

## 21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram

Recep ASLAN<sup>1\*</sup>, Saffet ERDOĞAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, AFYONKARAHİSAR

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü ŞANLIURFA

\*Corresponding author e-mail: raslan@aku.edu.tr

### ÖZ

Hekimlik eğitiminde hedef, bilgi ve becerileri en güncel veri ve tekniklerle en yüksek başarı oranı ile aktarmak, bunu gösterir çıktılarını almak ve bütün bunları sürdürülebilir hale getirmektir. Bu amaçla, gelişmiş ve uygulanabilir eğitim teknikleri öğrenme araçları arasına katılmaktadır. Tecrübe gerektiren tüm alanlarda olduğu gibi hekimlik eğitiminde de; ön görülen 2000 Mbps hızlı internet erişimi, uzaktan algılama teknikleri, holografik görüntü teknikleri ve özellikle sanal gerçeklik gibi kavramların farkında olunması ve bunların sınıf, laboratuvar ve uygulama alanlarına yansıtılması günümüzde çok önemli bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır. Uluslararası rekabette önemli bir ekonomik sektör olan lisans ve lisansüstü eğitimde kalite belirteçleri sürekli değişmekte ve referans faktörleri olarak belirleyici olmaktadır. Değişenin sadece teknik imkânlar olmadığı, insan kaynağının da değiştiği hesaplara dâhil edilmelidir. Tüm dünyada, öğrenme ve eğitim alma aşamasındaki insan kaynağı ağırlıklı olarak Y ve Z kuşaklarıdır. Bu sosyal grupların özellikleri göz önüne alındığında, etkili ve verimli lisans/lisansüstü eğitimde sanal gerçeklik temelli ürün ve modellerin yer aldığı donanım ve tekniklerin yaygın kullanımı zorunludur. Bu teknikleri içeren ürünleri günlük yaşantısında kullanan bireyler için; sayfalarca metin ile anlatılan bir konunun öğrenilmesi, kısa bir video veya sanal gerçeklik ekipmanlarıyla çok daha ilgi çekici, akılda kalıcı ve hızlı olabilecektir. Hekimlikte bir konuyu tam öğrenmek için o konuyla ilgili pratik ve uygulamalar, konunun akılda kalmasını, daha iyi öğrenilmesini sağlar. Tıp, veteriner hekimliği ve sağlık disiplinleri eğitiminde tüm öğrencilere yeteri kadar pratik yaptırma imkânı sunulmuyor olması önemli bir sorundur. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve hologram teknikleri bunları da ortadan kaldıracak etkin bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Artırılmış gerçeklik, Hekimlik eğitimi, Holografik görüntü teknikleri, Sanal gerçeklik, Y ve Z kuşağı.

### Medical Education in the 21st Century: Virtual Reality, Augmented Reality and Hologram

#### ABSTRACT

In medical education, the goal is to transfer knowledge and skills with the latest data and techniques with the highest success rate, to take out the outputs. For this purpose, advanced and applicable educational techniques are included as learning tools. Experience is required in all fields as well as in medical education; Today, it is a very important necessity to be aware of the concepts such as the predicted 2000 Mbps fast internet access, remote sensing techniques, holographic imaging techniques and especially virtual reality, and to reflect them in the classroom, laboratory and application fields. Quality indicators in the undergraduate and postgraduate education, which are internationally important economic sectors, are constantly changing and determining as reference factors. The change should be included only in accounts where the source of the change is not technical facilities. All over the world, the human resource during the learning and training phase is predominantly the Y and Z generations. The characteristics of these groups, the widespread use of techniques involving virtual reality-based products. For individuals who use products containing these techniques in daily life; learning a page with a textual description can be much more engaging, memorable and fast with a short video or virtual reality equipment. It is an important question that the possibility of practicing all students in medicine, veterinary medicine and health discipline training is not available. Virtual reality, augmented reality emerges and hologram as an effective tool to remove them.

**Key Words:** Augmented reality, Medicine education, Holographic imaging techniques, Virtual reality, Y and Z generations.

To cite this article: Aslan R. Erdoğan S. 21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram. *Kocatepe Vet J. (2017) 10(3): 204-212.*

## GİRİŞ

Günümüzde sanal ve artırılmış gerçeklik ortam ve imkânlarından yararlanmanın okuryazarlık çizgisi kabul edileceği bir bakışa doğru ilerlemekteyiz. Günlük yaşantının bir parçası haline gelen ve bir ileri adımı olan hologram teknikleriyle de gündeme oturan sanal gerçeklik (SG) ve artırılmış gerçeklik (AG) kavramı, her alandaki hekimlik eğitim ve uygulamaları için de olmazsa olmaz bir araç olarak eğitimci ve akademisyenlerin ilgi alanına girmektedir. Tekniğin öne çıkan özellikleri arasında; sanal objeler ile daha gerçekçi bir ortam oluşturarak, bu ortamı gerçek zeminde sunma, öğrenmeyi kolaylaştırma, Y ve Z kuşakları için cazip bir eğitim ortamı oluşturma, sürekli ve kolay ulaşılabilirliği gibi nedenler sayılabilir (Etlican 2012, Somyürek 2014, Şahin 2016). Sosyologlar mevcut kuşakları iletişim araçları ile etkileşimliliğine göre X, Y, Z diye tasnif etmektedir. 1961-1980 yılları arasında doğan X kuşağı, ekonominin düşüşe geçtiği ve bambaşka değerler sisteminin inşa edildiği bir dönemi temsil eder. Teknoloji yetileri genel olarak e-posta takibi, online arama gibi becerilerle sınırlıdır. İletişim becerileri ve network geliştirme konusunda donanımlıdır, bu nedenle iş bulma konusunda zorlanmazlar. Önceki kuşaklara göre daha çok sorgulama eğilimindedirler. Aile odaklı, kendine güvenli, açık fikirli ve eğlenmeyi seven yapıdadırlar. X kuşağı kendilerini geliştirmeye ve çalıştıkları organizasyonda kültürel ve küresel değerler olmasına önem verir. 1980-2000 yılları arasının kuşağı Y olarak tanımlanmıştır. Bunlar terör, doğal afetler, obezite, AIDS gibi küresel risklerin etkili olduğu dönemde yetişmişlerdir. Ayrıca bu dönem, ekonomik siyasi ve teknolojik devrimin çok hızlı olduğu bir zaman aralığıdır. Y kuşağı genellikle hızlı, çok yönlü ve yoğun bir yaşam tarzına sahiptir. Beklentilerini karşılayacak hız, ekip çalışması ve çok yönlü işler yoksa çabuk sıkılmaktadırlar. Okullarda önceki kuşaklara göre daha çok zaman geçiren, daha iyi eğitim alabilmek için ailesinin yaşadığı yerden farklı yerlere eğitim almak için giden, evde tek başına daha fazla zaman geçiren bireylerdir. Önceki kuşaklara göre küçük yaşlarda kendi kararlarını vermek, bir takım işlerini kendileri yapmak zorunda kalmışlardır (Etlican 2012). Günümüz genç popülasyonunu oluşturan Z kuşağı dijital çağda doğan ve büyüyen nesil olup kanaatkar ve temkinli X ve Y kuşaklarının aksine hıza, tüketmeye ve iletişim için interneti tercih etmeye yönelik jenerasyondur. Bu yeni neslin dominant dijital koşullarda doğmuş, büyümüş olması onları önceki nesillerden farklı olarak dijital bilgi ve becerilere ekstra bir eğitime gerek kalmaksızın yatkın kılmaktadır. Bu yüzden Z nesli için internet teknolojileri ve dijital donanımlar yaşamın olmazsa olmaz bir parçasıdır. Onlara bu nedenle geleneksel öğrenme yöntem ve ortamları cazip gelmemektedir. Z kuşağının dikkatini çekmek için, geleneksel tekniklere göre olan avantajları ve

eğitimi farklılaştırmaya ve zenginleştirmeye yönelik etkili ortam sağlaması açısından artırılmış gerçeklik kavramı ve buna bağlı teknikler ön plana çıkmaktadır (Karahisar 2013, Somyürek 2014). Hekimlik eğitim ve uygulamalarında da yeni teknoloji kullanımı, özel önem ve öncelik gerektirmektedir. Öğrenme işine katılan duyu organlarının sayısı ne kadar fazla olursa o kadar iyi öğrenilir ve öğrenme o düzeyde kalıcı olur yaklaşımı her alanda kabul görmektedir. Öğrenime katılacak duyu organlarının sayısını artırmak etkili öğrenmede oldukça önemlidir (İnan 2006). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik, öğrenme işine katılan duyu organı sayısını, bireyin kendini o ortamda hissetmesi nedeniyle, doğrudan etkilemektedir. Bu tekniklerin olası kıldığı imkânların öneminin konuşulduğu dönemin geride kaldığı, hologram ürünlerinden yararlanım süreçlerinin başladığı göz önünde tutulduğunda, sanal gerçekliğe dayalı uygulamaların ülkemizde yetersiz olduğunu söyleyebiliriz (Kayabaşı 2005, Sarıkoç, 2016). Eğitim öğretim ve pratik uygulamalarda modellemelerin sanal ve artırılmış gerçeklik üzerine oturması, akademik eğitimin bu teknolojilerden yararlanmasını zorunlu kılmaktadır (Küçük ve ark. 2015). Tıp, diş, veteriner hekimliği gibi tıbbi disiplinlerin eğitim ve uygulamalarını global rekabete açık hale getirmek için sanal gerçeklik çıktılarını karşı farkındalığı artırmak zorundayız. Ders, uygulama ve deneylerde kişinin yaşadığı ortamla bağını tamamen kesen, kendisini ana karakterle özdeşleştirmesini sağlayan, sanal bir kurgu olan ortamı yaşıyormuş hissettiren, konsantrasyonu artıran bir tekniğe duyarsız kalmak doğru olmaz (Aktan 2007). Savunma, eğitim, sağlık, pazarlama, yönetim başta olmak üzere tüm sektörlerde sanal gerçeklik üzerine oturtulmuş ürünlerin yoğun kullanımı süreci başlamış olup; uzmanlık ve tecrübe için uyum gerektiren zorlu mesleki ortamlara adaptasyon, bir hastanın fobileriyle yüzleşmesi, anne karnındaki bir fetusu detaylarıyla inceleyebilmeyi deney hayvanı kullanmaksızın uygulama ve deney yapabilmeyi dijital ortamda sağlayan bu teknoloji, her alanda gerçekliği artırılmış sanal ortamlar oluşturarak eğitim ve yaşantı tarzını önemli ölçüde değiştirmeye başlamıştır. Böylece seyretmek istediğiniz bir operasyonu, bir deney uygulamasına ait görüntüleri, bir dersin anlatımını gerçek zamanlı olarak ön sırada ve ekrandan biri gibi 360 dereceyle izleyebilir, artırılmış gerçeklik ortamına katılabilirsiniz. Bir tıbbi ekipmanı elinizle inceliyor gibi, bir tıp merkezinin içinde geziyor gibi ziyaret ve tecrübe süreçlerini yaşayabilirsiniz (Bayraktar ve Kaleli 2007). Sanal gerçeklik ürünlerinin, çok yakında 2000 Mbps hıza ulaşacağı öngörülen internet, yapay zekâ ve sinir ağlarıyla entegrasyonu ile 7/24 eğitimin nasıl cazip hale geleceği anlaşıldığında, bu tekniğin her alandaki eğitim yöntemini tamamen değiştirecek potansiyele sahip olduğu öngörülebilir (Aktan 2007, Türker 2005). Biyolojik yapılarımız ve sinir sistemimizle irtibat kurabilecek bu donanımlar; nöronların

internet ağıyla doğrudan iletişim kurmasını, bu yolla ileti ve veri paylaşımını, dokularımızı holografik görüntü amaçlı kullanabilmemizi; söz gelimi, başparmak tırnağını monitor gibi kullanabilmeyi mümkün kılabilir. Beyne yerleştirilmiş çiplerin protez cihazları düşünce gücüyle hareket ettirdiklerini yıllardır biliyor, cohea, retina, optik sinir, optik traktus gibi ortamlar üzerinden implant tekniklerine muhatap oluyoruz (Mudun 2001). Daha ileri uygulamalarda, serebral merkezler ve nöronlar bilgisayar teknolojileri ile entegre edilerek, kurgulanan sanal ortamı gerçekmiş gibi hissedebilmek, sanal bilgilerin dijital ortamlarda yaşatılabilmesi mümkün hale gelebilir, beyin korteksi üzerinden ulaşılan data bir harddiske veya bilgisayar hafızasına yüklenerek nöronlar vasıtasıyla yapay zeka ve dijital ortamlarla iletişim kurabilmesi, duygu ve düşüncelerin konuşma olmaksızın iletebilmesi gibi olguların önü açılabilir. İnsan veya hayvan beyni bilgisayara bağlanarak yapay duygu hissiyatı oluşturulabilir, kurgulanmış sahneler yaşatılabilir, bu duygularla yaşayan beyin dokusal gerçekliğinde mi yoksa bilgisayar ortamının sanallığında mı yaşadığını fark edemeyebilir (Aydoğan 2011). Beş duyu desteği olmadan düşünce aktarımı, sanal dünyalarda hologram tabanlı görüntü oluşturma, organ, doku ve bedenlerin sanal versiyonlarının üretilerek paralel/yedek organ ve doku oluşturulması, bedenimiz dahil algılanan fenomenlerin aslında bir simülasyon olduğunu da gösterir (Henderson 2003). Sanal ve artırılmış gerçeklik ortamlarının özelliklerini çok hızlı güncelliyor olması bütün bunları olası kılmaktadır (Mıdık ve Kartal 2010, Aydoğan 2011). Holografı, Macar fizikçi Dr. Dennis Gabor tarafından 1947 yılında fark edilmiştir. Işık dalga girişimlerinin bir yüzey üzerine kayıt edilmesi temeline dayanan bir tekniktir. Bu bakışla holograma, bir cisimden gelen dalgaya ait bilginin girişim ve faz değerlerinin saklandığı yüzey görüntüsü denilebilir. Üç boyutlu bir görüntünün iki boyutta sunulmasını sağlayan holografı çok yeni bir araştırma konusudur. Uzaydaki bir cisme ait enformasyon genellikle ses veya ışık dalgaları olarak ulaşır. Cisimlerden gelen dalgalardaki bilgiyi belirli bir şekilde depo edip onu bir kayıt olmadan tekrar ortaya çıkarmak hologram tekniği ile yapılabilmektedir. "Holos" Yunancada bütün anlamına gelmektedir. Hologram, bir cisimden ulaşan dalgaya ait enformasyonu, bilgiyi hem genlik hem faz değerleriyle kaydeder; ne zaman istenilirse orijinal dalga bu kayıt ortamından yeniden elde edilir (Dalkıran 2011). Sessiz kuşak, baby bumer ve X ve Y kuşaklarının eğitim süreçlerindeki yeri neredeyse hiç kalmamıştır. Aktif eğitim süreçlerindeki en yoğun kitle Z kuşağıdır. Bu neslin hızlı düşünme yetisini, çok yönlü ve yoğun aktifliklerini tatmin edecek bir teknoloji önemlidir. Onların beklentileriyle uyumlu hızla, ileri teknolojiye, hızlı düşünmeye dayanmayan ortamlarda sıkılmaktadırlar. Olası verimlilik kaybı ve çıktı

kalitesindeki düşüş riskine karşı, eğitim dâhil tüm alanlarda, sanal gerçekliğe dayalı uygulama, teknik ve ürünlerin kullanımı önemli olmaktadır (Etlican 2012).

## POSTMODERN EĞİTİM PLATFORMU

Aidiyet duygularının göreceli olarak zayıflayıp, yerini bireyselliğin aldığı günümüzde, sanal gerçeklik ile bire bir muhataplık algısı oluşturma, öğrencinin soru ve müdahale imkânını artırma, çok boyutlu düşünme, bireysel ve etkin görme, tecrübe etme, interaktif süreç, kalıcı bilgi sahibi olma, somutlaştırılması zor bilgilerin deneyimleniyormuş gibi verilmesi, zengin ve kalıcı deneyimler kazanma, karmaşık bilgilerin içinde yer alan sanal ortam sayesinde algılanabilir hale getirilmesi, hayvan veya insan gerektiren deneylerin canlı kullanılmadan uygulanabilmesi gibi birçok özellik kullanılarak öğrenme süreç yönetimi kolaylıkla yönetilebilmektedir (Aktan 2007). Bütün bu avantajları nedeniyle sanal gerçeklik, küresel rekabete açık bir tıp eğitimi ve sektörü için önemli bir kalite kriteri ve tercih sebebidir. Lisans eğitiminde tıp, veteriner hekimlik, mimarlık, mühendislik gibi alanlarda birebir örneklerin bileşenlerine ayrılarak üç boyutlu incelenebilirliğiyle eğitim ve uygulamaların artırılması gerekmektedir (Çavaş ve ark 2004). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik, her ikisi de bireye hedeflenen alanda gerçekçi bir ortam sunmaktadır. Sanal gerçeklik bu ortamı tamamen sanal objelerle oluştururken, artırılmış gerçeklik gerçek zeminde sanal objeler kullanır (Anonim 2015). Birbiriyle karıştırılan bu iki kavramı şöyle ayırabiliriz: Sanal gerçeklik tamamen yazılımla oluşturulmuştur ve sanal ortamda deneyim sağlamaya yöneliktir. Sanal gerçeklik gözlüğü ile kendini üç boyutlu olarak ortamda hisseden bireyin bu deneyimle öğrenmesi hedeflenir. Ortam bilgisayarda simule edilerek oluşturulur (Bayraktar ve Kaleli 2007). Artırılmış gerçeklikte ise; mevcut bir fiziksel ortam üzerinde sanal objelerle yeni bir ortam oluşturularak deneyim yaşatılır. Artırılmış gerçeklik gözlüğü bulunulan ortamın anlık görüntüsü üzerine farklı sanal objeler yerleştirilebilir. Birey bu objeleri gözleyerek onlarla konuşabilir. Bu teknikte; gerçek dünyadaki çevre, dijital ortamda oluşturulan görüntü, ses, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilerek canlı fiziksel görüntü elde edilir (Carmigniani et al 2011). Bütün bu özellikleri nedeniyle, hekimlik eğitiminde kullanılacak kitap ve materyaller, derslik ve laboratuvarlar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik tekniklerinden yararlanılarak oluşturulabilirse, öğrencinin olayı kendi deneyimi olarak algılaması nedeniyle öğrenme kolaylaşacaktır.

## TARİHÇE

Sanal gerçeklik 1930'lu yıllara dayanan yaklaşım olup, sanal gerçeklikle ilgili ilk gelişmenin 1939 yılında üretilen View-Master adlı, içine konulan filmleri ışık

yardımla görebilmeyi sağlayan görme simülatörü olduğu söylenebilir (Resim 1) (Sell and Sell 1994).



**Resim 1.** View Master 1939'dan 2017'ye  
**Figure 1.** View Master from 1939 to 2017

Sanal gerçekliğe giden yolda diğeri bir ürün 1962 yılında Morton Heilig tarafından Sensorama adıyla geliştirilmiştir; bu üründe, izleyicilerin kendilerini sinema veya tiyatro sahnedeki olayların içinde hissedebilmesi amacıyla 3D stereoskopik görüntü, stereo ses sistemi, vücudu sallayan bir aygıt ve koku veren bir düzenek kurgulanmıştır. Görme, işitme, dokunma ve koku duyarları üzerinden bir sanal ortam oluşturulmuş bu makinede film izlenebilmektedir. Sensorama tamamen mekanik bir düzenek olsa da bilgisayarlara giden yolda bir süreç göstergesidir ve halen çalışır durumdadır (Robinet 1994). Thomas A. Furness'in 1966 yılında ülkesinin hava kuvvetleri için geliştirdiği uçuş simülatörü, sanal gerçelik teknolojisinin evrilmesinde bir sonraki adım olarak değerlendirilebilir. Sanal gerçelik ya bir ortam veya bir kask yardımıyla oluşturulmaktadır. Günümüzde kullanılan kaskların ilk örneği ise 1968 yılında Ivan Sutherland tarafından geliştirilmiş, ürkütücü görüntüsü nedeniyle bu kask Demokles'in Kılıcı adıyla anılmış ve günümüzde kullanılan modern sanal gerçelik gözlüklerinin ilham kaynağı olmuştur. MIT Üniversitesi 1978 yılında geliştirdiği bir program ile Colorado eyaleti Aspen şehrine ait oluşturulan sanal görüntü sayesinde, kullanıcılara Aspen şehrinde üç farklı modda dolaşabilme imkanı sağlamıştır. Sega şirketi 1991 yılında Sega VR isimli, LCD ekran, stereo hoparlör ve başın hareketlerini algılayan sensörlere sahip bir ürünle katkı sağlarken, Nintendo tarafından 1995 yılında Virtual Boy geliştirilmiştir. Philip Rosedale 1999 yılında 360 derece görüntülerle ilgili çalışmaları ile sürece destek vermiş, Z-A Production 2001 yılında bilgisayar tabanlı üç boyutlu küp oda ile Google 2007 yılında StreetView uygulaması ile 360 derece gerçek görüntüleriyle ortam algılanmasını sağlamıştır (Resim 2). 2010 yılında Oculus VR ilk Oculus Rift prototipini geliştirmiş; 2014'de Sony PlayStation-4 için bir sanal gerçelik başlığı üretirken, Google akıllı telefonlarla kullanılan, kendin yap tarzı CardBoard'ı paylaşmıştır (Şahin 2016).



**Resim 2.** 360 derece kameralar  
**Figure 2.** 360 degree cameras

Sanal gerçelik ve artırılmış gerçeliğin ürüne dönüşüp kullanılabilmesi için veri girişi ve yazılım asıl aşamadır. Bu süreç şirketler ve üniversitelerdeki ARGE ekiplerince geliştirilen birçok uygulamayla devam etmektedir. Gyroscope özelliği taşıyan akıllı telefonlarda mobil uygulamalar aracılığı ile sanal gerçelik deneyimi, kendi entegre lenslerine sahip olan sanal gerçelik gözlükleri için süreçteki önemli adımlardandır. (Wang et al 2006). Google tarafından geliştirilen ve gyroskop kullanılmadan işlev gören cardboard adlı teknik, sürecin evrildiğini göstermesi açısından önemlidir. 2017'de ilk kontrol cihazına sahip Gear VR, sanal gerçelik ekosistemini genişleterek Gear VR deneyimlerini daha kolay ve eğlenceli hale getiren bir ürün olarak Samsung lisansı ile üretilmiştir (Resim 3).



**Resim 3.** Engüncel sanal gerçelik gözlüğü  
**Figure 3.** Postmodern virtual reality case

Sanal gerçelik ortamının algılanmasında Control VR adıyla bilinen bir eldiven işlevine sahip ürün, el ve kol

hareketlerini algılayarak etkileşimde olduğunuz sanal gerçeklik ortamına aktarır. Klavye, fare gibi donanım kullanmadan el hareketleri ile bilgisayarda çalışabilmeyi, çizim yapabilmeyi olası kılmaktadır. Virtuix Omni ise sanal ortamda özgürce dolaşmanızı sağlayan ilk sanal gerçeklik aparatıdır. Koşu bandını andıran yapısıyla sanal ortamda yürüyerek veya koşarak 360 derece görüş olanağı ile yönlendirmede bulunmanızı sağlar (Şahin 2016).

## KULLANIM ALANLARI

Oyunlar başta olmak üzere eğitim süreçlerinde artık sanal gerçeklik ürünleri karşımıza çıkmaktadır. Yeni nesil ders materyalleri sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile etkileşimli ürünlerden oluşmaktadır. Sanal gerçeklik neredeyse tüm eğitim düzeyleri için uygun imkân, ürün ve donanımlar sunmaktadır. Ders kapsamındaki olay, olgu, mekân, teknik, uygulama ve nesnelere gerçekçi ve üç boyutlu olarak öğrencilere sunularak öğrenme daha cazip, kolay ve kalıcı hale getirilmektedir. Turizm ve sayahat sektörü; hem transferler sırasında geçen zamanı değerlendirmek hem de 360 derece görüntüler ile sanal gezinti sağlayan uygulamalarla müşterilerine hitap etmektedir. Kısa süre içerisinde, internet üzerinden harita, yer ve görüntü sağlayan erişimlerle entegre yazılımlardan yararlanabilmek mümkün olabilecektir. Sanal gerçeklik kullanılarak ev, mobilya, araba, giyim, dekorasyon malzemeleri alış veriş olası hale gelse de henüz müşteriler için ön inceleme amaçlı kullanım yaygın görünmemektedir. İstedığınız kıyafeti bizzat kendi üzerinizdeymiş gibi görmek, almak istediğiniz evi sanal ortamda içindeymiş gibi gezmek, döşemek, düşündüğünüz aracı test etmek, günümüzde bir ardenalin kaynağıdır da. Satın alınan bir modüler ürünün nasıl monte edileceği, montaj aşamaları üç boyutlu görülerek tecrübe edilebilir, bu bir telefonla bile yapılabilir hale gelmektedir. Savunma, eğitim ve tatbikatları, ekipmanların sanal ortamda kullanımı ile gerçeğe çok yakın eğitimler verilebilmektedir. Özellikle pilotluk eğitimi amaçlı simülasyon uygulamaları sanal gerçeklik ortamlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik tekniği katılarak yapılan haberler, haberciliğin ufku değişirecek bir bakış açısı taşımaktadır. Gazeteci Nonny de la Pena, Suriyeli çocukların yaşam ortamları hakkında bir farkındalık oluşturmak üzere gerçekleştirdiği proje ile, gerçek bir haberi 360 derece olarak modelleyerek, sanal gerçeklik gözlüğü ile o anı gerçekmiş gibi izleme imkanı sunmuştur (Anonim 2017). Sağlık ve spor aktiviteleri ile egzersiz, antrenman ve eğitimler, sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde daha performans artırıcı, daha başarılı ve daha bireye özgü hale gelmektedir. Bireysel farklılıklara uygun vücut geliştirme, gerçek ortamda çalışılıyor hissi veren ortamlar, günlük spor aktiviteleri ve elit atletlerin eğitiminde yeni bir imkân olarak karşımıza çıkmaktadır. Giyilebilir teknolojik

ürünlerin artması, sanayi internetinin 2000 Mbps hıza ulaşacağına öngörülmesi, sanal gerçeklik teknolojilerinin gelişim hızını artırmaktadır. Donanım maliyetlerinin gittikçe azalıyor olması, sanal gerçeklik gözlüklerinin daha estetik, ergonomik ve kullanışlı hale gelmesi bu süreci iyice hızlandırmaktadır. Günümüzde, stratejik davranan, gelişmişlik yarışında önde olan ülkelerin sanal gerçeklik teknolojilerine yatırımları öncelikli hale gelmiş ve önemli bütçeler ayrılması normalleşmiştir. Örneğin, sanal gerçeklik pazarındaki en büyük oyuncuların Facebook, iki milyar dolara satın aldığı Oculus firmasının geliştirdiği bilgisayar ile eğlence sektöründe sanal gerçeklik alanında önemli kazanımlar elde etmektedir. Sanal gerçeklik sadece kask ve gözlük değil, yön, hareket, koku duyularını da uygulamalara dâhil ederek hızlı bir evrilme süreci de yaşamaktadır (Somyürek 2014, Şahin 2016).

## TIP ALANLARINDA KULLANIMI

Özellikle tıp ve veteriner hekimliği gibi sağlık eğitimi veren fakültelerde teşhis ve tedavi modüllerinin, cerrahi operasyonların simülasyonları kullanılarak ön deneyimler gerçekleştirilmektedir. Sanal sınıflar, laboratuvarlar, ameliyathaneler, bazı üniversite ve eğitim kurumları tarafından başarılı bir şekilde denemektedir. Bu tarz ortamlarda öğretim elemanı ve öğrenci arasındaki gerçek etkileşim devam etmekte, ancak sanal ortam koşulları hissedilmektedir. Tv'lerde, bir sunumun, bir operasyonun canlı video görüşmesi sırasında görüntülerini hologramik olarak izleyebilmekteyiz (Resim 4). Real Image Wieving tekniği ile, taranan doku ve organların hologram görüntüleri önümüzde yer almakta hatta elektronik neşter ile üzerinde kesi ve diğer işlemler yapılabilmektedir. Artırılmış gerçeklik gözlüğü ile bir beyin hologramı elle tutuluyor gibi görülebilmekte, bu hologram beyin görüntüsünü el ile uzanıp avucunuza alabilmektesiniz. SG, AG ve hologram donanımlı ameliyathane, laboratuvar ve sınıflarla yakın gelecekte rutin olarak karşılaşacağımız düşünülmektedir (Milgram and Kishino 1994).



**Resim 4.** Operasyonda üç boyutlu görüntü desteği  
**Figure 4.** Three-dimensional image support in operation

Tıbbi disiplinlerde bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça yetersizdir. Az sayıdaki çalışmadan birisi olan Küçük ve arkadaşlarınınca yapılan araştırma, anatomi dersinde mobil artırılmış gerçeklik (MAG) kullanımı sonrası tıp fakültesi öğrencilerden aldıkları geri bildirimlere yer vermektedir. Ders kitaplarının artırılmış gerçeklik ile desteklenmesi, derslerde AG uygulamalarının kullanılması tüm öğrencilerin ortak talebi olarak not edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin bireysel olarak AG uygulamalarını öğrenme aracı olarak kullanmak istedikleri, bu uygulamaları faydalı ve kullanışlı buldukları, uygulamadan memnun kaldıkları bildirilmiştir (Küçük ve ark. 2015). Yapılan çalışmalar AG teknolojisinin bireylerde oluşturduğu algının bireysellik ve kullanım kolaylığı olduğunu göstermektedir (Chang et al 2011, Wojciechowski and Cellary 2013, Yusoff et al 2011). MAG uygulamalarında, öğrenciler sesler, üç boyutlu animasyon, video ve resimlerle desteklenmiş sanal ortamı eğlenceli bulmuş, ders saatlerinde ve günün diğer saatlerinde MAG çoklu ortam uygulaması kullanmaktan hoşnut kalmışlardır. Zor konuların MAG uygulamalarıyla desteklenmesi istenmiştir. Öğrenciler, araştırma kapsamında dersin anlaşılmasını kolaylaştırmak amaçlı sunulan üç boyutlu video animasyonlardan memnun kalmışlardır (Küçük ve ark. 2015). Animasyonlar ve tematik videolar günümüzde zaten yaygın çoklu ortam materyalleri arasındadır ve statik görsellerden daha etkili oldukları bilinmektedir (Pettersson et al 2009). Benzer veriler paylaşan çalışma sonuçları mevcuttur (Martín-Gutiérrez et al 2010, Von Jan et al 2012, Cai et al 2013, Di Serio et al 2013, Wojciechowski and Cellary 2013). MAG uygulamalarının konuyu somutlaştırırken gerçeklik hissi oluşturması cazibesini artıran bir faktördür. Zaten artırılmış gerçeklik, gerçek görüntü üzerine sanal nesnelere eklenmesiyle sanal nesnelere ve birey arasında eş zamanlı etkileşim sağlayarak gerçeklik hissi oluşturma prensibine dayanmaktadır (Carmigniani et al 2011). MAG ile nesnelere canlanarak üç boyutlu animasyona, tıbbi eğitimde bir insan modeline, veteriner hekimlikte bir hayvansal modele dönüşmesi ile oluşan gerçeklik hissi, konunun resim, kadavra ve maketlerden öğrenilmesine göre daha kolay ve daha cazip olduğunu düşündürmektedir. Öğretim elemanından konuyu tekrar anlatmasını istemek, ortam psikolojisi açısından çok kolay olmamaktadır. Bu gibi faktörler ve doğrudan gözle görülmesi, yakından izlenmesi mümkün olmayan varlık ve mekanizmaları, süreçleri, operasyonlar ve deneyleri üç boyutlu animasyonlar ile somutlaştırmak iyi bir öğrenim tekniği olabilir (Wu et al 2013). Teşhiste isabetliliği artırabilecek sanal yöntemler de geliştirilmektedir. Bu konuda en çok çalışma diş hekimliği disiplinlerindedir. Daha sonra beşeri tıp ve hemşirelik alanındaki araştırma ve uygulamalar gelmektedir. Çok önemli bir tıbbi disiplin olan veteriner hekimliği ile ilgili sanal

gerçeklik çalışmaları ve uygulamalar gelişmiş ülkelerde mevcuttur ama yetersizdir. Türkiye'de ise veteriner hekimliği eğitimi ve uygulamalarında sanal gerçeklikten yararlanmaya yönelik herhangi bir çalışmaya literatür aramalarında rastlanılmamaktadır. Veteriner hekimliği eğitiminde de elbette birçok yenilikçi öğrenim araçları ve yaklaşımları vardır. Çünkü yeni yöntemlerle ilerlemek bir zorunluluktur. Öğrenci ve akademisyenlerin hayvanlara, hayvanların (bazen savunma refleksi ile) onlara zarar vermesine yol açabilen klasik pek çok yöntem artık tercih edilmemektedir. Asıl amaç, hayvan refahına ve hayvan haklarına zarar vermeden öğrencinin veteriner hekimliği eğitimi alması ve tecrübe edinmesidir. Veteriner hekimliği eğitiminde, bu temel kriterlere uygun şekilde sanal gerçeklik ve hologram gibi daha ileri uygulamalardan henüz yeterince yararlanılmamaktadır (Martinsen and Jukes 2005). Üç boyutlu simülasyon teknolojisi heyecan verici ve göz ardı edilemez gelişimiyle veteriner tıbbının zorlu eğitim, teşhis ve müdahale süreçlerinde belirgin bir şekilde yer alacaktır. Donanımlı, yetkin veteriner hekimler için, sanal gerçeklik ve 3D simülasyon teknikleri gibi imkanların ulaşılabilir olması, mesleki ve klinik uygulamalardaki hızlı değişimlere ve bilimsel yeniliklere ayak uydurmada önemlidir. Bu hedefe ulaşmada karşılaşılan güçlükler arasında hayvan refahı nedeniyle eğitim esnasında gerçek hastaların bulunup bulunmadığına dair sınırlamalar gelmektedir. Temel olarak insan tıbbi deneyimlerinden yola çıkarak, öğrencilerin temel deneyler ve klinik becerilerini geliştirebilmeleri konusunda güvenli ve etik alternatif fırsatlar sağlanması açısından veteriner hekimliği ve tıp eğitiminde simülasyonların kullanımı önemsenmeli ve yoğunlaştırılmalıdır (Scalese and Issenberg 2005). Bilgisayar grafikleri ve sanal gerçeklik ortamları, karmaşık 3D mekânsal ilişkileri görselleştirmede ideal olduğu için artırılmış gerçeklik uygulamalarında, bilgi içeriği gerçek ve sanal görüntülere ait verilerle birbirine bağlanır. Bu tekniklerden veteriner hekimliği eğitiminde de yararlanılmaya başlanmış, atlarda ovarium palpasyonu gibi teşhis tekniklerine yönelik ürünler hazırlanmıştır (Crossan et al 2000). Bu kapsamdaki bir başka önemli araştırma (Lee et al 2013) tarafından yapılmıştır. Çalışma, veteriner hekimliği ve teknikerliği eğitimi alan öğrencilere köpekte intravenöz (IV) enjeksiyon simülatörü geliştirmek amacını taşımaktadır. Bir köpeğin tomografik görüntüleri, 64 kanallı bir ultra detektör kullanılarak taranmış, görüntüler bir görüntü parçalama yöntemi kullanılarak hacimsel veri setlerine dönüştürülerek 3D modeller oluşturmak için bir stereolitografi formatına dönüştürülmüştür. IV enjeksiyon için AG simülatörü için AG temelli bir arabirim geliştirildi. Gönüllü öğrencilere AG ortamında, kontrol grubuna ise canlı köpeklerde IV enjeksiyon tekniği eğitimi verilerek eğitim bitiminde öğrencilerden bir anket doldurmaları istenmiştir. AG simülatörü kullanılarak eğitilen grubun gerçek köpek

kullanan gruba göre IV enjeksiyon tekniğinde daha yetkin olduğu, öğrencilerin AG simülatörü ile IV enjeksiyon tekniğini iyi öğrendikleri tespit edilmiştir. Araştırmacılar, bu teknolojiyi kullanarak, veteriner hekimliği eğitiminde kullanılmak üzere veteriner AG simülatörleri geliştirilebileceğini rapor etmişlerdir (Lee et al 2013). Tıp ve veteriner tıbbi eğitiminde anatomi ağırlıklı bir yer tutar ve geleneksel olarak öğrenciler elle deneyim kazanır. Bununla birlikte, diseksiyon eğitimi, müfredat saatlerinin azalması nedeniyle büyük baskı altındadır. Bu nedenle anatomi eğitiminde evrimi, geleneksel kadavra diseksiyonunu alternatifli hale getirmek için bilgisayar tabanlı kaynakların kullanımını öneren çalışmalar mevcuttur (Maza 2010). Bu çalışma Apple QuickTime VR gibi programlar ile dijital hareketsiz görüntüleri veya animasyonlu 3D kaynakları görüntülemek için internet veya yerel alan ağlarını kullanmak da dâhil olmak üzere yeni kaynaklar geliştirilerek öğrencilerin ve akademisyenlerin diseksiyon laboratuvarında daha hızlı ve kaliteli öğrenim deneyimi geliştirilebileceğini ileri sürmektedir. Araştırma, öğrencilerin çoğunun her iki kaynağı da öğrenmede önemli algıladıklarını göstermektedir (Maza 2010). Anatomi ve tüm tıbbi eğitim süreçleri, doğasında görsel açıdan güçlü bir desteğe ihtiyaç duyduğu için, derslerde resim ve animasyon kullanmak önemlidir. QuickTime sanal gerçeklik yazılımı, anatomik yapıları üç boyutlu bir biçimde sunmayı mümkün kılmıştır, böylece tıp ve veteriner hekimliği fakülteleri gibi okullarda eğitimin her kademesinde bilgisayar tabanlı araçların yeri daha da artmış olacaktır. Sanal gerçeklik tasarımlar ile, CT, MRI, PET gibi görüntüleme ekipmanlarından alınan sayısal veriler, yeni nesil yazılımlarla üç boyutlu hale getirilerek, ürünün donanımsal modüllerinden birisi olarak sanal gerçeklik gözlüğüne görüntülenmesi, görüntülerin yine ürünün donanımsal modüllerinden olan sanal gerçeklik eldiveni yardımıyla, oluşturulan görüntüde dokunma hissinin algılanarak incelenmesi, işlenmesi sağlanabilmektedir (Resim 5) (Anonim, Sisoft 2017).



**Resim 5.** Radyolojide üç boyutlu görüntü  
**Figure 5.** Three-dimensional image in radiology

MAG tekniği, esnek öğrenme ortamı oluşturması, zaman yönetimi, erişim kolaylığı ve çalışma rahatlığı

sağlaması nedeniyle öğrenmeyi ve kavrama yeteneğini artırması nedeniyle seminer, ders, uygulama, teşhis ve deneylerde başarı için tercih edilebilecek bir tekniktir (Liaw et al 2010, Di Serio et al 2013).

Sanal/artırılmış gerçeklik uygulamaları, öğrencilerde ilgili yazılım ve tasarımlara yönelişi artırmış ve bu uygulamaların öğrencilerde tekniğin gelişmesi için verebilecekleri katkıyı araştırma ve artırılmış gerçeklik teknolojisiyle meşgul olma davranışını geliştirdiği izlenmiştir (Mıdık ve Kartal 2010). Z kuşağının dijital teknolojileri kullanma yatkınlıkları ve becerileri düşünüldüğünde, tüm alanlarda AG uygulamalarının geliştirilmesindeki rolleri göz ardı edilmemelidir.

## SONUÇ

Çok sayıda duyu organına hitap ettiği için daha kalıcı, daha etkili, daha eğlenceli, daha birey odaklı öğrenme sağlayan bu teknik, canlı modellerde deneyimlemenin zor olduğu, hatta çevresel ve etik olarak mümkün olmayan deney, test gibi aktiviteleri sanal ortamda gerçekleştirip sonuçlarını görmek ve çıktılarını almak gibi imkânlar sunmaktadır. Bire bir eğitim algısını güçlendirdiği için eğitim kalitesi, öğrenme çıktılarını artıran, öğrencilerin daha aktif bir öğrenim sürecine katılmaları ile motivasyonu artırıp, zaman ve mekan açısından özgürlüğü teşvik eden bir yöntemin en hızlı şekilde üniversitelerin uygulamalı bölümlerinde yer alması global bilim ve eğitim rekabeti için önemi ortadadır. Sanal gerçeklik, artırılmış sanal gerçeklik ve hologram tekniklerinin elbette sınırlılıkları da mevcuttur. Gelişmiş, bir alt yapı, oturmuş program ve ekipmanlar gibi yazılım ve donanım gereçleri kurumlara cazip görünmeyebilmektedir. Bireysel olarak da, uzun süreli kullanımlarda baş dönmesi, baş ağrısı gibi semptomları içeren olgular mevcuttur. Yeterli düzeyde olmayan FPS yani saniyede yakalanan kare sayısı değerleri, ekran yenileme hızı gibi teknolojik yetersizlikler, kullanıcı hareketleri ile görüntü arasında gecikme sorunlarını gündeme getirmektedir. Bütün bunlara rağmen, 5G ve sonrasında 2000 Mbps hıza ulaşacağı öngörülen sanayi tipi internetle birlikte bazı sorunlar önemli düzeyde ortadan kalkmış olacaktır. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklikle ilgili yoğun ARGE çalışmaları, bu kısıtları da ortadan kaldırabilecek yeni ürünler, teknikler ve uygulamalara imkân sağlayacaktır. Türkiye'de konu, özellikle tıp ve veteriner hekimliği alanlarında henüz farkındalık aşamasındadır, bu nedenle proje, bilimsel çalışma ve tartışma düzeyi yetersizdir. Yurtdışındaki örnekler de yetersiz olmasına rağmen global platformların aldığı mesafe oldukça ileridir. Bu çıktı ve ürünler takip edilerek, benzer uygulamaları Türkiye'de de gerçekleştirilmek suretiyle sürece ivedilikle dâhil olunmalıdır. Her alanda kullanımı her geçen gün artan sanal ve artırılmış gerçeklik imkânları ile tıbbi eğitim ve uygulamalara ilişkin tekniklerde yaşanacak köklü değişiklikleri öngörebilmeliyiz. Uluslararası rekabette

ve eğitim kalitesinde önemli bir belirteç olan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve hologram tabanlı yazılım-donanımları rutinleştirecek projeler stratejik temalar kapsamına alınmalıdır. Bu konuda bilim adamı, öğretmen ve akademisyen yetiştirilmesi ve oluşturulacak tek işi bu olan mükemmeliyet merkezleri ile veri işleme, yazılım ve donanım yeteneği olan personel yetiştirilmesine yönelik ARGE bantları oluşturulması sağlanabilmelidir. YÖK, TÜBİTAK, TUBA, Kalkınma Bakanlığı ve kalkınma ajanları ile üniversitelerdeki Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüklerinin bu kapsamdaki yatırım ve projelere pozitif ayrımcılık göstermeleri önem arz etmektedir. Üniversiteler Arası Kurul birimlerinden Tıp-Sağlık Bilimleri Eğitim Konseyinin, bu tekniklerin yaygınlaştırılması amaçlı pilot uygulamaları başlatmak amacıyla tıp-sağlık eğitimi veren fakülteleri yönlendirmesi de önemli bir etki sağlayabilir. 4. ve 5. Beş Yıllık Kalkınma Planları ile Milli Eğitim Temel Kanunu gereği dijital teknolojiler ve teknikler stratejik öncelik arz etmektedir. Milli Eğitim Temel Kanunu'nun 13. Maddesi, "Her derecede ve türdeki eğitim programlarının, yöntem araç ve gereçlerin bilimsel ve teknolojik esaslara, yeniliklere, ihtiyaçlara göre geliştirileceği"ni öngörmektedir. Bu durumda, milli eğitimin yüksek öğretim ayağını oluşturan üniversitelerde, özellikle tıp ve mühendislik gibi uygulamalı bölümlerde sanal gerçeklik tabanlı teknikler önemsenmeli, ayrıca proje ve araştırmalar teşvik edilmelidir. Sağlık eğitimi verilen tıp, veteriner hekimliği, diş hekimliği, eczacılık ve sağlık bilimleri fakültelerinde sanal gerçeklik, artırılmış sanal gerçeklik hatta hologram imkânlarıyla desteklenmiş eğitimin rutinleştirilmesi, çıktı kalitesi ve global rekabet için de kaçınılmazdır.

#### KAYNAKLAR

- Aktan CC.** Yüksek Öğretimde Değişim: Global Trendler, Yeni Paradigmalar. Yaşar Üniv. Yayınları. İzmir, 2007; 1-47.
- Anonymous.**  
<http://www.immersivejournalism.com>.  
Assesien date: 10.01.2017.
- Anonymous.**  
<http://www.sisoft.com.tr/haber/page?SYF=Detay&hb=2183>. Assesien date: 14.03.2017
- Anonymous.**  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Art%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F\\_ger%C3%A7eklik](https://tr.wikipedia.org/wiki/Art%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F_ger%C3%A7eklik).  
Assesien date: 01.12.2015.
- Aydoğan İ.** Kuantum Fiziğinin Eğitim Bilimlerine Etkisi: Hologram ve Morfik Alanlar. Sosyal Bilimler Enstitüsü Derg. 2011; 31(2): 189-198.
- Bayraktar E, Kaleli F.** Sanal gerçeklik ve Uygulama Alanları. Dumlupınar Üniv. Akademik Bilişim Günleri. 2007; 31 Ocak-2 Şubat. Sayfa: 1-6.
- Cai S, Chiang FK, Wang X.** Using the Augmented Reality 3D technique for a convex imaging experiment in a physics course. International Journal of Engineering Education. 2013; 29(4): 856-865.
- Carmigniani J, Furht B, Anisetti M, Ceravolo P, Damiani E.** Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications. 2011; 51(1): 341-377.
- Chang YJ, Chen CH, Huang WT, Huang WS.** Investigating students' perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of English learning using augmented reality. Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo. USA: IEEE Computer Society. Washington, 2011; 1-6.
- Crossan A, Brewster SA, Glendye AA.** Horse Ovary Palpation Simulator for Veterinary Training. In *Proceedings of PURS 2000 (Zurich) Hartung-Gorre*, 2000; 79-86.
- Çavaş B, Huyugüzel Çavaş P, Taşkın Can B.** Eğitimde sanal gerçeklik. The Turkish Online Journal of Educational Technology. 2004; 3(4): 110-16.
- Dalkıran HP.** Holografı Tekniğinin Haritacılık Alanında Uygulanması. TMMOB 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Di Serio A, Ibáñez MB, Kloos CD.** Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. Computers & Education. 2013; 68(11): 586-596.
- Etlıcan G.** X ve Y kuşaklarının online eğitim teknolojilerine tutumlarının karşılaştırılması. Y. L. Tezi. Bahçeşehir Üniv. Sosyal Bilimler Ens. İstanbul, 2012.
- Henderson MJ.** Human gaze control during real-world scene perception. Trends in Cognitive Science. 2003; 7(11): 498-504.
- İnan C.** Application samples of the constructivist approach in mathematics teaching. DÜ Eğitim Fakültesi Derg. 2006; 6: 40-50.
- Karahisar T.** Dijital nesil, dijital iletişim ve dijitalleşen Türkçe. Online Academic Journal of Information Technology. 2013; 4(12): 71-83.
- Kayabaşı Y.** Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması. The Turkish Online Journal of Educational Technology 2005; 4(3): 151-58.



- Küçük S, Kapakin S, Göktaş Y.** Tıp fakültesi öğrencilerinin mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğrenimine yönelik görüşleri. *Yükseköğretim ve Bilim Derg.* 2015; 5(3): 316-323.
- Lee S, Lee J, Lee A, Park N, Lee S, Song S, Seo A, Lee H, Kim JI, Eoma K.** Augmented reality intravenous injection simulator based 3D medical imaging for veterinary medicine. *The Veterinary Journal* 2013; 196: 197-202.
- Liaw S, Hatala M, Huang HM.** Investigating acceptance toward mobile learning to assist individual knowledge management: based on activity theory approach. *Computers & Education.* 2010; 54(2): 446-454.
- Martín-Gutiérrez J, Saorín JL, Contero M, Alcañiz M, Pérez-López D, Ortega M.** Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics.* 2010; 34(1): 77-91.
- Martinsen S, Jukes N.** Towards a humane veterinary education. *Journal of Veterinary Medical Education* 2005; 32: 454-460.
- Maza PS.** Comparison of gross anatomy test scores using traditional specimens vs. QuickTime Virtual Reality animated specimens. Dissertation Publishing. 2010; UMI Number: 3429065. USA.
- Mıdık Ö, Kartal M.** Simülasyona dayalı tıp eğitimi. *Marmara Medical Journal* 2010; 23(3): 389-399.
- Milgram P, Kishino F.** A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems* 1994; 77(12):1321-1329
- Mudun AB.** Yapay Göz. *T. Oft. Gaz.* 2001; 31: 75-80.
- Petersson H, Sinkvist D, Wang C, Smedby O.** Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning. *Anatomical Sciences Education.* 2009; 2(2): 61-68.
- Robinett W.** Interactivity and individual viewpoint in shared virtual worlds: The big screen vs. networked personal displays. *Computer Graphics.* 1994; 28(2): 127.
- Sarıkoç G.** Sağlık çalışanlarının eğitiminde sanal gerçekliğin kullanımı. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi,* 2016; 13(1): 11-5.
- Scalese RJ, Issenberg SB.** Effective use of simulations for the teaching and acquisition of veterinary professional and clinical skills. *Journal of Veterinary Medical Education,* 2005; 32(4): 461-467.
- Sell MA and Sell W.** *View-Master Viewers: An Illustrated History.* 1994 Borger, The Netherlands: 3-D Book Productions.
- Somyürek S.** Öğrenme sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama.* 2014; 4(1): 63-80.
- Şahin ÖY.** Eğitimde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik. <http://kodyazar.net/tr/egitimde-sanal-gerceklik-artirilmis-gerceklik/> Erişim tarihi: 11.03.1016.
- Türker İH.** İmgeden sanal gerçekliğe. *Anadolu Sanat Dergisi.* 2005; 16:1-6.
- Von Jan U, Noll C, Behrends M, Albrecht UV.** Augmented reality in medical education. *Biomedical Engineering* 2012; 57(1): 67-70.
- Wang L, Hampel F, Gladysz JA.** Gyroskop-Giganten: dipolare Cl-Rh-CO-Rotatoren. umgeben von Statoren aus drei Speichen 25-bis 27-gliedriger Makrocyclen. *Angewandte Chemie.* 2006; 118 (26): 4479-4482.
- Wojciechowski R, Cellary W.** Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education.* 2013; 68: 570-585.
- Wu HK, Lee S W, Chang HY, Liang JC.** Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education, *Computers & Education.* 2013; 62: 41-49.
- Yusoff RC, Zaman HB, Ahmad A.** Evaluation of user acceptance of mixed reality technology. *Australasian J of Educational Technology.* 2011; 27(8): 1369-1387.