

Nörofizyolojik Temelli Alternatif Sağlık Yaklaşımları

Mesut Çelik¹

Muhammed Yusuf Özer²

Özet

Bu bölümde, son yıllarda giderek daha fazla bilimsel dayanak kazanan nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları sistematik biçimde ele alınmıştır. Nörofeedback, biofeedback, mindfulness, nefes egzersizleri, meditasyon, ayna terapisi ve motor imgeleme gibi yöntemlerin sinir sistemi üzerindeki düzenleyici etkileri incelenmiş; otonom sinir sisteminin yeniden dengelenmesi, kortikal aktivitenin modülasyonu ve nöroplastisite süreçlerinin desteklenmesi temel mekanizmalar olarak açıklanmıştır. Fonksiyonel nörogörüntüleme ve EEG gibi objektif ölçüm araçlarıyla desteklenen bu yaklaşımların; anksiyete, depresyon, insomnia, kronik ağrı, migren, dikkat eksikliği gibi birçok klinik durumda semptomların azaltılmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları (Bobath, PNF, ayna terapisi vb.), nörolojik rehabilitasyon süreçlerinde motor işlevleri artırıcı etki göstermektedir. Bölümde yer verilen literatür, bu uygulamaların biyolojik ve davranışsal düzeyde kalıcı iyileşmeler sağladığını ortaya koymaktadır. Bilimsel geçerliliği artan bu tekniklerin, multidisipliner sağlık hizmetlerine entegrasyonu, tedavi süreçlerini kişiselleştirme açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Giriş

Günümüzde sağlık alanında geleneksel biyomedikal modellerin yanı sıra bireyin bütüncül sağlığını gözetken, nörofizyolojik temellere dayanan alternatif yaklaşımlar giderek artan bir ilgi görmektedir. Nörobilimsel gelişmeler, sinir sistemi işleyişinin beden sağlığı ve psikolojik durum üzerindeki belirleyici

- 1 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0001-7212-8538, e-mail: mesutcelik@bingol.edu.tr
- 2 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-2211-5653, e-mail: myozer@bingol.edu.tr

rolünü daha iyi anlamamıza olanak tanımıştır. Özellikle beyin plastisitesi, nörokimyasal iletim ve otonom sinir sistemi üzerindeki müdahaleler, birçok alternatif sağlık uygulamasının bilimsel temelini oluşturmaktadır. Geleneksel olarak mistik ya da tamamlayıcı olarak değerlendirilen uygulamalar, bugün fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), elektroensefalografi (EEG) gibi yöntemlerle desteklenerek bilimsel doğruluktan geçmektedir (Tang & Holzel, 2015).

Nörofizyolojik yaklaşımlar, yalnızca semptomları bastırmaya değil, organizmanın kendi içsel düzenleme kapasitesini harekete geçirmeye odaklanır. Bu yaklaşım; stresin nörobiyolojisi, ağrı yönetimi, psikolojik bozukluklar ve hatta immün sistem modülasyonu gibi çok boyutlu alanlarda alternatif tedavi yollarını desteklemektedir (Thayer & Lane, 2009). Biofeedback, mindfulness temelli uygulamalar, nefes terapileri, nöroterapi ve meditasyon gibi tekniklerin temelini oluşturan fizyolojik mekanizmalar, özellikle parasempatik aktivasyonun artırılması ve homeostatik dengeye katkı sağlaması yönüyle dikkat çekicidir (Lehrer & Gevirtz, 2014).

Modern nörobilim, bireyin kendi fizyolojik süreçleri üzerindeki farkındalığını artırarak sağlığı destekleyen alternatif uygulamalara bilimsel açıklamalar getirmiştir. Bu açıklamalar sadece psikolojik alanla sınırlı kalmamakta; hipertansiyon, kronik ağrı, anksiyete bozuklukları, depresyon, uyku bozuklukları gibi fizyolojik temelli pek çok rahatsızlıkta tamamlayıcı ve destekleyici tedavi potansiyeli sunmaktadır (Nestoriuc vd., 2007). Alternatif uygulamaların nörofizyolojik temellerini anlamak hem sağlık profesyonellerine hem de uygulayıcılara kanıta dayalı bir yaklaşım kazandırmak açısından önemlidir.

Bu bölümde, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları bilimsel temelleriyle ele alınacak; uygulama örnekleri, etki mekanizmaları ve klinik kullanımları üzerinden sistematik bir çerçevede sunulacaktır. Ayrıca, bu uygulamaların işlevsel nörogörüntüleme verileriyle nasıl desteklendiği ve sağlık bilimlerinde nasıl kullanılabileceği tartışılacaktır. Nihai amaç, bilimsel temele dayanan bütüncül sağlık yaklaşımının uygulama alanlarını genişletmek ve sağlık çalışanlarına disiplinler arası bir bakış açısı sunmaktır.

Nörofizyolojik Temelin Kuramsal Çerçevesi

Nörofizyoloji, sinir sisteminin elektriksel, kimyasal ve yapısal düzeydeki işleyişini inceleyen bilim dalıdır. Alternatif sağlık uygulamalarının çoğu, doğrudan ya da dolaylı olarak merkezi ve periferik sinir sistemine müdahale ederek fizyolojik dengeyi yeniden tesis etmeyi hedefler. Bu müdahalenin

etkili olabilmesi için, beyin, omurilik ve otonom sinir sistemi arasındaki karmaşık iletişim ağının temel dinamiklerinin anlaşılması gerekmektedir.

Beyin ve nöroplastisite

Nöroplastisite, beynin yaşam boyu kendini yeniden yapılandırabilme kapasitesidir. Alternatif uygulamaların çoğu, bu plastisiteyi uyararak olumlu zihinsel ve fiziksel çıktılar elde etmeyi amaçlar. Örneğin, tekrarlanan meditasyon ve mindfulness çalışmaları, prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve insula gibi bölgelerde yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olabilmektedir. Bu tür müdahalelerle dikkat, duygusal düzenleme ve öz-farkındalık gibi bilişsel süreçlerin geliştiği gösterilmiştir (Luders vd., 2009).

Otonom sinir sistemi ve vagal tonus

Otonom sinir sistemi (OSS), bedenin istemsiz fizyolojik süreçlerini düzenler ve sempatik-parasempatik dengesine dayanır. Stres yanıtı sempatik sistem aracılığıyla mobilize edilirken, gevşeme ve iyileşme süreçleri parasempatik sistemle sağlanır. Vagus siniri, bu sistemin en önemli bileşenlerinden biridir ve vagal tonusun artması bireyin stresle başa çıkma kapasitesini artırır (Porges, 2011). Biofeedback, nefes çalışmaları ve meditasyon gibi teknikler, vagus siniri üzerinden OSS'yi dengelemeyi amaçlar. Bu bağlamda alternatif yaklaşımlar, kalp hızı değişkenliği (HRV) gibi fizyolojik göstergeler aracılığıyla OSS fonksiyonunu ölçülebilir hale getirerek, bilimsel kanıt üretmektedir (Thayer vd., 2012).

Nörotransmitterler ve nöromodülasyon

Dopamin, serotonin, GABA ve endorfin gibi nörotransmitterler, sinaptik iletişimin temel yapıtaşlarını oluşturur. Alternatif yaklaşımlar bu kimyasalların salınımını etkileyerek duygudurum, stres, ağrı ve motivasyon gibi birçok psikofizyolojik durumu düzenler. Özellikle egzersiz, yoga, meditasyon ve masaj terapileri gibi uygulamaların serotonin ve endorfin düzeylerini artırdığı ve böylece bireyde rahatlama, motivasyon artışı ve ağrı eşiğinde yükselme gibi sonuçlar doğurduğu gösterilmiştir (Mikkelsen vd., 2017).

Sinir-kas ve duyu sistemleri

Alternatif terapiler, sıklıkla kas-iskelet sistemine yönelik fiziksel uygulamalarla sinir-kas bağlantılarını ve proprioseptif geri bildirimi hedef alır. Manuel terapi, refleksoloji, akupunktur gibi yöntemlerde duyu sinirleri uyarılarak spinal ve supraspinal düzeyde yanıtlar tetiklenir (Langevin & Yandow, 2002). Bu uygulamaların etki mekanizması, afferent sinyallerin

merkezi sinir sistemine iletilmesi ve sonrasında motor ya da otonomik yanıtların oluşturulmasıdır.

Nöroenflamasyon ve bağışıklık sistemi etkileşimi

Son yıllarda beyin-bağışıklık sistemi etkileşimi, alternatif yaklaşımların yeni bir hedefi haline gelmiştir. Nöroenflamasyonun depresyon, anksiyete ve bazı nörodejeneratif hastalıkların patogeneğinde rol oynadığı bilinmektedir (Miller & Raison, 2016). Yoga, mindfulness ve benzeri yaklaşımların proinflatuar sitokin düzeylerini düşürdüğü ve bu sayede inflamatuar süreci düzenlediği çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Bower & Irwin, 2016). Nöroimmünolojik süreçlerin modülasyonu, bu yaklaşımların hem önleyici hem de tamamlayıcı tedavi alanında etkinliğini artırmaktadır.

Elektrofizyolojik göstergeler

EEG, EMG ve kalp hızı değişkenliği (HRV) gibi elektrofizyolojik ölçümler, alternatif uygulamaların etki mekanizmalarını daha somut biçimde ortaya koymak için kullanılır. Örneğin, mindfulness uygulamalarının alfa ve teta dalga aktivitesini artırdığı, stresli bireylerde HRV değerlerinin olumlu yönde değiştiği gözlemlenmiştir (Tang vd., 2009; Lehrer & Gevirtz, 2014). Bu göstergeler, bireyin gevşeme düzeyini, dikkat kapasitesini ve OSS dengesini ölçmek için kullanılmakta, bilimsel takip olanağı sağlamaktadır.

Nöroplastisite ve sağlık uygulamaları

Nöroplastisite, sinir sisteminin çevresel uyarılar, deneyimler ve öğrenme yoluyla yapısal ve işlevsel değişim kapasitesini ifade eder. Bu özellik sayesinde beyin, hasara karşı kendini yeniden organize edebilir, yeni sinaptik bağlantılar kurabilir ve görev dağılımlarını yeniden yapılandırabilir. Modern nörobilimde, nöroplastisitenin yalnızca gelişimsel süreçlerle sınırlı kalmadığı, yaşam boyu sürdüğü kabul edilmektedir (Kolb & Gibb, 2011). Bu durum, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımlarının etkilerini açıklamada önemli bir dayanak oluşturur.

Nöroplastisite türleri ve mekanizmaları

Nöroplastisite genel olarak yapısal ve fonksiyonel plastisite şeklinde iki ana başlıkta incelenebilir. Yapısal plastisite, sinaptogenez, dendritik dallanma, nöron göçü gibi morfolojik değişimleri ifade ederken; fonksiyonel plastisite, nöronal ağların aktivasyon desenlerindeki değişiklikleri içerir. Bu değişimler çevresel uyarılarla, öğrenme süreçleriyle ve çeşitli davranışsal müdahalelerle tetiklenebilir (Herholz & Zatorre, 2012). Yapılan çalışmalar, tekrarlayan fiziksel aktivite, motor öğrenme ve bilişsel müdahalelerin kortikal

kalınlık, gri madde hacmi ve sinaptik yoğunlukta artışa neden olabileceğini göstermektedir. Özellikle hipokampus ve prefrontal korteks bu süreçlerden doğrudan etkilenmektedir (Erickson vd., 2011).

Egzersiz ve nöroplastisite

Aerobik egzersizlerin hipokampal hacimde artışa neden olduğu ve bu durumun bellek ile yürütücü işlevlerde iyileşmelere yol açtığı kanıtlanmıştır. Egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerini artırarak sinaptik plastisiteyi desteklediği belirtilmektedir (Voss vd., 2013). Özellikle yaşlı bireylerde düzenli egzersiz, nörodejeneratif süreçlerin yavaşlatılmasında koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Erickson vd., 2011). Türkiye’den yapılan bazı çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Örneğin, Arslan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, düzenli egzersizin yaşlı bireylerde BDNF düzeylerini anlamlı şekilde artırdığı ve bilişsel performansı iyileştirdiği gösterilmiştir (Birinci vd., 2019).

Meditasyon ve mindfulness uygulamalarının etkileri

Mindfulness temelli stres azaltma (MBSR) programları, nöroplastik değişimleri destekleyen bir diğer etkili yaklaşımdır. Bu tür uygulamalar, dikkat düzenleme, öz-farkındalık ve duygusal denge mekanizmalarını aktive eden beyin bölgelerinde (özellikle prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve insula) kalıcı değişiklikler yaratabilmektedir (Tang et al., 2015). Yine yapılan başka bir çalışmada meditasyonun dikkat süreçlerine etkisini EEG üzerinden incelediği çalışmasında, alfa dalga aktivitesinde artış ve dikkat regülasyonunda iyileşme saptamıştır (Cahn & Polich, 2006).

Nöroterapi (Neurofeedback) ve beyin dalgası modülasyonu

Nörofeedback, bireyin beyin dalgalarını geri bildirim yoluyla fark etmesini ve düzenlemesini amaçlayan bir uygulamadır. Özellikle dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), anksiyete ve kronik ağrı gibi durumlarda etkili olduğu gösterilmiştir (Hammond, 2011). Bu uygulamanın arkasındaki temel mekanizma, beynin kendi elektriksel aktivitesini izleyerek öğrenmeye dayalı biçimde yeniden yapılandırmasıdır. Son yıllarda yapılan meta-analizler, özellikle düşük beta ve SMR dalga eğitiminin duygu düzenleme ve odaklanma üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Cortese vd., 2016). Üniversite öğrencileriyle yapılan bir çalışmada nörofeedback temelli pilot çalışmada, dikkatin sürdürülmesinde ve sınav kaygısında anlamlı iyileşmelerin olduğu rapor edilmiştir (Diotaiuti, 2024).

Dil, müzik ve sanatla etkileşim

Nöroplastisite yalnızca fiziksel ya da zihinsel egzersizlerle değil, yaratıcı sanat etkinlikleriyle de desteklenebilir. Müzik eğitiminin işitsel kortekste yapısal değişimlere neden olduğu; resim, dans gibi sanat temelli terapilerin ise motor ve duygusal ağları aktive ettiği gösterilmiştir (Herholz & Zatorre, 2012). Yine ülkemizde yapılan bir çalışmada sanat terapisi uygulamalarının travma sonrası stres belirtilerinde ve anksiyete düzeylerinde anlamlı düşüş sağladığı görülmüştür (İnci Namlı, 2024).

Biofeedback ve nöroterapi yaklaşımları

Biofeedback ve nöroterapi (neurofeedback), bireyin kendi fizyolojik süreçlerini fark etmesini, izleyebilmesini ve bu süreçleri belirli tekniklerle kontrol altına alabilmesini sağlayan bilim temelli yaklaşımlardır. Bu yöntemlerin amacı, merkezi ve otonom sinir sisteminin düzenlenmesi yoluyla bireyin psikolojik ve fiziksel sağlığının desteklenmesidir. Her iki yaklaşım da nörofizyolojik geri bildirim esasına dayanır; bu yönüyle geleneksel tedavi yöntemlerinin ötesine geçerek bireyin aktif katılımına olanak sağlar (Schwartz & Andrasik, 2017).

Biofeedback'in temel ilkeleri

Biofeedback, vücuttaki istemsiz fizyolojik süreçlerin (kalp ritmi, kas gerginliği, cilt ısı, solunum, deri iletkenliği, beyin dalgaları vb.) çeşitli sensörler aracılığıyla ölçülmesi ve bireye görsel veya işitsel geri bildirim olarak sunulması esasına dayanır. Bu geri bildirim aracılığıyla birey, stres tepkilerini tanımayı ve gevşeme yanıtını aktif biçimde devreye sokmayı öğrenir. Biofeedback eğitimi sonucunda OSS'nin parasempatik aktivitesi güçlenir, stres hormonları azalır, kalp hızı değişkenliği artar ve genel homeostatik denge sağlanır (Lehrer & Gevirtz, 2014).

Biofeedback'in en sık kullanılan türleri arasında şunlar yer alır:

- **EMG Biofeedback:** Kas gerginliği ölçümü ile baş ağrısı, temporomandibular eklem bozuklukları, fibromiyalji gibi durumların yönetiminde kullanılır.
- **HRV Biofeedback:** Kalp hızı değişkenliği analiziyle otonom dengeyi ölçer; anksiyete, hipertansiyon ve uyku bozukluklarında etkilidir.
- **GSR Biofeedback:** Cilt iletkenliği üzerinden emosyonel uyarılma düzeylerini değerlendirir.

- **Termal Biofeedback:** Cilt ısını ölçerek vazodilatasyon/kontraksiyon süreçlerine odaklanır (Lehrer & Gevirtz, 2014; Shaffer & Ginsberg, 2017).

Neurofeedback (Nöroterapi): beyin dalgası eğitimi

Neurofeedback, bireyin beyin dalgası paternlerini analiz ederek, norm dışı aktivitenin düzenlenmesini hedefleyen bir EEG temelli geri bildirim yöntemidir. Beynin elektriksel aktivitesi (alfa, beta, teta, delta, SMR gibi dalga bantları) izlenerek, belirli bir hedef değere ulaşması sağlanır. Örneğin, dikkat eksikliği olan bir bireyde düşük beta ve SMR artırılmaya, teta dalgaları ise azaltılmaya çalışılır (Hammond, 2011).

Neurofeedback protokolleri, klinik tabloya göre özelleştirilir. En sık kullanılan protokoller şunlardır:

- **SMR Protokolü:** Sensorimotor ritmi (12–15 Hz) artırmak; hiperaktivite, uyku bozuklukları ve epilepside kullanılır.
- **Teta/Beta Eğitimi:** Dikkat artırımı ve dürtü kontrolü; özellikle DEHB tedavisinde yaygındır.
- **Alfa Eğitimi:** Rahatlama ve anksiyete azaltımı için kullanılır.
- **Zihin Haritasına Dayalı (QEEG) Eğitimler:** Kişiyi özel beyin haritalarına göre hazırlanan protokollerle bütüncül terapi planlanır (Hammond, 2011).

Klinik uygulama alanları

Biofeedback ve neurofeedback birçok klinik durumda tamamlayıcı ya da birincil terapi olarak kullanılmaktadır:

- **Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB):** Neurofeedback, DEHB’de dikkat süresini artırmak ve hiperaktiviteyi azaltmak amacıyla Amerikan Pediatri Akademisi tarafından “Etkinliği kanıtlanmış seviye I tedavi” olarak tanımlanmıştır (AAP, 2011).
- **Anksiyete ve depresyon:** HRV ve alfa neurofeedback protokolleri ile emosyonel regülasyon desteklenir (Hsieh vd., 2020).
- **Migren ve gerilim tipi baş ağrıları:** EMG biofeedback kas gerginliğini azaltarak atak sıklığını düşürür (Nestoriuc vd., 2008).
- **İnsomnia:** Uykunun derinliğini ve kalitesini artırmaya yönelik nörofeedback protokolleri yaygındır (Schabus vd., 2014).

- **Ağrı bozuklukları:** Kronik ağrıda parasempatik aktiviteyi artırmak amacıyla HRV biofeedback tercih edilir (Hassett vd., 2007).

Dünyada biofeedback uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Hsieh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, HRV biofeedback eğitiminin hemşirelerde iş stresi ve tükenmişlik düzeylerini anlamlı şekilde azalttığı gösterilmiştir (Hsieh vd., 2020). Benzer şekilde, yine yapılan başka bir çalışmada üniversite öğrencilerinde yapılan EEG temelli neurofeedback eğitiminin sınav kaygısı üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Pan vd., 2024).

Biofeedback ve neurofeedback'in etkili olup olmadığı konusundaki tartışmalar, son yıllarda yapılan kontrollü çalışmalarla büyük ölçüde netleşmiştir. Özellikle nörolojik ve psikiyatrik durumlarda, bu yöntemlerin plasebo etkisinden öte somut fizyolojik değişiklikler yarattığı EEG, fMRI ve HRV ölçümleriyle gösterilmiştir (Marzbani vd., 2016). Bir meta-analiz çalışması, nörofeedback'in DEHB'de dikkat süresini artırmada ilaç kadar etkili olduğunu, ancak kalıcı etkisinin daha uzun süre devam ettiğini belirtmektedir (Van Doren vd., 2019).

Nefes, meditasyon ve mindfulness uygulamalarının nörofizyolojik temeli

Zihin-beden bağlantısını temel alan alternatif sağlık uygulamalarının en etkili ve bilimsel temeli en güçlü olanlarından bazıları, nefes çalışmaları, meditasyon ve mindfulness (bilinçli farkındalık) teknikleridir. Bu uygulamalar hem merkezi sinir sistemi üzerinde doğrudan etkiler yaratmakta hem de otonom sinir sisteminin (OSS) yeniden dengelenmesine katkıda bulunmaktadır. Modern nörobilim araçlarıyla yapılan çalışmalar, bu uygulamaların beyin plastisitesi, stres tepkisi, hormonal yanıtlar ve duygusal regülasyon gibi birçok nörofizyolojik mekanizmayı etkilediğini göstermiştir (Tang vd., 2015).

Diyafragmatik nefesin fizyolojik etkileri

Nefes, OSS ile doğrudan bağlantılı tek istemli fizyolojik işlevdir. Diyafragmatik (karın) solunum, özellikle parasempatik aktiviteyi güçlendirerek gevşeme yanıtını tetikler. Yavaş ve derin nefes alıp vermek, kalp hızı değişkenliğini (HRV) artırarak bireyin stresle başa çıkma kapasitesini geliştirir (Lehrer vd., 2020). Ayrıca bu tür nefes egzersizleri, baroreseptör duyarlılığı ve vagal tonusu artırarak kardiyovasküler sistem üzerinde pozitif etkiler yaratır (Laborde vd., 2017). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, diyafragmatik nefes tekniklerinin, üniversite öğrencilerinde sınav

anksiyetesini ve sempatik aktiviteyi azalttığı, HRV üzerinde anlamlı artış sağladığı bildirilmiştir (Kaya & Akın, 2022).

Meditasyon ve dikkat odaklı uygulamalar

Meditasyon; dikkat odaklama, zihinsel gevşeme ve farkındalığı artırma tekniklerini içeren, binlerce yıllık geçmişi olan bir uygulamadır. Nörogörüntüleme teknikleri, düzenli meditasyon yapan bireylerde özellikle prefrontal korteks, anterior singulat korteks, amigdala ve insula gibi bölgelerde yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin ortaya çıktığını göstermektedir (Fox vd., 2014). Bu bölgeler dikkat kontrolü, duygusal düzenleme ve öz-farkındalık ile ilişkilidir.

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) verileri, meditasyon sırasında varsayılan mod ağı (default mode network) aktivitesinin azaldığını, görevle ilişkili ağların ise daha aktif hale geldiğini göstermektedir. Bu da bireyin içsel dikkatini çevresel uyaranlardan uzaklaştırarak zihinsel netlik kazanmasını sağlamaktadır (Brewer vd., 2011).

Mindfulness: Bilinçli farkındalığın nörobiyolojik temelleri

Mindfulness, kişinin mevcut anı yargısız bir şekilde fark etmesi ve kabullenmesini temel alan bir zihinsel beceridir. Kabullenici farkındalık, stresin biyolojik tepkilerini baskılamadan, onların farkında olarak regüle etmeyi hedefler. Mindfulness uygulamaları, kortizol düzeylerinde düşüşe, bağışıklık sisteminin güçlenmesine ve duygusal dayanıklılığın artmasına yol açar (Pascoe vd., 2017). EEG çalışmalarında mindfulness uygulamalarının alfa ve teta dalgalarında artışa neden olduğu, bu dalgaların ise gevşeme, konsantrasyon ve içsel farkındalıkla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Tang vd., 2009). Ayrıca mindfulness temelli stres azaltma programlarının, telomerez aktivitesini artırdığı ve hücresel yaşlanmayı yavaşlatabildiği de bildirilmiştir (Epel vd., 2009).

Sinirsel ve hormonal dengede rolü

Meditasyon ve nefes temelli uygulamalar, hipotalamus-hipofiz-adrenal aksı üzerinde de etkilidir. Düzenli uygulamalar, kortizol salgısını baskılar, serotonin ve dopamin gibi nörotransmitterlerin dengelenmesine katkı sağlar (Young vd., 2014). Böylelikle hem duygudurum bozukluklarında hem de anksiyete, uyku bozuklukları, hipertansiyon gibi stresle ilişkili sağlık sorunlarında etkinlik gösterir. Mindfulness uygulamalarının nöroimmünolojik etkileri de bulunmaktadır. Proinflamatuvar sitokinlerin (IL-6, TNF- α) düzeylerinde azalma ve antiinflamatuvar yanıtların artışı, bağışıklık sisteminde olumlu değişikliklere işaret etmektedir (Black & Slavich, 2016).

Fonksiyonel nörogörüntüleme ile desteklenen alternatif uygulamalar

Alternatif sağlık uygulamalarının bilimsel geçerliliğinin güçlendirilmesinde fonksiyonel nörogörüntüleme tekniklerinin rolü giderek artmaktadır. fMRI (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme), PET (pozitron emisyon tomografisi), SPECT (tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi), EEG (elektroensefalografi) ve MEG (manyetoensefalografi) gibi yöntemler; beyin aktivitesinin uzaysal ve zamansal desenlerini inceleme imkânı sunar. Bu araçlar sayesinde, nefes, meditasyon, biofeedback, mindfulness ve nöroterapi gibi uygulamaların nörofizyolojik karşılıkları doğrudan ölçülebilir hale gelmiştir (Fox vd., 2016).

fMRI: Alternatif uygulamaların kortikal yansımaları

fMRI, beyin dokusundaki oksijenlenmiş kan akışındaki değişimleri BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) sinyalleri aracılığıyla ölçer. Bu yöntem, dikkat ve duygudurumla ilişkili beyin bölgelerinde fonksiyonel değişimleri ortaya koyma konusunda yüksek çözünürlüklü bir araçtır. Düzenli meditasyon yapan bireylerde anterior singulat korteks, dorsolateral prefrontal korteks ve insulada aktivite artışı olduğu; varsayılan mod ağı aktivitesinde ise azalma gözlenmiştir (Brewer vd., 2011). Bir meta-analiz çalışmasında, mindfulness temelli uygulamaların özellikle amigdala hacminde küçülmeye, prefrontal korteks hacminde ise artışa neden olduğu ve bu durumun duygusal düzenleme kapasitesini artırdığı gösterilmiştir (Fox vd., 2014).

EEG: Zihinsel durumların anlık takibi

EEG, beyin elektriksel aktivitesini saniyelik düzeyde ölçerek, bireyin dikkat, gevşeme ve uyarılma düzeylerini belirlemede önemli bir araçtır. Alternatif uygulamaların beyin dalgası paternlerine etkisi uzun süredir çalışılmaktadır. Meditasyon uygulamaları ile alfa (8–12 Hz) ve teta (4–7 Hz) dalgalarının arttığı, beta (13–30 Hz) dalgalarının ise baskılandığı bilinmektedir. Bu değişimler, gevşeme, içe yönelme ve dikkat yoğunluğu ile ilişkilidir (Cahn & Polich, 2006).

Yapılan başka bir çalışmada, nefes temelli gevşeme tekniklerinin EEG üzerinde dikkatle ilişkili beta dalgası frekanslarını modüle ettiği rapor edilmiştir (Bing-Canar vd., 2016).

QEEG: Nicel EEG ile bireyselleştirilmiş terapi

QEEG (Quantitative EEG), klasik EEG'den farklı olarak bireyin beyin aktivitesini sayısallaştırır ve normatif veri setleriyle karşılaştırma yaparak kişiye

özel beyin haritaları oluşturur. Alternatif uygulamalarda, özellikle nöroterapi protokolleri QEEG verilerine göre şekillendirilmektedir. QEEG analizleri sayesinde, frontal asimetri, teta/beta oranı gibi parametrelerle dikkat, anksiyete, depresyon gibi psikolojik durumların objektif değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir (Thibault vd., 2016).

PET ve SPECT: Metabolik aktivitenin gözlenmesi

PET ve SPECT, nöral metabolizma ve kan akışını izlemeye yarayan görüntüleme teknikleridir. Özellikle nörodejeneratif hastalıklarda kullanılan bu yöntemler, alternatif terapilerin beyin metabolizmasına etkilerini değerlendirmede de kullanılmaktadır. Örneğin, Tai Chi gibi hareket temelli uygulamaların, Alzheimer hastalarında serebral kan akışını artırarak bilişsel performansı olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir (Wayne vd., 2014).

Multimodal görüntüleme yöntemleri

Son yıllarda farklı nöro görüntüleme tekniklerinin bir arada kullanıldığı multimodal çalışmalar yaygınlaşmaktadır. Örneğin, EEG-fMRI eşzamanlı uygulamalar, hem zamansal hem uzamsal beyin aktivitesini anlamada önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu tür yaklaşımlar, alternatif sağlık uygulamalarının anlık etkilerini ve uzun dönem adaptasyonlarını daha derinlemesine ortaya koyabilmektedir (Debener vd., 2006).

Nörofizyolojik yaklaşımların klinik kullanımı: psikiyatri, ağrı ve rehabilitasyon

Alternatif sağlık uygulamaları, yalnızca koruyucu sağlık hizmetlerinde değil, aynı zamanda pek çok fiziksel ve psikiyatrik hastalığın tedavisinde tamamlayıcı ve destekleyici yöntemler olarak kullanılmaktadır. Özellikle nörofizyolojik temele dayalı yaklaşımlar (biofeedback, mindfulness, nöroterapi, nefes çalışmaları gibi) hem semptom yönetiminde hem de yaşam kalitesini artırmada etkinlik göstermektedir.

Psikiyatrik bozukluklarda kullanım anksiyete ve depresyon:

Mindfulness temelli bilişsel terapi (MBCT) ve meditasyon uygulamalarının depresif epizodların tekrarlanmasını önlemede antidepresan kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, nefes temelli gevşeme teknikleri, OSS üzerindeki etkileri sayesinde anksiyete bozukluklarında semptomların şiddetini azaltmaktadır (Kuyken vd., 2015; Zeidan vd., 2010). Neurofeedback, özellikle majör depresyon ve yaygın anksiyete bozukluğu gibi durumlarda duygusal regülasyonu hedef alarak prefrontal korteksin aktivitesini artırmakta ve frontal alfa asimetrisinde denge sağlamaktadır (Cheon vd., 2016).

Neurofeedback, Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) tedavisinde en yaygın kullanılan nörofizyolojik yaklaşımlardan biridir. Düşük beta/SMR dalgalarının artırılması ve teta aktivitesinin azaltılması ile dikkat ve dürtü kontrolü geliştirilmektedir. Ayrıca bu yöntem, ilaç tedavisine göre daha uzun süreli etkiler sağlayabilmektedir (Arns vd., 2014).

Ağrı yönetiminde kullanım kronik ağrı ve fibromiyalji

Kronik ağrı hastalarında ağrıya neden olan asıl problemin dışında OSS dengesizliği, duyuşsal ve emosyonel işlemeyle etkileyen beyin bölgelerinde hiperaktiviteyle ilişkilidir. Biofeedback ve mindfulness uygulamaları, bu sistemi yeniden dengeleyerek ağrı eşiğini yükseltmektedir (Calderone vd., 2025). EEG temelli nöroterapi ise özellikle migren, gerilim tipi baş ağrısı ve fibromiyalji gibi durumlarda somatosensoriyel kortekste modülasyon yaratarak ağrıyı azaltır (Kayıran vd., 2010).

Psikosomatik ağrılar:

Nefes terapileri ve meditasyon uygulamaları, stresle ilişkili kas gerginliğini azaltarak baş, boyun ve sırt bölgesindeki psikosomatik ağrıların hafifletilmesinde etkilidir. Bu tür ağrılar, sempatik sinir sisteminin aşırı uyarılması sonucu geliştiğinden, parasempatik sistemin aktivasyonu tedavide merkezi rol oynar (Chicsa & Serretti, 2011).

Rehabilitasyon süreçlerinde kullanım

Nörolojik rehabilitasyon:

İnme geçiren hastalarda, nöroplastisiteyi destekleyici uygulamalar motor işlevlerin geri kazanılmasını kolaylaştırmaktadır. Biofeedback, bireyin kas aktivitesini görselleştirerek kas kontrolünü yeniden öğrenmesine olanak tanır. Ayrıca, QEEG temelli neurofeedback terapileri, motor kortekste aktivasyon sağlayarak üst ekstremitelerde fonksiyonlarında iyileşme yaratabilmektedir (Jonsdottir & Cattaneo, 2007).

Kardiyak rehabilitasyon:

HRV biofeedback, kalp krizi sonrası bireylerde OSS dengelemesini destekleyerek yeniden kardiyovasküler dengeyi sağlar. Araştırmalar, HRV biofeedback uygulamalarının aritmi ve hipertansiyon gibi durumlarda da etkili olduğunu göstermektedir (Lehrer, 2022).

Psikososyal rehabilitasyon:

Özellikle travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi durumlarda mindfulness temelli uygulamalar, stres yanıtını regüle ederek bireyin yeniden

sosyal yaşama entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (Bormann vd., 2013). EEG ile desteklenen terapiler, limbik sistemdeki aşırı aktiviteyi azaltarak emosyonel dengenin yeniden kurulmasını sağlamaktadır.

Nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları

Nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları, merkezi ve periferik sinir sisteminin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkisini baz alarak, motor kontrolün yeniden kazanımına yönelik geliştirilen bilimsel temelli yöntemlerdir. Bu uygulamalar, nöroplastisite ilkesine dayanarak, sinir sisteminin adaptif kapasitesini artırmayı ve fonksiyonel iyileşmeyi hedefler (Carr & Shepherd, 2010).

Bobath konsepti

Bobath yaklaşımı, özellikle inme ve serebral palsy gibi nörolojik bozuklukların rehabilitasyonunda kullanılan bir yöntemdir. Nörofizyolojik yaklaşımlar arasında propriyoseptif uyarılar yoluyla motor yanıtların kolaylaştırılması ve yeniden öğrenilmesi prensibi ile motor kontrolü ve kas fonksiyonlarını iyileştirmeyi hedefleyen Propriyoseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) tekniği, beyin nöroplastisite özelliğinden faydalanarak, anormal hareket paternlerini azaltmayı ve normal motor fonksiyonların yeniden kazanımını desteklemeyi amaçlayan terapötik egzersizleri içeren Bobath yaklaşımı en popüler yaklaşımlardandır. Bu teknikte amaç, anormal refleks aktivitesini baskılamak, normal hareket paternlerini yeniden kazandırmak ve motor kontrolü geliştirmektir. Terapi sırasında hastanın mevcut motor yetenekleri değerlendirilerek hareket kolaylaştırılır ve duyu-motor entegrasyonu sağlanır (Kollen vd., 2009; Yılmaz & Acar; 2025).

Propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF)

PNF, refleks mekanizmaları uyarılarak kas gücünün artırılmasını, esnekliğin geliştirilmesini ve hareket açıklığının artırılmasını hedefler. Özellikle kas tonusu bozulmuş hastalarda nöromüsküler yeniden eğitim sağlar. Propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF), ilk olarak 1940 yılında iki felçli hastanın tedavisinde kullanılmak üzere Herman Kabat ve Margaret Knott tarafından uygulanmıştır. PNF germe egzersizleri elektromiyografi (EMG) ile keşfedilmiştir. Fiziksel uygunluk kavramı üzerinden ele alındığında temelinde kuvvet, koordinasyon ve esneklik gibi parametreleri geliştirmek ve düzenlemek ile bağlantılı olduğu söylenmektedir. PNF tekniğinin etki mekanizması ele alındığında postür çatısı altında refleksif olarak uyarı gönderimi, agonist olan hedef kas gruplarındaki aktivasyonlarda eksantrik kontraksiyon kullanımı ve çift eklemi kat eden kas aktivasyonlarında diagonal hareketlerin uygulamalarından faydalanarak belirli prensiplerden

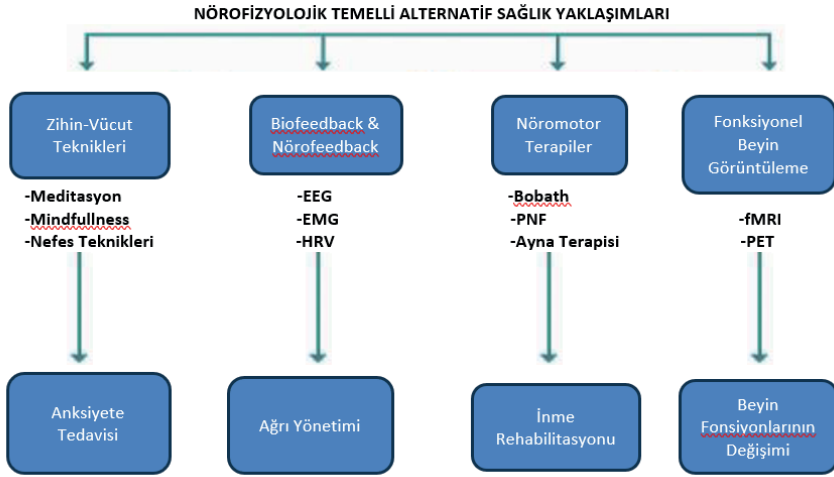
yararlanılmaktadır. PNF teknikleri kasın kuvvet, esneklik ve bu unsurlar ile denge üzerinde etkisi artırılmak için de kullanılabilir. PNF teknikleri amaçlarına göre genelde; hareketin başlama yeteneğini artırma, hareket öğrenimi, kuvvette artış, stabilite artışı, koordinasyon gelişimi, eklem hareketinin oranının artışı ve gevşemeye yönelik ele alınmaktadır. Amaca göre bu doğrultuda seçim yapılarak en üst seviyede fonksiyonelliğe ulaşmak amaçlanmaktadır (Özgüç, 2024).

Ayna terapisi

Ayna terapisi, özellikle inme sonrası üst ekstremité fonksiyon kayıplarında yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde hastanın kendi vücut pozisyonunu ve yaptığı hareketleri aynadan izlemesi ona görsel bir geri bildirim sağlar. Sağlam ekstremitenin aynada izlenmesi, motor korteksin aktive edilmesini ve felçli taraftaki kasların yeniden harekete geçirilmesini sağlar. Bu teknik motor imgeleme destekleyerek nöroplastisiteyi teşvik eder (Saavedra-García vd., 2021).

Motor imgeleme ve sanal gerçeklik

Motor imgeleme, hareketin zihinsel olarak tekrar edilmesiyle motor planlama ve kortikal uyarımı artırmayı hedefler. Bu teknik, aktif hareket yapamayan hastalarda dahi motor sistemin yeniden organizasyonunu destekler. Sanal gerçeklik teknolojisi ise hem motivasyonu artırmakta hem de gerçek zamanlı geri bildirimle motor öğrenmeyi desteklemektedir (Sharma vd., 2006). Bu yaklaşımlar, sadece hareket kabiliyetini artırmakla kalmaz; aynı zamanda bireyin günlük yaşam aktivitelerine katılımını ve bağımsızlığını da güçlendirir. İnme sonrası rehabilitasyonda, nörofizyolojik temelli terapiler fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırmakta ve nüks riskini azaltmaktadır (Kollen vd., 2006).



Şekil 1. Nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları ve uygulama alanları

Sonuç

Nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları, bireyin zihinsel ve bedensel süreçlerini düzenleyerek sağlığı bütüncül bir perspektifle ele alan yöntemlerdir. Bu yaklaşımlar, son yıllarda sadece tamamlayıcı yöntemler olarak değil, aynı zamanda bilimsel temelleri olan, kanıta dayalı uygulamalar olarak da giderek daha fazla kabul görmektedir. Biofeedback, neurofeedback, mindfulness, nefes egzersizleri ve meditasyon gibi teknikler; bireyin otonom sinir sistemini dengelemesine, kortikal aktivitesini düzenlemesine, nörotransmitter düzeylerini optimize etmesine ve genel fizyolojik homeostazı yeniden sağlamasına katkı sunmaktadır.

Bu bölüm boyunca sunulan bilimsel veriler, alternatif sağlık uygulamalarının beyin yapısı ve işlevi üzerindeki etkilerini ortaya koyarak; bu uygulamaların stres, anksiyete, depresyon, dikkat eksikliği, kronik ağrı, uyku bozuklukları ve psikosomatik sorunlar gibi birçok alanda tedavi edici ve önleyici potansiyel taşıdığını göstermektedir. fMRI, EEG, HRV gibi objektif ölçüm araçlarıyla desteklenen bu teknikler, subjektif iyilik halinin ötesine geçerek nörofizyolojik değişimleri somut biçimde ortaya koymaktadır.

Özellikle mindfulness temelli uygulamalar, hem psikolojik dayanıklılığı artırmakta hem de bağışıklık, kardiyovasküler ve nöroendokrin sistemlerin işleyişini olumlu yönde etkilemektedir. Biofeedback ve neurofeedback uygulamaları ise bireyin kendi fizyolojik süreçlerini fark etmesini ve düzenlemesini sağlayarak öz-düzenleme becerilerini geliştirmektedir. Bu,

sadece semptom düzeyinde bir rahatlama değil, aynı zamanda uzun vadeli davranışsal ve fizyolojik yeniden yapılanmayı destekleyen bir değişimdir.

Bununla birlikte, bu uygulamaların yaygınlaşabilmesi ve klinik karar süreçlerine etkin biçimde entegre edilebilmesi için bazı adımların atılması gerekmektedir. Öncelikle, daha büyük örneklemlili, iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmalar yapılmalı; uygulama protokolleri standartlaştırılmalı ve eğitim süreçleri bilimsel temellere dayandırılmalıdır. Türkiye’de henüz sınırlı sayıda olan yerli araştırmaların artırılması, yerel kültürel bağlamda bu uygulamaların etkilerini değerlendirmek açısından önemlidir. Ayrıca, disiplinler arası iş birlikleri desteklenmeli; psikoloji, fizyoloji, nörobilim ve sağlık bilimlerinin ortak dilde buluşması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları; düşük maliyetli, yan etkisiz ve bireyin aktif katılımını esas alan bir sağlık yaklaşımı sunmaktadır. Bu yöntemlerin, önleyici sağlık hizmetlerinden tedavi ve rehabilitasyona kadar geniş bir yelpazede kullanımı; bireysel iyilik halini ve toplum sağlığını artırabilecek güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Gelecek yıllarda yapılacak bilimsel çalışmalarla bu potansiyelin daha da netleşeceği ve sağlık sistemlerine entegre edilmesinin kolaylaşacağı öngörülmektedir.

Kaynakça

- AAP Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Steering Committee on Quality Improvement and Management. (2011). ADHD: clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 128(5), 1007-1022.
- Anttila, H., Autti-Rämö, I., Suoranta, J., Mäkelä, M., & Malmivaara, A. (2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMC Pediatrics*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-14>
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, 95, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013>
- Bing-Canar, H., Pizzuto, J., & Compton, R. J. (2016). Mindfulness-of-breathing exercise modulates EEG alpha activity during cognitive performance. *Psychophysiology*, 53(9), 1366-1376.
- Birinci, Y. Z., Şahin, Ş., Vatansever, Ş., & Pancar, S. (2019). Yaşlılarda fiziksel egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) üzerine etkisi: deneysel çalışmaların sistematik derlemesi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(4), 276-287.
- Black, D. S., & Slavich, G. M. (2016). Mindfulness meditation and the immune system: a systematic review of randomized controlled trials. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1373(1), 13–24. <https://doi.org/10.1111/nyas.12998>
- Bormann, J. E., Thorp, S. R., Wetherell, J. L., & Golshan, S. (2013). A spiritually based group intervention for combat veterans with posttraumatic stress disorder: Feasibility study. *Journal of Holistic Nursing*, 31(4), 247–256.
- Bower, J. E., & Irwin, M. R. (2016). Mind–body therapies and control of inflammatory biology: A descriptive review. *Brain, Behavior, and Immunity*, 51, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.06.012>
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with increased cortical thickness and improved attentional control. *NeuroImage*, 57(4), 1524–1533.
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20254-20259.
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180.

- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin*, 132(2), 180–211. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.180>
- Calderone, A., Masi, V. M. M., De Luca, R., Gangemi, A., Bonanno, M., Floridia, D., ... & Calabrò, R. S. (2025). The Impact of Biofeedback in Enhancing Chronic Pain Rehabilitation: A Systematic Review of Mechanisms and Outcomes. *Heliyon*.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2010). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. Elsevier Health Sciences.
- Cheon, E. J., Koo, B. H., & Choi, J. H. (2016). The efficacy of neurofeedback in patients with major depressive disorder: an open labeled prospective study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41(1), 103–110.
- Chiesa, A., & Serretti, A. (2011). Mindfulness-based interventions for chronic pain: a systematic review of the evidence. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 17(1), 83–93. <https://doi.org/10.1089/acm.2009.0546>
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Holtmann, M., Aggensteiner, P., Daley, D., ... & Sonuga-Barke, E. J. S. (2016). Neurofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorder: meta-analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(6), 444–455. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.03.007>
- Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., & Engel, A. K. (2006). Single-trial EEG-fMRI reveals the dynamics of cognitive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(12), 558–563. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.09.010>
- Diotaiuti, P., Valente, G., Corrado, S., Tosti, B., Carissimo, C., Di Libero, T., ... & Mancone, S. (2024). Enhancing working memory and reducing anxiety in university students: a neurofeedback approach. *Brain Sciences*, 14(6), 578.
- Epel, E., Daubenmier, J., Moskowitz, J. T., Folkman, S., & Blackburn, E. (2009). Can meditation slow rate of cellular aging? Cognitive stress, mindfulness, and telomeres. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1172, 34–53. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04414.x>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Fox, K. C. R., Dixon, M. L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J. L., Lifshitz, M., ... & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigati-

- ons. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 65, 208–228. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.021>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 48–73. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.016>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 48–73. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.016>
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305–336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305–336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., ... & Lehrer, P. M. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32, 1-10.
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hsieh, H. F., Huang, I. C., Liu, Y., Chen, W. L., Lee, Y. W., & Hsu, H. T. (2020). The effects of biofeedback training and smartphone-delivered biofeedback training on resilience, occupational stress, and depressive symptoms among abused psychiatric nurses. *International journal of environmental research and public health*, 17(8), 2905.
- İnci Namlı, N. (2024). EMDR ile travma odaklı sanat terapisi uygulamalarının çocuk ve ergenlerdeki travma sonrası stres düzeyine etkisinin karşılaştırılması: sistematik derleme ve meta-analiz.
- Jonsdottir, J., & Cattaneo, D. (2007). Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(11), 1410–1415. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.109>
- Kaya, A., & Akin, S. (2022). Diyafragmatik solunum egzersizlerinin sınav kaygısı ve otonom sinir sistemi üzerindeki etkileri. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 33(1), 24–31.

- Kayiran, S., Dursun, E., Dursun, N., Ermutlu, N., & Karamürsel, S. (2010). Neurofeedback intervention in fibromyalgia syndrome; a randomized, controlled, rater blind clinical trial. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 35(4), 293–302. <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9135-9>
- Kolb, B., & Gibb, R. (2011). Brain plasticity and behaviour in the developing brain. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 20(4), 265–276.
- Kollen, B., Kwakkel, G., & Lindeman, E. (2006). Functional recovery after stroke: a review of current developments in stroke rehabilitation research. *Reviews on recent clinical trials*, 1(1), 75-80.
- Kollen, B., Lennon, S., Lyons, B., Wheatley-Smith, L., Scheper, M., Buurke, J. H., ... & Kwakkel, G. (2009). The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: What is the evidence? *Stroke*, 40(4), e89–e97. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.533828>
- Kuyken, W., Warren, F. C., Taylor, R. S., Whalley, B., Crane, C., Bondolfi, G., ... & Segal, Z. (2015). Efficacy of mindfulness-based cognitive therapy in prevention of depressive relapse. *The Lancet*, 386(9988), 63–73. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62222-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62222-4)
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research—Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, 213. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>
- Langevin, H. M., & Yandow, J. A. (2002). Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *The Anatomical Record*, 269(6), 257–265. <https://doi.org/10.1002/ar.10185>
- Lehrer, P. (2022). My life in HRV biofeedback research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 47(4), 289-298.
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 5, 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 5, 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
- Lehrer, P. M., Sasaki, Y., & Saito, Y. (2020). Zihinsel ve bedensel gevşeme: kalp atım hızı değişkenliği ve vagus siniri. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 284.
- Luders, E., Toga, A. W., Lepore, N., & Gaser, C. (2009). The underlying anatomical correlates of long-term meditation: Larger hippocampal and frontal volumes of gray matter. *NeuroImage*, 45(3), 672–678. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.12.061>

- Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Methodological note: neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Biomedical Engineering Online*, 15(1), 60.
- Mikkelsen, K., Stojanovska, L., Polenakovic, M., Bosevski, M., & Apostolopoulos, V. (2017). Exercise and mental health. *Maturitas*, 106, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.09.003>
- Miller, A. H., & Raison, C. L. (2016). The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. *Nature Reviews Immunology*, 16(1), 22–34. <https://doi.org/10.1038/nri.2015.5>
- Nestoriuc, Y., Martin, A., Rief, W., & Andrasik, F. (2008). Biofeedback treatment for headache disorders: a comprehensive efficacy review. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 33, 125–140.
- Özgüç, M. M. (2024). Miyofasyal gevşetme tekniği ve proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon tekniğinin maksimal kuvvet ve fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması.
- Pan, Z., Cristea, A. I., & Li, F. W. (2024). Reducing University Students' Exam Anxiety via Mindfulness-Based Cognitive Therapy in VR with Real-Time EEG Neurofeedback. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 418–423). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Pascoe, M. C., Thompson, D. R., Jenkins, Z. M., & Ski, C. F. (2017). Mindfulness mediates the physiological markers of stress: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*, 95, 156–178. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2017.08.004>
- Porges, S. W. (2011). The polyvagal theory: Neurophysiological foundations of emotions, attachment, communication, and self-regulation. New York: W. W. Norton & Company.
- Saavedra-García, A., Moral-Munoz, J. A., & Lucena-Anton, D. (2021). Mirror therapy simultaneously combined with electrical stimulation for upper limb motor function recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical rehabilitation*, 35(1), 39–50.
- Schabus, M., Heib, D. P., Lechinger, J., Griessenberger, H., Klimesch, W., Pawlizki, A., ... & Hoedlmoser, K. (2014). Enhancing sleep quality and memory in insomnia using instrumental sensorimotor rhythm conditioning. *Biological psychology*, 95, 126–134.
- Schwartz, M. S., & Andrasik, F. (2017). *Biofeedback: A Practitioner's Guide* (4th ed.). New York: The Guilford Press.
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

- Sharma, N., Pomeroy, V. M., & Baron, J. C. (2006). Motor imagery: A back-door to the motor system after stroke? *Stroke*, 37(7), 1941–1952. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000226902.43357.fc>
- Şahin, M., & Demirtaş, H. (2021). Sağlık çalışanlarında farkındalık temelli stres azaltma programının tükenmişlik ve öz-farkındalık düzeylerine etkisi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 18(2), 93–101.
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... & Posner, M. I. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(22), 8865–8870. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904031106>
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... & Posner, M. I. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *PNAS*, 106(22), 8865–8870. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904031106>
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the heart–brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thibault, R. T., Lifshitz, M., Birbaumer, N., & Raz, A. (2016). Neurofeedback, self-regulation, and brain imaging: Clinical science and fad in the service of mental disorders. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 84(4), 193–207. <https://doi.org/10.1159/000371714>
- Van Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U., & Loo, S. K. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 28(3), 293–305. <https://doi.org/10.1007/s00787-018-1121-4>

- Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 525–544. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>
- Wayne, P. M., Walsh, J. N., Taylor-Piliae, R. E., Wells, R. E., Papp, K. V., Donovan, N. J., & Yeh, G. Y. (2014). The promise of Tai Chi for cognitive aging: a systematic review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(1), 25–39.
- Yılmaz, F., & Acar, M. (2025). İnmeli Hastalarda Oyun Temelli Rehabilitasyon Yaklaşımı ve Aktivite Performansı. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 10(1), 103-121.
- Young, K. S., van der Velden, A. M., Craske, M. G., Pallesen, K. J., Fjorback, L. O., & Roepstorff, A. (2014). The impact of mindfulness-based interventions on brain activity: a systematic review of functional magnetic resonance imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 51, 87–97.
- Zeidan, F., Johnson, S. K., Diamond, B. J., David, Z., & Goolkasian, P. (2010). Mindfulness meditation improves cognition: Evidence of brief mental training. *Consciousness and Cognition*, 19(2), 597–605. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.03.014>