



SAĞLIK HİZMETLERİNDE SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİLERİ

Virtual Reality Technologies in Health Care

Şenol Demirci

Hacettepe Üniversitesi İİBF Sağlık Yönetimi Bölümü

ÖZ

Sağlık hizmetleri, yeni teknolojilerden çok hızlı şekilde etkilenen alanlardan biridir. Sağlık hizmetlerinin sunumunda kullanılan teknolojiler doktorlara, hemşirelere ve diğer sağlık çalışanlarına daha az hatayla işlerini yapma şansı verirken hastaların da daha kısa sürede iyileşmelerini sağlamaktadır. Bunlara ek olarak kullanılan teknolojiler, hizmet verimliliğini arttırmada ve kalitenin yükseltilmesinde önemli etkenler arasında yer almaktadır. Bu teknolojiler arasındaki sanal gerçeklik teknolojilerinin, gelecekte sağlık hizmetlerinde önemli derecede etkili olacağı düşünülmektedir. Klinik açıdan onaylanan sanal gerçeklik teknolojileri dünya çapında yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Sanal gerçeklik, sanal çevrede kişiye herhangi bir durumun içinde onu yaşıyormuş hissi vererek ekstra bir boyut sağlamaktadır. Genel manada sanal gerçeklik, kurgu ve teknolojiyle gerçek ve hayalin birleştirilmesidir. Sağlık hizmetlerinde cerrahi, tedavi, rehabilitasyon ve eğitim alanında kullanılan bu teknolojiler hem hastalara hem de sağlık çalışanlarına işlerini yapmada kolaylık sağladığından, ulusal boyutta olmasa da uluslararası boyutta sağlık hizmetlerinde kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bunlara paralel olarak uluslararası literatürde sanal gerçeklikle sağlık hizmeti arasındaki ilişki ve faydaları hakkında çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, Türkçe literatürde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik, Sağlık ve Sanal Gerçeklik, Sağlık Eğitimi ve Sanal Gerçeklik

ABSTRACT

Health services is one of the areas affected by new technologies very quickly. While the technologies used in the presentation of health services give doctors, nurses and other health workers the chance to do their work with fewer mistakes, they also allow the patients to heal more quickly. In addition, the technologies used are among the key factors to increase service efficiency and improve quality. Virtual reality technologies between these technologies are thought to be significantly effective in future healthcare services. Virtual reality technologies that are clinically approved are widely used worldwide. Virtual reality provides an extra dimension to the person in the virtual environment, giving them the feeling of experiencing it in any situation. In the general sense, virtual reality technology is a combination of real and fiction and imagination. These technologies, which are used in the field of surgical, treatment, rehabilitation and education in health services, have also made it easier for both patients and health workers to do their jobs, and have expanded their use of health services at international level, even if not at national level. Parallel to these, although there are many studies on the relation and benefits between virtual reality and health services in international literature, there are very few studies in Turkish literature.

Keywords: Virtual Reality, Health and Virtual Reality, Health Education and Virtual Reality

GİRİŞ

Şenol Demirci ✉: senoldemirci@gmail.com
Hacettepe Üniversitesi İİBF Sağlık Yönetimi Bölümü

Sağlık hizmetlerinde teknoloji, yaşam kalitesini arttıran ve bir sağlık sorununu çözmek için geliştirilen sistemler, yöntemler, aşılar, ilaçlar, cihazların geliştirdiği yetenekler ve organize bilgilerin uygulanmasıdır (World Health Organization, 2011). Sağlık hizmetlerinin sunumunda genel olarak teknolojiler, sağlıklılık halinin devam ettirilmesi, hastalıkların başlangıç safhasının geciktirilmesi ya da engellenmesi ve sağlık problemlerine çözümler getirmek için kullanılmaktadır (National Center for Health Statistics, 2009).

Sağlık hizmetlerinin sunumunda kullanılan teknolojiler doktorlara, hemşirelere ve diğer sağlık çalışanlarına daha az hatayla işlerini yapma şansı verirken hastaların da daha kısa sürede iyileşmelerini sağlamaktadır. Bununla birlikte kullanılan teknolojiler, hizmet verimliliğini arttırmada ve kalitenin yükseltilmesinde önemli etkenler arasında yer almaktadır (Seçim & Pekelman, 2017).

Sağlık hizmetleri, yeni teknolojilerden çok hızlı şekilde etkilenen alanlardan biridir. 2025 yılına kadar sağlık hizmetlerini etkileyecek önemli teknolojik trendlerden bazıları ise şunlardır (Ammatuna & Changcoco, 2017) :

- Tıbbın kişileştirilmesi
- Nanoteknoloji ve 3D yazıcıların kullanılması
- Sağlık hizmetlerine erişimi arttıracak mobil sağlık teknolojilerinin yaygınlaşması
- Yapay zeka
- Sanal gerçeklik

Özellikle robotlar ve sanal gerçeklik gibi yeni teknolojiler, gelecekte sağlık hizmetlerinde önemli derecede etkili olacaktır. Klinik olarak da onaylanan sanal gerçeklik teknolojileri dünya çapında yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (McCloy & Stone, 2001). ABI araştırma şirketi tıp ve sağlık hizmetlerinde sanal gerçeklik teknolojilerinin 2017'de 8.9 milyon dolar, 2022'de ise 285 milyon dolarlık pazar payına sahip olacağı çıkarımında bulunmuştur (Bay, 2017).

Sanal gerçeklik teknolojilerinin sağlık hizmetleri üzerine muhtemel etkilerinin, sağlık hizmetlerinde kullanılan birçok teknolojiden daha fazla olacağı düşünülmektedir (Riva, 2000). Sanal gerçeklik teknolojileri cerrahide, sağlık çalışanlarının hastalık ya da diğer sağlık sorunlarını teşhis etmesinde, tıp ve sağlık hizmetlerindeki diğer meslek gruplarının

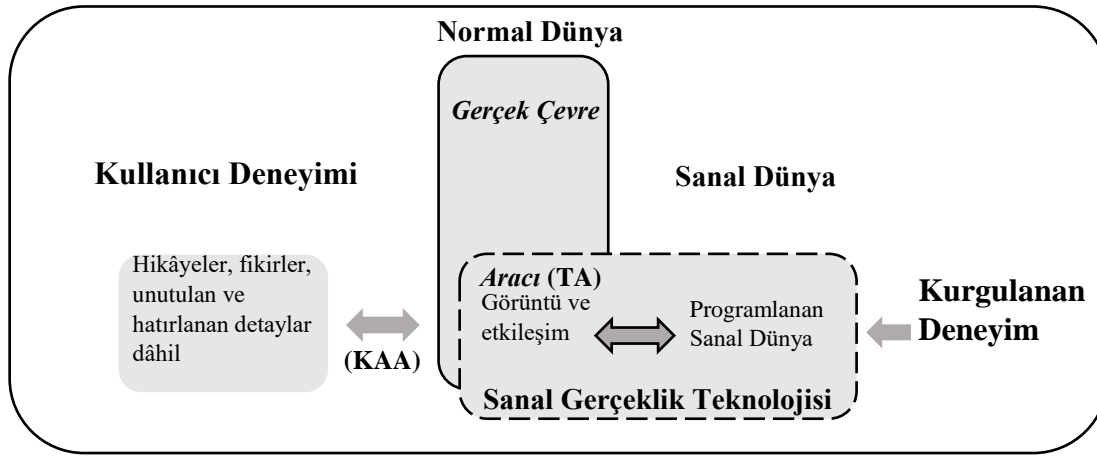
eğitiminde, hastaların rehabilitasyonunda ve egzersiz yaptırılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Lányi, 2006).

Bu çalışmada gittikçe dünya çapında kullanımı yaygınlaşan ve sağlık hizmetlerinde ilerleyen yıllarda trend olacağı düşünülen sanal gerçekliğin tanımı, önemi ve kullanım alanları hakkında açıklamalar yapılacaktır. Bunun yanı sıra sanal gerçekliğin; sağlık ve sağlık hizmetleriyle ilişkisinden, sağlık ve sağlık hizmetlerine muhtemel katkılarından, tıp ve diğer sağlık mesleklerinin eğitiminde kullanımından ve hangi amaçlar için kullanılabilirliğinden de bahsedilecektir. Uluslararası literatürde sanal gerçekliğin sağlıkla ilişkisi hakkında çok sayıda çalışma bulunmasına karşın, Türkçe literatürde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

SANAL GERÇEKLIK NEDİR?

Görsel ve işitsel duylara hitap eden araçlar insanlar için her zaman daha fazla ilgi çekici olmuştur. Sanal gerçeklik, sanal çevrede kişiye herhangi bir durumun içinde onu yaşıyormuş hissi vererek ekstra bir boyut sağlamaktadır. Genel manada sanal gerçeklik, kurgu ve teknolojiyle gerçek ve hayalin birleştirilmesidir (Fuchs, Moreau & Guitton, 2011). Bir başka tanımda ise fiber optik data eldiven ve video gözlük yardımıyla kişinin içerisinde hareket edebildiği alternatif bir dünya olarak tanımlanmaktadır. Sanal gerçekliğin yaşanmasını sağlayan bu cihazlar; bilgisayar, gözlük, kulaklık ve hareket algılayıcı sensörlerin birleşimiyle oluşan bir donanımdır (Steuer, 1992).

Bilgisayar yardımıyla oluşturulan bu alternatif dünya kişiye gerçekmiş hissi vermektedir. Oluşturulan bu sanal dünyada kontrol tamamen kullanıcının elinde bulunmaktadır. Bu sanal dünya kullanıcılarına kendini test etme, alıştırmalar yapma ve çevresini değerlendirme imkanı da sunmaktadır. Uçak simülatörleri gibi teknolojiler kullanılarak oluşturulan sanal çevrelerin aksine sanal gerçeklik teknolojileriyle oluşturulan çevrelerde, kullanıcı gerçek hayatta kontrol edilmesi zor olan durumlarla gerçekten yaşıyormuş gibi karşı karşıya kalarak kendini değerlendirebilmektedir (Rizzo & Kim, 2005).



Şekil 1. Sanal Gerçeklik Çevresinin Oluşumu

Kaynak: Coquillart S. Brunnett G. Welch G. (2011) Virtual Realities, SpringerWienNewYork.

Şekil 1’de görüldüğü üzere sanal gerçeklik teknolojisi her zaman sanal dünya fikrini ortaya çıkarmak için bir aracı olarak fiziksel (normal) dünyaya ihtiyaç duymaktadır. Şekildeki aracı teknik arayüzdür (TA). Kullanıcın algıladığı arayüz (KAA), vücut sensörleri gibi teknik arayüzler yardımıyla kullanıcının kurgulanan deneyimi normal dünyayla birleştirerek yaşadığı ortamdır (Coquillart, Brunnett & Welch, 2011).

Sanal gerçeklik terimi Jaron Lanier tarafından literatüre kazandırılmıştır (Reznek, Harter & Krummel, 2002). İlk başlarda askeriye ve eğlence sektöründe kullanılmaya başlanılan teknoloji zamanla sağlık hizmetlerinde ve bilimsel alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Sağlık hizmetlerinde 1993 yılının başlarında, ruhsal hastalıkların tedavisinde kullanılan sanal gerçeklik teknolojileri yükseklik korkusu gibi spesifik fobilerin tedavi edilmesinde başarılı sonuçlar doğurmuştur (Wiederhold, 2006). Sanal gerçeklik teknolojileri, sağlık hizmetlerinin birçok alanına katkı sağlamaktadır. Bu alanlardan bazıları: cerrahi işlemler (uzaktan kontrollü cerrahi işlemler, artırılmış gerçeklikle cerrahi işlemler ve ameliyattan önce işlemlerin planlanması ve simülasyonu), tıbbi tedavi, koruyucu sağlık hizmetleri, hasta eğitimi, tıbbi eğitim, devasa tıbbi verilerin görselleştirilmesi, kabiliyetlerin artırılması veya iyileştirilmesi ve sağlık hizmet tesislerinin mimari tasarımı gibi alanlardır. Bu alanlardaki uygulamalar sağlık hizmet kalitesini geliştirmekle birlikte maliyetlerin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Riva, 1997).

Bu teknolojilerin farkında olan klinisyenler ve araştırmacıların da katkılarıyla sanal gerçeklik teknolojileri, çok hızlı bir şekilde tıp toplumu tarafından kabul görmeye başlamıştır.

Özellikle Birleşik Devletler’de sanal gerçeklik teknolojileri, fiziksel ve psiko-sosyal rehabilitasyon için umut verici bir araç olarak görüldüğünden önemli miktarda araştırma ve geliştirme yatırımları yapılmaktadır (Wiederhold, 2006).

Tedavi, Rehabilitasyon Ve Cerrahi Araç Olarak Sanal Gerçeklik Teknolojileri

Sanal gerçeklik teknolojileri, son zamanlarda hastaların rehabilite edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir araç haline dönüşmüştür. Özellikle klinik uygulamalarda ve klinik psikolojide önemli rol oynamasına rağmen daha çok koruyucu sağlık hizmetlerini destekleyen bir araç olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojilerinin hastaların rehabilite edilmesindeki faydalarına baktığımızda; bilişsel bozukların tedavi edilmesi gerçek bir çevre yerine sanal bir çevrede daha hızlı gerçekleşebilir, potansiyel olarak tehlikeli olabilecek alıştırılardan, oluşturulan sanal çevreyle ve sanal gerçeklik teknolojileriyle kaçınılması sağlanabilir, sanal gerçeklik teknolojileriyle çalışmak zevkli gelebilir bu da motivasyonun artışı sağlayarak hastaların iyileşme sürelerine ve daha istekli alıştırılmaları yapmasına katkı sağlayabilir (Lányi, 2006).

Bilişsel rehabilitasyonda sanal gerçeklik teknolojileri, beyinde hasar olan hastaların bilişsel işlevlerinin tekrar eski haline getirilmesinde etkili şekilde kullanılmaktadır. Felç, doğuştan gelen beyin hasarları ve Parkinson hastalığı gibi rahatsızlıkların tedavi edilmesinde kullanımına ek olarak denge problemlerinin çözümünde, ortopedik rehabilitasyonda ve günlük hayattaki aktiviteleri yerine getirmede zorlanan hastaların alıştırılmaları yaparak bu aktiviteleri eskisi gibi sağlıklı şekilde yerine getirmesine yardımcı olmaktadır. Felçli hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, fiziksel terapiyle birlikte sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanılması, motor fonksiyonlarda gelişim ve beyin nöroplastisitesinde değişimle sonuçlanmıştır. Gelişimsel bozukluk yaşayan bireyler ile otistik çocukların rehabilitasyonu üzerine yapılan başka bir çalışmada ise sanal gerçeklik uygulamalarının iyileşmeyi hızlandırdığı tespit edilmiştir (Wiederhold, 2006).

MR ve Radyografi cihazlarından elde edilen filmler, sanal gerçeklik teknolojileri kullanılarak dinamik, interaktif ve 3D görseller haline getirilmektedir. Radyolojik kesitlerden alınan organların simüle edilmiş üç boyutlu rekonstrüksiyonu, klinisyenlere bir hastanın anatomisini daha doğal bir bakış açısı ile sunarak önemli bir tanı aracı olmaktadır (Szekely & Satava, 1999). Yapılan bu görselleştirmeler ve bunun sanal çevreye entegre edilmesi teşhisi kolaylaştırdığı gibi tedavinin de hızlıca uygulanmasının yolunu açabilmektedir. Aynı

zamanda sanal gerçeklik teknolojileriyle simülasyonlar hazırlanarak, hastalıkların ya da rahatsızlıkların ileri evreleri hakkında çıkarımlar yapılması sağlanabilmektedir.

Teşhisteki sanal gerçeklik uygulamalarına ek olarak cerrahi işlemlerde hastanın dokusu, organları, tıbbi araçlar ve diğer ayrıntılar en ince ayrıntısına kadar 3D görseller haline getirilerek simule edilmektedir (V.O'Toole vd., 1999). Aynı zamanda sanal gerçeklik; karmaşık anatomik incelemelerde ya da cerrahi işlemlerin uygulanmasında 3D görsellerle etkileşim sağlayarak gerçekçi simülasyonlar oluşturması fırsatı vererek uygulamada ya da incelemelerde hekimlere kolaylık sağlayabilmektedir (Satava, 1993).

Sanal gerçeklik teknolojilerinin içerisinde bulunan cerrahi simülasyonlar, endoskopik incelemeler sırasında teşhis etmede (Bar-Meir, 2000; Vining, 1996), laparoskopik cerrahi işlemlerde (Beyer-Berjot, Berdah, Hashimoto, Darzi & Aggarwal, 2016; Tendick, Downes, Güntekin & Çavuşoğlu, 2000; Marescaux vd., 1998), artroskopik cerrahide (Rose & Pedowitz, 2015; Ziegler, Mueller, Fischer & Goebel, 1995), göz cerrahisinde (Mazerand vd., 2016; Lam, Sundaraj & Sulaiman, 2013) ve radyolojik işlemlerde (John vd., 2008; Hahn vd., 1998) kullanılmaktadır.

Bunlara ek olarak sanal gerçeklik teknolojileri; fobilerin tedavisinde (Hirsch, 2012; Shiban, Schelhorn, Pauli & Mühlberger. 2015; Botella vd., 2014), anksiyete bozukluğunun tedavisinde (Walkom, 2016; Gorini & Riva, 2008), acı ve ağrının azaltılmasında (Kenney & Milling, 2016); obezite ve yeme bozukluklarının tedavisinde (Riva, 2011), psikoterapide (Glantz, Durlach, Barnett & Aviles, 1996), mental rahatsızlıkların tedavisinde ve hastalıkların teşhis edilmesi gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Sağlık Eğitiminde Sanal Gerçeklik Teknolojileri

Eğitimde, geleneksel yöntem ve teknikler eğitimcilerin ve öğrencilerin ihtiyacını karşılamada, sorunlarını çözmede ve öğrencilerin öğreticileriyle etkileşim içerisinde kalmasında artık yetersiz duruma gelmiştir. Bundan dolayı da idareciler ve araştırmacılar eğitim ve öğretimde yeterli ve etkin bir model oluşturmak için teknolojik araçlardan yararlanmaya başlamıştır. Bu teknolojik araçlardan biri de etkileşimli öğrenmeyi sağlayan sanal gerçeklik teknolojileridir.

Sanal gerçeklik teknolojileri, eğitim alanında sadece zengin bir öğretim modeli sağlamakla kalmayıp öğrencilerin yeni fikirler geliştirme ve problem çözme becerilerini geliştirmesine yardımcı olmaktadır. İnteraktif, imgeleme ve üç boyutlu görselleştirme teknikleriyle birleştirilmiş bu teknolojiler, sanal ortamda öğrencilerin tamamı tarafından erişilebilir bir sanal öğrenme alanı oluşturarak istenildiği zaman kullanma imkanı vermektedir. Öğrenme alanı içerisinde öğrenciler, sistemin sağladığı araçlar yardımıyla istedikleri her şeyi ifade edebilir, yapabilir ya da oluşturabilir (Pan, Cheok, Yang, Zhu & Shi, 2006).

Son yıllarda çeşitli uygulamalardan dolayı hasta güvenliğini ve hasta bakımını geliştirmek amacıyla sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmıştır (Gaba, 2004). Öğrenciler gerçekten hastanedeymiş gibi hastaya zarar vermeden hastayı tedavi etme, takım çalışması ve klinik karar verme yeteneklerini sergileme imkanı elde ederken öğreticilerde öğrencilerini değerlendirmektedir (Wilford & Doyle 2006). Sanal gerçeklik, öğrencilere pilotların rutin eğitimlerine benzer bir şekilde defalarca deneme yoluyla öğrenmelerini sağladığı için profesyonel cerrahi beceriler edinmelerinde emsalsiz bir fırsat sunmaktadır (Szekely & Satava, 1999).

Tıp eğitiminde kullanılan sanal gerçeklik teknolojileri, öğrencilerin kadavrasız cerrahi işlemler yapma ve anatomiye öğrenmesine bir alternatif olarak görülmektedir (Lee & Wong, 2014). Kanserli tümörün büyümesi gibi genel fizyolojik süreçleri modelleyerek biyomedikal araştırmalarda hayvan deneylerinin yerini alması ya da denek olarak hayvanların kullanımını azaltması için kullanılmaktadır (Jeanquartier, Jean-Quartier, Cemernek & Holzinger, 2016). Bir diğer kullanım alanı, doktorlar önemli operasyonlara başlamadan önce oluşturulan bu sanal gerçeklik çevrelerinde ameliyatı gerçekleştirerek ameliyat sırasında meydana gelebilecek aksaklıkları ya da komplikasyonları önceden tecrübe edebilecektir (Bayraktar & Kaleli, 2007).

Sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitim alanında birçok örneği bulunmaktadır. Diş hekimliği eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilen Griffith Üniversitesi Ağız ve Diş Sağlığı Bölümü hocaları tarafından da değerlendirilmesi yapılan Simodont® (Bakr, Massey & Alexander, 2012), Kaliforniya Üniversitesi tarafından klinik anatomiye öğrenme ve öğretme amaçlı geliştirilen Anatomic VisualizeR (Hoffman & Murray, 1999), Birleşik Devletler Ulusal Kütüphanesi'nin Görünür İnsan Projesi kapsamında internet üzerinden insan anatomisinin öğrenilmesini sağlayan Web-Based Three-Dimensional Virtual Body Structures (W3D-VBS)

(Temkin, Acosta, Hatfield, Onal & Tong, 2002), Kanada Ulusal Araştırma Merkezi'nden elliden fazla uzman tarafından mikro sinir cerrahisi eğitiminde kullanılmak üzere geliştirilen NeuroTouch (Delorme, Laroche, DiRaddo & Maestro, 2012) ve Zhejiang Üniversitesi'nden Lu ve arkadaşları tarafından sanal gerçeklik teknolojilerinin eğitimde etkin olarak kullanılması gerektiğini ve pahalı teknolojiler olmadığını kanıtlamak için oluşturdukları sanal gerçeklik öğrenme çevresi (Lu, Pan, Lin, Zhang & Shi, 2005) sağlık meslek eğitiminin geliştirilmesinde kullanılan teknolojilerden bazılarıdır.

Sanal gerçeklik kavramı ülkemizde çok yeni bir kavram olduğundan henüz bu teknolojileri sağlık çalışanlarının eğitiminde kullanan kurumlara rastlanmamaktadır. Sanal gerçeklik teknolojileri deneyimleyerek öğrenmeyi sağladığından, öğrencilerin ilk deneyimlerinde kaygılarının azalmasına, özgüvenlerinin artmasına ve klinik becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir. Bunun sonucunda da öğrencilerin başarı ve motivasyon düzeylerinde artış yaşanması muhtemeldir. Öğrenciler güvenli bir ortamda olduklarından yanlış yapma veya hastaya zarar verme korkusu olmadan diledikleri zaman çalışmalarını yapabileceği ya da öğrendiklerini pratik etme fırsatı elde etmiş olacaklardır (Sarıkoc, 2016).

SONUÇ VE TARTIŞMA

Sanal gerçeklik teknolojileri; metodolojik, teknik ve üretimdeki başarılarından dolayı bilinir olmaya başlamıştır. Bu teknolojiler, sağlık hizmetlerinde devrim yaratacak teknolojiler arasında görülmektedir (Szekely & Satava, 1999). Rizzo ve Kim tarafından sanal gerçeklik teknolojilerine yönelik yapılan SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analizinde; bu teknolojilerin gelişme aşamasında olduğu, donanımsal ve teknik bazı eksikliklerin çözümü halinde sağlık hizmetlerinde köklü değişiklikler getireceği söylenmiştir (Rizzo & Kim, 2005).

Bazı donanımsal ve teknik eksikliklerine rağmen sanal gerçeklik teknolojileri geliştirilen programlar ve arayüzlerle birçok hastalığın ve durumun tedavisinde; kalp hızı değişkenliği ve alzheimerin başlangıç evrelerini tespit etmede bir değerlendirme aracı olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda hastalar akıllı telefonlarından uygulamalarla bağlantı kurarak hastaneye gitmeden evde sağlık durumlarını kontrol edebilmektedir. Sanal gerçeklik teknolojilerinin diğer mobil sağlık teknolojileriyle birlikte kullanımı, sanal gerçeklik teknolojilerinin işlevselliğini arttırmakla kalmayıp sağlık hizmetlerinde de önemli gelişmeler sağlayacaktır (Wiederhold, 2016).

Sanal gerçeklik teknolojilerinin üretim maliyetlerinin azalması ve kullanım açısından basit arayüzler aracılığıyla herkesin kullanabileceği araçlar haline gelmesiyle tıp ve diğer sağlık mesleklerinin eğitiminde daha çok kullanılmaya başlanacaktır. Bu sayede de öğrenciler sanal bir dünyada ya da simülörler aracılığıyla hasta tedavi etmenin prosedürlerini ve diğer önemli unsurlarını öğrenecekleri bir eğitim sistemine kavuşmuş olacaklardır. Sonucunda ise belli başlı becerileri güvenli bir şekilde edinebildikleri için gerçekte hastalarla karşılaştıklarında becerilerini sergileyebileceklerdir (Reznek, Harter & Krummel, 2002).

Sağlık hizmetlerinde cerrahi, tedavi, rehabilitasyon ve eğitim alanlarında kullanılan bu teknolojiler, teknolojideki diğer gelişmelerden de faydalanarak hastalara ve sağlık çalışanlarına işlerini yapmada kolaylık sağlamaktadır. Henüz bu teknolojilerin ulusal boyutta kullanımı yaygın olmasa da uluslararası boyutta kullanımı yaygınlaşmış durumdadır. Konuyla ilgili yapılan incelemelerde de sanal gerçeklik teknolojileri, uluslararası literatürde çok sayıda araştırma ve teknoloji geliştirme çalışmalarına konu olmuştur. Geniş kullanım alanlarına sahip ve gelecekte sağlık hizmetlerinde de vazgeçilmez teknolojiler arasına girecek bu araçlarla ilgili ulusal boyutta da araştırma ve çalışmaların yapılması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- Ammatuna G, Changcoco R. Which trends will most affect talent developers in the healthcare industry? Who is doing the training and how it's delivered is changing. *TD Magazine*, 2017; 71(4): 60.
- Bakr MM, Massey WL, Alexander H. Academic Evaluation of Simodont® Haptic 3D Virtual Reality Dental Training Simulator. *Gold Coast Health and Medical Research Conference, Griffith University, Gold Coast*, 2011; 1-6.
- Bar-Meir S. A New Endoscopic Simulator. *Endoscopy*, 2000; 32(11): 898-900.
- Bay O. Virtual Reality in Medicine and Healthcare to Generate US\$285 million in 2022. 2017; <https://www.abiresearch.com/press/virtual-reality-medicine-and-healthcare-generate-u/> Erişim Tarihi:10.10.2017
- Bayraktar E, Kaleli F. Sanal Gerçeklik ve Uygulama Alanları. *Akademik Bilişim 2007, Dumlupınar, Üniversitesi Kütahya*, 2007; 1-6.
- Beyer-Berjot L, Berdah S, A.Hashimoto D, Darzi A, Aggarwal R. A Virtual Reality Training Curriculum for Laparoscopic Colorectal Surgery. *Journal of Surgical Education*, 2016; 73(6): 932-941.
- Botella C, Breton-Lopez J, Serrano B, Garcia-Palacios A, Quero S, Banos R. Treatment Of Flying Phobia Using Virtual Reality Exposure With Or Without Cognitive Restructuring: Participants' Preferences. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica* 2014; 19(3): 157-169.
- Coquillart S, Brunnert G, Welch G. *Virtual Realities*. SpringerWienNewYork, Heidelberg, 2011; 1-250.
- Delorme S, Laroche D, DiRaddo R, Maestro RD. NeuroTouch:A Physics-Based Virtual Simulator for Cranial Microneurosurgery Training. *Neurosurgery*, 2012; 71(1): 32-42.



- Fuchs P, Moreau G, Guitton P. *Virtual Reality: Concepts and Technologies*. Taylor & Francis Group, Florida, 2011; 1-410.
- Gaba DM. *The Future Vision of Simulation in Health Care*. *Qual Saf Health Care*, 2004; 13(1): 2-10.
- Glantz K, Durlach NI, Barnett RC, Aviles WA. *Virtual Reality (VR) for Psychotherapy: From the Physical to the Social Environment*. *Psychotherapy Theory Research & Practice*, 1996; 33(3): 464-473.
- Gorini A, Riva G. *Virtual Reality in Anxiety Disorders: the past and the future*. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 2008; 8(2): 215-233.
- Hahn JK, Kaufman R, Winick AB, Carleton T, Park Y, Lindeman R,..., Gerber J. *Training environment for inferior vena caval filter placement*. *Studies in health technology and informatics*, 1998; 50: 291-297.
- Hirsch JA. *Virtual Reality Exposure Therapy and Hypnosis for Flying Phobia in a Treatment-Resistant Patient: A Case Report*. *American Journal of Clinical Hypnosis*, 2012; 55(2): 168-173.
- Hoffman H, Murray M. *Anatomic VisualizeR: Realizing the Vision of a VR-Based Learning Environment*. *Studies in Health Technology and Informatics*, 1999; 62: 134-140.
- Jeanquartier F, Jean-Quartier C, Cemernek D, Holzinger A. *In Silico Modeling for Tumor Growth*. *BMC Systems Biology*, 2016; 10(1): 1-15.
- John NW, Luboz V, Bello F, Hughe C, Vidal F, Lim IS,...,Gould DA. *Physics-based virtual environment for training core skills in vascular interventional radiological procedures*. *Studies in Health Technology and Informatics*, IOS Press, Amsterdam, 2008; 195-197.
- Kenney MP, Milling LS. *The Effectiveness of Virtual Reality Distraction for Reducing Pain: A Meta-Analysis*. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, 2016; 3(3): 199-210.
- Lam CK, Sundaraj K, Sulaiman MN. *Virtual Reality Simulator for Phacoemulsification Cataract Surgery Education and Training*. *Procedia Computer Science*, 2013; 18: 742-748.
- Lányi CS. *Virtual Reality in Healthcare*. *Studies in Computational Intelligence*, 2006; (19): 87-116.
- Lee EAL, Wong KW. *Learning with Desktop Virtual Reality: Low Spatial Ability Learners are More Positively Affected*. *Computers & Education*, 2014; 79: 49-58.
- Lu J, Pan Z, Lin H, Zhang M, Shi J. *Virtual Learning Environment for Medical Education Based on VRML and VTK*. *Computers & Graphics*, 2005; 29: 283-288.
- Marescaux J, Clément JM, Tassetti V, Koehl C, Cotin S, Russier Y,...,Ayache N. *Virtual Reality Applied to Hepatic Surgery Simulation: The Next Revolution*. *Annals of Surgery*, 1998; 228(5): 627-634.
- Mazerand E, Renard ML, Hue S, Leme'e JM, Klinger E, Menei P. *Intraoperative Subcortical Electrical Mapping of the Optic Tract in Awake Surgery Using a Virtual Reality Headset*. *World Neurosurgery*, 2016; 97: 424-430.
- McCloy R, Stone R. *Science, Medicine, and the Future: Virtual Reality in Surgery*. *British Medical Journal*, 2001; 323: 912-915.
- National Center for Health Statistics. *Health, United States, 2009: With Special Feature on Medical Technology*. National Center for Health Statistics (US), Hyattsville (MD), 2010.
- Pan Z, Cheok AD, Yang H, Zhu J, Shi J. *Virtual Reality and Mixed Reality for Virtual Learning Environments*. *Computers & Graphics*, 2006; 30: 20-28.



- Reznek M, Harter P, Krummel T. *Virtual Reality and Simulation: Training the Future Emergency Physician. Academic Emergency Medicine*, 2002; 9(1): 78-87.
- Riva G. *Virtual Reality in Neuro-Psycho-Physiology*, IOS Press, Amsterdam, 1997; 3-34.
- Riva G. *From Telehealth to E-Health: Internet and Distributed Virtual Reality in Health Care. Cyberpsychology & Behavior*, 2000; 3(6): 989-998.
- Riva G. *The Key to Unlocking the Virtual Body: Virtual Reality in the Treatment of Obesity and Eating Disorders. Journal of Diabetes Science and Technology*, 2011; 5(2): 283-292.
- Rizzo A, Kim GJ. *A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality Rehabilitation and Therapy. Presence*, 2005; 14(2): 119-146.
- Rose K, Pedowitz R. *Fundamental Arthroscopic Skill Differentiation With Virtual Reality Simulation. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2015; 31(2): 299-305.
- Sarıkoç G. *Sağlık Çalışanlarının Eğitiminde Sanal Gerçekliğin Kullanımı. Hemşirelik Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 2016; 13(1): 11-15.
- Satava RM. *Virtual Reality Surgical Simulator. The First Steps. Surgical Endoscopy*, 1993; 7(3): 203-205.
- Seçim H, Pekelman T. *Hastanelerde Verimliliği Yükseltici Uygulamalar: Biyomedikal Mühendislik Hizmetleri*, 2017; <http://www.merih.net/m1/hastane6.htm> Erişim Tarihi: 21.09.2017
- Shiban Y, Schelhorn I, Pauli P, Mühlberger A. *Effect of Combined Multiple Contexts and Multiple Stimuli Exposure in Spider Phobia: A Randomized Clinical Trial in Virtual Reality. Behaviour Research and Therapy*, 2015; 71: 45-53.
- Steuer J. *Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. Journal of Communication*, 1992; 42(4): 73-93.
- Szekely G, Satava RM. *Virtual Reality in Medicine. British Medical Journal*, 1999; (319): 1-4.
- Temkin B, Acosta E, Hatfield P, Onal E, Tong A. *Web-based Three-dimensional Virtual Body Structures: W3D-VBS. Journal of the American Medical Informatics Association*, 2002; 9(5): 425-436.
- Tendick F, Downes M, Güntekin T, Cavaşoğlu MC. *A Virtual Environment Testbed for Training Laparoscopic Surgical Skills. Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 2000; 9(3): 236-255.
- V.O'Toole R, Playter RR, Krummel TM, Blank WC, Cornelius NH, Roberts WR,....., Raibert M. *Measuring and Developing Suturing Technique with a Virtual Reality Surgical Simulator. Journal of the American College of Surgeons*, 1999; 189(1): 114-127.
- Vining DJ. *Virtual Endoscopy: Is It Reality?. Radiology*, 1996; 200(1): 30-31.
- Walkom G. *Virtual Reality Exposure Therapy: To Benefit Those who Stutter and Treat Social Anxiety. International Conference on Interactive Technologies and Games, IEEE*, 2016; 36-41.
- Wiederhold BK. *The Potential for Virtual Reality to Improve Health Care. The Virtual Reality Medical Center*, 2006.
- Wiederhold BK. *Lessons Learned as We Begin the Third Decade of Virtual Reality. Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 2016; 19(10): 577-578.
- Wilford A, Doyle TJ. *Integrating Simulation Training into the Nursing Curriculum. British Journal of Nursing*, 2006; 15(11): 604-607.



World Health Organization. Health Technology Assessment of Medical Devices. WHO Press, Geneva, 2011.

Ziegler R, Mueller W, Fischer G, Goebel M. A Virtual Reality Medical Training System. N. Ayache içinde, Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine, Springer-Verlag, Berlin, 1995;282-283.