

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI



ANATOMİ EĞİTİMİNDE KADAVRA ÜZERİNDE ÖĞRENİM
İLE 3 BOYUTLU SANAL
GERÇEKLİK UYGULAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON DOKTORA TEZİ

YASİN DEVRAN ALTUNTAŞ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman PALA

BOLU, OCAK 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Yasin Devran ALTUNTAŞ tarafından hazırlanan “ANATOMİ EĞİTİMİNDE KADAVRA ÜZERİNDE ÖĞRENİM İLE 3 BOYUTLU SANAL GERÇEKLİK UYGULAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı Doktora Programında Doktora Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.
3/01/2025

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman PALA
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Kezban BAYRAMLAR
Hasan Kalyoncu Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Necmiye ÜN YILDIRIM
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan KURUL
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulundan 2022/255 sayısı ile etik izin alınmıştır.

.....

YASİN DEVRAN ALTUNTAŞ

ÖZET

**ANATOMİ EĞİTİMİNDE KADAVRA ÜZERİNDE ÖĞRENİM İLE 3
BOYUTLU SANAL
GERÇEKLİK UYGULAMASININ KARŞILAŞTIRILMASI
DOKTORA TEZİ
YASİN DEVRAN ALTUNTAŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON ANA BİLİM DALI
FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON DOKTORA
PROGRAMI
(TEZ DANIŞMANI: DR. ÖĞR. ÜYESİ ÖMER OSMAN PALA)**

BOLU, OCAK - 2025

XII + 38

Anatomi, sağlık alanında eğitim alan tüm öğrencilerin eğitim aldığı ve sağlık alanında inşa edilecek bir bilgi birikiminin temeli olarak kabul edilir. Anatomi eğitiminde alışlagelen eğitim sisteminde ders kitapları, sunumlar, üç boyutlu modeller, kadavral kemikler, kadavra proseksiyon ve diseksiyonları yer almaktadır. Son yıllarda teknolojiye yaşanan gelişmeler bu tekniklerin yanına birçok yeni yaklaşımın eklenmesini sağlamıştır. Bu yeni yaklaşımlardan dikkat çekenlerinin arasında sürükleyici sanal gerçeklik deneyimiyle anatomik yapıların anlaşılma düzeyini artıran kafaya takılan başlık sistemleri yer almaktadır. Bu çalışmada bu türde bir sürükleyici sanal gerçeklik üzerinden verilen anatomi eğitimiyle kadavra üzerinde anatomi eğitimi alınmasının etkinlikleri karşılaştırılmıştır. 4 yıllık Fizyoterapi eğitimlerinin ilk yılında olan, titmus testinde binoküler görüş yeteneğine sahip olduğuna karar verilen ve daha önce sanal gerçeklik deneyimi olmayan öğrenciler çalışma için katılımcı uzayını teşkil etmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler sonucu 80 katılımcı çalışmaya katılmak için gönüllü olmuştur. Katılımcılar cinsiyet, Purdue Uzamsal Döndürme Testi'nin Rotasyonlar varyasyonu ve Kolb öğrenme stili envanteri kullanılarak iki çalışma grubuna randomize edilmişlerdir. Her iki grup katılımcıları çalışma için uygun görülen üst ekstremité bölgesini konu eden sunum formatındaki teorik derslere ve üç boyutlu modellerin incelenmesine katıldıktan sonra otuz dakika süren sanal gerçeklik ve kadavra uygulaması için ikiye ayrılmışlardır. Uygulamalara başta randomize edilen 80 kişiden 74'ü katılmıştır. Sanal gerçeklik grubunun, katılımcıların anatomi bilgisini ölçmek için hazırlanan 38 soruluk testte kadavra grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla doğru sayısına ulaştığı tespit edilmiştir ($p=0,048$). Bu sonuca göre anatomi eğitiminde sürükleyici sanal gerçeklik uygulamalarının kadavra üzerinde verilen eğitimden daha etkili olduğuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: Anatomi eğitimi, Artırılmış gerçeklik, Kadavra, Sanal gerçeklik

ABSTRACT

**COMPARISON OF CADAVER AND 3D IMMERSİVE VIRTUAL
REALITY IN
ANATOMY EDUCATION
PHD THESIS
YASİN DEVRAN ALTUNTAŞ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES
DEPARTMENT OF PHYSIOTHERAPY AND REHABILITATION
(SUPERVISOR: ASSISTANT PROFESSOR, ÖMER OSMAN PALA)**

**BOLU, JANUARY 2025
XII + 38**

Anatomy is considered the foundation of a body of knowledge that all students studying in the health field receive and that should be built in the health field. The usual educational system in anatomy teaching includes textbooks, presentations, three-dimensional models, cadaver bones, cadaver prosections and dissections. Technological developments in recent years have allowed the addition of many new approaches to these techniques. Notable new approaches include head-mounted headgear systems that enhance the understanding of anatomical structures through an immersive virtual reality experience. This study compared the effectiveness of anatomy teaching provided by this type of immersive virtual reality with the effectiveness of anatomy recording on a cadaver. Participants in the study were students who were in the first year of their 4-year physical therapy training, who were found to have the ability to use binocular vision in the Titmus test and who had no previous experience with virtual reality. As a result of the evaluations, 80 participants volunteered to participate in the study. Participants were randomized into two study groups based on gender, rotation variant of the Purdue Spatial Rotation Test, and Kolb Learning Style Inventory. After attending theoretical lectures in presentation format and examining three-dimensional models of the upper extremity region deemed appropriate for the study, participants in both groups were divided into two for the thirty-minute virtual reality and cadaver application. 74 of the initially randomized 80 people participated in the applications. It was found that the virtual reality group achieved a statistically higher number of correct answers than the cadaver group in the 38-question test measuring the participants' anatomy knowledge ($p = 0.048$). Based on this result, it was concluded that immersive virtual reality applications are more effective in teaching anatomy than teaching on cadavers.

KEYWORDS: Anatomy education, Augmented reality, Cadaver, Virtual reality

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Anatomi Eğitiminin Önemi	1
1.2 Geleneksel anatomi eğitiminde kapsam	1
1.3 Geleneksel anatomi eğitim yaklaşımlarının kısıtlılıkları.....	1
1.4 Fizyoterapi eğitiminde anatominin önemi	2
1.5 Anatomi eğitiminin kapsamı.....	2
1.6 Sağlık alanında teknolojik yaklaşımlar.....	3
1.6.1 Teknolojik terimlerin açıklanması.....	3
1.6.2 Teknolojilerin sağlık alanında kullanımları.....	4
1.6.3 Oculus Rift Teknolojisi	5
1.6.4 Meta Quest 2 Teknolojisi	6
1.7 Yeni teknolojilerin beraberinde getirdiği olumsuzluklar.....	7
1.8 Kolb Öğrenme Stili Envanteri	7
1.9 Bloom Taksonomisi.....	8
1.10 Anatomi Dersinin İçeriği.....	9
2. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
2.1 Çalışma Evreni.....	10
2.2 Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlama Kriterleri	10
2.3 Randomizasyon Prosedürü	10
2.4 Kolb Öğrenme Stili Envanteri	11
2.5 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Rotasyonlar	11
2.6 Cinsiyet.....	11
2.7 Sonuç değerlendirmesi.....	12
2.8 Titmus Testi	12
2.9 Müdahaleler	13
2.10 Uygulama Sırasında Alınması Gerekli Güvenlik Önlemleri.....	15
2.11 İstatistiksel Metod	16

3. BULGULAR	17
4. TARTIŞMA	19
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	28
KAYNAKLAR	30
EKLER.....	37



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Çalışmanın akış şeması.....	14
--	----



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1. Grupların yaş, PSVT-R ve Titmus testi kıyaslamaları.....	18
Tablo 3.2. Grupların cinsiyet ve Kolb Öğrenme Stilleri kıyaslamaları.....	18
Tablo 3.3. Grupların total skorlarının kıyaslamaları.	19
Tablo 3.4. Grupların cinsiyetlere göre toplam skorlarının kıyaslanması.	19
Tablo 3.5. Cinsiyetler arası PSVT-R ve Titmus skorlarının kıyaslanması	19



FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 1.1. Oculus Rift cihazı.....	6
Fotoğraf 1.2. Meta Quest 2 cihazı.....	6
Fotoğraf 2.1. SG üzerinde çalışma yapmakta olan bir katılımcı.....	15
Fotoğraf 2.2. SG üzerinde önkol anatomisi çalışan bir katılımcı	15



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

2B	: İki boyutlu
3B	: Üç boyutlu
AG	: Artırılmış gerçeklik
BAİBÜ	: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
PSVT-R	: The Purdue Spatial Visualization Test-Visualization of Rotations
SG	: Sanal Gerçeklik



TEŞEKKÜR

Başta tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman PALA, Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI, ve Dr. Öğr. Üyesi Ramazan KURUL'a olmak üzere, kıymetli meslektaşım Arş. Gör. Dr. Enes Tayyip BENLİ'ye, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Fatih UYSAL'a, değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Alperen Yandı'ya, çalışmayı mümkün kılan 2023-2024 eğitim yılında Fizyoterapi eğitimine başlayan FTR 1. Sınıf öğrencilerine, kullandığım literatüre katkısı olan tüm akademisyenlere, bizlere çalışmalarımızı başarıya ulaştırmakta kolaylıklar sağlayan Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı sayın Prof. Dr. Eylem TÜTÜN YÜMİN'e ve çalışmayı bitirmem için beni motive eden Prof. Dr. Nuriye ÖZENGİN'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasında, 3501-KARİYER GELİŞTİRME PROGRAMI kapsamında yürütülen 223S060 numaralı projeden sağlanan ekipman ve imkanların kullanılmasından dolayı TÜBİTAK ARDEB'e teşekkür ederim.

Her zaman desteklerini arkamda hissettiğim aileme ithafen.

1. GİRİŞ

1.1 Anatomi Eğitiminin Önemi

Tıp ve sağlık bilimleri öğrencilerinin yetkin uygulayıcılar olabilmeleri için üniversitede geçirdikleri süre boyunca birçok beceri ve bilgi birikimi kazanmaları gerekmektedir. Anatomi bilimi bilhassa sağlık eğitiminin temelini oluşturmaktadır. Anatomiye tam olarak kavramadan, sağlık hizmeti alanı ne olursa olsun, uygulayıcılar organ ve dokuların kesin konumlarının bilinmesini gerektirdiğinden etkili muayeneler yapamayabilirler (Singh ve ark., 2015).

1.2 Geleneksel anatomi eğitiminde kapsam

Anatomi bir sağlık bilimi veya tıp eğitiminin başlangıcında kaba anatomi, nöroanatomi, histoloji ve embriyoloji olarak sayılabilecek dört ana alanda temel teşkil edecek bilgileri sağlamak için öğretilir (Turney, 2007). Organ ve yapıların üç boyutlu (3B) algılanması, başarılı ve etkin bir anatomi eğitimi için esas teşkil eder. (Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017). Genellikle slayt gösterisi sunumlarını, kavramların sözlü açıklamalarını, diseksiyonları ve proseksiyonları, klinik vakaları, anatomi atlaslarını, iki boyutlu görüntüleri ve multimedya kaynaklarını kullanarak kendi kendine öğrenmeyi de içeren teknikler şeklinde sunulur (Murgitroyd ve ark., 2015).

1.3 Geleneksel anatomi eğitim yaklaşımlarının kısıtlılıkları

Geleneksel görüş, kadavra diseksiyonunun anatomi eğitimi için en iyi öğrenme yöntemi ve altın standart olduğu yönündedir. Kadavra diseksiyonu organların, kemiklerin ve kasların şekilleri ve büyüklükleri ile ilgili doğru bilgilere ulaşılmasını sağlamaktadır. Ancak diseksiyon teknik itibarıyla sadece deriden kemiğe kadar ulaşan dekonstrüktif bir bakış açısına olanak sağlar (Bogomolova ve ark., 2020). Daha derin katmanlarda yer alan karmaşık anatomik yapıları katılımcıların hayal etmesi ve algılaması daha da zordur. Ayrıca, katılımcılar kadvralarla çalışmak için ayrılan sürenin sınırlı olması ve kadvralarla çalışırken grup halinde çalışmaları nedeniyle 2B görüntüleri kullanarak çalışmak zorunda kalmaktadır (Moro, Štromberga, & Stirling, 2017).

Diseksiyonlar birçok alanda anatomik bilgi sağlasa da iskelet ve sinir sistemi gibi insan vücudunun farklı bölgelerinin öğretilmesinde de her zaman

istenildiği kadar etkili olmayabilir (Papa & Vaccarezza, 2013), yazılı kaynaklar ise çoğunlukla içerik kapsamından çok zengindir ve bu içerik hedeflenen öğrenim seviyesi için gerekenden daha fazla bilgiyi içermektedir. Ders kitaplarına, anatomi atlaslarına veya diğer 2 boyutlu öğrenme yöntemlerine kıyaslandığında 3 boyutlu anatomik modellerin sunduğu avantajlar, farklı vücut yapıları arasındaki ilişkilerin uzamsal olarak daha net anlaşılmasını içermektedir (Huang ve ark., 2010).

İki boyutlu görüntüleri algılama, aynı zamanda öğrencinin bunları 3 boyutlu yapılara dönüştürme becerisine de bağlıdır; bu, anatomik yapıları görselleştirmede veya zihinsel olarak döndürmede zorluk çekenler için zorlu bir bilişsel sıçrama olabilir (Brewer ve ark., 2012; Marsh ve ark., 2008). Şunu da belirtmek gerekir ki, bu statik görüntüler, zihinsel olarak döndürülse bile, yalnızca öğrenen tarafından varsayılan bir görüntü üretebilir; ancak beyin eksik yapıların boşluklarını doldurduğu için zihinde oluşan yapı hatalı olabilir (Liesefeld ve ark., 2015; Linn & Petersen, 1985). Eğitim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte bu geleneksel kaynaklar, etkileşime olanak veren multimedya öğrenme araçlarının kullanıma sunulması (Trelease, 2016; Walsh, 2014) ve hem görsel hem de işitsel bilgilerin eşlik ettiği etkileşimli yazılımların varlığıyla desteklenebilmektedirler (Taveira-Gomes ve ark., 2016).

1.4 Fizyoterapi eğitiminde anatominin önemi

Lisans düzeyindeki fizyoterapi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada anatominin fizyoterapi eğitimi için gerekli temel bir ders olduğunun altı çizilmiştir (Melguizo ve ark., 2007). Fizyoterapi öğrencilerinin ve fizyoterapistlerin insan vücudunun kinematikliğini anlamaları için anatomik yapılarla ilgili kapsamlı bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu nedenle anatomi eğitimine, hastaların başarıyla tedavisi ve öğrencilerin yetkin fizyoterapistler olabilmeleri için son derece önem verilmelidir (Shead ve ark., 2016).

1.5 Anatomi eğitiminin kapsamı

Anatomi eğitiminde teorik dersler, disseksiyon ve 2B-3B bilgisayar görüntüleri gibi çeşitli öğretim metodolojileri kullanılmaktadır. Disseksiyon en çok tercih edilen öğretim yöntemi olmasına rağmen, giderek artan eğitim konularının sayısı nedeniyle eğitim müfredatında rutin kullanım için daha zor hale gelmektedir (Sugand ve ark., 2010). 2011 yılında tıp ikinci sınıf öğrencilerinin anatomi

anlayışları ve anatomi bilgileri değerlendirilmiş ve diseksiyon yapan öğrencilerin daha iyi sonuçlar aldığı tespit edilmiştir (Shead ve ark., 2016). Geleneksel anatomi eğitimi kapsamında üç boyutlu bir kavramı görselleştirmek son derece zordur (Peeler ve ark., 2018). Bu sebeple 3B modellerin ve simülasyonların kullanılması, fonksiyonel anatominin kavranmasını ve yapıların uzamsal pozisyonlarının anlaşılma düzeyini artırır (Serrat ve ark., 2014). Kadavra diseksiyonunun anatomi eğitimi için hayati öneme sahip olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur. Öğrencilerin görüşlerine göre, diseksiyon ve vücut üzerinde doğrudan manipülasyon yapabilmek, pasif görüntülemeye kıyaslandığında kas-iskelet sistemiyle ilgili bilgilerini ve pratik uygulama becerilerini önemli ölçüde artırmaktadır (Dissabandara ve ark., 2015; Peeler ve ark., 2018; Triepels ve ark., 2018). Pasif izleme terimi, öğrencinin yapılarla doğrudan temas kurmadığı veya deneyimlemediği bir anlatım türüdür. Özellikle düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler, yapıları deneyimleme fırsatı sunan ve öğrenmeyi kolaylaştırmaya yardımcı olan doğrudan manipülasyon yaklaşımlarına ihtiyaç duymaktadırlar (Jang ve ark., 2017).

1.6 Sağlık alanında teknolojik yaklaşımlar

Sağlıkta bilgisayar tabanlı simülasyonlar 1970'lerden beri kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik (SG) sistemleri zamanla ucuzlamış olup kolayca erişilebilir ve tıp eğitimine entegre edilebilirler. Modern sanal 3B sistemlerin kullanıma sunulması, tıbbi görüntüleme ve eğitimde yeni yaklaşımların önünü açmış ve anatomi eğitiminde faydalı olduğu ortaya konulmuştur (Miller, 2016; Peterson & Mlynarczyk, 2016).

1.6.1 Teknolojik terimlerin açıklanması

Kullanılan teknik terimlerin açıklanması amacıyla, bu tez çalışmasında kullanılan terimler aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

Sanal Gerçeklik (SG): Kullanıcının duyuları (görme, duyma ve hareket), yüksek çözünürlüklü, yüksek frekanslı başa takılan gözlük şeklindeki ekranlar, stereo kulaklıklar ve hareket izleme sistemleri aracılığıyla kullanıcı kendini gerçek dünyanın özelliklerini taklit eden sentetik bir ortamda olduğu deneyimini yaşar. Bir diğer tabirle bu yeni sanal dünyaya tamamen daldırılmıştır.

Artırılmış Gerçeklik (AG): Dijital görseller, bir kamera ve ekran (akıllı telefon, gözlük veya tablet) aracılığıyla gerçek dünyada görüntülenir. Kullanıcılar ortamın hem gerçek olan hem de sanal olarak oluşturulmuş unsurlarıyla etkileşime girebilmektedirler.

Üç boyutlu (3B) tablet ekranları: 3B izlenimi veren sanal modellerin ve ortamların görselleştirilebilmesi için tabletlerde ve akıllı telefonlarda yüksek çözünürlüklü ekranların kullanılmasıdır. Kullanıcılar, ekrandaki dijital unsurlarla etkileşime girebilmekte ve fare veya parmak hareketlerinin yardımıyla nesneleri yönetebilmektedirler (Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017).

1.6.2 Teknolojilerin sağlık alanında kullanımları

Sanal gerçeklik, geniş bir bilgisayar destekli donanım ve yazılım yelpazesi sayesinde sürükleyici olmayan ve sürükleyici SG deneyimlerini içerir (Fealy ve ark., 2019). Sürükleyici olmayan SG, temsil etmek için bir avatar kullanır kullanıcı bir ekranda ve bu avatar ile sanal ortam ve diğer kullanıcılar arasında etkileşim sağlar (Irwin & Coutts, 2015). Sürükleyici SG, avatar olarak kullanıcının vücudunun yerini alan etkileşimli nesnelerin ve farklı konumlardaki değişiklikleri ve eylemleri izler. Kullanıcılar simülasyonu sanal ortamı gerçek bir ortam gibi algılayarak yaşarlar. Sürükleyici SG dört temel unsurdan (sanal dünya, daldırma, duyuşsal geri bildirim ve etkileşim) oluşmaktadır. Bu unsurlar kullanıcıların görüş ve duyuş alanlarını kapsayan cihazlar veya odalar tarafından oluşturulmaktadır (Sherman & Craig, 2018).

Sürükleyici 3B SG konsolları ile sürükleyici olmayan SG konsolları kıyaslandığında sürükleyici konsollar daha gerçekçi görünüm sağlarlar. Bu konsollar kullanıcılara 360 derecelik etkileşimli bir deneyim yaşatmakta ve bireyi tamamıyla dış çevreden izole edebilmektedir (Laver ve ark., 2017). SG uygulamalarına ek olarak, tıp ve eğitim alanlarında Artırılmış Gerçeklik (AG) ve Magic Mirror (MM) teknolojileri kullanılabilir. Artırılmış Gerçeklik gerçek dünya görüntülerini toplamak için kameraları kullanan ve gerçek dünya ve 3B görüntüler, kullanıcıların sanal ve gerçek ortamı birleştirir (Jamali ve ark., 2015) Magic Mirror, kullanıcının tarafından yansıtılan artırılmış 3B görüntülerle bir ekranda görüntü kullanıcının vücudu yansıtılmış görüntüsünü görüntüleyen bir AG türüdür (Kugelman ve ark., 2018).

Hızla gelişen diğer teknolojilerde olduğu gibi SG teknolojileri hızla gelişmiş ve bir parçası olarak son yıllarda öğrenci merkezli interaktif sağlık eğitiminin kullanılmaya başlanmıştır (Maresky ve ark., 2019). Anatomi öğreniminde SG uygulamaları kadavraya daha ucuz ve gelecek vaat eden bir alternatifi temsil eder (Lee & Wong, 2014). 3B SG ortamının özellikle öğrenmeyi düşük uzamsal yetenekli öğrenciler için geliştirdiği önerilmektedir (Jang ve ark., 2017). Sağlık eğitiminde mobil tabanlı SG cihazlarının etkinliği ayrıca gelecek vaat etmektedir; ancak, hareket hastalığı nedeniyle, kullanıcılar bu cihazları kullanırken genellikle sabit olması gerekir (Moro, Štromberga, & Stirling, 2017).

Eğitime ek olarak, SG sistemleri tıp alanında terapötik ve tanısal müdahalelerde kullanılmaktadır (Grantcharov ve ark., 2004; Gurpinar ve ark., 2011; Gurusamy ve ark., 2009). Sanal gerçeklik cihazları tıp girişimsel ve cerrahi prosedürler gibi tıp alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır (Coulter ve ark., 2007). SG eğitimi, interaktif öğrenme ile uygulamalı eğitimleri bünyesinde birleştirir. Etkileşimli öğrenmenin birleşik yönü nedeniyle SG ve SG öğrenme yöntemlerinin pratiği olası öğrenme becerilerine pozitif etkisi olmaktadır (Nicholson ve ark., 2006; Ruiz-Parra ve ark., 2009). 2B atlaslar ve ders slaytları yetersiz kalabildiğinden 3B yapılar hakkında bilgi edinmek ve 3 boyutlu kavramayı arttırabilmek adına araştırmacılar anatomide kolay erişilebilir 3B öğrenme yöntemlerine daha fazla odaklanmıştır (Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017).

Tıpta bir 3B yapı ile aktif olarak etkileşime girmek, fiziksel yapıları anlamak ve konuyla ilgili bir güven ve aşinalık duygusu kazanmak için hayati öneme sahiptir (Cooper & Taqueti, 2008). Özellikle cerrahi veya anatomi alanında bu durum öğrenciler için daha önemlidir (Privett ve ark., 2010).

1.6.3 Oculus Rift Teknolojisi

2016 yılında iki geliştirici kiti olan Oculus Rift DK1 ve DK2'nin piyasaya sürülmesinin ardından, tüketici odaklı ilk Oculus Rift CV1 (Oculus VR, LLC., Menlo Park, CA) genel tüketicinin kullanımına sunuldu. Oculus Rift sistemi, SG teknolojisiyle kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış bir kafaya bağlanan görüntüleme ünitesidir. Oculus Rift sistemi, hassas, hareketlerin geri bildiriminde düşük gecikme süreli kafa izleme yetenekleriyle 3B deneyimi sunmak için yüksek çözünürlüklü ekranlar kullanarak tamamen sürükleyici bir deneyim sunar. Sistem

el kumandaları yardımı ile kullanıcıdan aldığı pozisyonel bilgiyi alarak eş zamanlı olarak sanal dünyada modeller.



Fotoğraf 1.1. Oculus Rift Cihazı, CV1 (Oculus VR, LLC., Menlo Park, CA).

Görsele erişim tarihi: [19.01.2025]. Web adresi:

[<https://securecdn.oculus.com/sr/oculusrift-warning-english>].

1.6.4 Meta Quest 2 Teknolojisi

Meta şirketinin ürettiği ve 2022 senesinde en çok satılan SG sistemlerinden biri olan Meta Quest 2 de Oculus Rift’e benzer şekilde kullanıcıyı sanal bir ortamda olma deneyimi yaşatmaktadır. Bu teknolojiye de el kumandalarıyla kullanıcının sanal avatarını hareket ettirmesi prensibi mevcuttur (Raymer ve ark., 2023).



Fotoğraf 1.2. Meta Quest 2 Cihazı, Meta Platforms, Inc. Görsele erişim tarihi:

[19.01.2025]. Web adresi: [[https://about.fb.com/news/2020/09/introducing-](https://about.fb.com/news/2020/09/introducing-oculus-quest-2-the-next-generation-of-all-in-one-vr/)

[oculus-quest-2-the-next-generation-of-all-in-one-vr/](https://about.fb.com/news/2020/09/introducing-oculus-quest-2-the-next-generation-of-all-in-one-vr/)].

1.7 Yeni teknolojilerin beraberinde getirdiği olumsuzluklar

Sanal gerçekliği kullanırken öğrenme deneyimlerini ve değerlendirme sonuçlarını etkileyebilecek olası sorunlar, bulantı, mekânsal yönelim bozukluğu, halsizlik, baş ağrıları, yorgunluk, konsantrasyon güçlüğü ve görme sorunlarına yol açabilen siber hastalıktır (Rebenitsch & Owen, 2016). Siber hastalığın, görsel sistem vücuda hareket ettiğini söylerken vestibüler sistem vücuda sabit olduğunu söylediğinde ortaya çıkan duysal uyumsuzluktan kaynaklandığı düşünülmektedir (Howarth & Costello, 1997). Sanal gerçeklik kullanılırken ortaya çıkan siber hastalıklara yönelik semptomlar daha önce raporlanmıştır (Mosadeghi ve ark., 2016).

Siber hastalık, fiziksel hareket yerine elektronik ekranlara bakıldığında ortaya çıkan belirtiler olması dışında hareket hastalığına benzerdir. Siber hastalık, SG kullanımının en iyi bilinen sınırlamalarından biridir (Golding & Gresty, 2005; Servotte ve ark., 2020; Treleaven ve ark., 2015). Bu sorunu çözmeye yönelik araştırmalar devam etmektedir (Garcia-Agundez ve ark., 2019; Golding ve ark., 2021; Stanney ve ark., 2020). Siber hastalık düzeyinin SG kullanım süresi (Risi & Palmisano, 2019; Stanney ve ark., 2003) ve etkileşim veya navigasyon kontrolü düzeyi (Stanney ve ark., 2003) ile pozitif ilişkili olduğuna dair kanıtlar vardır. SG programları geliştirilirken bu özelliklerin her ikisi de en aza indirilebilir. Öğrenciler yorgunluk ve mide bulantısı gibi semptomları hafifletmek yada ortaya çıkmalarını engellemek için aralar içeren ve 30 dakikadan kısa çalışma oturumlarından yararlanabilirler (Bowman ve ark., 2002; Stanney ve ark., 2003).

1.8 Kolb Öğrenme Stili Envanteri

David Kolb tarafından 1976'da geliştirilmiş olan Kolb Öğrenme Stili Envanteri, öğrenmeye ait özellikleri çeşitli derecelerde ölçmektedir. Kolb öğrenme stillerini dört kategoriye ayırır. Bunlar değiştiren, özümseyen, dönüştüren ve yerleştiren kategorileri olarak adlandırılırlar (Chen ve ark., 2005; Kolb, 2005). Her bireyin öğrenme stili aslında bu dört temel formun bir bileşeni olarak düşünülür. Öğrenim stillerinin bunun gibi bir çalışmada belirli bir öğrenme stiline daha faydalı olup olmadığına ilişkin bir soru işareti mevcuttur. Bu nedenle bu çalışmada, araştırılan konu üzerinde öğrenim stillerinin gruplara homojen olarak dağıtılması uygun görüldü. Bunun yanında tıp öğrencilerinin Kolb puanlarının ve öğrenme

stillerinin tıp eğitimleri sırasında değişebileceği tespit edilmiştir (Bitran ve ark., 2012; Gulpinar ve ark., 2011; Hu ve ark., 2009).

1.9 Bloom Taksonomisi

Bloom'un bilişsel öğrenme alanı üzerine geliştirmiş olduğu taksonomi bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme alt gruplarından müteşekkildir (Bloom, 1956). Bloom taksonomisi hiyerarşik bir yapıdadır ve düşük zihinsel seviyeden yüksek zihinsel seviyeye doğru ilerlemektedir. Bu basamaklarda temel beceriler olarak bilgi, kavrama ve uygulama basamaklarıyla tanımlanırken, üst düzey düşünme becerileri ise analiz, sentez ve değerlendirme basamaklarından oluşmaktadır.

Bilgi Basamağı: Bilişsel öğrenme alanının ilk basamağını oluşturmaktadır. Bu düzeyde öğrenci; tanımlar, semboller, kurallar, prensipler, olgular, ilişkiler ve araç ve gereçler hakkında yüzeysel bilgiye sahiptir. Öğrenciler öğretilen şeyi yorum yapmadan tekrar eder.

Kavrama Basamağı: Kavrama düzeyindeki bir öğrencinin bilgi basamağındaki kazanımlarını içselleştirmesi, kendine mal etmesi, yeniden yorumlayabilmesi ve ifadesi mevzu bahistir. Kavrama düzeyinde edinilen bilginin form değiştirmesi gerekmektedir. Kavramların neden, niçin, nasıl gibi sorularla yeniden açıklanması, örneklendirilmesi, yorumlanması, özetlenmesi olarak ifade edilebilir.

Uygulama Basamağı: Bu düzeyde bilişsel öğrenmeye sahip bir öğrenci kazandığı bilgi birikimini kullanarak kendisine sunulan yeni durumları anlaması ve problemleri çözmesi söz konusudur.

Analiz Basamağı: Bu seviyede öğrencinin bilimsel bilginin kaynağı olan nesne, olgu, olay, kural, teorem, ilişki ve yapıları birbirinden ayırt etmesi gerekmektedir. Bu düzeyde bütün ile parçaları arasında ilişki kurulması ön plandadır.

Sentez Basamağı: Fikir veya öğelerin yenilik, özgünlük ve buluş gibi özellikler çerçevesinde birleştirilmesi süreci sentez basamağını oluşturur.

Değerlendirme basamağı: Bu basamak ürün veya süreçler hakkında önceden belirlenen ölçütler ışığında yargıya varılmasını içerir (Beyreli & Sönmez, 2017).

1.10 Anatomi Dersinin İçeriği

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nde (BAİBÜ) lisans düzeyindeki fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencileri ilk yıllarında iki yarıyıl anatomi dersleri almaktadır. Her sömestr 14 haftadır ve öğrenciler her hafta toplam beş saat anatomi eğitimi alırlar ( saat teorik ders ve iki saat laboratuvar deneyimi). İlk dönem kemik iskeleti, bağlar, tendonlar, fasya, kaslar, damarlar, ekstremiteler sinirleri ve gövdeye odaklanır. İkinci dönem baş-boyun anatomisi, iç organlar ve nöro anatomiye odaklanır.

Anatomi dersleri, slayt gösterileri eşliğinde genellikle bir amfide anatomi profesörleri tarafından verilir ve öğrenciler laboratuvarlarda ilgili yapının gerçek boyutlu modellerini kullanır ve kadavra üzerinde aldıkları eğitimlere katılırlar. Öğrencilere ders materyallerini tamamlamaları için en çok kabul gören anatomik atlaslar önerilir.

Öğrencilerin kadavra üzerinde aldıkları eğitim bir anatomistin kadavra üzerindeki yapıları göstererek açıkladığı genelde 30 ila 60 dakika arasında değişen uygulamaları kapsar. Öğrencilerin kendilerinin diseksiyon yapmalarından ziyade hocalarını dinledikleri ve yapıları gözlemledikleri bir süreçtir. Genellikle kadvranın belli bir bölümünün anlatımı şeklinde anlatım yapılmaktadır. Bu proseksiyon olarak adlandırılan bir eğitim tekniğini ifade eder.

Bu alışma, fizyoterapi ve rehabilitasyon öğrencilerine sanal gerçeklik ve kadavra üzerinde verilen anatomi eğitimlerinin etkinliklerinin kıyaslanması için yapılmıştır.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Çalışma Evreni

Çalışma evreni fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında lisans eğitimi alan birinci sınıf öğrencileri olarak tanımlanmıştır. Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulundan 2022/255 sayısı ile etik izin alınmıştır. Çalışmalar için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi'nin Sağlık Bilimleri Fakültesi A Blok Nörolojik Rehabilitasyon Ünitesi ve Tıp Fakültesi Kadavra ve Maket Laboratuvarları kullanılmıştır. Çalışmalar 2023-2024 eğitim öğretim yılının güz döneminde gerçekleştirildi.

2.2 Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlama Kriterleri

Çalışmada dahil edilme kriterleri olarak anadili Türkçe olmak ve çalışmaya katılmaya gönüllü olmak kabul edilmiştir. Dışlama kriterleri ise daha önce çalışma için seçilen anatomik bölgeyle ilgili anatomi eğitimi almış olmak, daha önce sanal gerçeklik sistemleri kullanmış olmak, kadavra üzerinde anatomi eğitimi almış olmak ve Titmus testinden başarısız olmak olarak belirlenmiştir.

2.3 Randomizasyon Prosedürü

Çalışmaya katılmayı kabul eden 80 kişi, Kolb Öğrenme Stili Envanteri, cinsiyet ve The Purdue Spatial Visualization Test-Visualization of Rotations (Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Rotasyonlar olarak Türkçeleştirilebilir, PSVT-R) puanlarına göre tabakalı randomizasyona dayalı olarak SG ve kadavra grubu olarak ikiye ayrıldı. Katılımcılar cinsiyet ve Kolb öğrenme stillerine göre tabakalara ayrılmıştır. PSVT-R skorları ise sürekli bir değişken olarak kaydedilmiştir. Katılımcıların PSVT-R test sonuçları sıralı bir şekilde düzenlenmiştir. Skorlar, büyüklük sırasına göre en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır. Sıralanan PSVT-R skorları üzerinden katılımcılar, sıralı olarak SG ve kadavra gruplarına atanmıştır. Örneğin, sıralamada birinci sıradaki birey SG grubuna, ikinci sıradaki birey kadavra grubuna atanmıştır. Grupların başlangıçta homojen olup olmadığını kontrol etmek için Kolb öğrenme stili dağılımı ve cinsiyet oranlarına ilişkin ki-kare testi PSVT-R skorları için ise t testi uygulanmıştır.

2.4 Kolb Öğrenme Stili Envanteri

Kolb Öğrenme Stili Envanteri, dört seçenek barındıran 12 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde, “en iyi öğreniyorum...” cümlesi gibi dört öğrenme stilinden birine karşılık gelen dört cümleye sahiptir ve cümlelerden her biri dört öğrenme stilinden (ayırıcı, özümseyen, birleştirici ve yerleştirici) birinin karşılığı olarak tanımlanır. Katılımcılardan her cümlenin uygunluğunu kendisi için sıralayarak (en uygun cümle “4”, ikinci uygun cümle “3”, üçüncü uygun cümle “2” ve en uygun olmayan cümle “1” olarak) puanlamaları istenmiştir. Her bir seçeneğe verilen puanlara göre birleştirilmiş iki ayrı puan elde edilmektedir. Bu iki puan, X ve Y eksenlerine göre hizalanır, böylece her eksendeki noktaların toplamı dört kategoriden birindeki nihai puanı temsil eder. Verilen şemada birleştirilmiş son puanlara göre iki noktanın kesiştiği alandaki nokta bireye en uygun öğrenme stilini ifade etmektedir (Aşkar, 1993).

2.5 Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Rotasyonlar

Bu test en çok kullanılan zihinsel döndürme testlerinden biridir ve bu çalışmada katılımcıların 3 boyutlu algılarını ölçmek için kullanılmıştır. 1976 yılında yaratılan testin 1980 yılında geliştirilen versiyonu olan PSVT-R’de 13’ü simetrik, 17’si asimetrik şekillerden oluşan toplamda 30 soru mevcuttur. Bu sorular 2 boyut üzerinde çizilmişlerdir ve 13 yaşın üzerindeki katılımcılar tarafından 20 dakikada çözümleri istenir. Katılımcılara, her sorunun üst satırındaki nesnenin nasıl döndüğünü incelemeleri ve aynı döndürmeyi orta satırdaki nesneye uygulayarak beş çoktan seçmeli sorudan doğru döndürmeyi seçmeleri söylenir. Yüksek puanlar, yüksek uzamsal algı değerlerine işaret etmektedir (Bodner & Guay, 1997; Guay, 1976; Guay, 1980).

2.6 Cinsiyet

Bazı araştırmalar, mental rotasyon testlerinin puanlarında cinsiyet farklılıkları olduğunu bildirmiştir. Erkekler ve kadınlar arasındaki uzamsal algı testi puanlarında bildirilen fark, testler sırasında farklı beyin bölgelerinin aktivasyonundan kaynaklanmıştır (Hugdahl ve ark., 2006; Maeda & Yoon, 2013; Voyer & Bryden, 1990). Erkekler ve kadınlar arasında bildirilen bu farklılıktan dolayı, randomizasyon sırasında cinsiyet dağılımı dikkate alınmıştır.

2.7 Sonuç değerlendirmesi

Katılımcılara kadavra ve SG üzerinde yapılan çalışmaların ardından 38 soruluk anatomi testi yapılmıştır. Soruları yanıtlamaları için katılımcılara her soru için 1 dakika süre verilmiştir.

Test, anatomi dersinin ders çıktılarına uygun ve Bloom taksonomisinin öğrenme basamağına yönelik öğrenme düzeyini ölçecek şekilde oluşturuldu. Soruların oluşturulmasında lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde anatomi dersi veren bir anatomistin profesyonel desteği alındı. Test 3 farklı niversitenin 1.sınıf Anatomi dersi alan öğrencileri üzerinde yapılarak soruların iç tutarlılığı ve seçiciliği keşfedildi. Ardından testin son hali oluşturuldu. Katılımcıların anatomi testi sonuçları incelendiğinde, 38 maddeden 24'ünün madde analizi açısından istenen ayırıcılık düzeyine ulaşamadığı görülmüş; bu nedenle mutlaka çıkarılması tavsiye edilen (Hasançebi ve ark., 2020) bu maddeler ayıklanmış ve test sonuçları 14 soru üzerinden hesaplanmıştır.

2.8 Titmus Testi

Test, bu amaç için tasarlanmış özel gözlüklerle yapıldı ve bir kitapçık doğrudan gz hizasında 40 cm uzaklıkta tutuldu (Adams ve ark., 2009). Kitapçık, birbiriyle örtüşen farklı boyutta görüntüler içermektedir ve gözlükle bakıldığında 3 boyutlu görüntüler ortaya çıkmaktadır (Birch ve ark., 2008). Katılımcılara gözlük takarken kitapçıktaki şekiller gösterilerek 3B nesneleri görüp görmediği sorulduğunda “evet” veya “hayır” şeklinde cevap verilmesi istenmektedir. Testin üç alt bölümü vardır ve bunlar düşük (3.000 yay/sn), orta (1.000-2.000 yay/sn) ve yüksek stereo keskinliği (20-900 yay/sn) kitapçıktaki 3 boyutlu görüntülerle değerlendirir (Clarke & Noel, 1990; Hahn ve ark., 2010).

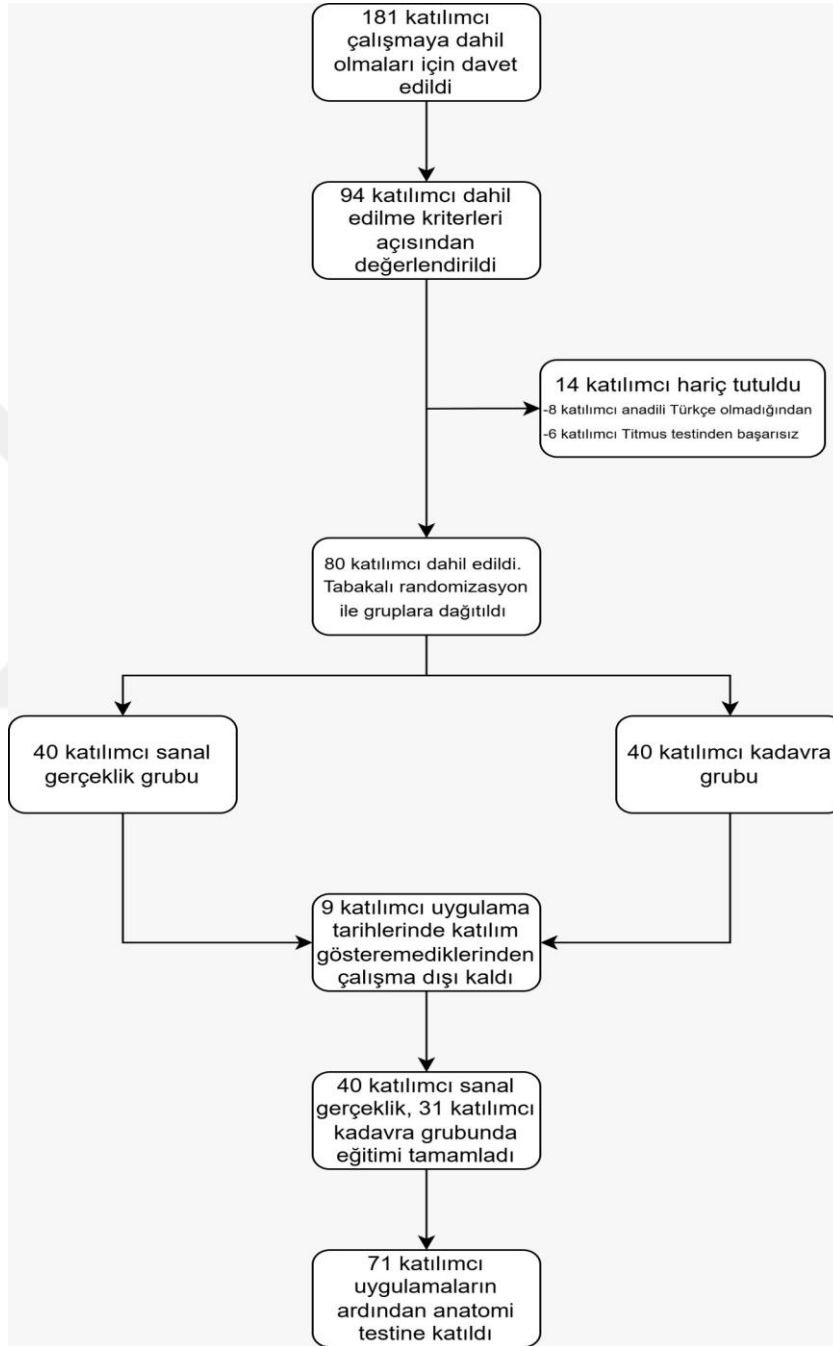
Stereopsis, binoküler görme yoluyla elde edilen derinlik algısının bir bileşeni, SG ve anatomi eğitimi için kritik ve çok önemlidir. Stereoakuite, iki göze sunulan görüntülerdeki farklılıkları kullanarak mesafe farklarını tespit etme yeteneği, olarak adlandırılan ve Titmus testi ile değerlendirilen 3 boyutlu görme için binoküler görme elzemdir (Wainman ve ark., 2020). Titmus testi çalışmanın başında bir dışlama kriteri olarak kullanılmıştır. Puan alamayanlar çalışmaya dahil edilmemiştir.

2.9 Müdahaleler

Çalışmanın bu aşamasına randomizasyonu yapılan 80 kişiden 71'i katılmışlardır. 9 kişi müdahalelerin yapıldığı günlerde çalışmaya katılım gösterememiştir. Bu çalışmada SG üzerinde verilecek anatomi eğitimi için 3D Organon Anatomy® (Medis Media, Queensland, Avustralya) seçildi. 3D Organon Anatomy® insan anatomisini hem genel hem de çeşitli katmanları izole ederek incelenmesine olanak veren bir anatomi uygulamasıdır. Bu uygulama kapsamında katılımcılar kas iskelet sistemini detaylı incelediler. Yapıların yerlerini görmekte kalmayıp yapıları oldukları yerden alarak ellerinde tuttular. Yapıları çevirerek çok yönlü bir bakış açısına sahip oldular. SG eğitimi için sürükleyici 3B gözlükler (Oculus Rift®; Oculus VR, Irvine, CA) kullanılmıştır. Oculus rift gözlük şeklinde aparatı ile görme alanın tamamını kapatan ayrıca kulaklığıyla dışarıdan gelen sesleri yalıtın bir yapıya sahiptir. Kişi sanal dünyada oluşturulan avatırı gerçek zamanlı olarak görür ve hareketler anlık olarak görüntüye dönüşür. Görüntü gerçek dünyada olduğu gibi kişinin görme alanını kapsayacak kişi kendi vücudunu uygulama boyunca kendi gözlerinden görmektedir. Bu sayede gerçek bir dokuya temas ediyormuşçasına anatomik yapıları inceleme fırsatı bulmaktadır. Eğitim için seçilen anatomik bölge Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü 1.sınıf öğrencilerinin anatomi dersini veren ve çalışmanın kadavra üzerindeki bölümünün anlatımını yapan Anatomist hocamızla ile alınan ortak kararla üst ekstremitte olarak belirlenmiştir. Bu bölümün belirlenmesine üst ekstremitenin doku kalitesinin anlatım için daha uygun bir durumda olması rol oynamıştır. Katılımcılara toplam 30 dakika verilmiştir. Çalışmanın başında uygulamaya ve arayüze odaklanmaları için beş dakika verilmiştir. Geri kalan 25 dakikada ise uygulama sırasında katılımcılar gezinme sorunu yaşamadıkça araştırmacı herhangi bir teknik destek sağlamamıştır. Araştırmacı katılımcıları üst ekstremitenin kemik, bağ, kas ve sinirlerini sistematik ve belirli bir sırayla incelemelerine olanak sağlayacak yönlendirmelerde bulunmuştur.

Katılımcılar yazılımın sahip olduğu özellikler sayesinde sadece anatomik bölgenin katmanlarını görsel olarak incelemekle kalmamış, aynı zamanda ekranda gördükleri yapı hakkında ek teorik bilgileri de okuma fırsatı bulmuşlardır. Ancak yazıların İngilizce olması bu özellikten yalnızca bu dile aşina olan katılımcıların faydalanmasına neden olmuştur. Araştırmacının bu noktadaki desteğiyle her katılımcıya o anda incelediği bölge ile ilgili gerekli bilgiler verilmiştir.

Kontrol grubu 30 dakikalık kadavra diseksiyonu eğitimine katıldılar. Diseksiyon eğitimi 10 yılın üzerinde anatomi dersi verme deneyimi bulunan bir akademisyen tarafından verilmiştir. Katılımcılar kadavra diseksiyonu sırasında detaylı gözlem yapma ve soru sorma şansına sahip olmuşlardır.



Şekil 2.1. Çalışmanın akış şeması



Fotoğraf 2.1. SG üzerinde çalışma yapmakta olan bir katılımcı



Fotoğraf 2.2. SG üzerinde önkol anatomisi çalışan bir katılımcı

2.10 Uygulama Sırasında Alınması Gerekli Güvenlik Önlemleri

Çalışma esnasında oluşabilecek herhangi bir beklenmeyen duruma karşı ve sanal gerçeklik uygulaması esnasında bireyin dış dünya ile olan görsel iletişimi

kesileceği için araştırmacı sanal gerçeklik uygulaması boyunca katılımcıların yanında bulunmuştur.

2.11 İstatistiksel Metod

Tüm istatistiksel analizler, Windows için SPSS istatistik paketi, sürüm 20.0 (IBM Inc., Armonk, NY) kullanılarak yapılmıştır. SG ve kontrol grupları arasında cinsiyet dağılımını ve Kolb LSI'yi karşılaştırmak için ki kare testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılımını test etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Her iki grupta da yaş, ön test ve son test sonuçları ile PSVT-R puanlarında normal dağılım gözlenmiştir. Her grup için ön test ve son test sonuçlarındaki değişiklikleri analiz etmek için eşleştirilmiş örneklem t testi kullanılmıştır. Son test ve ön test puanları arasındaki farkları analiz etmek ve her iki grup için olumsuz etkileri analiz etmek için bağımsız t testi kullanılmıştır.

Testin içerik geçerliliği ve iç tutarlılık Cronbach alfa kullanılarak bir uzman tarafından değerlendirildi. Faktör analizinin yeterliliği Kaiser-Meyer-Olkin ve Bartlett küresellik testi kullanılarak test edildi. P değerinin 0,05'ten küçük olması ve α değerinin 0,07'den büyük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Nicholson ve meslektaşlarının çalışmasına göre, $\alpha < 0.05$ ve $\beta = \%95$ 'e ulaşmak için her grup için 17 öğrenciye ihtiyaç vardı (Nicholson ve ark., 2006). Bu sayıya ulaşıldığında çalışmanın gücünün artırılması amacıyla tüm örneklemin alınmasına karar verildi. Power analizi için referans alınan makale tezin konusuna paralellik göstermesi açısından bir eğitim makalesi olduğu için hususiyetle seçilmiştir.

3. BULGULAR

Sürükleyici SG ve kadavra eğitim gruplarına katılanların sayısal değerler açısından karşılaştırıldığında yaş, PSVT-R ve Titmus testi sonuçları parametrelerinin her biri için gruplar arasında anlamlı bir farka rastlanılmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 3.1. Grupların yaş, PSVT-R ve Titmus testi kıyaslamaları

	SG	Kadavra	t veya z	p
	X $\pm$ SS	X $\pm$ SS		
Yaş	19.52 $\pm$ 4.24	19.70 $\pm$ 4.96	-0.068	0.946*
PSVT-R	17.50 $\pm$ 5.69	18.03 $\pm$ 5.77	-0.388	0.699
Titmus	6.77 $\pm$ 2.75	6.90 $\pm$ 2.35	-0.207	0.836

t: Independent sample t test, $p<0.05$, * ve z: mann whitney u test

Sürükleyici SG ve Kadavra eğitim gruplarına katılanların kategorik değişkenler olarak kabul edilen cinsiyet ve Kolb öğrenme stilleri açısından karşılaştırılması sonucunda parametrelerin ikisi için de gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara ait cinsiyet ve Kolb Öğrenme Stilleri dağılımı kişi sayısı ve yüzdelikler olarak ifade edilmiştir.

Tablo 3.2. Grupların cinsiyet ve Kolb Öğrenme Stilleri kıyaslamaları

		SG	Kadavra	χ^2	p
		n(%)	n(%)		
Cinsiyet	Erkek	6 (%15)	5 (%16.13)	-	1.000
	Kadın	34 (%85)	26 (%83.87)		
Kolb Öğrenme Stilleri	1	7 (%17.5)	3 (%9.68)	1.058	0.787*
	2	5 (%12.5)	4 (%12.9)		
	3	9 (%22.5)	9 (%29.03)		
	4	19 (%47.5)	15 (%48.39)		

Fisher's Exact Test, *:Ki-Kare testi, , $p<0.05$

Sürükleyici SG ve Kadavra eğitim gruplarına uygulanan anatomi sınavında verilen doğru yanıtlar kıyaslandığında sürükleyici SG uygulamasının kadavra üzerinde verilen anatomi eğitimine göre daha etkili olduğu saptanmıştır ($p=0.047$).

Tablo 3.3. Grupların toplam skorlarının kıyaslamaları

	SG	Kadavra	t	p
	X ±SS	X ±SS		
Toplam skor	4.6±2.93	3.35±1.99	2.027	0.047

t: Independent sample t test ,p<0.05

Sürükleyici SG ve Kadavra eğitim gruplarına uygulanan anatomi sınavında verilen doğru yanıtlar her iki uygulama özelinde cinsiyetler arasında grup içi kıyaslandığında cinsiyetler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. SG grubu için p=0.852, kadavra grubu için p=0.594 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3.4. Grupların cinsiyetlere göre toplam skorlarının kıyaslanması

	Erkek	Kadın	t	p
	X ±SS	X ±SS		
SG toplam skor	5.33±3.61	4.47±2.84	0.659	0.852
Kadavra toplam skor	3.80±2.16	3.26±1.99	0.539	0.594

t: Independent sample t test ,p<0.05

Tüm katılımcıların cinsiyetlere göre gruplandırılarak yapılan istatistiksel analiz sonucu çalışmaya dahil edilen erkeklerin PSVT-R skorlarının kadınların skorlarına kıyasla anlamlı şekilde yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (**p=0.006**). Titmus test skorları açısından ise cinsiyet grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p=0.319).

Tablo 3.5. Cinsiyetler arası PSVT-R ve Titmus skorlarının kıyaslanması

	Erkek	Kadın	t	p
	X ±SS	X ±SS		
PSVT-R	22±5.23	16.95±5.45	2.837	0.006
Titmus	7.54±1.86	6.70±2.66	1.003	0.319

t: Independent sample t test ,p<0.05

4. TARTIŞMA

Anatomi eğitiminde sürükleyici sanal gerçeklik ve kadavra üzerinde alınan eğitimin etkinliğinin karşılaştırılması için planlanan bu çalışmada, sürükleyici sanal gerçeklik uygulaması üzerinde eğitim alan öğrencilerin anatomi sınavında ulaştığı ortalama doğru sayısı kadavra üzerinde eğitim alan öğrencilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fazla olduğu tespit edilmiştir.

SG kullanılarak yapılan çalışmalarda dikkate alınması gereken en önemli hususlardan biri bireylerin 3 boyutlu algısıdır. 3B algısı güçlü olan bireyler, 3B algıyı gerektiren SG eğitimlerinden en fazla faydalanmaktadır (Maeda & Yoon, 2013). Çeşitli çalışmalar, kadınların 3B ile çalışırken algısal yeteneklerinin erkeklere göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Ancak algısal yetenekler için beyinlerinin farklı kısımlarını kullandıkları bulunmuştur (Langlois ve ark., 2017; Maeda & Yoon, 2013; Peters ve ark., 1995). Bu nedenle randomizasyon sırasında cinsiyet dikkate alındı.

İnsan zekasına ilişkin anlayışımız ezberlemeden veya mantığın tek başına algoritmik uygulanmasından çoklu zeka türlerine doğru geliştikçe, uzamsal zekanın bir sağlık profesyonelinin genel zekasının önemli bir unsuru olduğu kabul edilebilir (Haier, 2023; Newcombe & Frick, 2010). "Görsel görüntüleri zihinsel olarak yaratma, döndürme ve dönüştürme yeteneği" olarak tanımlanan uzamsal zekâ, benzersiz bir zekâ türü olarak kabul edilmektedir. Bu tür zekanın genel olarak mezuniyet öncesi sağlık eğitiminde önemli bir rol oynadığına inanılmaktadır (Hegarty, 2014).

Uzamsal kavrama, binoküler görüş ile elde edilebilen stereopsis ile yakından ilişkilidir; çünkü derinlik algısı, uzamsal ilişkileri anlama becerisine katkıda bulunur. Görsel-uzamsal yetenek ile anatomik performans arasındaki ilişki literatürde iyi bilinmektedir (Garg ve ark., 1999; Garg ve ark., 2001; Guillot ve ark., 2007; Lufner ve ark., 2012; Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017). Genel olarak görsel-uzamsal yeteneği yüksek olan kişiler anatomi sınavlarında daha iyi performans gösterme eğilimindedir (Lufner ve ark., 2012). Dolayısıyla bu durumların da çalışmada ek bir randomizasyon basamağı olarak planlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada katılımcıların PSVT-R ve PSVT-R puanları ile ölçülen 3B algı puanları, cinsiyetleri ve Kolb öğrenim stili envanterinde tespit edilen öğrenim

tipleri randomizasyonda dikkate alınmıştır. Böylece öğrencilerin 3B algılarının dağılımında etkisi olacağı düşünülen etkenler gruplar arasında homojenleştirildi.

Sağlık eğitiminde üç boyutlu bir modelle fiziksel etkileşim, onun fiziksel yapısını anlamak, güven ve aşinalık duygusu kazanmak için çok önemlidir (Cooper & Taqueti, 2008). Bu özellikle anatomi eğitimi alan veya cerrahi alanında uzmanlaşmak isteyen öğrenciler için önemlidir (Privett ve ark., 2010). Kadavralar en yaygın olarak tıp ve biyomedikal öğrencilerine anatomi öğretmek için kullanılsa da bunların kullanımında önemli finansal, etik ve düzenleyici kısıtlamalar vardır (Turney, 2007). Kadavra laboratuvarlarının bakımları maliyetli ve zaman alıcıdır. Aynı zamanda bağışçıların yanı sıra laboratuvarları destekleyecek personel ve tesisler de gerektirir (Papa & Vaccarezza, 2013). Proseksiyon bazı araştırmacılar tarafından kadavra diseksiyonuna uygun bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Çünkü proseksiyon, diseksiyon kadar zaman gerektiren bir uygulama değildir ve öğrencilerin dokunsal girdiye ve anatomik varyasyonlara maruz kalmaya izin vermektedir (Nnodim, 1990; Zill ve ark., 2007). Ancak bakım ve muhafaza güçlükleri, hazırlık gereklilikleri ve büyük bir öğrenci grubu için gereken numune sayısı nedeniyle proseksiyon her zaman mümkün değildir. Ayrıca kadavra laboratuvarlarının bakımı pahalıdır ve tehlikeli kimyasal koruyucuların kullanılmasını gerektirir (Coskey & Gest, 2015; Goldman, 2010; Lakchayapakorn & Watchalayarn, 2010).

Bu durum, son on yılda anatomide uzamsal ve teorik kavramların öğrenilmesine yönelik alternatif yöntemler üzerine çok sayıda araştırmanın yapılmasına neden olmuştur. Ancak bu fikirlerin çok azı; QR kodları (Kan ve ark., 2011; Traser ve ark., 2015), çevrimiçi uygulamalar (Petersson ve ark., 2009), 3 boyutlu görsel anatomi atlasları (Gloy ve ark., 2022) veya benzer öğretim materyallerinin öğretim için açıkça etkili olduğu kanıtlanmış veya üniversite müfredatına geniş çapta dahil edilmiştir.

Bu teknolojik gelişmelere ek olarak yeni artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri de anatomi alanında eğitim alanındaki çalışmalara konu edilmişlerdir. Larinks, omuz, pelvis, el bileği, kulak ve sinüs anatomisinin anatomi öğretiminde 3 boyutlu modellerin kullanımını inceleyen bazı öncü çalışmalar, gelişmiş modellerin en az geleneksel öğretim yöntemleri kadar iyi olduğu sonucuna varmıştır (Corton ve ark., 2006; Fritz ve ark., 2011; Garg ve ark., 2001; Hariri ve ark., 2004; Hu ve ark., 2010; Nicholson ve ark., 2006; Tan ve ark., 2012).

Çeşitli çalışmalar, öğrenmeyi geliştirmek ve sağlık alanı müfredatında motivasyonu artırmak için AG araçlarının kullanılmasını önerse de mevcut meta-analizin sonuçları, SG'nin aksine, AG uygulamalarının diğer anatomi öğretim yöntemlerine (ders kitapları, 2B ve 3B görüntüler) göre hiçbir avantajının olmadığını göstermiştir. Ayrıca alt grup analizleri, eğitim süresinin arttırılmasının AG'nin etkinliğini arttırmada anlamlı bir etkisinin olmadığını gösterdi (Duarte ve ark., 2020). Benzer şekilde Moro ve arkadaşlarının yaptıkları meta-analiz çalışması AG'nin anatomi ve fizyoloji öğretimindeki etkililiğinin diğer öğretim yöntemlerinden önemli ölçüde farklı olmadığını göstermiştir (Moro ve ark., 2021). Romand ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada da katılımcıların yalnızca %3'ü AG'nin anatomi eğitiminde alternatif bir yöntem olarak kullanılması gerektiği konusunda hemfikir olmuşlardır (Romand ve ark., 2020). Bölek ve arkadaşlarının yaptığı bir meta-analiz, AG'nin diğer anatomik eğitim biçimleriyle karşılaştırıldığında önemli öğrenme faydaları sağlamadığını gösterdi. Ayrıca AG gruplarının sonuçları, 2 boyutlu anatomik öğrenme yöntemlerini (ör. geleneksel anatomik atlaslar ve kesitler) kullanan grupların sonuçlarıyla karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha düşük bir anatomik test puanı gözlemlendi (Bölek ve ark., 2021). AG teknolojileri son yıllarda önemli ilerlemeler kaydetmiş olsalar da, bunların tıp eğitiminde rutin kullanımını engelleyen bazı teknolojik sınırlamalar olduğu görülmektedir (Cutolo ve ark., 2019). SG sistemlerinin AG sistemlerine göre daha etkili olması stereopsis ile açıklanabilir. Stereopsis, kişinin uzaydaki nesnelerin birbirlerine göre mesafesini ayırt edebilmesine olanak sağlayan, dünyayı üç boyutlu algılamaya yönelik görsel yeteneği olarak tanımlanabilir. Bu yetenek öncelikle binoküler eşitsizliğe dayanır, ancak paralaks, interpozisyon ve göreceli boyut gibi çok sayıda monoküler işaret de önemlidir (Cumming & DeAngelis, 2001). Sürükleyici SG'nin benzersiz bir özelliği, sanal bir dünyada gerçek stereopsisini mümkün kılan, ders kitaplarında, 2B videolarda ve otostereoskopik ekranlar dışındaki tüm görüntülerde eksik olan binoküler eşitsizliğin yaratılmasıdır. Stereopsis, derinlik algısını kolaylaştıran binoküler görme ile sağlanır. Wainman ve arkadaşları, monoküler görüşe sahip bir SG başlık kullanarak anatomi öğrenmenin, tıpkı monoküler görmenin fiziksel modellerin öğrenilmesini engellediği gibi, anatomi testlerindeki performansı önemli ölçüde azalttığını, AG başlıkta monoküler görüş kullanmanın ise performansı azaltmadığını bulmuştur (Wainman ve ark., 2020). Bu bulgu, stereopsisin dijital öğrenme kaynakları kullanıldığında

anatomi performansını önemli ölçüde artırdığını ve ayrıca AG teknolojisinin anlamlı düzeyde stereopsis sağlamadığını belirten benzer çalışmalar tarafından desteklenmektedir (Luursema ve ark., 2008). Özetlemek gerekirse stereopsis, SG'nin bir anatomi öğrenme aracı olarak potansiyelini en üst düzeye çıkarmasında rol oynayabilecek son derece önemli bir özelliğidir. Yapılan bu gözlemler Bogomolova ve arkadaşlarının meta-analizi ile de desteklenmektedir (Bogomolova ve ark., 2021). Anatomik materyalin stereoskopik temsilde açık bir eğitimsel fayda olduğu belirtilmektedir. Tüm bu sebepler doğrultusunda kadavra üzerindeki anatomi eğitiminin etkinliğini bu alanda kullanılabilecek bir teknolojik cihaz ile karşılaştırmak istediğimizde seçmemiz gereken güncel teknolojik yaklaşım olarak sürükleyici SG deneyimi yaşatabilen kafaya takılabilen sistemler uygun görülmüştür. Ayrıca çalışmanın etkinliğini yine benzer şekilde sürükleyici SG teknolojilerinin kadavra üzerindeki eğitime karşı etkinliğine kıyaslamak gerekmektedir. Araştırmalarımızda bu çalışmadaki gibi iki uygulamayı karşılaştıran bir çalışmaya rastlanılamamıştır. En yakın olarak düşünülebilecek bir çalışmada sürükleyici SG ve kadavral kafa kemikleri kullanılmıştır. Bahsi geçen çalışmada iki yöntemin de benzer etkiye sahip olduğu kabul edilmiştir. Buna sebep olarak kadavral kafa kemiklerinin incelenmesinin ve her açıdan çalışılabilmesinin kolaylığı bir neden olarak gösterilebilir. Ayrıca sürükleyici SG uygulaması bu çalışmaya göre son derece kısadır. 7,5 dakikalık bir SG uygulamasında öğrencilerin yapıları kendi kendilerine incelenmesi istenerek tatbik edilmiştir (Chen ve ark., 2020). Dolayısıyla bu teze konu olan çalışmadaki süreye ve metoda kıyasla farklılık ortaya çıkması farklı sonuçları açıklayabilir.

Bu çalışmada tüm katılımcılar arasında yapılan analizde, kadınların erkeklere kıyasla PSVT-R skorlarında anlamlı oranda daha az puan aldıkları, Titmus testi sonuçları için ise cinsiyetler arasında anlamlı farkın bulunmadığı saptanmıştır. Erkekler PSVT-R skorlarında anlamlı oranda daha yüksek puan alsalar da grup içi yapılan analizlerde 3 boyutlu kavrama yeteneklerinde bu avantajlarını anatomi sınav sonuçlarında kadınların aldığı puanlarla kıyaslandığında anlamlı fark yaratacak şekilde yansıtamadıkları görülmüştür. Sonuç karşılaştırmaları anlamlı olmaya yakınsa da PSVT-R ile SG üzerinde eğitimin faydalı olma ihtimali arasında gerçek bir bağlantı olmadığı kabul edilebilir.

Bu çalışmada SG grubundaki katılımcılar, üst ekstremité modelindeki anatomik yapıları hareket ettirmek ve döndürmek için sisteme ait el kumandasını

kullanarak doğal bir manipölasyon yapma kabiliyetine sahipti. SG ortamı olarak kullanılan 3D Organon VR Anatomy, SG grubundaki öğrencilerin insan vücuduna ilişkin uzaysal bilgilerini güçlendirebileceği bir altyapı sağladı. Uygulama sırasında katılımcılar araştırmacının talimatlarına uyarak ilk önce kemik ve bağlar modelini, daha sonra ise kas ve sinir modellerini incelediler. Katılımcıların, araştırmacının açıklamalarına eş zamanlı şekilde yapıları incelemeleri süreci daha sistematik bir hale getirdi. Bu açıklama ve talimatlarla tüm modellerin incelenmesi tamamlandıktan sonra katılımcıların modellerle istedikleri gibi vakit geçirmelerine olanak sağlandı. Bu süre tüm uygulamalar için toplam 30 dakika ile sınırlandırıldı. Bu sürenin belirlenmesinde yorgunluk ve mide bulantısı gibi semptomları hafifletmek yada ortaya çıkmalarını engellemek için aralar içeren ve 30 dakikadan kısa çalışma oturumlarından yararlanılmasının tavsiye edilmesi etkili oldu (Bowman ve ark., 2002; Stanney ve ark., 2003). Sanal ortam itibarıyla hareket hissinin minimal olması sebebiyle ara verilmesine ihtiyaç duyulmadı. Çokça raporlanan siber hastalık, baş ağrısı, baş dönmesi gibi olumsuz hislerle ilgili geri bildirimin bu çalışmada az olması da yine sanal ortamın sabit olmasıyla ilişkilendirilen bir husus oldu.

Bu tür teknolojileri uygularken dikkate alınması gereken önemli bir husus, bunların geleneksel kaynaklara ek olarak mı yoksa mevcut kaynakların yerine geçecek şekilde mi kullanılması gerektiğidir. Her iki yöntem de etkili olmasına rağmen, anatomideki bilgi artışı üzerindeki en büyük etki, sürükleyici SG ve AG uygulamalarının geleneksel kaynakların yanında tamamlayıcı bir araç olarak kullanıldığı zaman gözlemlendi (García-Robles ve ark., 2024). Literatüre kıyasla bu çalışmadaki ana farklılıklar, ilgili AG ve SG teknolojiyle beraber gelen ve öğrencinin kendi kendini eğitmesi fikrine katılınmaması ve anatomi eğitimi için altın standart olarak kabul edilen kadavra çalışmalarına teknolojik bir alternatif arayışı olarak tanımlanabilir.

García-Robles ve arkadaşlarının, Zhao ve arkadaşlarının ve Wilson ve arkadaşlarının meta-analizlerinde aktif ve etkileşimli yöntemler kullanan öğrenciler arasında daha fazla bilgi kazanımının bulunduğunu ortaya koyulmuştur (García-Robles ve ark., 2024; Wilson ve ark., 2019; Zhao ve ark., 2020). Didaktik dersler ve ders kitapları ve atlaslarla kendi kendine çalışma, pasif öğrenme yöntemlerini temsil eder. Alternatif olarak AG ve SG teknolojileri, öğrenci etkileşimini ve öğretme-öğrenme sürecine daha aktif katılımı teşvik eden öğrenci merkezli bir

öğrenme yaklaşımıdır (Estes, 2004; Wilson ve ark., 2019). Sürükleyici SG ve AG, öğrencilerin öğrenmelerinde aktif rol üstlenmelerine yardımcı olarak, gelecek vaat eden etkileşimli ve öğrenci merkezli bir öğrenme aracı olabileceği gösterilmektedir (García-Robles ve ark., 2024).

Salimi ve arkadaşlarının yaptığı bir sistematik incelemenin alt grup analizinde, sürükleyici SG'nin anatomi bilgisi üzerindeki etkililiği diğer öğretim yöntemlerinden önemli ölçüde daha yüksekken, sürükleyici olmayan SG'nin diğer yöntemlerden önemli ölçüde farklı olmadığı ortaya koyulmuştur (Salimi ve ark., 2024). Sürükleyicilik, özellikle son yıllarda SG'nin en önemli faktörlerden biri olup, fiziksel ve zihinsel oluşturulan sanal ortamda olunması algısını içerir. Bu algı, ne kadar çok duyuşal girdi (görme, duyma ve dokunsal) varsa, kullanıcı simüle edilen ortamla o kadar etkili iletişim kurar. Bu durum, kullanıcının zihninin gerçek dünyadan uzaklaştırılması ve simüle edilmiş ortama odaklanması anlamına gelir. Bu nedenle sürükleyici SG, karmaşık kavramların öğrenilmesinde faydalı olabilir. Sürükleyici SG ile çeşitli vücut öğelerinin gerçekçi görselleştirilmesi olanağını sunar. Ek olarak, sürükleyici SG ortamı, kullanıcının simüle edilmiş görüntülerle daha fazla etkileşim kurmasına ve diğer anatomi eğitim yöntemleriyle mümkün olmayan özellikleri (parçalarına ayrılarak simüle edilmiş bir kadavranın yeniden oluşturulması gibi) kullanmasına olanak tanır (Luursema ve ark., 2017; Martín-Gutiérrez ve ark., 2017; Mulders ve ark., 2020). Ancak, Pahuta ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada SG'nin öğrenme yeteneğini geliştirmede etkili bir yaklaşım olduğunu ortaya konulsa da SG grubunda dokunsal geri bildirim eksikliğinin öğrenmeyi sınırladığı kanaatine varılmıştır (Cai ve ark., 2020). Eğitim teknolojisinin gelişimi, cerrahi stajyerlerine dokunsal geri bildirim sağlayabilecek yeni öğrenme yöntemleri üretmiştir. Özellikle dokunsal duylara dayanan Virtual-Fracture Carving Simulator (Sanal Kırık Oyma Simülatörü), sanal modeller üzerine çizgiler çizerek asetabular kırıkların anatomisinin uzamsal olarak anlaşılmasına yardımcı olan bir uygulamadır (Pahuta ve ark., 2012). Bu teze konu olan araştırmada kullanılan sistemlerin herhangi bir dokunsal duyuşal girdi vermediği göz önüne alındığında az önce bahsedilen çalışmadaki teknolojiye benzer şekilde tasarlanacak sürükleyici SG uygulamalarında dokunsal geri bildirim verecek aparatların geliştirilmesinin SG temelli eğitime yönelik kazanımları arttıracığı kanaatindeyiz.

Bu alandaki çalışmalarda katılımcılar genel olarak sürükleyici SG ortamlarının, diğer yöntemlere kıyasla anatomiyi öğrenme ve keşfetme istekleri ve yetenekleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu bildirmişlerdir (Sinha ve ark., 2023). Birinci şahıs bakış açısının motivasyonu artırdığı, böylece öğrencilerin yeni bilgileri daha kolay özümseyebildiği bildirilmiştir (Harlen, 2006; Heim, 1993; Nadan ve ark., 2011). Avrupa Tıp Eğitimi Derneği'nin verdiği bilgilere göre, kullanılan değerlendirme araçlarının geçerli, güvenilir, pratik olmaları gerekmekte ve öğrenme davranışı üzerinde uygun bir etkiye sahip olmaları beklenmektedir (McAleer ve ark., 2003). Bu durum, öğrencinin öğrenme deneyimiyle ilgili öğrenme çıktılarını değerlendirmek amacıyla öğretimdeki sürükleyici teknolojiler için özel olarak geliştirilecek standartlaştırılmış, doğrulanmış bir araca olan ihtiyacı vurgulamaktadır (Ryan ve ark., 2022). Örneğin, simülasyon alanında, Ulusal Hemşirelik Birliği, simülasyonun kullanımını ve öğrencilerin simülasyon etkinlikleriyle öğrenme deneyimlerini değerlendirmek için onaylanmış, standartlaştırılmış bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçek kapsamında öğrencilerin memnuniyeti ve özgüveni, algılanan öğrenme başarısı ve katılımı sorgulanmaktadır (Padilha ve ark., 2019). Bu çalışmada bu tür bir standardize ölçüt kullanılmamış olması çalışmanın eksiklerinden biri olarak kabul edilebilir.

SG'nin, geleneksel olarak yıllar süren gözlemsel öğrenme yoluyla elde edilen uzamsal anatomi öğrenme eğrisini hızlandıran gelişmiş bir öğrenme deneyimi sağlayabildiğini belirten deneyimler rapor edilmiştir (Alaraj ve ark., 2011; Bernardo, 2017). Ancak farklı SG platformlarındaki birkaç eğitim seansından sonra öğrenme eğrisinde bir plato gözlemlenmektedir. Bu durum, SG'nin başlangıçta yeni başlayanların öğrenme eğrisini hızlandırabileceğini, ancak daha sonra muhtemelen daha geleneksel ve denetimli eğitimin gerekli olacağını göstermektedir (Andersen ve ark., 2015; Brown ve ark., 2019; Selvander & Åsman, 2012). Bu durum göz önüne alınarak insan anatomisinde uzmanlaşmak için gereken zamanı azaltmak için kullanılacak bir SG uygulamasının bir uzman eşliğinde denetimli yapılmasının daha uygun bir metot olacağını düşünüyoruz. Bu çalışmada katılımcılar araştırmacının yönlendirmesi eşliğinde üst ekstremité anatomisini inceleme imkanının yanı sıra kendi başlarına da modelle vakit geçirebileceği karma bir yaklaşıma tabii tutulmuşlardır.

Pande ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada SG grubunun ders kitabı üzerinden anatomi çalışan katılımcıların grubuna kıyasla daha iyi hafızaya sahip

olduğu belirtilmiştir. SG gruplarındaki öğrencilerin, aktif manipülasyon yoluyla anatomik yapıların sanal temsillerini başarılı bir şekilde somutlaştırmayı başardıkları sonucuna ulaşılmıştır (Pande ve ark., 2021). SG'nin bu özelliğini test edebilmek adına çalışmadan belli süreler geçtiğinde yapılabilecek testlerin yapılmamış olması bu çalışmanın kısıtlılıkları arasında yer almaktadır.

Ticari olarak temin edilebilen ve düşük maliyetli kafaya takılabilecek sanal gerçeklik sistemleri gerçek anlamda etkileşimli bir sanal deneyim olanaklarını daha da geliştirmiş olsa da (Rudran & Logishetty, 2018), maliyet de göz önüne alınması gereken bir unsurdur. SG ekipmanları yaklaşık 700 dolara mal olmaktadır ve bakım için uygun yazılım, bilgisayar donanımı ve teknisyenler gerektirirler (Sultan ve ark., 2019). Öğrenmeyi geliştirici etkisi, tekrar tekrar kullanılabilir olması ve çok yönlülüğü gibi faydaları göz önüne alındığında SG, laboratuvar malzemeleri, denetleyici personeli ve hatta simüle edilmiş hastaların maliyeti gibi gider kalemlerini azaltabilir. Genel bir bakışla, bu pahalı teknolojilerin maliyet-fayda oranlarının kurumların hedeflerine ve kaynaklarına bağlı olarak farklılık göstermesi olasıdır (Tomlinson ve ark., 2019). Kurulacak laboratuvarların birçok farklı alana ait simülasyon deneyimini farklı disiplinlerden eğitimci ve öğrenciye ulaştırabilir halde olmasının maliyet-fayda oranını artıracağını düşünmekteyiz. Bu durum üniversitelerin her bölümünün zaman zaman kullanabildiği büyük bilgisayar eğitim salonlarıyla aynı şekilde düşünülüp bir SG laboratuvarının birçok bölümün kullanımına açılmasıyla gerçekleşebilir. Bu teşebbüs üniversitelerin eğitimcilere SG üzerinde eğitim vermeye yönelik desteğiyle daha büyük bir katılım ve başarıya ulaşabilir.

Sunduğu fırsat ve faydaların yanında sürükleyici SG deneyiminin cihazın uzun süre devamlı gözlerin önünde konumlandırılmasından kaynaklanan yan etkileri mevcuttur (Birbara ve ark., 2020). Baş ağrısı, baş dönmesi, göz ağrısı, bulanık görme ve hareket bulantısı gibi yan etkiler rapor edilmiştir (Farra ve ark., 2018; Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017; Müller-Stich ve ark., 2013). Moro ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, VR grubunda yüksek oranda yan etki rapor edilmiştir (baş ağrısı %25, bulanık görme %35) (Moro, Štromberga, Raikos, ve ark., 2017). Bu çalışmada katılımcılardan SG deneyimleriyle ilgili paylaşmak istediklerini kendi cümleleriyle yazmaları istenmiştir. Olumsuz etkilere yönelik geri bildirim olarak sadece bir katılımcıdan gözlükle kullanımının zor olduğu bilgisi kayıt altına alınmıştır. Yeni çıkan sürükleyici sanal gerçeklik başlıkları için bu

durum düşünölerek gözlükle kullanıma izin veren aparatlar geliştirilmiştir. Olumsuz etkileri daha sistematik olarak değerdendirebilecek bir anketin ya da aracın kullanılmamış olması, cihaz azlığı nedeniyle uygulamaların kişi sayıları açısından eşit gruplarla yapılamaması, SG teknolojilerinin hala gelişme aşamasında olması, katılımcıların anatomi ders başarılarının gruplar arasında farklı olup olmadığının araştırılamamış olması ve anatomi eğitimi için seçilen uygulamanın arayüzünün İngilizce olması da birer kısıtlılık olarak kabul edilebilir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonucunda bir sürükleyici sanal gerçeklik uygulaması üzerinde yapılan üst ekstremite anatomisi eğitiminin literatürde altın standart olarak kabul edilen kadavra uygulamasından daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuca istinaden anatomi eğitimine müfredatlarında yer veren kurumlar sürükleyici sanal gerçeklik uygulamalarına yeni bir ışık altında bakabilirler. Sunduğu fırsatlar ve esneklik sayesinde sürükleyici sanal gerçeklik sistemleri maliyet fayda oranı açısından değerli bir araca dönüşebilir. Eğitim kurumlarında olması gereken fiziksel laboratuvar ortamlarının ihtiyaçlara karşılık verebilecek sanal olanlarıyla değiştirilmesi ya da yeni laboratuvarların inşa edilmesini gereksiz kılması bakımından ülkemizin hedefleri arasında olan sıfır karbon hedefine erişilmesine de yararı olabileceği düşünülebilir.

Bu yeni teknoloji yanı sıra getirdiği fırsatlar kadar çözülmesi gereken yeni zorluklara da sahiptir. Bu zorluklardan biri ihtiyaca yönelik sanal ortamların yaratılmasıdır. Hem kendi bilimsel alanında hem de sanal dünyalar geliştirmekte uzmanlaşması gerekilmesi gibi bir ihtiyaca neden olmaktadır. Bu durum sanal dünyalar yaratan uzmanlarla meslek profesyonellerinin, eğitim alanı için bilhassa öğretmen ve akademisyenlerin, beraber çalışması ile de aşılabılır. Zorluklardan bir diğeri ise eğitim kurumlarında fayda sağlayabilecek özelliklerde bir sanal gerçeklik laboratuvarının kurulması, işletilmesi ve bakımlarının yapılması olarak akla gelmektedir. Bunlar teknik bilgisi olan ve organizasyon yeteneği yüksek çalışanlarca üstesinden gelinmesi gereken görevlerdir.

Bu alanda çalışma yapmayı planlayan çalışmacılara yönelik önerilerden biri hazırlayacakları sonuç ölçütlerinin yapılmasında tam bir körlük sağlamaları olacaktır. Aynı zamanda öğrencilere sürükleyici sanal gerçeklik ve kadavra üzerinde yapılan eğitimlerin öğrenimlerine, katılımlarına, bu uygulamalardan aldıkları keyif ile ilgili geçerli ve güvenilir testlerin yapılması bu alanlarda elde edilebilecek somut veriler sunabilir. Sürükleyici sanal gerçeklik üzerinde verilen eğitim ile ilgili olduğu raporlanan, uzun süreli hafızada alternatif yöntemlere göre daha iyi kalmasıyla ilgili durumu araştırabilecekleri sınavlar sürükleyici sanal gerçekliğin bu yönünün de daha iyi anlaşılmasına olanak verecektir.

Çalışmanın fizyoterapi ve rehabilitasyon alanına katkısı düşünülecek olduğunda ise SG destekli anatomi eğitimi anatomik yapıların görselleştirilmesine

ve birbirlerine göre konumlarının anlaşılmasına olanak sağlamıştır. Vücut yapılarının interaktif şekilde SG destekli üç boyutlu incelenmesi Fizyoterapi eğitiminin önemli bir temel taşı olan kas-iskelet sisteminin daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon gibi vücut yapılarının üç boyutlu hareketlerinin anlaşılmasının son derece önemli olduğu bir alanda, yapıların ve hareketlerinin anlaşılabilirliğini arttıracak teknolojik sistemlerin eğitim alanında kullanılabilir olduğunu ortaya koyması açısından bu çalışmaya önem atfedilebilir.

Çalışmanın sonuçlarına göre SG öğrencilerin fizyoterapi uygulamaları sırasında ihtiyaç duyacakları anatomi bilgisini daha iyi kavramalarına destek olabilir.

Kadavra temelli eğitim, yüksek maliyetli laboratuvar gereksinimi ve öğrencilerin kadavra ile sınırlı süre geçirebilmesi açısından dezavantajlıdır. Sanal gerçeklik sayesinde ise fizyoterapi öğrencileri, eksik kaldıkları konuları ya da tekrar etmek istedikleri içerikleri, zaman ve mekândan bağımsız olarak bireysel şekilde deneyimleyebilir. Dahası ilerleyen lisans eğitimi süreçlerinde ve meslek hayatlarında ihtiyaç duyduklarında kolayca ulaşabilecekleri bir kaynak sunmaktadır.

Tele rehabilitasyon her geçen gün gelişmektedir. Fizyoterapistlerin, yakın gelecekte daha da yaygınlaşması beklenen tele rehabilitasyon ve teknoloji temelli rehabilitasyon yöntemlerine aşinalık kazanmaları için lisans eğitimi süreçlerinde bu teknolojilerin kullanılması, meslek hayatlarında bu yöntemlere daha kolay uyum sağlamalarını ve yabancılik çekmemelerini destekleyecektir.

KAYNAKLAR

- Adams, W. E., Leske, D. A., Hatt, S. R., & Holmes, J. M. (2009). Defining real change in measures of stereoacuity. *Ophthalmology*, 116(2), 281-285.
- Alaraj, A., Lemole, M. G., Finkle, J. H., Yudkowsky, R., Wallace, A., Luciano, C., Banerjee, P. P., Rizzi, S. H., & Charbel, F. T. (2011). Virtual reality training in neurosurgery: review of current status and future applications. *Surgical neurology international*, 2.
- Andersen, S. A. W., Konge, L., Cayé-Thomasen, P., & Sørensen, M. S. (2015). Learning curves of virtual mastoidectomy in distributed and massed practice. *JAMA Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 141(10), 913-918.
- Aşkar, P. a. A., B. (1993). Kolb Learning Style Inventory. *Science and Education*(87), 37-47.
- Bernardo, A. (2017). Virtual reality and simulation in neurosurgical training. *World neurosurgery*, 106, 1015-1029.
- Beyreli, L., & Sönmez, H. (2017). BLOOM TAKSONOMİSİ VE YENİLENMİŞ BLOOM TAKSONOMİSİ İLE İLGİLİ TÜRKİYE'DE YAPILAN ÇALIŞMALARIN ODAKLANDIĞI ARAŞTIRMA KONULARI. *International Journal of Languages' Education and Teaching*, 5(2), 213-229.
- Birbara, N. S., Sammut, C., & Pather, N. (2020). Virtual reality in anatomy: a pilot study evaluating different delivery modalities. *Anatomical sciences education*, 13(4), 445-457.
- Birch, E., Williams, C., Drover, J., Fu, V., Cheng, C., Northstone, K., Courage, M., & Adams, R. (2008). Randot® preschool stereoacuity test: normative data and validity. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 12(1), 23-26.
- Bitran, M., Zúñiga, D., Pedrals, N., Padilla, O., & Mena, B. (2012). Medical students' change in learning styles during the course of the undergraduate program: from 'thinking and watching'to 'thinking and doing'. *Canadian medical education journal*, 3(2), e86.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of. *Educational Objectives*.
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The chemical educator*, 2(4), 1-17.
- Bogomolova, K., Hierck, B. P., Looijen, A. E., Pilon, J. N., Putter, H., Wainman, B., Hovius, S. E., & van der Hage, J. A. (2021). Stereoscopic three-dimensional visualisation technology in anatomy learning: A meta-analysis. *Medical education*, 55(3), 317-327.
- Bogomolova, K., Hierck, B. P., van der Hage, J. A., & Hovius, S. E. (2020). Anatomy dissection course improves the initially lower levels of visual-spatial abilities of medical undergraduates. *Anatomical sciences education*, 13(3), 333-342.
- Bölek, K. A., De Jong, G., & Henssen, D. (2021). The effectiveness of the use of augmented reality in anatomy education: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 11(1), 15292.
- Bowman, D. A., Gabbard, J. L., & Hix, D. (2002). A survey of usability evaluation in virtual environments: classification and comparison of methods. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 11(4), 404-424.
- Brewer, D. N., Wilson, T. D., Eagleson, R., & De Ribaupierre, S. (2012). Evaluation of neuroanatomical training using a 3D visual reality model. In *Medicine meets virtual reality 19* (pp. 85-91). IOS Press.
- Brown, C., Robinson, D., Egan, R., Hopkins, L., Abdelrahman, T., Powell, A., Pollitt, M. J., & Lewis, W. G. (2019). Prospective cohort study of haptic virtual reality laparoscopic appendectomy learning curve trajectory. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 29(9), 1128-1134.
- Cai, S., He, Y., Cui, H., Zhou, X., Zhou, D., Wang, F., & Tian, Y. (2020). Effectiveness of three-dimensional printed and virtual reality models in learning the morphology of craniovertebral junction deformities: a multicentre, randomised controlled study. *BMJ open*, 10(9), e036853.
- Chen, C. J., Toh, S. C., & Ismail, W. M. F. W. (2005). Are learning styles relevant to virtual reality? *Journal of research on technology in education*, 38(2), 123-141.
- Chen, S., Zhu, J., Cheng, C., Pan, Z., Liu, L., Du, J., Shen, X., Shen, Z., Zhu, H., & Liu, J. (2020). Can virtual reality improve traditional anatomy education programmes? A mixed-methods study on the use of a 3D skull model. *BMC medical education*, 20, 1-10.

- Clarke, W. N., & Noel, L. (1990). Stereoacuity testing in the monofixation syndrome. In (Vol. 27, pp. 161-163): SLACK Incorporated Thorofare, NJ.
- Cooper, J. B., & Taqueti, V. (2008). A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgraduate medical journal*, 84(997), 563-570.
- Corton, M. M., McIntire, D. D., Wai, C. Y., Ling, F. W., & Wendel Jr, G. D. (2006). A comparison of an interactive computer-based method with a conventional reading approach for learning pelvic anatomy. *American journal of obstetrics and gynecology*, 195(5), 1438-1443.
- Coskey, A., & Gest, T. R. (2015). Effectiveness of various methods of formaldehyde neutralization using monoethanolamine. *Clinical anatomy*, 28(4), 449-454.
- Coulter, R., Saland, L., Caudell, T., Goldsmith, T. E., & Alverson, D. (2007). The effect of degree of immersion upon learning performance in virtual reality simulations for medical education. *In Medicine Meets Virtual Reality*, 15, 155.
- Cumming, B. G., & DeAngelis, G. C. (2001). The physiology of stereopsis. *Annual review of neuroscience*, 24(1), 203-238.
- Cutolo, F., Fida, B., Cattari, N., & Ferrari, V. (2019). Software framework for customized augmented reality headsets in medicine. *IEEE Access*, 8, 706-720.
- Dissabandara, L. O., Nirthanan, S. N., Khoo, T. K., & Tedman, R. (2015). Role of cadaveric dissections in modern medical curricula: a study on student perceptions. *Anatomy & cell biology*, 48(3), 205.
- Duarte, M., Santos, L., Júnior, J. G., & Peccin, M. (2020). Learning anatomy by virtual reality and augmented reality. A scope review. *Morphologie*, 104(347), 254-266.
- Estes, C. A. (2004). Promoting student-centered learning in experiential education. *Journal of experiential education*, 27(2), 141-160.
- Farra, S. L., Smith, S. J., & Ulrich, D. L. (2018). The student experience with varying immersion levels of virtual reality simulation. *Nursing education perspectives*, 39(2), 99-101.
- Fealy, S., Jones, D., Hutton, A., Graham, K., McNeill, L., Sweet, L., & Hazelton, M. (2019). The integration of immersive virtual reality in tertiary nursing and midwifery education: A scoping review. *Nurse education today*, 79, 14-19.
- Fritz, D., Hu, A., Wilson, T., Ladak, H., Haase, P., & Fung, K. (2011). Long-term retention of a 3-dimensional educational computer model of the larynx: a follow-up study. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 137(6), 598-603.
- Garcia-Agundez, A., Reuter, C., Becker, H., Konrad, R., Caserman, P., Miede, A., & Göbel, S. (2019). Development of a classifier to determine factors causing cybersickness in virtual reality environments. *Games for health journal*, 8(6), 439-444.
- García-Robles, P., Cortés-Pérez, I., Nieto-Escámez, F. A., García-López, H., Obrero-Gaitán, E., & Osuna-Pérez, M. C. (2024). Immersive virtual reality and augmented reality in anatomy education: a systematic review and Meta-Analysis. *Anatomical sciences education*, 17(3), 514-528.
- Garg, A., Norman, G. R., Spero, L., & Maheshwari, P. (1999). Do virtual computer models hinder anatomy learning? *Academic Medicine*, 74(10), S87-89.
- Garg, A. X., Norman, G., & Sperotable, L. (2001). How medical students learn spatial anatomy. *The lancet*, 357(9253), 363-364.
- Gloy, K., Weyhe, P., Nerenz, E., Kaluschke, M., Uslar, V., Zachmann, G., & Weyhe, D. (2022). Immersive anatomy atlas: Learning factual medical knowledge in a virtual reality environment. *Anatomical sciences education*, 15(2), 360-368.
- Golding, J. F., & Gresty, M. A. (2005). Motion sickness. *Current opinion in neurology*, 18(1), 29-34.
- Golding, J. F., Rafiq, A., & Keshavarz, B. (2021). Predicting individual susceptibility to visually induced motion sickness by questionnaire. *frontiers in Virtual Reality*, 2, 576871.
- Goldman, E. (2010). Building a low-cost gross anatomy laboratory: A big step for a small university. *Anatomical sciences education*, 3(4), 195-201.
- Grantcharov, T. P., Kristiansen, V. B., Bendix, J., Bardram, L., Rosenberg, J., & Funch-Jensen, P. (2004). Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Journal of British Surgery*, 91(2), 146-150.
- Guay, R. (1976). *Purdue spatial vizualization test*. Educational testing service.
- Guay, R. B. (1980). Spatial Ability Measurement: A Critique and an Alternative.

- Guillot, A., Champely, S., Batier, C., Thiriet, P., & Collet, C. (2007). Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Advances in health sciences education, 12*, 491-507.
- Gurpinar, E., Bati, H., & Tetik, C. (2011). Learning styles of medical students change in relation to time. *Advances in physiology education, 35*(3), 307-311.
- Gurusamy, K. S., Aggarwal, R., Palanivelu, L., & Davidson, B. R. (2009). Virtual reality training for surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane database of systematic reviews*(1).
- Hahn, E., Comstock, D., Durling, S., MacCarron, J., Mulla, S., James, P., & LaRoche, R. (2010). Monocular clues in seven stereotests. *Dalhousie Medical Journal*.
- Haier, R. J. (2023). *The neuroscience of intelligence*. Cambridge University Press.
- Hariri, S., Rawn, C., Srivastava, S., Youngblood, P., & Ladd, A. (2004). Evaluation of a surgical simulator for learning clinical anatomy. *Medical education, 38*(8), 896-902.
- Harlen, W. (2006). The role of assessment in developing motivation for learning. *Assessment and learning, 61*-80.
- Hasançebi, B., Terzi, Y., & Küçük, Z. (2020). Madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksine dayalı çeldirici analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 10*(1), 224-240.
- Hegarty, M. (2014). Spatial thinking in undergraduate science education. *Spatial Cognition & Computation, 14*(2), 142-167.
- Heim, M. (1993). *The metaphysics of virtual reality*. Oxford University Press, USA.
- Howarth, P. A., & Costello, P. (1997). The occurrence of virtual simulation sickness symptoms when an HMD was used as a personal viewing system. *Displays, 18*(2), 107-116.
- Hu, A., Wilson, T., Ladak, H., Haase, P., Doyle, P., & Fung, K. (2010). Evaluation of a three-dimensional educational computer model of the larynx: voicing a new direction. *Journal of Otolaryngology--Head & Neck Surgery, 39*(3).
- Hu, A., Wilson, T., Ladak, H., Haase, P., & Fung, K. (2009). Three-dimensional educational computer model of the larynx: voicing a new direction. *Archives of Otolaryngology--Head & Neck Surgery, 135*(7), 677-681.
- Huang, H.-M., Rauch, U., & Liaw, S.-S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education, 55*(3), 1171-1182.
- Hugdahl, K., Thomsen, T., & Ersland, L. (2006). Sex differences in visuo-spatial processing: an fMRI study of mental rotation. *Neuropsychologia, 44*(9), 1575-1583.
- Irwin, P., & Coutts, R. (2015). A systematic review of the experience of using Second Life in the education of undergraduate nurses. *Journal of Nursing Education, 54*(10), 572-577.
- Jamali, S. S., Shiratuddin, M. F., Wong, K. W., & Oskam, C. L. (2015). Utilising mobile-augmented reality for learning human anatomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 197*, 659-668.
- Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. *Computers & Education, 106*, 150-165.
- Kan, T.-W., Teng, C.-H., & Chen, M. Y. (2011). QR code based augmented reality applications. *Handbook of augmented reality, 339*-354.
- Kolb, A. Y. (2005). The Kolb learning style inventory-version 3.1 2005 technical specifications. *Boston, MA: Hay Resource Direct, 200*(72), 166-171.
- Kugelmann, D., Stratmann, L., Nühlen, N., Bork, F., Hoffmann, S., Samarbarksh, G., Pferschy, A., Von der Heide, A. M., Eimannsberger, A., & Fallavollita, P. (2018). An augmented reality magic mirror as additive teaching device for gross anatomy. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger, 215*, 71-77.
- Lakchayapakorn, K., & Watchalayarn, P. (2010). Formaldehyde exposure of medical students and instructors and clinical symptoms during gross anatomy laboratory in Thammasat University. *J Med Assoc Thai, 93*(Suppl 7), S92-S98.
- Langlois, J., Bellemare, C., Toulouse, J., & Wells, G. A. (2017). Spatial abilities and anatomy knowledge assessment: A systematic review. *Anatomical sciences education, 10*(3), 235-241.
- Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*(11).

- Lee, E. A.-L., & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49-58.
- Liesefeld, H. R., Fu, X., & Zimmer, H. D. (2015). Fast and careless or careful and slow? Apparent holistic processing in mental rotation is explained by speed-accuracy trade-offs. *Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition*, 41(4), 1140.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development*, 1479-1498.
- Lufler, R. S., Zumwalt, A. C., Romney, C. A., & Hoagland, T. M. (2012). Effect of visual-spatial ability on medical students' performance in a gross anatomy course. *Anatomical sciences education*, 5(1), 3-9.
- Luursema, J.-M., Verwey, W. B., Kommers, P. A., & Annema, J.-H. (2008). The role of stereopsis in virtual anatomical learning. *Interacting with computers*, 20(4-5), 455-460.
- Luursema, J.-M., Vorstenbosch, M., & Kooloos, J. (2017). Stereopsis, visuospatial ability, and virtual reality in anatomy learning. *Anatomy research international*, 2017(1), 1493135.
- Maeda, Y., & Yoon, S. Y. (2013). A meta-analysis on gender differences in mental rotation ability measured by the Purdue spatial visualization tests: Visualization of rotations (PSVT: R). *Educational Psychology Review*, 25, 69-94.
- Maresky, H., Oikonomou, A., Ali, I., Ditkofsky, N., Pakkal, M., & Ballyk, B. (2019). Virtual reality and cardiac anatomy: Exploring immersive three-dimensional cardiac imaging, a pilot study in undergraduate medical anatomy education. *Clinical anatomy*, 32(2), 238-243.
- Marsh, K. R., Giffin, B. F., & Lowrie Jr, D. J. (2008). Medical student retention of embryonic development: impact of the dimensions added by multimedia tutorials. *Anatomical sciences education*, 1(6), 252-257.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia journal of mathematics, science and technology education*, 13(2), 469-486.
- McAleer, S., Hesketh, E., & for Scotland, N. E. (2003). Developing the teaching instinct. 10: Assessment. *Medical teacher*, 25(6), 585-588.
- Melguizo, C., Prados, J., Rodríguez-Serrano, F., Hita, F., Peran, M., Boulaiz, H., Velez, C., Marchal, J., Caba, O., & Ortiz, R. (2007). Anatomy teaching to physiotherapy students: Preliminary study in the European higher education area setting. *European Journal of Anatomy*, 11, 59.
- Miller, M. (2016). Use of computer-aided holographic models improves performance in a cadaver dissection-based course in gross anatomy. *Clinical anatomy*, 29(7), 917-924.
- Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark, J., Glasziou, P., & Scott, A. M. (2021). Virtual and augmented reality enhancements to medical and science student physiology and anatomy test performance: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical sciences education*, 14(3), 368-376.
- Moro, C., Štromberga, Z., Raikos, A., & Stirling, A. (2017). The effectiveness of virtual and augmented reality in health sciences and medical anatomy. *Anatomical sciences education*, 10(6), 549-559.
- Moro, C., Štromberga, Z., & Stirling, A. (2017). Virtualisation devices for student learning: Comparison between desktop-based (Oculus Rift) and mobile-based (Gear VR) virtual reality in medical and health science education. *Australasian journal of educational technology*, 33(6).
- Mosadeghi, S., Reid, M. W., Martinez, B., Rosen, B. T., & Spiegel, B. M. R. (2016). Feasibility of an immersive virtual reality intervention for hospitalized patients: an observational cohort study. *JMIR mental health*, 3(2), e5801.
- Mulders, M., Buchner, J., & Kerres, M. (2020). A framework for the use of immersive virtual reality in learning environments. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(24), 208-224.
- Müller-Stich, B. P., Löb, N., Wald, D., Bruckner, T., Meinzer, H.-P., Kadmon, M., Büchler, M. W., & Fischer, L. (2013). Regular three-dimensional presentations improve in the identification of surgical liver anatomy—a randomized study. *BMC medical education*, 13, 1-8.
- Murgitroyd, E., Madurska, M., Gonzalez, J., & Watson, A. (2015). 3D digital anatomy modelling—practical or pretty? *The Surgeon*, 13(3), 177-180.

- Nadan, T., Alexandrov, V., Jamieson, R., & Watson, K. (2011). Is virtual reality a memorable experience in an educational context? *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 6(1), 53-57.
- Newcombe, N., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, 4 (3), 102–111. In.
- Nicholson, D. T., Chalk, C., Funnell, W. R. J., & Daniel, S. J. (2006). Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Medical education*, 40(11), 1081-1087.
- Nnodim, J. (1990). Learning human anatomy: by dissection or from prosections? *Medical education*, 24(4), 389-395.
- Padilha, J. M., Machado, P. P., Ribeiro, A., Ramos, J., & Costa, P. (2019). Clinical virtual simulation in nursing education: randomized controlled trial. *Journal of medical Internet research*, 21(3), e11529.
- Pahuta, M. A., Schemitsch, E. H., Backstein, D., Papp, S., & Gofton, W. (2012). Virtual fracture carving improves understanding of a complex fracture: a randomized controlled study. *JBJS*, 94(24), e182.
- Pande, P., Thit, A., Sørensen, A. E., Mojsoska, B., Moeller, M. E., & Jepsen, P. M. (2021). Long-Term Effectiveness of Immersive VR Simulations in Undergraduate Science Learning: Lessons from a Media-Comparison Study. *Research in Learning Technology*, 29.
- Papa, V., & Vaccarezza, M. (2013). Teaching anatomy in the XXI century: new aspects and pitfalls. *The Scientific World Journal*, 2013(1), 310348.
- Peeler, J., Bergen, H., & Bulow, A. (2018). Musculoskeletal anatomy education: evaluating the influence of different teaching and learning activities on medical students perception and academic performance. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 219, 44-50.
- Peters, M., Chisholm, P., & Laeng, B. (1995). Spatial ability, student gender, and academic performance. *Journal of Engineering Education*, 84(1), 69-73.
- Peterson, D. C., & Mlynarczyk, G. S. (2016). Analysis of traditional versus three-dimensional augmented curriculum on anatomical learning outcome measures. *Anatomical sciences education*, 9(6), 529-536.
- Petersson, H., Sinkvist, D., Wang, C., & Smedby, Ö. (2009). Web-based interactive 3D visualization as a tool for improved anatomy learning. *Anatomical sciences education*, 2(2), 61-68.
- Privett, B., Greenlee, E., Rogers, G., & Oetting, T. A. (2010). Construct validity of a surgical simulator as a valid model for capsulorhexis training. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 36(11), 1835-1838.
- Raymer, E., MacDermott, Á., & Akinbi, A. (2023). Virtual reality forensics: Forensic analysis of Meta Quest 2. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 47, 301658.
- Rebenitsch, L., & Owen, C. (2016). Review on cybersickness in applications and visual displays. *Virtual Reality*, 20, 101-125.
- Risi, D., & Palmisano, S. (2019). Can we predict susceptibility to cybersickness? Proceedings of the 25th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology,
- Romand, M., Dugas, D., Gaudet-Blavignac, C., Rochat, J., & Lovis, C. (2020). Mixed and augmented reality tools in the medical anatomy curriculum. *Digital Personalized Health and Medicine*, 322-326.
- Rudran, B., & Logishetty, K. (2018). Virtual reality simulation: a paradigm shift for therapy and medical education. *British Journal of Hospital Medicine*, 79(12), 666-667.
- Ruiz-Parra, A. I., Angel-Müller, E., & Guevara, O. (2009). Clinical simulation and virtual learning. Complementary technologies for medical education. *Revista de la Facultad de Medicina*, 57(1), 67-79.
- Ryan, G. V., Callaghan, S., Rafferty, A., Higgins, M. F., Mangina, E., & McAuliffe, F. (2022). Learning outcomes of immersive technologies in health care student education: systematic review of the literature. *Journal of medical Internet research*, 24(2), e30082.
- Salimi, S., Asgari, Z., Mohammadnejad, A., Teimazi, A., & Bakhtiari, M. (2024). Efficacy of virtual reality and augmented reality in anatomy education: A systematic review and meta-analysis. *Anatomical sciences education*.
- Selvander, M., & Åsman, P. (2012). Virtual reality cataract surgery training: learning curves and concurrent validity. *Acta ophthalmologica*, 90(5), 412-417.

- Serrat, M. A., Dom, A. M., Buchanan Jr, J. T., Williams, A. R., Efaw, M. L., & Richardson, L. L. (2014). Independent learning modules enhance student performance and understanding of anatomy. *Anatomical sciences education*, 7(5), 406-416.
- Servotte, J.-C., Goosse, M., Campbell, S. H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I. L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020). Virtual reality experience: Immersion, sense of presence, and cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38, 35-43.
- Shead, D., Roos, R., Olivier, B., & Ihunwo, A. O. (2016). Gross anatomy curricula and pedagogical approaches for undergraduate physiotherapy students: A scoping review protocol. *JBI Evidence Synthesis*, 14(10), 98-104.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Singh, R., Shane Tubbs, R., Gupta, K., Singh, M., Jones, D. G., & Kumar, R. (2015). Is the decline of human anatomy hazardous to medical education/profession?—A review. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37, 1257-1265.
- Sinha, S., DeYoung, V., Nehru, A., Brewer-Deluce, D., & Wainman, B. C. (2023). Determinants of learning anatomy in an immersive virtual reality environment—A scoping review. *Medical Science Educator*, 33(1), 287-297.
- Stanney, K., Lawson, B. D., Rokers, B., Dennison, M., Fidopiastis, C., Stoffregen, T., Weech, S., & Fulvio, J. M. (2020). Identifying causes of and solutions for cybersickness in immersive technology: reformulation of a research and development agenda. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(19), 1783-1803.
- Stanney, K. M., Hale, K. S., Nahmens, I., & Kennedy, R. S. (2003). What to expect from immersive virtual environment exposure: Influences of gender, body mass index, and past experience. *Human factors*, 45(3), 504-520.
- Sugand, K., Abrahams, P., & Khurana, A. (2010). The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anatomical sciences education*, 3(2), 83-93.
- Sultan, L., Abuznadah, W., Al-Jifree, H., Khan, M. A., Alsaywid, B., & Ashour, F. (2019). An experimental study on usefulness of virtual reality 360 in undergraduate medical education. *Advances in medical education and practice*, 907-916.
- Tan, S., Hu, A., Wilson, T., Ladak, H., Haase, P., & Fung, K. (2012). Role of a computer-generated three-dimensional laryngeal model in anatomy teaching for advanced learners. *The Journal of Laryngology & Otology*, 126(4), 395-401.
- Taveira-Gomes, T., Ferreira, P., Taveira-Gomes, I., Severo, M., & Ferreira, M. A. (2016). What are we looking for in computer-based learning interventions in medical education? A systematic review. *Journal of medical Internet research*, 18(8), e204.
- Tomlinson, S. B., Hendricks, B. K., & Cohen-Gadol, A. (2019). Immersive three-dimensional modeling and virtual reality for enhanced visualization of operative neurosurgical anatomy. *World neurosurgery*, 131, 313-320.
- Traser, C. J., Hoffman, L. A., Seifert, M. F., & Wilson, A. B. (2015). Investigating the use of quick response codes in the gross anatomy laboratory. *Anatomical sciences education*, 8(5), 421-428.
- Trelease, R. B. (2016). From chalkboard, slides, and paper to e-learning: How computing technologies have transformed anatomical sciences education. *Anatomical sciences education*, 9(6), 583-602.
- Treleaven, J., Battershill, J., Cole, D., Fadelli, C., Freestone, S., Lang, K., & Sarig-Bahat, H. (2015). Simulator sickness incidence and susceptibility during neck motion-controlled virtual reality tasks. *Virtual Reality*, 19, 267-275.
- Triepels, C., Koppes, D., Van Kuijk, S., Popeijus, H., Lamers, W., Van Gorp, T., Futterer, J., Kruitwagen, R., & Notten, K. (2018). Medical students' perspective on training in anatomy. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 217, 60-65.
- Turney, B. W. (2007). Anatomy in a modern medical curriculum. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*, 89(2), 104-107.
- Voyer, D., & Bryden, M. (1990). Gender, level of spatial ability, and lateralization of mental rotation. *Brain and Cognition*, 13(1), 18-29.
- Wainman, B., Pukas, G., Wolak, L., Mohanraj, S., Lamb, J., & Norman, G. R. (2020). The critical role of stereopsis in virtual and mixed reality learning environments. *Anatomical sciences education*, 13(3), 401-412.

- Walsh, K. (2014). The future of e-learning in healthcare professional education: some possible directions. *Annali dell'Istituto superiore di sanita*, 50, 309-310.
- Wilson, A. B., Brown, K. M., Misch, J., Miller, C. H., Klein, B. A., Taylor, M. A., Goodwin, M., Boyle, E. K., Hoppe, C., & Lazarus, M. D. (2019). Breaking with tradition: A scoping meta-analysis analyzing the effects of student-centered learning and computer-aided instruction on student performance in anatomy. *Anatomical sciences education*, 12(1), 61-73.
- Zhao, J., Xu, X., Jiang, H., & Ding, Y. (2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC medical education*, 20, 1-10.
- Zill, S. N., Duke, E., Keller, B., Holliday, C., & Rhoten, W. (2007). Teaching medical gross anatomy with prosections and digital images: advantages and disadvantages. In: Wiley Online Library.



EKLER

EK 1 Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onayı



BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL

Sayı : 402

26.10.2022

Konu: Kararlar

BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION)	ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Anatomi Eğitiminde Kadavra Üzerinde Öğrenim ile 3 Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulamasının Karşılaştırılması.
	ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI (TITLE OF THE PROJECT)	Comparison of Cadaver and 3D Immersive Virtual Reality in Anatomy Education.
	SORUMLU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman PALA
	DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATORS)	Dr. Öğr. Üyesi Murat DIRAMALI, Arş. Gör. Yasin Devran ALTUNTAŞ
	ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı.

KARAR (DECISION)	Karar no (Decision No): 2022/255	Tarih (Date) 11.10.2022
	Dr. Öğr. Üyesi Ömer Osman PALA'nın sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL (Başkan)	Genel Cerrahi	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Başkan Yardımcısı)	Ruh Sağlığı Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Akif Hakan KURT (Bildirimlerden Sorumlu Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Hamit YOLDAŞ (Üye)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Aslı ÇELEBİ TAYFUR (Üye)	Çocuk Sağlığı Hastalıkları /Nefroloji Bilim Dalı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Tuba TASLAMACIOĞLU DUMAN (Üye)	İç Hastalıkları Anabilim Dalı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Abdulgani KAYMAZ (Üye)	Göz Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Kübra DEĞİRMENÇİ (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Tuğba KOCAĞA (Üye)	Antrenörlük Eğitimi	BAİBÜ Spor Bilimleri Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Aysu KIYAN (Üye)	Halk Sağlığı	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Farmakolog/Eczacı	Özel Eczane (BOLU)	
Uzm. Dr. Hümeysra ÇELİK (Üye)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Avukat	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)	
Ramazan KAYNARPINAR (Sivil-Üye)	Esnaf	Serbest Meslek (BOLU)	

EK 2 Anatomi soruları seçkisi

Omuz ekleminde ilk 15 derecelik abdüksiyondan sorumlu olan kas hangisidir?

- a) İnfraspinatus
- b) Brachioradialis
- c) Supraspinatus
- d) Deltoideus'un posterior lifleri
- e) Biceps Brachii

Aşağıdaki karpal kemiklerden hangisinin boyutu **en büyüktür**?

- a) Hamate
- b) Capitate
- c) Scaphoid
- d) Lunate
- e) Trapezoid

Aşağıdaki kaslardan hangisinin skapulaya **tutunmaz**?

- a) Rhomboideus Major
- b) Supraspinatus
- c) Brachialis
- d) Serratus Anterior
- e) Trapezius

Üst ekstremitate arterlerinden hangisinin çapı diğerlerine göre daha **büyüktür**?

- a) Subclavian
- b) Brachial
- c) Aksillaris
- d) Ulnar
- e) Radial

Aşağıdaki kemiklerden hangisinin os lunatum ile komşuluğu **yoktur**?

- a) Scaphoid
- b) Capitatum
- c) Triquetrum
- d) Radius
- e) Trapezium

Hangisi anatomik pozisyonda duran bir kişide ekstremitenin **medial tarafından başlayıp lateral tarafında sonlanan** kaslardan biridir?

- a) Pronator teres
- b) Brachioradialis
- c) Brachialis
- d) Extansör carpi radialis
- e) Anconeus

Ön kol supinasyonda, el bileği nötral pozisyonda ve avuç içi yukarıya doğru bakıyorken karpal tünelin **üst sınırı** oluşturan yapı hangisidir?

- a) Fleksör digitorum profundus tendonları
- b) Fleksör digitorum superficialis tendonları
- c) Os capitatum
- d) Median sinir
- e) Transvers karpal ligament

Yerleşim yerleri göz önüne alındığında hangi kas ikilisi birbirlerine **zıt yönde** çalışmaktadır?

- a) Biceps brachii ve Brachialis
- b) Triceps brachii ve Biceps brachii
- c) Brachialis ve Brachioradialis
- d) Triceps brachii ve Anconeus
- e) Biceps brachii ve Supinator

Epicondylus medialis kırıklarında hangi sinirin yaralanma olasılığı **en yüksektir**?

- a) Medianus
- b) Ulnaris
- c) Axillaris
- d) Cutaneus Brachii Medialis
- e) Radialis

Anatomik enfiye çukurunun içinden geçen oluşum hangisidir?

- a) Nervus Medianus
- b) Arteria Radialis
- c) Nervus Ulnaris
- d) Arteria Ulnaris
- e) Musculus ekstansör carpi ulnaris tendon

Aşağıdakilerden hangisinin tendon intertübüküler sulcudan geçer?

- a) Brachialis
- b) Coracobrachialis
- c) Triceps Brachii
- d) Deltoideus
- e) Biceps Brachii

Aşağıdaki sinirlerden hangisi Musculocutaneus sinirinin devamıdır?

- a) Cutaneus antebrachia lateralis
- b) Ulnaris
- c) Cutaneus antebrachia posterior
- d) Medianus
- e) Cutaneus antebrachia medialis

El üzerine düşmelerde **en sık** kırılan karpal kemik hangisidir?

- a) Lunatum
- b) Trapezium
- c) Triquetrum
- d) Scaphoideum
- e) Pisiforme

Anatomik enfiye kutusundan palpe edilebilir kemik hangisidir?

- a) Pisiforme
- b) Lunatum
- c) Hamatum
- d) Scaphoideum
- e) Capitatum