

Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Tıpta Kullanımı

Uğur Embiye Özgür^{1*}, Hikmet Nur Ceran², Dilruba Demirel²

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Odyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye

Özet

Sanal gerçeklik (SG) teknolojisinin tıpta kullanıldığı farklı alanları, tıpta sağladığı avantajları, klinik sonuçlar üzerindeki etkisini değerlendirmek ve tedavi süreçlerine katkısını göstermektir. Bu derlemede PubMed ve Google Scholar veri tabanında bulunan nöroloji, psikiyatri, kulak burun boğaz (KBB), göz, fizik tedavi, sağlık bilimleri gibi tıp dallarını içeren toplam 22 makale incelendi. Sonuç olarak, Sanal gerçeklik teknolojisi tıp alanında eğitimde önemli avantajlar sağlamıştır. Önemli nörolojik hastalıkların rehabilitasyonunda, pek çok psikiyatrik bozukluğun tedavisinde, fizik tedavi ve vestibüler rehabilitasyonda önemli ölçüde başarılar elde edilmiştir. Sanal gerçeklik tedavi ve eğitimlerinin, tıp alanında vermiş olduğu başarılı sonuçlar ümit verirken yapılacak yeni çalışmalarla daha geniş tıp alanlarında da kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik; Arttırılmış Gerçeklik; Rehabilitasyon

TFK, 2025; 8(3): 255-264.

Application Of Virtual Reality Technology In Medicine

Abstract

The aim is to evaluate the different areas where virtual reality (VR) technology is used in medicine, its advantages in healthcare, its impact on clinical outcomes, and its contributions to treatment processes. In this review a total of 22 articles, covering medical fields such as neurology, psychiatry, otorhinolaryngology (ENT), ophthalmology, physical therapy, and health sciences, were reviewed from the PubMed and Google Scholar databases. In conclusion, virtual reality technology has provided significant advantages in education in the field of medicine. Significant successes have been achieved in the rehabilitation of important neurological diseases, in the treatment of many psychiatric disorders, in physical therapy and vestibular rehabilitation. While the successful results of virtual reality treatments and trainings in the field of medicine are promising, it has been concluded that they can be used in wider medical fields with new studies.

Keywords: Virtual Reality; Augmented Reality; Rehabilitation

J Med Clin, 2025; 8(3): 255-264.

GİRİŞ

Sanal gerçeklik (SG); kişinin ulaşmakta zorlandığı, gerçek hayatla birebir özdeşleşen ortamları dijital teknoloji ile oluşturabilme sanatıdır. Böylelikle kişilerin çok zorlu ortamlar, sıkıntı yaşadığı durumlar ve hastalıklarının provoke olduğu pozisyonlarla ilgili gerçek ortama yakın bir dünya elde edilir. Tıpta sanal gerçeklik ile insan vücudu üzerinde çok önemli ve tehlikeli uygulamaları yapabilme şansını elde etmiştirler. Hastalıkların tedavisi için özellikle hastalığı ortaya çıkaran ortamları sanal gerçeklikte birebir yapabilme kabiliyeti, maruz bırakma tedavi metodunu rahatlıkla kullanabilme durumunu ortaya çıkarmıştır. Bu çalışma ile, sanal gerçekliğin etkin olduğu sahaların daha da geniş kullanımını teşvik etmek ve bu konudaki çalışmalara cesaret vermeyi amaçladık.

Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Tıpta Kullanım Alanları

Nöroloji-Parkinson: Parkinson Hastalığı (PH) ilerleyici dejeneratif kronik bir problemdir. Substantia nigra çekirdeğinin hücrelerindeki bozulmalar sonucunda oluşur (1). Hastada el/ayakta titremeler, dil hareketlerinde bozulmalar, denge bozukluğu görülür (2). PH’da denge koordinasyonu, motor fonksiyonlar, bilişsel fonksiyonlar, mental sağlık, yaşam kalitesi ve günlük yaşam aktiviteleri değerlendirilmiştir. Dengede ve vücudun alt/üst ekstremitelerinde bir koordinasyon uyumunu geliştirdiği tespit edilmiştir. Kognitif fonksiyonların ve mental sağlığın SG eğitimiyle geliştiği, Beck depresyon skorlarının ise belirgin olarak azaldığı görülmüştür. Günlük yaşam aktivitelerinin belirgin olarak düzeldiği gösterilmiştir (3).

Nöroloji-İnme: İnme hem motor hem sensöriyel hem de bilişsel fonksiyonları bozmaktadır. Sosyal aktiviteleri, günlük işleri ve zihinsel faaliyetleri önemli ölçüde etkilemektedir. (4). Sebebe göre tedavi yapıldıktan sonra genellikle sekeller kalır. Sekel tedavisi de ancak rehabilitasyonla başarılabılır. İnme sonucu oluşan bozuklukların düzeltilmesinde pek çok rehabilitasyon yöntemi halen kullanılmaktadır. Ancak gelişen teknoloji ile bunlara SG eğitim rehabilitasyonu da katılmıştır. SG eğitimlerinin yürümedeki kuvvet, hız ve dengeyi sağlamada etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca alt/üst ekstremitelerin fonksiyonlarını arttırmak ve koor-

dinasyonlarını sağlamada son derecede yararlı olduğu tespit edilmiştir (5).

İnme hastalığında özellikle alt ekstremitelerin aktivitesinin düzelmesinde çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yürüyüş ve dengede ciddi düzeltilmeler sağlanmıştır. Ayrıca hastalığın bilişsel fonksiyonlarında düzeltilmeler görülmüştür (6).

Nöroloji-Multiple Skleroz (MS): Multiple Skleroz (MS), çok yaygın görülen nörolojik kronik inflamatuvar demiyelinizan bir hastalıktır. Kronik yorgunluk, tükenmişlik, denge ve koordinasyon bozuklukları, duyu hislerimizdeki bozulmalar, kasılmalar, bilişsel ve ruhsal bozukluklar, konuşma bozuklukları ve bağırsak, safra bozuklukları da yapabilen önemli bir hastalıktır (7). MS’li hastalarda en çok görülen problem üst ekstremitelerdeki fonksiyonların bozulması ve bunun günlük yaşamı etkilemesidir. Önce kollar, omuz ve üst vücut bölümünde his kaybı başlar daha sonra ise alt ekstremitelere doğru ilerler. Erken aşamada üst kolda görülen bu bozukluklara denge koordinasyon ve duysal kayıplar da eklenir (8). Özellikle denge bozukluğu ve üst ekstremitelerde görev kaybı olan bireyler SG rehabilitasyonundan çok iyi yarar görebilmektedir. MS hastalarında; günlük yaşam kalitesi, üst ekstremitelerdeki fonksiyonları, denge kabiliyeti ve özellikle sıçrama hareketi yeteneklerinin geliştirilmesi amacıyla SG eğitimi yapılmıştır.

Nöroloji-Duchenne Muskuler Distrofi: Duchenne muskuler distrofisi nadir görülen bir hastalıktır. Bir gen mutasyonu ile distrofin proteininin üretiminde azalma ile oluşan bir problemdir. Distrofinin eksikliği kas fiberlerinde ilerleyici bir dejenerasyona ve kas motor fonksiyonlarında ciddi bozulmalara yol açar (9). Özellikle de solunum kaslarında motor kaybına bağlı ciddi solunum problemleri meydana getirir. SG eğitimiyle duchenne distrofili hastalarda otonomi desteklenmiş, kas zafiyetleri giderilmiş ve iletişim yetenekleri artırılmıştır (10).

Psikiyatri ve Psikoloji-Anksiyete Bozukluğu: Anksiyete bozukluğu sosyal ortamlarda kendini ifade etme güçlüğü, diğer bireylerle iletişim kurma güçlükleri ya da yaşanan çatışmalar kaygı duyusunun gelişmesine yol açar. Kişi kendisindeki kaygılı duygu durumunu

meydana getiren aynı veya benzeri ortamlarda anksiyete bozukluğunu şiddeti giderek artan bir dozda yaşamaya başlar (11). Tedavisinin maruz bırakma ile gerçekleştirilebileceğinde fikir birliği vardır. Maruz bırakma terapisi özellikle bir duygusal işleme terapisi. Kişinin korkularını provoke eden hastalığın oluşmasına katkıda bulunan ortam ve şartlar anksiyeteyi ortaya çıkartır. Hastaya aynı ortamların sanal olarak oluşturulması hatta karşılaşmaktan kaçındığı veya ulaşamayabileceği daha yoğun ortamları SG eğitimi terapisinden sağlayarak bir çeşit duyarsızlaştırma sağlanabilmektedir. Hastanın anksiyetesini tetikleyen bu ortamlara sık maruz bırakarak alışması sağlanır (12).

Psikiyatri ve Psikoloji-Panik bozukluk: Panik bozukluk (PB), çağrışım yapan bir sebeple ani olarak gelişen kontrolsüz korkunun ataklar şeklinde kendini gösterdiği tekrarlayıcı bir anksiyete halidir. Ölüm korkusundan, kalp çarpıntısına, nefes darlığı, boğulma hissi, bayılma, hızlı nefes alma, görme bulanıklığı, kulak çınlaması, zihin bulanıklığı, dikkati toplayamama, terleme gibi pek çok şikâyet aynı anda veya parça parça görülebilir (13). PB tedavisinde anksiyete bozukluğunda olduğu gibi tetikleyici nedenler ve ortamlar oluşturularak maruz bırakma terapileri uygulanır. Sanal olarak oluşturulan ortamlarla hastanın tetikleyici maruziyetine imkân sağlayarak bir duyarsızlaştırma ve alıştırma terapisi yapılmaktadır (12).

Psikiyatri ve Psikoloji-Fobiler: Fobiler kişiye özgül bir durumdur. Herhangi bir nesneye olaya veya kişiye karşı kontrol edilemeyen olağanüstü bir korku yaşayarak vücut biyokimyasının tamamen değiştiği bir durumdur. Sosyal fobiler; akrofobi, klastrofobi, agorofobi, asansör korkusu, yükseklik korkusu, tüylü hayvan korkusu ve vahşi hayvan korkusu gibi çeşitlenebilir (14). SG eğitimi terapisi ile fobileri oluşturan nesneler ve ortamlar sanal olarak oluşturularak maruziyet terapisi yapılır (15).

Psikiyatri ve Psikoloji-Obsesif Kompulsif Bozukluk: Obsesif kompulsif bozukluk (OKB), takıntılı ve tekrarlayıcı davranış bozukluğu olarak tanımlayabileceğimiz bir rahatsızlıktır (16). Tedavisinde Aeron Beck'in (1976) kurucusu olduğu bilişsel tedavi yöntemlerini tıp dünyasına önermiştir. Bilişsel tedavi ile serotonin geri alım inhibitörleri birlikte kullanıldığında

iyi sonuçlar verdiğine dair makaleler yayınlanmıştır. OKB hastalığının giderilmesinde sanal gerçeklik tedavisinin etkinliği araştırılmıştır. (17) çalışmasında hastalarda önemli semptom azalması gözlenirken, (18) çalışmasında gruplar arasında hiçbir fark bulunamamıştır.

Psikiyatri ve Psikoloji-Travma Sonrası Stres Bozukluğu: Travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), kişinin yaşadığı duygu durumunda çok büyük dalgalanmalar meydana getirebilen büyük ölçekli duygusal travmalar kaygı ve korku duygularını büyütmesi sonucu oluşur (19). Sel, deprem, pandemi, tecavüz, saldırı, işkence, göç, aile içi şiddet vb. büyük ölçekli travmalar insanların duygu durumunda büyük bozulmalara yol açabilir. (20). Sanal gerçeklik ile TSSB tedavisinde Difede ve ark. yaptığı çalışmada semptomları azaltmada önemli ölçüde etkili olduğu bulunmuştur (21)

Kulak Burun Boğaz-Vestibüler Rehabilitasyon: Vestibüler sistem vücudun dengesini sağlayan ana merkezdir. Vestibüler sisteme ek olarak; beyincik, beyin korteksi gibi organlar da yardımcı bir role sahiptir. Vestibüler sistem 3 temel organ üzerine kuruludur. Bunlar; göz, iç kulak ve kas-iskelet sistemidir. İç kulak ise vestibüler sistemin merkezi olarak kabul edilir (22). Semisirküler kanal ampullaları içindeki kupulanın endolenf hareketinden aldığı verileri tüy hücresi aracılığıyla vestibüler sinire vererek göz kaslarına harekete geçirip görüntünün sabitlenmesini sağlar. Bu mekanizmayı vestibülo-oküler refleksi (VOR) sağlar. Bu veriler ayrıca proprioseptif sistem dediğimiz ayak tabanında ve kas-iskelet sisteminden de gelir. Bu durumda vestibülo-spinal ve vestibülo-kolik refleksler çalışır. Bu üç refleks iç kulak tarafından yönetilerek vücudumuzun ağırlık merkezini orta hatta tutacak şekilde ayakta kalmasını yani dengesini sağlar (23). Beyincik refleksin oluşumunda doğrudan rol almasa dahi kullanımı sırasında bilgi akışında destek sağlar. Beyin ise korteks aracılığıyla özellikle kompensasyon mekanizmalarında direkt olarak rol alır. Zaten vestibüler rehabilitasyon reflekslerin kuvvetlendirilmesi yanında beyin kompensasyon mekanizmalarının çalıştırılması demektir. Denge fonksiyonumuz bozulduğunda; baş dönmesi, bulantı, kusma, görüntü kayması veya zemin hareketliliği gibi şikayetlerle ön plana çıkabilir (24). Gerek beyin hastalıkları, beyincikteki lez-

yonlar, kas-iskelet sistemi bozuklukları, bazı metabolik bozukluklar ve kulağa ait hastalıklar hem denge bozukluğu meydana getirebilir hem de baş dönmesi, bulantı kusma gibi şikayetleri tetikleyebilir. Vestibüler rehabilitasyon, tüm bu hastalıkların bırakmış olduğu denge bozukluğu ve uzamış baş dönmesi sekellerinde çok etkili bir tedavi yöntemidir. Vestibüler nörit ve labirentit gibi iç kulağın enfeksiyöz hastalıkları kalıcı bir sekel olarak ciddi düzeyde denge bozukluğu meydana getirebilmektedir. Yapılan bir çalışmada akut vestibüler nöritin 5-10 yıl sonraki takiplerinde vestibüler kanal parezisi yani denge bozukluğu düzeyi %58 düzeyinde bulunmuştur. (25). Akut süpüratif labirentitler ve kronik seröz labirentitler de uzun yıllar kişiyi rahatsız eden denge problemleri meydana getirebilmektedir. Klasik vestibüler rehabilitasyona ek olarak sanal gerçeklik ile yapılan rehabilitasyonların tek başına klasik rehabilitasyon uygulamalarına göre daha etkili olabileceğini bildiren çalışmalar mevcuttur (26,27,28). Ayrıca meniere hastalığı gibi kronik iç kulak hastalıklarında gerek hastalık sürecinde oluşan vestibüler tüy hücresi harabiyeti gerek tedavisinde kullanılan gentamisin gibi ilaçların yapmış olduğu kanal harabiyetleri bazen ise cerrahi olarak yapılan müdahaleler ile ciddi denge bozuklukları meydana gelebilmektedir. Meniere hastalığına bağlı oluşan bu denge bozukluklarında sanal gerçeklik vestibüler rehabilitasyonu etkin bulunmuştur (26). Otokonial bir problem olan Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV) hastalığının bazen yapılan tüm manevralara rağmen geçmediği ve sık tekrarlar gösterdiği bilinmektedir. Brandt-Daroff gibi ev egzersizlerine ek olarak sanal gerçeklik vestibüler rehabilitasyon etkinliğini göstermiştir. Tek taraflı ve çift taraflı kanal paralizileri ve parezileri vestibüler sistemde tam fonksiyon kaybına ya da kısmi fonksiyon kaybına yol açar. Yukarıda saydığımız hastalıklara ek olarak bazen sebebini bilmediğimiz bir nedenle vestibüler sistem hipofonksiyonu ya da paralizisi görülebilir. Klasik rehabilitasyon yöntemleri ve buna ek olarak sanal gerçeklik ile yapılan vestibüler rehabilitasyonlarda tek taraflı vestibüler hipofonksiyon hastalarından çok iyi sonuç elde etmekteyiz (28). Çift taraflı vestibüler hipofonksiyon hastaları rehabilitasyona dirençli çıkmakta çok iyi sonuç vermemektedir. Ancak özenli, uzun uğraşlardan sonra yaklaşık

2 yıllık bir sürenin sonunda bildirilen çok iyi sonuçlanmış vakalar vardır (29).

Fizik Tedavi Rehabilitasyonu: Kas iskelet sistemimizin duyuşal ve motor fonksiyonlarında oluşan harabiyet ve bozukluklar sonucu meydana gelen fonksiyon kayıplarının düzeltilmesi için yapılan tedavi protokolleridir (30). İnme, Parkinson, Serebral Palsi, tümör cerrahisi, Multiple Skleroz, Down Sendromu vb. hastalıklarda kas iskelet sisteminde önemli fonksiyon kayıpları görülmektedir. Klasik fizik tedavi yöntemlerinde manuel terapi, galvanik akım, elektro terapi ve pek çok cihazda yapılan teknikler kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji, tıp insanlarını fizik tedavide de yeni tedavi metotları ve cihazlarının arayışına yönlendirmektedir. Bunlardan bir tanesi sanal gerçeklik ile fizik tedavi rehabilitasyonunun gerçekleştirilmesidir. Bununla ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (31,32,33,34).

Oftalmoloji: Oftalmoloji göz hastalıkları ile ilgilenen bir bilim dalıdır. Kırılma kusurlarının tespit edilmesi ve bunların gözlük veya lazer uygulamalarıyla iyileştirilmesini sağlar. Ayrıca göz hastalıklarının cerrahi, medikal veya enjeksiyonlarla tedavisini gerçekleştirir. Görme kaybının günlük işlevi etkilemesini, glokomun günlük yaşamın çeşitli yönlerine etkileri ve görme alan kaybının günlük yaşamda yaşattığı zorlukları derecelendirmede sanal gerçeklik uygulamalarının etkili olduğu bulunmuştur (36).

Sağlık Eğitimi: Sağlık eğitimi zorlu, geniş imkanlar gerektiren, alet ve cihaz gereksinimi olan pahalı bir eğitimidir. Sanal gerçeklik ile ulaşılamayan tüm alet, cihaz, maket, deneysel ortam ve kadavra gibi malzemelere kolaylıkla ulaşım imkânı elde edilir ve eğitime büyük bir kolaylık sağlamaktadır (35).

TARTIŞMA

Tıp alanında teşhis ve tedavilere hızlı bir giriş yapan sanal gerçeklik uygulamaları tıbbın pek çok alanında kullanılmaya başlamıştır. Bu alanda yapılan çalışmalarda artış görülmektedir.

Nöroloji bilim dalında Parkinson hastaları üzerinde yapılan Hao Feng ve ark.'nın 2019 yılında "Parkinson hastalarında denge ve yürüyüşün iyileştirilmesi için geleneksel fizik tedaviye

karşı sanal gerçeklik rehabilitasyonu” çalışmasında tek-kör randomize kontrollü olarak 28 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastalar rastgele olarak deney grubu (n=14) ve kontrol grubu (n=14) olarak ayrılmıştır. 12 hafta boyunca hastalara her hafta 5 gün 45 dakikalık seanslar uygulanmıştır. Deney grubuna SG rehabilitasyon eğitimi uygulanırken kontrol grubuna geleneksel fizik tedavi uygulanmıştır. Sonuç olarak deney ve kontrol grubunun her ikisinde de iyileşme gözlenmiştir ancak SG eğitimi ve geleneksel tedavi grubunun sonuçları karşılaştırıldığında SG eğitiminin geleneksel tedaviye göre daha etkin iyileşme performansı gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$) (31).

“İnme sonrası sanal gerçeklik terapisi yoluyla rehabilitasyon” için yapılan bir literatür taramasında toplam 13 çalışma dahil edilmiştir. Seçilen çalışmalarda geleneksel terapiyle sanal gerçeklik terapisini ayrı ayrı ve geleneksel terapiyle sanal gerçekliğin birlikte kullanımı karşılaştırılmıştır. SG terapisi inme rehabilitasyonunda tamamlayıcı bir tedavidir. En çok felçten 6 ay sonra uygulanan yaklaşım tercih edilir. Ancak SG etkinliği felce sebep olan beyin bölgesine göre belirlenememiştir (32).

2020 yılında Cuesta-Gomez ve ark. hazırladığı “MS’li yatan hastalarda üst ekstremiteler rehabilitasyonu için ciddi oyunlarla ilişkili sanal gerçekliğin etkileri” adlı tek kör randomize kontrollü bir çalışmada 32 hasta alınmıştır. Geleneksel rehabilitasyon tedavisi ve el becerisi yakalama sensörlü sıçrama hareketi denetleyicisi (LMC) SG terapisi ile sadece geleneksel rehabilitasyon tedavisini içeren kontrol grubu sonuçları karşılaştırılmıştır. Sadece LMC tabanlı sanal gerçeklik çalışması yapılmamıştır. Sonuçlara bakıldığında; MS hastalarında, LMC kullanılarak geliştirilen oyunlar ile geliştirilen sanal gerçeklik terapisinin yapıldığı deney grubunda tek taraflı ince ve kaba el becerisi, koordinasyon ve hareket hızında ciddi gelişmeler elde edilmiştir. Her iki tedavi birlikte kullanıldığında daha iyi sonuçlar elde edildiği ve en az 12 seans tedavinin yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır (33).

2019 yılında Baeza-Barragan ve ark. hazırladığı “Duchenne musküler distrofi tedavisinde sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımı” adlı 7 çalışmanın dahil edildiği sistematik incele-

mede üst ekstremitelerin rehabilitasyonunda yaşam kalitesi, motivasyon ve işlevsellik açısından sanal gerçeklik terapisinin iyileşmeye ciddi etkisi olduğu tespit edilmiştir. (10).

2019 yılında Carl ve ark. Hazırladığı “Anksiyete ve ilgili bozukluklar için sanal gerçekliğe maruz kalma terapisi” adlı 30 çalışmanın dahil edildiği 1057 katılımlı randomize kontrollü çalışmaların meta analizinde çeşitli anksiyete bozukluklarının tedavisinde sanal gerçekliğe maruz bırakma terapisinin (VRET) etkinliği değerlendirilmiştir. VRET ile tedavi edilen hasta grubu 3 farklı kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. 20 çalışma bekleme listesi kontrollü, 14 çalışma in vivo maruz kalma, 6 çalışma ise gevşeme, dikkat kontrollü, bilgi broşürü ve zaman merkezli terapi içeren psikolojik kontrol grubundan oluşmuştur. Sonuç olarak sanal gerçekliğe maruz bırakma terapisinin canlı maruz bırakma terapisi ile eşit bir seviyede tedavi etkinliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Canlı maruz bırakmanın zorlukları göz önüne alındığında sanal gerçeklik ile maruz bırakma tedavisinin çok büyük fırsatlar sunduğu açıklanmıştır. Bekleme listesi koşulları ile VRET karşılaştırıldığında ise sanal gerçeklik terapisinin çok daha büyük bir tedavi etkinliğine sahip olduğu tespit edilmiştir (37).

2021 yılında Shin ve ark. Hazırladığı “Panik bozukluk için kendinden kılavuzlu sanal gerçekliğe dayalı bilişsel davranışçı terapisinin etkinliği” adlı randomize kontrollü 54 kişilik bir çalışmada, sanal gerçeklik ile tedavi edilenlerde bekleme grubuna göre anlamlı derecede iyileşme tespit edilmiştir. Bekleme grubunda ise hiçbir ilerleme görülmedi. SG tedavisi haftada 3 seans olmak üzere toplam 12 seans uygulanmıştır. Sonuçlarda SG tedavi grubunda Panik Bozukluğu Şiddet Ölçeğinde hem tamamlayıcı hem de tedavi analizinde önemli ölçüde iyileşme görülmüştür (38).

2021 yılında Alvarez-Perez ve ark. hazırladığı “Sanal gerçekliğe maruz kalmayla bilişsel-davranışçı terapi yoluyla beyin aktivasyonundaki değişiklikler: Spesifik fobi” üzerine yapılan bir nöro görüntüleme çalışmasında bilişsel davranışçı terapi (CBT) ve sanal gerçeklik tedavisi (VRET) karşılaştırılmıştır. 14 kişiye CBT ve VRET birlikte yapılmış ve buna müdahale grubu adı verilmiştir. 17 kişiye ise CBT ve gerçek

görüntülere maruz bırakma tedavisi uygulanmış ve buna da aktif kontrol grubu adı verilmiştir. 3 aylık süre ile gruplar takip edilmiştir. Hastaların beyin aktivasyonu, fonksiyonel MR (Manyetik Rezonans) ile başlangıç ve tedavi sonrasında ölçülmüştür. Çalışmanın asıl amacı küçük hayvanlara yönelik spesifik fobi terapisinde etkinliği ölçmekmiş. Tedavideki asıl etki prefrontal korteks, insula, precuneus ve duygusal düzenleme ile ilgiliymiş. Ancak tedavi sonucundan amigdala gibi organlarda duygusal korku tepki aktivitesi yoğunluğu azalmasına rağmen hala geçmemiş. Bunun da sebebi tedaviler sonucunda hastanın korkuya tepki vermenin başka yollarını öğrenmesi olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlara bakıldığında; bilişsel davranışçı terapi ve sanal gerçekliğe maruz bırakma yapılan müdahale grubunda tedavi sonrasında beyin aktivite modelinin değiştiğini, fobik uyaranlar ile amigdaladaki diferansiyel fonksiyonel beyin aktivasyonu kaybolmuş ancak kontrol grubunda tedavi sonrası sol amigdalada önemli bir aktivasyon gözlenmiştir. Thalamusta ise aktif kontrol grubunda beyin aktivitesi artmış, müdahale grubunda ise sadece sağ tarafta aktivite gözlenmiştir. Frontal ve prefrontal kortekste her iki grupta da tedavi öncesi var olan aktivite tedaviden sonra kaybolduğu gözlenmiştir. Sonuçta; CBT ve VRET'in etkinliği korku uyandıran öznel hayvanlara karşı 3 aylık takip sonucunda kesin olarak tespit edilmiştir. Anksiyete tepkilerinde anlamlı bir azalma kaydedilmiştir. Müdahale ve aktif kontrol grubu tedavileri karşılaştırıldığında, tedaviden sonra anksiyete ve korku skorları her iki grupta da anlamlı derecede düştüğü görülmüştür. Her iki grup arasında tedavi etkinliği açısından anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Sanal gerçeklik ile maruz bırakmanın daha güvenli, kolay ulaşılabilir olması ve daha kolay kabul edilebilir olması fobi terapisinde çok büyük avantaj sağladığını göstermektedir. (39).

2013 yılında Garcia ve ark. Hazırladığı "Meniere hastalığında sanal gerçeklik ile vestibüler rehabilitasyon" adlı bir çalışmada sanal gerçeklik terapisinin Meniere hastalığında denge rehabilitasyonunun etkinliği araştırılmıştır. Randomize kontrollü kohort çalışması yapılmıştır. Çalışmaya kesin Meniere tanısı alan 44 kişi dahil edilmiştir. Vaka (23 kişi, 1 kişi çift taraflı Meniere) ve kontrol (21 kişi) grubu olmak üzere

2 grup oluşturulmuştur. Kontrol grubuna betahistin ve diyet uygulanmıştır. Vaka grubuna ise sanal gerçeklik cihazı ile 12 seans rehabilitasyon uygulanmıştır. Hastalar tedavi başında ve sonunda postürografi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca Diziness Handikap Envanteri (DHI) skorları ve görsel analog skalası tedavi kriteri olarak uygulanmıştır. Sonuç olarak vaka grubunda sanal gerçeklik ile yapılan müdahaleden sonra DHI ve görsel analog skalası kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha düşük sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Ayrıca vaka grubu kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksek stabilite alanı sınırına eriştiği tespit edilmiştir. Buna dayanarak sanal gerçeklik tedavisi ile Meniere hastalarının vücut dengesi rehabilitasyonu, baş dönmesi şikayetleri, yaşam kalitesi ve denge sınırlarının etkin bir şekilde iyileştiğinin söylenebileceği belirtilmiştir. Meniere hastalığında vücut dengesi fonksiyonlarının etkinliğinin değerlendirilebilmesi için diğer vücut denge testlerinin kullanımının doğrulanabileceği başka çalışmalara da ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (26).

2021 yılında yapılan "Vestibüler migrenin ataklar arası döneminde sanal gerçeklik ile postürografide postüral kontrol" adlı tanımlayıcı ve analitik kesitsel çalışmada deney ve kontrol grupları arasında postüral kontrolün değerlendirilmesi karşılaştırılmıştır. Deney grubunda ataklar arası dönemde vestibüler migrenli 26 hasta, kontrol grubunda ise sağlıklı 30 birey sanal gerçeklik postürografisi ile değerlendirilmiştir. Vestibüler migrenli deney grubunda 10 durumun 9'unda salınım hızındaki artış ve 8 koşulda basınç merkezi yer değiştirme alanındaki artış kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı olarak postüral instabilitayı göstermiştir. Sonuç olarak vestibüler migrenin nöbetler arası sağlıklı döneminde dahi görsel, proprioseptif uyaranlar ve persepsiyon sistemlerin ciddi düzeyde bozulabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma vestibüler migrenin, iç kulak, görsel ve derin duyardan gelen denge ile ilgili bilgilerin kullanma yeteneğini etkili bir şekilde bozabileceğini kontrol grubu ile karşılaştıran sanal gerçeklik statik postürografi testi ile ispatlayan ilk çalışma olmuştur (40).

2021 yılında yapılan "Periferik vestibüler disfonksiyon nedeniyle vertigolu 20 hastada sanal

gerçeklikte vestibüler rehabilitasyon” adlı çalışmada sanal gerçeklik terapisinin vestibüler rehabilitasyondaki etkisi değerlendirilmiştir. Hastalar 2 gruba ayrıldı: Grup 1’de 10 hastaya sanal gerçeklik ve Cawthorne-Cooksey egzersizleri ve Grup 2’de ise 10 hastaya sadece Cawthorne-Cooksey egzersizleri yapılmıştır. Her iki gruba da art arda 5 gün boyunca tedaviler uygulanmıştır ve Cawthorne-Cooksey egzersizlerinin evde devam edilmesi tavsiye edilmiştir. Sonuç olarak her iki grupta da benzer olarak iyi sonuçlar elde edilse de, sanal gerçeklik tedavisi klasik tedaviyle birleştirildiğinde hastaların iyileşmesinde çok daha yüksek memnuniyet seviyeleri belirtilmiştir. VSS-SF anketi kullanılarak VAS ölçeği ile vertigo şiddeti ölçümü yapılarak gerçekleştirilen bu çalışma; sanal gerçeklik tedavisinin avantajlarını vurgulamış SG tedavisini teşvik etmiş ve daha ileri araştırmalar için temel teşkil edeceği açıklanmıştır (28).

“İnme rehabilitasyonu için sanal gerçeklik” adlı diğer bir çalışmada ise; 107 araştırmayı içeren 2470 katılımcılı bir tarama yapılmıştır. Sanal gerçeklik terapisinin inme sonrası üst ekstremité fonksiyonlarını iyileştirmede geleneksel tedavilerden daha iyi olmadığı sonuçlarına varılmıştır. Ancak özelleştirilmiş yüksek doz sanal gerçeklik terapilerinin klasik tedaviye ek olarak kullanıldığında faydasının arttığına dair diğer gruplarda karşılaştırıldığında anlamlı fark elde edilmiştir (34).

2022’de yapılan “Oftalmolojide sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik” adlı bir prospektif çalışmada 28 çalışma oftalmik cerrahide değerlendirme ve rehberlikte, 7 çalışma klinik eğitimde, 23 çalışma tanı ve taramada, 19 çalışma ise tedavide değerlendirilmiştir. 15 çalışmada artırılmış gerçeklik (AR), 61 çalışmada sanal gerçeklik, 1 çalışmada ise her ikisi beraber kullanılmıştır. Sonuç olarak oftalmolojide sanal ve artırılmış gerçeklik kullanımı hem eğitime büyük katkılar hem de teşhis ve tedavilerin değerlendirilmesinde önemli katkılar sağladığı tespit edilmiştir. Oftalmoloji ile ilgili ilk sistematik inceleme olan bu çalışma SG ve AR teknolojisinin gelecekte tıbbın diğer branşlarında olduğu gibi oftalmolojide de daha geniş ve yaygın bir kullanım alanı bulacağına dair inanç ifade edilmiştir (36).

2021 yılında yapılan “Dijital çağda cerrahi eğitim- tıp fakültesinde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve robotik” adlı dijital çağda tıp ile ilgili 3 derse 35 öğrenci katılımıyla gerçekleştirilen bu çalışmada ders kavramının niteliksel ve niceliksel değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuç olarak; cerrahi alanındaki robotik cerrahiler gibi dijital dönüşümün hızı ve büyüklüğü de göz önüne alındığında cerrahi eğitimde dijital teknoloji kullanımının önemi de ortaya çıkmaktadır. SG ve AR kullanımı cerrahi eğitim ve becerileri geliştirmek için önemli faydalar sağladığı ifade edilmiştir (35).

SONUÇ

Günümüzde sağlık gelişen teknolojiye ayak uydurmaya çalışmış, teknolojinin her bir yeni ürününü teşhis veya tedavi için fırsata çevirmiştir. Bunlardan bir tanesi de son teknoloji ürünü sanal gerçeklik icadının tıpta teşhis ve tedavide kullanılmasıdır. Oluşturduğu gerçeğe yakın ortam sebebiyle insanların bulunmakta zorlandığı koşullarda özellikle rehabilitasyon hastalarının tedavisinde hızlı sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu amaçla fizik tedavi ve nöroloji bilim dallarında alt ve üst ekstremité motor fonksiyon kayıplarında felçli hastalarda, Serebral palsili hastalarda organ fonksiyon kayıplarının giderilmesi için etkili sonuçlar elde edilmiştir. Tüm bunlar bize gösteriyor ki tıp bilimi gelişen teknolojiyi insan sağlığının faydasına teşhis ve tedavi amaçlı hemen uygulamaya koyabilmektedir.

Yazarların katkıları

Konsept/fikir gelişimi; UEÖ, Çalışma Dizaynı; UEÖ, HNC, Proje Yönetimi; UEÖ, Veri toplama/işleme; UEÖ, Veri analizi/yorumlama; UEÖ, Literatür Araştırması; UEÖ, HNC, DD, Yazma; UEÖ, HNC, DD, Kritik Gözden Geçirme; UEÖ, Tasarım; HNC, DD Kaynaklar; DD. Tüm yazarlar yazının yayınlanmış versiyonunu okudu ve kabul etti.

Çıkar çatışması

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum, kuruluş ya da araştırmacılar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

1. de Lau LM, Breteler MM. (2006). Epidemiology of Parkinson's disease. *Lancet Neurol*, 5(6), 525-35. doi: 10.1016/S1474-4422(06)70471-9.
2. Rodriguez-Oroz MC, Jahanshahi M, Krack P, Litvan I, Macias R, Bezard E, Obeso JA. (2009). Initial clinical manifestations of Parkinson's disease: features and pathophysiological mechanisms. *Lancet Neurol*, 8(12), 1128-39. doi: 10.1016/S1474-4422(09)70293-5.
3. Lee NY, Lee DK, Song HS. (2015). Effect of virtual reality dance exercise on the balance, activities of daily living, and depressive disorder status of Parkinson's disease patients. *J Phys Ther Sci*. 27(1), 145-7. doi: 10.1589/jpts.27.145. Epub 2015 Jan 9.
4. Paul S, Candelario-Jalil E. (2021). Emerging neuroprotective strategies for the treatment of ischemic stroke: An overview of clinical and preclinical studies. *Exp Neurol*, 335, 113518. doi: 10.1016/j.expneurol.2020.113518. Epub 2020 Nov 2. PMID: 33144066; PMCID: PMC7869696.
5. In T, Lee K, Song C. (2016). Virtual Reality Reflection Therapy Improves Balance and Gait in Patients with Chronic Stroke: Randomized Controlled Trials. *Med Sci Monit*, 28;22,4046-4053. doi: 10.12659/msm.898157. PMID: 27791207; PMCID: PMC5098932.
6. Lee HS, Park YJ, Park SW. (2019). The Effects of Virtual Reality Training on Function in Chronic Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int*, 18, 2019, 7595639. doi: 10.1155/2019/7595639. PMID: 31317037; PMCID: PMC6604476.
7. Hafler DA, Slavik JM, Anderson DE, O'Connor KC, De Jager P, Baecher-Allan C. (2005). Multiple sclerosis. *Immunological Reviews*, 204,208-31.
8. Kubsik-Gidlewska AM, Klimkiewicz P, Klimkiewicz R, Janczewska K, Woldańska-Okońska M. (2017). Rehabilitation in multiple sclerosis. *Adv Clin Exp Med*, 26(4),709-715. doi: 10.17219/acem/62329. PMID: 28691412.
9. Falzarano MS, Scotton C, Passarelli C, Ferlini A. (2015). Duchenne Muscular Dystrophy: From Diagnosis to Therapy. *Molecules*, 7;20(10),18168-84. doi: 10.3390/molecules201018168. PMID: 26457695; PMCID: PMC6332113.
10. Baeza-Barragán, M. R., Manzanares, M. T. L., Vergara, C. R., Casuso-Holgado, M. J., & Martín-Valero, R. (2020). The use of virtual reality technologies in the treatment of Duchenne muscular dystrophy: systematic review. *JMIR mHealth and uHealth*, 8(12), e21576.
11. Locke AB, Kirst N, Shultz CG. (2015). Diagnosis and management of generalized anxiety disorder and panic disorder in adults. *Am Fam Physician*, 91(9), 617-24.
12. Caponnetto P, Triscari S, Maglia M, Quattropani MC. (2021). The Simulation Game-Virtual Reality Therapy for the Treatment of Social Anxiety Disorder: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*, 18(24), 13209. doi: 10.3390/ijerph182413209. PMID: 34948817; PMCID: PMC8701873.
13. Na HR, Kang EH, Lee JH, Yu BH. (2011). The genetic basis of panic disorder. *J Korean Med Sci*, 26(6), 701-10. doi: 10.3346/jkms.2011.26.6.701. Epub 2011 May 18. PMID: 21655053; PMCID: PMC3102861.
14. Connor KM, Davidson JR, Sutherland S, Weisler R. Social phobia: issues in assessment and management. *Epilepsia*, 40 (6), 73-4. doi: 10.1111/j.1528-1157.1999.tb00935.x. PMID: 10530685.
15. Emmelkamp PMG, Meyerbröker K, Morina N. (2020). Virtual Reality Therapy in Social Anxiety Disorder. *Curr Psychiatry Rep*. 22 (7),32. doi: 10.1007/s11920-020-01156-1. PMID: 32405657; PMCID: PMC7220867.
16. Goodman WK, Storch EA, Sheth SA. (2021). Harmonizing the Neurobiology and Treatment of Obsessive-Compulsive Disorder. *Am J Psychiatry* 1;178(1),17-29. doi: 10.1176/appi.ajp.2020.20111601. PMID: 33384007; PMCID: PMC8091795.
17. Laforest, M., Bouchard, S., Créteu, A. M.,

- & Mesly, O. (2016). Inducing an anxiety response using a contaminated virtual environment: validation of a therapeutic tool for obsessive-compulsive disorder. *Frontiers in ICT*, 3, 18.
18. Inozu, M., Celikcan, U., Akin, B., & Cicek, N. M. (2020). The use of virtual reality (VR) exposure for reducing contamination fear and disgust: Can VR be an effective alternative exposure technique to in vivo?. *Journal of Obsessive-Compulsive and Related Disorders*, 25, 100518.
19. Sinici E, Yildiz C, Tunay S, Ozkan H, Altinmakas M. (2004). Travma sonrası stres bozukluğu olan hastalarda anksiyete düzeylerinin değerlendirilmesi [The assessment of anxiety levels in patients with posttraumatic stress disorder]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38(2), 145-8. Turkish. PMID: 15129034.
20. Cankardaş S, Sofuoğlu Z. (2019). Deprem ya da Yangın Deneyimlemiş Kişilerde Travma Sonrası Stres Bozukluğu Belirtileri ve Belirtilerin Yordayıcıları [Post-Traumatic Stress Disorder Symptoms and Their Predictors in Earthquake or Fire Survivors]. *Türk Psikiyatri Derg*, 30(3), 151-156. Turkish. PMID: 31613973.
21. Difede, J., Cukor, J., Jayasinghe, N., Patt, I., Jedel, S., Spielman, L., ... & Hoffman, H. G. (2007). Virtual reality exposure therapy for the treatment of posttraumatic stress disorder following September 11, 2001. *Journal of clinical psychiatry*, 68(11), 1639.
22. Day BL, Fitzpatrick RC. (2005). The vestibular system. *Curr Biol*, 15(15), 583-6. doi: 10.1016/j.cub.2005.07.053. PMID: 16085475.
23. Dannenbaum E, Paquet N, Chilingaryan G, Fung J. (2009). Clinical evaluation of dynamic visual acuity in subjects with unilateral vestibular hypofunction. *Otol Neurotol*, 30(3), 368-72. doi: 10.1097/MAO.0b013e31819bda35. PMID: 19318888.
24. Kontos AP, Deitrick JM, Collins MW, Mucha A. (2009). Review of Vestibular and Oculomotor Screening and Concussion Rehabilitation. *J Athl Train*, 52(3), 256-261. doi: 10.4085/1062-6050-51.11.05. PMID: 28387548; PMCID: PMC5384823.
25. Okinaka Y, Sekitani T, Okazaki H, Miura M, Tahara T. (1993). Progress of caloric response of vestibular neuronitis. *Acta Otolaryngol Suppl*, 503, 18-22. doi: 10.3109/00016489309128064. PMID: 8470487.
26. Garcia AP, Ganança MM, Cusin FS, Tomaz A, Ganança FF, Caovilla HH. (2013). Vestibular rehabilitation with virtual reality in Ménière's disease. *Braz J Otorhinolaryngo*, 79(3), 366-74. doi: 10.5935/1808-8694.20130064. PMID: 23743754; PMCID: PMC9443828.
27. Meldrum D, Burrows L, Cakrt O, Kerkeni H, Lopez C, Tjernstrom F, Vereeck L, Zur O, Jahn K. (2020). Vestibular rehabilitation in Europe: a survey of clinical and research practice. *J Neurol*, 267(Suppl 1), 24-35. doi: 10.1007/s00415-020-10228-4. Epub 2020 Oct 13. PMID: 33048219; PMCID: PMC7552585.
28. Stankiewicz T, Gujski M, Niedzielski A, Chmielik LP. (2020). Virtual Reality Vestibular Rehabilitation in 20 Patients with Vertigo Due to Peripheral Vestibular Dysfunction. *Med Sci Monit*, 31, 26, e930182. doi: 10.12659/MSM.930182. PMID: 33543735; PMCID: PMC7871733
29. Calder JH, Jacobson GP. (2000). Acquired bilateral peripheral vestibular system impairment: rehabilitative options and potential outcomes. *J Am Acad Audiol*, 11(9), 514-21. PMID: 11057736.
30. Freemont AJ, Hoyland JA. (2007). Morphology, mechanisms and pathology of musculoskeletal ageing. *J Pathol*, 211(2), 252-9. doi: 10.1002/path.2097. PMID: 17200936.
31. Feng H, Li C, Liu J, Wang L, Ma J, Li G, Gan L, Shang X, Wu Z. (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*, 5;25, 4186-4192. doi: 10.12659/MSM.916455. PMID: 31165721; PMCID: PMC6563647.
32. Marta A. Montalbán, Oscar Arrogante,

- (2020). Rehabilitation through virtual reality therapy after a stroke: A literature review, *Revista Científica de la Sociedad de Enfermería Neurológica* (English ed.), (52), 19-27.
33. Cuesta-Gómez A, Sánchez-Herrera-Baeza P, Oña-Simbaña ED, Martínez-Medina A, Ortiz-Comino C, Balaguer-Bernaldo-de-Quirós C, Jardón-Huete A, Cano-de-la-Cuerda R. (2020). Effects of virtual reality associated with serious games for upper limb rehabilitation inpatients with multiple sclerosis: randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*, 17(1), 90. doi: 10.1186/s12984-020-00718-x. PMID: 32660604; PMCID: PMC7359450.
 34. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst*, 11(11), CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4. PMID: 29156493; PMCID: PMC6485957.
 35. Kuhn S, Huettl F, Deutsch K, Kirchgässner E, Huber T, Kneist W. (2021). Chirurgische Ausbildung im digitalen Zeitalter – Virtual Reality, Augmented Reality und Robotik im Medizinstudium [Surgical Education in the Digital Age - Virtual Reality, Augmented Reality and Robotics in the Medical School]. *Zentralbl Chir*, 146(1), 37-43. doi: 10.1055/a-1265-7259. Epub 2021 Feb 15. PMID: 33588501; PMCID: PMC7884202.
 36. Iskander M, Ogunsola T, Ramachandran R, McGowan R, Al-Aswad LA. (2021). Virtual Reality and Augmented Reality in Ophthalmology: A Contemporary Prospective. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 10(3), 244-252. doi: 10.1097/APO.0000000000000409. PMID: 34383716; PMCID: PMC9167643.
 37. Carl E, Stein AT, Levihn-Coon A, Pogue JR, Rothbaum B, Emmelkamp P, Asmundson GJG, Carlbring P, Powers MB. (2016). Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Anxiety Disord*, 61, 27-36. doi: 10.1016/j.janxdis.2018.08.003. Epub 2018 Aug 10. PMID: 30287083.
 38. Shin B, Oh J, Kim BH, Kim HE, Kim H, Kim S, Kim JJ. (2021). Effectiveness of Self-Guided Virtual Reality-Based Cognitive Behavioral Therapy for Panic Disorder: Randomized Controlled Trial. *JMIR Ment Health*, 8(11), e30590. doi: 10.2196/30590. PMID: 34813486; PMCID: PMC8663599.
 39. Álvarez-Pérez Y, Rivero F, Herrero M, Viña C, Fumero A, Betancort M, Peñate W. (2021). Changes in Brain Activation through Cognitive-Behavioral Therapy with Exposure to Virtual Reality: A Neuroimaging Study of Specific Phobia. *J Clin Med*, 10(16), 3505. doi: 10.3390/jcm10163505. PMID: 34441804; PMCID: PMC8397119.
 40. Cesaroni S, Silva AMD, Ganança MM, Caovilla HH. (2019). Postural control at posturography with virtual reality in the intercritical period of vestibular migraine. *Braz J Otorhinolaryngol*, 87(1), 35-41. doi: 10.1016/j.bjorl.2019.06.015. Epub 2019 Aug 2. PMID: 31439532; PMCID: PMC9422453.