

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ (VETERİNER)
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANILARAK HAZIRLANAN AT ÖN
BACAĞI KEMİK MODELLERİNİN VETERİNER ANATOMİ LİSANS
ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME ETKİNLİĞİNE OLASI
KATKILARININ ARAŞTIRILMASI**

SERCAN KARDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hasan ERDEN

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
VTF-19024 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2021

KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı (Veteriner) Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Sercan KARDOĞAN tarafından hazırlanan “Artırılmış Gerçeklik Kullanılarak Hazırlanan At Ön Bacak Kemik Modellerinin Veteriner Anatomi Lisans Öğrencilerinin Öğrenme Etkinliğine Olası Katkılarının Araştırılması” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 23/08 /2021

Üye (T.D.) : Prof. Dr. Hasan ERDEN Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Erkut TURAN Aydın Adnan Menderes
Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Ö. Gürkan DİLEK Burdur Mehmet Akif Ersoy
Üniversitesi

ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsünün tarih ve sayılı oturumunda alınan nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Süleyman AYPAK

Enstitü Müdürü V.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez çalışmamda ilgi, yardım ve hoşgörüsünü esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Hasan ERDEN'e çok teşekkür ederim. Ayrıca bana her konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. İlknur DABANOĞLU, Prof. Dr. M. Erkut KARA, Prof. Dr. Erkut TURAN, ve Doç. Dr. Figen SEVİL KİLİMCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam süresince gösterdiği sabır, özveri ve destekleri için aileme ayrıca teşekkür ederim.

Sercan KARDOĞAN

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
RESİMLER DİZİNİ.....	vii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Artırılmış Gerçeklik:	2
2.2. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kısa Gelişim Süreci	4
2.3. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Genel Kullanım Alanları.....	13
2.3.1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitim-Öğretim Amaçlı Kullanımı.....	15
2.3.2. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Sağlık Bilimleri Alanında Kullanımı	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM	25
3.1. Gereç	25
3.2. Yöntem	27
4. BULGULAR	32
5. TARTIŞMA.....	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	59
6.1. Sonuç.....	59
6.2. Öneriler.....	60
KAYNAKLAR.....	61

EKLER.....	72
Ek 1. İşaretçiler.....	72
Ek 1.2. Scapula'ya ait işaretçi	73
Ek 1.3. Humerus'a ait işaretçi	74
Ek 1.4. Ossa antebrachii'ye ait işaretçi.....	75
Ek 1.5. Ossa carpi'ye ait işaretçi	76
Ek 1.6. Ossa metacarpi II-IV'e ait işaretçi.....	77
Ek 1.7. Phalanx proximalis'e ait işaretçi.....	78
Ek 1.8. Phalanx media'ya ait işaretçi.....	79
Ek 1.9. Phalanx distalis'e ait işaretçi	80
Ek 2. Spectre augmented reality applicaton için indirme bağlantısı.	81
Ek 3. Anket formu	82
BİLİMSEL ETİK BEYANI	84
ÖZ GEÇMİŞ.....	85

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

2D	: 2 boyutlu (Two dimensional)
3D	: 3 boyutlu (three dimensional)
AR	: Arttırılmış gerçeklik (Augmented reality)
AG	: Arttırılmış gerçeklik
HMD	: Başa giyilen cihaz (Head mounted device)
PCD	: Nokta bulutu verisi (Point cloud data)
NAV	: Nomina anatomica veterinaria
VR	: Sanal gerçeklik (Virtual reality)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Pepper'in hayaleti illüzyonunun şematik görünümü.	4
Şekil 2. Grubb'ın geliştirdiği nişangahın teknik şeması.	5
Şekil 3. Schiafly tarafından geliştirilmiş teleprompter cihazı şematik görünümü.	6
Şekil 4. Stricom projesinden şematik görünüm (Barrilleaux, 1999).	10
Şekil 5. Tarama işlemi.	28
Şekil 6. Kemik Görüntülerinin Niteliği.	45
Şekil 7. Kemik renginin orijinal kemik rengine uygunluğu.	45
Şekil 8. Kemik şeklinin orijinal kemik şekline uygunluğu.	46
Şekil 9. Kemikler üzerindeki anatomik oluşumların görüntü netliği.	46
Şekil 10. 360 derecelik bir açıyla inceleme fonksiyonu.	47
Şekil 11. Büyütme fonksiyonu.	47
Şekil 12. Seçilen anatomik terimlerin doğru işaretlenmesi.	48
Şekil 13. Seçilen her bir anatomik bölgenin doğru isimlendirilmesi.	48
Şekil 14. Anatomik oluşumların sınırlarının doğru işaretlenmesi.	49
Şekil 15. Uygulamanın kullanım kolaylığı.	49
Şekil 16. Uygulamanın sorunsuz çalışması.	50
Şekil 17. Uygulamanın özel bir çalışma ortamı gerektirmemesi.	51
Şekil 18. Uygulamanın öğrenme etkinliğine olası katkısı.	51
Şekil 19. Uygulamanın kadavra ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak olması.	52
Şekil 20. Uygulamanın öğrenci başarısına yapacağı katkı beklentisi.	52
Şekil 21. Bu ve benzeri uygulamalara olan talep beklentisi.	52

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Optische Antal Oigee of Berlin'in geliştirdiği nişangah sistemi.....	5
Resim 2. Mark II Gyro Gunsight.	6
Resim 3. Ivan Sutherland'in geliştirdiği AG HMD cihazı.	7
Resim 4. Myron Krueger'in geliştirdiği videoplance sistemi.	8
Resim 5. Steve Mann'in geliştirdiği S.W.I.M. cihazı.	9
Resim 6. Steve Mann'in geliştirdiği Eyetap cihazı.	9
Resim 7. KARMA projesi (Feiner ve diğerleri, 1993).....	10
Resim 8. Dance in cyberspace afişi.	11
Resim 9. The touring machine cihazı ve elde edilen görüntü.	11
Resim 10. Möhring ve diğerlerinin (2004) geliştirdiği mobil AG uygulaması.	12
Resim 11. David heykelinin 3D modeli (Levoy, 1999).	14
Resim 12. NRL'nin ürettiği 1. Jenerasyon BARS VR Sırt antası.	15
Resim 13. AG destekli geometri ğretimi (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003).	16
Resim 14. Doğum simulatoru (Sielhorst ve diğerleri, 2004).	21
Resim 15. İnravenoz enjeksiyon simulatoru (Lee ve diğerleri, 2013).	24
Resim 16. Tarama işlemi yapılan kemikler (tırnak kullanılmamıştır).	25
Resim 17. "Romer Absolute Arm" marka entegre tarayıcı sensörlü "7330si" model lazer tarayıcı.....	26
Resim 18. 3D Systems Geomagic Control X programı üzerindeki anlık pcd verisi işlenişi.	28
Resim 19. 3D Systems Geomagic Control X programı ile 2 yüzeylerin birleştirilmesi.	29
Resim 20. 3D Systems Geomagic Control X programı üzerinde istenmeyen noktaların temizlenmesi.....	29

Resim 21. Blender "v2.79" üzerinde Antebrachium'un düzenlenmesi.....	30
Resim 22. 2019 1.10.fl içerisinde bir görsel.	31
Resim 23. Krita v.2.73 programında sayfa tasarımının örneği.	31
Resim 24. Ossa Membri Thoracici Modeli (a. Lateral'den görünüm, b. Medial'den görünüm).....	36
Resim 25. Scapula Modeli (a. Caudolateral'den görünüm, b. Craniomedial'den görünüm).	37
Resim 26. Humerus Modeli (a. Lateral'den görünüm, b. Caudal'den görünüm).	38
Resim 27. Skeleton Antebrachii Modeli (a. Cranio-Lateral'den görünüm, b. Cranio-medial'den görünüm).....	39
Resim 28. Ossa Carpi Modeli (a. Cranio-dorsal'den görünüm, b. Cranio-medial'den görünüm, c. Craniolateral'den düşük opasite görünümü).....	40
Resim 29. Ossa Metecarpalia II-IV Modeli (a. Cranial'den görünüm, b. Caudal'den görünüm).....	41
Resim 30. Phalanx Proximalis Modeli (a. Caudodorsolateral'den görünüm, b. Fovea articularis).....	41
Resim 31. Phalanx Media Modeli (a. Caudal'den görünüm, b. Tuberositas flexoria).....	42
Resim 32. Phalanx Distalis Modeli (a. Cranial'den görünüm, b. Caudodorsal'den görünüm).....	42

ÖZET

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KULLANILARAK HAZIRLANAN AT ÖN BACAK KEMİK MODELLERİNİN VETERİNER ANATOMİ LİSANS ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME ETKİNLİĞİNE OLASI KATKILARININ ARAŞTIRILMASI

Kardoğan S. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner Anatomi Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2021.

Amaç: Bu tez çalışması ile, at ön bacak kemiklerinden elde edilen üç boyutlu (3D) görüntülerden bir artırılmış gerçeklik uygulaması tasarlanması ve bu uygulamanın geleneksel veteriner anatomi eğitimi almış öğrenciler tarafından değerlendirilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Uygulama kapsamında türünün tüm sabit anatomik özelliklerini taşıyan, herhangi bir patolojisi olmayan, sağlıklı, erişkin bir ata ait olan sol ön bacak kemiklerinden üç boyutlu görüntüler alınarak işlendi ve 9 adet kemik modeli oluşturuldu. Android işletim sistemine sahip cep telefonu ve tablet bilgisayarlar için tasarlanan bir artırılmış gerçeklik uygulaması (Spectre Anatomy Application) geliştirildi. Uygulamanın değerlendirilmesi amacıyla veteriner anatomi eğitimi almış öğrencilere anket uygulandı.

Bulgular: Uygulama yüklü cihazların kameralarının işaretçilere doğrultulmasıyla artırılmış gerçeklik uygulamasının aktif hale geldiği görüldü. Anatomik oluşumların net bir biçimde görülebilmesi ve gerçeğe en yakın şekilde incelenebilmesi için kodlanan tıklama ve sürükleme hareketlerinin işlevsel olduğu saptandı. Anatomik oluşumlar, gerek bulunduğu bölgenin gerekse “Buradan Seç” sekmesinde yer alan adının tıklanması suretiyle görüntüldü. Uygulama, kullanıcılar tarafından büyük oranda başarılı olarak değerlendirildi.

Sonuç: Geliştirilen bu artırılmış gerçeklik uygulamasının, anatomik model gereksinimini karşılayacağı, hayvan etiği sorununu azaltacağı, öğrencilere zaman ve mekan serbestliği, öğrenme kolaylığı ve motivasyon artışı sağlayarak, veteriner anatomi eğitimine katkı sağlayacağı kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: Arttırılmış gerçeklik, Eğitim materyali, Üç boyutlu, Veteriner anatomi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE POSSIBLE CONTRIBUTIONS OF USING AUGMENTED REALITY PREPARED HORSE FORELIMB BONE MODELS TO THE LEARNING ACTIVITY OF VETERINARY ANATOMY UNDERGRADUATE STUDENTS

Kardoğan S. University of Adnan Menderes, *Graduate School of Health Sciences, Veterinary Anatomy, Master Degree Thesis, Aydın, 2021.*

Purpose: With this thesis, it was aimed to design an augmented reality application from three-dimensional (3D) images obtained from horse forelimb bones and to evaluate this application by students who studied conventional veterinary anatomy education.

Material & Method: Within this scope, taken from the left forelimb bones belonging an healthy and adult horse and it contains all anatomical features of its kind also without any pathology. On taking 3d images from those bones by obtained this and processed them. In this way, created 9 bone models. Developed an augmented reality application for using by Android O.S. devices (Spectre Anatomy Application) . Within this scope, revealed In order to evaluate the application, a survey was conducted with undergraduate students who studied veterinary anatomy education.

Result: It was observed that the augmented reality application become active by pointing device camera to the applications marker. Has been determined that the coded click and drag gestures are functional so that the anatomical sutructures can be seen clearly and examined in the most realisticly. Anatomical sturctures can be selected by clicking on its approximately location 3d model or can be click “select here “ tab and selected clicking on the name of the anatomical structure. The application was rated substantly successful by participants.

Conclusion: It was concluded that this augmented reality application developed will meet the anatomical model requirement, reduce the animal ethics problem, and contribute to veterinary anatomy education by providing students with time and space freedom, ease of learning and increased motivation.

Keywords: Augmented reality, Educational material, Three dimentional, Veterinary anatomy.

1. GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik uygulamaları yüklü mobil cihazların kameraları uygulamada yer alan modellere ait işaretçilere yöneltildiğinde, bulunulan ortama entegre olan üç boyutlu bir sanal görüntü elde edilmektedir. Dokunma, büyütme, yakınlaştırma ve döndürme gibi fonksiyonlara sahip olan bu teknoloji tüm duyular için yüksek bir uygulama potansiyeline sahiptir.

Pek çok alanda olduğu gibi, eğitim-öğretim materyali olarak kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamaları birey odaklı, ilgi çekici, motivasyon artırıcı, güvenli, etkili ve verimli bir öğrenme aracıdır. Özel donanımlı bir kullanım alanı gerektirmemesi de öne çıkan avantajlarından biridir.

Sağlık bilimleri alanında materyal eksikliği nedeniyle yeterli pratik yaptırılmıyor olması sorununun, artırılmış gerçeklik uygulamaları ile kısmen de olsa giderilebileceği düşünülmektedir. Artırılmış gerçeklik, canlı modeller ile çalışma gücünü çekilen araştırma ve uygulamaların etik sorunlara neden olmadan güvenli bir ortamda gerçekleştirilmesi olanağını düşük bir maliyetle sunma özelliğindedir.

Yakın gelecekte, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile donatılmış kişisel mobil cihazların bir eğitim materyali haline dönüşmesi beklenmektedir.

Bu tez çalışması ile, veteriner anatomi eğitiminde kullanılmak üzere bir artırılmış gerçeklik uygulamasının tasarlanması, tasarlanan artırılmış gerçeklik teknolojisi yardımıyla at ön bacak kemiklerine ait üç boyutlu anatomik modellerin oluşturulması ve bu uygulamanın geleneksel veteriner anatomi eğitimi almış öğrenciler tarafından değerlendirilerek, öğrenme etkinliğine olası katkılarının araştırılması amaçlanmıştır.

Bu tez kapsamında geliştirilerek öğrencilerin kullanımına sunulacak artırılmış gerçeklik uygulamasının yapılacak daha ileri teknolojik çalışmalara temel oluşturması, eğitim-öğretim teknolojileri alanındaki çalışmalarını cesaretlendirmesi, artırılmış gerçeklik temelli mobil öğrenme araçlarının geliştirilmesi ve kullanımının yaygınlaştırılması bakımından özendirici olması, veteriner anatomi başta olmak üzere artırılmış gerçekliğin sağlık bilimleri alanındaki yaparak öğrenme ve temel beceriler kazanma konusundaki eksikliğin kısmen de olsa giderilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality); geliştirici tarafından belirlenen hedef resimler üzerine mobil cihazlarda bulunan dahili kamera ile bakıldığında, yine geliştirici tarafından dizayn edilen üç boyutlu objenin hedef üzerinde belirip sanki gerçekten obje hedef resmin üzerindeymiş etkisini yaratan, hedef resmin etrafında dönüldüğünde veya hedef resme yaklaşip uzaklaşıldığında gerçek bir objeye yaklaşıp uzaklaşıyormuş hissi veren yeni bir teknolojidir (Tülü ve Yılmaz, 2012).

Artırılmış Gerçeklik, bir kullanıcının gerçek dünya hakkındaki algısını ve etkileşimini geliştirir. Sanal nesnelere, kullanıcının kendi duyularıyla doğrudan algılayamadığı bilgileri gösterir. Bir işlemin artırılmış gerçeklik olarak kabul edilebilmesi için; uygulamanın gerçek zamanlı olarak çalışması, sanal ve gerçek görüntülerin bir karışımı olması ve sanal nesnelere bazı gerçek dünya nesnelere bağımlı olması gerekir (Azuma, 1997).

Artırılmış gerçeklik (AR), kullanıcıların gerçek dünyayı, üst üste bindirilmiş veya onunla birleştirilmiş sanal nesnelere görmelerini sağlayan bir teknolojidir (Lee ve diğerleri, 2013).

Artırılmış gerçeklik, bilgisayarlar, tabletler ve akıllı telefonlar gibi birçok farklı teknolojiye kullanılabilir. Artırılmış gerçeklik, bilgiye dayalı sanal gerçeklik ile gerçek dünyadaki fiziksel gerçekliği entegre etmemize ve kullanıcıların karmaşık mekansal ilişkileri ve soyut kavramları görselleştirmesine olanak tanır (Sural, 2017).

Sanal ortam (Virtual Environment) veya sanal gerçekliğin (Virtual Reality) değişik biçimi olan artırılmış gerçeklik (Augmented Reality)'de kullanıcı gerçek ve sanal nesnelere aynı ortamda birlikte algılar (Azuma ve diğerleri, 2001).

Artırılmış gerçeklik, sanal nesnelere kullanılarak zenginleştirilmiş gerçek dünyalar olarak tanımlanabilir (Erbaş ve Demirel, 2014).

Karma Gerçeklik olarak da bilinen Artırılmış Gerçeklik, sanal nesnelere gerçek çevre üzerine gerçek zamanlı olarak aynı resmin ya da boşluğun içine yerleştirmek için sanal

bilgileri gerçek dünyaya uygulayan birçok üniversite ve araştırma enstitüsünde sıcak bir araştırma konusudur. Artırılmış gerçeklik, insanların genel koşullarda algılayabileceğinden farklı bilgiler sağlar. Yalnızca gerçek dünya bilgilerini göstermekle kalmaz, aynı zamanda sanal bilgileri de birbirini tamamlayacak şekilde görüntüler. AR teknolojileri karmaşık silahların ve uçakların araştırılması ve geliştirilmesi, veri modeli görselleştirme, sanal eğitim, eğlence, sanat vb. alanlarda yaygın olarak uygulanabilir (Yan ve Zhang, 2011). Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyanın değişimine yönelik herhangi bir girişim olmaksızın kullanıcıların gerçek dünya ile etkileşim halinde olması bakımından sanal gerçeklikten farklıdır (Zhu ve diğerleri, 2004).

Bilgisayarların artan bilgi işlem gücü ve hareketli kamera ile görüntü almadaki ilerleme araştırmacıların mobil artırılmış gerçeklik sistemleri geliştirmelerine yol açmıştır (Azuma ve diğerleri, 2001).

Yıllarca bilgisayar tabanlı olarak kullanım imkânı bulmuş olmasına rağmen artırılmış gerçeklik teknolojisi son dönemde geliştirilen farklı uygulamalarla mobil cihazlarda da kullanılmaya başlanmıştır. Bu durumun en temel nedeni olarak mobil akıllı cihaz teknolojilerinin ucuzlaşarak yaygınlaşmasının olduğu söylenebilir (Güngör ve Kurt, 2014).

Bilgisayarların gücü arttıkça ve boyutları küçüldükçe, mobil bilgi işlem uygulamaları hızla uygulanabilir hale gelmektedir. Kullanıcının bulunduğu yeri özel donanımlı bir alanla sınırlamadan, her zaman ve her yerde çevrimiçi kaynaklara erişim olanağı sağlayarak, bilginin insanlara sunulma biçiminde devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Günümüz teknolojisi kullanılarak hemen gerçekleştirilebilen diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında, mobil artırılmış gerçekliğin bilgi işlem ana akımına ulaşması zaman alacaksa da sıradan hale geldiğinde etkisi çok büyük olacaktır (Hölleler ve Feiner, 2004)

Çevremizi yeni ve zenginleştirilmiş şekillerde görmemize, duymamıza, hissetmemize yardımcı olmak ve algımızı geliştirmek için artırılmış gerçeklik teknolojilerini her yerde benimsemenin eşiğindeyiz. Artırılmış gerçeklik sadece görme duyusuyla sınırlı olmayıp işitme, dokunma ve koku alma dahil tüm duyular için uygulama potansiyeline sahiptir (Krevelen ve Poelman, 2010). Çok sayıda duyu organına hitap ettiği için daha kalıcı, daha etkili, daha eğlenceli, daha birey odaklı öğrenme sağlar (Aslan ve Erdoğan, 2017).

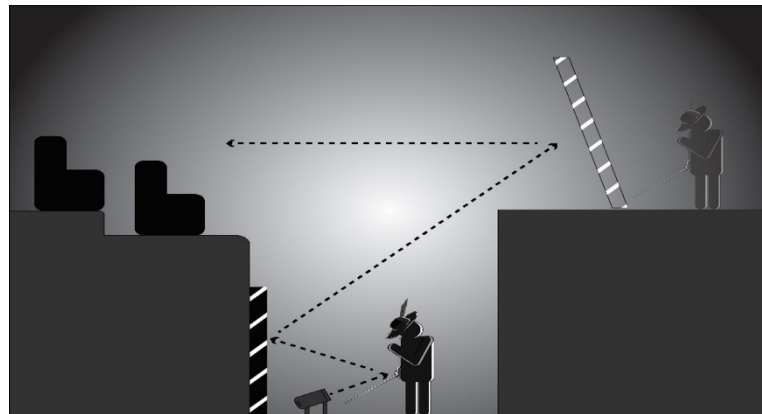
Dış mekan (outdoor) artırılmış gerçeklik sistemleri, nihai hedef olan her yerde ve her ortamda çalışan artırılmış gerçeklik ekranlarının geliştirilmesinin doğal bir aşamasıdır (Azuma, 1999).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirmek için çeşitli yazılımlar mevcuttur. Bunlardan biri de oluşturulan barkodların web kamerasına gösterilmesi yoluyla, bilgisayar ekranında üç boyutlu nesnelerin oluşturulabildiği yazılımlardır. Bu tür yazılımlar ile geliştirilecek artırılmış gerçeklik uygulamalarından eğitim ortamlarında yararlanmak mümkündür (Somyürek, 2014).

Artırılmış gerçekliğin açık alanda kullanımında görünüm, çözünürlük, derinlik, parlaklık, kontrast, görüş alanı ve odak derinliği gibi konularda pek çok teknik sınırlamaları da bulunmaktadır (Krevelen ve Poelman, 2010).

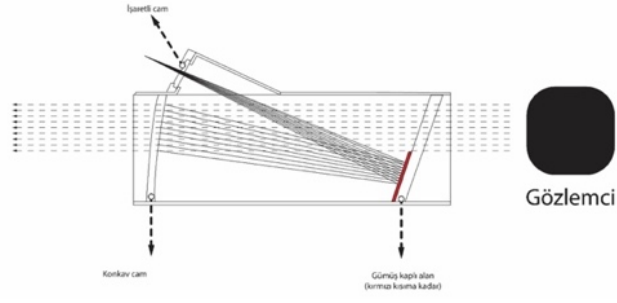
2.2. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kısa Gelişim Süreci:

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin bilinen en eski ve ilkel kullanımı, Profesör John Henry Pepper'ın 1862 yılında Pepper'ın hayaleti olarak bilinen illüzyon tekniğidir (Peddie, 2017). Bu hayalet illüzyonunun (Şekil 1) sahnelenmesi için; bir projektör yardımıyla sahne altındaki bir aktörün üzerine ışık gönderilir, gönderilen ışık yine sahne altında bulunan bir ayna aracılığıyla sahneye 45° açıyla yerleştirilmiş bir cam panel üzerine % 10'luk bir kayıpla yansıtılır ve aktör sahnedeymiş izlenimi yaratılır (Greenslade, 2011).



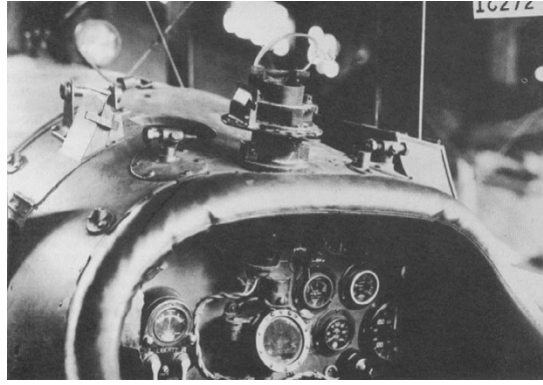
Şekil 1. Pepper'ın hayaleti illüzyonunun şematik görünümü.

İrlandalı bir teleskop üreticisi olan Sir Howard Grubb 1901 yılında, silahlar için, “Pepper'in hayaleti” yöntemini temel alan bir teleskopik nişangah (Patent No.12108) geliştirmiştir (Şekil 2). Gözlemcinin açısı değişse bile sabit kalan bir işaretçiye sahip olan bu nişangahın geliştirilmiş versiyonları günümüzde kullanılmaktadır (Peddie, 2017).



Şekil 2. Grubb'ın geliştirdiği nişangahın teknik şeması.

Bir Alman optik şirketi olan "Optische Antal Oigee of Berlin"; 1918 yılında, Grubb'ın orjinal patentini kullanarak, savaş uçaklarının gece ve gündüz kullanımına uygun iki farklı nişangah (Resim 1) geliştirilmiştir (Woodman, 1989).



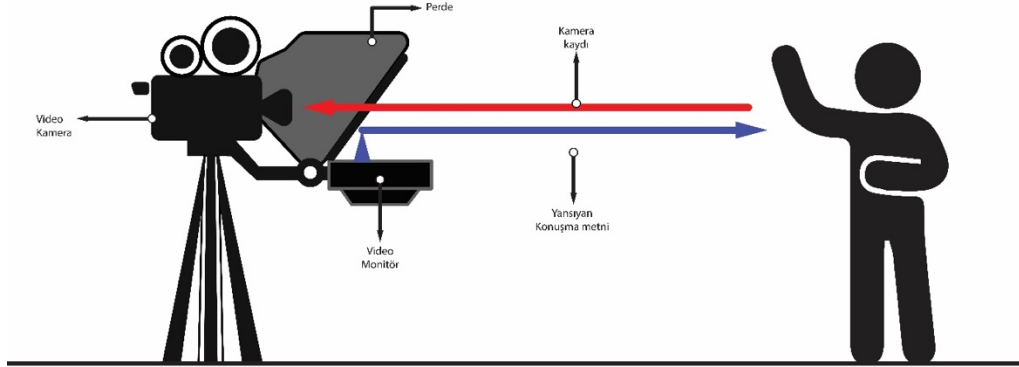
Resim 1. Optische Antal Oigee of Berlin'in geliştirdiği nişangah sistemi.

Mark II Gyro Gunsight (Resim 2), İngiliz ordusu tarafından 1942 yılında geliştirilen ilk şeffaf grafik arayüzdür. Cihaz bu hedefleme bilgilerini yansıtması bakımından daha önceki silah nişanlarından farklı olup, pilotların hedeflerini panelde bulunan şeffaf bir ekrana grafik veriler olarak yansıtmaktadır. Kısacası, hareketli uçaklar için hedefleme bilgilerini grafik arayüzler ile hesaplamaya olanak veren bir cihazdır (Kim, 2015). Gyro Gunsight teknolojisinden yararlanılarak Head-up display (HUD) teknolojisi geliştirilmiş, bu sayede uçağın ön camı uçuş bilgilerinin yansıtıldığı bir ekrana dönüştürülmüştür (Jarrett, 2005).



Resim 2. Mark II Gyro Gunsight.

1950 yılında Hubert Schiafly tarafından teleprompter cihazı geliştirilmiştir (Şekil 3). Konuşmacının önüne yerleştirilmiş ve sadece konuşmacı tarafından görülebilen şeffaf bir panel ve konuşmacı için metin veya komut dosyasının yansıtıldığı bir projektörden oluşan bu cihaz, konuşmacının ezberden konuşuyormuş gibi görünmesini sağlamaktadır (Peddie, 2017).



Şekil 3. Schiafly tarafından geliştirilmiş teleprompter cihazı şematik görünümü.

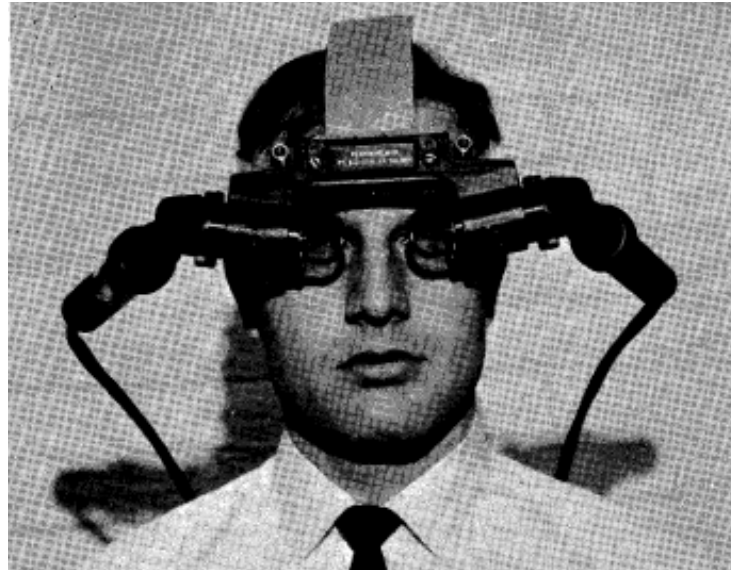
Arttırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi fikri, ilk kez 1960'larda başa takılan cihazların (HMD) icadı ile ortaya çıkmıştır (Sutherland, 1968). Arttırılmış gerçeklik terimi ise ilk kez 1992 yılında kullanılmıştır. Kullanıcının görüş alanını arttırması nedeniyle bu ismi almıştır (Caudell ve Mizell, 1992).

Sistem kask ve gözlük olarak 2 farklı tasarımda geliştirilmiştir. Kask (HMD) tarafından sağlanan görüntü kullanıcının dış dünya ile bağlantısını tamamen koparmakta yani bir sanal gerçeklik durumu oluşturmaktadır. Gözlük tasarımında ise bilgisayar tarafından sağlanan veriler gerçek dünya ile aynı anda görüntülenir. Böylece kullanıcının başını çevirmeden

gerekli tüm bilgilere erişimi sağlanabilmektedir (Son ve diğerleri, 2019). Bu cihaz tehlikeli işlerde uzaktan görüntü izlemek amacı ile kullanılabilir. Bu niteliklerinden dolayı bir telepresence cihazı olarak tanımlanabilir (Comeau ve Bryan, 1961).

Hughes Aircraft, 1962 yılında, kullanıcının sağ gözü üzerinde bulunan yarı saydam cam üzerine video görüntüsünü yansıtabilen bir HMD geliştirmiştir. Fort Worth'taki Bell Helicopter Company (Texas), 1963 yılında, HMD üzerinde servo kontrollü kamera ile entegre çalışan bir sistem geliştirmiştir. Helikopterin altında bulunan kameranın, kullanıcının baş hareketlerine göre hareket ederek video görüntüsünü (gece görüşü dahil) yarı saydam bir cam üzerinden kullanıcıya iletebildiği bu sistem ilk şeffaf artırılmış gerçeklik cihazı olarak adlandırılabilir (Peddie, 2017).

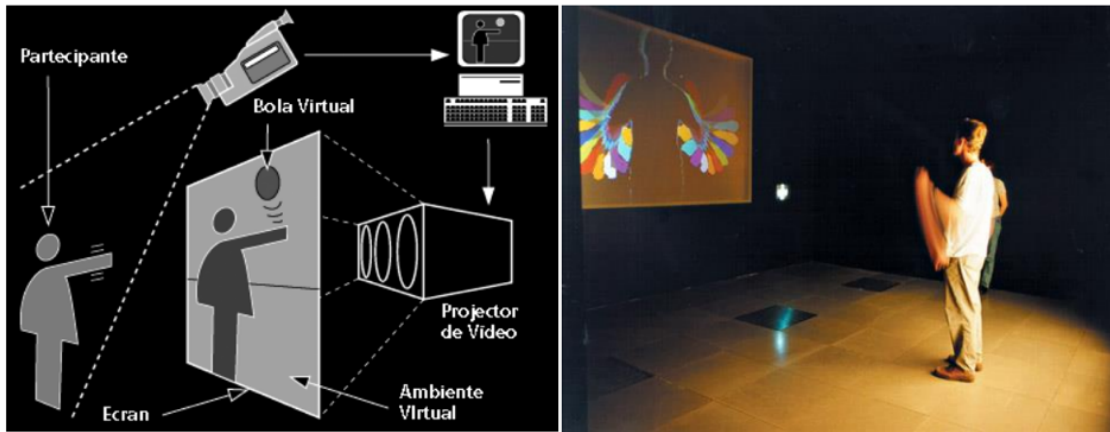
Ivan Sutherland (1965) “The Ultimate Display” başlıklı makalesinde artırılmış gerçekliği tasarlamış ve 1960'ların sonlarında ilk tam işlevli artırılmış gerçeklik sistemini (Resim 3) geliştirmiştir (Sutherland, 1968).



Resim 3. Ivan Sutherland'ın geliştirdiği AG HMD cihazı.

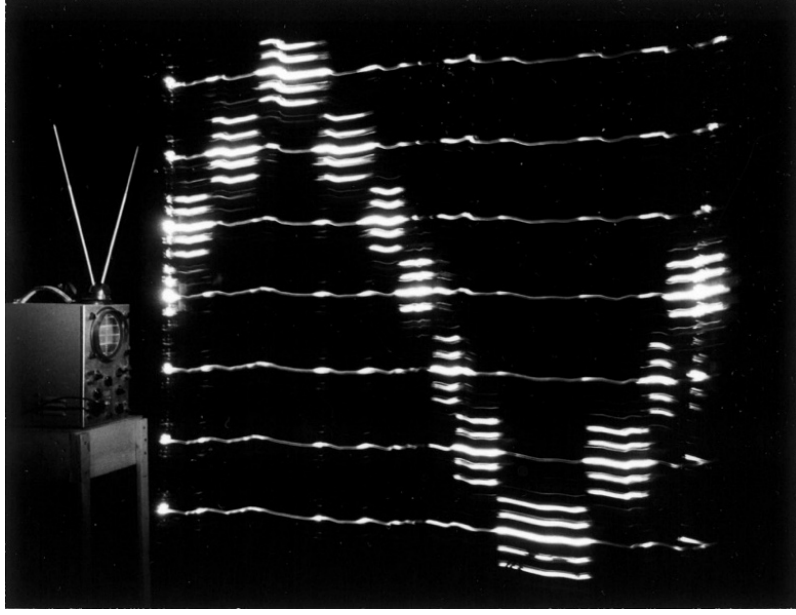
AG teknolojisinin original uygulaması olan “Telepresence-display” teknolojisi, kullanıcının kafa hareketine göre hareket ettirilen uzaktan servo kontrollü IR kameralar tarafından yakalanan görüntüleri gösterir ve kullanıcının görüntüleme yönünü çok doğal bir şekilde değiştirmesini sağlayarak gerçekçi bir his verir. İlk kez 1966'da, canlı kamera görüntüleri bilgisayarla sentezlenerek üç boyutlu görüntüler eklenmiştir (Behringer, 2001).

Myron Krueger ilk interaktif sanat çalışmalarını geliştiren Amerikalı bilgisayar sanatçısı (Wardrip-Fruin ve Montfort, 2003) ve ilk sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik araştırmacılarından biri olan Myron Krueger 1969 yılında Wisconsin-Madison Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri bölümünde doktora öğrencisiyken “yapay gerçeklik” olarak adlandırdığı çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışmada, kullanıcıya yanıt veren bilgisayar tarafından üretilen ortamlar ve 1975 yılında Videoplace teknolojisini (Resim 4) geliştirmiştir (Krueger ve diğerleri, 1985).

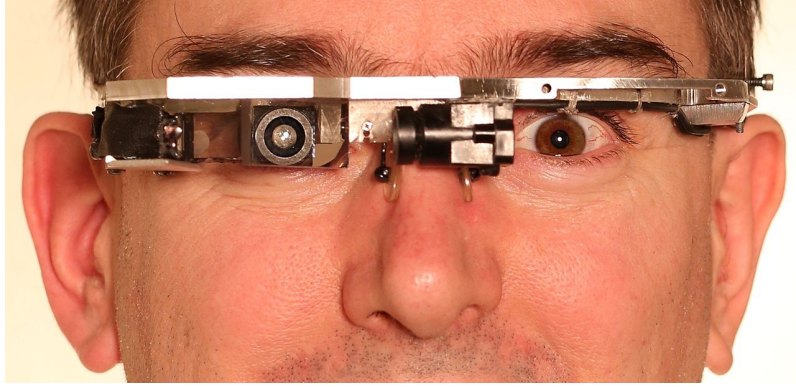


Resim 4. Myron Krueger'in geliştirdiği videoplace sistemi.

Steve Mann 1974 yılında, görünmeyen elektromanyetik radyo dalgalarını “Sequential Wave Imprinting Machine (S.W.I.M.)” adını verdiği cihaz ile görünür kılmış, bu şekilde artırılmış gerçekliğin ham verileri çıplak göz ile görülebilir olmuştur (Resim 5). Mann 1980 yılında bir antene sahip ve kablosuz çalışabilen “Wearcomp 1” ve bunun bir sonraki versiyonu olan "Eyetap" ismini verdiği cihazları (Resim 6) da geliştirmiştir (Peddie, 2017).



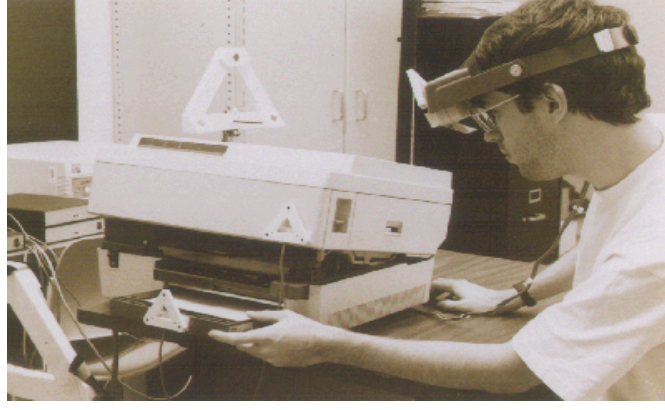
Resim 5. Steve Mann'ın geliştirdiği S.W.I.M. cihazı.



Resim 6. Steve Mann'ın geliştirdiği Eyetap cihazı.

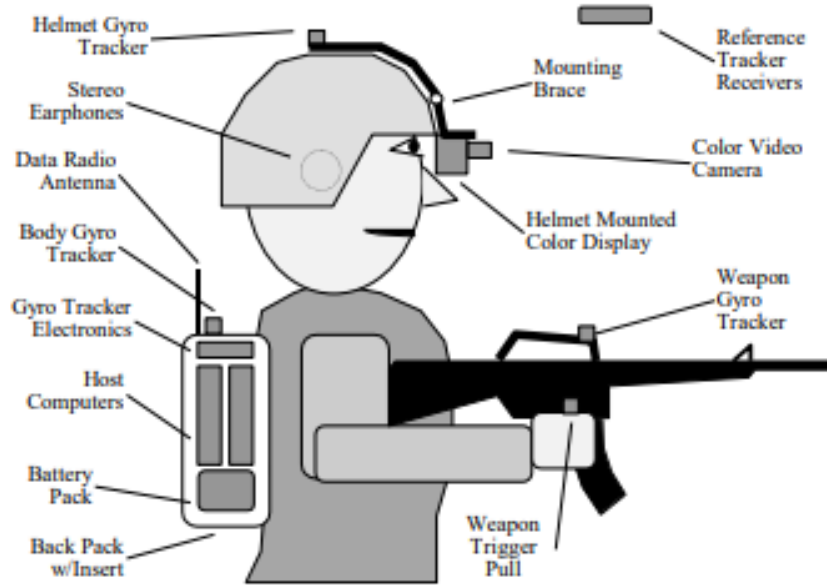
Eski Boeing araştırmacıları olan Caudell ve Mizell uçakların montaj ve kablolama işlemlerini kolaylaştırmak adına bir arttırılmış gerçeklik yöntemi önermiştir (Lee, 2012).

1992 yılına kadar arttırılmış gerçekliğin birçok çalışma prototipi gösterilmiş; Steven Feiner, Blair MacIntyre ve Doree Seligmann arttırılmış gerçeklik sistemi Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance (KARMA) prototipini oluşturmuştur (Resim 7). Bu prototip, bir arttırılmış gerçeklik gözlüğü kullanılarak, tanımlanan yazıcının ana parçalarının gözlemlenmesini sağlamıştır (Feiner ve diğeri, 1993).



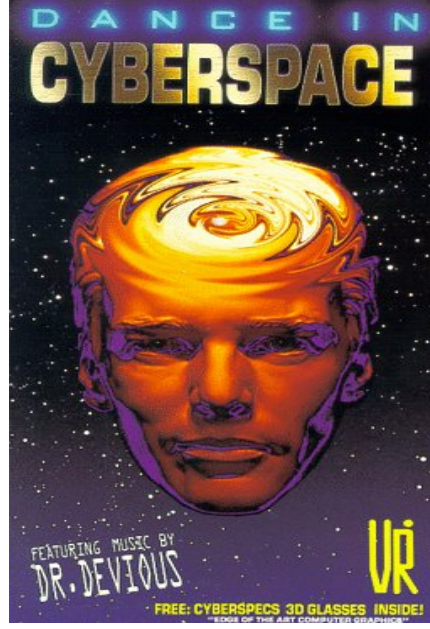
Resim 7. KARMA projesi (Feiner ve diğeri, 1993)

ABD Ordusu Simülasyon ve Eğitim Teknolojileri Enstitüsü (Simulation Training and Instrumentation Command, STRICOM) sponsorluğunda Loral WDL Savunma Şirketi, 1992 ve 1993 yılları arasında, canlı artırılmış gerçeklik donanımlı araçları ve insanlı simülatörleri birleştiren ilk gösteriyi gerçekleştirmiştir (Şekil 4). Bu girişimlerden sonra, sanal varlıkları canlı bir eğitim ortamına dahil etmek; canlı ve simülatör tabanlı eğitimi aynı ortamda birleştirmek kavramları geliştirdi ve olgunlaştı. Yapılan çalışmada; artırılmış gerçeklik araç ekiplerinin sanal araçları ve silah etkilerini görmelerine izin veriyordu. İki yönlü kesintisiz simülasyon, canlı ve sanal araçların aynı savaş alanında gerçek zamanlı olarak etkileşime girmesini sağlamaktaydı (Barrilleaux, 1999).



Şekil 4. Stricom projesinden şematik görünüm (Barrilleaux, 1999).

Arttırılmış gerçeklik teknolojisinin ilk tiyatro prodüksiyonu Julie Martin tarafından 1994 yılında Dancing in Cyberspace gösterisi (Resim 8) ile olmuştur (Pandey ve diğeri, 2020).



Resim 8. Dance in cyberspace afişi.

Columbia Üniversitesi'nde 1996'da geliştirilen The Touring Machine (Resim 9), 3D grafikler ile arttırılmış gerçekliği birleştiren ilk mobil cihaz olmuştur (Feiner ve diğeri, 1997).

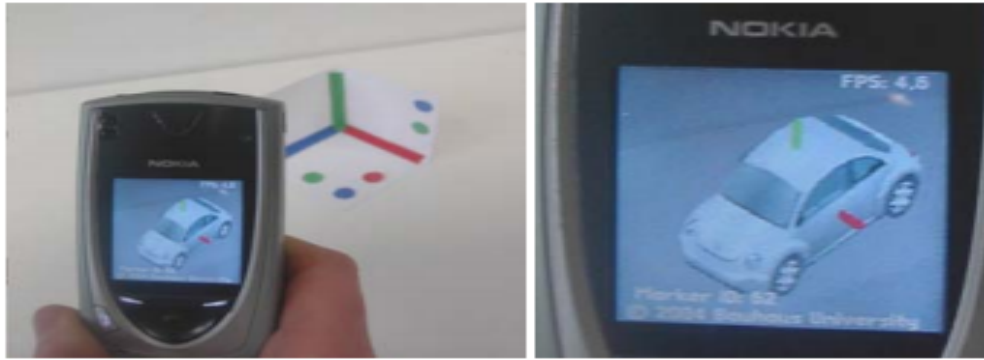


Resim 9. The touring machine cihazı ve elde edilen görüntü.

Arttırılmış gerçeklik teknolojisi 1990'lı yılların sonlarına doğru ayrı araştırma konusu haline gelmiştir. Uluslararası Çalıştay ve Arttırılmış Gerçeklik Sempozyumu da dahil olmak üzere arttırılmış gerçeklik konulu konferanslar başlamıştır (Azuma ve diğerleri, 2001).

Arttırılmış gerçeklik, spor müsabakalarının yayınlarında da kullanılmaya başlanmıştır (Azuma, 2004). Fırlatılan bir objenin (cirit veya top gibi) iki nokta arasında izlediği mesafe, bir sporcunun veya fırlatılan bir objenin hızı, sanal panolarda görünen metinler ve sporcu bilgileri gibi veriler bu yöntem ile yayına aktarılmıştır (Demiris ve diğerleri, 2001).

Cep telefonları için geliştirilmiş arttırılmış gerçeklik sistemi (Resim 10) ilk defa 2004 yılında Bauhaus Üniversitesinden Mathias Möhring, Christian Lessig ve Oliver Bimber tarafından geliştirilmiştir (Möhring ve diğerleri, 2004).



Resim 10. Möhring ve diğerlerinin (2004) geliştirdiği mobil AG uygulaması.

Qualcomm, Arttırılmış Gerçeklik uygulamalarının oluşturulmasını sağlayan mobil cihazlar için bir Arttırılmış Gerçeklik Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) olan Vuforia'yı başlattı. 2015 yılında Qualcomm'un bir yan kuruluşu olan Qualcomm Connected Experiences, Vuforia arttırılmış gerçeklik platformunu Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Ürün Yaşam Döngüsü Yönetimi (PLM) yazılım üreticisi PTC'ye (eski adıyla Parametric Technology Corporation) satmıştır (Peddie, 2017).

Mobilizy firması tarafından 2008 yılında görüş ve konum tabanlı bir arttırılmış gerçeklik uygulaması olan Wikitude geliştirilmiştir. Başlangıçta GPS ve dijital pusula verileri kullanılarak kameraya tutulan yerle ilgili bilgiler sunulmuş, daha sonraki sürümlerde bilgilerin alındığı web kaynakları ve sosyal ağ bağlantıları genişletilmiş ve uygulamanın uyumlu olduğu mobil platformlar da (IOS, Symbian gibi) çeşitlenmiştir. Wikitude ayrıca

yazılım geliştirme kiti (software development kit - SDK) yayınlamak kullanıcıların kendi artırılmış gerçeklik ortamlarını oluşturmalarına olanak sağlamıştır (www.wikitude.com).

Pranav Mistry, 2009 yılında, MIT Medya Laboratuvarı'nda geliştirilmekte olan "Altıncı His (Sixth Sense)" artırılmış gerçeklik projesini hayata geçirmiştir (Altıncı His ve Kesim, 2015).

2.3. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Genel Kullanım Alanları

Bilimsel bilginin ve teknolojinin hızlı bir şekilde artması yeni ve etkili öğretim yöntem, strateji ve tekniklerinin kullanımını gerekli kılmaktadır (Akkağıt ve Tekin, 2012). Eğitimde öğrencilerin daha iyi anlamalarını sağlamak, daha eğlenceli ve çekici öğretim ortamları oluşturmak adına Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE) yöntemlerinden etkin bir şekilde yararlanılması gerekmektedir (Büyükkara, 2011). Bunlar arasında en çok kullanılanları; özel öğretici programlar, simülasyonlar, alıştırmalar ve denemelerdir (İpek, 2001).

İlk artırılmış gerçeklik sistemleri askeri, endüstriyel ve tıbbi uygulamaya odaklanmış, hemen ardından ticari kullanım ve eğlence için AR sistemleri ortaya çıkmıştır. Günümüzde kişisel bilgi sistemleri (kişisel yardım ve reklamlar, navigasyon, gezi), endüstriyel ve askeri uygulamalar (tasarım, montaj, bakım, savaş ve simülasyon), tıbbi uygulamalar, eğlence (spor yayıncılığı ve oyunlar), eğitim ve öğretim alanlarında kullanılmaktadır (Krevelen ve Poelman, 2010).

Tülü ve Yılmaz (2012) da; gerçek dünya üzerine sanal materyallerin düşürülmesini sağlayan artırılmış gerçekliğin eğitim, askeriye, tasarım, spor, sağlık gibi birçok alanda kullanılmaya başlandığına dikkat çekmiştir.

Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojileri; eğitim (Chen ve Zhang, 2010; Radu, 2012; Nincarean ve diğerleri, 2013; Bacca ve diğerleri, 2014; Radu, 2014; Akçayır ve Akçayır, 2017), matematik-geometri (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003), mühendislik (Abulrub ve diğerleri, 2017), Mimari (Lin ve Hsu, 2017), bakım-onarım (Schwald ve De Laval, 2003), eğlence (Özbek ve diğerleri, 2004), madencilik (Dukhan ve diğerleri, 2020), arkeoloji (Levoy, 1999; Arles ve diğerleri, 2013), askeri eğitim (Julier ve diğerleri, 2000), tıp (Weghorst, 1997; De Buck ve diğerleri, 2005), veteriner hekimlik (Crossan ve diğerleri, 2000; Lee ve diğerleri, 2013) alanlarında geliştirilmekte ve kullanılmaktadır.

Arles ve diğeri (2013)'ne göre; Foto-gerçekçi 3D modeller, kültürel mirasın görselleştirilmesi, erişilmesi zor ve oldukça tehlikeli alanların görüntülenmesi ve gelecek nesillere aktarılması için bir araç olarak da kullanılabilir.

Heykellerin ayrıntılı incelenmesi ve onarımında bu teknolojiye yararlanılmaktadır (Resim 11). Müzelerde heykeller sınırlı bir görüş açısı ile görülebilmektedir. Örneğin; Michelangelo'nun çoğu fazlasıyla büyük ve mevcut bakış açısı zemin seviyesinde olan heykelleri bu teknolojiye yararlanarak istenilen açıya ve istenilen aydınlatma türü ile üç boyutlu olarak daha ayrıntılı incelenebilir (Levoy, 1999).



Resim 11. David heykelinin 3D modeli (Levoy, 1999).

Şehirlerde askeri operasyonlar sırasında askerlere yardım sağlamak amacıyla “The Naval Research Lab (NRL) Battlefield Augmented Reality System” adında bir uygulama geliştirilmiştir (Julier ve diğeri, 2000). Bu sistemin amacı çevredeki tehlikeleri ve operasyon bitiş noktasını gösteren bilgileri kullanıcıya HMD yardımı ile göstermektir (Resim 12). Bu bilgiler 2D haritaya aktarılır ve diğeri kullanıcılar ile paylaşılır (Baillot ve diğeri, 2001). Ayrıca HMD (Head Mounted Display) yönteminden faydalanan F35 kaskı savaş pilotları için geliştirilmiştir. Bu kask uçuş ve taktik bilgilerini kask vizörüne yansıtarak

kullanıcıya anlık durum bilgisi vermektedir. Kasktaki izleyici, pilotun dinlenme pozisyonunu (bakılan yönü) belirler ve pilot etrafına baktığı zaman kask sembolojisini güncel tutar (Jenkins ve Havig, 2015).



Resim 12. NRL'nin ürettiği 1. Jenerasyon BARS VR Sırt çantası.

Pandey ve diğerleri (2020)'ne göre; artırılmış gerçeklik uygulaması, çiftçilerin toprak özelliklerini, böcekleri, alan ve su temini gereksinimini ve mahsuller için uygun hava koşullarını gerçek zamanlı olarak tespit etmelerine yardımcı olacaktır. Gerçek dünya ile bilgisayar tarafından üretilen algısal bilgileri birleştirerek çiftçiliği daha basit ve daha az zaman alıcı hale getirecek olan artırılmış gerçeklik geleneksel tarımdan daha organize bir "Artırılmış Tarım" a geçişi sağlayacak ve yenilikçi çiftçilik yöntemi sayesinde daha fazla öğrenciyi çiftçilik yapmaya çekecektir.

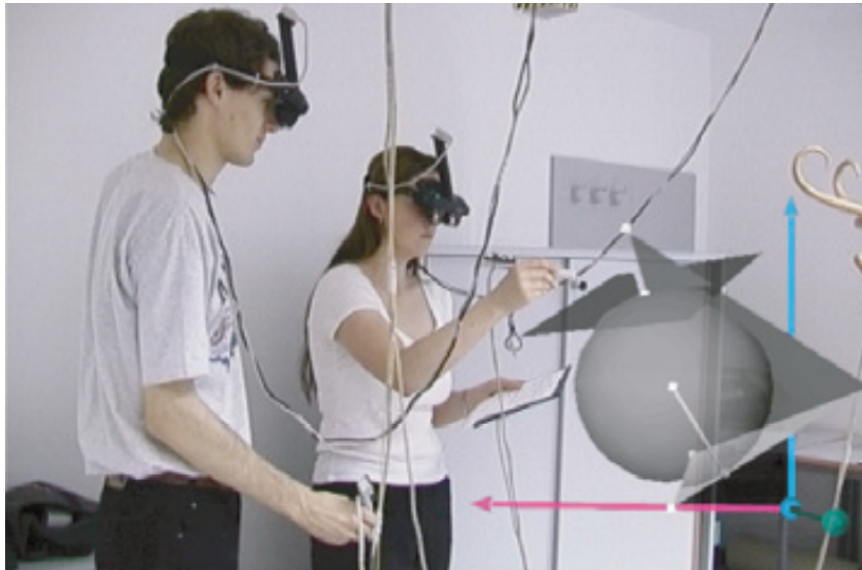
2.3.1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitim-Öğretim Amaçlı Kullanımı

Birden fazla duyunun aktif olarak kullanılabilirdiği ve gerçek öğrenme deneyimleri için ihtiyaç duyulan zenginleştirilmiş eğitim ortamlarının sağlanabildiği artırılmış gerçeklik teknolojisi zaman içerisinde eğitimcilerin de dikkatini çekmiştir (Lai ve Hsu, 2011; Luckin ve Fraser, 2011).

Artırılmış gerçeklik tarafından sağlanan yeni öğretme ve öğrenme olanakları, eğitim araştırmacıları tarafından giderek daha fazla kabul görmektedir. Mobil artırılmış gerçeklik, bireyler için zengin bağlamsal öğrenme sağlayabilir. Günümüzde sanal gerçeklik ve mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, ticaret, ordu, eğitim ve sağlık gibi çeşitli alanlarda eğitim için kullanılmaktadır (Sural, 2017).

Abdüsselam ve Karal (2012)'a göre “geleneksel sınıf ve laboratuvar ortamlarında öğrencilerin dikkat süreleri daha kısa olmakta ve ilgileri çabuk dağılabilmektedir. Buna karşın AG ortamında kullanılan cihazın teknoloji ile iç içe olması, öğrenciye verilmeye çalışılan soyut kavramları somutlaştırması ve kavramayı kolaylaştırması sayesinde öğrencilerin dikkat sürelerinin arttığı gözlenmiştir.

Kaufmann ve Schmalstieg (2003), AG destekli geometri öğretiminin (Resim 13) kolay olduğunu ve öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Özellikle öğrencilere uzamsal algılama, uzamsal görselleştirme, zihinsel rotasyonlar, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönlendirme gibi becerileri kazandırmada etkili olduğunu belirtmiştir.



Resim 13. AG destekli geometri öğretimi (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003).

Mühendislik eğitiminde; yenilikçi talebin artmasına ve 3D görselleştirme teknolojileri ile bilgisayar donanımlarının gelişmesine paralel olarak, sanal gerçeklik uygulamaları giderek artan bir eğitim malzemesi haline gelmiştir. Sanal gerçeklik teknolojileri; güvenli, uygun maliyetli ve tamamen kontrol edilebilir olmanın avantajlarını barındırır. Ayrıca, sanal

gerçeklik ortamları, öğrenciye gerçekçilik ve etkileşim olanağı sağladıkça öğrenme deneyimini önemli ölçüde artırır (Abulrub ve diğerleri, 2017).

Büyükkara (2011) geleneksel laboratuvar ve sanal laboratuvar uygulamaları ile yapılan öğretimin öğrenci başarısına etkisini araştırdığı çalışmada; sanal laboratuvar uygulamasıyla yapılan öğretim daha başarılı bulunmakla birlikte, her iki yöntemin birlikte kullanılmasının daha etkili olacağını kanaatine varılmıştır. Ayrıca yapılması tehlikeli ve maliyeti yüksek olan uygulamalar için sanal laboratuvarlar oluşturulmasını önermiştir.

Mobil telefonlar ve tabletler aracılığıyla üç boyutlu nesnelerin daha interaktif hale getirilerek eğitim amaçlı kullanılması öğrenciyi derse çekme açısından oldukça önemlidir (Tülü ve Yılmaz, 2012).

Eğitsel artırılmış gerçeklik; eğitim ve öğretim ortamlarını daha etkileşimci, basit, eğitici, üretken ve bağlamsal hale getirerek bilginin kapsamını ve kalitesini artırma; üç boyutlu görüntülerle zengin içerik sunarak da eğitim ve öğretimin etkinliğini ve verimliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Artırılmış gerçeklik sistemleri öğrenmeye elverişli, motive edici, eğlendirici ve ilgi çekici ortamlar sağlayabilir (Lee, 2012). Eğitim kalitesini ve öğrenme çıktılarını artıran, öğrencilerin daha aktif bir öğrenim sürecine katılmaları ile motivasyonu artırıp, zaman ve mekan açısından özgürlüğü teşvik eden bu yöntemin üniversitelerin uygulamalı bölümlerinde yer almasının global bilim ve eğitim rekabeti için önemi ortadadır (Aslan ve Erdoğan, 2017).

Somyürek (2014), geleneksel öğrenme yöntemleri ve ortamlarının 1990'lı yılların sonlarında ve 2000'li yıllarda doğmuş Z kuşağının önceki kuşaklara göre farklılaşan beklentilerine cevap vermede yetersiz kaldığını ifade etmiştir. Z kuşağının dikkatini çekme, yaparak ve keşfederek öğrenme, öğretim ortamlarının işlevselliğinin artırılması ve anlamlı öğrenme deneyimleri yaşanması için önemli bir potansiyel taşıyan artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesi ve öğretim ortamlarına entegre edilmesinin faydalı olacağını bildirmiştir. Bu görüşünü artırılmış gerçekliğin eğitimde kullanımının kazanımlarına işaret eden çeşitli araştırma sonuçlarını ile desteklemiştir. Buna göre artırılmış gerçeklik uygulamalarının kazanımlarını; kavramları/süreçleri daha iyi anlama, soyut kavramları somutlaştırma, kavram yanlışlarını düzeltme, gerçek dünya ile ilişkili görsel-uzamsal bilgileri kazandırma, sosyal ilişki kurma ve işbirliği becerisini geliştirme, konuları görselleştirerek daha kolay anlaşılmasını sağlama, öğrencinin dikkatini çekme ve motivasyonunu artırma, öğrenme sürecinden zevk alınmasını sağlama, eleştirel düşünme ve

problem çözüme becerilerini geliştirme, öğrencilerin kendi öğrenme ortamları üzerinde kontrole sahip olmalarına imkân vermesi nedeniyle öz yeterliliklerini artırma ve bilgi işleme süreçlerini destekleme olarak özetlemiştir.

Arttırılmış gerçeklik ortamlarının öğrencilerin sınıf ortamındaki uygulama etkinliklerine katılımlarını cesaretlendirdiği, bu ortamlarda gönüllülüğün arttığı ve öğrencilerin bilim insanı kimliğini benimsediği öğretmen gözlemleriyle tespit edilmiştir. AG ortamında yapılan etkinliklerin diğer ortamlara göre öğrencilerin meraklarını daha çok uyandırdığı, daha hevesle ders işledikleri, kullanılan teknolojinin yeni oluşunun ilgilerini arttırdığı, öğrenciye verilmeye çalışılan soyut kavramları somutlaştırması ve kavramayı kolaylaştırması sayesinde öğrencilerin dikkat sürelerinin arttığı da gözlenmiştir (Abdüsselam ve Karal, 2012).

Mobil teknoloji ürünü taşınabilir cihazlar aracılığı ile, zaman ve mekândan bağımsız olarak ders içeriğine erişmeyi sağlayan öğrenme etkinliği mobil öğrenme olarak adlandırılmaktadır (Traxler, 2007; Shih ve diğerleri, 2010; Bozkurt, 2015; Keskin ve Kılınç 2015).

Türkiye’de artırılmış gerçeklik konusunda 2009-2018 yıllar arasında yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin içerik analizi yöntemiyle incelendiği bir çalışmada; artırılmış gerçeklik çalışmalarının 2013 yılından itibaren artış gösterdiği, 27 farklı üniversitede tez yürütüldüğü, tezlerin çoğunlukla Türkçe yayınlandığı, en fazla çalışmanın Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yapıldığı, tasarım tabanlı araştırma deseninin çoğunlukta olduğu, en çok çalışılan konu alanının “eğitim ve öğretim” ve en fazla incelenen değişkenin “akademik başarı” olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Sünger, 2019).

Aslan ve Erdoğan (2017)’a göre hekimlik eğitiminde hedef; bilgi ve becerileri en güncel veri ve tekniklerle aktarmak, en yüksek başarı oranını yansıtan çıktılar almak ve sürdürülebilirliği sağlamaktır. Bu amaçla, gelişmiş ve uygulanabilir eğitim teknikleri öğrenme araçları arasına katılmaktadır.

Son yıllarda, mobil cihazlar desteğiyle kesintisiz öğrenme sürecine katkı sağlayacağına inanılan, çoklu zeka kuramını dikkate alan ve her öğrencinin bilgisini kendi deneyimleri üzerine inşa edebileceği yapılandırmacı öğretim yöntemleri üzerine pek çok çalışma yürütülmektedir. Kişiselleştirilmiş öğrenmeyi savunanların temel önermesi Howard Gardner’ın çoklu zeka kuramından kaynaklanmaktadır (Guldberg, 2004).

Zaman ve mekana bağımlı kalmaksızın öğrenme olanağı sunan mobil öğrenme ortamlarının internet tabanlı uzaktan eğitimde de kullanılması yönünde çalışmalar yapılması yararlı olacaktır (Oran ve Karadeniz, 2007).

Bir mobil öğrenme destek programı tasarlanırken algı ve benimseme süreçleri dikkate alınmalıdır. Mobil öğrenmenin benimsenmesi ve kullanılmasını etkileyen faktörler konusunda, mobil cihazları kullanma deneyimi olan mobil kullanıcılar ile mobil olmayan teknoloji kabul modeli (Technology Acceptance Model, TAM) kullanan kullanıcılar arasında bir fark olup olmadığı karşılaştırmalı olarak araştırılmalıdır. Ayrıca öğretim elemanlarına yönelik araştırmalar da yapılmalıdır (Park ve diğerleri, 2012).

Beş eğitim teknolojisi dergisinde 2010-2015 yılları arasında yayınlanan 75 makale içerik analizi yöntemiyle incelenmiş, kolay erişilebilirlik ve taşınabilirlik gibi özellikleri sayesinde, eğitim-öğretim ortamlarında mobil teknolojilerin kullanımına ilişkin çalışmalarda bir artış olduğu görülmüştür (Tekdal ve Saygıner, 2016).

Tıp, veteriner hekimliği ve diğer sağlık disiplinleri eğitiminde tüm öğrencilere yeteri kadar uygulama yaptırma olanağının sunulmaması sorunu sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve hologram teknikleri aracılığıyla ortadan kaldırılabılır. Artırılmış gerçeklik, canlı modellerde deneyimlemenin zor olduğu, hatta çevresel ve etik olarak mümkün olmayan deney, test gibi aktiviteleri sanal ortamda gerçekleştirip sonuçlarını görmek ve çıktılarını almak gibi olanaklar sunar (Aslan ve Erdoğan, 2017).

AG uygulamalarında görsel nesnelerin 3 boyutlu kullanılması öğrencilerin ilgilerini çekerek katılımlarını arttırmakta ve onları motive etmektedir. Ayrıca, konular üzerinde farklı bakış açıları kazandırmaktadır (Kerawalla ve diğerleri, 2006). Öğrencilere gerçek dünyada yapılması zor olan deneyleri, anlatılması karmaşık ve maliyetli olan konuları öğretmeye yardımcı olmaktadır. Astronomi, coğrafya, kimya, fizik vb. konuların sunulmasında gerçekçi bir benzetim ortamı sunmaktadır (Shelton ve Hedley, 2002).

Günümüzde kesintisiz öğrenmenin sağlanabilmesi için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır. Bu girişimlerden biri de “Kendi cihazını getir” (Bring your own device: BYOD) hareketidir. Bu hareket özünde, “Mobil cihazlar + Sosyal medya = Kişiselleştirilmiş öğrenme” sistemini barındırdığından, teknolojik bir öğrenme modeli olarak ele alınmaktadır (Rhode, 2012). Bu öğrenme yöntemi hem eğitim veren kurumun masraflarını minimum seviyeye indirir hem de öğrenenleri yeni bir cihaza adapte olma yükünden kurtarır.

Öğrencilerin çeşitli uygulamalara ve gömülü özelliklere sahip bir kişisel mobil cihazı, öğrenme amacıyla derse getirdikleri bir model olan “kendi cihazını getir (Bring your own device: BYOD)” temelli bir araştırma projesi gerçekleştirilmiştir. Balık anatomisini konulu bu proje kapsamında öğrencilerin ne tür bir içerik bilgisi gelişimi sağladığı; bu bilgilerini nasıl geliştirdikleri ve öğrenme deneyimleriyle ilgili algılarının ne olduğu sorgulanmıştır. Araştırma bulguları, öğrencilerin balıkların anatomisi konusundaki kavrayışlarını ders kitabında bulunandan çok daha ileriye taşıdıklarını ve bu öğrenme deneyimi konusunda olumlu bir tutum geliştirdiklerini ortaya koymuştur (Song, 2014).

Olsson ve Salo (2011) tarafından yapılan çalışmada ise, mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları sonrasında 90 katılımcıya anket uygulanmıştır. Araştırma sonunda bu uygulamaların kullanıcıların ilgisini çektiği, merak uyandırdığı ve tekrar kullanma istediği oluşturduğu gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları eğitim ortamlarında öğrenmeyi ve başarıyı olumlu yönde etkileyecek niteliktedir (Santos ve diğerleri, 2014).

Farklı engelleri olan çocuklar için eğitim etkinliklerine gelişmiş görüntüleme teknolojisini entegre etmenin yeni bir yolu araştırılmış ve bu amaçla ücretsiz bir etkileşimli mobil artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılarak geometri eğitimi gerçekleştirilmiştir. Uygulamaya katılan öğrencilerin performans verileri, artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımının özel ihtiyaçları olan çocukların öğrenme motivasyonunu ve hayal kırıklığı toleransını artırabileceğini göstermiştir (Lin ve diğerleri, 2016).

2.3.2. Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Sağlık Bilimleri Alanında Kullanımı:

Artırılmış gerçeklik, tıp alanında görselleştirme ve eğitime yardımcı olarak kullanılabilir. Manyetik rezonans, bilgisayarlı tomografi, ultrason gibi invazif olmayan görüntülemeler kullanılarak bir hastanın 3 boyutlu verilerinin oluşturulması, cerrahide minimal kesilerle daha geniş görüş alanı ve biyopsi için klavuzluk etme gibi olanaklar sunabilir (Azuma, 1997).

Stajyer hekimler becerilerini gerçek hastalar üzerinde geliştirdiklerinden, karşılaşılabilecekleri potansiyel etik problemleri en aza indirmek için, staj sırasında simülasyon tabanlı eğitim modeli kullanılabilir (Ziv ve diğerleri, 2003).

Weghorst (1997), parkinson hastalığının yaygın semptomlarından biri olan akineziyi tedavi etmek için artırılmış gerçekliği nasıl kullanacağını açıklar. Ayrıca Sielhorst ve ark. (2004), tıp eğitiminde kullanılmak üzere bir doğum simülatörü geliştirmiştir (Resim 14).



Resim 14. Doğum simülatörü (Sielhorst ve diğerleri, 2004).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları psikolojik tedaviler alanında da araştırılmış ve kullanılmıştır (Juan ve diğerleri, 2005; Botella ve diğerleri, 2005; Botella ve diğerleri, 2010; Bretón-López ve diğerleri, 2010; Wrzesien ve diğerleri, 2011a, 2011b, 2013; Chicchi Giglioli ve diğerleri, 2015).

Trelease (2002) en eski bilim dallarından biri olan anatominin, yüzyıllar boyunca kademeli olarak diseksiyon materyalleri, manuel illüstrasyonlar, renklendirmeler, mikroskoplar, kameralar, fotoğraflar ve dijital görüntüleme sistemlerini kullanarak geliştiğini; dijital bilgisayarların devrim niteliğindeki gelişiminden yararlandığını; anatomistlerin, bilgisayar ve enformasyon bilimlerinin yeni yöntemlerini kullanarak bilim, tıp ve eğitime olağanüstü katkılarda bulduklarını; bu bağlamda anatomik bilişimi anatominin bir alt disiplini olarak kabul etmenin güçlü bir gerekçesi olduğunu; görüntüleme, görüntü işleme ve görselleştirme, sanal gerçeklik, modelleme ve simülasyon, yapısal veri tabanı işleme, ağ oluşturma ve yapay zeka alanlarında uzmanlaşmanın geleceği şekillendirecek yeni anatomistler için çok önemli olduğunu bildirmiştir.

Kancherla ve diğerleri (1995) Dinamik 3D anatomiye öğretmek için dirsek ekleminin hareketlerini izlemeyi hedef alan yeni bir sanal gerçeklik çalışması gerçekleştirmiştir.

Anatomi öğretiminde iki boyutlu materyaller ve maketlere göre üç boyutlu özelliğe sahip kadavraların derslerde edinilen bilgileri pekiştirdiği yaygın bir görüştür. Bununla birlikte kadavraların renklerinin, dokularının ve kokularının gerçek hayattaki gibi olmaması; palpe edilememesi; oskültasyon yapılamaması; yararlı bir şekilde pozisyon değiştirmelerinin istenememesi; kullanımlarının sağlık açısından tehlikeler ve etik/yasal zorluklar oluşturabilmesi; tek başına sorun olmamasına rağmen maliyet-fayda oranı gibi bir takım dezavantajları olabilir. Ayrıca oğrencilerin ölü bedenlerle çok daha doğal bir ortamda karşılaşacak olmaları nedeniyle, bazen bir fayda olarak önerilen duyarsızlaşma yerine, işlerini etkin bir biçimde yaparken duyarlı kalmaları istenir (McLachlan, 2004).

Anatomi eğitiminde, diseksiyon uygulaması büyük önem taşımaktadır. Ders anlatımları ve çalışma kitaplarında halihazırda edinilen bilgilerin detaylandırılması ve dokunsal öğrenme deneyimleri dahil anatomik yapılara ve bunların karşılıklı ilişkilerine 3 boyutlu bir bakış sağlar (McLachlan ve diğerleri, 2004). Bununla birlikte anatomi eğitiminde diseksiyon uygulaması oldukça maliyetlidir (Winkelmann, 2007).

Artırılmış gerçeklik teknolojisi; 3D modeller oluşturularak ve dokunsal geribildirim gibi diğer duyusal deneyimler kullanıcıya sağlanarak anatomi eğitimi için ek bir öğretim yöntemi sunabilir (Kamphuis ve diğerleri, 2014).

Bilgisayar destekli öğrenme; görsel anatomik bilgiyi ilginç şekillerde sunma özgürlüğü, ders hazırlamada zaman içinde daha az çaba, daha fazla esneklik, bilginin kullanıcı etkileşimli bir ortamda daha kolay yayılması, daha düşük maliyet ve azaltılmış diseksiyon laboratuvarı süresi gibi fırsatlar sunar (Paalman, 2000).

Tıp fakültesi anatomi eğitiminde mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılması odaklı bir çalışmada; özellikle gerçeklik hissi oluşturması, konuyu somutlaştırması, derse karşı ilgiyi artırması ve esnek bir öğrenme ortamı sağlaması bakımından oğrencilerin mobil artırılmış gerçeklik ile öğrenmeye yönelik görüşlerinin olumlu olduğu vurgulanmıştır (Küçük ve diğerleri, 2015).

Artırılmış gerçeklik uygulamaları gerçek insan materyallerinde bulunan varyasyon aralığını değerlendirmek için bir fırsat olarak da görülebilir. Modern 3D rekonstrüksiyon ve görüntüleme yöntemleri, yaşayan hastaların özgün iç yapılarının diseksiyon sırasında gözlemlenenden daha üstün olabilecek görünümelerini verir ve bu yakın gelecekte cerrahi uygulamaları değiştirebilir. Doktorların klinikte anatomi ile karşılaşmaları bir yandan canlı ve yüzeyel anatomi, diğer yandan tıbbi görüntüleme yoluyla olur (McLachlan, 2004).

Diş hekimliği öğrenimi gören lisans öğrencilerine, topografik anatomi dersi kapsamında, iki boyutlu ve üç boyutlu anaglif stereo görüntüler eşliğinde verilen derslerin etkinliği karşılaştırmalı olarak incelenmiş ve üç boyutlu sunum yapılan öğrencilerin daha başarılı oldukları saptanmıştır. Bu yöntem ile alınan sonuç önemli bir fark ortaya koymaktayken, insanların sürekli olarak yanlarında taşıyabildikleri 3D modeller barındıran artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik yöntemlerinde elde edilebilecek başarı çok daha büyük olacaktır (Peker ve diğerleri, 2014).

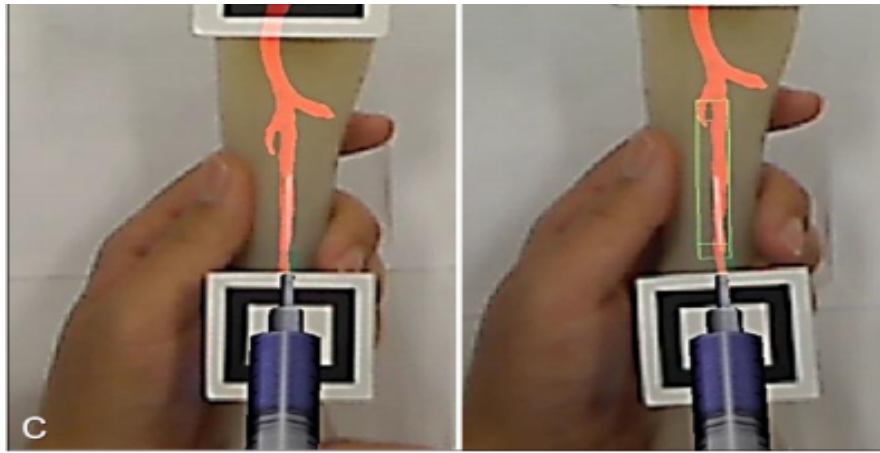
Hayvan etiği düzenlemeleri ve hayvan koruma yasaları daha katı hale geldikçe, laboratuvar hayvanlarının kullanımı daha kısıtlı hale gelmekte ve simülasyon temelli medikal eğitim veteriner hekimlik klinik eğitiminde hızla gelişen bir rol oynamaktadır (Scalese ve Issenberg, 2005).

Veteriner anatomi, hayvan vücudunun şekil ve yapısını inceleyen bir bilim dalı olarak illüstrasyon yöntem ve tekniklerinden en çok yararlanan bilim dallarından biridir. Son yıllarda yapılan bilimsel illüstrasyon çalışmalarında geleneksel yöntemlerin yanında bilgisayar teknolojisi de kullanılmaya başlanılmıştır. Türkiye’de bilgisayar destekli illüstrasyon çalışmaları sağlık bilimleri alanında da uygulanmaktadır. Ancak veteriner hekimlikte uygulama alanına sahip olmasına rağmen bu alanda yeterli gelişim görülmemektedir. Bilgisayar destekli anatomik illüstrasyon çalışması güzel sanatlar eğitimi ve veteriner anatomi açısından değerlendirildiğinde, her iki alanın birbirlerini beslediği ve kendi içlerinde gelişmeye katkı sağladıkları sonucuna varılmaktadır (Kaya ve Arıcan, 2014).

Günümüzde veteriner hekimlik eğitimi, yetkin pratisyen hekimler yetiştirme hedefine ulaşmada birçok zorlukla karşı karşıyadır. Birden çok faktör, öğrencilerin gerekli profesyonel ve klinik becerileri gerçek hastalarla uygulama fırsatlarını sınırlamaktadır. Simülasyonlar, eğitim için güvenli, etik alternatifler sunar ve profesyonel performansta ustalık elde etmek için çok önemli fırsatlar sağlar. Veteriner hekimlik eğitiminde kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmış çok az hayvan simülatörü bulunmaktadır. Hayvan refahına duyarlılık ve veteriner hekimlerin biyoterörizm gibi modern tehditlerle başa çıkmaları konusundaki farkındalık artışı simülasyon tabanlı eğitim programlarının geliştirilmesi ve uygulanması için yatırımların artmasına öncülük edebilir. Böylece, veteriner hekimliği eğitimi, mesleklerine, hastalarına ve daha geniş bir topluluğa hizmet etmek için gerekli becerilere sahip yetkin hekimler mezun etme ana hedefine ulaşabilir (Scalese ve Issenberg, 2005).

Crossan ve diğeri (2000) veteriner hekimlik eğitiminde kullanılmak üzere atlarda ovarium'un palpasyonuna ilişkin bir simülör geliştirmiştir.

Lee ve diğeri (2013) veteriner hekimler ve veteriner hekim adaylarına yönelik eğitim amaçlı artırılmış gerçeklik intravenöz (IV) enjeksiyon simülörü geliştirmişlerdir (Resim 15). Gönüllü öğrencilerden oluşan bir gruba simülör uygulaması yaptırılmış, diğeri grup geleneksel yöntemlerle eğitilmif öğrencilerden oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda AG-eğitimli öğrencilerin, geleneksel yöntemlerle eğitilmif öğrencilerden daha yetkin bulunduğu gözlemlenmiştir.



Resim 15. İntrevenöz enjeksiyon simülörü (Lee ve diğeri, 2013).

Aslan ve Erdoğan (2017) uluslararası rekabette ve eğitim kalitesinde önemli belirteçlerden biri olan artırılmış gerçeklik projelerinin stratejik temalar kapsamına alınması, bu konuda donanımlı bilim insanı yetiştirecek mükemmeliyet merkezleri ve ARGE bantları oluşturulması, bu kapsamdaki yatırım ve projelere pozitif ayrımcılık yapılması, Tıp-Sağlık Bilimleri Eğitim Konseyinin, bu tekniklerin yaygınlaştırılması amaçlı pilot uygulamaları başlatmak amacıyla sağlık bilimleri alanında eğitim veren fakülteleri yönlendirmesi önerilerinde bulunmuştur.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Gereç :

Bu tez çalışmasının araştırma materyalini; türünün tüm sabit anatomik özelliklerini taşıyan, herhangi bir patolojisi olmayan, sağlıklı, erişkin, bir ata ait olan sol ön bacak kemikleri (ossa membri thoracici) oluşturmaktadır. Temsil özelliğine sahip bu kemikler, Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Kemik Arşivinden temin edilmiştir. Bu nedenle etik kurul onayı alınması gerekmemiştir. Atın ön bacak iskeleti; cingulum membri thoracici (scapula), skeleton brachii (humerus), skeleton antebrachii (radius ve ulna) ve skeleton manus (ossa carpi, ossa metacarpalia II-IV, ossa digitorum manus) olmak üzere dört bölümde incelenmektedir. Atta ossa carpi; os carpi radiale [os scaphoideum], os carpi intermedium [os lunatum], os carpi ulnare [os triquetrum], os carpi accessorium [os pisiforme], os carpale II [os trapezoideum], os carpale III [os capitatum], os carpale IV [os hamatum]'ten oluşmaktadır. Ossa digitorum manus ise; phalanx proximalis [os compedale], phalanx media [os coronale] ve phalanx distalis [os ungulare]'i kapsamaktadır. Çalışmada bütün bu kemiklere ilaveten Os sesamoidea distalis [os naviculare]'e ait görüntü de alınmıştır (Resim 19).



Resim 16. Tarama işlemi yapılan kemikler (tırnak kullanılmamıştır).

İskeleti oluşturan bu kemiklerin her birine ait üç boyutlu görüntüler alınarak işlenmiştir. Skeleton antebrachii'yi oluşturan radius ve ulna ile ossa metacarpalia II-IV kaynaşmış olduklarından birlikte; diğer tüm kemiklerin ise tek tek taramaları yapılarak görüntülenmişlerdir. Elde edilen bu görüntülerden ossa carpi'yi oluşturan kemikler ayrı ayrı tarandıktan sonra, bilgisayar ortamında orijinal pozisyonlarına sadık kalınarak bir araya getirilmiş ve birlikte görüntülenmiştir. Benzer biçimde tüm ön bacak kemiklerinin birlikte olduğu bir görüntü de oluşturulmuştur. Diğer kemiklerin ise ayrı ayrı görüntülerine yer verilmiştir. Böylece; ossa membri thoracici, scapula, humerus, skeleton antebrachii, ossa carpi, ossa metacarpi II-IV, phalanx proximalis, phalanx media ve phalanx distalis olmak üzere toplam dokuz (9) adet görüntü elde edilmiştir.

Terminoloji bakımından Nomina Anatomica Veterinaria (2017) esas alınmıştır.

Üç boyutlu tarama işlemi; Aydın İli Umurlu İlçesi Organize Sanayi Bölgesinde bulunan Alpler Ziraat Aletleri Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketine ait "Romer absolute arm" marka entegre tarayıcı sensörlü "7330si" model lazer tarayıcı ile gerçekleştirilmiştir (Resim 20).



Resim 17. "Romer Absolute Arm" marka entegre tarayıcı sensörlü "7330si" model lazer tarayıcı.

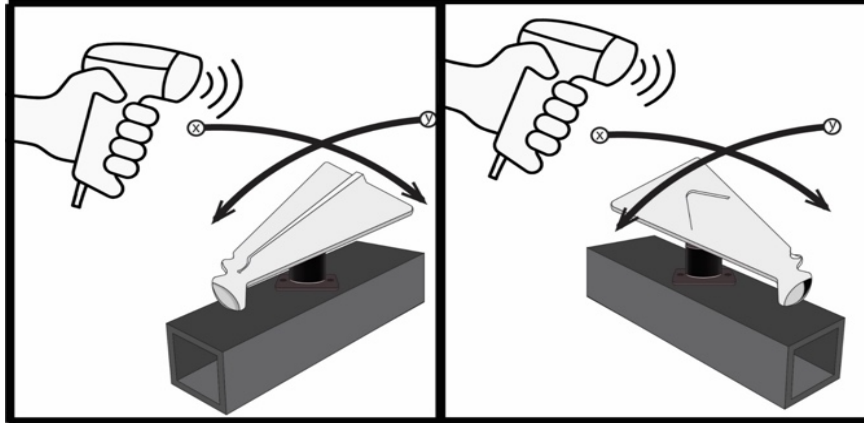
Tarama Cihazın özellikleri:

Ölçüm Alanı: 3.0 m, Problema Tekrarlanabilirliği: ± 0.085 mm, Proplama Hacimsel Hassasiyeti ± 0.110 mm, Tarama Sistem Hassasiyeti 0.119 mm, Nokta Alma Yeteneği 30'000 nokta/saniye, Çizgideki Nokta Sayısı 1000, Çizgi Yenileme Frekansı 30 Hz, Tarama Genişliği 65 mm, Algılama Mesafesi 150 mm ± 50 mm, Nokta Aralığı 0.046 mm, Lazer Güç kontrolü yarı otomatik - çizgi başına, Hassasiyet (2 sigma) 30 μ m, Lazer Emniyet Sınıfı class 2M, Çalışma Sıcaklığı 5°C - 40°C'dir.

Tarama işlemi sırasında nokta bulutu verisi elde etmek için "3D Systems Geomagic Control X (Artec Eorupe, Luxembourg) point cloud data'dan mesh verisini elde edebilmek için "3D System Geomagic Design X" (Artec Eorupe, Luxembourg), elde edilen mesh verisi üzerindeki anatomik oluşumları işaretlemek ve hazırlamak ve obj formatında kayıt edebilmek için "Blender v2.79 (general public license) , bu obj. dosyalarının kodlamalarını yapmak ve arttırılmış gerçeklik uygulaması olarak tamamlamak için, Unity 2019 1.10.f1 (Unity Technologies, Kopenhag, Danimarka) ve Vuforia (PTC Technologies Huntsville, AL., A.B.D.), android os için kodlanan programın bütün görsel tasarımları ve sayfa tasarımları için, Krita 2.79 (general public license) bilgisayar program programları ile anket çalışması için online bir sistem olan "Google Forms" kullanıldı.

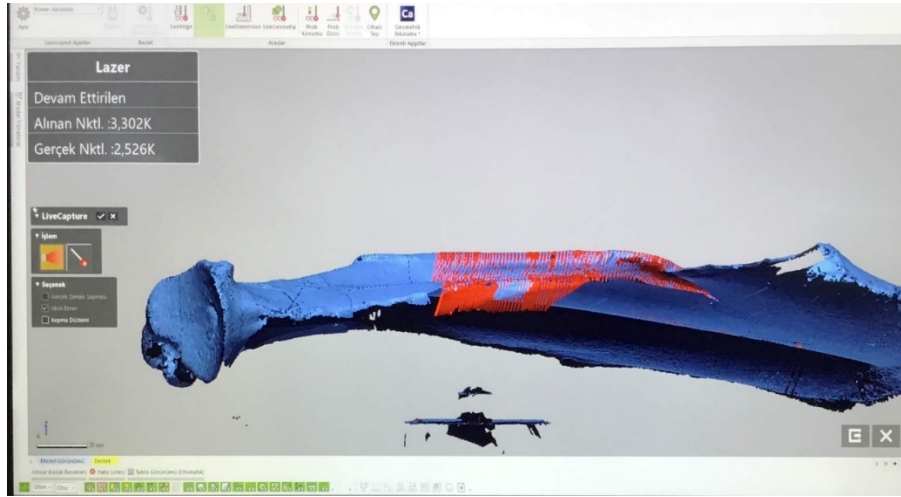
3.2. Yöntem :

Üç boyutlu tarama "Romer Absolute Arm" marka "7330si" model lazer tarayıcı ile 3D System Geomagic Control X üzerinden gerçek zamanlı olarak, nokta bulutu verisi (PCD) elde edildi. Lazer tarayıcının probu taranacak kemik üzerinden geçtiği anda alınan nokta bulutu verisi 3D System Geomagic Control X programında gerçek zamanlı olarak bilgisayar monitöründe görüntülendi. Yerleştirilen obje lazer tarayıcı probunun obje üzerinde gezdirilmesi ile PCD alındı. Bu işlem her obje için ön ve arka olmak üzere toplam iki kez tekrarlandı (Şekil 5).

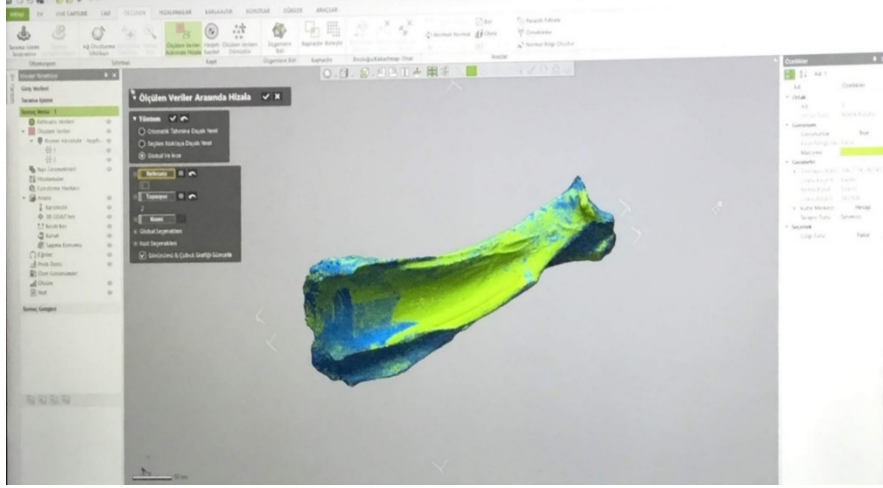


Şekil 5. Tarama işlemi.

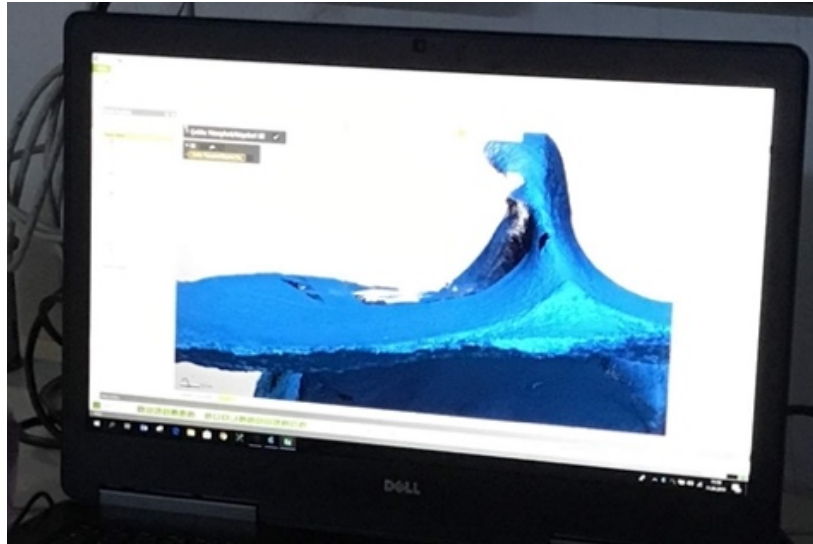
Bu işlem sırasında platform üzerine yerleştirilen objenin kesinlikle hareket etmemesi sağlandı. Alınan ön ve arka PCD'ler (Resim 21), 3D Systems Geomagic Control X üzerinde birleştirilerek (Resim 22) her bir kemiğin tamamı için tam bir PCD oluşturuldu. Ön ve arka PCD'lerin birleştirilmesi işlemi 3 referans noktası üzerinden gerçekleştirildi (Resim 22). Birleştirme işleminden sonra PCD içerisindeki istenmeyen noktalar yine 3D Systems Geomagic Control X üzerinde temizlenerek kayıt edildi (Resim 23).



Resim 18. 3D Systems Geomagic Control X programı üzerindeki anlık pcd verisi işlenişi.



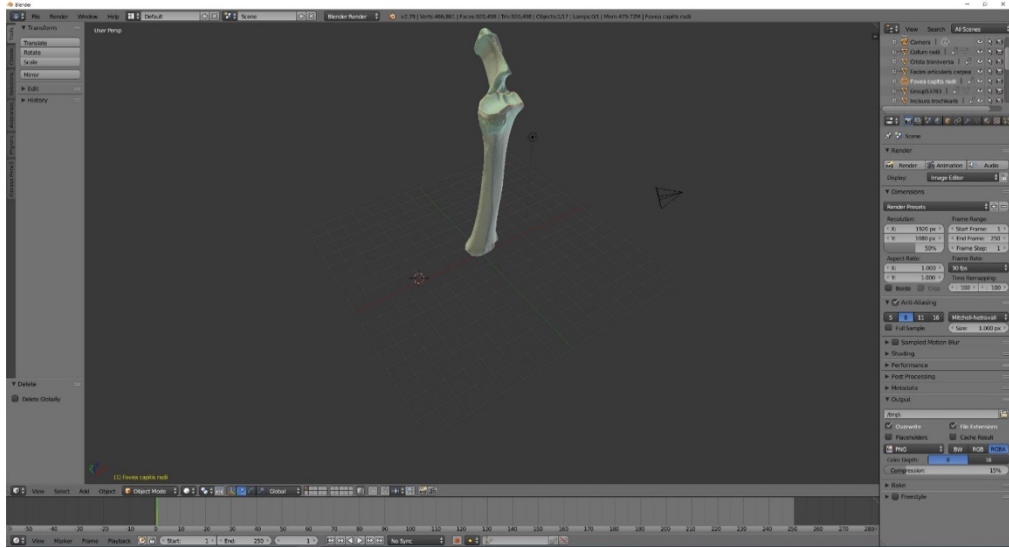
Resim 19. 3D Systems Geomagic Control X programı ile 2 yüzeylerin birleştirilmesi.



Resim 20. 3D Systems Geomagic Control X programı üzerinde istenmeyen noktaların temizlenmesi.

3. D System Geomagic Design X programı kullanılarak, Polygonal mesh data'nın örgü yapısı ve detay seviyesi ayarlandı.

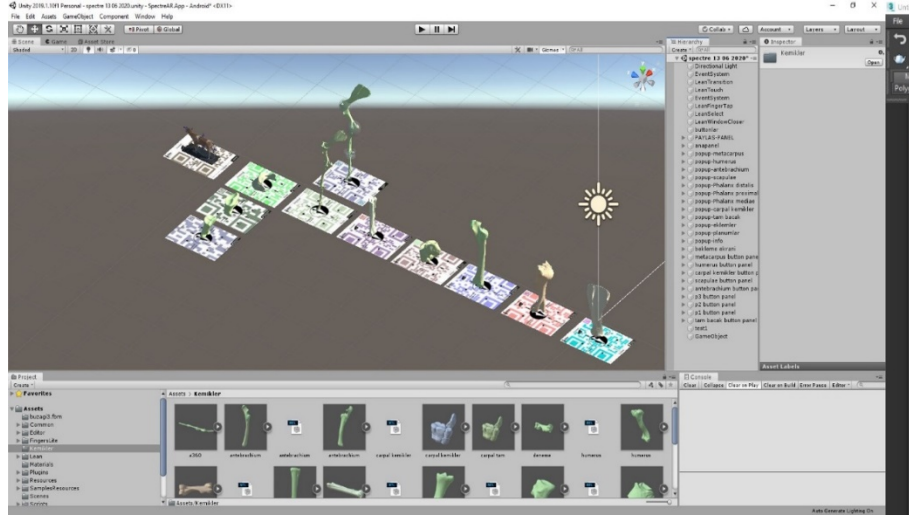
Bu yöntemler ile elde edilen polygonal mesh data, obj. formatında kayıt edilerek, anatomik oluşumların sınırlarını belirlemek için işlenmek üzere tamamen açık kaynak kodlu* olan Blender "v2.79" programına aktarılarak, anatomik oluşumlar poligon bazında seçilip modelin ana gövdesinde koordinatları bozulmadan ayrılmış ve kodlaması yapılacak olan artırılmış gerçeklik uygulamasının içerisinde bulunmak üzere. obj formatında Unity 2019 1.10. f1 programına aktarıldı (Resim 24).



Resim 21. Blender "v2.79" üzerinde Antebrachium'un düzenlenmesi.

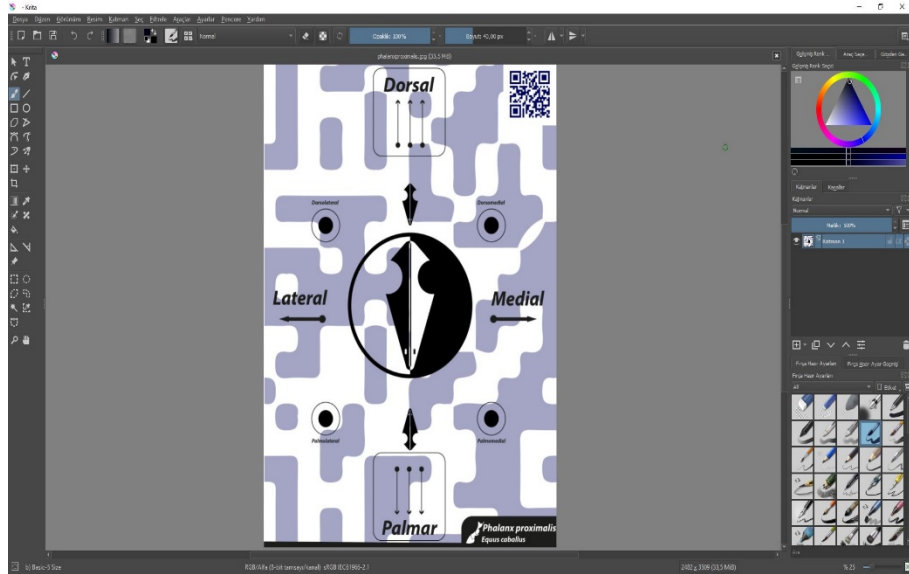
Unity 2019 1.10.f1 programında her bir kemik üzerindeki anatomik yapıların 3D modellerinin kodlama ve konumlandırmaları Unity 2019 1.10.f1 içerisinde oluşturulup, uygulama için hazır hale getirildi (Resim 25). 3D modellerin kullanıcı tarafından gerçeğe en yakın şekilde incelenebilmesi adına, uygulama içerisinde tıklama (click) ve sürükleme (drag) olmak üzere 2 farklı tip dokunma hareketi (gestures) oluşturuldu. Bu hareketler ossa membri thoracici hariç, bütün modeller için kodlandı. Tıklama hareketi ile model üzerindeki anatomik oluşumların seçilebilmesi, sürükleme hareketi ile de kemiğin 360 °'lik açıyla incelenebilmesi olanağı yaratıldı. Dokunma hareketlerinin yanı sıra, kamera hareketleri ile 360 ° yatay ve 180° dikey inceleme yapılabilmesi sağlandı. Kullanıcı arayüzünde; "Bir sorun mu var?", "Ankete katıl", "Çıkış", "Kitapçığa buradan erişebilirsiniz", "Buradan seç" ve "Pozisyonu sıfırla" olmak üzere altı adet buton oluşturuldu. Butonlar; kullanıcıların uygulama yöneticisi ile iletişime geçmesini, ankete katılım linkine erişimi, uygulamadan çıkışı, işaretçileri ve kullanma talimatlarını içeren .pdf formatındaki dosyaya internet üzerinden erişimi, görüntülenmesi istenen anatomik oluşumun seçilmesini ve işaretçi üzerindeki referans yönlerine göre ilk pozisyonuna dönülerek yeniden görüntülenmeyi kolaylaştırmayı amaçladı.

Kodlama ve tasarımların tamamlanmasıyla, Android O.S. (minimum - Android 4.4 KitKat, maksimum - Android 9.0 Pie ve üzeri) için oluşturulan .Apk formatındaki kurulum dosyası kayıt edildi.



Resim 22. 2019 1.10.f1 içerisinde bir görsel.

Tez çalışmasında kullanılan bütün dijital ve basılı malzemelerin grafik tasarımları tasarımları Krita V.2.73 programında yapıldı (Resim 26).



Resim 23. Krita v.2.73 programında sayfa tasarımının örneği.

Bu tez çalışması kapsamında programlamış olan artırılmış gerçeklik uygulamasının fayda, beklenti, öneri ve kullanıcı deneyimlerinin toplanıp, değerlendirilmesinin yapılacağı anket çalışması için gerekli anket formu (Ek 3) Google Forms üzerinden oluşturulup, katılımcılara iletildi. Elde edilen veriler değerlendirilerek, bu tez çalışması kapsamında sunuldu.

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasının araştırma materyalini oluşturan at sol ön bacak kemiklerinin (ossa membri thoracici) inspeksiyon yoluyla yapılan fizik muayenesinde; epiphysis-diaphysis kaynaşmasının tamamlanarak synostosis şekillendiği yani erişkin bir ata ait oldukları, türünün tüm sabit anatomik özelliklerini taşıdıkları ve kemiklerin makroanatomik görünümünü değiştiren herhangi bir patolojik lezyonun bulunmadığı tespit edildi. Yapılan bu makroanatomik inceleme bulgularının, anatomia normalia kriterlerine uygun ve kemik arşivi oluşturma protokolüyle uyumlu olduğu görüldü. Çalışmada kullanılan kemiklerin tümünün türünü temsil etme özelliklerine sahip oldukları saptandı.

Kemik materyaller “GEREÇ VE YÖNTEM” bölümünde ayrıntılı olarak anlatıldığı üzere; iki yönlü, üç boyutlu tarama işlemine tabi tutuldu, iki yönlü tarama verileri birleştirilerek üç boyutlu kemik modelleri (9 adet) oluşturuldu. Kemik modeller üzerindeki anatomik oluşumların kodlanması ile oluşum üzerine dokunulduğunda o anatomik oluşumun sınırları içerisinde kalan alanın #00000 rengi ile işaretlenmesi ve ilgili anatomik oluşumun adının yazılı olduğu bir açılır pencerenin ekran üzerinde görülmesi sağlandı. Ossa carpi birden fazla kemiğin eklemleşmesiyle oluşan bir yapı olduğundan, kodlama işlemi yapılırken diğer kemiklerden farklı bir yöntem izlendi. Ossa carpi’yi oluşturan herhangi bir kemik ile kullanıcı etkileşime geçtiğinde, ilgili kemik dışındaki diğer kemiklerin opasitesinin düşmesi ve kemiğin eklem yüzeylerinin görülmesi de sağlandı.

Bu tez çalışması kapsamında, adroid işletim sistemine sahip cep telefonu ve tablet bilgisayarlar için tasarlanan bir artırılmış gerçeklik uygulaması (Spectre Anatomy Application) geliştirildi.

Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulamasının android işletim sistemine sahip mobil cihazlar ile kullanımı test edildi. Uygulama yüklü cihazların kameralarının işaretçilere doğrultulmasıyla artırılmış gerçeklik uygulamasının aktif hale geldiği görüldü. Çalışmada kullanılan kemik materyallerin, tarama cihazının, bilgisayar programlarının ve yöntemin programın çalışması ve görüntü kalitesi bakımından uygun olduğu tespit edildi.

Tüm anatomik oluşumların net bir biçimde görülebilmesi ve gerçeğe en yakın şekilde incelenebilmesi adına uygulama içerisinde oluşturulan dokunma hareketlerinin (tıklama ve sürükleme), ossa membri thoracici hariç, bütün modeller için kodlandığı ve işlevsel olduğu görüldü. Tıklama hareketleri ile model üzerindeki anatomik oluşumların seçilebildiği, sürükleme hareketi ile de her bir kemiğin 360°'lik açıyla incelenebildiği, kamera hareketleri ile de 360° yatay ve 180° dikey inceleme yapılabildiği gözlemlendi. Her bir kemik üzerinde kodlanmış olarak bulunan anatomik oluşumlar, gerek bulunduğu bölgenin gerekse “Buradan Seç” sekmesinde yer alan adının tıklanması suretiyle boyanarak, yaklaşık sınırları dahilinde görüntülendi.

Bu çalışmada geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulaması kullanımının, uygulamanın yüklendiği mobil cihazların ekran boyutu başta olmak üzere teknik özelliklerine ve kullanıldığı ortama bağlı olarak az çok farklılık gösterdiği gözlemlendi.

Oluşturulan tüm modellerde uygulama sorunsuz çalıştı ve kullanımında herhangi bir sorunla karşılaşılmadı.

Çalışmada ossa membri thoracici, scapula, humerus, skeleton antebrachii, ossa carpi, ossa metacarpi II-IV, phalanx proximalis, phalanx media ve phalanx distalis olmak üzere toplam dokuz adet görüntü ve bu görüntülerin her birisi için birer işaretleyici oluşturuldu.

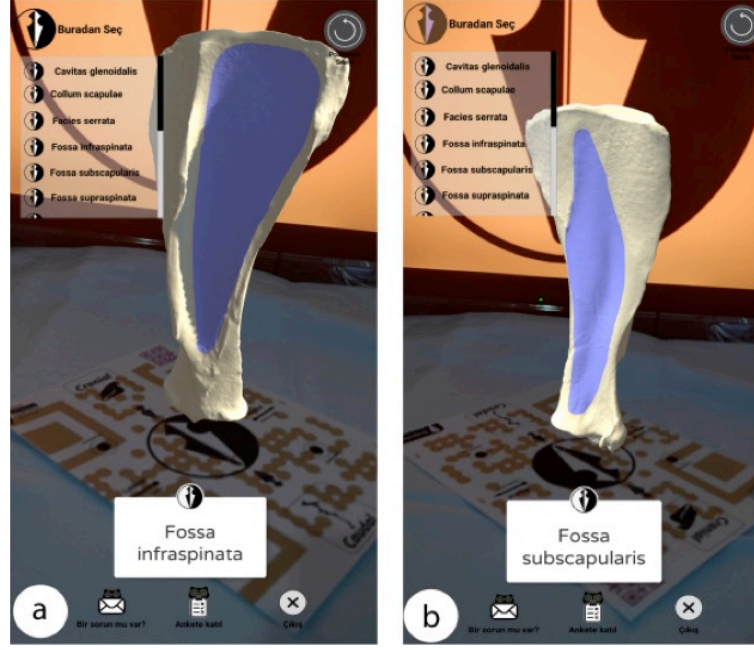
Çalışmada kullanılan kemiklere ait üç boyutlu tarama verilerinin, bilgisayar ortamında, normal duruş pozisyonlarına en yakın şekliyle bir araya getirilmeleriyle oluşturulan at ön bacak iskeleti (ossa membri thoracici) modeline ait işaretleyiciye, bu çalışmada geliştirilen mobil artırılmış gerçeklik uygulaması yüklenen android işletim sistemine sahip bir cep telefonu ya da tablet bilgisayar kamerası doğrultulduğunda; ön bacak iskeletinin bütün halde incelenebildiği bir görüntü elde edildi. Bu modelde, diğer sekiz kemik modeli görüntüsü ayrı ayrı kodlandı. Sadece bu model için dokunma hareketleri kodlanmadı (Resim 24).



Resim 24. Ossa Membri Thoracici Modeli
(a. Lateral'den görünüm, b. Medial'den görünüm).

Oluşturulan her bir kemik modeline ve bu modeller üzerinde kodlanan anatomik oluşumlara ilişkin aşağıdaki bulgular elde edildi.

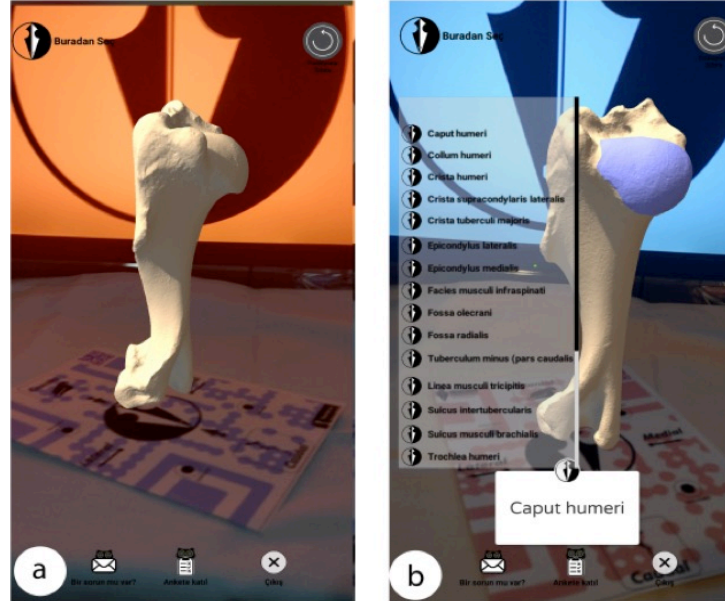
Scapula Modeli (Resim 25): Scapula modeli üzerindeki anatomik oluşumların gösterilebileceği en uygun pozisyon olan facies costalis [medialis] ve facies lateralis'ten görünümü esas alınarak yapılan iki yönlü tarama verilerinin birleştirilmesi ile elde edildi ve android işletim sistemine sahip mobil cihazlar tarafından üç boyutlu görüntülendi. Facies costalis [medialis] yönünden yapılan tarama ile biri angulus cranialis düzeyinde m. serratus ventralis cervicis'in origosunu ve diğeri angulus caudalis düzeyinde m. serratus ventralis thoracis'in origosunu oluşturan üçgen şeklindeki facies serrata'lar ile m. subscapularis'in origosunu oluşturan fossa subscapularis tüm detayları ile görüntülendi. Facies lateralis yönünden yapılan tarama ile ise; spina scapulae, tuber spinae scapulae, fossa supraspinata ve fossa infraspinata'nın ayrıntılı görüntüleri elde edildi. Her iki yönlü tarama verilerinin birleştirilmesiyle margo dorsalis, margo cranialis, margo caudalis, collum scapulae, incisura scapulae, cavitas glenoidalis, incisura glenoidalis, tuberculum supraglenoidale, processus coracoideus ve tuberculum infraglenoidale görünür hale geldi. Angulus cranialis, angulus caudalis ve angulus ventralis ise her iki tarama yönünden de görüntülendi. Böylece 360°'lik açıyla ve kodlanan dokunma hareketleri aracılığıyla görüntülenme ve isimlendirme olanağı sağlandı. Scapula modeli, ön bacak iskeletinin genel görünümünün elde edilmesi amacıyla humerus modeli ile birleştirildi.



Resim 25. Scapula Modeli

(a. Caudolateral'den görünüm, b. Craniomedial'den görünüm).

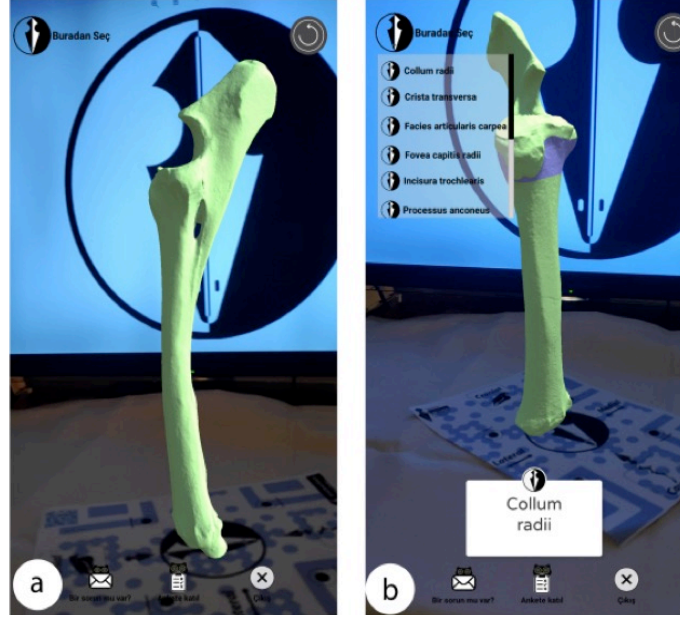
Humerus Modeli (Resim 26): Scapula'nın distalinde yer alan ve skeleton brachii'yi oluşturan, tek ve uzun bir kemik olan humerus'un facies cranialis ve facies caudalis'ten üç boyutlu taramaları yapıldı. Facies cranialis ve facies caudalis'ten yapılan çift yönlü tarama ile caput humeri, collum humeri, tuberculum majus'un pars cranialis ve pars caudalis'i, crista tuberculi majoris, tuberculum minus'un pars cranialis ve pars caudalis'i, crista tuberculi minoris, sulcus intertubercularis'ler, tuberculum intermedium, facies m. infraspinati, tuberositas teres minor, linea m. tricipitis, corpus humeri, crista humeri, tuberositas deltoidea, sulcus m. brachialis, tuberositas teres major, crista supracondylaris lateralis, condylus humeri, capitulum humeri, trochlea humeri, fossa olecrani, fossa coronoidea, fossa radialis, epicondylus medialis ve epicondylus lateralis'e ilişkin nokta bulutu verileri elde edildi. Her iki yönlü tarama ile elde edilen verilerin birleştirilmesi ile de humerus'un üç boyutlu modeli oluşturuldu. NAV (2017)'de yer alan humerus üzerindeki tüm anatomik oluşumların orijinaline yakın görüntüleri elde edildi. Humerus modeli de tıpkı scapula örneğinde olduğu gibi, büyütme-küçültme ve tıklama-sürükleme özelliğiyle, 360°'lik açıyla ayrıntılı olarak incelendi.



Resim 26. Humerus Modeli

(a. Lateral'den görünüm, b. Caudal'den görünüm).

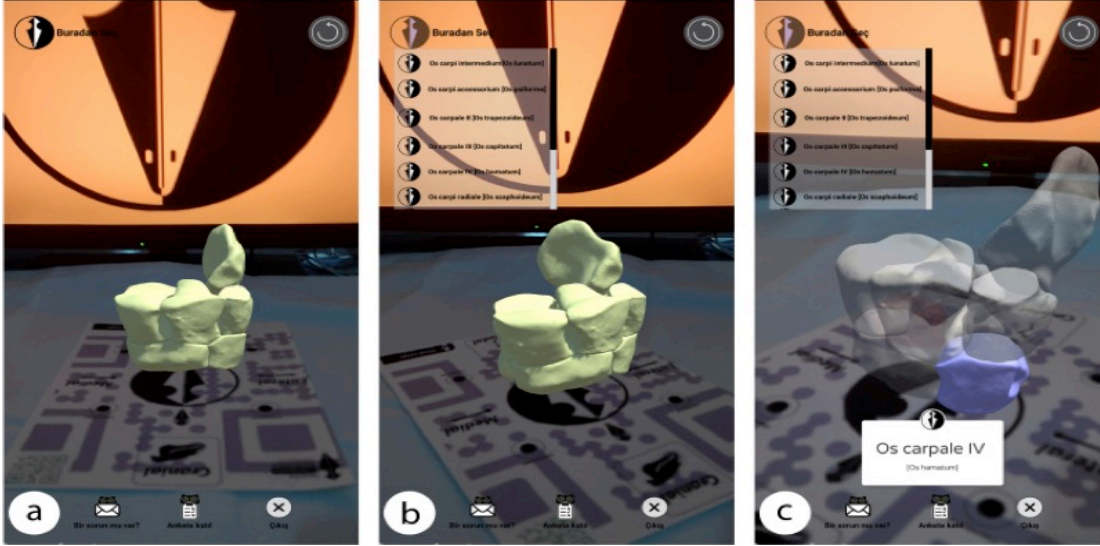
Skeleton Antebrachii Modeli (Resim 27): Skeleton antebrachii'yi oluşturan radius ve ulna kemikleri synostosis tarzında birleşip kaynaştıkları için birlikte tarandı. İki yönlü tarama işlemi facies medialis ve facies lateralis'ten gerçekleştirildi. Taramaların birleştirilmesiyle elde edilen üç boyutlu modelde radius'a ait; caput radii, fovea capitis radii, collum radii, tuberositas radii, corpus radii, crista transversa, margo medialis, margo lateralis, facies cranialis, facies caudalis, facies medialis, facies lateralis, trochlea radii, facies articularis carpea, processus styloideus medialis ve processus styloideus lateralis'in ayrıntılı olarak incelenmesi mümkün oldu. Ulna'ya ait ise; olecranon, tuber olecrani, processus anconeus [anconaeus], processus coronoideus medialis, processus coronoideus lateralis, corpus ulnae, facies lateralis, facies cranialis, facies medialis, margo lateralis, margo caudalis, margo medialis, caput ulnae, processus styloideus, facies articularis carpea net bir şekilde görüntülendi. Ayrıca radius ve ulna arasında atlarda sadece proksimalde bulunan spatium interosseum antebrachii proximale'nin görüntüsü de netti. Uygulamanın kullanımı esnasında herhangi bir sorunla karşılaşılmadı. Skeleton antebrachii modeli de, büyütme-küçültme ve tıklama-sürükleme özelliğiyle, 360°'lik açıyla ayrıntılı olarak incelendi.



Resim 27. Skeleton Antebrachii Modeli

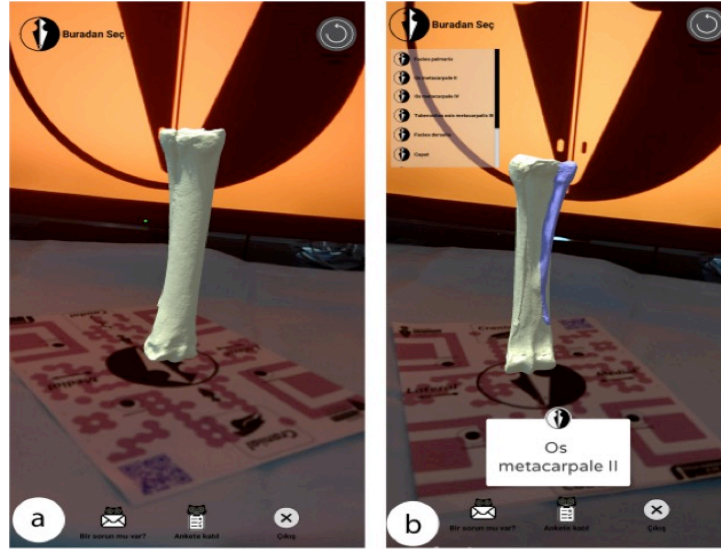
(a. Cranio-Lateral'den görünüm, b. Cranio-medial'den görünüm).

Ossa Carpi Modeli (Resim 28): Ossa carpi'yi oluşturan bütün kemikler tek tek cranial ve caudal yönlerden taranıp, birleştirme işlemi yapıldıktan sonra tamamlanan modeller Blender "v2.79" üzerinde eklem yüzleri birebir kenetlenerek şekilde birleştirildi. Birleştirme işlemi fiziksel numune üzerinden bütün kontrolleri yapılarak aslının birebir kopyası olacak şekilde ayarlandı (Resim 28/a) ve birleştirme işleminden sonra Unity 2019 1.10.f1 üzerinde dokunmatik işlemi, hareket, buton ve popup pencerelerinin kodlamaları yapıldı (Resim 28/b). Diğer modellerden farklı olarak ossa carpi'yi oluşturan bir kemiğin üzerine tıklanıldığında seçilen kemik hariç diğer kemiklerin opasitesi %70 oranında düşürülerek birbirleri ile yaptıkları eklemleşmenin görülmesini sağlayacak işlem kodlandı (Resim 28/c).



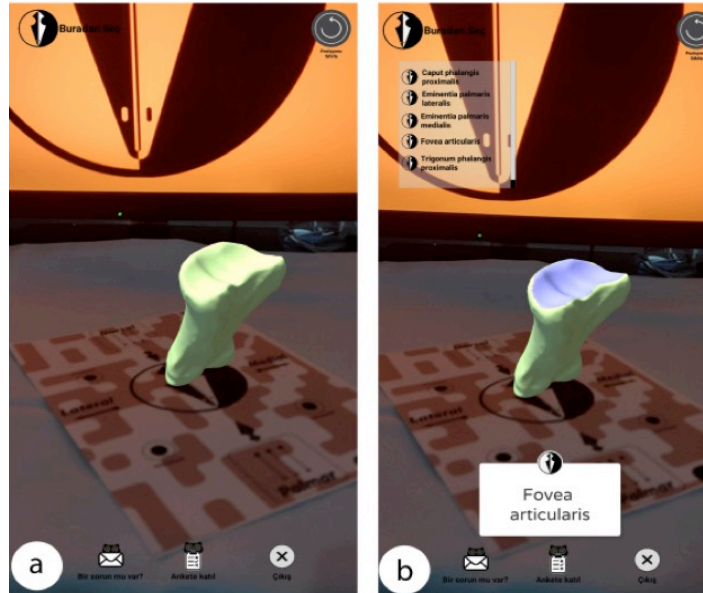
Resim 28. Ossa Carpi Modeli (a. Cranio-dorsal'den görünüm, b. Cranio-medial'den görünüm, c. Craniolateral'den düşük opasite görünümü).

Ossa Metecarpalia II-IV Modeli (Resim 29): Ossa metacarpalia II-IV kaynaşmış olduklarından birlikte taramaları yapılarak görüntülendi. Tarama işlemi dorsal ve palmar yönlerden yapıldı. Bu iki yönlü tarama verilerinin birleştirilmesi işlemi sonucunda oluşturulan ossa metacarpalia II-IV modelinde; basis, facies dorsalis, facies palmaris, os metacarpale II, os metacarpale IV, tuberositas osis metacarpale III'ün fiziksel numunenin birebir kopyası olacak şekilde görüntülenip, uygulamanın büyütme-küçültme ve tıklama-sürüklenme özelliğinden de yararlanarak, 360°'lik açıyla, üç boyutlu olarak detaylı incelenmesi sağlandı.



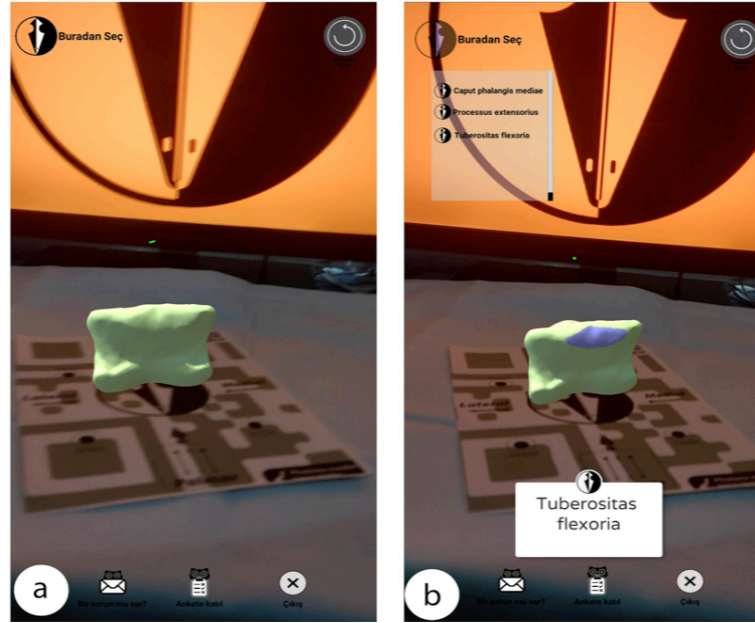
Resim 29. Ossa Metecarpalia II-IV Modeli
(a. Cranial'den görünüm, b. Caudal'den görünüm).

Phalanx Proximalis Modeli (Resim 30): Atın parmak kemiklerinden ilki olan phalanx proximalis cranial ve caudal yönlerden tarandı. Tarama sonucunda elde edilen üç boyutlu phalanx proximalis modeli üzerindeki anatomik oluşumlar (caput phalangis proximalis, eminentia palmaris lateralis, eminentia palmaris medialis ve fovea articularis) üç boyutlu görüntülenerek incelendi.



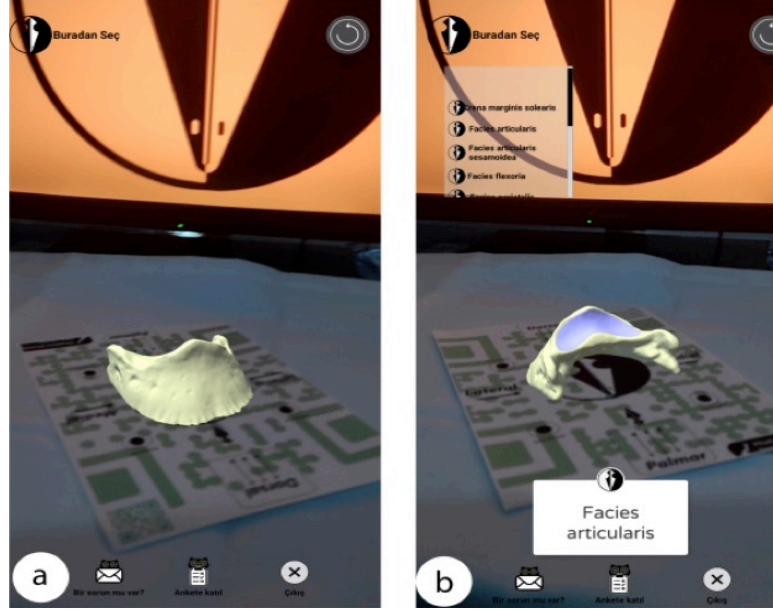
Resim 30. Phalanx Proximalis Modeli
(a. Caudodorsolateral'den görünüm, b. Fovea articularis).

Phalanx Media Modeli (Resim 31): Phalanx media'nın tarama işlemi dorsal ve ventral yönler üzerinden yapıldı. Tarama verilerinin birleştirilmesiyle oluşturulan phalanx media modeli üzerinde caput phalangis mediae, processus extensorius ve tuberositas flexoria adındaki anatomik oluşumların net bir şekilde görüntülenerek, üç boyutlu olarak incelenmesi gerçekleştirildi.



Resim 31. Phalanx Media Modeli (a. Caudal'den görünüm, b. Tuberositas flexoria).

Phalanx Distalis Modeli (Resim 32): Atın son parmak kemiği olan phalanx distalis'in cranial ve caudal yönlerden taraması yapıldı. Her iki yüz tarama verilerinin birleştirilmesiyle elde edilen dijital kopya üzerinde; crena margini solearis, facies articularis, facies articularis sesamoidea, facies flexoria, facies solearis, foramen processus palmaris lateralis, foramen processus palmaris medialis, foramen soleare laterale, foramen soleare mediale, margo coronalis, margo solearis, processus extensorius, processus palmaris lateralis, processus palmaris medialis, sulcus parietalis lateralis ve sulcus parietalis medialis adlı anatomik oluşumların net bir şekilde görülebildiği phalanx distalis modeli oluşturuldu. Artırılmış gerçeklik uygulaması aracılığıyla oluşturulan bu model, tıpkı diğer modeller gibi üç boyutlu olarak görüntülenip, büyütme-küçültme ve tıklama-sürükleme özelliğinden yararlanılarak, 360°'lik açıyla incelendi.



Resim 32. Phalanx Distalis Modeli (a. Cranial'den görünüm, b. Caudodorsal'den görünüm).

Bu tez çalışması kapsamında, tamamı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi 2019-2020 Eğitim-Öğretim yılı birinci sınıf öğrencisi olan 60 öğrencinin katılımı ile bir anket çalışması yapıldı. Ankete katılan öğrencilerin geribildirimleri online bir uygulama olan “Google Forms” aracılığıyla alındı. Anket sonuçları analiz edilerek; programlanmış olan artırılmış gerçeklik uygulamasının fayda, beklenti, öneri ve kullanıcı deneyimleri değerlendirildi.

Anket, Anatomi I dersi kapsamında at ön bacak kemikleri ile ilgili dersi almış, android işletim sistemi kullanan bir mobil cihaza (akıllı telefon ya da tablet bilgisayar) sahip, gönüllü katılım sağlayan, toplam 60 lisans öğrencisi tarafından yanıtlandı. Katılımcılara çalışmanın amacı, uygulanma biçimi ve yöntem dahil gerekli bilgilendirme ve uyarılar yapıldı. Etik konusunda azami duyarlılık gösterildi.

Bu anket çalışmasında, kapalı uçlu soru tiplerinin iki çeşidi olan “iki seçenekli yanıt” ve “ölçekli (dereceli) yanıt” sistemi kullanıldı. Katılımcılara üç bölümden oluşan toplam 23 soru yöneltildi.

Beş sorudan oluşan birinci bölümde; katılımcıların ankete katılım koşullarını sağlayıp sağlamadıklarına ilişkin sorulara yer verildi. Bu kapsamda; Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi lisans öğrencisi olma, Anatomi I dersi kapsamında “ön bacak kemikleri” konulu derse katılma ve “Spectre Anatomy Application” uygulamasını destekleyen ve sorunsuz çalıştırabilen android işletim sistemine sahip akıllı telefon ya da tablet bilgisayar

sahibi olma koşulu arandı. Tüm sorulara “Evet” yanıtı veren öğrencilerin bir sonraki bölüm sorusuna geçerek, ankete devam etmeleri istendi.

İkinci bölümde; uygulamanın sorunsuz kullanıldığı android işletim sistemli mobil cihazın türünü belirleyecek (akıllı telefon ya da tablet bilgisayar) tek bir soru yer aldı.

Üçüncü bölüm; beş seçenekten oluşan ölçekli (dereceli) yanıt sisteminin kullanıldığı toplam on altı sorudan (7.-22. değerlendirme soruları) ve bir açık uçlu değerlendirme talebinden (23.) oluştu. Bu son bölümde, katılımcıların bu tez kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulaması deneyimlerine ilişkin görüş ve değerlendirmeleri yer aldı. Anket sorularına verilen cevaplardan aşağıdaki bulgular elde edildi. Her bir soruya verilen cevaplar ayrı ayrı ve topluca değerlendirildi.

- Ankete katılan 60 öğrencinin tamamı Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi lisans öğrencisi olduğunu ve android işletim sistemli bir mobil cihaza sahip olduğunu bildirdi.

- Ankete katılan 60 öğrenciden sadece 2’sinin tablet bilgisayar, 58 öğrencinin ise cep telefonu kullandığı görüldü. Tablet bilgisayar kullanan 2 öğrenci de uygulamayı kullanırken sorun yaşadığını bildirdi; bunlardan 1’i değerlendirme sorularını cevaplarken, diğer 1’i değerlendirmeye katılmadı.

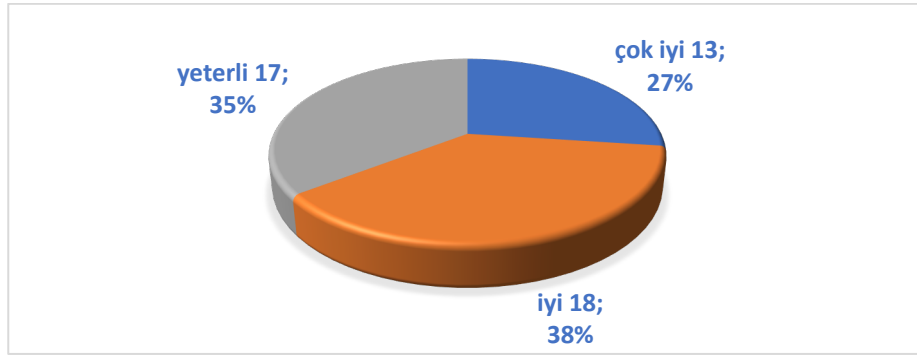
- Ankete katılan Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğrencisi 60 kişiden 12’si (%20) uygulamanın değerlendirilmesine ilişkin soruları cevaplamadı. Katılımcılardan 48’inin (%80) uygulama hakkındaki görüşleri alındı, bunlardan 10’u uygulamaya ilişkin eklemek istediği düşüncelerini de kısaca belirtti.

- Değerlendirme aşamasına katılmayan 12 öğrenciden 6’sı uygulamayı kullanırken sorun yaşadığını; 5’i cihazının uygulamayı desteklemediğini ve sorunsuz çalıştıramadığını; 1’i lisans programında yer alan Anatomi I dersinde verilen ön bacak kemikleri konulu derse katılmadığını, cihazının uygulamayı desteklemediğini ve sorunsuz çalıştıramadığını bildirdi; 1 öğrencinin ise lisans programında yer alan Anatomi I dersinde verilen ön bacak kemikleri konulu derse katıldığını, android işletim sistemli telefonunun uygulamayı desteklediğini ve uygulamayı sorunsuz çalıştırdığını bildirmesine rağmen değerlendirme sorularını cevaplamadığı görüldü.

- Değerlendirme aşamasına katılan 48 öğrenciden 34’ünün cep telefonu kullandığı ve ilk beş soruya evet diyerek değerlendirme sorularının tamamını cevapladığı, 2 öğrencinin bazı

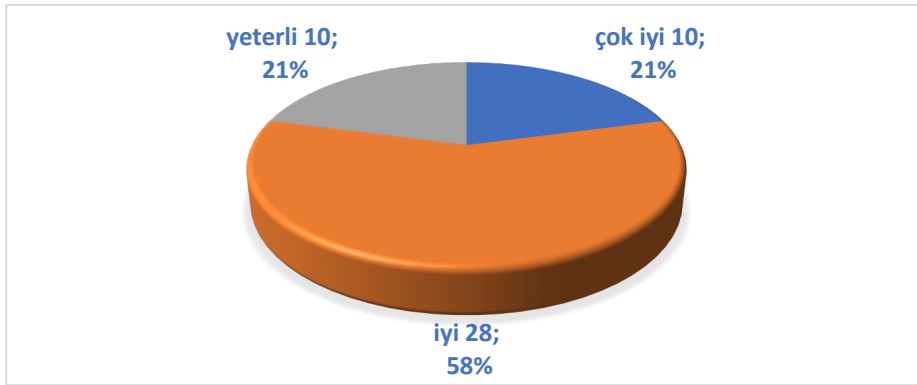
soruları yanıtı bırakığı tespit edildi. Değerlendirmeye katılan 7 öğrenci cihazının uygulamayı desteklemediğini ve sorunsuz çalıştırmadığını, 5 öğrenci ise cihazını sorunsuz çalıştırmadığını belirtmesine rağmen değerlendirme sorularını cevapladığı saptandı. Değerlendirme aşamasına katılan 48 öğrencinin tamamının görüşleri dikkate alınarak, değerlendirme sonuçları grafikler yardımıyla incelendi.

- Uygulamadaki kemik görüntülerinin netliğini katılımcılardan 17'si (%35) yeterli, 18'i (%38) iyi ve 13'ü (%27) çok iyi buldu. Kötü ya da çok kötü değerlendirmesinde bulunan olmadı (Şekil 6).



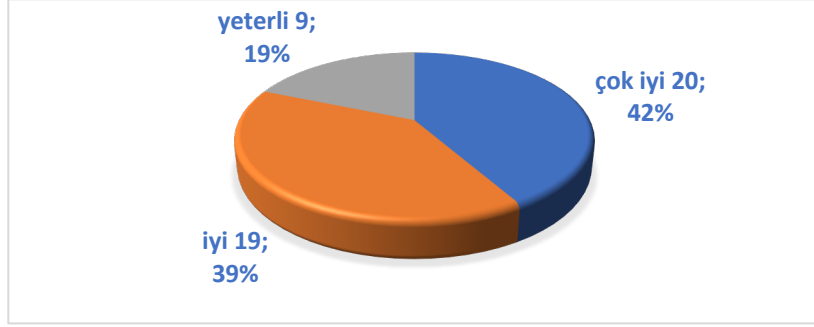
Şekil 6. Kemik Görüntülerinin Niteliği.

- Uygulamadaki kemik renklerinin orijinal kemik rengine uygunluğunu katılımcılardan 10'u (%21) yeterli, 28'i (%58) iyi ve 10'u (%21) çok iyi olarak değerlendirdi. Kötü ya da çok kötü değerlendirmesi yapan katılımcı olmadı (Şekil 7).



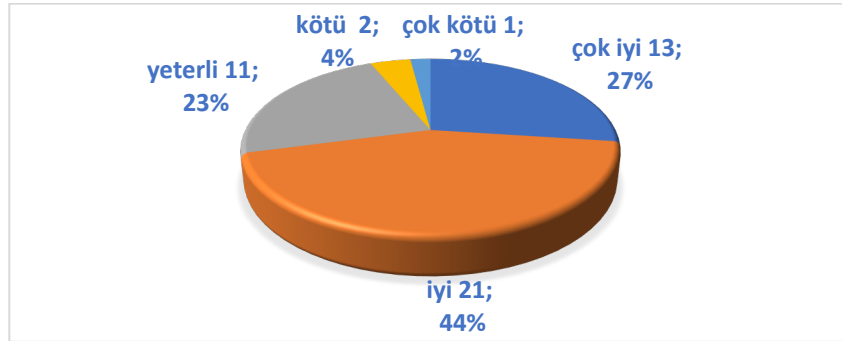
Şekil 7. Kemik renginin orijinal kemik rengine uygunluğu.

• Uygulamadaki kemik şekillerinin orijinal kemik şekline uygunluğu konusunda katılımcılardan 9'u (%19) yeterli, 19'u (%39) iyi ve 20'si (%42) çok iyi şeklinde görüş bildirdi. Kötü ya da çok kötü değerlendirmesi yapılmadı (Şekil 8).



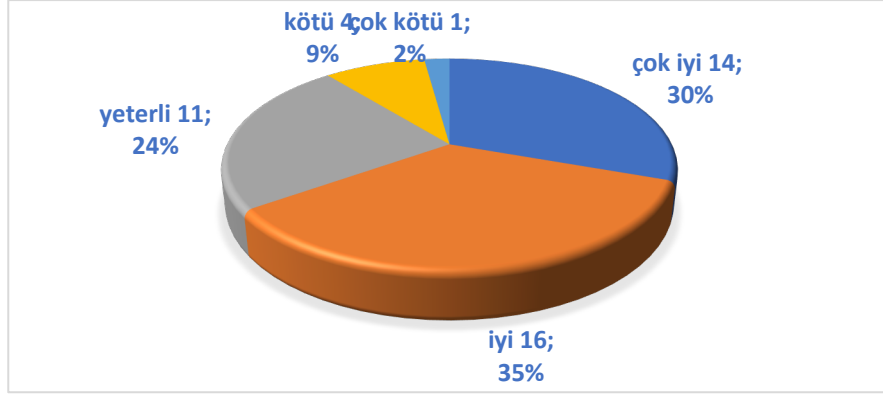
Şekil 8. Kemik şeklinin orijinal kemik şekline uygunluğu.

• Uygulamadaki kemikler üzerinde yer alan anatomik oluşumların görüntü netliği hakkında katılımcılardan 11'i (%23) yeterli, 21'i (%44) iyi, 13'ü (%27) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan sadece 2'si (%4) kötü ve 1'i (%2) de çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 9).



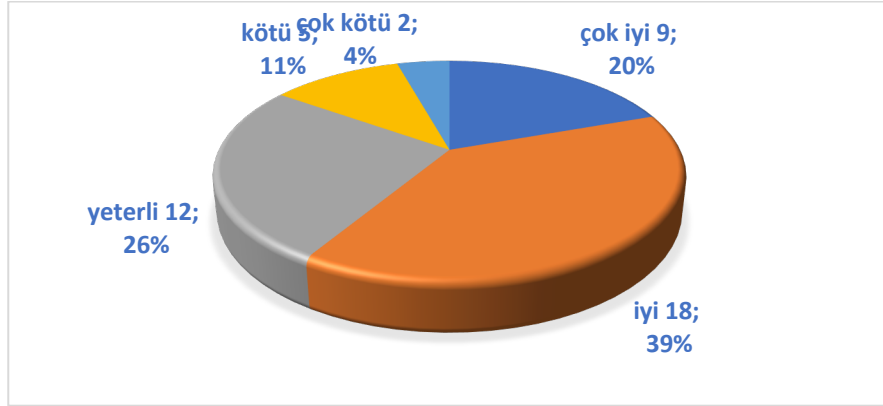
Şekil 9. Kemikler üzerindeki anatomik oluşumların görüntü netliği.

• Uygulamadaki kemiklerin 360 derecelik bir açıyla incelenme fonksiyonu hakkında 46 katılımcı görüş bildirdi, 2 katılımcı ise bu soruya yanıt vermedi. Katılımcılardan 11'i (%24) yeterli, 16'sı (%35) iyi, 14'ü (%30) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 4'ü (%9) kötü ve 1'i (%2) çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 10).



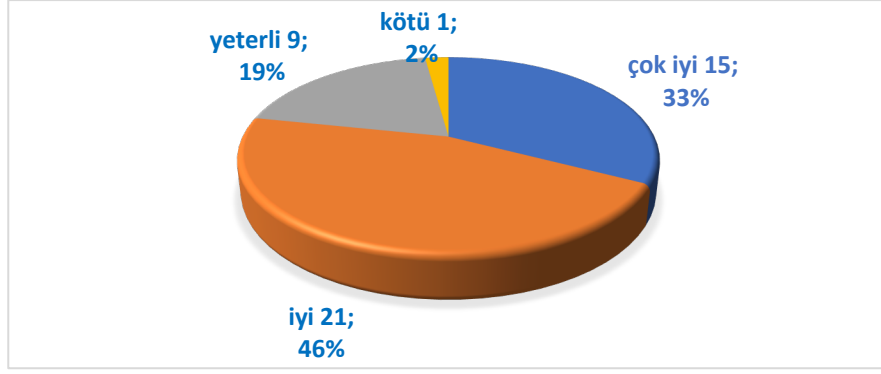
Şekil 10. 360 derecelik bir açıyla inceleme fonksiyonu.

• Uygulamanın büyütme fonksiyonu hakkında 46 katılımcı görüş bildirdi, 2 katılımcı ise bu soruya yanıt vermedi. Katılımcılardan 12'si (%26) yeterli, 18'i (%39) iyi, 9'u (%20) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 5'i (%11) kötü ve 2'si (%4) çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 11).



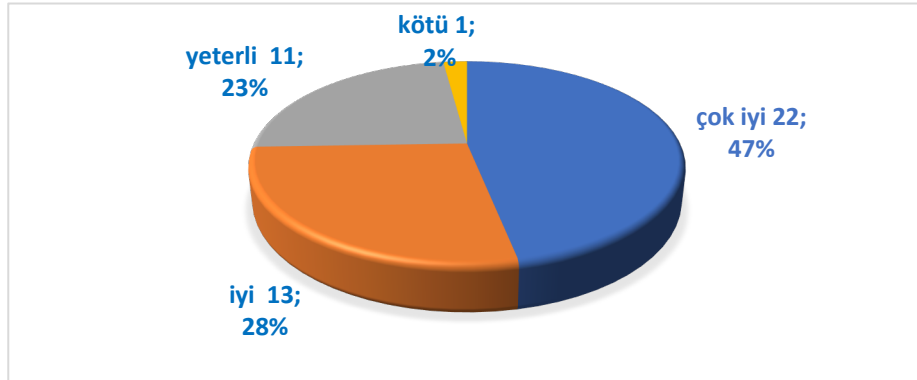
Şekil 11. Büyütme fonksiyonu.

• Seçilen anatomik terimlerin doğru işaretlenmesi hakkında 46 katılımcı görüş bildirdi, 2 katılımcı ise bu soruya yanıt vermedi. Katılımcılardan 9'u (%19) yeterli, 21'i (%46) iyi, 15'i (%33) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan sadece 1'i (%2) kötü bildirimde bulundu. Çok kötü değerlendirmesi olmadı (Şekil 12).



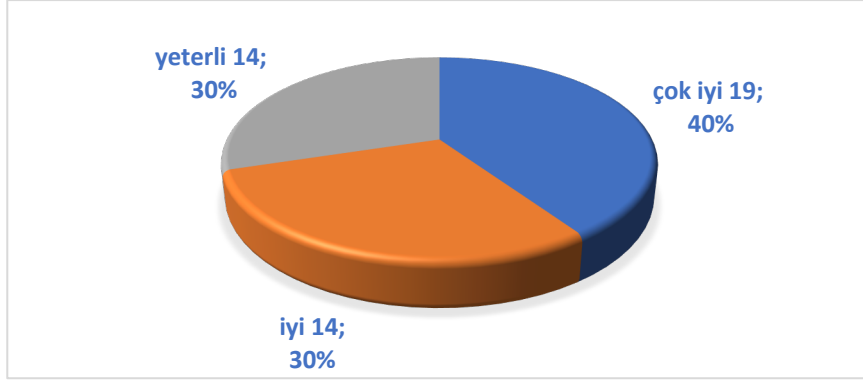
şekil 12. Seçilen anatomik terimlerin doğru işaretlenmesi.

- Seçilen her bir anatomik bölgenin doğru isimlendirilmesine dair 47 katılımcı görüş bildirdi, 1 katılımcı ise bu soruya yanıt vermedi. Katılımcılardan 11'i (%23) yeterli, 13' (%28) iyi, 22'si (%47) ok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 1'i (%2) kötü bildiriminde bulundu. Çok kötü değerlendirmesi olmadı (şekil 13).



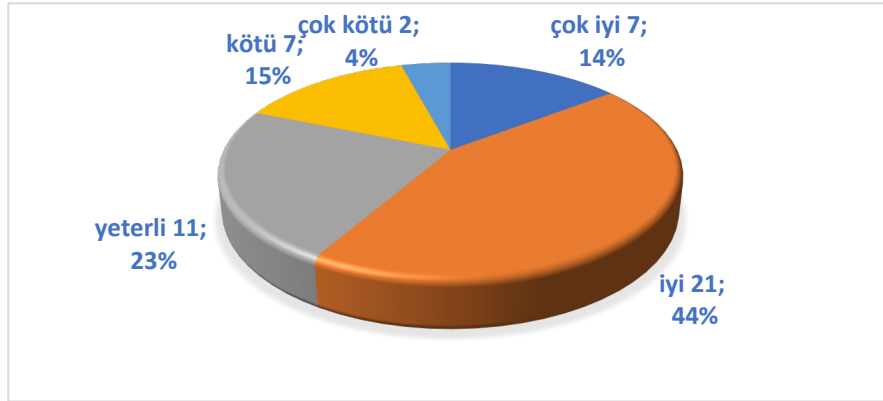
şekil 13. Seçilen her bir anatomik bölgenin doğru isimlendirilmesi.

- Anatomik oluşumların sınırlarının doğru işaretlenmesi hakkında 47 katılımcı görüş bildirdi, 1 katılımcı ise bu soruya yanıt vermedi. Katılımcılardan 14' (%30) yeterli, 14' (%30) iyi, 22'si (%40) ok iyi şeklinde görüş bildirdi. Kötü ve çok kötü değerlendirmesi yapılmadı (şekil 14).



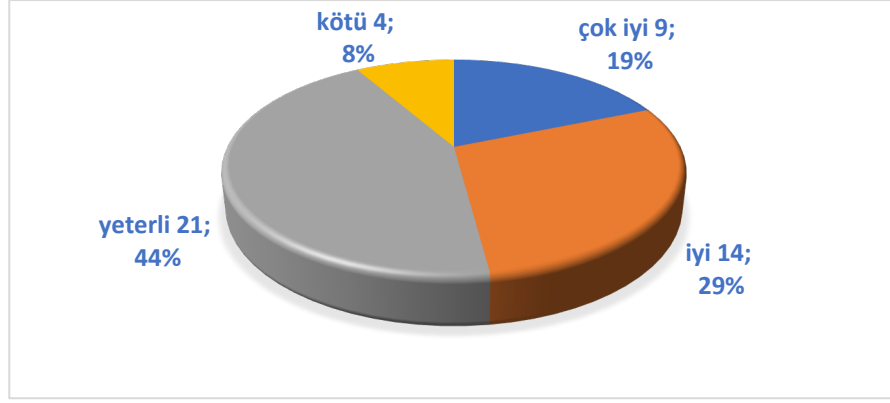
Şekil 14. Anatomik oluşumların sınırlarının doğru işaretlenmesi.

• Uygulamanın kullanım kolaylığı hakkında katılımcılardan 11'i (%23) yeterli, 21'i (%44) iyi, 7'si (%14) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 7'i (%15) kötü ve 2'si (%4) çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 15).



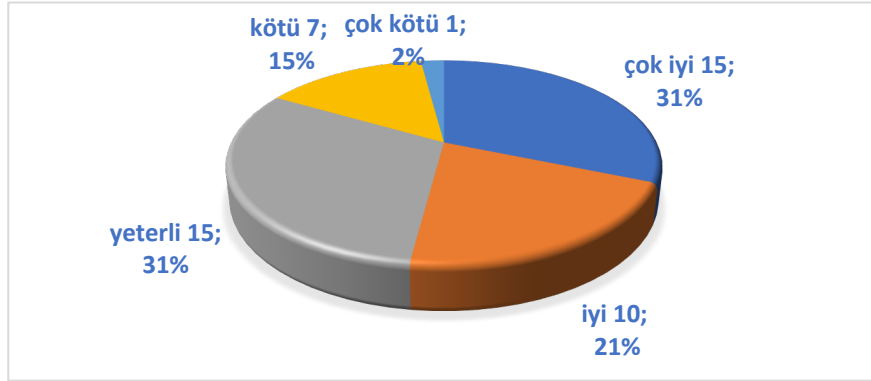
Şekil 15. Uygulamanın kullanım kolaylığı.

• Uygulamanın sorunsuz çalışması hakkında katılımcılardan 21'i (%44) yeterli, 14'ü (%29) iyi, 9'u (%19) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 4'ü (%8) kötü olduğunu bildirdi. Çok kötü değerlendirmesi olmadı (Şekil 16).



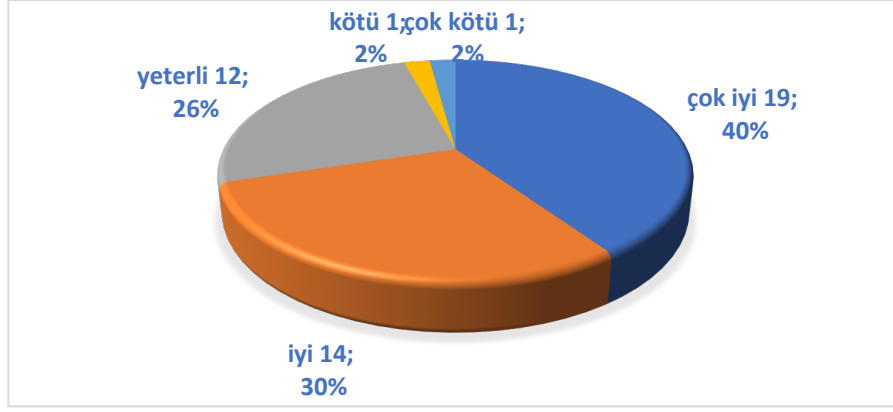
Şekil 16. Uygulamanın sorunsuz çalışması.

• Uygulamanın özel bir çalışma ortamı gerektirmemesine ilişkin olarak katılımcılardan 15'i (%31) yeterli, 10'u (%21) iyi, 15'i (%31) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 7'si (%15) kötü ve 1'i (%4) çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 17).



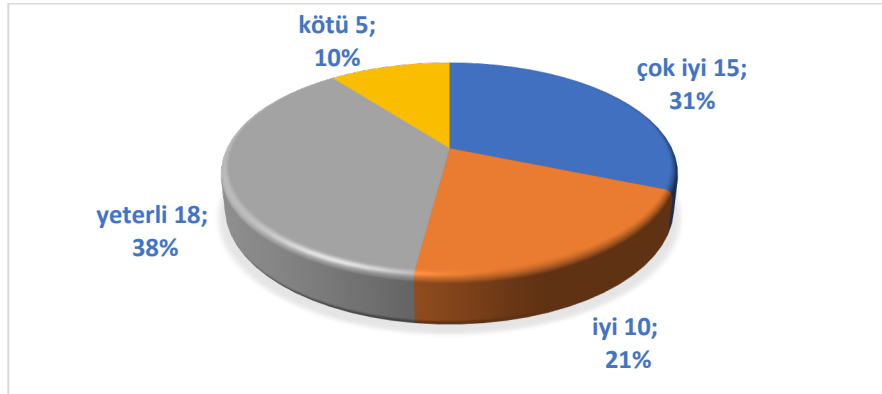
Şekil 17. Uygulamanın özel bir çalışma ortamı gerektirmemesi.

• Uygulamanın öğrenme etkinliğine olası katkısına ilişkin 47 katılımcı değerlendirmede bulundu, 1 katılımcı ise bu soruyu yanıtlamadı. Katılımcılardan 12'si (%26) yeterli, 14'ü (%30) iyi, 19'u (%40) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 1'i (%2) kötü ve 1'i (%2) çok kötü şeklinde geri bildirimde bulundu (Şekil 18).



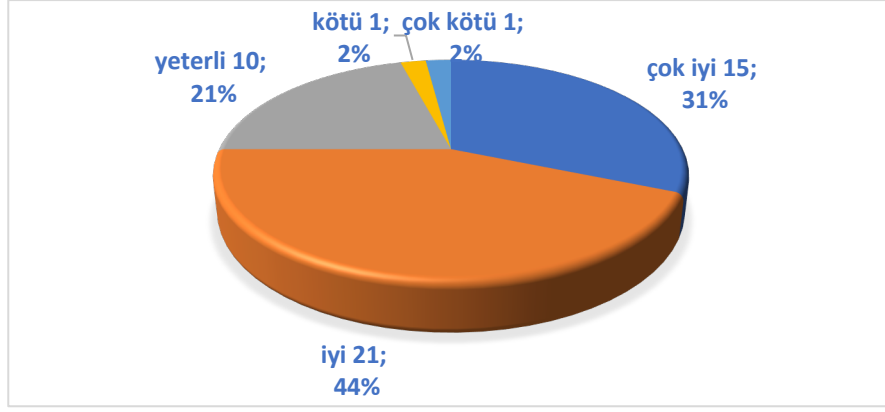
Şekil 18. Uygulamanın öğrenme etkinliğine olası katkısı.

• Uygulamanın kadavra ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak olması hakkında katılımcılardan 18'i (%38) yeterli, 10'u (%21) iyi, 15'i (%31) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 5'i (%10) kötü olduğunu bildirdi. Çok kötü değerlendirmesi olmadı (Şekil 19).



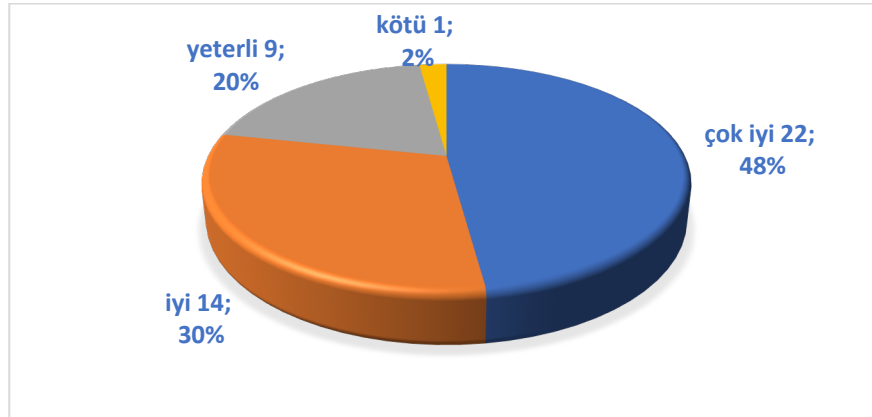
Şekil 19. Uygulamanın kadavra ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak olması.

• Uygulamanın öğrenci başarısına yapacağı katkı beklentisi hakkında katılımcılardan 10'u (%21) yeterli, 21'i (%44) iyi, 15'i (%31) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan 1'i (%2) kötü ve 1'i (%2) de çok kötü değerlendirmesi yaptı (Şekil 20).



Şekil 20. Uygulamanın öğrenci başarısına yapacağı katkı beklentisi.

• Bu ve benzeri uygulamalara olan talep beklentisi hakkında 46 katılımcı değerlendirmede bulundu, 2 katılımcı bu soruyu yanıtlamadı. Katılımcılardan 9'u (%20) yeterli, 14'ü (%30) iyi, 22'si (%48) çok iyi şeklinde görüş bildirirken; katılımcılardan sadece 1'i (%2) kötü olduğunu bildirdi. Çok kötü değerlendirmesi olmadı (Şekil 21).



Şekil 21. Bu ve benzeri uygulamalara olan talep beklentisi.

• Ankete katılan öğrencilerden 12'si "Eklemek istediğiniz düşüncenizi kısaca belirtiniz" talebine karşılık vermişler ve aşağıdaki gibi düşüncelerini ifade etmişlerdir:

- √ "*****"
- √ "Böylesine bir uygulama oluşturduğunuz için teşekkürler."
- √ "Beta sürümünde bir uygulama olmasına rağmen amacına uygun ve sorunsuz, çok beğendim. Lakin anketteki kadavra ihtiyacını azaltması yönündeki seçeneği kötü olarak işaretledim. Kadavralar bizim için pratikte çok önemli."

- √ “Herşey uygulama içinde olmalı karekod okutma uğraşıyor. Uygulama kemik kas deri ayrı sistematik uygulama için de olmalı karanlıkta filan çalışması kolay olur. Geliştirilmeli.”
- √ “Elinize sağlık.”
- √ “Emeğiniz için teşekkür eder başarılarınızın devamını dilerim.”
- √ “Uygulamanın optimizasyonu kötü kemikler takılarak hareket ettiriyor uygulamayı kitapçığa bakmadan kullanamıyorum kısaca tripod olmadan kullanması zor kemiği hareket ettirirken kontrolsüz bir şekilde dönüyor kamerasız sadece 3d modelleri inceleyebildiğimiz bir uygulama daha faydalı olur.”
- √ “Gayet güzel sadece kamerayla görselin açılma kısmı biraz sıkıntılı bence istediğimiz kemiğin üstüne bastığımız zaman açılması daha kullanışlı olur.”
- √ “Kemikler hep ortada olması sıkıntı çıkarıyor. Yaklaştırma olayı yetersiz kalıyor.”
- √ “Çok başarılı.”

5. TARTIŞMA

Artırılmış gerçeklik uygulamaları, yüklenmiş oldukları mobil cihazların işaretçi olarak tanımlanabilecek resimlere doğrultulmasıyla üç boyutlu bir görüntünün oluşmasını ve gerçek bir objeye yaklaşım uzaklaşılması hissini veren (Tülü ve Yılmaz, 2012), sanal ve gerçek görüntülerin birleşimden oluşan ve gerçek zamanlı çalışan bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Azuma, 1997; Azuma ve diğerleri, 2001; Yan ve Zhang, 2011; Tülü ve Yılmaz (2012); Lee ve diğerleri, 2013; Erbaş ve Demirel, 2014; Sural, 2017). Bu tez çalışması kapsamında araştırma materyalini oluşturan at sol ön bacak kemiklerinin her birine ait üç boyutlu görüntülerinin alınarak işlenmesi, 3D modellerin kullanıcı tarafından gerçeğe en yakın şekilde incelenebilmesi adına model üzerindeki anatomik oluşumların seçilebilmesi, 360 ° yatay ve 180 ° dikey inceleme yapılabilmesi ve gerçek objeye yaklaşım uzaklaşmış hissi vermesi gibi özellikleri dikkate alındığında; tasarlanan uygulamanın (Spectre Anatomy Application) literatürdeki artırılmış gerçeklik tanımına bire bir uygun olduğu görülmüştür.

Son yıllarda, bilgi işlem gücü ve hareketli kamera teknolojilerindeki ilerleme (Azuma ve diğerleri, 2001) ve mobil akıllı cihaz teknolojilerinin ucuzlaşarak yaygınlaşmasının (Güngör ve Kurt, 2014), mobil artırılmış gerçeklik sistemlerinin geliştirilmesine yönelik araştırmalara olan ilgiyi artırdığı (Azuma ve diğerleri, 2001; Yan ve Zhang, 2011; Tekdal ve Saygıner, 2016) ve bunun bir sonucu olarak günümüzde tablet bilgisayarlar ve akıllı telefonlarda kullanılabilir hale geldiği bildirilmektedir (Sural, 2017). Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulamasının asgari “Android 4.4 KitKat-Android 9.0 Pie” işletim sistemine sahip tablet bilgisayar ve akıllı telefonlarda çalıştığı; ankete katılan ve android işletim sistemli bir mobil cihaza sahip 60 öğrenciden 48’inin (%80) cihazının bu uygulamayı desteklediği ve akıllı telefon kullanımının tablet bilgisayarla kıyaslandığında bariz bir üstünlüğe sahip olduğu (2 tablet bilgisayar, 58 akıllı telefon) saptanmıştır. Anket sonucu, Hölleler ve Feiner (2004)’ın bilgisayarların gücü arttıkça ve boyutları küçüldükçe mobil artırılmış gerçekliğin bilgi işlem ana akımına ulaşarak sıradan hale gelmesiyle etkisinin büyük olacağı görüşünü teyit etmektedir.

Somyürek (2014); artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirmek için kullanılan çeşitli yazılımlardan birinin, oluşturulan barkodların web kamerasına gösterilmesi yoluyla bilgisayar ekranında üç boyutlu nesnelerin oluşturulabildiği yazılımlar olduğunu bildirmiştir. Bu tez

çalışmasında geliştirilen uygulama aynı prensiple oluşturulmuş, çalışmada kullanılan kemik materyallerin, tarama cihazının, bilgisayar programlarının ve yöntemin programın çalışması ve görüntü kalitesi bakımından uygun olduğu tespit edilmiş, uygulama yüklü cihazların kameralarının işaretçilere doğrultulmasıyla artırılmış gerçeklik uygulamasının aktif hale geldiği görülmüştür.

Arttırılmış gerçeklik teknolojisi 1990'lı yılların sonlarına doğru ayrı araştırma konusu haline gelmiş, Uluslararası Çalıştay ve Arttırılmış Gerçeklik Sempozyumu da dahil olmak üzere artırılmış gerçeklik konulu konferanslar başlamıştır (Azuma ve diğerleri, 2001). Günümüzde artırılmış gerçeklik teknolojileri; askeri (Woodman, 1989; Barrilleaux, 1999; Julier ve diğerleri, 2000; Jarrett, 2005; Yan ve Zhang, 2011; Jenkins ve Havig, 2015; Peddie, 2017) alan başta olmak üzere, kültür-sanat (Levoy, 1999; Wardrip-Fruin ve Montfort, 2003; Özbek ve diğerleri, 2004; Greenslade, 2011; Yan ve Zhang, 2011; Arles ve diğerleri, 2013; Peddie, 2017; Pandey ve diğerleri, 2020), spor (Demiris ve diğerleri, 2001), matematik-geometri (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003), mühendislik (Abulrub ve diğerleri, 2017), Mimari (Lin ve Hsu, 2017), bakım-onarım (Schwald ve De Laval, 2003), madencilik (Dukhan ve diğerleri, 2020), tıp (Kancherla ve diğerleri, 1995; Weghorst, 1997; De Buck ve diğerleri, 2005), veteriner hekimlik (Crossan ve diğerleri, 2000; Lee ve diğerleri, 2013) ve eğitim (Chen ve Zhang, 2010; Radu, 2012; Nincarean ve diğerleri, 2013; Bacca ve diğerleri, 2014; Radu, 2014; Akçayır ve Akçayır, 2017) alanlarında geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Türkiye’de artırılmış gerçeklik konusunda 2009-2018 yıllar arasında yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin içerik analizi yöntemiyle incelendiği bir çalışmada; artırılmış gerçeklik çalışmalarının 2013 yılından itibaren artış gösterdiği, 27 farklı üniversitede tez yürütüldüğü, tezlerin çoğunlukla Türkçe yayınlandığı, en fazla çalışmanın Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yapıldığı, tasarım tabanlı araştırma deseninin çoğunlukta olduğu, en çok çalışılan konu alanının “eğitim ve öğretim” ve en fazla incelenen değişkenin “akademik başarı” olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır (Sünger, 2019). Bir artırılmış gerçeklik uygulamasının oluşturulduğu ve bu uygulamaya ilişkin fayda, beklenti, öneri ve kullanıcı deneyimlerinin değerlendirildiği bu yüksek lisans tez çalışması ülkemizde veteriner anatomi eğitiminde kullanılmak üzere oluşturulmuş ilk artırılmış gerçeklik tezi olma özelliğini taşımaktadır.

Kaya ve Arıcan (2014); veteriner anatomisinin hayvan vücudunun şekil ve yapısını inceleyen bir bilim dalı olarak illüstrasyon yöntem ve tekniklerinden en çok yararlanan bilim dallarından biri olduğuna dikkat çekerek, güzel sanatlar eğitimi ve veteriner anatomi alanının birbirlerini beslediğini ve kendi içlerindeki gelişmeye katkı sağladıklarını ifade etmiştir. Bu

tez, Güzel Sanatlar Fakültesi Grafik Tasarım Bölümü lisans programı mezunu bir öğrenci tarafından veteriner anatomi alanında gerçekleştirilmiş disiplinler arası bir çalışma olup, her iki bilim alanına da katkı sunması beklenilmektedir.

Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamasının öğrenme üzerine etkisinin geleneksel yöntemle karşılaştırılarak değerlendirildiği araştırmaların (Olsson ve Salo 2011; Lee ve diğerleri 2013; Peker ve diğerleri, 2014; Song, 2014; Küçük ve diğerleri, 2015; Lin ve diğerleri, 2016) sayısı hızla artmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında tasarlanan artırılmış gerçeklik uygulaması; bir anket çalışması yapılarak, uygulama için oluşturulan modeller ve üzerinde işaretlenen anatomik oluşumlara ait görüntülerin netliği, rengi, şekli, fonksiyonu ve doğruluğu yanında kullanım kolaylığı, çalışma ortamı, öğrenme etkinliğine olası katkısı, kadavra ihtiyacını azaltma etkisi, başarı etkisi ve talep edilme gibi faktörler bakımından kullanıcıların görüşleri alınarak değerlendirilmiştir.

Bilimsel bir araştırmada kullanılan materyallerin/örneklerin teknik özellikleri, miktarları, kaynağı, hazırlama yöntemi, kimyasal ve fiziksel özellikleri, cins, tür, cinsiyet, genetik ve fizyolojik durumları hakkında bilgi verilmesinin çalışmanın güvenilirliği ve geçerliliği bakımından önemli olduğu bildirilmektedir (Day, 2000). Bu tez çalışmasının inceleme materyalini; Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Kemik Arşivinden temin edilen ve türünün tüm sabit anatomik özelliklerini taşıyan, herhangi bir patolojisi olmayan, sağlıklı, erişkin bir atın temsil özelliğine sahip sol ön bacak kemikleri oluşturmuştur.

Eğitimde öğrencilerin daha iyi anlamalarını sağlamak, daha eğlenceli ve çekici öğretim ortamları oluşturmak suretiyle motivasyonu artırmak (Kerawalla ve diğerleri, 2006; Büyükkara, 2011, Lee, 2012) için yeni ve etkili öğretim yöntemleri geliştirmek gerekmektedir (Akkağıt ve Tekin, 2012). Kullanılan özel öğretici programlar, simülasyonlar, alıştırmalar ve denemelerin (İpek, 2001) yanı sıra çok sayıda duyu organına hitap eden artırılmış gerçeklik uygulamalarının da kullanılması önerilmektedir (Krevelen ve Poelman, 2010; Lai ve Hsu, 2011; Luckin ve Fraser, 2011; Aslan ve Erdoğan, 2017; Sural, 2017). Artırılmış gerçeklik destekli laboratuvar uygulamalarının geleneksel yöntemlere göre öğrencilerin dikkat süresini uzattığı (Abdüsselam ve Karal, 2012), uzamsal becerilerini geliştirdiği (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003), konuları görselleştirerek daha kolay anlaşılmasını ve öğrenme sürecinden zevk alınmasını sağladığı, kendi öğrenme ortamlarını kontrol olanağı nedeniyle öz yeterliliklerini artırdığı ve bilgi işleme süreçlerini desteklediği (Somyürek, 2014) için daha başarılı olduğu kanaatine varılmakla birlikte, her iki yöntemin birlikte kullanılmasının daha

etkili olacağı da ifade edilmiştir (Büyükkara, 2011). Farklı engelleri ve özel ihtiyaçları olan çocukların eğitiminde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanımının öğrenme motivasyonu ve hayal kırıklığı toleransını artırabileceği de bildirilmiştir (Lin ve diğerleri, 2016). Bu tez kapsamında oluşturulan artırılmış gerçeklik uygulamasının değerlendirilmesine ilişkin anket sonucunda; uygulamanın hem öğrenme etkinliğine (%26 yeterli; %30 iyi; %40 çok iyi) hem de öğrenci başarısına (%21 yeterli, %44 iyi, %31) yapacağı katkı beklentisi katılımcıların %96'sı tarafından olumlu olarak değerlendirilmiştir. Çalışma bulguları literatürde ileri sürülen önermeleri büyük oranda destekler niteliktedir.

Artırılmış gerçeklik uygulamaları, invaziv olmayan görüntülemelerin kullanılıyor olması, cerrahi kesilerde ve biyopsi uygulamasında klavuzluk etme olanağı sunması (Azuma 1997), simülatörler oluşturulabilmesi (Crossan ve diğerleri, 2000; Lee ve diğerleri, 2013) ve potansiyel etik problemleri önleyebilecek olması (Ziv ve diğerleri, 2003) gibi özellikleri dolayısıyla, sağlık bilimleri alanında görselleştirme ve eğitime yardımcı olma amaçlı geniş bir uygulama alanına sahiptir. Bu tez çalışması kapsamında oluşturulan artırılmış gerçeklik uygulaması her ne kadar canlı olmayan organik materyaller kullanılarak gerçekleştirilmişse de canlı hayvanlardan noninvaziv olarak elde edilecek üç boyutlu tarama verilerinin işlenmesiyle oluşturulacak ve hayvan etiğine katkı sağlayacak daha ileri anatomik çalışmalar için öncülük etme potansiyeli taşımaktadır. Nitekim bu çalışmada uygulanan anket sonucunda; bu ve benzeri uygulamalara olan talep beklentisi katılımcılar tarafından %98 (%20 yeterli; %30 iyi; %48 çok iyi) olarak dile getirilmiştir.

Trelease (2002); anatomistlerin yüzyıllar boyunca kademeli olarak diseksiyon materyalleri, manuel illüstrasyonlar, renklendirmeler, mikroskoplar, kameralar, fotoğraflar ve dijital görüntüleme sistemlerini kullandıklarını, dijital bilgisayarların devrim niteliğindeki gelişiminden yararlanarak ve enformasyon bilimlerinin yeni yöntemlerini kullanarak bilim, tıp ve eğitime olağanüstü katkılarda bulduklarına işaret ederek görüntü işleme ve görselleştirme, sanal gerçeklik, modelleme, simülasyon vb. alanlarda uzmanlaşmalarının geleceği şekillendirecek yeni anatomistler için çok önemli olduğunu bildirmiştir. Bu tez çalışmasında tasarlanan artırılmış gerçeklik uygulaması Trelease (2002)'in işaret ettiği geleceği şekillendirecek anatomistlerin bilişim teknolojisindeki gelişmeler ışığında oluşturacağı yenilikçi araştırmalar zincirinin bir halkası olarak düşünülebilir.

Dokusal öğrenme deneyimi ile anatomik yapılara ve bunların karşılıklı ilişkilerine üç boyutlu bakış sağlaması gibi özellikleri nedeniyle, anatomi öğretiminde kadavra kullanımı önemli bir yer tutar (McLachlan ve diğerleri, 2004). Bununla birlikte, oldukça maliyetli oluşu

(Winkelmann, 2007) ve kullanımlarının sağlık açısından tehlikeler ve etik/yasal zorluklar oluşturabilmesi gibi birtakım dezavantajları olabilir (McLachlan, 2004). Hayvan etiği düzenlemeleri ve hayvanları koruma yasaları daha katı hale geldikçe, laboratuvar hayvanlarının kullanımı da daha kısıtlı hale gelmektedir (Scalese ve Issenbery, 2005). Artırılmış gerçeklik teknolojisi; 3D modeller oluşturularak, kullanıcıya dokunsal geribildirim gibi diğer duyuşsal deneyimler de sağlanarak anatomi eğitimi için ek bir öğretim yöntemi sunabilir (Kamphuis ve diğerleri, 2014). Bilgisayar destekli öğrenme; görsel anatomik bilgiyi ilginç şekillerde sunma özgürlüğü, ders hazırlamada zaman içinde daha az çaba, daha fazla esneklik, bilginin kullanıcı etkileşimli bir ortamda daha kolay yayılması, daha düşük maliyet ve azaltılmış diseksiyon laboratuvarı süresi gibi fırsatlar sunar (Paalman, 2000). Tıp, veteriner hekimliği ve diğer sağlık disiplinleri eğitiminde tüm öğrencilere yeteri kadar uygulama yaptırmaya olanağının sunulmaması sorunu sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve hologram teknikleri aracılığıyla ortadan kaldırılabılır. Artırılmış gerçeklik, canlı modellerde deneyimlemenin zor olduğu, hatta çevresel ve etik olarak mümkün olmayan deney, test gibi aktiviteleri sanal ortamda gerçekleştirip sonuçlarını görmek ve çıktılarını almak gibi olanaklar sunar (Aslan ve Erdoğan, 2017). Modern 3D rekonstrüksiyon ve görüntüleme yöntemleri, tıbbi uygulamalar sırasında, yaşayan hastaların özgün iç yapılarının diseksiyon sırasında gözlemlenenden daha üstün olabilecek görünümünü verir (McLachlan, 2004). Bu tez kapsamında oluşturulan artırılmış gerçeklik uygulamasının kadavra ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak olması fikri katılımcıların %96'sı tarafından (%38 yeterli; %21 iyi, %31 çok iyi) olumlu olarak değerlendirilmiştir. Katılımcılardan sadece %10'u kötü olduğunu bildirmiş, çok kötü değerlendirmesi olmamıştır. Yeterli değerlendirmesinin %38 olması yanında bir öğrencinin "Beta sürümünde bir uygulama olmasına rağmen amacına uygun ve sorunsuz, çok beğendim. Lakin anketteki kadavra ihtiyacını azaltması yönündeki seçeneği kötü olarak işaretledim. Kadavralar bizim için pratikte çok önemli." şeklindeki değerlendirmesi de dikkate alındığında artırılmış gerçeklik uygulamasının kadavra diseksiyonu ile birlikte kullanılmasının daha verimli olacağı şeklinde yorumlanabilir. Bu değerlendirme, Büyükkara (2011)'in artırılmış gerçeklik destekli öğretim uygulamalarının geleneksel yöntemlerle birlikte kullanılmasının daha verimli sonuç vereceği görüşünü desteklemektedir.

Mobil öğrenme, mobil teknoloji ürünü taşınabilir cihazlar aracılığı ile, zaman ve mekândan bağımsız olarak ders içeriğine erişmeyi sağlayan öğrenme etkinliği olarak adlandırılmaktadır (Traxler, 2007; Shih ve diğerleri, 2010; Bozkurt, 2015; Keskin ve Kılınç

2015). Bu tez kapsamında oluşturulan artırılmış gerçeklik uygulaması android işletim sistemine sahip cep telefonu ve tablet bilgisayarlar aracılığıyla zaman ve mekandan bağımsız öğrenme ortamı sağlaması özelliği ile bir mobil öğrenme aracı olarak kabul edilebilir niteliktedir.

Her yerde ve her ortamda çalışan artırılmış gerçeklik ekranlarının geliştirilmesiyle (Azuma, 1999); esnek bir öğrenme ortamı sağlaması (Oran ve Karadeniz, 2007; Traxler, 2007; Shih ve diğerleri, 2010; Bozkurt, 2015; Keskin ve Kılınç 2015; Küçük ve diğerleri, 2015; Aslan ve Erdoğan, 2017), kolay erişilebilirlik ve taşınabilirlik gibi özellikleri sayesinde, eğitim-öğretim ortamlarında mobil teknolojilerin kullanımına ilişkin çalışmalarda bir artış olmuştur (Tekdal ve Saygıner, 2016). Mobil telefonlar ve tabletler aracılığıyla üç boyutlu nesnelere daha interaktif hale getiren artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim amaçlı kullanılması öğrenciyi derse çeken (Tülü ve Yılmaz, 2012), eğitim ortamlarında öğrenmeyi ve başarıyı olumlu yönde etkileyen niteliktedir (Santos ve diğerleri, 2014). Küçük ve diğerleri (2015), tıp fakültesi öğrencilerinin anatomi eğitiminde mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanılması hakkındaki görüşlerinin olumlu olduğunu bildirmiştir. Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen anket sonucu; özel bir çalışma ortamı gerektirmemesi %83 (%31 yeterli; %21 iyi; %31 çok iyi), uygulamadaki kemik görüntülerinin netliği %100 (%35 yeterli; %38 iyi; %27 çok iyi), kemik renklerinin orijinal kemik rengine uygunluğu %100 (%21 yeterli; %58 iyi; %21 çok iyi), kemik şekillerinin orijinal kemik şekline uygunluğu %100 (%19 yeterli; %39 iyi; %42 çok iyi), kemik modeller üzerindeki anatomik oluşumların görüntü netliği %94 (%23 yeterli; %44 iyi; %27 çok iyi), 360 derecelik açıyla inceleme %89 (%24 yeterli; %35 iyi; %30 çok iyi), büyütme fonksiyonu %85 (%26 yeterli; %39 iyi; %20 çok iyi), anatomik terimlerin doğru işaretlenmesi %99 (%19 yeterli; %46 iyi; %33 çok iyi), seçilen anatomik bölgenin doğru işaretlenmesi %99 (%23 yeterli; %28 iyi; %47 çok iyi), sınırların doğru işaretlenmesi %100 (%30 yeterli; %30 iyi; %40 çok iyi), uygulama kolaylığı %81 (%23 yeterli; %44 iyi; %14 çok iyi) ve uygulamanın sorunsuz çalışması %92 (%44 yeterli; %29 iyi; %19 çok iyi) oranında uygulamanın olumlu olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Sınırlı da olsa özellikle uygulama kolaylığı (%19), uygulama ortamı (%17), büyütme fonksiyonu (%15), 360 derecelik açıyla inceleme (%11), uygulamanın sorunsuz çalışması (%8), anatomik oluşumların netliği (%6) konularındaki olumsuz görüşlerin; Krevelen ve Poelman (2010)'ın işaret ettiği mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının olumlu özellikleri yanında, artırılmış gerçekliğin açık alanda kullanımında görünüm, çözünürlük, derinlik, parlaklık, kontrast, görüş alanı ve odak derinliği gibi konularda pek çok teknik

sınırlamadan kaynaklanmış olabileceği kanaatine varılmıştır. Uygulamanın kullanıldığı mobil cihazların teknik özellikleri arasındaki farklılıkların da değerlendirme sonucuna etki etmiş olabileceği dūřünölmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasına ilişkin “sonuç” ve verilerin literatür bilgi ile birlikte değerlendirilmesiyle oluşan “öneriler” aşağıdaki gibi özetlenebilir:

6.1. Sonuç

Bu tez çalışması kapsamında bir ata ait sol ön bacak kemiklerinden üç boyutlu görüntüler alınarak işlenmiş ve asgari “Android 4.4 KitKat-Android 9.0 Pie” android işletim sistemine sahip mobil cihazlar için bir artırılmış gerçeklik uygulaması (Spectre Anatomy Application) tasarlanmıştır. Uygulama 9 adet kemik modelini içermektedir. Her bir kemik modeli için işaretçiler oluşturulmuştur. Uygulamanın yüklenmiş olduğu mobil cihazların işaretçilere doğrultulmasıyla; sanal ve gerçek görüntülerin birleşimden oluşan ve gerçek zamanlı çalışan üç boyutlu bir görüntünün oluştuğu görülmüştür. Anatomik oluşumların net bir biçimde görülebilmesi ve gerçeğe en yakın şekilde incelenebilmesi adına uygulama içerisinde dokunma hareketleri (tıklama ve sürüklenme) kodlanmıştır. Tıklama hareketleri ile model üzerindeki anatomik oluşumların seçilmesi, sürüklenme hareketi ile de her bir kemiğin 360°’lik açıyla incelenmesi, kamera hareketleri ile de 360° yatay ve 180° dikey inceleme yapılabilmesi sağlanmıştır. Her bir kemik üzerinde kodlanmış olarak bulunan anatomik oluşumlar, gerek bulunduğu bölgenin gerekse “Buradan Seç” sekmesinde yer alan adının tıklanması suretiyle boyanarak, yaklaşık sınırları dahilinde görüntülenebilmektedir. Bu çalışmada geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulaması kullanımının, uygulamanın yüklendiği mobil cihazların ekran boyutu başta olmak üzere teknik özelliklerine ve kullanıldığı ortama bağlı olarak az çok farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca, bir anket çalışması yapılarak, uygulama için oluşturulan modeller ve üzerinde işaretlenen anatomik oluşumlara ait görüntülerin netliği, rengi, şekli, fonksiyonu ve doğruluğu yanında kullanım kolaylığı, çalışma ortamı, öğrenme etkinliğine olası katkısı, kadavra ihtiyacını azaltma etkisi, başarı etkisi ve talep edilme gibi faktörler bakımından kullanıcıların görüşleri alınarak değerlendirilmiştir. Geliştirilen bu artırılmış gerçeklik uygulamasının, anatomik model gereksiniminin karşılanması ve hayvan etiği sorununun azaltılmasına katkı yanında

öğrencilere zaman ve mekan serbestliği, öğrenme kolaylığı ve motivasyon artışı sağlayarak veteriner anatomi eğitimine önemli katkıları olacağı kanaatine varılmıştır. Bir artırılmış gerçeklik uygulamasının oluşturulduğu ve bu uygulamaya ilişkin fayda, beklenti, öneri ve kullanıcı deneyimlerinin değerlendirildiği bu yüksek lisans tez çalışması, ülkemizde veteriner anatomi eğitiminde kullanılmak üzere oluşturulmuş ilk artırılmış gerçeklik tezi niteliğindedir.

6.2. Öneriler

Önerilerin temelini, eğitim amaçlı mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesi, yaygınlaştırılması ve öğretim ortamlarına entegre edilmesinin oluşturduğu düşünülmektedir. Bu amaçla; dünyada ve ülkemizde eğitime yön veren otoritelerin destekleyici bir tutum içinde olmaları büyük önem taşımaktadır. Amaç doğrultusunda verilecek destekler arasında; mevzuata ilişkin yasal düzenlemeler yapılması, artırılmış gerçeklik projelerinin öncelikli desteklenecek çalışmalar kapsamına alınması, proje destek fonlarına yeterli kaynak aktarılması, ilgili projelerde kullanılacak eğitime yönelik teknoloji ürünlerinin vergiden muaf tutulması sayılabilir. Üniversitelerin lisansüstü eğitim veren enstitü ve ARGE birimleri başta olmak üzere, tüm eğitim-öğretim kurumlarında artırılmış gerçeklik uygulamaları konusunda daha fazla bilimsel çalışma yapılması, sık sık kullanıcı anketleri uygulayarak teknolojik öğrenme ortamlarının geliştirilmesi yönündeki önerilerin değerlendirilmesi, eğitim kurumlarında mobil cihazların interaktif kullanımı ile geleneksel eğitimin desteklenmesi, mobil öğrenme ortamlarının internet tabanlı uzaktan eğitimde de kullanılması, artırılmış gerçeklik tasarımlarında algı ve benimseme süreçlerinin dikkate alınması, özellikle anatomi öğretiminde güvenli ve etik sorun oluşturmayan simülasyonlar ve anatomik modeller oluşturulması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M.S., Karal H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarısı üzerine etkisi: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170-181.
- Abulrub, A.G., Attridge, A.N., Williams, M. (2011). Virtual reality in engineering education: the future of creative learning. *International journal of emerging technologies in learning*, 6(4), 4-11. doi: 10.1109/EDUCON.2011.5773223
- Akçayır, M. ve Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. doi: 10.1016/j.edurev.2016.11.002
- Akkağıt, Ş. F., Tekin, A. (2012). Simülasyon Tabanlı Öğrenmenin Ortaöğretim Öğrencilerinin Temel Elektronik ve Ölçme Dersindeki Başarılarına Etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 13(2), 1-12.
- Altınpulluk, H. ve Kesim, M. (2015, Şubat 4-6). *Geçmişten günümüze artırılmış gerçeklik uygulamalarında gerçekleşen paradigma değişimleri* [Sözlü sunum]. XVII. Akademik Bilişim Kongresi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Arles, A., Clerc, P., Sarah, G., Téreygeol, F., Bonnamour, G., Heckes, J., Klein, A. (2013, September 2-6). *3D reconstruction and modelling of subterranean landscapes in collaborative mining archeology projects techniques, applications and experiences. International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences* [Conference presentation]. XXIV International CIPA Symposium, Strasbourg.
- Aslan, E., Erdoğan, S. (2017). 21. Yüzyılda Hekimlik Eğitimi: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik, Hologram. *Kocatepe Veterinary Journal*, 10(3), 204-212. DOI: 10.5578/kvj.57308
- Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. doi: 10.1162/pres.1997.6.4.355

- Azuma, R.T. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. Y. Ohta ve H. Tamura (Eds.), *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, (1. Bs., ss. 379-390). Springer-Verlag. ISBN 3-540-65623-5.
- Azuma, R.T. (2004). *Overview of augmented reality*. International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques ACM SIGGRAPH 2004 Course Notes, Los Angeles. doi: 10.1145/1103900.1103926
- Azuma, R.T., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47. doi: 10.1109/38.963459
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Journal Educational Technology and Society*, 17, 133-149. ISSN 1436-4522 (online) and 1176- 3647 (print).
- Bailiot, Y., Brown, D., Julier, S. (2001, October 8-9). *Authoring of physical models using mobile computers*. Proceedings Fifth International Symposium on Wearable Computers, 39-46, Zurich. doi:10.1109/ISWC.2001.962094
- Barrilleaux, J. (1999). *Experiences and observations in applying augmented reality to live training*. Proceedings of the The Virtual Worlds and Simulation Conference (San Francisco: Society for Computer Simulation International). <http://www.jmbaai.com/vwsim99/vwsim99.html> adresinden erişildi.
- Behringer, R. (2001). Augmented reality. *In book: Encyclopedia of Computer Science and Technology*, 45 (30), 45-57.
- Botella, C.M., Juan, M.C., Baños, R.M., Alcañiz, M., Guillén, V., Rey, B. (2005). Mixing realities? An application of augmented reality for the treatment of cockroach phobia. *Cyberpsychology and Behavior*, 8, 162–171. doi: 10.1089/cpb.2005.8.162
- Botella, C., Bretón-López, J., Quero, S., Baños, R.M., García-Palacios, A. (2010). Treating cockroach phobia with augmented reality. *Behavior Therapy*, 41(3), 401-413. doi: 10.1016/j.beth.2009.07.002
- Bozkurt, A. (2015). Mobil öğrenme: her zaman, her yerde kesintisiz öğrenme deneyimi. *AUAd*, 1(2), 65-81.
- Bretón-López, J., Quero, S., Botella, C., García-Palacios, A., Baños, R.M., ve Alcañiz, M. (2010). An augmented reality system validation for the treatment of cockroach phobia.

Cyberpsychology, *Behavior and Social Networking*, 13, 705-710. doi: 10.1089/cyber.2009.0170

- Büyükkara, S. (2011). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi ses ünitesinin bilgisayar simülasyonları ve animasyonları ile öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumu üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Caudell, T.P., Mizell, D.W. (1992, January 7-10,). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Proceedings of the Hawaii International Conference on Systems Science*, 659-669, Hawaii. doi: 10.1109/HICSS.1992.183317
- Chen, C. ve Zhang, j. (2010, July 9-11). *Design and realization of computer aided instruction platform based on augmented reality*. 2010 3rd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT), IEEE Press, 515-518, Chengdu, China. doi: 10.1109/ICCSIT.2010.5564883
- Chicchi Giglioli, I. A., Pallavicini, F., Pedroli, E., Serino, S., and Riva, G. (2015). Augmented reality: a brand new challenge for the assessment and treatment of psychological disorders. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, 862942, 1-13. doi: 10.1155/2015/862942
- Comeau, C.P. ve Bryan, J.S. (1961). Headsight television system provides remote surveillance. *Electronics*, 1961, 86-90. doi:10.7210/jrsj.10.655
- Crossan, A., Brewster, S.A., Glendye A.A. (2000, July, 6-7). *Horse ovary palpation simulator for veterinary training*. Proceedings of PURS 2000, 79-86, Zurich, Switzerland.
- Day, R. D. (2000). Bilimsel bir makale nasıl yazılır ve yayımlanır? Oryx Press.
- De Buck, S., Maes, F., Ector, J., Bogaert, J., Dymarkowski, S., Heidbuchel, H., Suetens, P. (2005). An augmented reality system for patient-specific guidance of cardiac catheter ablation procedures. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 24, 1512-1524. doi: 10.1109/TMI.2005.857661
- Demiris, A.M., Traka, M., Reusens, E., Walczak, K., Garcia, C., Klein, K., Malerczyk, C., Kerbirriou, P., Bouville, C., Boyle, E., Ioannidis, N. (2001, May 30-June 01). *Enhanced sports broadcasting by means of augmented reality in MPEG-4*. International Conference on Augmented, Virtual Environments and Three-Dimensional Imaging, 10-13, Mykonos.

- Dukhan, R., Eide, K., Gremeaux, L., Mirzai, A., Oldaeus, O., Torell, S. (2020). *Investigation of the potential of Augmented Reality technology for sustainable mines of the future. A qualitative study, development and demonstration of augmented reality applications.* Bachelor's thesis in Mechanical Engineering, Industrial Engineering and Management, and Automation and Mechatronics. Department Of Industrial And Materials Science Chalmers University of Technology Sweden 2020.
- Erbaş, Ç. ve Demirer, V. (2014). Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: google glass örneği. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 3(2), 8-16.
- Feiner, S. MacIntyre, B., Seligmann, D. (1993). Knowledge-based augmented reality. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 36 (7), 52-62. doi: 10.1145/159544.159587
- Feiner, S., MacIntyre, B., Höllerer, T., Webster, A. (1997). A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment. *Personal Technologies*, 1(4), 74-81. doi: 10.1007/BF01682023
- Greenslade, T.B. (2011). Pepper's Ghost. *The Physics Teacher*, 49 (6), 338-339. doi: 10.1119/1.3628254
- Guldberg, H. (2004). *Class divisions: Who benefits from the 'personalised learning' strategy of dividing school pupils into sub-sets?* <https://www.spiked-online.com/2004/07/21/class-divisions/> adresinden erişildi.
- Güngör, C. ve Kurt, M. (2014, April 23-25). *Mobil cihazlarda artırılmış gerçeklik algısının 3 boyutlu kırmızı-camgöbeği gözlükler ile artırılması.* 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference, 22, 1706-1709. Trabzon. <https://www.researchgate.net/publication/262011137> adresinden erişildi.
- Höllerer, T.H. ve Feiner S.K. (2004). Mobile augmented reality. H. Karimi ve A. Hamad (eds.), *Telegeoinformatics: Location-based computing and services*, (Chapter 9, ss. 1-39). Taylor and Francis Book Ltd., London. <https://sites.cs.ucsb.edu/~holl/pubs/hollerer-2004-tandf.pdf> adresinden erişildi.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (2017). *Nomina Anatomica Veterinaria*. 6th ed., Published by the Editorial Committee, Hannover (Germany), Gent (Belgium), Columbia, MO (U.S.A.), Rio de Janeiro (Brazil). http://www.wava-amav.org/downloads/nav_6_2017.zip adresinden erişildi.

- İpek, İ. (2001). *Bilgisayarla Öğretim: Tasarım, Geliştirme Ve Yöntemler*. Ankara: Feryal Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti.
- Jarrett, D. N. (2005). *Cockpit engineering*. Surrey: Ashgate/Taylor & Francis.
- Jenkins, J.C. ve Havig, P.R. (2015). An evaluation of latency in the f-35 joint strike fighter helmet mounted display. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 59 (1), 21-25. doi: 10.1177/0014013915591005
- Juan, M.C., Alcaniz, M., Monserrat, C., Botella, C., Baños, R.M., Guerrero, B. (2005). Using augmented reality to treat phobias. *IEEE Computer Graphics and Application*, 25, 31-37. doi: 10.1109/MCG.2005.143
- Julier, S., Lanzagorta, M., Baillet, Y., Rosenblum, L., Feiner, S., Höller, T. (2000, October 5-6). *Information filtering for mobile augmented reality*. Proceedings of the International Symposium Augmented Reality, IEEE CS Press, 3-11, Los Alamitos. doi: 10.1109/ISAR.2000.880917
- Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., Christoph, N. (2014). Augmented reality in medical education? *Perspectives on Medical Education*, 3, 300-311. doi: 10.1007/s40037-013-0107-7
- Kancherla, A.R., Rolland, J.P., Wright, D.L., Burdea, G.C. (1995, April 3-6). *A novel virtual reality tool for teaching dynamic 3D anatomy*. Proceedings of Computer Vision, Virtual Reality, and Robotics in Medicine '95, 163-169. Nice, France. doi: 10.1007/BFb0034944
- Kaufmann, H. ve Schmalstieg D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers and Graphics*, 27 (3), 339-345. doi: 10.1145/1242073.1242086
- Kerawalla, L., Luckin, R., Selijefot, S., Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10, 3-4, 163-174. doi: 10.1007/s10055-006-0036-4
- Keskin, N.Ö., KILINÇ, A.G.H. (2015). Mobil öğrenme uygulamalarına yönelik geliştirme platformlarının karşılaştırılması ve örnek uygulamalar. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(3), 68-90.
- Kim, J. (2015). The origin of the see-through graphical interface: World War II aircraft gunsights and the status of the material in early computer interface design.

Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies, 21 (2): 213–27. doi:10.1177/1354856514543249.

- Krevelen, D.W.F.V., Poelman, R.A (2010). Survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 2010, 9 (2), 1-20.
- Krueger, M.W., Gionfriddo, T., Hinrichsen, K. (1985, April 14-18). *VideoplacE: An artificial reality*. Proceedings of the CHI '85 Conference on Human Factors in Computing Systems. Association for Computing Machinery, 16(4), 35-40, doi: 10.1145/317456.317463
- Küçük, S., Kapakin, S., Gökteş, Y. (2015). Tıp fakültesi öğrencilerinin mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğrenimine yönelik görüşleri. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5(3), 316-323. DOI: 10.5961/jhes.2015.133
- Lai, Y.S. ve Hsu, J.M. (2011, September 16-18). *Development trend analysis of augmented reality system in educational applications*. International Conference on Electrical and Control Engineering. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 6527-6531. Yichang, China. doi: 10.1109/ICECENG.2011.6056941
- Lee. K. (2012). Augmented reality in education and training. *Techtrends*, 56 (2), 13-21. doi: 10.1007/s11528-012-0559-3
- Lee, S., Lee, J., Lee, A., Park, N., Lee, S., Song, S., Seo, A., Lee, H., Kim, J.I., Eoma, K. (2013). Augmented reality intravenous injection simulator based 3D medical imaging for veterinary medicine. *The Veterinary Journal*, 196, 197-202. doi: 10.1016/j.tvjl.2012.09.015
- Levoy, M. (1999, March 22-26). The digital michelangelo project: Creating a 3D archive of his sculpture using laser scanning. *Proceedings of Electronic Imaging and the Visual Arts*, Florence. <http://www-graphics.stanford.edu/papers/digmich-eva99/> adresinden erişildi.
- Lin, C., Chai, H., Wang, J., Chen, C., Liu, Y., Chen, C., Lin, C., Huang, Y. (2016). Augmented reality in educational activities for children with disabilities. *Displays*, 42, 51–54. doi: 10.1016/j.displa.2015.02.004
- Lin, C.H., ve Hsu, P.H. (2017). *Integrating procedural modelling process and immersive VR environment for architectural design education*. Materials Science, Engineering and

Chemistry (MATEC) Web of Conferences, 104. doi: 10.1051/mateconf/201710403007

- Luckin, R. ve Fraser, D.S. (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3 (5), 510-524. doi: 10.1504/ijtel.2011.042102
- McLachlan, J.C. (2004). New path for teaching anatomy: living anatomy and medical imaging vs. dissection. *Anatomical Record Part B The New Anatomist*, 281, 4-5. doi: 10.1002/ar.b.20040
- McLachlan, J.C., Bligh, J., Bradley, P., Searle, J. (2004). Teaching anatomy without cadavers. *Medical Education*, 38 (4), 418–24. doi: 10.1046/j.1365-2923.2004.01795.x
- Möhring, M., Lessig, C., Bimber, O. (2004). *Video see-through AR on consumer cell-phones*. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR '04), Institute of Electrical and Electronics Engineers, 252– 253. doi: 10.1109/ISMAR.2004.63
- Nincarean, D., Alia, M.B., Halim, N.D.A., Rahman, M.H.A. (2013). Mobile augmented reality: The potential for education. *Procedia Social and Behaviour Science*, 103, 657–664. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.10.385
- Olsson, T. ve Salo, M. (2011, October 26-29). *Online User Survey on Current Mobile Augmented Reality Applications*. 10th Institute of Electrical and Electronics Engineers International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 75-84. doi: 10.1109/ISMAR.2011.6092372
- Oran, K. M., Karadeniz, Ş. (2007, 31 January-02 February). İnternet tabanlı uzaktan eğitimde mobil öğrenmenin rolü. *Academic Bilişim'07 - IX. Academic Computing Conference Proceedings*, Dumlupınar University, Kütahya.
- Özbek, C.S., Giesler, B., Dillmann, R. (2004). Jedi training: Playful evaluation of head-mounted augmented reality display systems. *The International Society for Optical Engineering*, 5291, 454–463. doi: 10.1117/12.527945
- Paalman, M.H. (2000). New frontiers in anatomy education. *Anatomical Record*, 261(2), 47-47. doi:10.1002/(SICI)1097-0185(20000415)261:2%3C47::AID-AR1%3E3.0.CO;2-5
- Pandey, H., Maurya, A., Prajapati, R., Pandey, A., Nagve, V. (2020). Augmented reality in agriculture. https://easychair.org/publications/preprint_download/BXf9 adresinden erişildi.

- Park, S.Y., Nam, M.W., Cha, S.B. (2012). University students' behavioral intention to use mobile learning: Evaluating the technology acceptance model. *British journal of educational technology*, 43(4), 592-605.
- Peddie, J. (2017). *Augmented reality: Where we will all live*. Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-54502-8
- Peker, T., Gülekon, İ.N., Özkan, S., Anıl, A., Turgut, H.B. (2014). Karmaşık anatomik yapıların üç boyutlu anaglif stereo yöntemi kullanılarak öğrencilere anlatılması ve bunun geleneksel iki boyutlu ders anlatımı ile karşılaştırılması. *Acta Odontologica Turcica*, 31 (2), 80-83. doi: 10.17214/aot.06914
- Radu, I. (2012). *Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality*. International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 313–314. doi: 10.1109/ISMAR.2012.6402590
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personel and Ubiquitous Computing*, 18, 1533–1543. doi: 10.1007/s00779-013-0747-y
- Rhode, J. (2012). *Learning in the 21st century: Mobile devices + social media = personalized learning*. <http://www.jasonrhode.com/learning21stcentury> adresinden erişildi.
- Scalese, R.J. ve Issenbery, S. (2005). Effective use of simulations for the teaching and acquisition of veterinary professional and clinical skills. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32, 461–467. doi: 10.3138/jvme.32.4.461
- Schwald, B. ve De Laval, B. (2003, February 3-7). An augmented reality system for training and assistance to maintenance in the industrial context. *WSSCG'2003, Plzen. Journal of International Conference in Central Europe on Computer Graphics and Visualization*, 11(1). <https://dSPACE5.zcu.cz/bitstream/11025/1662/1/I23.pdf> adresinden erişildi.
- Shelton, B.E. ve Hedley, N.R. (2002, September 29). Using augmented reality for teaching earthsun relationship to undergraduate geography students. The First Institute of Electrical and Electronics Engineers International Augmented Reality Toolkit Workshop, 1-8, Darmstadt. doi: 10.1109/ART.2002.1106948

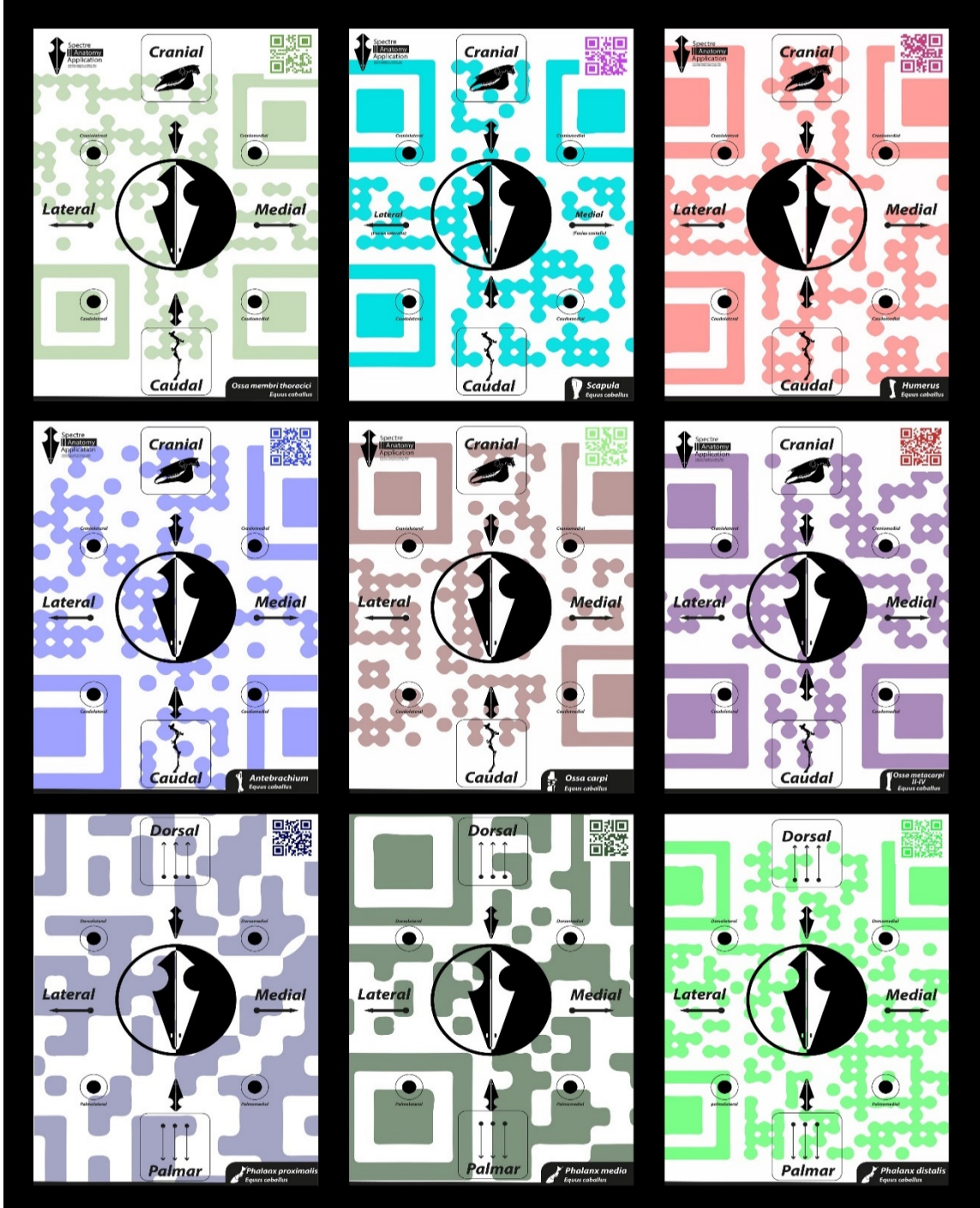
- Shih, J.L., Chuang, C.W., & Hwang, G.J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(4), 50-62.
- Santos, M.E.C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Learning Technologies*, 7 (1), 38-56. doi: 10.1109/TLT.2013.37
- Sielhorst, T., Obst, T., Burgkart, R., Riener, R., Navab, N. (2004). An augmented reality delivery simulator for medical training. International Workshop on Augmented environments for Medical Imaging and Computer-aided Surgery (AMI-ARCS), 11-20. https://www.researchgate.net/publication/228819734_An_augmented_reality_delivery_simulator_for_medical_training adresinden erişildi.
- Somyürek, S. (2014). Sanal gerçeklik ile z kuşağının dikkatini çekmek. *Educational Technology Theory and Practice*, 1 (4), 63-80. doi: <https://doi.org/10.17943/etku.88319>
- Son, Y., Yeom, J., Choi, K.S. (2019, October). Design of an IMU-independent Posture Recognition Processing Unit for Head Mounted Devices. In *2019 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)* (pp. 237-241). IEEE. doi: 10.1109/ICTC46691.2019.893994
- Song, Y. (2014). “Bring Your Own Device (BYOD)” for seamless science inquiry in a primary school. *Computers & Education*, 74, 50-60.
- Sural, İ. (2017). Mobile augmented reality applications in Education. doi: 10.4018/978-1-5225-2110-5.ch010
- Sutherland, I. (1965). The ultimate display. *Proceedings of the International Federation of Information Processing Congress*, 2, 506-508.
- Sutherland I. (1968, December, 9-18). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings Fall Joint Computer Conference*, 757-764. doi: 10.1145/1476589.1476686
- Sünger, İ. (2019). *Artırılmış Gerçeklik Kavramı Üzerine İçerik Analizi Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

- Tekdal, M. ve Saygıner, Ş. (2016). Eğitsel Anlamda Artırılmış Gerçeklik Kullanımı: Bir İçerik Analizi Çalışması, 10.Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu.
- Traxler, J. (2005). Defining mobile learning. In Isaias P, Borg C.
- Trelease, R.B. (2002). Anatomical informatics: Millennial perspectives on a newer frontier. *Anatomical Record*, 269 (5), 224-235. doi: 10.1002/ar.10177
- Tülü, M. ve Yılmaz, M. (2012, Şubat 1-3). *IPhone ile arttırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında kullanılması*. Akademik Bilişim'12 - XIV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri, 183-186. https://ab.org.tr/ab12/kitap/tulu_yilmaz_AB12.pdf adresinden erişildi.
- Türk Kaya, S., Arıcan, İ. (2014). Veteriner anatomi'de bilgisayar destekli illüstrasyon uygulamaları. *Uludag Univ J Fac Vet Med*, 33 (1-2): 49-55. DOI: 10.30782/uluvfd.384775
- Wardrip-Fruin, N., Montfort, N. (2003). *New Media Reader*. MIT press, Cambridge/Mass.. London: The MIT Press., ISBN 0-262- 23227-8.
- Weghorst, S. (1997). Augmented reality and parkinson's disease. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 40 (8), 47-48. doi: 10.1145/257874.257884
- Wikitude Blog (2021). www.wikitude.com adresinden erişildi.
- Winkelmann, A. (2007). Anatomical dissection as a teaching method in medical school: A review of the evidence. *Medical Education*, 41(1), 15–22. doi: 10.1111/j.1365-2929.2006.02625.x
- Woodman, H. (1989). *Early aircraft armament: The aeroplane and the gun up to 1918*. Weidenfeld Military, London.
- Wrzesien, M., Burkhardt, J.M., Alcañiz, M., and Botella, C. (2011a). How technology influences the therapeutic process: a comparative field evaluation of augmented reality and in vivo exposure therapy for phobia of small animals. *Human Computer Interaction*, 2011, 523–540. doi: 10.1007/978-3-642-23774-4_43

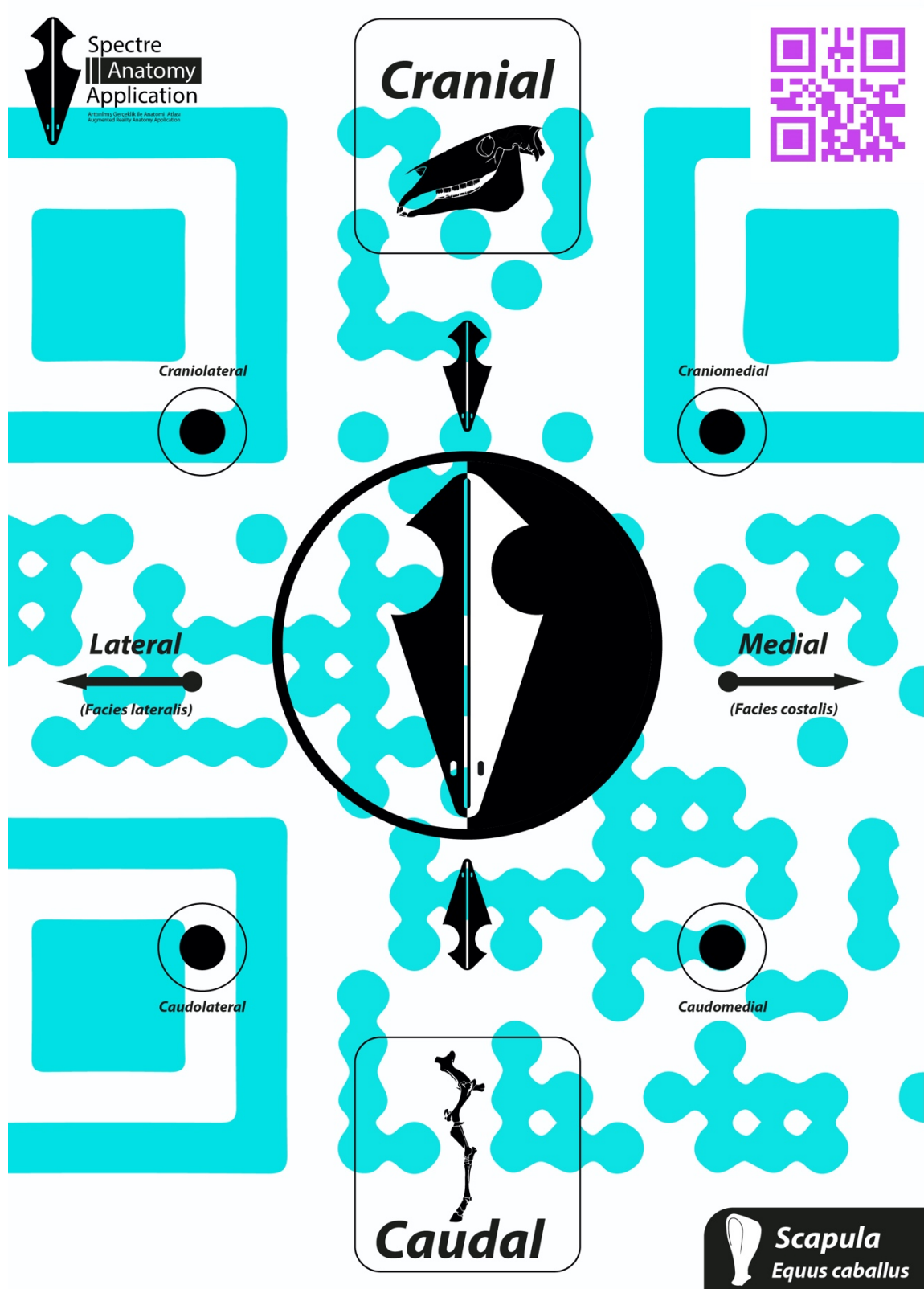
- Wrzesien, M., Burkhardt, J. M., Alcañiz Raya, M., Botella, C. (2011b, May 7-12). *Mixing psychology and HCI in evaluation of augmented reality mental health technology*. CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Vancouver. 2119–2124. doi: 10.1145/1979742.1979898
- Wrzesien, M., Alcañiz, M., Botella, C., Burkhardt, J. M., Bretón-López, J., Ortega, M., Brotons, D.B. (2013). The therapeutic lamp: treating small-animal phobias. *IEEE Comput. Graph. Appl.* 33, 80–86. doi: 10.1109/MCG.2013.12.
- Yan, Y., Zhang, X. (2011, August 19-22). Research and analysis of the virtual reality with FLARToolKit. International Conference on Mechatronic Science, Electric Engineering and Computer, Jilin, China. doi: 10.1109/MEC.2011.6025786
- Ziv, A., Wolpe, P.R., Small, S.D., Glick, S. (2003). Simulation-based medical education: An ethical imperative. *Academic Medicine*, 78, 783–788. https://desarrollodocente.uc.cl/wp-content/uploads/2020/03/SBMedical_Education_Ethical.pdf adresinden erişildi.
- Zhu, W., Owen, C.B., Li, H., Lee, J. (2004). Personalized in-store e-commerce with the PromoPad: An augmented reality shopping assistant. *Electronic Journal for Ecommerce Tools and Applications*, 1(3), 1-19. doi: 10.1.1.83.8198&rep=rep1&type=pdfa

EKLER

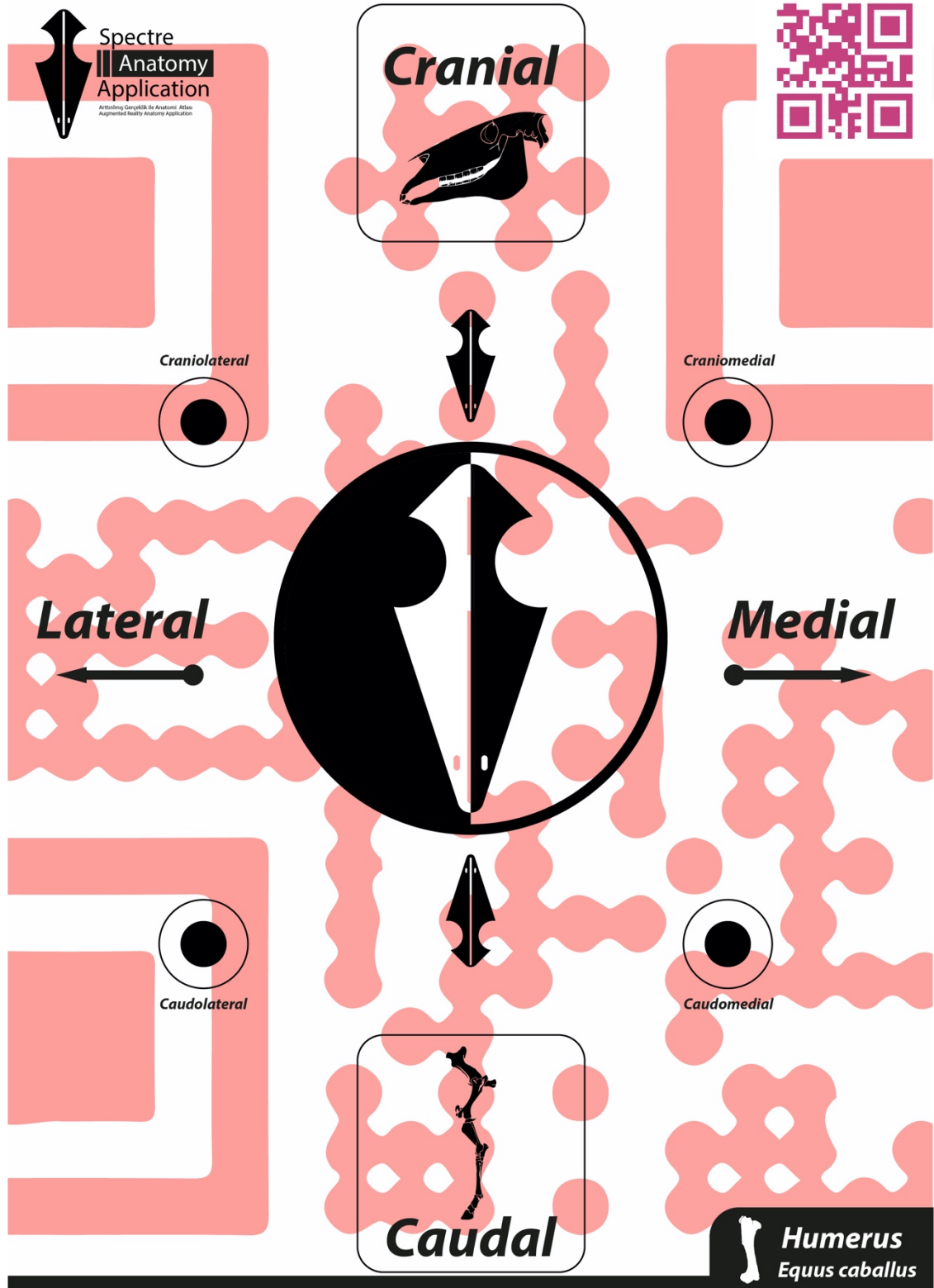
Ek 1. İşaretçiler



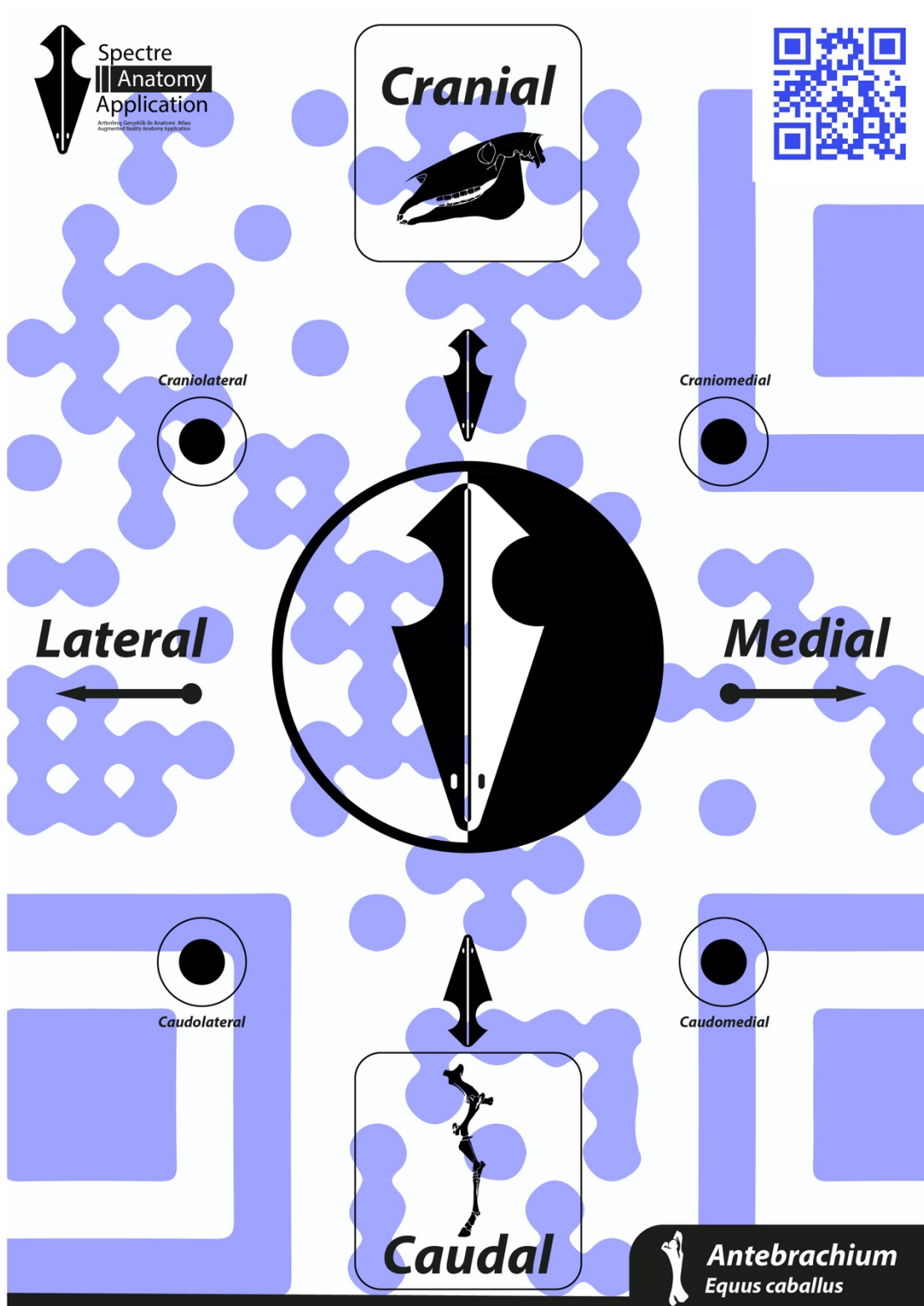
Ek 1.2. Scapula'ya ait işaretçi



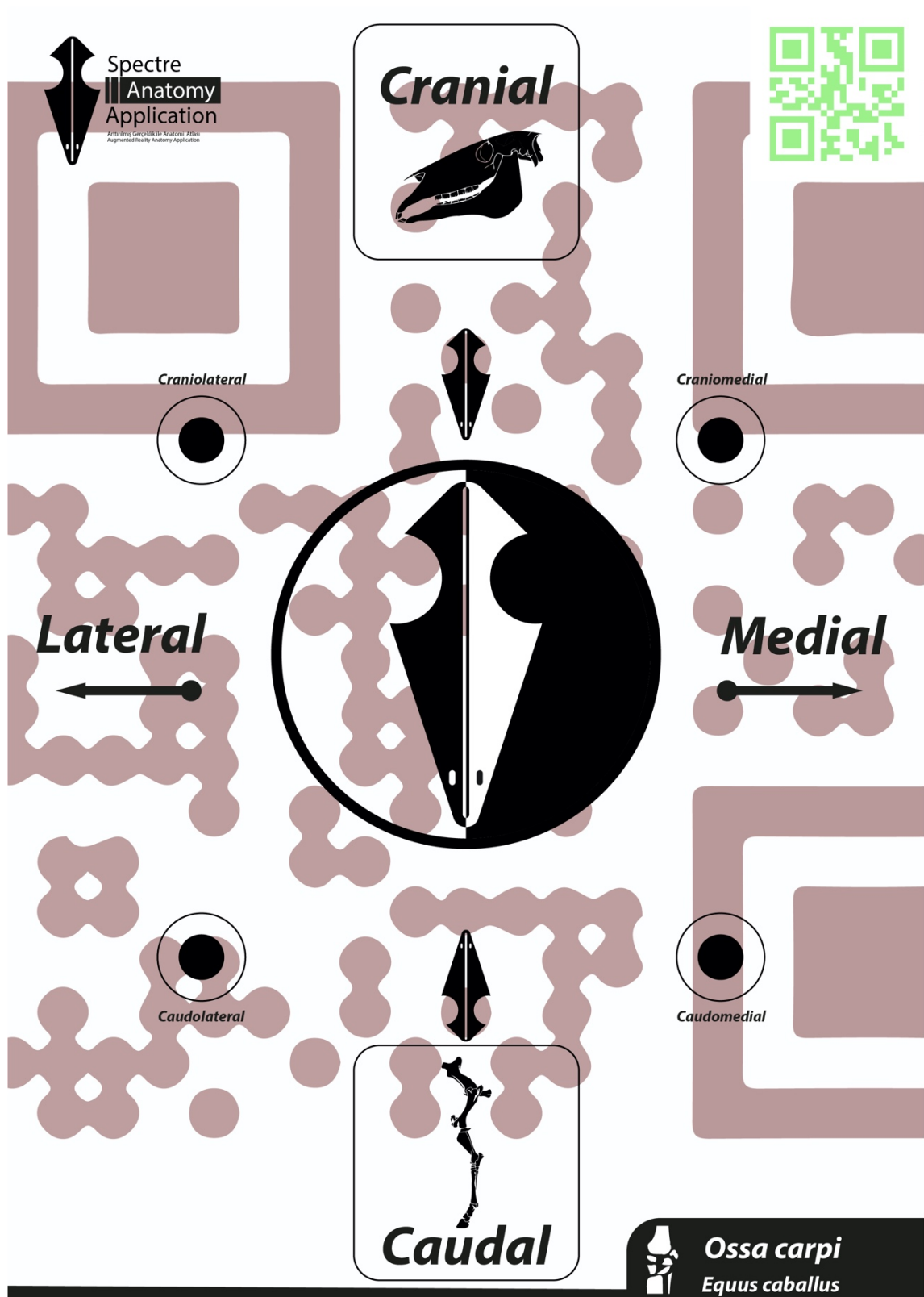
Ek 1.3. Humerus'a ait işaretçi



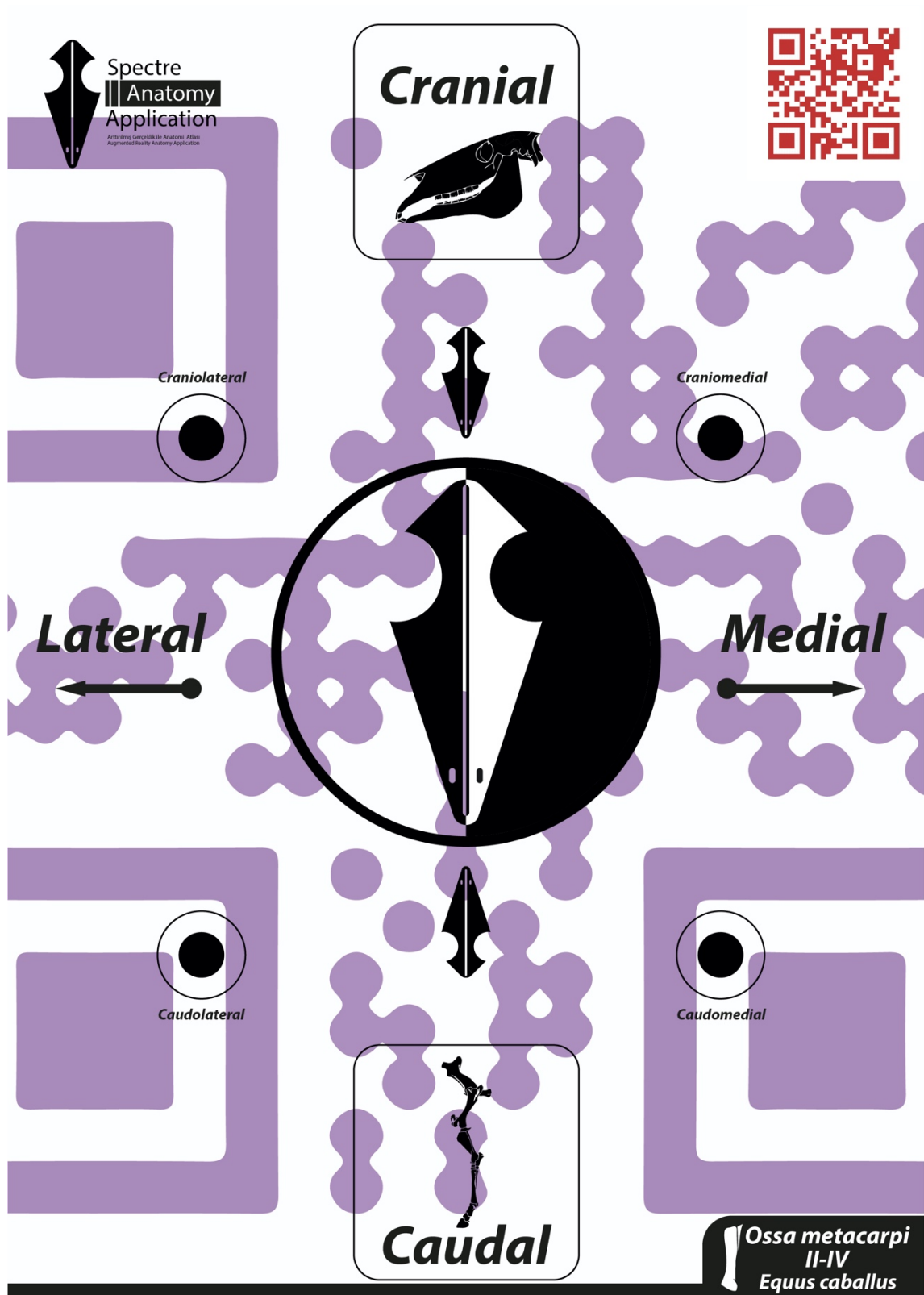
Ek 1.4. Ossa antebrachii'ye ait işaretçi.



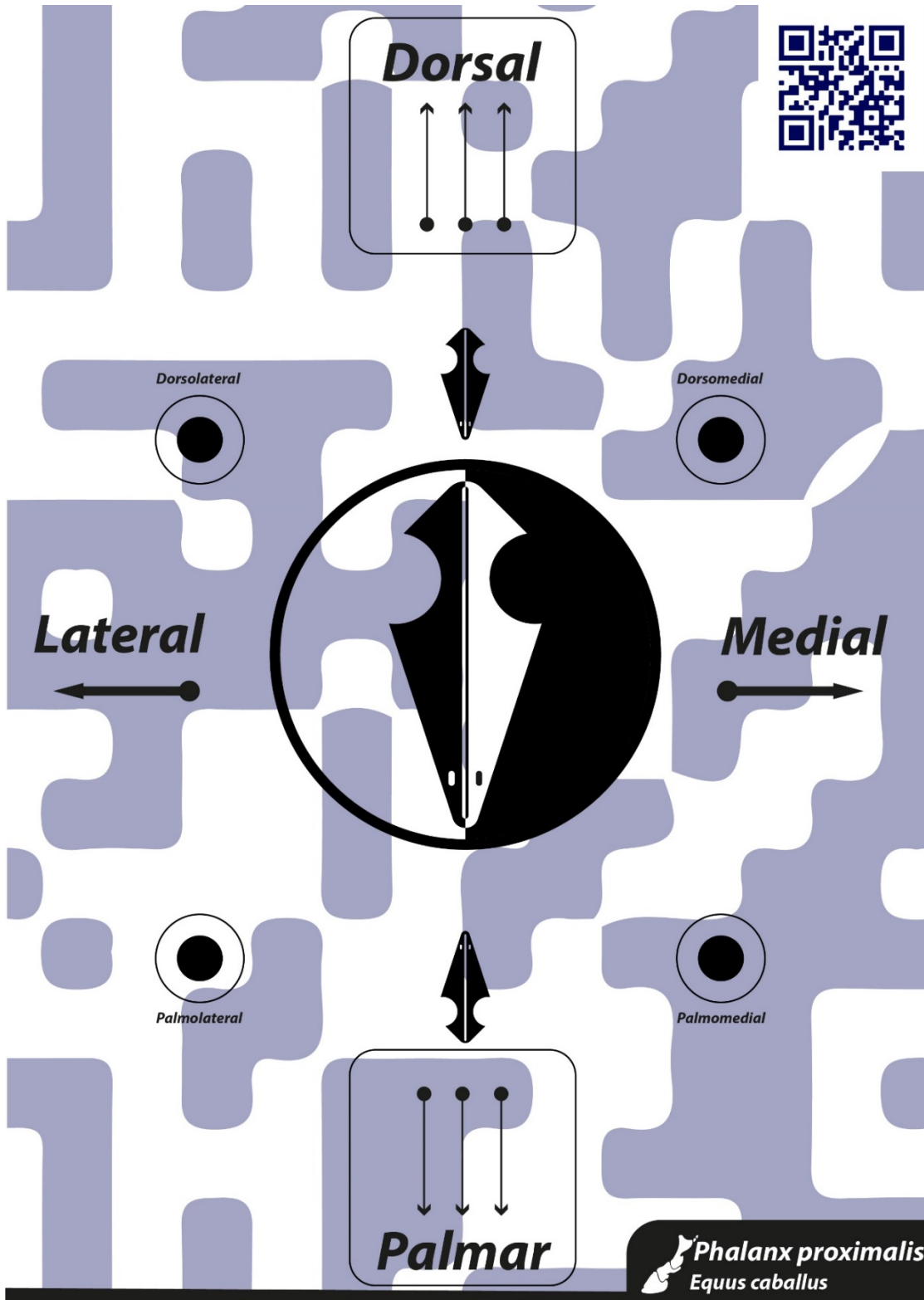
Ek 1.5. Ossa carpi'ye ait işaretçi



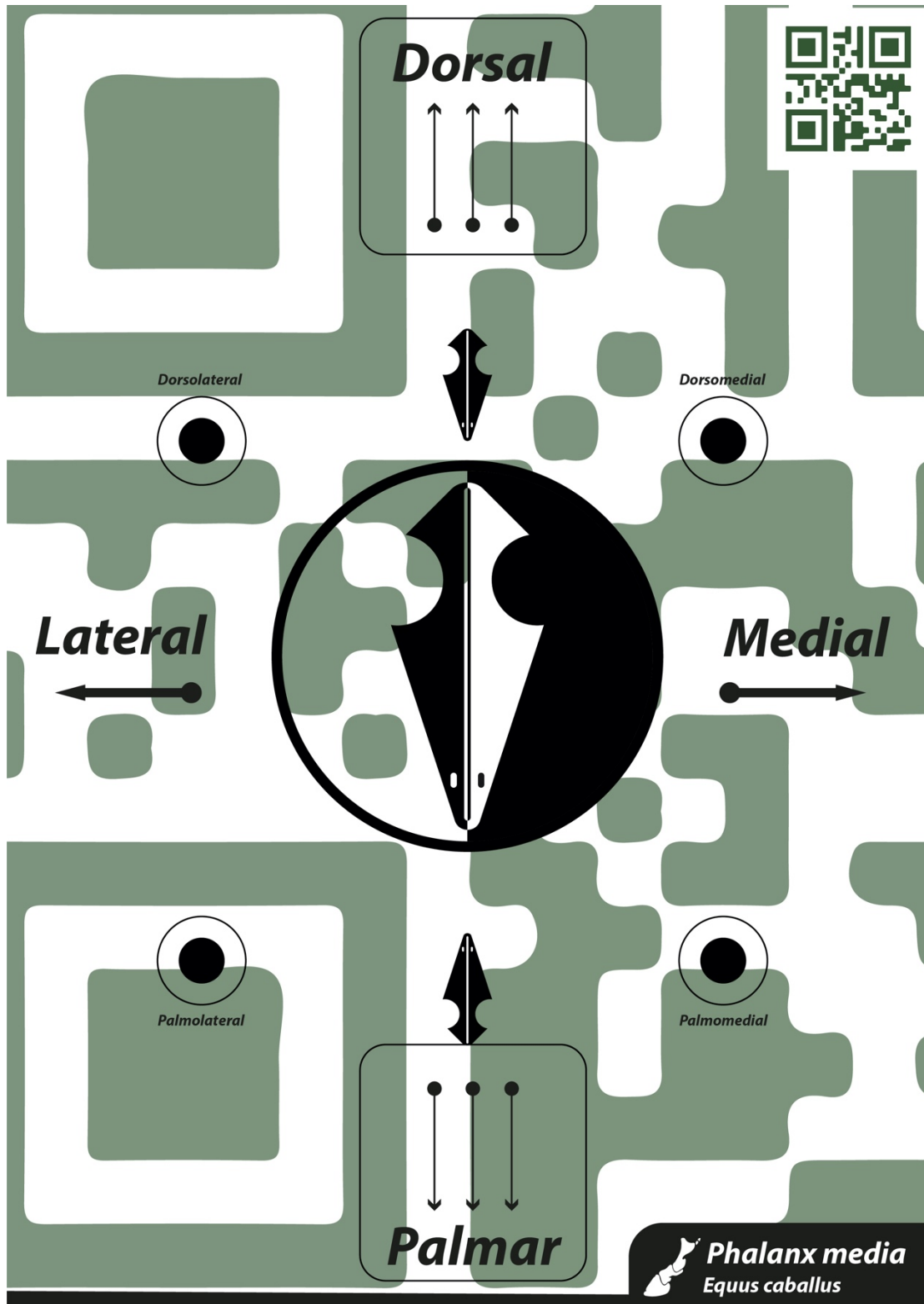
Ek 1.6. Ossa metacarpi II-IV'e ait işaretçi.



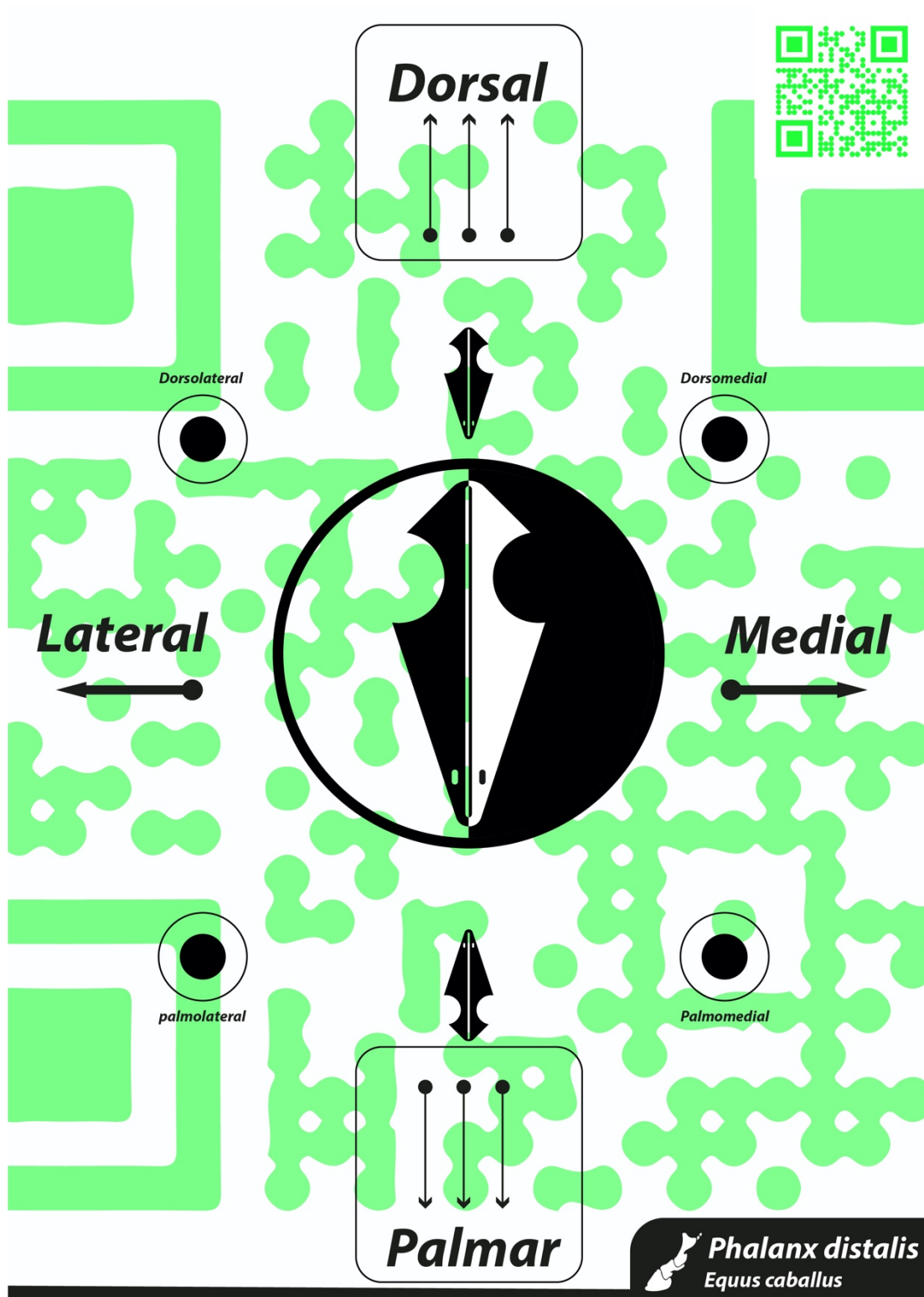
Ek 1.7. Phalanx proximalis'e ait işaretçi.



Ek 1.8. Phalanx media'ya ait işaretçi.



Ek 1.9. Phalanx distalis'e ait işaretçi



Ek 2. Spectre augmented reality applicaton için indirme bağlantısı.



Spectre Augmented Realit Application'a bu QR kod üzerinden erişebilirsiniz.

Kod üzerinden erişim izni Prof. Dr. Hasan ERDEN veya Sercan Kardoğan tarafından tarafınıza sağlandıktan sonra uygulamayı indirip yükleyebilirsiniz.

Ek 3. Artırılmış gerçeklik kullanılarak hazırlanan at ön bacak kemik modellerinin veteriner anatomi lisans öğrencilerinin öğrenme etkinliğine olası katkılarının araştırılması anket formu.

Sayın İlgili;

Bu anket Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalında yürütülen bir Yüksek Lisans Tezi kapsamında düzenlenmiştir.

Bu anket formu ile elde edilecek veriler, özellikle Covid-19 salgını nedeniyle yoğun olarak başvuru alan uzaktan eğitim sürecinde önemi daha da artan, mobil cihazlar üzerinden artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılarak yapılacak anatomi uygulamalarına kaynak teşkil etmesi amacıyla kullanılacaktır.

Ankete katılım zorunlu olmayıp, tamamen gönüllü katılım sağlayan öğrencilere yönelik olarak hazırlanmıştır.

Lütfen anket formu ile birlikte gönderilen uygulamayı android işletim sistemli bir mobil cihaza (akıllı telefon ya da tablet bilgisayar) yükleyerek, yine birlikte gönderilen işaretçilere doğrulttuğunuz mobil cihazınız aracılığıyla at ön bacak iskeletini oluşturan kemiklere ilişkin artırılmış gerçeklik uygulamasını kullanınız. Uygulamada yer alan tüm verileri dikkatlice inceledikten sonra anket sorularını cevaplayınız.

1. Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi lisans öğrencisi misiniz?

Evet

Hayır

2. Anatomi I dersi kapsamında “ön bacak kemikleri” konulu derslere katıldınız mı?

Evet

Hayır

3. Android işletim sistemine sahip mobil iletişim cihazlarından (akıllı telefon - tablet bilgisayar) herhangi birine sahip misiniz?

Evet

Hayır

4. Size gönderilmiş olan android uygulamayı (bundan sonra uygulama olarak anılacaktır) cihazınız destekliyor mu (Android 4.4 KitKat- Android 9.0 Pie işletim sistemi gereklidir.)?

Evet

Hayır

5. Cihazınız uygulamayı sorunsuz çalıştırabildi mi?

Evet

Hayır

*Buraya kadar olan ilk beş sorunun tamamına cevabınız “Evet” ise ankete devam ediniz. Herhangi bir soruya “Hayır” cevabı vermiş iseniz anketi sonlandırınız.

6. Uygulamayı kullandığınız android işletim sistemli mobil cihazınız nedir?

Akıllı telefon

Tablet bilgisayar

*Lütfen aşağıdaki tabloda yer alan her bir değerlendirme konusu için uygun bulduğunuz yanıt karşılık gelen puanı belirtecek şekilde ilgili kutu içerisine X işareti yapınız. Yapacağınız değerlendirme size sunulan artırılmış gerçeklik uygulaması hakkındaki kişisel düşüncenizi yansıtacak olup, daha sonra yapılması planlanan çalışmalarda dikkate alınacaktır.

Anket Puanlama Sistemi

1. Çok kötü, 2. Kötü, 3. Yeterli, 4. İyi, 5. Çok iyi

	DEĞERLENDİRME KONUSU	1	2	3	4	5
7.	Kemik görüntülerinin netliği					
8.	Kemik renginin orijinal kemik rengine uygunluğu					
9.	Kemik şeklinin orijinal kemik şekline uygunluğu					
10.	Kemikler üzerindeki anatomik oluşumların görüntü netliği					
11.	360 derecelik bir açıyla inceleme fonksiyonu					
12.	Büyütme fonksiyonu					
13.	Seçilen anatomik terimlerin tüm görüntülerde doğru işaretlenmesi					
14.	Seçilen her bir anatomik bölgenin tüm görüntülerde doğru isimlendirilmesi					
15.	Anatomik oluşumların sınırlarının tüm görüntülerde doğru işaretlenmesi					
16.	Uygulamanın kullanım kolaylığı					
17.	Uygulamanın sorunsuz çalışması					
18.	Uygulamanın özel bir çalışma ortamı gerektirmemesi					
19.	Uygulamanın öğrenme etkinliğine olası katkısı					
20.	Uygulamanın kadavra ihtiyacını önemli ölçüde azaltacak olması					
21.	Uygulamanın öğrenci başarısına yapacağı katkı beklentisi					
22.	Bu ve benzeri uygulamalara olan talep beklentisi					
23.	Ekleme istediğiniz düşüncenizi kısaca belirtiniz					

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

“Artırılmış Gerçeklik Kullanılarak Hazırlanan At Ön Bacak Kemik Modellerinin Veteriner Anatomi Lisans Öğrencilerinin Öğrenme Etkinliğine Olası Katkılarının Araştırılması” başlıklı Yüksek Lisans tezindeki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Sercan KARDOĞAN

23 /08 /2021

ÖZ GEÇMİŞ

Soyadı, Adı : KARDOĞAN, Sercan
Uyruk : T.C.
Doğum yeri ve tarihi : İstanbul / 31.05.1990
Telefon : -
E-posta : sercankardogan@gmail.com
Yabancı dil : İngilizce

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Lisans	Haliç Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Grafik Tasarım Bölümü	2014