8-week mindfulness training program. The group that received mindfulness training showed a significant decrease in activity in the right anterior insula and anterior cingulate cortex (ACC) during this stimulus. This was interpreted to mean that sailors who underwent mindfulness-based body awareness training had lower activation of stress-related areas in the brain during stressful situations compared to those who did not undergo the training (Haase et al. 2016). Haase et al. obtained similar findings in elite athletes in another study (Haase et al. 2015). Gibson et al.'s review reported that although mindfulness is a very broad and umbrella concept, studies point to insular modulation (Gibson et al. 2019). It is known that mindfulness includes many meditative exercises based on the principle of “being present in the here and now” and can also be practiced in addition to certain exercises.

Another mind-body exercise is yoga. When comparing long-term yoga practitioners (yogis) with non-practitioners, yogis were found to have increased volume in the left insula, frontal operculum, and orbitofrontal cortex associated with exercise duration, and no age-related gray matter loss was observed (Villemure et al.). In the study by Froeliger et al., when yogis shown negative images were compared with the control group, amygdala activation was observed in both groups; however, it was found that yogis regulated their emotional state and did not experience impaired cognitive performance due to activation of the dorsolateral and ventrolateral prefrontal cortex (control of prefrontal areas). This was interpreted as modulation of the prefrontal cortex (Froeliger et al. 2012). Li et al. compared prefrontal cortex activation during breathing exercises, mental visualization of yoga postures, and meditation in yogis who had been practicing long-term and short-term yoga. The results were associated with the prefrontal cortex becoming more effective as

the duration increased (Li et al. 2024). Lin and colleagues examined the effects of a 12-week yoga intervention on cognitive function and brain structure in women with early psychosis, comparing it with aerobic exercise and a control group. The results showed that in the yoga group, brain imaging analyses revealed that yoga practice was associated with increased cortical thickness in the postcentral gyrus and enhanced functional connectivity between the posterior cingulate cortex (PCC) and the bilateral inferior parietal gyrus. This was associated with significant improvements in working memory, verbal learning, and attention performance (Lin et al. 2020). Jiang et al. observed higher oxygenation in the prefrontal cortex and increased inhibitory control during cognitive tasks in adults participating in a yoga program (Jiang 2021). Brain imaging studies related to yoga provide evidence that yoga affects the structure and functioning of the brain.

Another popular mind-body exercise is Tai Chi Chuan (TCC). Wei et al. examined the brain structure of 22 long-term TCC practitioners and 18 control subjects. They reported increased cortical thickness (gray matter) in the right precentral gyrus, insular sulcus, and middle frontal sulcus, as well as the left superior temporal gyrus, medial occipito-temporal sulcus, and lingual sulcus (Wei et al. 2013). Cui et al., in a study comparing 8 weeks of TCC with aerobic exercise (brisk walking), reported that TCC was neurobiologically advantageous. They also interpreted TCC's increase in cognitive flexibility and increased brain activation during rest as efficiency (Cui et al. 2021). Yue et al. measured the integrity and network structure of brain signal transmission pathways in two groups consisting of 20 TCC practitioners and 22 participants performing walking exercise in older adults and reported that the overall network structure of the brain was more efficient and optimized in TCC practitioners compared to aerobic exercise (Yue et al. 2020). These findings

demonstrate that TCC protects the brain, enhances its efficiency, and builds neural reserves. It is important to note that developing areas are the most affected in mental health problems. In their review on TCC, Liu et al. evaluated 24 original studies conducted over the past 10 years using neuroimaging techniques (NIRS, sMRI, fMRI). They reported that TCC leads to structural and functional improvements such as an increase in cortical gray matter volume, improved brain oxygenation, increased neural activity, and altered connectivity/homogeneity between different neural regions (Liu et al. 2022). According to Yao and colleagues' review, these benefits of TCC stem from its combination of aerobic exercise and meditation elements. This study suggested that the mechanism of action of TCC involves changes in the Prefrontal Cortex (PFC), as seen in fMRI studies, and that TCC creates a kind of “immune system for the mind” (Yao et al. 2021). This interpretation shows that TCC helps individuals manage negative emotions more effectively by strengthening structures related to self-regulation and attention.

Qigong exercises, which are similar to TCC but easier to practice, are also known as mind-body exercises. In a review by Liu et al., it was reported that Qigong induces positive changes in numerous brain regions, including the frontal lobe, hippocampus, temporal gyrus, anterior cingulate cortex (ACC), insula, putamen, and caudate nucleus (Liu et al. 2023). An EEG study by Henz and Schöllhorn showed that Wu Qin Xi, a dynamic Qigong technique, induces a state of relaxation through both physical training and mental practice, creating differences in alpha and theta waves, demonstrating that Qigong optimizes the brain's attention and cognitive control mechanisms beyond being merely an exercise (Henz & Schöllhorn 2017). This finding supports the notion that the neurobiological effects of somatic practices structure the brain through focus and mental representation, independent of movement itself. Liu et al. examined the effectiveness of TCC

and Qigong in alleviating emotional problems in individuals by investigating their effects on depression and anxiety symptoms. This meta-analysis reported that Tai Chi had a similar effect on depressive symptoms compared to treatment as usual, while Qigong practices showed comparable effects to pharmacological treatments and untreated control groups in anxiety symptoms, and in some comparisons, provided more pronounced improvement. Anxiety data specific to Tai Chi were collected from a limited number of studies. It was reported that these treatments could be used as an adjunctive method (Liu et al. 2020).

Finally, a method developed by physiotherapist Roxendal, Basic Body Awareness Therapy (BBAT), is less well known than others due to its relative newness and its advancement specifically in physiotherapy (Roxendal, 1985). The first area of application for this method was psychiatric patients. BBAT was developed based on other mind-body exercises and is actually a practice with many commonalities. Its underlying purpose is to improve emotional and motor problems seen in psychiatric patients and to develop interoception (Roxendal, 1985). Although studies conducted on this subject indicate that it can be used in psychiatric conditions, the lack of high-level evidence is the reason why its effectiveness in this field is not yet widely discussed (Yüce and Keçelioğlu 2022; Vancampfort et al., 2022). The literature shows a lack of brain imaging studies on the results of BBAT applications. It is anticipated that this topic will develop as a new area of research in the future.

2. RESULT

As a result, it is understood that mental problems are not only cognitive and behavioral problems, but also include impairments in brain structure and function. In addition, a body of literature has emerged on physical problems (posture,

breathing, balance, gait differences, etc.) associated with a measurable decrease in internal awareness in mental problems. Brain imaging studies provide evidence that mind-body exercises improve motor performance while establishing a bridge from the body to the brain and can improve losses in brain structure and function associated with mental disorders.

REFERENCES

- Belvederi Murri, M., Triolo, F., Coni, A., Tacconi, C., Nerozzi, E., Escelsior, A., Respino, M., Neviani, F., Bertolotti, M., Bertakis, K., Chiari, L., Zanetidou, S., & Amore, M. (2020). Instrumental assessment of balance and gait in depression: A systematic review. *Psychiatry Research*, 284, 112687. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.112687>
- Craig, A. D. (2002). Interoception: The sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(8), 655–666. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(03\)00090-4](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(03)00090-4)
- Cui, L., Tao, S., Yin, H., Shen, Q., Wang, Y., Zhu, L., Li, X., & Kong, J. (2022). Tai Chi Chuan alters brain functional network plasticity and promotes cognitive flexibility. *Frontiers in Psychology*, 13, 928373. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.665419>
- Dongdong, J., Liu, Z., & Guoxiao. (2021). The effect of yoga meditation practice on young adults' inhibitory control: An fNIRS study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 725233. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.725233>
- Froeliger, B. E., Garland, E. L., Modlin, L. A., & McCleron, F. J. (2012). Neurocognitive correlates of the effects of yoga meditation practice on emotion and cognition: A pilot study. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 6, 48. <https://doi.org/10.3389/fnint.2012.00048>
- Gibson, J. (2019). Mindfulness, interoception, and the body: A contemporary perspective. *Frontiers in Psychology*, 10, 2012. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02012>
- Gu, X., Hof, P. R., Friston, K. J., & Fan, J. (2013). Anterior insular cortex and emotional awareness. *Journal of*

- Comparative Neurology, 521(15), 3371–3388.
<https://doi.org/10.1002/cne.23368>
- Haase, L., Thom, N. J., Shukla, A., Davenport, P. W., Simmons, A. N., Stanley, E. A., & Paulus, M. P. (2015). A pilot study investigating changes in neural processing after mPEAK training in elite athletes. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 229.
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00229>
- Haase, L., Thom, N. J., Shukla, A., Davenport, P. W., Simmons, A. N., Stanley, E. A., Paulus, M. P., & Johnson, D. C. (2016). Mindfulness-based training attenuates insula response to an aversive interoceptive challenge. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11(1), 182–190.
<https://doi.org/10.1093/scan/nsu042>
- Han, Y. M. Y., Chan, M. M. Y., Choi, C. X. T., Law, M. C. H., Ahorsu, D. K., & Tsang, H. W. H. (2023). The neurobiological effects of mind-body exercise: A systematic review and meta-analysis of neuroimaging studies. *Scientific Reports*, 13(1), 10948.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-37309-4>
- Henz, D., & Schöllhorn, W. I. (2017). EEG brain activity in dynamic health Qigong training: Same effects for mental practice and physical training? *Frontiers in Psychology*, 8, 154. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00154>
- Ho, T. C., Gutman, B., Pozzi, E., Schmaal, L., et al. (2022). Subcortical shape alterations in major depressive disorder: Findings from the ENIGMA major depressive disorder working group. *Human Brain Mapping*, 43(1), 341–351.
<https://doi.org/10.1002/hbm.24988>
- Langhammer, T., Hilbert, K., Adolph, D., & Lueken, U., et al. (2024). Resting-state functional connectivity in anxiety

- disorders: A multicenter fMRI study. *Molecular Psychiatry*, 30(4), 1548–1557.
<https://doi.org/10.1038/s41380-024-02768-2>
- Li, X., Zhou, Y., Zhang, C., Wang, H., & Wang, X. (2024). Neural correlates of breath work, mental imagery of yoga postures, and meditation in yoga practitioners: A functional near-infrared spectroscopy study. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 1322071.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1322071>
- Lin, J., Geng, X., Su, W., Chan, K. W., Lee, E. H. M., Chang, W. C., Honer, W. G., & Chen, E. Y. H. (2020). The impacts of yoga on cortical thickness, neural connectivity and cognitive function in early psychosis: Preliminary results from a randomized controlled clinical trial. *European Psychiatry*, 63(S1), S243–S244.
[https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(15\)30615-5](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(15)30615-5)
- Liu, F., Cui, J., Liu, X., Chen, K. W., Chen, X., & Li, R. (2020). The effect of tai chi and Qigong exercise on depression and anxiety of individuals with substance use disorders: A systematic review and meta-analysis. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 20(1), 161.
<https://doi.org/10.1186/s12906-020-02967-8>
- Liu, H., Salem, Y., Aggarwal, S., Nichols, C., & Holmes, C. (2022). Effects of Tai Chi practice on brain as assessed with neuroimaging techniques: A scoping review. *Ageing Science & Mental Health Studies*, 6(5), 1–11.
<https://doi.org/10.31038/ASMHS.2022651>
- Liu, J., Shi, H., & Lee, T. M. C. (2023). Qigong exercise and cognitive function in brain imaging studies: A systematic review of randomized controlled trials in healthy and cognitively impaired populations. *Brain, Behavior, and*

Immunity, 108, 100016.
<https://doi.org/10.1016/j.bbii.2023.100016>

- Mehling, W. E., Gopisetty, V., Daubenmier, J., Price, C. J., Hecht, F. M., & Stewart, A. (2009). Body awareness: Construct and self-report measures. *PLOS ONE*, 4(5), e5614. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005614>
- Michalak, J., Troje, N. F., Fischer, J., Vollmar, P., Heidenreich, T., & Schulte, D. (2009). Embodiment of sadness and depression—Gait patterns associated with dysphoric mood. *Psychosomatic Medicine*, 71(5), 580–587. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181a2515c>
- Öztürk, Ç. P., & Başkurt, F. (2022). Kronik ağrı yönetiminde mindfulness (Mindfulness in chronic pain management). *Sağlık Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 6* (In Current Debates in Health Sciences 6) ((ss. 244–255). Bilgin Kültür Sanat Yayınları.
- Öztürk, Ç. P., Özcan, N. T., & Aksu, N. T. (2024). The effect of open and closed postures on psychological and cognitive status. *Sağlık Bilimlerinde Güncel Tartışmalar*. Yaz Yayınları.
- Park, C. L., & Slattery, J. M. (2021). Yoga as an integrative therapy for mental health concerns: An overview of current research evidence. *Psychiatry International*, 2(4), 386–401. <https://doi.org/10.3390/psychiatryint2040030>
- Park, M., Lee, H., Li, Y., & Song, R. (2025). Effects of Tai Chi and Qigong on physical function and psychiatric symptoms among individuals with mental illness: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Annals of Behavioral Medicine*, 59(1), kaaf019. <https://doi.org/10.1093/abm/kaaf019>

- Roxendal, G. (1985). Body awareness therapy and the body awareness scale (pp. 1–3). University of Gothenburg.
- Shura, R. D., Hurley, R. A., & Taber, K. H. (2014). Insular cortex: Structural and functional neuroanatomy. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 26(4), 277–282. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.260401>
- Sliz, D., & Hayley, S. (2012). Major depressive disorder and alterations in insular cortical activity: A review of current functional magnetic imaging research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00323>
- Tanaka, H., & Suksom, D. (2015). Mind-body exercises. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 9(6), 459. <https://doi.org/10.1177/1559827615591153>
- Tao, J., Liu, J., Liu, W., Huang, J., Xue, X., Chen, X., Wu, J., Zheng, G., Chen, B., Li, M., Sun, S., Jorgenson, K., Lang, C., Hu, K., Chen, S., & Kong, J. (2017). Tai Chi Chuan and Baduanjin increase grey matter volume in older adults: A brain imaging study. *Journal of Alzheimer's Disease*, 60(2), 389–400. <https://doi.org/10.3233/JAD-170477>
- Villemure, C., Čeko, M., Cotton, V. A., & Bushnell, M. C. (2015). Neuroprotective effects of yoga practice: Age-, experience-, and frequency-dependent plasticity. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 281. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00281>
- Wang, F., Yang, W., Wang, C., Wang, K., Yu, Z., Ke, D., Sun, L., & Gao, X. (2025). Yoga and chronic diseases: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Review*, 5(3), 244–255. <https://doi.org/10.1515/mr-2024-0078>

- Wei, G.-X., Xu, T., Fan, F.-M., Dong, H.-M., Jiang, L.-L., Li, H.-J., Yang, Z., Luo, J., & Zuo, X.-N. (2013). Can Taichi reshape the brain? A brain morphometry study. *PLOS ONE*, 8(4), e61038. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061038>
- World Health Organization. (2022). World mental health report: Transforming mental health for all. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240049338>
- Xiao, S., Yang, J., Su, T., Gong, J., Huang, L., & Wang, Y. (2022). Functional and structural brain abnormalities in posttraumatic stress disorder: A multimodal meta-analysis of neuroimaging studies. *Journal of Psychiatric Research*, 155, 153–162. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2022.08.010>
- Yao, Y., Ge, L., Yu, Q., Du, X., Zhang, X., Taylor-Piliae, R., & Wei, G. X. (2021). The effect of Tai Chi Chuan on emotional health: Potential mechanisms and prefrontal cortex hypothesis. *BioMed Research International*, 2021, Article 5549006. <https://doi.org/10.1155/2021/5549006>
- Yüce, H., & Keçelioğlu, Ş. (2022). Fizyoterapide zihin-beden birlikteliğini amaçlayan bütüncül bir yaklaşım: Temel beden farkındalık terapisi–literatür derlemesi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 157–165.
- Yue, C., Zou, L., Mei, J., Moore, D., Herold, F., Müller, P., Yu, Q., Liu, Y., Lin, J., Tao, Y., Loprinzi, P., & Zhang, Z. (2020). Tai Chi training evokes significant changes in brain white matter network in older women. *Healthcare (Basel)*, 8(1), 57. <https://doi.org/10.3390/healthcare8010057>

- Vancampfort, D., Brunner, E., Van Damme, T., & Stubbs, B. (2022). Efficacy of basic body awareness therapy on functional outcomes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physiotherapy Research International*, 28(1), e1975. <https://doi.org/10.1002/pri.1975>
- Zhang, X., Zong, B., Zhao, W., & Li, L. (2021). Effects of mind–body exercise on brain structure and function: A systematic review on MRI studies. *Brain Sciences*, 11(2), 205. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020205>
- Zhu, F., Wang, Y., Yin, S., Liu, J., Zhong, Y., & Li, L. (2024). The effect of Tai Chi on elderly depression: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychology*, 15, 1489384. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1489384>

**TÜRKİYE VE DÜNYADA
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON**

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