


# Diş Hekimliğinde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

## Virtual Reality Applications in Dentistry

Bilal ÖZMEN\*<sup>1</sup>   
[bilalozmen@hotmail.com](mailto:bilalozmen@hotmail.com)

Aysuhan CEYHAN<sup>2</sup>   
[aysuhanceyhan@icloud.com](mailto:aysuhanceyhan@icloud.com)

### ÖZ

Sanal gerçeklik (SG), teknoloji yardımıyla oluşturulan simülasyonlar ve görsel/işitsel deneyimlerle gerçeklik ve hayal dünyasının birleştirilmesidir. İlk olarak, SG teknolojisi eğlence sektöründe yaygın olarak kullanılmıştır. Zamanla SG teknolojisi eğitim, sağlık, endüstri, üretim gibi farklı sektörlerde de kullanım alanı bulmuştur. SG teknolojisinin diş hekimliği alanında kullanımı önemli bir gelişmedir. Diş hekimliğinde SG uygulamaları hem eğitim ve simülasyonda hem de hastaların tedavi sürecindeki deneyimlerinin iyileştirilmesi açısından değerli bir araç olmuştur. Eğitim ve simülasyon alanında SG, diş hekimliği öğrencilerine ve profesyonellerine gerçekçi bir ortamda pratik yapma imkânı sunar. Öğrenciler, sanal ortamlarda diş tedavilerini uygulayarak pratik becerilerini geliştirebilir ve karmaşık prosedürleri tekrarlayarak deneyim kazanabilirler. Ayrıca, SG simülasyonları, yeni tekniklerin öğrenilmesi ve mevcut becerilerin güncellenmesi için etkili bir araçtır. Hastaların tedavi sürecinde endişe ve korku gibi duygusal faktörleri hafifletmeye yardımcı olur. Özellikle dental fobisi olan hastalar için SG kullanılarak rahatlatıcı bir ortam yaratılabilir ve tedaviye uyumlarını arttırabilir. SG, görsel ve işitsel simülasyonlarla ağrıyı azaltabilir ve tedavi sürecini daha hoş bir deneyim haline getirebilir. SG'nin diş hekimliğinde bir diğer kullanım alanı da tedavi planlaması ve tasarımında kullanılmasıdır. Bu sayede kişiye özgü tedavi planları oluşturulabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Dental Anksiyete, Diş Hekimliği, Sanal Gerçeklik

**Geliş:** 24.05.2023

**Yayın:** 02.09.2023

**Kabul:** 27.12.2023

### ABSTRACT

Virtual reality (VR) is the combination of reality and imagination through the creation of simulations and audio/visual experiences using technology. Initially, VR technology was widely used in the entertainment industry. Over time it has found applications in various sectors such as education, healthcare, industry, and manufacturing. The utilization of VR technology in the field of dentistry is a significant advancement. VR applications in dentistry have been valuable tools for both education and improving the patient experience during treatment. In the area of education and simulation, VR provides dental students and professionals with the opportunity to practice in a realistic environment. Students can enhance their practical skills by performing dental procedures in virtual settings and gain experience by repeating complex procedures. Additionally, VR simulations are effective tools for learning new techniques and updating existing skills. VR helps alleviate emotional factors such as anxiety and fear during the patient's treatment process. It can create a soothing environment using VR, particularly for patients with dental phobia, and enhance their compliance with the treatment. VR can reduce pain through visual and auditory simulations, making the treatment process a more pleasant experience. Another application of VR in dentistry is its use in treatment planning and design. This enables the creation of personalized treatment plans for individuals.

**Keywords:** Dental Anxiety, Dentistry, Virtual Reality

**Received:** 24.05.2023

**Accepted:** 02.09.2023

**Published:** 27.12.2023

**Atıf/ Citation:** Özmen B., Ceyhan Aysuhan C., Diş Hekimliğinde Sanal Gerçeklik Uygulamaları, NEU Dent J. 2023;5:224-31.

\* Sorumlu Yazar/Corresponding Author

1. Dr. Öğr. Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.D., Samsun, Türkiye
2. Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Pedodonti A.D., Samsun, Türkiye



"This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). (CC BY-NC 4.0)

## GİRİŞ

Sanal gerçeklik (SG), kullanıcıların bilgisayar tarafından üretilen 3 boyutlu (3B) bir dünyaya kendilerini kaptırmalarını sağlayan gelişmiş bir teknolojidir. SG ekipmanı tipik olarak başa takılan ekranlar, kulaklıklar, hareket izleme sistemleri, bilgisayar faresi, oyun kumandası gibi sanal ortamla etkileşim kurmak için farklı cihazları içerir (Resim 1).



Gerçek dünyadaki duyuşsal bilgilerin yerini alan sentetik uyarılar arasında görsel imgeler, ses, dokunsal ve kokusal geri bildirimler bulunur. Bu çok modlu uyarıların sağlanması ve kullanıcının hareketini algılaması, kullanıcıya 'sanal ortamda bir varlık' olduğu duygusunu uyandırır.<sup>1</sup>

SG ortamı 4 temel özellik üzerine bina edilmiştir. Bunlardan ilki, "3B grafik dünya" yani gerçek ortamı yansıtan, taklit eden bir modelleme veyahut hayal ürünü ortamların oluşturulmasıdır.<sup>2</sup> İkincisi ise, "sürüklenme" yani gerçek dünyadan sanal dünyaya ilerleyebilme durumudur ve bu durum kişinin 3B dünyaya kendini kaptırmasıyla da ifade edilebilir.<sup>3</sup> Üçüncüsü "etkileşimdir". SG kullanıcısı sanal ortam ile etkileşim halindedir. Örneğin sanal ortamı bir oyun oynamak için kullanan kişi karşıdaki rakibi ile etkileşim halindedir.<sup>4</sup> Dördüncüsü ise "duyuşsal geri dönüşür". SG ortamında bulunan kişi, duyuşsal olarak gerçekleştirdiği eylemlerden etkilenir. Örneğin sanal olarak gezdiği yerleri çok beğenebilir ya da sanal olarak oynadığı oyunda yenilme duygusu yaşayabilir. SG terapötik amaçlar için kullanıldığında, kişilere gerçek dünyada karşılaşılabilecekleri olumsuz ya da korkutucu durumları sanal ortamda deneyimlemelerine

imkân verir. Bu şekilde, gerçek dünyada benzer zorlukları daha iyi atlatabilmelerine katkı sağlayabilir.<sup>5</sup>

SG uygulamaları ilk olarak askeri eğitim ve bir eğlence aracı olarak geliştirilmiştir. Son yıllarda SG uygulamaları oyun ve eğlencedeki payını arttırmış olsa da kendine yeni kullanım alanları bulmuştur. Özellikle sağlık alanında pek çok kullanım yeri söz konusudur. Bunlardan bazıları; damaryolu açılması<sup>6</sup>, anksiyete bozukluklarının tedavisi<sup>7</sup>, bilişsel ve fiziksel rehabilitasyon alanları<sup>8</sup>, akut ve kronik ağrı yönetimi<sup>9</sup>, yanık tedavileri<sup>10</sup>, travmatik yaralanmalar<sup>11</sup>, diş hekimliğinde dental kaygının önlenmesi<sup>12</sup>, lokal anestezi uygulamaları<sup>13</sup> ve cerrahi eğitim<sup>14</sup> gibi alanlardır.

### Dental Tedavilerde SG Kullanımı

SG'in hem çocuklarda hem de yetişkinlerde dental prosedürler sırasında ağrıyı azaltabildiği kanıtlanmış ve geleneksel bir dikkat dağıtma biçiminden (film izlemek) daha etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, SG hem çocuklarda hem de yetişkinlerde anksiyeteyi azaltmada etkili olmuş ve kalp atış hızı, nabız hızı ve kan basıncı gibi fizyolojik değişkenleri de etkilemiştir. Bu değişiklikler ağrı ve anksiyetenin azalmasının göstergesidir.<sup>15</sup>

Shetty ve ark.<sup>16</sup> 5-8 yaş grubu çocuklarda invaziv dental işlemler sırasında SG kullanımının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmaya eşit olarak 2 gruba ayrılan 120 çocuk dahil edilmiştir. Bu çalışmada, modifiye dental anksiyete skalası ve Wong Baker yüz ağrı oranı skalası kullanılarak ağrı ve anksiyete düzeyleri ile tükürük kortizol seviyeleri değerlendirilmiştir. SG uygulanan hastaların ağrı, anksiyete ve tükürük kortizol seviyelerinde azalma gözlenmiştir.

### Dental Anksiyetede SG Uygulamaları

Anksiyete; strese karşı olarak oluşan, tehlike anında eyleme geçmeyi sağlayan yaşamsal bir duygudur. Dental anksiyete, geniş popülasyonları etkileyen ve hemen hemen her bireyde karşılaşılabilen bir problemdir. Modern diş hekimliğindeki tüm teknolojik uygulamalara rağmen bireylerde hâlâ korku ve kaygı reaksiyonları gelişebilmektedir. Birçok hasta dental anksiyete sebebiyle diş tedavisi yaptırmaktan kaçınmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda dental anksiyete oranının %21,5-23,5 gibi yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir.<sup>17</sup>

Diş hekimine gelen hastalarda özellikle çocuk hastalarda eğer farklı sistemik ve psikolojik hastalıklar da bulunuyorsa, bu hastaların dental işlemleri oldukça zordur. Bunun nedeni hastaların, diş hekiminden önce bir çok defa farklı doktorlarla ve medikal işlemlerle karşılaşmış olmaları ve dental tedavilere isteksizlikleridir. Bu nedenle bu hastalarda sağlıklı hastalara oranla daha fazla anksiyete gözlenebilmektedir.<sup>18</sup>

Lokal anestezi ile yapılan analjezi, bu endişe ve korkuyu ortadan kaldırmak için tek başına yetersiz kalmaktadır.<sup>19</sup> Sedasyon; propofol veya benzer bir ajanla intravenöz anestezi veya nitroz oksitle inhalasyon anesteziyi içeren, tedaviden aşırı derecede endişe duyan veya korkan, dental fobisi olan hastalar için sıklıkla kullanılmaktadır.<sup>20</sup>

Raghav ve ark.<sup>21</sup> diş hekimliği prosedürlerinden kaçındığını ve anksiyete yaşadığını bildiren 18-50 yaş grubu 30 yetişkin hastayı çalışmaya dahil etmişlerdir. SG uyguladıkları hastaları sadece bilgilendirme broşürleri verilen hastalarla karşılaştırmışlardır. Araştırmacılar, 6 aylık takip sonuçlarına dayanarak, SG uygulamasının dental fobisi olan hastalar için olası bir alternatif tedavi sağlayabileceği sonucuna varmışlardır.

### Çocuk Diş Hekimliğinde SG kullanımı

Ağrı duygusu, çocuklarda diş kaygısı geliştirmede kritik faktörlerden biri olarak kabul edilir. Tedavi sırasında yetersiz analjeziye bağlı ağrı, hastaların diş tedavisinden kaçınmasına veya diş tedavisini ertelemesine neden olabilir. Çocuklarda diş tedavisi sırasında ağrı kontrolünü sağlamak; çocuğun iş birliğini en üst düzeye çıkartacak ve böylelikle iyi bir diş hekimisi-hasta ilişkisi sağlanması mümkün olabilecektir. SG kullanılarak yapılan dikkat dağıtma, davranış yönetimine yardımcı olmayı amaçlayan sağlık alanında yeni bir yöntemdir. Özellikle genç hastalarda olumsuz davranışları tetikleyebilecek dış uyaranları engelleyen sürükleyici bir sanal deneyim avantajı sunar.<sup>22</sup> Farmakolojik yöntemlerin (topikal anestetik ajan gibi) farmakolojik olmayan yöntemlerle (dikkat dağıtma yöntemleri gibi) birlikte kullanılması, dental anestezi sırasında iğne giriş ağrısını ve çocuklarda anksiyeteyi azaltmada en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir.<sup>23</sup>

Anup Panda<sup>24</sup> yaptığı çalışmada; alt süt azı dişlerine pulpa tedavisi yapılacak, yaşları 6 ile 8 arasında değişen 30 pediatrik hastada, deney ve kontrol grubu oluşturmuştur. Deney grubundaki çocuklara, alt alveolar sinir bloğunun uygulanması ve pulpa tedavisi sırasında bir SG videosu izletmiştir. SG videosu izleyen çocukların nabız hızında önemli bir düşüş saptayarak, çocuklarda kaygının azaldığını ve daha az ağrı hissettiği belirtilmiştir.

Al-Halabi ve ark.<sup>25</sup> 6-10 yaş arasındaki 102 çocuk hastada, mandibular dental anestezi sırasında farmakolojik ve farmakolojik olmayan yöntemleri bir arada uygulamışlardır. Hastanın anestezi esnasındaki rahatsızlığını değerlendirmek için "Yüz, Bacaklar, Hareket, Ağlama, Teselli Edilebilirlik" (FLACC) ağrı ölçeğini kullanmışlardır. SG uygulaması kullanılan hastalarda yapılan sinir bloğu sırasında dental anksiyete ve ağrının hafiflediği bulunmuştur. Çalışmanın sonuçlarına göre, 8-10 yaş arasındaki hastaların daha küçük hastalara göre daha kabul edilebilir sonuçlar elde ettiği görülmüştür.

Longkuan ve ark.<sup>26</sup> 4-8 yaş grubundaki 120 hastanın çürük tedavisi, süt dişlerinin çekimi ve kök kanal tedavisi işlemlerini SG uygulaması kullanarak ve kontrol grubunda anlat-göster-uygula davranış yönlendirme yöntemini kullanarak karşılaştırma yapmışlardır. Çocukların başlangıç anksiyetesini, çocuklarda dental anksiyete tarama ölçeği (CFSS-DS) ile değerlendirmişlerdir. Diş tedavisi öncesinde, sırasında ve sonrasında her 2 grup arasında kalp atım hızı ve periferik kapiller oksijen satürasyondaki değişiklikleri ölçmüşlerdir. Tedaviden önce ve sonra her 2 grubun anksiyete skoru izlenmiş ve SG grubunun anksiyete skorunun daha fazla azalmış olduğunu, çocukların uyum skorunun artmış olduğunu bildirmişlerdir.

Shetty<sup>27</sup> SG ile dikkat dağıtmanın kısa invaziv diş tedavileri uygulanan 5-8 yaş arası çocuklarda başarılı bir davranış yönlendirme yöntemi olarak kullanılabilirliğini gözlemlemiştir.

Çocuklarda kaygı giderilmeden dental tedaviler gerçekleştirildiğinde, diş bakımının kalitesi bozulmakla kalmaz, aynı zamanda gelecekte diş hekimliği tedavileriyle ilgili kararların üzerinde istenmeyen bir etki meydana getirebilir. Bu nedenle, diş sağlığı profesyonellerinin, dental kaygısı olan çocukları erken yaşta tespit edebilmeleri ve uygun davranış yönetimi tekniklerini uygulayabilmeleri gelecek için de büyük önem taşımaktadır.<sup>28</sup>

SG uygulamasının birçok avantajı olmasına rağmen bazı dezavantajları da bildirilmiştir. Bunlar arasında çocuğun yüzüne büyük bir sanal gerçeklik gözlüğü takmak, çocukta kaygı ve endişeyi artırabilmektedir. Başa takılan bu büyük ekranların supin pozisyonundayken çocukta rahatsızlığa yol açabileceği görülmüştür. Diş tedavisi sırasında hastanın başını sabit tutması gerektiği için tam daldırmanın yapılamaması ve SG'nin kinestetik yönü nedeniyle diş tedavileri sırasında kullanılmasının uygun olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur.<sup>29</sup>

### Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Alanında SG Kullanımı

Diş çekimi; kan basıncı (KB) ve kalp atış hızının (KAH) yükselmesine yol açan dental anksiyete ve ağrının en yaygın nedenlerinden biridir. Bu etkiler hipertansiyonu olan hastalarda hayatı tehdit eden kazalara neden olabilir. Bu nedenle, bu hastaların ağrı ve anksiyete yönetimi zorunludur. Qin ve ark.<sup>30</sup> kontrollü hipertansiyonu olan ve diş çekimi gereken 96 uygun hastayı, anksiyete derecesi ve cinsiyete göre tabakalı randomizasyonla SG veya standart bakım grubuna randomize etmişlerdir. Hastaların KB ve KAH değerlerini dinamik olarak izlemişlerdir. Sonuç olarak, SG tekniğinin ortalama KB ve KAH yükselmesini önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir.

Dental implantolojide, dental implantların en uygun şekilde yerleştirilmesi, fonksiyonel ve estetik gereksinimleri karşılamak için önemlidir. SG teknolojileri kullanılarak dental implantların 3B sanal ortamda planlanması mümkündür. Böylelikle birçok cerrahi komplikasyon, dikkatli operasyon planlaması ve anatomik özelliklerin ameliyat öncesi değerlendirilmesiyle önlenabilir. SG'deki etkileşim genellikle doğrudan el kumandaları ile yapılır. Görüntü farklı açılardan çevrilebilir, döndürülebilir ve ölçeklendirilebilir. İmplantlar, SG kontrolörü kullanılarak planlanan konumlarına taşınır. Böylelikle implant yerleştirilirken birçok açıdan görüntü sağlanıp daha kontrollü yerleştirilme yapılabilir.<sup>31</sup>

Rantamaa ve ark.<sup>32</sup> SG ortamında dental implantlar yerleştirilirken düğmelere basarak işlem yapmak yerine sesli komutların kullanılmasını değerlendirmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre sesli komutlar mod değişimi için kullanışlı ve doğru bulunmuştur. Sesli komutların kullanılması, kullanıcıların menüye

bakmadan dikkatlerini işlem üzerinde tutmalarını sağlamaktadır.

Mladenovic ve ark.<sup>33</sup> yaptıkları çalışmada, 20 yaş üstü 74 hastanın Pell ve Gregory sınıflandırmasına göre 1. ve 2. pozisyonda, B veya C sınıfı gömülü mandibular üçüncü molar dişlerin cerrahi çekimini değerlendirilmişlerdir. SG gözlükleri kullanılarak gerçekleştirilen prosedür sırasında, katılımcılarda anestezi uygulaması ve üçüncü molar dişin cerrahi çekimi sırasında önemli ölçüde daha düşük ağrı değerleri kaydetmişlerdir. SG gözlüğü kullanıldığında, katılımcılar işlem öncesinde ve işlem sırasında önemli ölçüde daha düşük kalp atış hızı değerleri sergilemiştir.

Cerrahi simülatörler, karmaşık kraniofasiyal cerrahi prosedürler için ileri eğitim ve Bilateral Sagittal Split Osteotomi (BSSO) gerçekleştirmek için objektif beceri değerlendirmesi sağlamaya yardımcı olan güçlü araçlardır. BSSO simülasyonundaki en önemli adımlardan biri, cerrahların yüksek doğrulukta görsel ve dokusal ipuçlarına güvendiği çenenin belirli bir bölgesinde mandibulayı doğru bir şekilde kesmektir. Bu yöntemle gerçek zamanlı sanal cerrahi simülasyonu için uygun olan yüksek doğrulukta dokusal geri bildirim sağlarken, düşük hesaplama maliyetli kesmeye izin vermektedir.<sup>34</sup>

Qu ve ark.<sup>35</sup> hemifasiyal mikrozosmi olan 20 hastada mandibular osteotomi hattını tanımlamak ve ağız içi distraktör konumlandırmasına yardımcı olmak amacıyla distraksiyon osteogenezi için bir SG sistemi kullanmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda SG sistemi, cerrahi uygulanan hemifasiyal mikrozosmi hastalarda ağız içi distraktörlerin hassas konumlandırılması için yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

SG kullanımının, oral ve maksillofasiyal cerrahide, cerrahi uygulama ve eğitime katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Scolozzi ve ark.<sup>36</sup> yaptıkları çalışmada, spesifik bir mikroskop tabanlı SG sistemi kullanarak 42 yaşındaki bir kadında, lakrimal bezin tekrarlayan pleomorfik adenomunu başarılı bir şekilde çıkarttıklarını bildirmişlerdir.

Zinser ve ark.<sup>37</sup> SG teknolojisine sahip interaktif bir görüntü kılavuzlu görselleştirme ile desteklenen ortognatik cerrahi navigasyonu kullanan bilgisayar destekli bir protokol tanıtmıştır. Amaçları, *in vivo* bir ortamda doğruluğu ve çok yönlülüğünün analizini değerlendirmektir. Sunulan SG teknolojisinin, geleneksel



2B ortognatik cerrahi uygulamalarına alternatif bir yaklaşım sunabilecek maksiller konumlandırmayı mümkün kıldığını bildirmişlerdir.

### Periodontoloji Alanında SG Kullanımı

Ağız boşluğundaki dişleri korumak için düzenli periodontal bakım gereklidir. Ancak, ne yazık ki birçok kişi ağrı ve/veya anksiyete korkusu nedeniyle diş bakımı prosedürlerinden kaçınmakta veya ertelemektedir. Diş taşı temizliği ve kök yüzeyi düzleştirilmesi (KYD) sırasında bir dikkat dağıtma tekniği olarak kullanılan sürükleyici SG, sağlık sonuçlarını iyileştirmede olumlu katkılar sağlayabilir.<sup>38</sup>

Sabha ve ark.<sup>39</sup> 18 yaş ve üzerinde sistemik hastalığı olmayan, 50 generalize kronik periodontitis hastalarının, herhangi bir anestezi kullanılmadan çenenin bir yarısında supra ve subgingival ultrasonik diş taşı temizliği uygularken SG kullandırmış, diğer yarısında ise kullandırmamıştır. SG kullanılmayan seansın SG kullanılan seansa göre daha rahatsız edici olarak bulunduğunu bildirmişlerdir. Katılımcılar, SG kullandıktan sonra sistolik kan basıncında, SG kullanılmadan tedavi edildikten sonraki sistolik kan basıncına kıyasla önemli ölçüde düşüş yaşamıştır.

Furman ve ark.<sup>40</sup> periodontal tedavi boyunca 38 hastanın kalp atış hızı ve kan basıncını dijital bir kan basıncı monitörü ve nabız oksimetresi kullanılarak ölçmüşlerdir. Görsel analog ölçeğini, ağrı puanlaması için kullanmışlardır. 38 hastanın KYD seansı sonunda SG ile tedavi olanların, kontrol grubuna göre KAH ve sistolik kan basıncında düşüş olduğunu raporlamışlardır.

### Estetik Diş Hekimliğinde SG Kullanımı

Diş hekimliğinde gülüş tasarımı diş hekimi, laboratuvar ve hasta arasındaki iletişim için gerekli olan titiz ve ayrıntılı metodolojiler kullanılarak gerçekleştirilir. Christian Coachman tarafından geliştirilen "*Digital Smile Design*" (DSD) gibi çeşitli protokoller daha önce önerilmiştir.<sup>41</sup>

Fotoğraf ve sunum yazılımı kullanan bu resim tabanlı strateji (PBS), hastanın gelecekteki gülümsemesinin tahmini bir görünümünü sunar ve tedavi planlamasını ve hastayla iletişimi kolaylaştırır. Hastanın deneyimini ve hasta-hekim iletişimini iyileştirmek için klinik protokollerin yanı sıra video analizi veya 3B yüz konsepti önerilmiştir. Bu araçlar, hastalar için

konuşma, gülme esnasındaki yüz hareketlerini objektif olarak değerlendirebilen ek ayrıntılar sağlamıştır.<sup>42</sup> Ancak, tüm bu özelliklerin hem klinisyenin çalışma ortamına hem de laboratuvara entegre edilmesi karmaşıktır ve önemli miktarda zaman, enerji ve maliyet gerektirmektedir.<sup>43</sup>

### Diş Hekimliği Eğitiminde SG Kullanımı

Diş hekimliği prelinik eğitiminde, diş hekimliği ekipmanlarını tanımak, yeterli el becerisi ile kullanabilmek ve tedavi sürecini yönetebilmeyi öğretmek hedeflenmektedir. Psikomotor beceri, öğrencileri hasta bakımına yönlendirme yapmadan önce, ilk olarak prelinik laboratuvarlarında öğretilir.<sup>44</sup> SG tabanlı eğitim araçları son zamanlarda diş hekimliği eğitimine girmiştir. Bu tür eğitim araçları, gerçek bir etkileşim duygusuna yakın 3B öğrenme ortamları sağlar, böylece diş hekimliği öğrencilerinin klinik deneyimini geliştirir. SG ortamı, 3B doğası nedeniyle öğrencilerin ağız içi anatomik yapıları ayırt etmelerine olanak sağlar.<sup>45</sup>

Dental anatomi, anatominin çalışma alanlarından biri olup insanlarda diş yapılarını inceler. Dişlerin gelişimi, görünüşü ve sınıflandırılması bu çalışma alanı içerisine girer. Diş oluşumu doğumdan önce başlar ve dişlerin doğal morfolojisi o sıralarda belirginleşir. Diş anatomisi aynı zamanda taksonomik bir bilimdir. Diş hekimliği eğitiminde dental anatomi klinik fotoğraflardan, şematik çizimlerin sunulduğu ders kitaplarından çalışılmaktadır. Bu çalışma sürecinin pasif bir öğrenme süreci olduğu düşünülmektedir. Gelişen teknoloji ile öğrencilere interaktif bir veri seti sağlamak için 3B Diş Atlası (eHuman, Fremont, CA, ABD) gibi yazılım programları üretilmiştir. Öğrenciler birden fazla diş anatomisi türü arasından seçim yapabilir ve bunları farklı yönlerden inceleyebilirler. Böylece öğrenme süreci aktif hale gelir.<sup>46</sup> Dental anatominin bilgisayar destekli öğreniminin (BDÖ) geleneksel derslere eşdeğer sonuçlar verdiği ve hem diş hekimliği öğrencileri hem de öğretim üyeleri için birçok alanda fayda sağladığı bilinmektedir.<sup>47</sup> Kişisel bilgisayarlarda çalışan BDÖ programlarının yanı sıra, SG sunan daha sofistike uygulamalar bazı üniversitelerde müfredata entegre edilmeye başlanmıştır. Her ne kadar tüm tedavi senaryolarının simüle edilebildiği 3B görselleştirilmiş modeller diş hekimliği eğitiminde kullanıma girse de ekipman ve simülasyon geliştirmek pahalıdır.<sup>48</sup>

SG simülasyonunda öğrenci, simülasyonu herhangi bir aşamada duraklatabilir, gözden geçirebilir, rehberlik isteyebilir. Bir eğitim aracı olarak SG simülasyonu, restoratif diş hekimliği, baş ve boyun anatomisi, dental anatomi konularında başarıyla kullanılmış ve öğrencilerin bilgi ve klinik becerilerini önemli ölçüde geliştirmiştir.<sup>49</sup> Reymus ve ark.<sup>50</sup> diş hekimliği öğrencilerinin SG kullanarak kök kanal anatomisinin öğrenimine yönelik olumlu tutumlarını ortaya koymuştur. Kök kanalı anatomisinin daha iyi anlaşılması açısından, öğrencilerin konik ışıklı bilgisayarlı tomografi (CBCT) veya SG'yi periapikal radyografiye tercih ettiklerini ortaya koymuştur.

Zafar ve ark.<sup>51</sup> SG kullanımının lokal anestezi uygulamasının eğitiminde öğrenciler tarafından kemik teması hissini alamamaları sebebiyle yardımcı bir eğitim aracı olarak kullanılabileceğini, ancak fantom kafa modelinin yerini alamayacağını bildirmektedirler.

## SONUÇ

Hızla gelişen teknolojinin sağlık alanında kullanım bulması hem tedavi edici hizmetlerin kolaylaşması hem de hastaların medikal ve dental tedavilere daha uyumlu yaklaşımlarına olanak sağlaması açısından oldukça önemlidir. SG uygulamalarının sağlığın pek çok alanında olduğu gibi diş hekimliği alanında da kendisine yeni alanlar bulacağı aşikardır.

## ETİK KURUL ONAYI

Bu çalışmada insanlardan ya da hayvanlardan elde edilen kaynaklar kullanılmadığından etik kurul onayı alınmamıştır.

## FİNANSAL DESTEK

Bu çalışma için herhangi bir kurum veya kuruluşun finansal destek alınmamıştır.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## YAZAR KATKILARI

Tasarım: BÖ, AC, Veri toplama veya veri girişi yapma: BÖ, AC, Analiz ve yorum: BÖ, AC, Literatür Tarama: BÖ, AC, Yazma: BÖ, AC.

## KAYNAKLAR

1. Gallo L, Minutolo A, De Pietro G. A user interface for VR ready 3D medical imaging by off the shelf input devices. *Comput Biol Med.* 2010; 40:350-8.
2. Sherman WR, Craig AB. *Understanding virtual reality.* 1st ed. San Francisco: Morgan Kaufman; 2003. 18p.
3. Ryan ML. Immersion vs. interactivity: virtual reality and literary theory. *SubStance* 1999; 28:110-37.
4. Slater M, Wilbur S. A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence-Teleop Virt.* 1997; 6:603-16.
5. Steuer J. Defining virtual reality: dimensions determining telepresence. *J Commun.* 1992; 42:73-93.
6. Gold JI, Mahrer NE. 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.* 2018; 43: 266-75.
7. Botella C, Osma J, Garcia-Palacios A, Quero S, Baños RM. Treatment of flying phobia using virtual reality: data from a 1 year follow up using a multiple baseline design. *Clin Psychol Psychot.* 2004; 11:311-23.
8. Gordon C, Roopchand-Martin S, Gregg A. Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study. *Physiotherapy.* 2012; 98, 238-42.
9. Keefe FJ, Huling DA, Coggins MJ, Keefe DF, Rosenthal MZ, Herr NR, et al. Virtual reality for persistent pain: a new direction for behavioral pain management. *Pain.* 2012;153, 2163.
10. Hoffman HG, Doctor JN, Patterson DR, Carrougher GJ, Furness TA. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain.* 2000; 85:305-9.
11. Hua Y, Qiu R, Yao WY, Zhang Q, Chen XL. The effect of virtual reality distraction on pain relief during dressing changes in children with chronic wounds on lower limbs. *Pain Manag Nurs.* 2015; 16:685-91.
12. Valverde NL, Fernández JM, López-Valverde A, Valero Juan LF, Ramírez JM, Flores Fraile J, et al. Use of virtual reality for the management of anxiety and pain in dental treatments: Systematic review and meta-analysis. *J Clin Med.* 2020; 9, 1025.
13. Felemban OM, Alshamrani RM, Aljeddawi DH, Bagher SM. Effect of virtual reality distraction on pain and anxiety during infiltration anesthesia in pediatric patients: a randomized clinical trial. *BMC Oral Health.* 2021; 21, 321.
14. Rodrigues P, Esteves A, Botelho J, Machado V, Zagalo C, Zorzal ER, et al. Usability, acceptance, and educational usefulness study of a new haptic operative dentistry virtual reality simulator. *Comput Methods and Programs Biomed.* 2022; 221, 106831.

15. Sullivan C, Schneider PE, Musselman RJ, Dummett CO Jr, Gardiner D. The effect of virtual reality during dental treatment on child anxiety and behavior. *ASDC J Dent Child*. 2000; 67:193-6.
16. Shetty V, Suresh LR, Hegde AM. Effect of virtual reality distraction on pain and anxiety during dental treatment in 5 to 8 year old children. *J Clin Pediatr Dent*. 2019; 43:97-102.
17. Doğaner YÇ, Aydoğan Ü, Yeşil H, Sarı O, Koç B. Genç bireylerde dental anksiyete ve ilişkili faktörler. *Gulhane Med J*. 2015; 57, 160-4.
18. Rao DG, Havale R, Nagaraj M. Assessment of efficacy of virtual reality distraction in reducing pain perception and anxiety in children aged 6-10 years: a behavioral interventional study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019; 12:510-3.
19. Johnston M, Carpenter L. Relationship between preoperative anxiety and postoperative state. *Psychol Med*. 1980; 10:361.
20. Calipel S, Lucas-Polomeni MM, Wodey E, Ecoffey C. Premedication in children: hypnosis versus midazolam. *Paediatr Anesth*. 2005; 15:275.
21. Raghav K, Van Wijk AJ, Abdullah F, Islam MN, Bernatchez M, De Jongh A. Efficacy of virtual reality exposure therapy for treatment of dental phobia: a randomized control trial. *BMC Oral Health*. 2016; 16: 25.
22. Wismeijer AA, Vingerhoets AJ. The use of virtual reality and audiovisual eyeglass systems as adjunct analgesic techniques: a review of the literature. *Ann Behav Med*. 2005; 30:268-78.
23. Al-Namankany A, Petrie A, Ashley P. Video modelling and reducing anxiety related to dental injections a randomised clinical trial. *Br Dent J*. 2014; 216, 675-9.
24. Panda A. Effect of virtual reality distraction on pain perception during dental treatment in children. *Int J Oral Care Res*. 2017; 5, 278-81.
25. Al-Halabi MN, Bshara N, AlNerabieah Z. Effectiveness of audio visual distraction using virtual reality eyeglasses versus tablet device in child behavioral management during inferior alveolar nerve block. *Anaesth Pain Intensive Care*. 2018; 22:55-61.
26. Ran L, Zhao N, Fan L, Zhou P, Zhang C, Yu C. Application of virtual reality on non-drug behavioral management of short term dental procedure in children. *Trials*. 2021; 22: 562.
27. Shetty V, Suresh LR, Hegde AM. Effect of virtual reality distraction on pain and anxiety during dental treatment in 5 to 8 year old children. *J Clin Pediatr Dent*. 2019; 43:97-102.
28. Rao DG, Havale R, Nagaraj M, Karobari NM, Latha AM, Tharay N, et al. Assessment of efficacy of virtual reality distraction in reducing pain perception and anxiety in children aged 6-10 years: a behavioral interventional study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019; 12:510-3.
29. Cunningham A, Mcpolin O, Fallis R, Coyle C, Best P, Mckenna G. A systematic review of the use of virtual reality or dental smartphone applications as interventions for management of paediatric dental anxiety. *BMC Oral Health*. 2021; 21: 244.
30. Qin Z, Zhou C, Zhu Y, Wang Y, Cao H, Li W, et al. Virtual reality for hypertension in tooth extraction: a randomized trial. *J Dent Res*. 2022; 101: 400-6.
31. Rantamaa HR, Kangas J, Jordan M, Mehtonen H, Mäkelä J, Ronkainen K, et al. Evaluation of virtual handles for dental implant manipulation in virtual reality implant planning procedure. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2022; 17: 1723-30.
32. Rantamaa HR, Kangas J, Jordan M, Mehtonen H, Mäkelä J, Ronkainen K, et al. Evaluation of voice commands for mode change in virtual reality implant planning procedure. *Int J of Comput Assist Radiol Surg*. 2022; 17: 1981-9.
33. Mladenovic R, Djordjevic F. Effectiveness of virtual reality as a distraction on anxiety and pain during impacted mandibular third molar surgery under local anesthesia. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021; 122: e15-e20.
34. Arikatla VS, Tyagi M, Enquobahrie A, Nguyen T, Blakey GH, White R, et al. High fidelity virtual reality orthognathic surgery simulator. *Proc SPIE Int Soc Opt Eng*. 2018; 10576: 1057612.
35. Qu M, Hou Y, Xu Y, Shen C, Zhu M, Xie L, et al. Precise positioning of an intraoral distractor using augmented reality in patients with hemifacial microsomia. *J Craniomaxillofac Surg*. 2015;43: 106-12.
36. Scolozzi P, Bijlenga P. Removal of recurrent intraorbital tumour using a system of augmented reality. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2017; 55, 962-4.
37. Zinser MJ, Mischkowski RA, Dreiseidler T, Thamm OC, Rothamel D, Zöller JE. Computer-assisted orthognathic surgery: waferless maxillary positioning, versatility, and accuracy of an image guided visualisation display. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013; 51: 827-33.
38. Tripp DA, Neish NR, Sullivan MJ. What hurts during dental hygiene treatment. *J Dent Hyg*. 1998; 72: 25-30.
39. Alshatrat SM, Alotaibi R, Sirois M, Malkawi Z. The use of immersive virtual reality for pain control during periodontal scaling and root planing procedures in dental hygiene clinic. *Int J Dent Hyg*. 2019; 17: 71-6.
40. Furman E, Jasinevicius TR, Bissada NF, Victoroff KZ, Skillicorn R, Buchner M. Virtual reality distraction for pain control during periodontal scaling and root planing procedures. *J Am Dent Assoc*. 2009; 140: 1508-16.
41. Coachman C, Calamita MA, Sesma N. Dynamic documentation of the smile and the 2D/3D digital smile

- design process. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2017; 37:183-93.
42. Sailer I, Liu S, Mörzinger R, Lancelle M, Beeler T, Gross M, et al. Comparison of user satisfaction and image quality of fixed and mobile camera systems for 3-dimensional image capture of edentulous patients: a pilot clinical study. *J Prosthet Dent.* 2018; 120:520-4.
  43. Popat H, Richmond S, Playle R, Marshall D, Rosin P, Cosker D. Three-dimensional motion analysis an exploratory study. Part 1: assessment of facial movement. *Orthod Craniofac Res.* 2008; 11:216-23.
  44. Riki GJ, Marjoke Vervoorn JB. Simulation in dentistry and oral health. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, editors. *The comprehensive textbook of healthcare simulation.* New York: NY Springer; 2013. p.329-40.
  45. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. 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.* 2003; 7: 13-9.
  46. Wright EF, Hendricson WD. Evaluation of a 3-D interactive tooth atlas by dental students in dental anatomy and endodontics courses. *J Dent Educ.* 2010; 74: 110-22.
  47. Bogacki RE, Best A, Abbey LM. Equivalence study of a dental anatomy computer assisted learning program. *J Dent Educ.* 2004; 68: 867-71.
  48. Buchanan JA. Experience with virtual reality-based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ.* 2004; 68: 1258-65.
  49. Reyes Acuca MJ, Sánchez Lezama ZS, Capistrán-Sarmiento B, Teodoro Isneros A, Suárez-Franco JL, Cerda-Cristerna BI. Learning of the mental nerve block technique with dental anaesthesia simulation models builds motor skills and confidence in dental students. *Eur J Dent Educ.* 2020; 24: 491-8.
  50. Reymus M, Liebermann A, Diegritz C. Virtual reality: an effective tool for teaching root canal anatomy to undergraduate dental students a preliminary study. *Int Endod J.* 2020; 53: 1581-7.
  51. Zafar S, Siddiqi A, Yasir M, Zachar JJ. Pedagogical development in local anaesthetic training in paediatric dentistry using virtual reality simulator. *Eur Arch Pediatr Dent.* 2021; 22: 667-74.