

EMDR (Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme) Terapisinin Nörobiyolojik Etkisi

Vildan Çelik¹

Özet

Yüzlerce farklı psikoterapi yaklaşımından biri olan EMDR (Göz Hareketleriyle Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme) terapisi, başlangıçta travma odaklı bir müdahale biçimi olarak geliştirilmiş olsa da günümüzde psikoterapinin çok çeşitli alanlarında yaygın biçimde kullanılmaktadır. EMDR'nin travmatik anıları doğrudan hedef alan özgün yapısı, nörobilim alanındaki güncel gelişmelerle birlikte ele alındığında, psikoterapötik süreçlerin beyinde özellikle bellek sistemleri ve duygu düzenleme ağları üzerinde nasıl derin değişiklikler yarattığını anlamaya yönelik son derece önemli bir çerçeve sunmaktadır. Yapılan nörogörüntüleme ve elektrofizyolojik çalışmalar; anı işlemeye dayalı bu tür müdahalelerin duygu ve farkındalık yönetiminde birincil işleve sahip prefrontal korteksin duygu düzenleme kapasitesini belirgin şekilde güçlendirebildiğini ortaya koymaktadır. Söz konusu araştırmalar aynı zamanda ödül-ceza ve hoşnutluk-hoşnutsuzluk değerlendirmesinde temel nörobiyolojik bir role sahip limbik sistemdeki aşırı uyarılmayı azaltabildiğini de kanıtlamaktadır. Bununla birlikte EMDR'nin, bellek ağları üzerinde duygu yönetimini olumlu yönde etkileyecek son derece uyumlu bir bellek bütünleşmesi sağlayabildiği görülmektedir. Bu bağlamda, çalışmada EMDR terapisinin karmaşık nörobiyolojik etkileşimleri kapsamlı bir şekilde ele alınmış; özellikle anıların adaptif biçimde yeniden işlenmesi, duygu düzenleme becerisinin yeniden dengelenmesi ve nöral konsolidasyon süreçlerinin güçlenmesi üzerindeki klinik etkileri ayrıntılarıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: EMDR, Hafıza, Konsolidasyon, Psikoterapi, Travma.

Neurobiological Effects Of Eye Movement Desensitization And Reprocessing (EMDR) Therapy

Abstract

EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) therapy, one among hundreds of psychotherapeutic approaches, was originally developed as a trauma-focused intervention but is now applied across a wide range of clinical contexts. Its direct focus on targeting traumatic memories, considered alongside advances in neuroscience, offers an important framework for understanding how psychotherapeutic processes modify the neural systems involved in memory and emotion regulation. Neuroimaging and electrophysiological studies indicate that memory processing-based interventions can significantly strengthen the emotional regulation capacity of the prefrontal cortex—which serves a primary function in emotion and awareness management. These studies also demonstrate that such interventions reduce hyperactivation within the limbic system, which plays a fundamental neurobiological role in evaluating reward–punishment and pleasure–displeasure. Furthermore, EMDR appears to facilitate a highly coherent integration across memory-related networks, thereby positively influencing emotion management. Within this framework, the present study examines the neurobiological correlates of EMDR, with particular attention to its effects on adaptive memory reprocessing, the modulation of affective regulation circuits, and the strengthening of neural consolidation processes.

Keywords: Consolidation, EMDR, Memory, Psychotherapy, Trauma.

¹ Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Nörobilim Doktora Programı
E-posta: pskvildancelik@gmail.com

¹ ORCID: 0000-0002-5768-5683

Başvuru : 10 Şubat 2025
Kabul : 2 Temmuz 2026

DOI: 10.56955/bpd.1637189

1. Giriş

EMDR terapisi, travma sonrası stres bozukluğunu (TSSB) tedavi etmek için kullanılan bir terapi yöntemidir ve TSSB'nin ampirik olarak değerlendirilen ilk psikolojik tedavilerinden biri olmuştur (Shapiro, 2002b). Uzun bir geçmişe sahip olan EMDR, başlangıçta TSSB üzerinde etkinliğini göstermiş; ilerleyen yıllarda ise başta kaygı bozuklukları olmak üzere birçok psikiyatrik tanı ve psikolojik problemde de kullanılabilir hâle gelmiştir (Maxfield, 2009). DSM-5'e göre Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB), gerçekleşen ya da tehdit oluşturan ölüm, ciddi yaralanma veya cinsel şiddetle maruz kalma sonrasında ortaya çıkan; travmaya ilişkin istemsiz anılar, kaçınma davranışları, olumsuz biliş ve duygu değişimleri ile aşırı uyarılmışlık belirtilerinin bir aydan uzun sürmesi sonucu klinik düzeyde belirti ve işlevsellik kaybına yol açan bir ruhsal bozukluktur (APA, 2013).

Türkiye'de travmatik yaşantıların yaygınlığına ilişkin güncel bulgular, yetişkinlerin önemli bir kısmının yaşamında en az bir kez travmaya maruz kaldığını göstermektedir. Karaoğlu ve arkadaşlarının (2025) yaptığı toplum temelli bir çalışmada travma maruziyetinin yaşam boyu %54,9; travmaya maruz kalanlar arasında TSSB'nin prevalansının ise %4,7 olduğu bildirilmiştir. Bu veriler, travmanın yaygın olmasına rağmen TSSB'nin her bireyde gelişmediğini ancak yine de klinik açıdan anlamlı bir risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Karaoğlu vd., 2025).

Travmanın beyin etkileşimleri günümüz nörogörüntüleme çalışmaları ile daha belirgin hale gelmektedir. Örneğin travma geçirmiş çocuklarda duygusal yüzlere bakarken prefrontal ve limbik bölgelerde artmış aktivasyonun duygusal ipuçlarının daha kolay tehdit olarak algılanmasına ve duygulanım düzenlemede güçlük yaşanmasına yol açtığı, sol temporal korteksteki düşük aktivitenin ise duygusal deneyimlerin sözel olarak ifade edilmesini zorlaştırdığı gösterilmiştir (Trentini vd., 2015). Bu tür nörobiyolojik bulgular, travmatik anıların beyinde nasıl işlendiğini ve işlendiğinde hangi ağlarda bozulma yaşandığını anlamak açısından önemlidir. EMDR'nin terapötik etkisinin altında yatan nörobiyolojik mekanizmalar uzun yıllardır araştırılmakta olsa da hâlâ tam olarak açıklığa kavuşmamıştır. Bu makalede, EMDR'nin terapötik etkilerinin hangi nörobiyolojik süreçler üzerinden ortaya çıktığına ilişkin mevcut bulgular bir araya getirilerek değerlendirilmiştir.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. EMDR ve Adaptif Bilgi İşleme (AIP) Modeli

EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing), Francine Shapiro tarafından 1987 yılında ritmik göz hareketlerinin bilişsel ve duygusal değişimlere yol açabileceğinin gözlemlenmesiyle ortaya çıkmış ve psikoterapötik bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Shapiro, 2012; Coubard, 2016). Travmatik izlerin azaltılmasını hedefleyen bu yaklaşım, daha sonra standartlaştırılmış bir psikoterapi yöntemi olarak tanımlanmıştır (Letizia, Andrea ve Paolo, 2007). Adaptif Bilgi İşleme Modeli'ni temel alan EMDR, danışanın değerlendirilmesi ve hazırlığı, travmayla ilişkili bilginin yapılandırılması, kontrollü maruziyet, bilişsel yeniden yapılandırma ve çift yönlü uyarım gibi unsurları içeren sistematik bir protokol üzerine kuruludur (Shapiro, 2002b). Bunlara ek olarak EMDR, Psikanalitik, Deneyimsel ve Bilişsel Davranışçı Terapi yaklaşımlarından çeşitli teknikleri içeren bütüncül bir yöntemdir (Shapiro, 2001).

EMDR protokolünde göz hareketlerinin hızlandırılmış bilgi işlemeyi başlatan temel uyarıcı olduğu öne sürülmüş olsa da daha sonraki yıllarda birçok EMDR eğitmeni ve süpervizörü uyarıcıyı daha geniş biçimde yorumlayarak alternatif iki yönlü uyarımın da kullanılabileceğini belirtmiştir (Kaye, 2007). Örneğin EMDR terapisti, danışana göz hareketleri yerine işitsel veya dokunsal çift yönlü uyarılar vererek geçmiş yaşantıların yeniden işlemlenmesini ve duyarsızlaşmasını hedefleyen bir uygulama gerçekleştirebilmektedir (Denizli, 2008).

Uygulama sırasında çarpık inançları yakalama, imajinasyon, sokratik sorgulama ve karşıt kanıt oluşturma gibi bilişsel davranışçı tekniklerden yararlanılmaktadır (Shapiro, 2002a). EMDR çalışması sırasında danışanın rahatsız edici imaj, anı, duygu ve bilişlere odaklanması istenir (Seidler ve Wagner, 2006) ve terapist, danışanın rahatsızlık düzeyi sıfırlanana kadar çift yönlü uyarıma devam eder (Boore, 1993). Amaç, kişinin rahatsız edici duyumlara duyarsızlaşması ve bu duyumların düşünsel, duygusal, fiziksel ve zihinsel düzeyde yeniden işlemlenmesidir (Shapiro, 2001).

EMDR travmaya duyarsızlaştırma odaklı bir uygulamadır (Shapiro, 2001; De Jongh ve Ten Broeke, 2007; Lapsekili ve Yelboğa, 2014). Ancak bununla birlikte birçok uygulayıcı, danışan anlatılarında belirgin bir travma olmasa bile fobik uyarılara yönelik duyarsızlaştırma amacıyla EMDR'nin etkili biçimde kullanılabileceğini vurgulamaktadır (Demirci vd., 2015; Yıldırım, 2016). Danışan, zihninde canlandırdığı kaygı uyarılarına EMDR ile çok daha kısa sürede duyarsızlaşabilmektedir (De Roos vd., 2011).

2.2. EMDR Uygulama Aşamaları

EMDR uygulamasında danışanın travmatik anıya, bu anıya eşlik eden olumsuz kendilik inancına (NC) ve yerine geçmesi istenen olumlu bilişe (PC) odaklanması sağlanır; olumlu bilişin geçerliliği VOC (1–7), rahatsızlık düzeyi ise SUD (0–10) ölçeğiyle değerlendirilir ve çift yönlü uyarım eşliğinde ortaya çıkan duygu, düşünce ve imgeler tekrarlı çift yönlü uyarımlarla işlenir (De Jongh vd., 2002). Sekiz aşamalı protokolda ilk adım, danışanın hikâyesinin alınması ve müdahale planının oluşturulmasıdır (Shapiro, 2001). Hazırlık aşamasında güvenli yer ve gerekirse kaynak yerleştirme teknikleri kullanılarak danışanın duygusal dayanıklılığı artırılır (Luber, 2009). Değerlendirme aşamasında çalışılacak anıyla ilişkili dört kanal (biliş, duygu, beden duyumu ve imaj) belirlenir (Siegel, 2002, Shapiro, 2012). Duyarsızlaştırma aşamasında çift yönlü uyarım setleri uygulanarak rahatsızlık düzeyinin (SUD) düşmesi ve olumlu bilişin geçerliliğinin (VOC) yükselmesi hedeflenir (Boore, 1993; Shapiro, 2001). EMDR protokolünde beden kanalından gelen veriler özellikle taranır. Beden taramasında travmayla ilişkili olumsuz fiziksel duyuların sürüp sürmediği değerlendirilir ve gerekirse bu durum çift yönlü uyarım (BS), gevşeme veya imajinasyon teknikleriyle işlenir (Shapiro, 2012; Kavakçı, 2012). Oturumun kapanışında danışanın genel durumu gözden geçirilir, işlemlerin seans dışında da sürebileceği belirtilerek stabilize edici tekniklerle oturum güvenli biçimde tamamlanır (Kavakçı, 2012). Ayrıca gelecek şablonu uygulamasıyla danışanın gelecekte kaygı uyandırabilecek durumlara ilişkin olumlu bilişleri pekiştirilir ve dört kanal üzerinden yapılan işleme ile bireyin gelecek maruziyetlerine uyumlu biçimde hazırlanması sağlanır (Luber, 2009). Bu protokolün nasıl etkili sonuçlar yarattığı ise EMDR'nin beyin bilgi işleme süreçleri üzerinde oluşturduğu nörobiyolojik değişiklikler incelendiğinde daha iyi anlaşılmaktadır.

2.3. EMDR'nin Nörobiyolojik Etkileşimleri

Travma sonrası beyindeki düzenleyici dengenin bozulabildiği ve bunun özellikle duygu düzenleme kapasitesini etkilediği bilinmektedir; bu nedenle travmanın nörobiyolojik karşılıklarını anlamak EMDR'nin etkisini değerlendirmek açısından önem taşır. Travma tedavisinin beyin nöral bağlantısal örüntülerini anlamlı biçimde değiştirdiği; özellikle bu bağlantılarındaki artışın travma belirtilerindeki azalmayla güçlü şekilde ilişkili olduğu bulunmuştur (Santarnecchi vd., 2019). Anterior singulat girus üzerine yapılan bir görüntüleme çalışması ise EMDR'nin kişinin gerçek ve gerçek olmayan uyarıyı ayırt etme kapasitesini geliştirdiğini göstermiştir (Levin vd., 1999). Bunu destekler şekilde EMDR'nin prefrontal kortekste aktivasyonu artırarak duygusal düzenlemeyi kolaylaştırdığı ve limbik sistemdeki aşırı uyarılmayı azalttığı tespit edilmiştir (Oh ve Choi, 2007). EMDR ile bozulmuş talamus–kortikal bağlantıların yeniden etkinleştiği de bildirilmiştir (Bergmann, 2008). Başka bir çalışmada ise EMDR tedavisi sonrasında TSSB belirtilerindeki azalmayla paralel biçimde sağ oksipital ve sol parietal lobda aktivite düşüşü; sağ parietal lob ve sol frontal alanda ise aktivite artışı gösterilmiştir (Lansing vd., 2005). Bu örüntü beyin, travmatik uyarana aşırı duyarlılıktan çıkıp daha düzenli bir çalışma biçimine geçmesi anlamına gelebilir. EEG çalışmalarında posterior singulat kortekste düşük frekanslı bir artış; sağ prefrontal ve parietal bölgelerde ise yüksek frekanslı bir azalma saptanmıştır (Lorenzo vd., 2015). Bu sonuçlar EMDR'nin aşırı bilişsel uyarımı azaltıp prefrontal düzenleme ağlarının etkinliğini artırdığını göstermektedir. Aynı zamanda Kandel ve arkadaşları (2014) hipokampusun bağlamsal anıları düzenlemesi ve bunun prefrontal bölgelerle uyumlu bir zamanlamada işleminin, belleğin sağlıklı çalışması için kritik olduğunu vurgulamaktadır. EMDR'nin nörobiyolojik etkinliğini aynı doğrultuda destekleyen birçok başka çalışma mevcuttur (Vojtova ve Hasto, 2009; Coubard, 2014; Pagani vd., 2015; Farrell, 2018).

Hesaplamalı model çalışmaları, EMDR'nin maruz bırakma terapisine göre daha hızlı semptom azalması sağlayabileceğini; bunun dorsolateral prefrontal korteksin amigdala üzerindeki inhibitör etkisinin güçlenmesiyle ilişkili olabileceğine vurgu yapmaktadır (Mattera vd., 2022). Bir ERP (olaya ilişkin potansiyel) çalışmasında ise EMDR sonrasında uyarılara yönelimin azaldığı ve duygusal tepkinin dengelendiği gösterilmiştir (Raynaud vd., 2024). Bu çerçevede, EMDR gibi doğrudan travma odaklı müdahalelerin nörobiyolojik düzeyde düzenleyici sistemleri yeniden işlevsel hâle getirmesi, tedavinin etkisini açıklayan önemli bir mekanizma olarak değerlendirilebilir.

2.3.1. Göz Hareketleri / Çift Yönlü Uyarım (BS) ve Duygu Düzenleme

Pek çok araştırma, EMDR'de kullanılan göz hareketlerinin nörobiyolojik etkilerine odaklanmıştır. Bu çerçevede, göz hareketlerinin ilgili beyin ağlarında nasıl bir etkileşim yarattığına dair bulgular da önem kazanmaktadır. Propper ve arkadaşları (2007), travmatik anı hatırlanırken veya EMDR sırasında çift yönlü göz hareketleri uygulanırken beyin bölgelerinin uyumlu çalışmasının bozulduğunu göstermiş ve EMDR ile anı hatırlama sırasında anterior prefrontal kortekste artan aktivasyonun duyarsızlaştırmayı kolaylaştırdığına dikkat çekmiştir. Bir fNIRS çalışması ise travma anısı hatırlanırken uygulanan göz hareketlerinin lateral prefrontal korteksteki aşırı oksijenlenmeyi azalttığını ve bunun kli-

nik iyileşmeyle paralel olduğunu ortaya koymuştur (Ohtani vd., 2009). Pagani ve arkadaşları (2012), çift yönlü uyarım sırasında orbitofrontal, prefrontal ve anterior singulat kortekste belirgin aktivite artışı gözlendiğini ve rahatlama öncesinde limbik aktivasyonun yoğun olduğunu bildirmiştir.

Korku ve korku koşullanması literatürü, amigdalanın korku belleğinin oluşumu ve ifadesinde merkezi yapı olduğunu ortaya koymaktadır (LeDoux, 2000). Bir fMRI çalışmasında göz hareketlerinin amigdala aktivitesini belirgin biçimde azalttığı ve bunun duyarsızlaşmayı kolaylaştırdığı gösterilmiştir (De Voogd vd., 2018). Başka bir çalışma, EMDR sırasında göz hareketlerini takip etmenin DMN ve serebellumu aktive ederek anı geri çağırmayı, yeniden işlemlemeyi ve duygusal yatışmayı kolaylaştırabileceğini ileri sürmüştür (Calancie vd., 2018). Bir derleme çalışması ise TSSB'de talamusun hızlı ve bilinçdışı tehdit sinyallerini retinotektal yol aracılığıyla amigdalaya ilettiğini ve EMDR'deki hızlı göz hareketlerinin bu alarm yolunu zayıflatabileceğini öne sürmektedir (Yoshii, 2021).

Göz hareketlerinin hızının da etkili olduğu gösterilmiştir. Szeska ve arkadaşları (2023), hızlı göz hareketlerinin tehdit uyaranlarına yönelik hızlı tepki veren sistemi güçlü biçimde harekete geçirdiğini ve korku tepkisini o anda azaltmada yavaş hareketlerden daha etkili olduğunu bildirmiştir (Szeska, 2023). Güncel bir EEG çalışması ise çift yönlü göz hareketlerinin görsel korteksteki nöral uyarılabilirliği artırarak algı ve bellek temsillerini güçlendirdiğini göstermiştir (Wang vd., 2024). Tüm bu bulgular, EMDR'deki göz hareketlerinin etkin rolünü güçlendirmektedir.

2.3.2. EMDR ve Bellek

Bellek, genellikle bilginin kodlanması, sağlamlaştırılması (konsolidasyonu), geri çağırılması ve unutulması gibi birden fazla aşamayı içeren bir süreç olarak tanımlanır (Guskjolen ve Cembrowski, 2023). Bellek türlerinden biri olan deklaratif belleğin, medial temporal lob–hipokampus ile prefrontal ve parietal bölgelerin birlikte çalıştığı çok aşamalı bir işlem olduğu; anıların kodlanması ve geri çağırılmasında bu ağların eşzamanlı aktivitesinin kritik olduğu bilinmektedir (Kandel vd., 2014). Buna ek olarak üst medial frontal korteks prefrontal ağları aracılığı ile duygu düzenleyici bir işlev de üstlenmektedir (Ridderinkhof vd.2004). Araştırmalar, ayrıntılı ve bağlamsal olarak zengin anıların her zaman hipokampusün bütünlüğüne ihtiyaç duyduğunu, bilinçli ve ilişkisel anıları oluşturmak için hipokampusün temel işlevini vurgulamaktadır (Squire, 1992; Wiltgen vd., 2010). Dolayısıyla hem bellek faaliyetleri hem de EMDR terapisinde hipokampus etkileşimi önemlidir. Bu konudaki araştırmalardan birinde EMDR tedavisi sonrasında sağ ve sol hipokampus- ta belirgin hacim artışı ile klinik olarak anlamlı semptom azalması görülmüştür (Letizia, 2007). Başka bir çalışmada ise yalnızca sol amigdala hacminde anlamlı bir artış saptanmış ve bunun EMDR'nin amigdala düzeyinde seçici bir nöroplastik etki oluşturabileceğine işaret edilmiştir (Laugharne vd., 2016). Bu bağlamda travmaya yönelik EMDR müdahalesinde hipokampus ve amigdala ilişkisine dikkat çekilmektedir.

Bellek ve Uyku

Nörobilim çalışmaları, uyku sırasında verilen basit işitsel ipuçlarının uyanıldığında bu ipuçlarıyla ilişkilendirilmiş bellek izlerinin daha doğru hatırlanmasını sağladığını ve uyku dönemindeki bellek konsolidasyonunun yüksek özgüllükle işlediğini ortaya koymaktadır (Rudoy vd., 2009). Ayrıca Kandel ve arkadaşları (2014) uykunun duyusal-motor ve deklaratif bellek süreçlerini güçlendirdiğini ve hatta kısa bir uykunun bile nöral konsolidasyon üzerinde anlamlı iyileştirici bir etki yaratabildiğini vurgulamaktadır. EMDR ve uyku başlıkları burada birleşmektedir. REM benzeri göz hareketlerinin travmatik anının yeniden işlenmesini kolaylaştırdığı ve anterior singulat korteks (ASK) dâhil geniş bir ağda (olumsuz anı belleğinin) sinaptik zayıflamayı destekleyen süreçleri tetiklediği öne sürülmüştür (Rasolkhani-Kalhorn ve Harper, 2006). EMDR uygulamasındaki iki yönlü göz hareketleri uyarımı da REM uykusundaki göz hareketlerine benzetilmektedir (Stickgold, 2002). Ayrıca bu süreçte ASK'deki aktivasyonun bilişsel işlemlemeyi yeniden düzenlediği ve ödülle ilişkili ventral tegmental alanın da bu sistemde rol alabileceği belirtilmektedir (Kaye, 2007). Bu bulgu güncel bir çalışma ile desteklenmiştir. EMDR seansında işlenen travmatik anı, uyku esnasında çok hafif bir ipucuyla (örneğin travmayla ilişkili belirli bir sesle) yeniden aktive edilmiş ve bu yeniden etkinleşmenin beynin anıyı uykuda tekrar işlenmesini kolaylaştırdığı; bu bulgunun özellikle kaçınma belirtilerinde belirgin bir azalmayla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Van der Heijden vd., 2024). Uyku öğrenme ve hafıza konsolidasyonunda etkin bir role sahip olmakla birlikte travma tedavisinde de önem kazanmaktadır.

EMDR ile Hafızanın Yeniden Konsolidasyonu ve Nöral Öğrenme

Araştırmalar, uzun süreli belleğin hatırlandığında geçici olarak kararsızlaştığını ve bu dönemde yeniden düzenlenebileceğini göstermektedir; bu sürece yeniden konsolidasyon denir (Alberini ve LeDoux, 2013). Başka bir deyişle, bir anı yeniden etkinleştğinde nöral temsili bir süreliğine esnek hâle gelmesi, o anıya eşlik eden duygusal yükün de değişime açık olmasını sağlar. Bir anının kalıcı biçimde sürdürülebilmesi için hatırlama sonrası ilk öğrenmeden farklı zamanlamalara sahip ikinci bir pekiştirme evresinden (yeniden konsolidasyondan) geçmesi gerektiği de gösterilmiştir (Alberini, 2005). Bu bağlamda EMDR'nin, anının yeniden işlenmesini ikincil pekiştirmeye olanak tanıyarak bir tür "nöral öğrenme" sürecini terapötik avantaja dönüştürdüğü ileri sürülebilir. Hafızanın yeniden konsolidasyonu sürecine göre EMDR, travmatik anı yeniden etkinleştğinde oluşan kısa süreli duyarlılık dönemini kullanarak düşük frekanslı uyarım benzeri bir etki oluşturabilir ve bu sayede aşırı güçlenmiş sinaptik bağlantıların zayıflamasına yeni alternatif bilginin kaydedilmesine katkı sağlayabilir (Rasolkhani-Kalhori ve Harper, 2006). Bu süreç, zayıflamış sinaptik bağların olumlu duygu ve bilişlerle yeniden yapılandırılmasını destekleyerek kalıcı bir yeniden konsolidasyona imkân verebilir.

Bunlara ek olarak EMDR'nin, temporal lob aktivitesini azaltarak bellekteki anıların işlev bozucu etkilerini hafiflettiği ve böylece limbik sistem ile prefrontal alanlar arasında daha dengeli bir işleyiş sağladığı bildirilmektedir (Oh ve Choi, 2007). EMDR sürecinde, parahipokampal girusun bir alanı olan sol ve sağ uncus'ta artmış bölgesel serebral kan akımı epizodik hafızanın, yani anısal kayıtların aşırı konsolidasyonu ile tutarlı bulunmuştur (Pagani vd., 2007). Dolayısıyla EMDR, anıların nöronal süreçlerde yeniden konsolide olmalarını kolaylaştıran bir katalizör işlevi görebilir (Bergmann, 2008).

EMDR'nin etkinliğinin bellek yeniden işleme sürecine ek olarak kişinin nörobiyolojik duygu düzenleme kapasitesi ve hiper/hipo-uyarılma, dissosiyasyon ve kaçınma gibi düzenleme örüntülerine bağlı olduğu da belirtilmektedir (González, 2017). Daha önce sözü edilen EMDR'deki "güvenli yer" ve "kaynak güçlendirme" aşamaları bu gibi riskleri dengeleyebilmek adına nöral anlamda öğrenilen işlevsel kaynaklar olabilir. Pagani ve arkadaşları (2017), EMDR'nin temel etkisinin anı dikkat alanında aktifken uygulanan çift yönlü uyarım aracılığıyla amigdala düzeyindeki aşırı güçlenmiş sinaptik izleri zayıflatarak anının duygusal yükünü azaltmak olduğunu; bu sürecin aynı zamanda anının daha nötr, bütünleşebilir bir formda yeniden konsolide edilmesini sağladığını belirtmektedir. Bu bulgular EMDR ile hafızanın yeniden konsolidasyonunun duygu düzenleme süreçlerini de kapsadığını göstermektedir. Zegerius ve Treur (2021), hesaplamalı bir model üzerinden TSSB'nin EMDR ile tedavisinde anıların nasıl çözüldüğünü açıklayarak bu sürecin nöroplastisite açısından önemini de vurgulamaktadır.

Yukarıdaki bulgular doğrultusunda travmatik yaşantıların beyinde yarattığı değişiklikler özellikle duygu düzenleme ve korku koşullanmasıyla ilişkili devrelerde de belirginleşmektedir. Buna ek olarak prefrontal korteksin yeterince devreye girmediği durumlarda hipokampus–amigdala etkileşiminin kendini besleyen bir korku döngüsü oluşturarak "korku birikimi" sürecini güçlendirdiği; buna karşılık etkili prefrontal düzenlemenin travmatik belleğin söndürülmesini kolaylaştırdığı gösterilmiştir (Mattera vd., 2022). Bu sonuçlar, travmanın nöral döngülerde yarattığı dengesizliğin klinik belirtilerin temelini oluşturduğunu ve prefrontal düzenleme mekanizmalarının güçlendirilmesinin ve nöral konsolidasyonunun tedavide önemli bir hedef olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çerçevede EMDR'nin, özellikle hipokampus–prefrontal ağ arasındaki işleyişi yeniden düzenleyerek limbik yükü azalttığı, prefrontal kontrol mekanizmalarını güçlendirdiği ve travmatik anıların daha bütünleşmiş, güncel bağlamlara uygun bir hafıza izi olarak yeniden konsolidasyonuna katkı sunduğu öne çıkmaktadır.

3. Sonuç

Travmatik yaşantıların beyin duygusal, bilişsel ve bağlantısal örüntülerinde belirgin bozulmalara yol açtığını gösteren erken çalışmalar, anterior singulat girusun uyarıcı ayırımı kapasitesinin travmatik içeriklerde zayıflayabildiğini ortaya koymuştur (Levin vd., 1999). Bellek literatürü, hipokampusun bağlamsal ve ilişkisel bilgiyi bütünleştiren temel yapı olduğunu ve bu bütünleşmenin prefrontal bölgelerle zamansal uyum içinde gerçekleşmesi gerektiğini göstermektedir (Squire, 1992; Wiltgen vd., 2010; Kandel vd., 2014). Bu temel süreçlerdeki aksaklıklar, travma anılarının ve duygusal aşırı yüklenmenin nörobiyolojik temelini oluşturur.

EMDR çalışmalarında gözlenen değişiklikler bu dengenin yeniden kurulduğuna işaret etmektedir. Öyle ki prefrontal kortekste aktivasyon artışıyla eş zamanlı olarak limbik aşırı uyarılmanın azalması duygu düzenleme kapasitesinin güçlendiğine dikkat çekmektedir (Oh ve Choi., 2007). Talamus–kortikal iletişimdeki düzelmenin rapor edilmesi, duygusal bilgilerin yeniden düzenli bir biçimde kortikal işlemlemeye döndüğünü destekler niteliktedir (Bergmann, 2008). Travma tedavisi sonrasında üst medial frontal korteks bağlantılarındaki artışın semptom azalmasıyla ilişkili bulunması, düzenleyici sistemlerin yeniden bütünleştiğini göstermektedir (Santaracchi vd., 2019).

Nörogörüntüleme verileri EMDR'nin duyuşsal ve bilişsel alanlarda bölgesel bir yeniden düzenleme oluşturduğunu göstermektedir. Sağ oksipital ve sol parietal aktivitedeki düşüş ile frontal-parietal alanlardaki artış, travmatik uyarıların yoğun duyuşsal yükünden kontrollü bilişsel işlemlemeye geçişi işaret etmektedir (Lansing vd., 2005). Posterior singulat kortekste düşük frekanslı artış ve prefrontal bölgelerde yüksek frekanslı azalmanın gözlenmesi, aşırı bilişsel yükün azaldığına dair ek bir gösterge sunmaktadır (Lorenzo vd., 2015).

Amigdala ile ilgili bulgular, EMDR'nin travmatik anı işlemleme sürecindeki etkisini açıklayan önemli bir biyolojik çerçeve sunmaktadır. Korku belleğinde merkezi rolü olan amigdalanın (LeDoux, 2000) EMDR sırasında göz hareketleriyle belirgin biçimde daha düşük bir aktivasyon gösterdiği (De Voogd vd., 2018) ve bu zayıflamanın tehdit sinyallerinin yoğunluğunu azalttığı ifade edilmektedir. TSSB'de retinotektal yol üzerinden iletilen hızlı ve bilinçdışı alarm tepkilerinin EMDR'deki göz hareketleriyle zayıflayabildiği önerisi de bu tabloyu desteklemektedir (Yoshii, 2021). Ayrıca EMDR'nin anı işleme esnasında amigdala düzeyindeki aşırı güçlenmiş sinaptik izleri zayıflatarak duyuşsal yükü azalttığını bildiren çalışmalar (Pagani vd., 2017) ve prefrontal kontrolün amigdala üzerindeki inhibitör etkisini artırabildiğini gösteren hesaplamalı modeller (Mattera vd., 2022) limbik düzenlenmenin terapötik sürece katkısını güçlendirmektedir. Bu çerçevede amigdala aktivitesindeki bu yeniden düzenlenme, EMDR'nin hem duyuşsal tepkiyi yatıştıran hem de anının daha bütünleşmiş bir biçimde yeniden konsolide edilmesine zemin hazırlayan temel mekanizmalarından biri olarak değerlendirilebilir.

Bellek alanında elde edilen bulgular EMDR'nin travmatik hafızanın yeniden konsolidasyon süreçleri ile ilişkili bir yeniden örgütlenme yarattığını göstermektedir. Hipokampus ve amigdala hacminde tedavi sonrası görülmüş olan artışlar, travmatik belleğin nöroplastik temelde yeniden şekillendiğine işaret etmektedir (Letizia, 2007; Laugharne vd., 2016). Çift yönlü uyarımın REM-benzeri işlemleme özellikleri göstermesi ve anterior singulat kortekste sinaptik zayıflamayı kolaylaştıran süreçleri tetikleyebilmesi, yeniden konsolidasyon süreci ile uyumlu bulunmuştur (Rasolkhani-Kalhorn ve Harper, 2006; Kaye, 2007). Travmatik anının uyku sırasında hafif bir ipucuyla yeniden etkinleştirildiğinde kaçınma belirtilerinin azalması, uykunun konsolidasyonla ilişkisini güçlendiren önemli bir bulgudur (Van der Heijden vd., 2024).

Göz hareketlerinin klinik etkiye katkısı da çok katmanlı görünmektedir. Travmatik anı hatırlanırken prefrontal oksijenlenmenin azalması bilişsel yükün hafiflediğini gösterirken (Ohtani vd., 2009), orbitofrontal ve anterior singulat aktivitesindeki artış duyuşsal düzenleme ağlarının devrede olduğunu düşündürmektedir (Pagani vd., 2012). Göz hareketlerinin amigdala aktivitesini azaltması duyarsızlaşma sürecindeki merkezi mekanizmalardan biri olarak tanımlanmıştır (De Voogd vd., 2018). Hızlı göz hareketlerinin tehdit uyarılarına verilen tepkileri anlık olarak daha etkili biçimde baskıladığı bulgusu bu mekanizmayı destekler niteliktedir (Szeska, 2023). Çift yönlü uyarımın görsel kortekste uyandırılabilirliği artırarak bilginin oksipitalden frontal alanlara aktarımını hızlandırması, yeniden konsolidasyon sürecinde duyuşsal ve bilişsel temsillerin bütünleşmesine katkı sağlar (Wang vd., 2024).

Hesaplamalı modeller, dorsolateral prefrontal korteksin amigdala üzerindeki inhibitör etkisinin güçlenmesiyle semptom azalmasının hızlandığını öne sürerek düzenleyici devrelerin önemini vurgulamaktadır (Mattera vd., 2022). Travmatik anıların çözülme biçimini açıklayan diğer hesaplamalı çalışmalar ise EMDR sürecinin nöroplastisite açısından kritik bir yeniden yapılanma sağladığını belirtmektedir (Zegerius ve Treur, 2021).

Psikoterapi, bireyin geçmiş deneyimlerini yeniden yapılandırmasını mümkün kılan bir süreçtir. Rekonsolidasyon araştırmaları, anıların yeniden etkinleştiği bu dönemde yapılan müdahalelerin daha uyumlu duyuşsal tepkileri destekleyen yeni sinaptik bağlantılar oluşturabildiğini ortaya koymaktadır (Bailey vd., 1996). Nöral öğrenme niteliği taşıyan hafızanın yeniden konsolidasyon süreci tüm psikoterapi metot ve uygulamalarında önemini artırmaktadır. EMDR'nin etkilerinin travmayla sınırlı olmadığını gösteren güncel bir deneysel çalışma da bu bütünleşik etkileri desteklemektedir; çevresel ipuçlarının yeniden işlendiği bir söndürme protokolünün, ödöl-bellek devrelerindeki aşırı uyarılmayı azaltarak kokain kullanımına yönelik nüks davranışını anlamlı ölçüde düşürdüğü gösterilmiştir (Liu vd., 2024). Bu sonuç, EMDR'nin nöronal yeniden düzenleme süreçlerine etkisinin travma dışı alanlarda da klinik açıdan değer taşıyabileceğine işaret etmektedir.

Klinik bulgular EMDR'nin nörobiyolojik düzeyde yeniden düzenleyici etkilerini desteklerken, travma odaklı diğer müdahalelerle entegrasyonunun da tedavi etkinliğini artırabildiğine dair veriler bulunmaktadır. Klinik çalışmalar, uzun süreli maruziyet (Prolonged Exposure) ve EMDR'nin birlikte uygulanmasının etkili olabileceğini ve özellikle belirli bir sırayla kullanıldığında semptom azalmasının daha belirgin biçimde güçlendiğini göstererek EMDR'nin diğer travma odaklı müdahalelerle bütünleşik kullanımının tedavi etkinliğini artırabileceğine işaret etmektedir (Van Minnen vd., 2020). Dolayısıyla, EMDR'nin bütüncül bir yaklaşımla diğer psikoterapi teknikleriyle entegre edilmesinin mümkün ve etkili olduğu görünmektedir.

Tüm bu bulgular bir arada değerlendirildiğinde EMDR'nin nörobiyolojik etkisinin beş ana süreçte yoğunlaştığı görülmektedir. Bu süreçler limbik yükün azalması, prefrontal düzenleme ağlarının güçlenmesi, amigdala izlerinin zayıflaması, hipokampus–prefrontal zamanlama ve bağlantısal bütünleşmenin yeniden kurulması ile travmatik anının sinaptik izlerinin zayıflayarak daha nötr ve bütünleşebilir ve travmanın duygusal yükünü hafifleten bir hafıza formuna yeniden konsolide edilmesidir. Bu çok katmanlı yeniden örgütlenme, EMDR'nin travmatik belleği biyolojik düzeyde yeniden şekillendiren etkili bir müdahale olduğunu göstermektedir. Ancak güncel çalışmaların kısıtlı olması nedeniyle EMDR'nin etkinliğinin pek çok nörobilim odaklı başka çalışmalar ile incelenmesi gerekmektedir.

Gelecekte yapılacak çalışmaların, EMDR'nin yeniden konsolidasyon penceresi içindeki spesifik zamanlamasını, uyku–işleme ilişkisini ve çift yönlü uyarımın farklı duyuşsal modalitelerdeki etkilerini daha hassas protokollerle test etmesi önem taşımaktadır. Özellikle prefrontal–hipokampal etkileşimin gerçek zamanlı izlenebileceği yöntemler, travmatik anının hangi aşamada en etkin biçimde yeniden örgütlendiğini ortaya koyabilir. Bu doğrultuda daha geniş örneklemeler, uzun süreli takip verileri ve nörogörüntüleme tabanlı kişiselleştirilmiş müdahale modelleri, EMDR'nin hem mekanizmasını daha net açıklayabilecek hem de terapötik etkinliğin optimize edilmesine katkı sağlayacaktır. Geniş örneklemeler, nörobiyolojik alt tiplerin ayırt edilebilmesini ve tedaviye yanıtın kişiselleştirilmesini mümkün kılacaktır. Bu mekanizmaların açıklığa kavuşması, EMDR protokollerinde zamanlama, uyarım türü ve seans yapılandırması gibi klinik kararların daha bilimsel olarak temellendirilmesine katkı sağlayacaktır.

4. Kaynakça

- Alberini, C.M. (2005). Mechanisms of memory stabilization: are consolidation and reconsolidation similar or distinct processes? *Trends in Neurosciences*, 28(1), 51-56.(pmc.ncbi.nlm.nih.gov)
- Alberini, C. M., ve Ledoux, J. E. (2013). Memory reconsolidation. *Current biology: CB*, 23(17), R746–R750. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.06.046>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorder*(5th ed., pp. 271–272). American Psychiatric Publishing.
- Bailey, Ch. Bartsch, D. ve Kandel, Er. (1996). Toward a molecular definition of long-term memory storage. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 93, 13445–13452. Doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.93.24.13445>
- Bergmann, U. (2008). The neurobiology of EMDR: Exploring the thalamus and neural integration. *Journal of EMDR Practice and Research*, 2(4), 300–314. <https://doi.org/10.1891/1933-3196.2.4.300>
- Boore, J. (1993). EMDR- A New Procedure. *The California Therapist. Professional Exchange*. 40-42. Erişim adresi: <https://dr.blair-west.com/wp-content/uploads/2009/10/EMDR-Handouts1.pdf>
- Calancie, O. G., Khalid-Khan, S., Booij, L., ve Munoz, D. P. (2018). Eye movement desensitization and reprocessing as a treatment for PTSD: current neurobiological theories and a new hypothesis. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 10.1111/nyas.13882. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/nyas.13882>
- Coubard O.A. (2016) An Integrative Model for the Neural Mechanism of Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR). *Front. Behav. Neurosci.* 10,52. doi: 10.3389/fnbeh.2016.00052
- De Jongh, A., van den Oord, H. J. M., ve ten Broeke, E. (2002). Efficacy of eye movement desensitization and reprocessing in the treatment of specific phobias: Four single-case studies on dental phobia. *Journal of Clinical Psychology*, 58(12), 1489–1503. <https://doi.org/10.1002/jclp.10100>
- De Jongh, A., Ten Broeke, E. (2007). Treatment of specific phobias with EMDR: conceptualization and strategies for the selection of appropriate memories. *Journal Of EMDR Practice And Research, Springer Publishing Company*, 1,48-58.
- De Roos, C., Greenwald, R., den Hollander-Gijsman, M., Noorthoorn, E., van Buuren, S., de Jongh, A. (2011). A randomised comparison of cognitive behavioural therapy (CBT) and eye movement desensitisation and reprocessing (EMDR) in disaster-exposed children. *Eur J Psychotraumatol*, 2. 5694- 5705. doi: 10.3402/ejpt. v2i0.5694.
- De Voogd, L. D., Kanen, J. W., Neville, D. A., Roelofs, K., Fernández, G., ve Hermans, E. J. (2018). Eye-Movement Intervention Enhances Extinction via Amygdala Deactivation. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 38(40), 8694–8706. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0703-18.2018>
- Demirci, O., Sağaltıcı, E., ve Yıldırım, A. (2015). Özgül Fobinin Göz Hareketleri ile Duyarsızlaştırma ve Yeniden İşleme Yöntemi ile Tedavisi: Bir Olgu Sunumu. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 18,124-129.
- Denizli, S. (2008). Göz hareketleri ile duyarsızlaştırma ve yeniden işleme: yaklaşım etkililiği ve bugünkü durumu. *Ege Eğitim Dergisi*, 2(9): 79-92.
- Di Lorenzo, G., Monaco, L., Daverio, A., Santarnecchi, E., Verrdo, Ar., Niolu, C., Fernandez, I., Pagani, M., Siracusano, A. (2015). EMDR therapy changes the resting-state eeg. *European Psychiatry*, 30, 677. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(15\)30537-X](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(15)30537-X)
- Farrell, D. (2018). The neurobiology of Eye Movement Desensitization and Reprocessing therapy. *Research Gate.Net, The Wiley Blackwell Handbook Of Forensic Neuroscience*, 755-781. Doi:10.1002/9781118650868.ch29

- González, A., Del Río-Casanova, L., & Justo-Alonso, A. (2017). Integrating neurobiology of emotion regulation and trauma therapy: reflections on EMDR therapy. *Reviews in the neurosciences*, 28(4), 431–440. <https://doi.org/10.1515/revneuro-2016-0070>
- Guskjolen, A., & Cembrowski, M. S. (2023). Engram neurons: Encoding, consolidation, retrieval, and forgetting of memory. *Molecular Psychiatry*, 28, 3207–3219. <https://doi.org/10.1038/s41380-023-02137-5>
- Kandel, E. R., Dudai, Y., ve Mayford, M. R. (2014). The molecular and systems biology of memory. *Cell*, 157(1), 163–186. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.001>
- Karaoğlu, G., Ekici, F., Demir, L. S., ve Güler, Ö. (2025). A population-based study assessing posttraumatic stress disorder and acute stress disorder in Turkish adults. *Journal of Psychiatric Research*, 190, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2025.07.034>
- Kavakçı, Ö. (2012). Ruhsal Travma Tedavisi İçin EMDR. *Hekimler Yayın Birliği*, 36-37, 80-81,147-150.
- Kaye, B. (2007). Reversing Reciprocal Suppression in the Anterior Cingulate Cortex. A Hypothetical Model to Explain EMDR Effectiveness. *Journal of EMDR Practice and Research*, 1(2), Doi: 10.1891/1933-3196.1.2.88
- Laugharne, J., Kullack, C., Lee, C. W., McGuire, T., Brockman, S., Drummond, P. D., & Starkstein, S. (2017). *Amygdala volumetric change following psychotherapy for posttraumatic stress disorder*. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1176/appi.neuropsych.16010006>
- Lansing, K., Amen, DG., Hanks, C., ve Rudy, L. (2005). High resolution brain SPECT imaging and EMDR in police officers with PTSD. *Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 17, 526–532.
- Lapsekili, N., ve Yelboğa, Z. (2014). Treatment of flight phobia (Aviophobia) through the Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) method: A case report. *Düşünen Adam Journal of Psychiatry and Neurological Sciences*, 27, 168-172.
- LeDoux J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual review of neuroscience*, 23, 155–184. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>
- Letizia, B., Andrea, F., ve Paolo, C. (2007). Neuroanatomical changes after eye movement desensitization and reprocessing (EMDR) treatment in posttraumatic stress disorder. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 19(4), 475–476. <https://doi.org/10.1176/jnp.2007.19.4.475>
- Levin, P., Lazrove S., Bessel, Van Der Kolk. (1999). What Psychological Testing and Neuroimaging Tell Us about the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder by Eye Movement Desensitization and Reprocessing. *Journal of Anxiety Disorders*, 13, (1–2), 159–172.
- Liu, Y., Zhou, Z. X., Lv, Q., Huang, G., Zhang, H., Wang, Y. Q., Chen, J. G., ve Wang, F. (2024). A superior colliculus-originating circuit prevents cocaine reinstatement via VR-based eye movement desensitization treatment. *National science review*, 12(4), nwae467. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwae467>
- Luber, M. (2009). Eye Movement Desensitization and Reprocessing (EMDR) Scripted Protocols: Basics and Special Situations. Springer Publishing Company, 67-80. 85-88, 133-142, 155-173
- Mattera, A., Cavallo, A., Granato, G., Baldassarre, G., ve Pagani, M. (2022). A Biologically Inspired Neural Network Model to Gain Insight Into the Mechanisms of Post-Traumatic Stress Disorder and Eye Movement Desensitization and Reprocessing Therapy. *Frontiers in psychology*, 13, 944838. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.944838>
- Maxfield, L. (2009). EMDR milestones: The first 20 years. *Journal of EMDR Practice and Research*. Springer Publishing Company, 3 (4),211-216.
- Oh, Dh., Choi, J. (2007). Changes in the regional cerebral perfusion after Eye Movement Desensitization and Reprocessing: A spect study of two cases. *Journal of EMDR Practice and Research*, 1,26-32.
- Ohtani, T., Matsuo, K., Kasai, K., Kato, T., ve Kato, N. (2009). Hemodynamic responses of eye movement desensitization and reprocessing in posttraumatic stress disorder. *Neuroscience research*, 65(4), 375–383. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2009.08.014>
- Pagani, M., Hogberg, G., Salmaso, D., Nardo, D., Sundin, O., Jonsson, C. (2007). Effects of EMDR psychotherapy on 99m Tc-HMPAO distribution in occupationrelated post-traumatic stress disorder. *Nuclear Medicine Communications*, 28(10), 757–765.
- Pagani, M., Di Lorenzo, G., Verardo, Ar., Nicolais, G., Monaco, L. (2012). Neurobiological Correlates Of EMDR Monitoring – An Eeg Study. *Plos One*, 7(9), E45753-. Doi: 10.1371/Journal.Pone.0045753
- Pagani, M., Di Lorenzo, G., Monaco, L., Daverio, A., Giannoudas, I., La Porta, Patrizia., Verardo, Ar., Niolu, C., Fernandez, I., Siracusano, A. (2015). Neurobiological response to EMDR therapy in clients with different psychological traumas, *Frontiers in Psychology, Clinical and Health*, 6,1614.
- Pagani, M., Amann, B. L., Landin-Romero, R., ve Carletto, S. (2017). Eye Movement Desensitization and Reprocessing and Slow Wave Sleep: A Putative Mechanism of Action. *Frontiers in psychology*, 8, 1935. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01935>
- Propper, R. E., Pierce, J., Geisler, M. W., Christman, S. D., ve Bellorado, N. (2007). Effect of bilateral eye movements on frontal interhemispheric gamma EEG coherence: implications for EMDR therapy. *The Journal of nervous and mental disease*, 195(9), 785–788. <https://doi.org/10.1097/NMD.0b013e318142cf73>
- Rasolkhani-Kalhorn, T., Harper, M.I.. (2006). EMDR and low frequency stimulation of the brain. *Traumatology*, 12,9-24. <https://doi.org/10.1177/153476560601200102>

- Raynaud, P., Boxus, A., Renoir, V., Sanchez, S. (2024). From mind to brain: event-related potentials and EMDR treatment of post-traumatic stress disorder. 20th European Congress Of Psychiatry. [https://doi.org/10.1016/S0924-9338\(12\)75142-8](https://doi.org/10.1016/S0924-9338(12)75142-8)
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Nieuwenhuis, S. T. (2004). The role of medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306(5695), 443-447. <https://doi.org/10.1126/science.110030>
- Rudoy, J. D., Voss, J. L., Westerberg, C. E., ve Paller, K. A. (2009). Strengthening individual memories by reactivating them during sleep. *Science (New York, N.Y.)*, 326(5956), 1079. <https://doi.org/10.1126/science.1179013>
- Santaracchi, E., Bossini, L., Vatti, G., Fagioli, A., La Porta, P., Di Lorenzo, G., Siracusano, A., Rossi, S., ve Rossi, A. (2019). Psychological and Brain Connectivity Changes Following Trauma-Focused CBT and EMDR Treatment in Single-Episode PTSD Patients. *Frontiers in psychology*, 10, 129. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00129>
- Seidler, G. H., & Wagner, F. E. (2006). Comparing the efficacy of EMDR and trauma-focused cognitive-behavioral therapy in the treatment of PTSD: A meta-analytic study. *Psychological Medicine*, 36(11), 1515-1522. <https://doi.org/10.1017/S0033291706007963>
- Shapiro, F. (2001). *Eye Movement Desensitization And Reprocessing: Basic Principles, Protocols And Procedures* (2nd Ed.). The Guilford Press: 18-60,69-76,91-200,210-215.
- Shapiro, F. (2002a). EMDR As An Integrative Psychotherapy Approach. *American Psychological Association*. 151-160, 209-220.
- Shapiro, F. (2002b). EMDR 12 years after its introduction: Past and future research. *Journal of Clinical Psychology*, 58(1), 1-22.
- Shapiro, F., Maxfield, L. (2002). Eye Movement Desensitization And Reprocessing (EMDR): information processing in the treatment of trauma. *Journal Clinical Psychology*, 58,933-946.
- Shapiro, F. (2012). EMDR Terapisi Teknikleri İle Acı Anıları Silmek. Kuraldışı Yayıncılık: 27.
- Siegel, D., (2002). *EMDR As An Integrative Psychotherapy Approach*. Edited By Shapiro F. United Book Press. 85.
- Squire L. R. (1992). Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological review*, 99(2), 195-231. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.99.2.195>
- Stickgold, R. (2002). EMDR: A Putative Neurobiological Mechanism Of Action. *Journal of Clinical Psychology*, 58,61-75.
- Szeska, C., Mohrmann, H., ve Hamm, A. O. (2023). Facilitated extinction but impaired extinction recall by eye movement manipulation in humans - Indications for action mechanisms and the applicability of eye movement desensitization. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 184, 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.jpsycho.2022.12.009>
- Trentini, C., Pagani, M., Fania, P., Speranza, A. M., Nicolais, G., Sibilia, A., Inguscio, L., Verardo, A. R., Fernandez, I., ve Ammaniti, M. (2015). Neural processing of emotions in traumatized children treated with Eye Movement Desensitization and Reprocessing therapy: a hdEEG study. *Frontiers in psychology*, 6, 1662. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01662>
- Van der Heijden, A. C., van der Werf, Y. D., van den Heuvel, O. A., Talamini, L. M., ve van Marle, H. J. F. (2024). Targeted memory reactivation to augment treatment in post-traumatic stress disorder. *Current biology: CB*, 34(16), 3735-3746.e5. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.07.019>
- Van Minnen, A., Voorendonk, E. M., Rozendaal, L., ve de Jongh, A. (2020). Sequence matters: Combining Prolonged Exposure and EMDR therapy for PTSD. *Psychiatry research*, 290, 113032. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.113032>
- Vojtova, H., Hasto, J. (2009). Neurobiology Of Eye Movement Desensitization And Reprocessing. *Activitas Nervosa Superior. The Journal For Neurocognitive Research*, 51 (3), 98-102.
- Wang, S., He, Y., Hu, J., Xia, J., Fang, K., Yu, J., ve Wang, Y. (2024). Eye movement intervention facilitates concurrent perception and memory processing. *Cerebral cortex (New York, N.Y.: 1991)*, 34(5), bhae190. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhae190>
- Wiltgen, B. J., Zhou, M., Cai, Y., Balaji, J., Karlsson, M. G., Parivash, S. N., Li, W., ve Silva, A. J. (2010). The hippocampus plays a selective role in the retrieval of detailed contextual memories. *Current biology: CB*, 20(15), 1336-1344. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2010.06.068>
- Yoshii T. (2021). The Role of the Thalamus in Post-Traumatic Stress Disorder. *International journal of molecular sciences*, 22(4), 1730. <https://doi.org/10.3390/ijms22041730>
- Zegerius, L., Treur, J. (2021). Modelling Metaplasticity And Memory Reconsolidation During An Eye-Movement Desensitization And Reprocessing Treatment. *Proceedings Of The 11th Annual Meeting Of The Bica Society*, 598-610. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65596-9_74