Dijital diş hekimliğinde sanal gerçeklik: Anket çalışması

Virtual reality in digital dentistry: A survey study

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Gürbüz

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.D., Kütahya
Orcid ID: 0000-0001-8774-8537

Arş. Gör. Dt. Ezgi Ceylan

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.D., Kütahya
Orcid ID: 0000-0003-1835-0474

Geliş tarihi: 25 Ocak 2021

Kabul tarihi: 18 Nisan 2021

doi: 10.5505/yeditepe.2022.31032

Yazışma adresi:

Dr. Öğr. Üyesi Ezgi Gürbüz
Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
Diş Hekimliği Fakültesi, Periodontoloji A.D.
Evliya Çelebi Yerleşkesi, Tavşanlı yolu 10.km, Kütahya
Tel: 0090 274 260 00 43
E-posta: ezgi.dogan@ksbu.edu.tr

ÖZET

Amaç: Bu anket çalışması ile ülkemizdeki diş hekimlerinin sanal gerçeklik teknolojisinin diş hekimliğindeki uygulama alanları ile ilgili bilgi düzeylerinin ve bu teknolojiye karşı yaklaşımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çevrimiçi anket linki, Türkiye'nin farklı şehirlerinde çeşitli kamu kurumlarında ve özel sektörde çalışan diş hekimlerine e-posta yoluyla ulaştırıldı. Anket kapsamındaki 26 soru ile katılımcıların sosyodemografik verileri ve sanal gerçeklik teknolojisinin diş hekimliğinde kullanımıyla ilgili bilgi düzeyleri ve yaklaşımları değerlendirildi. Çevrimiçi anketlerden elde edilen verilerle tanımlayıcı istatistikler yapıldı.

Bulgular: Anket; Kütahya, Eskişehir, İstanbul, Ankara, İzmir, Isparta ve Uşak olmak üzere 7 farklı şehirde görev yapmakta olan 131 (53 erkek [%40.5] ve 78 kadın [%59.5]) diş hekimi tarafından tamamlandı. Bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara doğru cevap veren katılımcıların oranı %44.3 ve %74.8 arasında değişkenlik gösterdi. Katılımcıların %38.2'si (n=50) CAD/CAM, dijital ölçü tarayıcı ve 3D gözlükler gibi sanal gerçeklik teknolojisi araçlarından birini kullandığı şeklinde cevap verdi. Araştırmamızda katılımcıların çoğunluğu tarafından gelecekte sanal gerçeklik tabanlı teknolojileri kullanma (%86.2) konusunda ve bu teknolojinin geleneksel tekniklere kıyasla daha fazla avantaj sunduğu, uzun vadede daha uygun maliyetli olacağı yönünde pozitif yaklaşım sergilendi.

Sonuç: Dijital protetik ölçü, sanal artikülasyon ve CAD/CAM gibi uygulamaların geleneksel prosedürlere olan üstünlükleri kabul edilmiş olsa da sanal gerçeklik teknolojisinin diş hekimliği alanında kullanımı küresel olarak gelişme aşamasındadır ve bazı uygulamalara ait teknik açıdan eksiklikler vardır. Bu eksiklikleri göz önünde bulundurduğumuzda dijital yaşam modelinin benimsenmeye başladığı ve pandemi gibi öngörülemez sıkıntılara maruz kaldığımız bugünler bu teknolojinin etkinliğinin değerlendirilmesi için uygun bir dönem olabilir ve bu doğrultuda longitudinal, randomize çalışmalar yapılabilir.

Anahtar kelimeler: Dijital diş hekimliği, sanal gerçeklik, dental simülasyon, CAD/CAM.

SUMMARY

Aim: It was aimed to evaluate the knowledge level of dentists in our country about the application areas of virtual reality technology in dentistry and their approach to this technology.

Materials and Methods: Online survey link was delivered via email to dentists working in various public institutions and private clinic of different cities in Turkey. Sociodemographic data of the participants and their knowledge levels and approaches about the use of virtual reality in dentistry were evaluated with 26 questions within the survey. Descriptive statistics were made with the data obtained from online surveys.

Results: The survey was completed by 131 dentists (53 male [40.5%] and 78 female [59.5%]) working in 7 different cities: Kütahya, Eskişehir, İstanbul, Ankara, İzmir, Isparta and Uşak. The rate of participants, who gave correct answers to the questions evaluating their knowledge level, varied between

en 44.3% and 74.8%. The virtual reality technology tools such as CAD / CAM, digital impression scanner and 3D glasses were claimed to be used by 38.2% of the participants (n = 50).

Conclusion: A positive approach was taken by the majority of the participants to use virtual reality-based technologies in the future and that this technology offers more advantages compared to traditional techniques. These days, when digital life model has begun to be adopted and we are exposed to a pandemic, may be a suitable period for the evaluation of the advantage of this technology and longitudinal, randomized studies can be conducted for this purpose.

Key words: Digital dentistry, virtual reality, dental simulator, CAD/CAM.

GİRİŞ

Dijital dış hekimliği, geleneksel dış hekimliği eğitime ve klinik uygulama yöntemlerine göre çok sayıda avantaj sağlayan yeni bir paradigmadır.^{1,2} Günümüzde bilgisayar donanımı ve yazılımındaki yenilikler, ileri simülasyon teknolojilerini destekleyen sanal dünyaları yaratmıştır. Sanal gerçeklik (SG), matematiksel modelleri ve bilgisayar programlarını kullanarak kullanıcıların yaratılan sanal dünyada gerçek hayata benzer bir şekilde hareket etmelerini sağlar. Bu dünyaya haptik (dokunsal) teknolojinin eklenmesiyle sanal ortamdaki nesnelerle hissetme ve dokunma yoluyla etkileşim olanağı sunulur.

SG teknolojisi, son zamanlarda yeni bir insan-bilgisayar arayüzü olarak yoğun ilgi görmektedir. Bu teknoloji; uzay uçuş eğitiminde, nükleer santral işletmesinde, tıp alanında, inşaat ve makine mühendisliğinde kullanılmaktadır.³ Dış hekimliğinde de uygulama alanı bulan bu dijital yenilik, prelinik öğrenci eğitiminde ve klinik prosedürlerde uygulanmaktadır.^{4,5}

Dış hekimliği öğrencilerinin eğitimi; teorik bilginin yanı sıra klinik çalışma için ince motor becerilerin, el-ayak ve göz koordinasyonunun edinilmesini gerektirdiğinden karmaşık bir süreçtir. Dış hekimliği öğrencilerinin hastalar üzerinde girişimsel klinik prosedürleri uygulamadan önce yeterliliğe ulaşmaları önemlidir ve bu sonuca klinik öncesi simüle edilmiş uygulamalarla ulaşılır. Bu amaçla dünya üzerinde birkaç dış hekimliği okulunda geleneksel yöntemlere ek olarak kullanılmaya başlanan dental simülatörler (örneğin DentSim, Iowa Dental Surgical Simulator [IDSS], Simodont Dental Trainer, VOXEL-MAN Dental, PerioSim, Haptic Technology Enhanced Learning [HapTEL]) SG tabanlı bir eğitim aracı olmayı hedeflemektedir.^{6,7} DentSim simülatörünün değerlendirildiği bir çalışma; bu simülatörün kullanıldığı en az altı saatlik dental uygulama ile öğrencilerin geleneksel prelinik eğitime göre daha hızlı öğrendiklerini, geleneksel eğitim uygulanan öğrencilerle aynı performans seviyesine ulaştıklarını ve daha fazla uygulama gerçekleştirip daha fazla değerlendirme yapıl-

ması olanaklarının olduğunu göstermiştir.⁸

SG teknolojisi; laparoskopik ve endoskopik cerrahide kullanıldığı gibi implant cerrahisinde de teknik becerileri geliştirmek, uygulamaya bağlı komplikasyonları azaltmak amacıyla (örneğin Image Guided Implantology, SimPlant sistemleriyle) kullanılmaktadır. Bu sistemler; dental implantların yerleştirilmesine gerçek zamanlı rehberlik eden bilgisayar destekli navigasyon sistemlerini ve implantların üç boyutlu (3D) olarak doğru pozisyonda yerleştirilmesini kolaylaştıran cerrahi rehberlerin üretimini destekleyen sistemleri içermektedir.

Sanal artikülatör ise protetik dış hekimliğinde kullanılan mekanik artikülatörün dijital replikasyonu olarak gerçek hasta verilerinin simülasyonu ile statik, dinamik oklüzyona ve çenelerin ilişkisine yönelik analizlere izin vermektedir.⁹ Computer Aided Designing/Computer Aided Manufacturing (CAD/CAM) sistemleriyle birlikte oklüzyonun işlevsel yönlerini ele alan sanal artikülatör, mekanik artikülatörün limitasyonlarını azaltan hassas bir yazılım aracıdır.

Ayrıca dış hekimliğinde SG teknolojisinden ağrı ve anksiyete kontrolünde de faydalanılmaktadır. Bu amaçla uygulanan SG gözlükleri dental uygulamalarda test edilmiştir ve hastaların kendi değerlendirmeleri, fizyolojik ölçümleri göz önünde bulundurularak bu teknolojinin anksiyeteyi ve hissedilen ağrıyı azaltmada etkili olduğu görülmüştür.¹⁰⁻¹²

Günümüzde SG teknolojisini de içine alan bilgisayar destekli teknolojiler, CAD/CAM sistemleriyle dental protez ve aparey yapımında yaygın olarak kullanılsa da dental simülatörler, sanal artikülatörler ve SG gözlükleri maliyetli olarak görülmekte ve az sayıda uygulayıcı tarafından kullanılmaktadır.¹³ Dijitalleşen ve Covid-19 pandemisinin etkilenen dünyamızda SG temelli teknolojilerin yakın gelecekte yaygınlaşacağı öngörüsüyle bu anket çalışmasında ülkemizdeki dış hekimlerinin bu teknolojinin dış hekimliğindeki uygulama alanları ile ilgili bilgi düzeylerinin ve bu teknolojiye karşı yaklaşımlarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alınarak gerçekleştirildi (Karar No: 2020/11-05). Anket formu dağıtılmadan önce çalışmaya dahil edilmeyen on kişiye uygulanarak anlaşılabilirlik test edildi.

Türkçe dilinde hazırlanan çevrimiçi anket, Google Dokümanlar Formu (Google Inc. Mountain View, California, ABD) kullanılarak oluşturuldu. Anket linki (<https://forms.gle/uT9xaxT1Bx8H7Tp86>) Türkiye'nin farklı şehirlerinde çeşitli kamu kurumlarında ve özel sektörde çalışan dış hekimlerine e-posta yoluyla ulaştırıldı. Katılımın gönüllülük esasına dayalı ve anonim olduğu anket uygulamasına anket formunu yanıtlamayı kabul eden dış hekimleri dahil edildi.

Anket sorularının hazırlığında Sabalic ve Schoener'in¹⁴ çalışmalarında uyguladıkları anketin ilk kısmından faydalandığı için sorumlu yazardan izin alındı. Ankette kapalı uçlu ve beş noktalı Likert ölçeğini içeren olmak üzere 26 soru mevcuttu. Anket soruları ile katılımcıların sosyodemografik verileri (yaş, cinsiyet, çalışma yeri, çalışma süresi, varsa uzmanlık alanı), SG teknolojisinin diş hekimliğinde kullanımıyla ilgili bilgi düzeyleri ve yaklaşımları değerlendirildi.

Çevrimiçi anketlerden elde edilen verilerle tanımlayıcı istatistikler yapıldı. Sonuçlar, yüzde ve sayı olarak verildi. Frekans analizinin yanı sıra bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara ait cevaplar sosyodemografik verilere göre Mann Whitney U test ve Kruskal-Wallis testi ile analiz edildi. SG tabanlı teknoloji araçlarından veya bilgisayar yazılımlarından herhangi birinin kullanımına dair cevapların sosyodemografik verilere göre kıyaslanması ise Fischers' Exact test ile gerçekleştirildi.

BULGULAR

Anket; Kütahya, Eskişehir, İstanbul, Ankara, İzmir, Isparta ve Uşak olmak üzere 7 farklı şehirde görev yapmakta olan 131 (53 erkek [%40.5] ve 78 kadın [%59.5]) diş hekimi tarafından tamamlandı. Katılımcıların %10.7'si (n=14) 20-25, %45'i (n=59) 26-30, %22.1'i (n=29) 31-35, %9.9'u (n=13) 36-40, %11.5'i (n=15) 41-50 yaş aralığındaydı ve %0.8'i (n=1) 50 yaşın üstündeydi. Katılımcıların çalışma yerlerine, sürelerine ve uzmanlık alanlarına ait sonuçlar Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Katılımcıların uzmanlık alanı, çalışma yeri ve mesleki deneyim süresi.

Uzmanlık alanı (var ise)	%	n
Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi	23.5	16
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi	2.9	2
Endodonti	13.2	9
Ortodonti	5.9	4
Pedodonti	19.1	13
Periodontoloji	11.8	8
Protetik Diş Tedavisi	17.6	12
Restoratif Diş Tedavisi	5.9	4
Çalışma yeri	%	n
Üniversite	45	59
Kamu kurumu (üniversite haricinde)	35.1	46
Özel klinik	19.8	26
Mezun olduktan sonraki çalışma süresi	%	n
0-2 yıl	27.5	36
3-5 yıl	23.7	31
6-10 yıl	22.9	30
10+ yıl	26	34

Çalışmaya dahil olan katılımcıların yarısından fazlası (n=68, %51.9) uzmanlık alanı olduğu ve %45'i (n=59) ise üniversite kurumunda çalıştığı bilgisini verdi.

SG teknolojisinin diş hekimliğindeki uygulamalarıyla ilgili bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara ait cevap yüzde-leri Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Sanal gerçeklik teknolojisinin diş hekimliğindeki uygulamalarıyla ilgili bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara verilen yanıtlar.

	Evett	Hayır	Bilmiyorum
Bütün dijital tarama/ölçü sistemlerinde diş topografisini doğru bir şekilde kaydetmek için yansıtıcı toz veya sprey gerekir.	%8.4 (n=11)	%45.8 (n=60)	%45.8 (n=60)
Dental ölçülerin 3D dijital modelleri, geleneksel yolla elde edilen modeller kadar hassasiyete ve doğruluğa sahip değildir.	%11.5 (n=15)	%74.8 (n=98)	%13.7 (n=18)
Diş taraması ve dijital ölçü alımı esnasında diş tonlarını otomatik olarak belirlemek mümkündür.	%51.9 (n=68)	%10.7 (n=14)	%37.4 (n=49)
Haptik (dokunsal) teknoloji, simüle edilmiş bir ortamda sanal nesnelere dokunma hissi verir.	%44.3 (n=58)	%0.8 (n=1)	%55 (n=72)
Sanal artikülör, oklüzyonu doğru analiz edebilecek hassas bir araçtır.	%64.1 (n=84)	%3.1 (n=4)	%32.8 (n=43)
Sanal gerçeklik teknolojisi, flepsiz minimal-invaziv implant cerrahisine imkan sağlar.	%55.7 (n=73)	%2.3 (n=3)	%42 (n=55)

Katılımcıların %74.8'i (n=98), dental ölçülerin 3D dijital modellerinin geleneksel modellerle aynı doğruluk ve hassasiyete sahip olduğu cevabını verdi, ancak yalnızca %44.3 oranında katılımcının "haptik teknoloji" terimi konusunda doğru bilgisi olduğu belirlendi. Diş hekimlerinin %64.1'i (n=84) ise sanal artikülörün oklüzyonun tam analizi için hassas bir araç olduğu yanıtını verdi.

Bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara verilen doğru cevap sayısının ortalamasında; yaşa, cinsiyete, çalışma süresine ve uzman olma durumuna göre istatistiksel açıdan fark bulunmazken, üniversitede çalışan hekimlerin özel kliniklerde ve üniversite dışı kamu kurumlarında çalışan hekimlere göre istatistiksel olarak anlamlı daha fazla sayıda doğru cevap verdiği belirlendi (p= 0.043).

Ankete katılan diş hekimlerinin %41.2'si (n=54) öğrencilerin psikomotor beceri kazanımının en güvenilir şekilde prelinik eğitimde kullanılan simülasyon araçlarından SG tabanlı simülasyon teknolojisi (örneğin DentSim) ile değerlendirilebileceği cevabını verdi. Benzer oranda çekilmiş insan dişleri (%40.5) ve çok düşük oranda model üzerindeki akrilik dişler (%1.5) ile değerlendirilebileceği ifade edildi. Ancak çalışmaya katılanların yalnızca %3.1'nin (n=4) SG tabanlı dental simülör kullandığı belirlendi. Dental simülörlerin etkinliği ile ilgili olarak, katılımcıların %45'i (n=59) fikrini belirtmezken (simülör kullanma fırsatı bulamayan katılımcılar dahil), 31 katılımcı (%24) simülörlerin çok etkili olduğu yönünde görüşlerini beyan etti. Çevrimiçi anket katılımcılarının çok az bir kısmı, üniversite yıllarında SG teknolojisi hakkında ders aldığını belirtti (%9.2, n=12); ders alanların %83'ünün CAD/CAM ve dijital ölçüye yönelik eğitim aldığı görüldü.

Çalışmaya katılan diş hekimlerinin yarısından azı (%29.8, n=39) protetik tedavi planlama, dental implant tedavisi planlama, ortodontik tedavi planlama, 3D görüntüleme ve teşhis, gülüş dizaynı yazılımı gibi SG tabanlı bilgisayar yazılımlarından herhangi birini kullandığını ifade etti (Grafik 1).

Grafik 1. Sanal gerçeklik tabanlı bilgisayar yazılımlarından herhangi birinin kullanım durumuna ilişkin dağılım.

Katılımcıların %38.2'si (n=50) ise CAD/CAM, dijital ölçü tarayıcı ve 3D gözlükler gibi SG teknolojisi araçlarından birini kullandığı şeklinde cevap verdi (Grafik 2).

Grafik 2. Sanal gerçeklik teknolojisi araçlarından herhangi birinin kullanım durumuna ilişkin dağılım.

Yalnızca dört diş hekimi (%3.1) dental eğitim ve pratikte SG teknolojilerini sıklıkla kullandığını belirtti.

SG teknolojisi araçlarından veya bilgisayar yazılımlarından herhangi birini kullandığı şeklinde beyanda bulunanların oranı; cinsiyete, uzman olma durumuna ve üniversitede çalışma durumuna göre istatistiksel olarak farklılık göstermedi.

Araştırmamızda katılımcıların çoğunluğu tarafından gelecekte SG tabanlı teknolojileri kullanma (%86.2) konusunda ve bu teknolojinin geleneksel tekniklere kıyasla daha fazla avantaj sunduğu, uzun vadede daha uygun maliyetli olacağı yönünde pozitif yaklaşım sergilendi. Ankete katılan diş hekimlerinin %82.4'ü (n=108) önümüzdeki yıllarda SG teknolojisinin diş hekimliği uygulamalarının çoğunluğunda kullanılacağını düşünmektedir (Grafik 3).

Grafik 3. Katılımcıların sanal gerçeklik tabanlı teknolojilerin ileride diş hekimliği uygulamalarında kullanımına ilişkin beklentilerini gösteren pasta grafik.

TARTIŞMA

Dijital diş hekimliğinin tarihsel olarak gelişiminde ilk olarak CAD/CAM, görüntüleme sistemleri ve hasta kayıtlarının arşivlendiği klinik yönetim sistemlerine yoğunlaşılsa da sonraki yıllarda yapay zeka, artırılmış gerçeklik, SG, 3D baskı ve robotik uygulama gibi alanlar dijital diş hekimliğindeki

yeniliklere katkıda bulunmuştur. SG teknolojisi; diş hekimliğinde prelinik öğrenci eğitiminin yanı sıra implant cerrahisinde, protetik uygulamalarda ve dental anksiyete kontrolünde uygulama alanı bulmuştur. Bu çalışma, SG teknolojisinin diş hekimliğinde uygulama alanlarına yönelik ülkemizdeki diş hekimlerinin bilgi düzeylerini ve yaklaşımlarını değerlendiren ilk anket çalışmasıdır. Çalışmanın sonuçlarına göre bilgi düzeyinin değerlendirildiği sorulara doğru cevap veren katılımcıların oranı %44.3 ve %74.8 arasında değişkenlik göstermiştir. Protetik uygulamalara (dijital ölçü, CAD/CAM, sanal artikulator gibi) ait sorulara daha yüksek oranlarda doğru cevap verilirken hekimlerin en az bilgi sahibi olduğu konu haptik teknoloji olarak belirlenmiştir. SG teknolojisi ile ilgili %9.2 oranında çok az katılımcının ders aldığı ve katılımcıların yarısından fazlasının (%61.8) bu teknolojiyi kullanmadığı beyanı göz önünde bulundurulunca bilgi düzeyini değerlendiren sorulara verilen doğru cevap yüzdeleri yeterli görülmektedir. Ayrıca ankete katılım sağlayan diş hekimlerinin %45'inin 26-30 yaş aralığında olması, yeni nesil diş hekimlerinin SG gibi teknolojilere lisans eğitiminde ders almamış ve bu teknolojiyi kullanmamış olsalar dahi ilgi duyduklarını göstermektedir. Gerçekten de katılımcıların çoğunluğu dijital ölçü sistemleri, CAD/CAM, tedavi planlama yazılımları, dijital gülüş tasarımı ve SG gözlükleri gibi SG teknolojilerini ileride kullanmayı düşündüklerini ve bu teknolojik yeniliklerin geleneksel yöntemlere göre daha fazla avantaj sunduğunu belirtmişlerdir.

Sabalic ve Schoener¹⁴ in farklı ülkelerden diş hekimliği öğrencilerinin ve eğitimcilerin katılım sağladığı anket çalışmasında bizim çalışmamıza benzer oranlarda (%90) ileride bu teknoloji kullanımına dair pozitif bir tutum sergilenmiştir. Aynı şekilde düşük oranda katılımcı (%16) SG teknolojisini kullandığını ve klinik pratiğinde sıklıkla kullanan katılımcılar bu teknolojinin uzun dönemde geleneksel uygulamalara göre daha az maliyetli olacağına inandıklarını belirtmişlerdir. Diğer taraftan prelinik eğitimde kullanılan sanal simülasyon teknolojisinin geleneksel yöntemlere göre avantaj ve dezavantajlarına yönelik sorulardan elde edilen cevaplara göre çok sayıda katılımcı sanal simülasyonun başlıca dezavantajını ekipman satın alma maliyeti olarak belirtmiştir. Bu teknoloji kapsamında tanıtılan çoğu ekipmanın deneme aşamasında olması ve gerçek klinik durumu tam olarak simüle edememesi belirtilen diğer dezavantajlardır. Katılımcıların çoğunluğu tarafından başlıca avantaj ise bu teknolojinin çürük kavitesi hazırlığı gibi bir prosedürü birkaç kez tekrarlama imkanı sunması olarak belirtilmiştir.

Haptik SG simülasyonu, diş hekimliği müfredatının bir parçası olarak sensorimotor gelişimini sağlamak için alternatif bir metodoloji olarak önerilmiştir.¹⁵ Akademik amaçla geliştirilen araştırma simülatörlerinin (örn. Virtual Reality Dental Training System (VRDTS), Iowa Dental Surgical

Simulator (IDSS), PerioSim) yanı sıra, piyasada satılan birkaç dental simülatör de (örn. Simodont Dental Trainer, VOXEL-MAN Dental, VirTeaSy Dental) bulunmaktadır. Bu çalışmada katılımcıların büyük kısmı (n=54, %41.2) SG tabanlı simülasyon teknolojisi ile öğrencilerin prelinik uygulamalardaki becerilerinin güvenilir bir şekilde değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Ancak çok az sayıda katılımcı (n=4, %3.1) tarafından SG tabanlı dental simülatör kullanıldığı ifade edilmiştir.

Üniversitede çalışan hekimlerden bu teknolojinin prelinik eğitimde kullanımı yönünde pozitif tutum sergileyenlerin oranı (%41.8), aynı şekilde cevap veren üniversite dışında çalışanların oranından (%38.9) istatistiksel olarak anlamlı olmasa da daha yüksek bulunmuştur (p= 0.919). Aynı zamanda dental simülasyonun bir parçası olan haptik teknoloji kullanımına yönelik bilgi düzeyinin değerlendirildiği soruya üniversitede çalışan hekimlerin doğru cevap verme oranı (%55.9), üniversite dışında çalışanlara (%34.7) oranla istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazladır (p= 0.040).

Dünya üzerinde farklı kıtalardaki diş hekimliği eğitimi veren kurumlardan SG simülasyonunun ve haptik teknoloji kullanımının diş hekimliği müfredatındaki yeri ile ilgili bilgi toplamak amacıyla uygulanmış bir anket çalışmasında¹⁶ Avustralya ve Yeni Zelanda'nın diş hekimliği müfredatında haptik simülasyon uygulamasını yaygın bir şekilde kullanan ülkeler olduğu ve kullanım yaygınlığı açısından ülkeler arasında farklılıklar olduğu gösterilmiştir. Bu farklılıklar simülasyon teknolojisinin ilk etapta gerektirdiği finansal yatırımlara ve bu teknolojinin geleneksel simülasyon yöntemlerine üstünlüğünün kesin olarak kanıtlanamamasına bağlanmıştır. Maddi kaygılar, SG teknolojisinin diş hekimliği eğitiminde kullanımını kısıtlayıcı gibi gözükse de üretim maliyetinin ve eğitmen ihtiyacının azalması ileride bu teknolojinin kullanılabilir hale gelmesinde etkili faktörler olabilir. Öte yandan çalışmamıza katılım sağlayan hekimlerin yarısından fazlası (n=86, %65.6) diş hekimliği alanında yeni teknolojilere yatırım yapmanın çok önemli olduğu şeklinde fikrini beyan etmiştir.

Çoğu diş hekimliği eğitimi veren kurum, SG simülasyonu ile ilgili kesin kanıt elde edilene kadar bu simülasyonu eğitimde kullanmayı ertelese de Covid-19 pandemisi nedeniyle uzaktan eğitime yöneldiğimiz bugünlerde SG tabanlı bu teknolojilerden faydalanmak kaçınılmaz hale gelebilir. Diş hekimliği prelinik eğitimi için sanal ortamda üretilen diş modellerinin geleneksel mum modellerle kıyaslanmasına yönelik ülkemizde yapılan çalışmada¹⁷ dijital diş modellerinin mum modelleri yansıttığı sonucuna varılmış ve eğitmen ile yüz yüze eğitim süresini kısaltmak, öğrencinin güvenle hasta başına geçmeden önce motor becerilerini geliştirmek gibi katkılarından dolayı, SG uygulamalarıyla harmanlanmış sistemlerin diş hekimliği eğitime dahil edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Anketimizin sonuçlarına göre 48 diş hekimi (%36.6) CAD/CAM sistemini ve dijital ölçü tarayıcısını kullandığı yanıtını vermiştir. Katılım sağlayan Protetik Diş Tedavisi uzmanlığı olan diş hekimlerinin büyük kısmının (%92) bu teknoloji-den faydalandığı tespit edilmiştir. CAD/CAM sistemleri ve dijital ölçü yöntemleriyle tek seansta hasta başında restorasyon üretiminin mümkün olması, Covid-19 yayılımı açısından riskli meslek gruplarından biri olan diş hekimliğinde enfeksiyon kontrolü açısından önem arz edebilir.

Çalışmamızın birtakım sınırlamaları vardır. Özellikle çevrimiçi anketlerde sıklıkla görüldüğü üzere katılım oranının (%63.6) yüksek olmadığı durumlarda, anket sonuçlarının yorumlanmasında dikkatli olunmalıdır. Anketimizde bilgi düzeyinin değerlendirildiği kapalı uçlu soruların yanı sıra teknolojiye dair tutumun sorgulandığı ölçekli sorular mevcuttu ve bu yanıt çeşitliliği de ankete katılımın sınırlı olmasında etkili olmuş olabilir.

SG teknolojisinin diş hekimliğinde kullanım alanı geniş bir yelpaze içermekte olup anket, bu yelpazedeki kullanım alanlarına yönelik soruları içermektedir ve tüm soruların detaylı analizinin yapılamaması çalışmamızın bir sınırlamasıdır.

Anketimiz sadece mezun olmuş diş hekimlerine uygulanmış olup öğrencilerin bu teknolojinin diş hekimliği eğitimindeki yeri ile ilgili görüşleri başka bir anket çalışmasında değerlendirilerek ileride bu teknolojinin diş hekimliği müfredatına entegre edilmesinde alt yapı oluşturulabilir. Ankete katılım sağlayan diş hekimlerinin yaş dağılımının homojen olmaması da çalışmamızın başka bir sınırlamasıdır.

SONUÇLAR

Ülkemizi temsil eden örneklemde aldığımız sonuçlara göre SG teknolojisinin ülkemizde yaygın bir şekilde kullanılmadığı ancak geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğu düşünülen bu teknolojinin yakın gelecekte yaygınlaşacağı katılımcıların çoğunluğu tarafından belirtilmiştir. Dijital protetik ölçü, sanal artikülatör ve CAD/CAM gibi uygulamaların geleneksel prosedürlere olan üstünlükleri kabul edilmiş olsa da SG teknolojisinin diş hekimliği alanında kullanımı küresel olarak gelişme aşamasındadır ve özellikle sanal simülasyon teknolojisindeki uygulamalara ait teknik açıdan eksiklikler vardır. Örneğin prelinik eğitim amacıyla kullanılan dental simülatörlerin haptik geri bildiriminin ve uzaysal, zamansal senkronizasyonunun iyileştirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, SG simülatörlerinin değerlendirilmesi için henüz kabul edilmiş bir standart yoktur. Bu eksiklikleri göz önünde bulundurduğumuzda dijital yaşam modelinin benimsenmeye başladığı ve pandemi gibi öngörülemez sıkıntılara maruz kaldığımız bugünler SG tabanlı teknolojilerin kullanımının ve etkinliklerinin değerlendirilmesi için uygun bir dönem olabilir ve bu doğrultuda longitudinal, randomize çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Buchanan JA. Use of simulation technology in dental education. *J Dent Educ* 2001; 65: 1225-1231.
2. Paul L, Child J. Digital dentistry: is this the future of dentistry. *Dent Econ* 2011; 101: 10.
3. Gorman PJ, Meier AH, Rawn C, Krummel TM. The future of medical education is no longer blood and guts, it is bits and bytes. *Am J Surg* 2000; 180: 353-356.
4. Huang T-K, Yang C-H, Hsieh Y-H, Wang J-C, Hung C-C. Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry. *Kaohsiung J Med Sci* 2018; 34: 243-248.
5. Dută M, Amariei CI, Bogdan CM, Popovici DM, Ionescu N, et al. An overview of virtual and augmented reality in dental education. *Oral Health Dent Manag* 2011; 10: 42-49.
6. Zafar S, Lai Y, Sexton C, Siddiqi A. Virtual Reality as a novel educational tool in pre clinical paediatric dentistry training: Students' perceptions. *Int J Paediatr Dent* 2020; 30: 791-797.
7. Gottlieb R, Vervoorn JM, Buchanan J. Simulation in Dentistry and Oral Health. In: Levine AI, DeMaria S, Schwartz AD, Sim AJ, editors. *The Comprehensive Textbook of Healthcare Simulation*. Springer, New York, NY; 2013. p. 329-340.
8. Buchanan JA. Experience with virtual reality based technology in teaching restorative dental procedures. *J Dent Educ* 2004; 68: 1258-1265.
9. Korlakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res* 2014; 8: 25-28.
10. Wiederhold MD, Gao K, Wiederhold BK. Clinical use of virtual reality distraction system to reduce anxiety and pain in dental procedures. *Cyberpsychol Behav Soc Netw* 2014; 17: 359-365.
11. Hoffman HG, Garcia-Palacios A, Patterson DR, Jensen M, Furness III T, et al. The effectiveness of virtual reality for dental pain control: a case study. *CyberPsychol Behav* 2001; 4: 527-535.
12. Aminabadi NA, Erfanparast L, Sohrabi A, Oskouei SG, Naghili A. The impact of virtual reality distraction on pain and anxiety during dental treatment in 4-6 year-old children: a randomized controlled clinical trial. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2012; 6: 117-124.
13. Raja'a M, Farid F. Computer-based technologies in dentistry: types and applications. *J Dent (Tehran)* 2016; 13: 215-222.
14. Sabalic M, Schoener JD. Virtual reality-based technologies in dental medicine: knowledge, attitudes and practice among students and practitioners. *Tech Know Learn* 2017; 22: 199-207.
15. Wang D, Li T, Zhang Y, Hou J. Survey on multisensory feedback virtual reality dental training systems. *Eur J Dent Educ* 2016; 20: 248-260.
16. Perry S, Burrow M, Leung W, Bridges S. Simulation and curriculum design: a global survey in dental education. *Aust Dent J* 2017; 62: 453-463.
17. Bulut AC, Sonmez O. Diş hekimliği preklinik eğitimi için sanal gerçeklik ortamında diş modellerinin oluşturulması: Pilot çalışma. *Turk J Clin Lab* 2020; 2: 42-49.