



Sağlık Alanında Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Virtual Reality Applications in Healthcare

Bilal ÖZMEN¹, Aysuhan CEYHAN²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Samsun
• bilalozmen@hotmail.com • ORCID > 0000-0002-4435-288X

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti Anabilim Dalı, Samsun
• aysuhanceyhan@icloud.com • ORCID > 0009-0007-8893-4498

Makale Bilgisi/Article Information

Makale Türü/Article Types: Derleme Makalesi/Review Article

Geliş Tarihi/Received: 16 Ağustos/August 2024

Kabul Tarihi/Accepted: 14 Mart/March 2025

Yıl/Year: 2025 | **Cilt – Volume:** 10 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa/Pages:** 01-16

Atıf/Cite as: Özmen, B., Ceyhan, A. "Sağlık Alanında Sanal Gerçeklik Uygulamaları"
Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi 10(1), Nisan 2025: 01-16.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Aysuhan CEYHAN

SAĞLIK ALANINDA SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

ÖZ

Sanal gerçeklik, bilgisayar tarafından oluşturulan simüle edilmiş bir ortama, kullanıcıları taşıyan teknoloji ve deneyim türüdür. Kullanıcıyı gerçek dünyadan soyutlayarak bilgisayar ile oluşturulmuş ortamda duysal bir deneyim sunmaktadır. Sanal gerçeklik eğlence, eğitim, sağlık, askeri, mühendislik ve birçok farklı endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları sağlık alanında sürekli olarak gelişen bir teknoloji olup, kullanım alanları genişlemeye devam etmektedir. Sağlık alanında terapi ve rehabilitasyon, cerrahi planlama ve eğitim, hastaneye yatış, ağrı yönetimi, kemoterapi alan kanserli hastalara destek, yeme bozuklukları, eğitim ve simülasyon, anksiyete bozukluklarının tedavisi, diş hekimliği klinik uygulamaları gibi birçok farklı uygulama ve kullanım alanına sahiptir. Sanal gerçeklik simülasyonları, yeni becerilerin öğrenilmesi ve mevcut yeteneklerin güncellenmesi için etkili bir araçtır; aynı zamanda hastaların tedavi süreçlerinde duygusal faktörleri, özellikle endişe ve korku gibi duygusal zorlukları hafifletmede yardımcı olmaktadır. Sanal gerçeklik kullanılarak hastalar için sakinleştirici bir atmosfer oluşturulabilir ve tedaviye olan uyumlarını arttırılabilir. Ayrıca, görsel ve işitsel simülasyonlar aracılığıyla ağrıyı azaltabilir, bu da tedavi sürecini daha hoş bir deneyime dönüştürebilir. Bu teknoloji, hastalara daha etkili ve kişiselleştirilmiş bir tedavi sağlama potansiyeli taşımaktadır. Bu derlemede, sağlık alanında kullanılabilen sanal gerçeklik uygulamalarını sunmak amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dental Tedavilerde Sanal Gerçeklik; Rehabilitasyonda Sanal Gerçeklik; Sağlık Alanında Sanal Gerçeklik; Sanal Gerçeklik Uygulamaları.



VIRTUAL REALITY APPLICATIONS IN HEALTHCARE

ABSTRACT

Virtual reality is a type of technology and experience that immerses users in a computer-generated simulated environment. By isolating users from the real world, it provides a sensory experience within a digitally created setting. Virtual reality is utilized across various industries, including entertainment, education, healthcare, military, and engineering, among many others. In the healthcare sector, virtual reality applications are continuously evolving, with an expanding range of uses. It plays a significant role in areas such as therapy and rehabilitation, surgical planning and training, hospitalization, pain management, support for cancer patients undergoing chemotherapy, eating disorders, education and simulation, treatment

of anxiety disorders, and clinical applications in dentistry. Virtual reality simulations serve as an effective tool for acquiring new skills and updating existing ones. Additionally, they help alleviate emotional challenges in patients, such as anxiety and fear, during treatment processes. By using virtual reality, a calming atmosphere can be created for patients, enhancing their compliance with treatment. Moreover, visual and auditory simulations can reduce pain, making the treatment process a more pleasant experience. This technology holds great potential for providing patients with more effective and personalized treatment. This review aims to present various virtual reality applications used in the healthcare field.

Keywords: Virtual Reality Applications; Virtual Reality in Dental Treatment; Virtual Reality in Healthcare; Virtual Reality in Rehabilitation.

GİRİŞ

Sanal gerçeklik (SG), kullanıcıya sanal ortamda gerçek zamanlı olarak çoklu duyuşal deneyimler yaşama fırsatı veren bilgisayar destekli, sürükleyici, etkileşimli ve üç boyutlu bir teknolojidir (Sveistrup, 2004; Weiss ve ark., 2004). SG insan-bilgisayar ilişkisinde bir dönüm noktasını temsil etmektedir, zira kullanıcıya “*mevcudiyet hissini*” yaşatabilmekte ve böylece “*bilgiyi algılama*” hissinden “*bilginin yerinde olma*” hissine temel bir geçiş sağlayabilmektedir (Gramaglia, 2013). Kişi kendisini çevreleyen sanal dünyada fiziksel olarak var olduğu hissinde kalmayıp, onunla etkileşime girmesine olanak tanıyan sürükleyici teknoloji sayesinde, sanal dünyada gerçeklik yaşamaktadır (Galeazzi & di Milo, 2011).

Günümüzde, “*varlık hissini*” sınırlarını yeniden tanımlayabilecek tam dokunsal giysiler şeklinde üç boyutlu etkileşime sahip ürünler geliştiriliyor olsa bile, en çok kullanılan SG cihazları; oyun konsolları veya eldivenler eşliğinde başa takılan ekranlarla temsil edilmektedir (Riva ve ark., 2019). Bu cihazlar aynı zamanda; kulaklıklar, hareket izleme sistemleri, bilgisayar faresi gibi sanal ortamlarla etkileşim kurmak için farklı cihazları da içermektedir (Gallo ve ark., 2010). SG teknolojisinin temel felsefesi, kullanıcıya “*gerçek*” dünyaya iyi bir adaptasyon için gerekli olan becerileri “*sanal ortamda*” kazandırmak amacıyla kişiye özel bir yol oluşturmaktır. SG uygulamaları, kullanıcılara son derece gerçekçi, ilgi çekici, güvenli ve kontrol edilebilir bir simülasyon sağlayarak, gerçek dünyadaki faaliyetlerle yüzleşmek için beceri, güven, zihinsel ve fiziksel hazırlık kazandırabilir (Smith & Steel, 2000).

SG başlangıçta askeri eğitim ve bir eğlence aracı olarak geliştirilmiş olsa da, son yirmi yılda fobilerin ve anksiyete bozukluklarının tedavisi; (Maples-Keller ve ark., 2017) bilişsel ve fiziksel rehabilitasyon; (Dockx ve ark., 2016; Teo ve ark., 2016) akut ve kronik ağrı yönetimi; (Garrett ve ark., 2014; Scheffler ve ark., 2018) hastaneye yatış, ağırlı prosedürler ve kemoterapi gibi farklı ortamlarda kanserli hastalara destek; (Chirico ve ark., 2016) yeme bozuklukları ve obezite tedavisi; (Napoli-

tano ve ark., 2013; Wiederhold ve ark., 2016) cerrahi eğitim ve cerrahi planlamaya yardımcı olmak; (Khor ve ark., 2016) dental anksiyetenin azaltılması; (Raghav ve ark., 2016) diş hekimliği eğitimi (Buchanan, 2004) ve klinik uygulamaları (Al-Namkany ve ark., 2014) gibi sağlığın çeşitli branşlarında kullanım alanı bulmuştur. Psikoterapötik yaklaşımlarda klinik ortamında SG sistemleri güvenilir, gerçekçi ve etkili bir bakış açısını temsil etmiş ve kolayca uyarlanabildiklerini göstermiştir. SG'nin geleneksel tedavilere göre, hastaların motivasyonunu ve katılımını artırması, simüle edilmiş ortamın güvenliği ve daha fazla kişiselleştirme olanakları gibi çeşitli avantajlar göstermektedir (Barbato & Di Natale, 2017).

Bu derleme, son yıllarda sağlık alanında yaygınlaşan ve birçok farklı alanda kullanım potansiyeline sahip olan SG uygulamalarının çeşitli kullanım örneklerini incelemeyi hedeflemektedir.

FOBİ VE ANKSİYETE BOZUKLUKLARI TEDAVİSİNDE SG KULLANIMI

SG, anksiyete bozuklukları, özellikle de spesifik fobiler ve travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) için psikiyatrik tedavide kullanılmaktadır. Patolojik korku ve anksiyete ile karakterize edilen bozukluklar, dünya genelindeki travma sonrası engellilik ile ilişkilendirilen durumların %14,6'sını oluşturmakta ve bu bozuklukların önemli bir hastalık yüküne sahip olduğunu göstermektedir (Whitford ve ark., 2013).

SG tarafından ortaya çıkarılan mevcudiyet hissi ve sanal ortamın belirli korkulan uyaranlara göre ayarlanabilmesi, SG teknolojisini anksiyete bozuklukları için maruz kalma terapisinde kullanımını ideal hale getirmektedir. SG, klinisyenlerin hastaları kontrollü ve özelleştirilmiş bir şekilde korktukları uyarana özel olarak uyarlanmış çok duyulu sanal ortamlara dahil etmelerini sağlamaktadır. Aynı zamanda psikoeğitim, kaygı yönetimi/baş etme becerileri ve bilişsel yeniden yapılandırma gibi başka bileşenleri de içerebilen bir tedavidir (Meyerbröcker & Emmelkamp, 2010). Mevcut araştırmalar SG'nin spesifik fobiler ve TSSB semptomlarını azaltmadaki etkinliğini desteklemekte ve geleneksel maruz kalma terapisi ile karşılaştırılabileceği sonucunu çıkarmaktadır (Opriş ve ark., 2012; Powers ve ark., 2008). SG uygulamalarının maliyetinin düşmesiyle birlikte, psikiyatrik tedavide kullanımının gelecekte artması ve spesifik fobi ve TSSB için yüksek kaliteli bir tedavi seçeneğinin yanı sıra iyi kontrollü psikiyatrik ve deneysel araştırmalar için fırsatlar sunması muhtemeldir (Maples-Keller ve ark., 2017).

İşık ve ark., özgül fobi tanısı konulmuş 11 hastanın, fobi içeriklerine yönelik oluşturulan SG senaryolarına aşamalı olarak maruz bırakma terapisi uygulamışlardır. Hastaların, maruz bırakma aşamaları sırasında galvanik deri tepkisi ve kalp

atım hızları (KAH) kaydedilmiştir. Araştırma sonuçları, katılımcıların özgül fobilerinde azalma eğilimi gösterdiğini bildirmektedir (Işıklı ve ark., 2019).

SG uygulamalarının spesifik fobi ve TSSB tedavilerindeki kullanımı henüz standart bir protokole sahip değildir. Bu nedenle, uygulanan seans sayıları büyük ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. (Goncalves ve ark., 2012)

BİLİŞSEL VE FİZİKSEL REHABİLİTASYONDA SG KULLANIMI

Fizyoterapi alanında, SG teknolojisi güvenli bir ortamda motor öğrenmeyi optimize etmek için önerilmekte ve geleneksel yaklaşımlara değerli bir alternatif olarak düşünülmektedir (Burdea, 2003; Keshner, 2004). SG uygulamaları, performans hakkında arttırılmış geri bildirim sunması, motor fonksiyonların bireyselleştirilmiş olarak tekrarlı uygulamasının sağlanması, motor ve bilişsel süreçleri aynı anda uyarması, yeni motor stratejileri öğretmesi, yaralanma veya hastalık sonucu kaybedilen motor becerilerin yeniden kazanılmasına yardımcı olmaktadır (Goble ve ark., 2014; Mirelman ve ark., 2013). SG teknolojisinin uygulanması, kullanıcılarını uzun süreli egzersize dahil etmek amacıyla zorlayıcı fakat motive edici bir ortamda eğitim sağladığı için önerilmektedir. Yakın zamanda yapılan bir incelemede; kontrol, meydan okuma ve başarı hissinin, hastanın SG sistemine katılmasını ve sistemden keyif almasını sağlamak için temel bileşenler olduğunu tanımlamaktadır. SG uygulamaları gerçek hayat senaryolarını taklit ederek, günlük yaşamın fonksiyonel aktivitelerini geliştirmeye yardımcı olmakta ve güvenli bir ortamda motor öğrenmeyi optimize etmektedir. Gerçek hayatta karşılaşılabileceği olumsuzluklardan sanal ortamda uzaklaşan kişi, bilişsel olarak daha kolay motive olabilmektedir (Lewis & Rosie, 2012).

Winkels ve ark., Serebral Palsili 15 çocuğun rehabilite edilmesinde Nintendo Wii Fit'in, boks ve tenis SG oyunlarına başvurmuştur. Araştırma sonuçları, çocukların günlük aktiviteler sırasında el ve kol kullanımında belirgin bir gelişme gösterdiğini ortaya koymaktadır (Winkels ve ark., 2013).

Nörrehabilite alanında SG terapisi, birden fazla duyuya odaklanan bir ortamın, senaryonun veya etkinliğin gerçek zamanlı simülasyonunu içeren bir beyin-bilgisayar etkileşimi yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Bu alanda SG teknolojisinin kullanımı, eğitim sürecinde gerçeklik hissini sağlayarak beceri edinimini ve kalıcılığını teşvik etmesi, aynı zamanda fonksiyonel iyileşmeyi desteklemesi nedeniyle büyük umut vaat etmektedir (Jung ve ark., 2012; Yeh ve ark., 2014).

Schuster-Amft ve ark., inme sonrası üst ekstremitede orta düzeyde motor bozukluğu olan 54 hastada, SG temelli rehabilitasyon yöntemlerinin, geleneksel terapilere göre daha etkili sonuçlar sunduğunu belirtmiştir (Schuster-Amft ve ark., 2018).

KEMOTERAPİDE SG KULLANIMI

Kemoterapi, kanser tedavisinin temel tedavi yöntemlerinden biridir ancak bulantı, kusma, yorgunluk, ağrı ve anoreksi gibi yan etkileri önemli bir klinik sorun olmaya devam etmektedir. Birçok kanser hastasında depresyon ve anksiyete görülmektedir. Duygusal sıkıntı varlığı (umutsuzluk, çaresizlik ve endişeli ruh hali), hastaların kemoterapiye bağlı bulantı ve kusma riskini daha da arttırmaktadır (Grassi ve ark., 2015). Strese bağlı faktörler yaşam kalitesinin bozulmasına yol açtığı için kemoterapi toleransını iyileştirebilen psikolojik müdahalelerin geliştirilmesi acil bir ihtiyaçtır. Son 50 yılda kanser hastalarında birçok psikolojik müdahale denemesi yapılmıştır (Lutgendorf ve ark., 2010). Kemoterapi toleransını artırmayı amaçlayan psikolojik müdahaleler arasında dikkat dağıtma umut verici bir strateji olabilir. Progresif gevşeme, rehberli imgeleme ve bilişsel etkileşimler (okuma, mizah, müzik ve filmler) dahil olmak üzere farklı dikkat dağıtıcı müdahaleler kemoterapi alan hastalarda başarı göstermiştir (Schneider ve ark., 2007; Schneider ve ark., 2011). Özellikle, SG uygulamaları hastaların duygusal refahını arttırmış ve hastanede yatış (Espinoza ve ark., 2012; Li ve ark., 2011), ağrılı prosedürler gibi çeşitli durumlarda kanserle ilişkili semptomları ve ağrıyı azaltmıştır (Elkefi ve ark., 2025; Gershon ve ark., 2004; Nilsson ve ark., 2009). Ayrıca, farklı çalışmalar SG müdahalesinin farklı kanser tanıları olan hem yetişkin hem de çocuk hastalarda kemoterapi sırasında etkili bir dikkat dağıtma aracı olabileceğini öne sürmektedir (Schneider ve ark., 2007; Schneider ve ark., 2011).

Schneider ve ark., dikkat dağıtıcı bir müdahale olarak SG uygulamasını, 10-17 yaş arası kanser hastası 12 çocukta kemoterapiye bağlı semptomların azaltılabileceği önermesini test etmiştir. SG uygulaması kullanılarak dikkat dağıtma müdahalesinin yapıldığı kemoterapi seansından hemen sonra, Semptom Sıkıntı Ölçeği ile ölçülen stresin, önemli ölçüde düşük olduğu bildirilmiştir (Schneider & Workman, 1999).

Banos ve ark., yaşları 29 ile 85 arasında değişen, hastane ortamında ciddi tıbbi rahatsızlıkları olan 19 hastada gerçekleştirilen SG tabanlı psikolojik müdahalelerin, katılımcılar tarafından müdahaleyi keyifli ve faydalı olarak değerlendirmelerine ve başkalarına tavsiye edebilecekleri sonucuna ulaşmıştır. Müdahale, hastaların rahatlama sağlaması üzerine tasarlanmış sanal ortamlarda gezindiği 1 hafta boyunca 30 dakikalık dört seanstan oluşmuştur. Ruh hali her seanstan önce ve sonra Görsel Analog Ölçeği (VAS) kullanılarak değerlendirilmiştir. SG uygulamalarının hastanede yatış ve ağrılı prosedürler gibi çeşitli durumlarda, hastaların duygusal iyiliğini arttırdığı ve kanserle ilişkili semptomları ve ağrıyı azalttığı bulunmuştur (Banos ve ark., 2013).

YANIK TEDAVİSİNDE SG KULLANIMI

Yanık hastalarının tedavisinde karşılaşılan başlıca klinik zorluk, pansuman ve fizik tedavi esnasında duydukları ağrıdır. İyileşmeyi hızlandırmak ve enfeksiyonları önlemek için ciddi yanıkların tedavisinde; bandajın çıkarılması, yara temizliği/debridman, antiseptik merhemlerin uygulanması gibi günlük yara bakımı gereklidir. Yanık hastalarında, ağrı tedavisinin temel dayanağı olan opioid analjeziklerin kullanımıyla kabızlık, mide bulantısı, kusma, baş dönmesi ve kaşıntı gibi yan etkiler görülebilir. Ayrıca, opioidlerin tekrar tekrar uygulanması analjezik etkinliğin azalmasına ve bağımlılığa neden olmaktadır (Hoffman ve ark., 2011). Yanık yaralanmalarından kaynaklanan akut ağrının yetersiz yönetimi sadece anlık yaşam kalitesini ciddi şekilde etkilemekle kalmaz, aynı zamanda depresyon, TSSB, kronik ağrı ve hatta intihar düşüncesi gibi uzun vadeli psikolojik ve fiziksel sorunlara da yol açabilmektedir (Summer ve ark., 2007; Wiechman Askay ve ark., 2008).

Pediyatrik hastalar, yanık tedavileri öncesinde ve sırasında yüksek düzeyde anksiyete yaşamakta ve genellikle yanık yarası bakım prosedürleriyle ilişkili uyarılara karşı güçlü tepkiler geliştirmektedir. Akut ağrıya yönelik bilişsel-davranışsal müdahalelerin tipik uygulamaları arasında hipnoz, zihinsel imgeleme, hastayı sohbete dahil etme, müzik dinleme veya video izleme gibi dikkat dağıtma stratejileri yer almaktadır. Hoffman ve ark., 16 yaşındaki erkek hastanın sağ alt bacağına toplam vücut yüzey alanının %5'ini kaplayan derin yanıkların pansuman değiştirme prosedürü sırasında, dikkat dağıtma aracı olarak arttırılmış SG uygulamasını kullanmışlardır. VAS kullanılarak hastanın pansuman değişimi sırasında ağrı skorlarının düştüğünü kaydetmişlerdir. Bu çalışmanın sonucu SG uygulamalarının dikkat dağıtma müdahaleleri arasında umut verici olduğunu göstermektedir (Hoffman ve ark., 2000).

YEME BOZUKLUKLARI VE OBEZİTE TEDAVİSİNDE SG KULLANIMI

Riva ve ark., Avrupa VREPAR Projesi (Psikolojik Nörolojik Fizyolojik Değerlendirme ve Rehabilitasyon Projesi için Sanal Gerçeklik Ortamları) kapsamında beden imajı bozukluklarının değerlendirilmesi ve tedavisi için SG uygulamasına ilişkin öncü çalışmaları yürütmüştür. Bu projenin temel amacı, belirli ruhsal bozuklukları incelemek ve bunların tedavisi ve rehabilitasyonu için yeni terapötik teknikler geliştirmektir. Yeme bozukluğu ve obezite tedavisinde fiziksel aktiviteyi teşvik etmek ve modellemek için SG teknolojisi kullanılmıştır (Riva ve ark., 1997).

SG uygulamaları, kilo verme davranışlarını göstermek ve modellemek için kullanılabilecek bir araçtır. Kişinin kilo ile ilgili hedef davranışlarını içerecek şekilde uyarlanabilen, kontrol edilebilir, doğal bir ortam sağlamaktadır. Ayrıca yüz

yüze olmayan tedavi yöntemleri için de uygundur (Ershow ve ark., 2011; Persky ve ark., 2011). Sanal ortamda interaktif avatar kullanımı giderek önem kazanmaktadır. İnteraktif avatar kullanımı, klinisyenlere davranışsal kilo verme becerilerini uygulayan hastaları gözlemleme fırsatı sunmakta, bu da anında geri bildirim ve problem çözme (şahsen veya uzaktan) imkânı sağlamaktadır. Avatar tabanlı platformlar, katılımcıları taklit etmek için avatar boyutunu ve şeklini değiştirmenin yanı sıra, katılımcının ortamındaki gerçek işaretleyicilere (örneğin; mutfak, oturma odası) kişiselleştirme de dahil olmak üzere çeşitli modifikasyonlar için esneklik sağlamaktadır (Napolitano ve ark., 2013). Kullanıcılardan kendilerine benzeyen bir avatarın koşu bandında koşmasını izleyenler, bir başkasına benzeyen avatarı izleyenlere kıyasla ertesi gün daha fazla egzersiz yaptıklarını bildirmişlerdir (Feltz ve ark., 2011; Fox ve ark., 2009).

Ferrer-Garcia ve ark., Bulimia Nervosa ve Yeme bozukluğu tedavisine direnç gösteren 58 hastada SG tabanlı maruziyet terapisinin etkili bir ikincil düzey müdahale aracı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Ferrer-Garcia ve ark., 2019).

AKUT VE KRONİK AĞRI YÖNTEMİNDE SG KULLANIMI

Dikkat dağıtma; müzik veya film izlemek gibi çevreye ek uyaranlar sağlayarak algılanan ağrının yoğunluğunu azaltmak için dikkati, ağırlı olmayan bir uyarana yönlendirmeyi amaçlamaktadır (Carrougher ve ark., 2009). Algısal odaklanma müdahaleleri (yani, hislere yönelik dikkat), bireyi hislerin anlamını yorumlamaktan uzaklaştırarak ve kontrol algılarını arttırarak sıkıntıyı azaltabilmektedir (Haythornthwaite ve ark., 2001).

Gold ve ark., SG kullanımının dikkat, duygu, konsantrasyon, işitsel ve görsel duyuları içeren sinyal yollarını değiştirmek gibi çeşitli şekillerde ağrı algısı üzerinde doğrudan ve dolaylı olarak etkili olabileceğini öne sürmüştür (Gold ve ark., 2007). SG deneyimine katılmak, vücudun karmaşık ağrı modülasyon sistemindeki aktiviteyi değiştirebilmekte ve bu da ağrı algısı üzerinde etkiye sahip olabilmektedir. Burada, beynin anterior angular korteks (ACC) bölgesinin ağrıya aracılık etmede özel bir öneme sahip olduğu öne sürülmektedir (Bantick ve ark., 2002). ACC'nin beynin periaqueductal gri alanını aktive ederek, azalan bir ağrı modülasyon sistemini uyaran ve analjezi üreten bir dizi sinyal olayına neden olduğu da öne sürülmektedir. Bu teoriler, bu alanda hızla gelişen teknolojiler ve klinik çalışmalar göz önüne alındığında, SG uygulamalarının akut ağrı sorunları olan hastalar için yararlı bir nonfarmakolojik yardımcı strateji olma potansiyeline sahip olabileceği görülmektedir. Daha ucuz taşınabilir SG sistemlerinin hızla gelişmesiyle, hastaların kendi evlerinde SG kullanmaları mümkün gözükmemektedir (Gold ve ark., 2007; Prajapati & Kumar, 2025).

Kipping ve ark., yaşları 11 ile 17 arasında değişen 41 adolesanın, yanık yarası bakımı sırasında, SG uygulaması ve televizyon izleterek dikkatin dağılma seviyesini karşılaştırmışlardır. SG uygulanan katılımcılar, dikkat dağıtıcı olarak televizyon izlettirilen hastalara kıyasla belirgin ölçüde daha az miktarda entonoks verildiği bulgusuna ulaşmıştır (Kipping ve ark., 2012).

Van Twillert ve ark., yanık yarası tedavisi gören yaşları 8-65 arasında değişen 19 hastada standart bakım (dikkat dağıtma olmaksızın), SG uygulaması ve katılımcıların kendi seçtikleri bir dikkat dağıtma yöntemini (televizyon veya bir hemşireyle tıbbi olmayan bir konuşma) karşılaştırmışlardır. Ağrı ve anksiyeteyi ölçmüşlerdir. Hem SG hem de televizyon izlettirilmesinin, yara bakımı prosedürü sırasında standart tedaviye kıyasla belirgin bir şekilde ağrı azalması gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır (Van Twillert ve ark.,2007).

DAMAR YOLU AÇILMASI SIRASINDA SG KULLANIMI

Kan tahlili ve intravenöz ilaç uygulamaları yapılması gereken her hastada damar yoluna müdahale edilmesi gerekmektedir. Ancak, iğne fobisi olan hastalar için bu süreç hem zorlayıcı hem de ağrılı olabilir. Bu süreci daha konforlu hale getirmek amacıyla SG kullanımına yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmüştür.

Yaş aralığı 10-21 olan 143 hastayı içeren randomize kontrollü bir çalışmada, SG'nin çocuklarda kan alma işlemi sırasında ağrı ve anksiyeteyi azaltma ve hasta memnuniyetini artırma konusundaki etkinliğini standart bakım ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, SG'nin ağrı ve anksiyeteyi önemli ölçüde azalttığını ve özellikle anksiyete duyarlılığı yüksek olan hastalar için daha faydalı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, SG grubundaki hastalar ve sağlık personelleri prosedürden yüksek memnuniyet bildirmiş, bu yöntemin pediatrik hastalar için ağrının önlenmesinde etkili bir yöntem olabileceği vurgulanmaktadır. (Gold& Mahrer, 2018).

Pediatrik nefroloji kliniğinde tedavi gören ve 7-17 yaş arası 38 hastayı içeren bir çalışmada, damar yolu açılması esnasında dikkat dağıtıcı olarak Çoklu Nesne Takibi (MOT) tabanlı bir SG oyunu kullanılmıştır. SG gözlüğü takan grupta, kontrol grubuna kıyasla ağrı ve stres seviyelerinin anlamlı derecede daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen bulgular, SG'nin çocuklar için etkili ve uygun bir ağrı yönetim yöntemi olduğunu göstermekte ve klinik uygulamalarda hemşireler tarafından kolayca kullanılabileceğini desteklemektedir. (Piskorz ve ark., 2018).

CERRAHİ İŞLEMLER VE AMELİYAT ÖNCESİ VE SONRASI MÜDAHALELERDE SG

Bekelis ve ark., omurilik ameliyatı geçiren 127 hastayı içeren randomize kontrollü bir çalışmada, standart bir ameliyat öncesi bilgilendirmeye kıyasla SG'in ameliyat öncesi kaygı ve stresi azaltmada yararlı olduğunu kanıtlamışlardır (Bekelis ve ark., 2017).

Ryu ve ark., ameliyat öncesinde ameliyat ortamına ait SG turuna tabi tutulan 34 çocuğun, geleneksel bilgi alan 35 çocuğa kıyasla ameliyat öncesi daha düşük kaygı düzeyi varlığı ve anestezi sırasında artan uyum gözlemlemişlerdir. Bu çalışmaların sonuçları, cerrahi müdahalelerle ilişkili ağrı ve kaygı hafifletmek için SG'in yardımcı bir araç olabileceğini göstermektedir (Ryu ve ark., 2017).

Cerrahi simülatörler, cerrahi prosedürler için ileri eğitim sağlayan etkili araçlardır. Bilateral Sagittal Split Osteotomi simülasyonunda kritik adımlardan biri, cerrahların çenenin belirli bir bölgesinde mandibulayı doğru bir şekilde kesmelerini sağlamak için yüksek doğrulukta görsel ve dokunsal ipuçlarına güvenmeleridir. Bu yöntem, gerçek zamanlı sanal cerrahi simülasyonu için uygundur ve yüksek doğrulukta dokunsal geri bildirim sunmaktadır (Arikatla ve ark., 2018).

SG teknolojisi oral ve maksillofasiyal cerrahi alanında cerrahi uygulamalara ve eğitime önemli katkılar sağlamıştır. Scolozzi ve ark., 42 yaşındaki kadın hastanın lakrimal bezin pleomorfik adenomunu tedavi etmek için özel bir mikroskop tabanlı SG sistemini kullanarak başarılı bir şekilde çıkarttıklarını bildirmişlerdir (Scolozzi ve ark., 2017).

DENTAL ANKSİYETEDEN SG UYGULAMALARI

Anksiyete, stresin doğal bir yanıtı olarak ortaya çıkan, kontrol edilemeyen duyguların, korkuların ve huzursuzluğun ani ve yoğun bir şekilde yaşandığı bir durumdur. Dental anksiyete geniş bir nüfusu etkileyen ve hemen hemen her bireyde ortaya çıkabilen bir sorundur. Modern diş hekimliği teknolojisinin tüm gelişmelerine rağmen, bireyler hâlâ korku ve endişe tepkileri yaşayabilmektedir. Birçok hasta, dental anksiyete nedeniyle diş tedavisi almaktan kaçınmaktadır. Türkiye'deki araştırmalara göre, dental anksiyete oranının %21,5-23,5 gibi yüksek seviyelere ulaştığı gözlemlenmektedir (Doğaner ve ark., 2015).

SG hem çocuklarda hem de yetişkinlerde anksiyeteyi azaltmada etkili olmuş; kalp atış hızı, nabız hızı ve kan basıncı (KB) gibi fizyolojik değişkenleri de etkilemiştir. Bu değişiklikler ağrı ve anksiyetenin azalmasının göstergesidir (Sullivan ve ark., 2000; Zhao ve ark., 2023).

TIP VE DIŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE SG KULLANIMI

Tıp eğitiminde SG simülasyonlarının kullanılması beceri, bilgi ve tutum gelişimine katkı sağlamış ve geleneksel öğrenmeyi desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. (Chaddad & Jiang, 2025). Anatomi eğitiminde SG kullanımı, insan vücudunun farklı sistemlerini 3 Boyutlu (3B) olarak görselleştirebilir ve pratik becerileri geliştirmektedir (Moro ve ark., 2017). Cerrahi eğitimde, cerrahi ortamın simülasyon ile tecrübe ettirilmesi, iletişim, stres ile başa çıkabilme ve ekip çalışmasını öğretmek adına yarar sağlamaktadır (Hilty ve ark., 2020).

Diş hekimliği preklinik eğitimi, öğrencilere diş hekimliği ekipmanlarını tanıma, el becerilerini geliştirme ve tedavi süreçlerini yönetme yetenekleri kazandırmayı amaçlamaktadır. Psikomotor beceriler, öğrencilerin hasta bakımına geçmeden önce preklinik laboratuvarlarda öğretilir (Riki & Marjoke, 2013). Son zamanlarda, diş hekimliği eğitiminde SG tabanlı araçlar kullanılmaktadır. Bu eğitim araçları, gerçek etkileşim hissiyatına yakın, 3B öğrenme ortamları sunarak diş hekimliği öğrencilerinin klinik deneyimlerini artırmaktadır. SG ortamı, öğrencilere ağız içindeki anatomik yapıları daha iyi ayırt etme imkanı sağlar, bu da öğrenme sürecini daha etkili kılmaktadır (Quinn ve ark., 2003). SG, öğrencilere simülasyonu istedikleri bir noktada duraklatma, gözden geçirme ve rehberlik isteme imkanı sunmaktadır. 3B öğrenme ortamı, restoratif diş hekimliği, baş ve boyun anatomisi, dental anatomi gibi konularda öğrencilerin bilgi ve klinik becerilerini önemli ölçüde geliştirmekte başarıyla kullanılmaktadır (Reyes Acua ve ark., 2020). Reymus ve ark. diş hekimliği öğrencilerinin kök kanal anatomisini öğrenmek için SG kullanımına olumlu bir yaklaşım sergilediklerini belirtmiştir. Bu çalışma, öğrencilerin konik ışınli bilgisayarlı tomografi veya SG'yi, periapikal radyografiye tercih ettiklerini ve kök kanal anatomisinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağladığını göstermektedir (Reymus ve ark., 2020). Formun ÜstüFormun Altı

Zafar ve ark., lokal anestezi uygulamasının eğitiminde SG kullanımının öğrencilerin teknik detaylarını anlamalarına ve pratik becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Ancak, SG'nin fiziksel hissiyatı tam olarak yansıtamaması, özellikle kemik teması gibi kritik unsurların öğrenilmesinde sınırlamalara neden olmuştur. Bu sebeple SG, yardımcı bir eğitim aracı olarak kullanılabileceğini, ancak fantom kafa modelinin yerini alamayacağı belirtilmektedir (Zafar ve ark., 2021).

DENTAL TEDAVİLERDE SG KULLANIMI

Diş çekimi, dental anksiyete ve ağrının en yaygın nedenlerinden biri olarak bilinir, bu da KB ve KAH artmasına neden olabilir. Qin ve ark., kontrollü hipertansiyonu olan ve diş çekimi gereken 96 hastayı anksiyete düzeyine ve cinsiyete göre SG veya standart bakım grubuna randomize etmiştir. Hastaların KB ve KAH

değerlerini dinamik bir şekilde izlemişler ve sonucunda SG tekniğinin KB ve KAH artışını önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir (Qin ve ark., 2022).

Dental implantolojide, dental implantların doğru bir şekilde yerleştirilmesi, fonksiyonel ve estetik gereksinimlere uygun olması önemlidir. SG teknolojileri kullanarak dental implantların 3B sanal ortamda planlanması mümkündür. Bu sayede cerrahi komplikasyonların önüne geçilebilir; dikkatli operasyon planlaması ve anatomik özelliklerin ameliyat öncesi değerlendirilmesi ile optimal sonuçlar elde edilebilir. SG'deki etkileşim genellikle doğrudan el kumandaları ile sağlanmaktadır. Görüntü, farklı açılardan çevrilebilir, döndürülebilir ve ölçeklendirilebilir. İmplantlar, SG kontrolörü kullanılarak önceden planlanan konumlarına yerleştirilir. Bu yöntem, implantların daha kontrollü bir şekilde yerleştirilmesini sağlayarak operasyon sırasında birçok açıdan detaylı görüntüleme imkânı sunmaktadır (Rantamaa ve ark., 2022).

Çocuklarda diş tedavisi sırasında ağrı kontrolünü sağlamak, çocuğun iş birliğini arttırarak iyi bir diş hekimi-hasta ilişkisi kurma amacı taşımaktadır. Sağlık alanında yeni bir yöntem olan SG kullanılarak yapılan dikkat dağıtma, davranış yönetimine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Özellikle genç hastalarda olumsuz davranışları tetikleyebilecek dış uyaranları engelleyen etkileyici bir sanal deneyim sunmaktadır (Wismeijer ve ark.,2005). Anup Panda, 6-8 yaş grubu 30 pediatrik hastada alt süt molar dişlerine pulpa tedavisi yapılacak şekilde deney ve kontrol grupları oluşturmuş, deney grubundaki çocuklara alt alveolar sinir bloğu uygulanmış ve pulpa tedavisi sırasında SG ile video izletilmiştir. SG ile video izleyen çocuklarda nabız hızında belirgin bir düşüş gözlemlenip, bu durum çocuklardaki kaygının azaldığını ve daha az ağrı hissettiklerini işaret etmektedir (Panda, 2017).

SG uygulamasının birçok avantajına rağmen, bazı olumsuz özellikleri de rapor edilmiştir. Bu dezavantajlar arasında, çocuğun yüzüne büyük bir SG gözlüğü takmanın çocukta kaygı ve endişeyi arttırabileceği ve başa takılan bu ekranların çocuk supin pozisyondayken rahatsızlığa neden olabileceği gözlemlenmiştir. Diş tedavisi sırasında hastanın başını sabit tutması gerektiği için tam daldırmanın yapılabilmesi nedeniyle diş tedavileri sırasında kullanılmasının uygun olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Cunningham ve ark., 2021).

SONUÇ

Sağlık alanında SG uygulamaları, tıbbi hizmetler ve tedavilerde yenilikçi bir perspektif sunmaktadır. SG teknolojilerinin sürekli gelişimiyle birlikte bu uygulamalar; hasta deneyimini iyileştirme, tedavi süreçlerini daha anlaşılır ve erişilebilir hale getirme, sağlık profesyonellerinin eğitimini optimize etme ve genel olarak sağlık hizmetlerinin etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. SG'nin tıbbi uygulamalara entegrasyonu, yalnızca daha etkili ve etkileşimli terapötik müdahaleleri

mümkün kılmakla kalmaz, aynı zamanda tıp eğitimi ve hasta katılımı alanlarında da köklü değişimlere yol açmaktadır. Hızla ilerleyen bu teknoloji göz önüne alındığında, SG'nin sağlık sektörünün farklı alanlarında giderek daha fazla yer bulacağı ve modern tıbbın dönüşümünde kritik bir rol oynayacağı aşikardır.

Finansal Kaynak

Bu makale ile ilgili herhangi bir finansal kaynaktan yararlanılmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu makale ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

Çalışmanın Tasarlanması: BÖ (%60), AC (%40)

Veri Toplanması: BÖ (%50), AC (%50)

Veri Analizi: BÖ (%50), AC (%50)

Makalenin Yazımı: BÖ (%50), AC (%50)

Makale Gönderimi ve Revizyonu: BÖ (%50), AC (%50)

KAYNAKLAR

- Al-Namankany, A., Petrie, A., & Ashley, P. (2014). Video modelling and reducing anxiety related to dental injections a randomised clinical trial. *Br Dent J*, 216(12), 675–679. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.497>
- Arikatla, V. S., Tyagi, M., Enquobahrie, A., Nguyen, T., Blakey, G. H., White, R., & Paniagua, B. (2018). High Fidelity Virtual Reality Orthognathic Surgery Simulator. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*, 10576, 1057612. <https://doi.org/10.1117/12.2293690>
- Baños, R. M., Espinoza, M., García-Palacios, A., Cervera, J. M., Esquerdo, G., Barrajón, E., & Botella, C. (2013). A positive psychological intervention using virtual reality for patients with advanced cancer in a hospital setting: a pilot study to assess feasibility. *Support Care Cancer*, 21(1), 263–270. <https://doi.org/10.1007/s00520-012-1520-x>
- Bantick, S. J., Wise, R. G., Ploghaus, A., Clare, S., Smith, S. M., & Tracey, I. (2002). Imaging how attention modulates pain in humans using functional MRI. *Brain*, 125(Pt 2), 310–319. <https://doi.org/10.1093/brain/awf022>
- Barbato, S., Di Natale, L. (2017). *Finestre sul Futuro*; Alpes: Roma, Italy.
- Bekelis, K., Calnan, D., Simmons, N., MacKenzie, T. A., & Kakoulides, G. (2017). Effect of an Immersive Preoperative Virtual Reality Experience on Patient Reported Outcomes: A Randomized Controlled Trial. *Ann Surg*, 265(6), 1068–1073. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002094>
- Buchanan J. A. (2004). Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ*, 68(12), 1258–1265. <https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2004.68.12.tb03875.x>
- Burdea G. C. (2003). Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods Inf Med*, 42(5), 519–523. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1638156>
- Carrougher, G. J., Hoffman, H. G., Nakamura, D., Lezotte, D., Soltani, M., Leahy, . . . Patterson, D. R. (2009). The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. *J Burn Care Res*, 30(5), 785–791. <https://doi.org/10.1097/BCR.0b013e3181b485d3>
- Chaddad, A., Jiang, Y. (2025). Integrating technologies in the metaverse for enhanced healthcare and medical education. *IEEE Trans Learn Technol*, PP(99):1-14 doi:10.1109/TLT.2025.3537802.

- Chirico, A., Lucidi, F., De Laurentiis, M., Milanese, C., Napoli, A., & Giordano, A. (2016). Virtual Reality in Health System: Beyond Entertainment. A Mini-Review on the Efficacy of VR During Cancer Treatment. *J Cell Physiol*, 231(2), 275–287. <https://doi.org/10.1002/jcp.25117>
- Cunningham, A., McPolin, O., Fallis, R., Coyle, C., Best, P., & McKenna, G. (2021). A systematic review of the use of virtual reality or dental smartphone applications as interventions for management of paediatric dental anxiety. *BMC Oral Health*, 21(1), 244. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-01602-3>
- Dockx, K., Bekkers, E. M., Van den Bergh, V., Ginis, P., Rochester, L., Hausdorff, J. M., ... Nieuwboer, A. (2016). Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. *Cochrane Database Syst Rev*, 12(12), CD010760. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010760.pub2>
- Doğaner, YÇ., Aydoğan, Ü., Yeşil, H., Sarı, O., Koç, B. (2015). Genç bireylerde dental anksiyete ve ilişkili faktörler. *Gulhane Med J*, 57(2), 160-164. <https://doi.org/10.33631/sabd.1338778>
- Elkefi, S., Choudhury, A. (2025). Role of Virtual Reality in Improving Home Cancer Care: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 14(2), 385. <https://doi.org/10.3390/electronics14020385>
- Ershow, A. G., Peterson, C. M., Riley, W. T., Rizzo, A. S., & Wansink, B. (2011). Virtual reality technologies for research and education in obesity and diabetes: research needs and opportunities. *J Diabetes Sci Technol*, 5(2), 212–224. <https://doi.org/10.1177/193229681100500202>
- Espinoza, M., Baños, R. M., García-Palacios, A., Cervera, J. M., Esquerdo, G., Barrajón, E., & Botella, C. (2012). Promotion of emotional wellbeing in oncology inpatients using VR. *Stud Health Technol Inform*, 181, 53–57. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-121-2-53>
- Fan, L., Zeng, J., Ran, L., Zhang, C., Wang, J., Yu, C., & Zhao, N. (2023). Virtual reality in managing dental pain and anxiety: a comprehensive review. *Front Med*, 10, 1285142. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1285142>
- Feltz, D. L., Kerr, N. L., & Irwin, B. C. (2011). Buddy up: the Köhler effect applied to health games. *J Sport Exerc Psychol*, 33(4), 506–526. <https://doi.org/10.1123/jsep.33.4.506>
- Ferrer-Garcia, M., Pla-Sanjuanelo, J., Dakanalis, A., Vilalta-Abella, F., Riva, G., Fernandez-Aranda, ... Gutiérrez-Maldonado, J. (2019). A Randomized Trial of Virtual Reality-Based Cue Exposure Second-Level Therapy and Cognitive Behavior Second-Level Therapy for Bulimia Nervosa and Binge-Eating Disorder: Outcome at Six-Month Followup. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 22(1), 60–68. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0675>
- Fox, J., Bailenson, J.N. (2009) Virtual self-modeling: the effects of vicarious reinforcement and identification on exercise behaviors. *Media Psychol*;12(1):1–25. <https://doi.org/10.1080/15213260802669474>
- Galeazzi, A., di Milo, G. (2011) Nuove frontiere in psicoterapia: La realtà virtuale. *Psicoter. Cogn. Comport*, 17(1) 31–52.
- Gallo, L., Minutolo, A., & De Pietro, G. (2010). A user interface for VR-ready 3D medical imaging by off-the-shelf input devices. *Comput Biol Med*, 40(3), 350–358. <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2010.01.006>
- Garrett, B., Taverner, T., Masinde, W., Gromala, D., Shaw, C., & Negraeff, M. (2014). A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice. *Clin J Pain*, 30(12), 1089–1098. <https://doi.org/10.1097/AJP.0000000000000064>
- Gershon, J., Zimand, E., Pickering, M., Rothbaum, B. O., & Hodges, L. (2004). A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 43(10), 1243–1249. <https://doi.org/10.1097/01.chi.0000135621.23145.0546>
- Goble, D. J., Cone, B. L., & Fling, B. W. (2014). Using the Wii Fit as a tool for balance assessment and neurorehabilitation: the first half decade of "Wii-search". *J Neuroeng Rehabil*, 11, 12. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-12>
- Gold, J. I., Belmont, K. A., & Thomas, D. A. (2007). The neurobiology of virtual reality pain attenuation. *Cyberpsychol Behav*, 10(4), 536–544. <https://doi.org/10.1089/cpb.2007.9993>
- Gold, J. I., & Mahrer, N. E. (2018). Is Virtual Reality Ready for Prime Time in the Medical Space? A Randomized Control Trial of Pediatric Virtual Reality for Acute Procedural Pain Management. *J Pediatr Psychol*, 43(3), 266–275. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsx129>
- Gonçalves, R., Pedrozo, A. L., Coutinho, E. S., Figueira, I., & Ventura, P. (2012). Efficacy of virtual reality exposure therapy in the treatment of PTSD: a systematic review. *PLoS one*, 7(12), e48469. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048469>
- Gramaglia, G. (2013), *La Realtà Virtuale in Psicoterapia: Scienza o Fantascienza?* Ilmiolibro Self Publishing. Milano: Italy.
- Grassi, L., Berardi, M. A., Ruffilli, F., Meggiolaro, E., Andritsch, E., Sirgo, A., ... Nanni, M. G., Psycho-Oncology and UniFE Psychiatry Co-Authors (2015). Role of psychosocial variables on chemotherapy-induced nausea and vomiting and health-related quality of life among cancer patients: a European study. *Psychother Psychosom*, 84(6), 339–347. <https://doi.org/10.1159/000431256>
- Haythronthwaite, J. A., Lawrence, J. W., & Fauerbach, J. A. (2001). Brief cognitive interventions for burn pain. *Ann Behav Med*, 23(1), 42–49. https://doi.org/10.1207/S15324796ABM2301_7

- Hilty, DM., Randhawa, K., Maheu, MM., McKean, AJS., Pantera, R., Mishkind, MC., Albert R. A review of telepresence, virtual reality and augmented reality applied to clinical care. *J Technol Behav Sci.* 2020; 5(1):1-28. <https://doi.org/10.1007/s41347-020-00126-x>
- Hoffman, H. G., Chambers, G. T., Meyer, W. J., 3rd, Arceneaux, L. L., Russell, W. J., Seibel, . . . Patterson, D. R. (2011). Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures. *Ann Behav Med*, 41(2), 183-191. <https://doi.org/10.1007/s12160-010-9248-7>
- Hoffman, H. G., Doctor, J. N., Patterson, D. R., Carrougner, G. J., & Furness, T. A., 3rd (2000). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85(1-2), 305-309. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(99\)00275-4](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(99)00275-4)
- İşıkılı, S., Baran, Z., Aslan, S. (2019) Özgül fibilerde sanal gerçeklik teknolojisi uygulamaları ile tedaviye yardımcı araç geliştirme: Bir etkililik çalışması. *Klinik Psikiyatri Dergisi*, 22(3): 316-32. <https://doi.org/10.5505/kpd.2019.43660>
- Jung, E. Y., Park, D. K., Lee, Y. H., Jo, H. S., Lim, Y. S., & Park, R. W. (2012). Evaluation of practical exercises using an intravenous simulator incorporating virtual reality and haptics device technologies. *Nurse Educ Today*, 32(4), 458-463. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2011.05.012>
- Keshner E. A. (2004). Virtual reality and physical rehabilitation: a new toy or a new research and rehabilitation tool? *J Neuroeng Rehabil*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-1-8>
- Khor, W. S., Baker, B., Amin, K., Chan, A., Patel, K., & Wong, J. (2016). Augmented and virtual reality in surgery-the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Ann Transl Med*, 4(23), 454. <https://doi.org/10.21037/atm.2016.12.23>
- Kipping, B., Rodger, S., Miller, K., & Kimble, R. M. (2012). Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care: a prospective randomized controlled trial. *Burns*, 38(5), 650-657. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2011.11.010>
- Lewis, G. N., & Rosie, J. A. (2012). Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users?. *Disabil Rehabil*, 34(22), 1880-1886. <https://doi.org/10.3109/09638288.2012.670036>
- Li, W. H., Chung, J. O., Ho, E. K., & Chiu, S. Y. (2011). Effectiveness and feasibility of using the computerized interactive virtual space in reducing depressive symptoms of Hong Kong Chinese children hospitalized with cancer. *J Spec Pediatr Nurs*, 16(3), 190-198. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6155.2011.00288.x>
- Lutgendorf, S. K., Sood, A. K., & Antoni, M. H. (2010). Host factors and cancer progression: biobehavioral signaling pathways and interventions. *J Clin Oncol*, 28(26), 4094-4099. <https://doi.org/10.1200/JCO.2009.26.9357>
- Maples-Keller, J. L., Yasinski, C., Manjin, N., & Rothbaum, B. O. (2017). Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress. *Neurotherapeutics*, 14(3), 554-563. <https://doi.org/10.1007/s13311-017-0534-y>
- Meyerbröker, K., & Emmelkamp, P. M. (2010). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies. *Depress Anxiety*, 27(10), 933-944. <https://doi.org/10.1002/da.20734>
- Mirelman, A., Maidan, I., & Deutsch, J. E. (2013). Virtual reality and motor imagery: Promising tools for assessment and therapy in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 28(11), 1597-1608. <https://doi.org/10.1002/mds.25670>
- Moro, C., Strömberg, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anat Sci Educ*, 10(6), 549-559. <https://doi.org/10.1002/ase.1696>
- Napolitano, M. A., Hayes, S., Russo, G., Muresu, D., Giordano, A., & Foster, G. D. (2013). Using avatars to model weight loss behaviors: participant attitudes and technology development. *J Diabetes Sci Technol*, 7(4), 1057-1065. <https://doi.org/10.1177/193229681300700430>
- Nilsson, S., Finnström, B., Kokinsky, E., & Enskär, K. (2009). The use of Virtual Reality for needle-related procedural pain and distress in children and adolescents in a paediatric oncology unit. *Eur J Oncol Nurs*, 13(2), 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2009.01.003>
- Oprış, D., Pinte, S., García-Palacios, A., Botella, C., Szamosközi, Ş., & David, D. (2012). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis. *Depress Anxiety*, 29(2), 85-93. <https://doi.org/10.1002/da.20910>
- Panda, A. (2017) Effect of virtual reality distraction on pain perception during dental treatment in children. *Int J Oral Care Res*, 5(10), 278-281. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10051-0115>
- Persky S. (2011). Application of virtual reality methods to obesity prevention and management research. *J Diabetes Sci Technol*, 5(2), 333-339. <https://doi.org/10.1177/193229681100500220>
- Piskorz, J., & Czub, M. (2018). Effectiveness of a virtual reality intervention to minimize pediatric stress and pain intensity during venipuncture. *J Spec Pediatr Nurs: JSPN*, 23(1), 10.1111/jspn.12201. <https://doi.org/10.1111/jspn.12201>
- Powers, M. B., & Emmelkamp, P. M. (2008). Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *J Anxiety Disord*, 22(3), 561-569. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2007.04.006>

- Prajapati, M. & Kumar, S. (2025). Virtual reality revolution in healthcare: a systematic review. *Health Technol*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s12553-025-00941-3>
- Qin, Z., Zhou, C., Zhu, Y., Wang, Y., Cao, H., Li, W., & Huang, Z. (2022). Virtual Reality for Hypertension in Tooth Extraction: A Randomized Trial. *J Dent Res*, 101(4), 400–406. <https://doi.org/10.1177/00220345211049393>
- Quinn, F., Keogh, P., McDonald, A., & Hussey, D. (2003). A pilot study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ*, 7(1), 13–19. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0579.2003.00264.x>
- Raghav, K., Van Wijk, A. J., Abdullah, F., Islam, M. N., Bernatchez, M., & De Jongh, A. (2016). Efficacy of virtual reality exposure therapy for treatment of dental phobia: a randomized control trial. *BMC Oral Health*, 16, 25. <https://doi.org/10.1186/s12903-016-0186-z>
- Rantamaa, H. R., Kangas, J., Jordan, M., Mehtonen, H., Mäkelä, J., Ronkainen, . . . Raisamo, R. (2022). Evaluation of virtual handles for dental implant manipulation in virtual reality implant planning procedure. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 17(9), 1723–1730. <https://doi.org/10.1007/s11548-022-02693-1>
- Reyes-Acuca, M. J., Sánchez-Lezama, Z. S., Capistrán-Sarmiento, B., Teodoro-Isneros, A., Suárez-Franco, J. L., & Cerda-Cristerna, B. I. (2020). Learning of the mental nerve block technique with dental anaesthesia simulation models builds motor skills and confidence in dental students. *Eur J Dent Educ*, 24(3), 491–498. <https://doi.org/10.1111/eje.12527>
- Reymus, M., Liebermann, A., & Diegritz, C. (2020). Virtual reality: an effective tool for teaching root canal anatomy to undergraduate dental students- a preliminary study. *Int Endod J*, 53(11), 1581–1587. <https://doi.org/10.1111/iej.13380>
- Riki, GJ., Marjoke Vervoorn, JB. (2013) Simulation in dentistry and oral health. The comprehensive textbook of healthcare simulation. New York: NY Springer.
- Riva, G., Melis, L., Bolzoni, M. (1997) Treating body image disturbances. *Communications of the ACM*; 40:69–71. <https://doi.org/10.1089/cyber.2016.0012>
- Riva, G., Gaggioli, A. *Realtà Virtuali*. (2019), Gli Aspetti Psicologici Delle Tecnologie Simulative e il Loro Impatto Sull'esperienza Umana Giunti. Firenze: Italy.
- Ryu, J. H., Park, S. J., Park, J. W., Kim, J. W., Yoo, H. J., Kim, . . . Han, S. H. (2017). Randomized clinical trial of immersive virtual reality tour of the operating theatre in children before anaesthesia. *Br J Surg*, 104(12), 1628–1633. <https://doi.org/10.1002/bjs.10684>
- Scheffler, M., Koranyi, S., Meissner, W., Strauß, B., & Rosendahl, J. (2018). Efficacy of non-pharmacological interventions for procedural pain relief in adults undergoing burn wound care: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Burns: Burns*, 44(7), 1709–1720. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2017.11.019>
- Schneider, S. M., & Workman, M. L. (1999). Effects of virtual reality on symptom distress in children receiving chemotherapy. *Cyberpsychol Behav*, 2(2), 125–134. <https://doi.org/10.1089/cpb.1999.2.125>
- Schneider, S. M., & Hood, L. E. (2007). Virtual reality: a distraction intervention for chemotherapy. *Oncol Nurs Forum*, 34(1), 39–46. <https://doi.org/10.1188/07.ONF.39-46>
- Schneider, S. M., Kisby, C. K., & Flint, E. P. (2011). Effect of virtual reality on time perception in patients receiving chemotherapy. *Support Care Cancer*, 19(4), 555–564. <https://doi.org/10.1007/s00520-010-0852-7>
- Schuster-Amft, C., Eng, K., Suica, Z., Thaler, I., Signer, S., Lehmann, . . . Kiper, D. (2018). Effect of a four-week virtual reality-based training versus conventional therapy on upper limb motor function after stroke: A multicenter parallel group randomized trial. *PLoS one*, 13(10), e0204455. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204455>
- Scolozzi, P., & Bijlenga, P. (2017). Removal of recurrent intraorbital tumour using a system of augmented reality. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 55(9), 962–964. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2017.08.360>
- Smith, JD., & Steel, J. (2000). The use of virtual simulation for dismounted infantry training. In *Proceedings of the NATO Modelling & Simulation Conference*, Shrivenham, UK.
- Sullivan, C., Schneider, P. E., Musselman, R. J., Dummett, C. O., Jr, & Gardiner, D. (2000). The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *ASDC J Dent Child*, 67(3), 193–161. [url=\[https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23329663\]](https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23329663)
- Summer, G. J., Puntillo, K. A., Miaskowski, C., Green, P. G., & Levine, J. D. (2007). Burn injury pain: the continuing challenge. *J Pain*, 8(7), 533–548. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2007.02.426>
- Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-1-10>
- Teo, W. P., Muthalib, M., Yamin, S., Hendy, A. M., Bramstedt, K., Kotsopoulos, E., ... Ayaz, H. (2016). Does a Combination of Virtual Reality, Neuromodulation and Neuroimaging Provide a Comprehensive Platform for Neuro-rehabilitation? - A Narrative Review of the Literature. *Front Hum Neurosci*, 10, 284. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00284>

- Van Twillert, B., Bremer, M., & Faber, A. W. (2007). Computer-generated virtual reality to control pain and anxiety in pediatric and adult burn patients during wound dressing changes. *J Burn Care Res*, 28(5), 694-702. <https://doi.org/10.1097/BCR.0B013E318148C96F>
- Weiss, P. L., Rand, D., Katz, N., & Kizony, R. (2004). Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *J Neuroeng Rehabil*, 1(1), 12. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-1-12>
- Whiteford, H. A., Degenhardt, L., Rehm, J., Baxter, A. J., Ferrari, A. J., Erskine, H. E., . . . Vos, T. (2013). Global burden of disease attributable to mental and substance use disorders: findings from the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* (London, England), 382(9904), 1575-1586. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61611-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61611-6)
- Wiechman Askay, S., & Patterson, D. R. (2008). What are the psychiatric sequelae of burn pain? *Curr Pain Headache Rep*, 12(2), 94-97. <https://doi.org/10.1007/s11916-008-0018-1>
- Wiederhold, B. K., Riva, G., & Gutiérrez-Maldonado, J. (2016). Virtual Reality in the Assessment and Treatment of Weight-Related Disorders. *Cyberpsychology Behav Soc Netw*, 19(2), 67-73. <https://doi.org/10.1089/cyber.2016.0012>
- Winkels, D. G., Kottink, A. I., Temmink, R. A., Nijlant, J. M., & Buurke, J. H. (2013). Wii™-habilitation of upper extremity function in children with cerebral palsy. An explorative study. *Dev Neurorehabil*, 16(1), 44-51. <https://doi.org/10.3109/17518423.2012.713401>
- Wismeijer, A. A., & Vingerhoets, A. J. (2005). The use of virtual reality and audiovisual eyeglass systems as adjunct analgesic techniques: a review of the literature. *Ann Behav Med*, 30(3), 268-278. https://doi.org/10.1207/s15324796abm3003_11
- Yeh, S. C., Lee, S. H., Chan, R. C., Chen, S., & Rizzo, A. (2014). A virtual reality system integrated with robot-assisted haptics to simulate pinch-grip task: Motor ingredients for the assessment in chronic stroke. *NeuroRehabilitation*, 35(3), 435-449. <https://doi.org/10.3233/NRE-141134>
- Zafar, S., Siddiqi, A., Yasir, M., & Zachar, J. J. (2021). Pedagogical development in local anaesthetic training in paediatric dentistry using virtual reality simulator. *Eur Arch Paediatr Dent*, 22(4), 667-674. <https://doi.org/10.1007/s40368-021-00604-7>