



T.C.  
NECMETTİN ERBAKAN  
ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BEYİN CERRAHİSİ İÇİN ARTIRILMIŞ  
GERÇEKLİK UYGULAMASI GELİŞTİRMESİ**

**Hasibe Nur KILINÇ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Haziran-2022  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Hasibe Nur KILINÇ tarafından hazırlanan “Beyin Cerrahisi İçin Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Geliştirmesi” adlı tez çalışması 05/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Sabri KOÇER

.....

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

.....

#### Üye

Prof. Dr. Halife KODAZ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ....../.../20.. gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI  
FBE Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hasibe Nur KILINÇ

Tarih:05/07/2022

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****BEYİN CERRAHİSİ İÇİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMASI  
GELİŞTİRMESİ****Hasibe Nur KILINÇ****Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı****Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Yusuf UZUN****2022, 62 Sayfa****Jüri****Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN****Prof. Dr. Halife KODAZ****Prof. Dr. Sabri KOÇER**

Geçmişten günümüze kadar gelişimiyle her alanda yeni çalışmaların oluşturulmasına olanak sağlayan Artırılmış Gerçeklik teknolojisi tıp alanında da ilk sıralarda yerini almıştır. Teknolojik cihazlar (mobil cihazlar, ıpad, laptop, tablet vb.) için geliştirilen üç boyutlu nesnelere oluşturulan uygulamalar Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin sanayi, lojistik, askeri, tıp, eğitim, inşaat vb. birçok alanda kullanılmasına yardımcı olmuştur. Günümüzde Covid-19 hastalığından dolayı meydana gelen olumsuzluklardan dolayı eğitimlerin uzaktan olması öğrenciler üzerinde olumsuz etkiler oluşturmuştur. Bu çalışmada tıp öğrencilerinin uzak eğitimde aldığı derslerdeki eksik yönlerini kapatmaları ve yeteneklerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Tıp öğrencileri herhangi bir teknolojik cihazın kamerası yardımıyla hazırlanmış uygulama sayesinde beyin cerrahisi alanında gördükleri ders konularını detaylı olarak üç boyutlu görseller, videolar ve animasyonlarla öğrenebileceklerdir. Öğretici örneğin bir sunumdaki boyun fitiğini anlatırken tıp öğrencisi kamera yardımıyla resmi okuttuğunda onunla ilgili ameliyat videoları, 3 boyutlu resimleri ve konu özetlerine ulaşabilecektir. Bu uygulama öğrencinin motivasyonunu artırarak öğrenmesini kolaylaştırmaktadır. Uygulama Vuforia, Unity, Visual Studio, Artırılmış Gerçekliğin İşaretçi ve Konum Tabanlı yapısı kullanarak geliştirilmiştir. Ayrıca NFC kartları yardımıyla NFC özelliğini destekleyen teknolojik cihazlarla erişim sunmaktadır. Bu sistem ile tıp öğrencilerinin teoriye bağlı kalmadan daha fazla konuya odaklanması mümkün olabilecektir. Tıp öğrencileri yer ve zaman seçimi yapmadan bu uygulama ile her an erişim yapabilecektir. Böylece, dersteki öğrencilerin öğrenme deneyimini geliştirecek ve derse katılımları artacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Artırılmış Gerçeklik, AG, Beyin Cerrahisi, Eğitim

**ABSTRACT****MS THESIS****DEVELOPING AUGMENTED REALITY APPLICATION FOR  
NEUROSURGERY****Hasibe Nur KILINÇ****THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE OF PHILOSOPHY  
IN COMPUTER ENGINEERING****Advisor: Assist.Prof.Dr. Yusuf UZUN****2022, 62 Pages****Jury****Assist. Prof. Dr. Yusuf UZUN****Prof. Dr. Halife KODAZ****Prof. Dr. Sabri KOÇER**

Augmented Reality technology, which enables the creation of new studies in every field with its development from the past to the present, has also taken its place in the first place in the field of medicine. Applications created with three-dimensional objects developed for technological devices (mobile devices, ipad, laptop, tablet, etc.) The use of Augmented Reality technology in industry, logistics, military, medicine, education, construction, etc. It has helped it be used in many fields. Today, due to the negativities caused by the Covid-19 disease, the distance of the slopes has created negative effects on students. In this study, it was aimed for medical students to close their deficiencies in the courses they took in distance education and to improve their abilities. Thanks to the application prepared with the help of the camera of any technological device, medical students will be able to learn the course subjects they see in the field of neurosurgery in detail with three-dimensional visuals, videos and animations. For example, while the trainer is describing the neck hernia in a presentation, when the medical student reads the picture with the help of a camera, he or she will be able to access surgery videos, 3D pictures and subject summaries. This application facilitates the learning by increasing the motivation of the student. The application is developed using Vuforia, Unity, Visual Studio, Pointer and Location Based structure of Augmented Reality. In addition, it offers access to technological devices that support NFC feature with the help of NFC cards. With this system, it will be possible for medical students to focus on more subjects without depending on theory. Medical students will be able to access at any time with this application without choosing a place and time. Thus, the learning experience of the students in the course will improve and their participation in the course will increase.

**Keywords:** Augmented Reality, AR, Education, Neurosurgery

## ÖNSÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında fikirlerini, görüşlerini ve desteklerini esirgemeyen tez süreci boyunca her problemimde tecrübeleri ve bilgileri ile beni yönlendiren değerli danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Yusuf UZUN'a, çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hasibe Nur KILINÇ  
KONYA-2022



## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>3</b>
<b>İÇİNDEKİLER.....</b>	<b>4</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR.....</b>	<b>6</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>7</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>9</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>10</b>
<b>2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK KAPSAMINDA KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>12</b>
<b>3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK .....</b>	<b>17</b>
3.1. Artırılmış Gerçeklik Nedir? .....	17
3.2. Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi .....	18
3.3. Artırılmış Gerçekliğin Çalışma Şekli .....	22
3.4. Artırılmış Gerçeklik Türleri.....	23
3.4.1. İşaretçi tabanlı artırılmış gerçeklik .....	24
3.4.2. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik .....	25
3.4.3. İşaretçisiz (Markerless) artırılmış gerçeklik .....	26
3.5. Artırılmış Gerçeklik İçin Kullanılan Çevre İrimleri .....	27
3.5.1. Donanımsal çevre birimleri .....	27
3.5.2. Yazılımsal çevre birimleri .....	27
3.5.3. Marker çevre birimleri .....	28
3.5.4. Artırılmış gerçeklik gözlükleri.....	28
3.6. Artırılmış gerçekliğin kullanıldığı alanlar .....	29
3.6.1. İnşaat.....	29
3.6.2. İmalat .....	30
3.6.3. Yiyecek ve içecek endüstrisi.....	31
3.6.4. Pazarlama.....	32
3.6.5. Eğitim.....	32
3.6.6. Tıp.....	32
3.6.7. Eğlence.....	33
<b>4. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>34</b>
4.1. Beyin Cerrahisi Alanında Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Kullanılan Materyaller.....	34

4.1.1. Unity .....	34
4.1.2. Visual studio .....	35
4.1.3. Android studio .....	37
4.1.4. Vuforia .....	38
4.2. Beyin Cerrahisi Alanında Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Kullanılan Yöntemler .....	45
<b>5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>48</b>
5.1. Beyin Cerrahisinde Artırılmış Gerçeklik Uygulaması ve Sonuçlar.....	49
5.2. Tartışma .....	52
<b>6. ÖNERİLER .....</b>	<b>55</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>56</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Kısaltmalar

AR	: Augmented Reality
AG	: Artırılmış Gerçeklik
VR	: Virtual Reality
GPS	: Global Positioning System
HMD	: Head Mounted Display
IDE	: Integrated Development Environment
SDK	: Software Development Kit
3B	: 3 Boyutlu
3D	: 3 Dimension
MTE	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
IOS	: Iphone Operating System
PC	: Personal Computer



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Artırılmış Gerçeklik Örnek Uygulama	18
Şekil 3.2. Sensorama Cihazı	18
Şekil 3.3. HMD Cihazı	19
Şekil 3.4. İlk Giyilebilir Bilgisayar	19
Şekil 3.5. ARToolKit	20
Şekil 3.6. ARQuake	20
Şekil 3.7. G1 Android	21
Şekil 3.8. SixthSense	21
Şekil 3.9. Project Glass	22
Şekil 3.10. Pokemon Go	22
Şekil 3.11. Artırılmış Gerçeklik Çalışma Şekli	23
Şekil 3.12. İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik	25
Şekil 3.13. Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik	25
Şekil 3.14. İşaretsiz (Markerless) Artırılmış Gerçeklik	26
Şekil 3.15. Donanımsal Çevre Birimleri	27
Şekil 3.16. Yazılımsal Çevre Birimleri	28
Şekil 3.17. Marker Çevre Birimleri	28
Şekil 3.18. Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri	29
Şekil 3.19. İnşaat Alanında Artırılmış Gerçeklik	30
Şekil 3.20. İmalat Alanında Artırılmış Gerçeklik	30
Şekil 3.21. Yiyecek ve İçecek Alanında Artırılmış Gerçeklik	31
Şekil 3.22. Pazarlama Alanında Artırılmış Gerçeklik	31
Şekil 3.23. Eğitim Alanında Artırılmış Gerçeklik	32
Şekil 3.24. Tıp Alanında Artırılmış Gerçeklik	32
Şekil 3.25. Eğlence Alanında Artırılmış Gerçeklik	33
Şekil 4.1. Unity Programı	35
Şekil 4.2. Microsoft Visual Studio Programı Uygulama Kod Örnekleri	36
Şekil 4.3. Microsoft Visual Studio Programı Uygulama Kod Örnekleri	36
Şekil 4.4. Microsoft Visual Studio Programı Uygulama Kod Örnekleri	37
Şekil 4.5. Android Studio	38
Şekil 4.6. Vuforia Üyelik ve Giriş Ekranı	39
Şekil 4.7. Vuforia License Key	39
Şekil 4.8. Unity Open Vuforia Configuration	40
Şekil 4.9. Unity App License Key	40
Şekil 4.10. Vuforia Target Manager	41
Şekil 4.11. Vuforia Veritabanı Oluşturma	41
Şekil 4.12. Veritabanı	42
Şekil 4.13. Veritabanı Target Manager	42
Şekil 4.14. Image Target Manager	43
Şekil 4.15. Target Manager	43
Şekil 4.16. Vuforia Download Database	44
Şekil 4.17. Import Unity Package	44
Şekil 4.18. Beyin Cerrahisi Alanında Geliştirilmiş Uygulama Ekran Çıktıları	46
Şekil 4.19. Beyin Cerrahisi Alanında Geliştirilmiş Uygulama Unity Program Ekran Çıktısı	47

- Şekil 4.20.** Beyin Cerrahisi Alanında Geliştirilmiş Uygulama Vusial Studio Programı  
İle Bilgilerin Ekranı Getirildiği Örnek Kod 47
- Şekil 4.21.** Beyin Cerrahisi Alanında Geliştirilmiş Uygulama Vusial Studio Programı  
İle Video Çalıştırma Örnek Kodu 47



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 2.1.</b> Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Literatürdeki Yeri	12
<b>Çizelge 2.2.</b> Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Diğer Literatürlerdeki Yeri	14
<b>Çizelge 5.1.</b> Beyin Cerrahisinde Artırılmış Gerçeklik Alanında Geliştirilmiş Uygulamanın Çalışması	50



## 1. GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar Artırılmış Gerçeklik teknolojisi sürekli gelişmiş ve gelişimiyle beraberinde yenilikler getirmiştir. Bu yenilikler insanların algısını geliştirerek farklı ortamlarda, gerçek ve sanal nesnelere buldukları ortamda etkileşim sağlayarak gerçek ortamda yer verdiği bir teknolojidir.

Bu teknoloji sanal dünya ile gerçek dünyayı bir araya getirerek, nesnelere 3D olarak birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır. Artırılmış gerçeklik endüstri, tasarım, tıp, lojistik, askeri ve eğlence alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kablosuz ve Mobil cihazlar, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin eğitim alanlarında kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Hayatımızda COVID-19 hastalığından dolayı oluşturulmuş sosyal mesafe kuralları sebebi ile yüz yüze eğitim, sosyal aktiviteler ve işler uygun olarak gerçekleşmemektedir. Bundan dolayı teknolojilerin hayatımıza girmesiyle bütün bu faaliyetler için uzaktan uygulamaları kullanılabilir hale getirilmiştir. Artırılmış Gerçeklik teknolojisiyle eğlence ve gıda sektörleri gibi farklı sektörler için kullanım sağlanmaktadır.

Artırılmış Gerçeklik, sanal içerikleri gerçek ortama sorunsuz bir şekilde bir araya getirmeyi hedeflemektedir. Artırılmış Gerçeklikle sanal nesnelere gerçek ortamdaki nesnelere ile birleştirilir. Örneğin, bir kullanıcı müzede gezinirken, müzede bulunan tarihi eserler hakkında video, animasyonlar ve yazılarla bilgi edinebilir.

Artırılmış Gerçeklik ile bir araya getirilen videolar, görüntüler gerçek ortamlarla birleştirilerek o anda oluşturulan gerçek ortamın bir parçası olarak gözlemlenmektedir. Bundan dolayı Artırılmış Gerçeklik birçok alanda yaygın kullanılmasıyla tıp ve eğitim alanındaki önemi vurgulanmıştır.

Artırılmış Gerçeklik için ilk adım olarak gerçek ortamda bir araya getirilecek video ve 3D görüntüler belli uygulama yazılımlarıyla oluşturulmaktadır (İçten ve Bal, 2017).

Uygulamada bir araya getirilen görüntüler ve videolar ara programlara aktarılarak çeşitli konum bilgileri ile işlenerek gerçek ortamlarda yer alır. Gerçek ortamda görüntülerin öğrencilere aktarılabilmesi için teknolojik cihazlarla (mobil telefonlar, tabletler, Google Glass, Monte Gözlükler, Hololens gibi vb. cihazlarla) etkileşim yaparak kullanılması sağlanmaktadır (İçten ve Bal, 2017).

Artırılmış Gerçekliğin birinci amacı, gerçek dünyanın belli olan bazı özelliklerini vurgulamak ve bunların daha kolay anlaşılmasını sağlamaktır. Artırılmış Gerçeklik dünyadaki uygulamalara uygulanabilecek görseller ve bilgiler elde etmektir. Bu türden bilgiler, firmaların ve şahısların karar verme süreçlerinde daha kolay bilgi edinmelerine olanak sağlamaktadır.

Bu teknoloji, bilgisayar donanımları ve yazılımlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulan görsellerin, 3D nesne ve videolarla gerçek ortamda bir araya getirilerek birbirleri ile etkileşim sağlayarak gösterilmesi olarak ifade edilebilir (Yolcu ve ark., 2018).

Artırılmış Gerçeklik teknolojilerinde benzersiz etkileşimleri sayesinde, tıp öğrencilerinin belli yöntemler kullanarak gerçekleştirmesinin zor olduğu bir takım özel becerileri geliştirmesine olanak sağlamaktadır (Özdemir, 2017).

Tez çalışması kapsamında oluşturulan Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş bu uygulamada tıp öğrencilerinin beyin cerrahisi alanındaki teorik derslere bağlı kalmadan istedikleri zaman teknolojik herhangi bir cihazla erişim yaparak o ders konusu hakkındaki bilgileri, ameliyat videolarını ve animasyonları inceleyebilmesi ve öğrenmesi mümkün olacaktır. Böylelikle motive ederek daha yüksek verim sağlanabilir. Ayrıca çalışma da sadece tıp öğrencilerine yönelik değil öğretilerinin teoriye bağlı kalmadan daha verimli ve detaylı ders içeriklerini vermelerine olanak sağlamaktadır.


Bu uygulama sadece bilgi verilmesi olarak görülmemektedir. Bu sistemi kullanan herhangi bir tıp öğrencisi veya öğretilerinin katkılarıyla, bilgisi verilen ameliyatlara ve ders içerikleri hakkındaki geri bildirimleriyle beyin cerrahisindeki tıp öğrencilerine daha verimli bir eğitim sağlanabilecektir.

## 2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KAPSAMINDA KAYNAK ARAŞTIRMASI


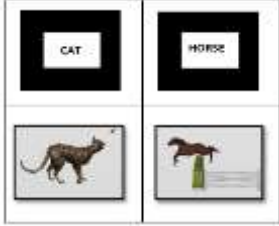

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin ilerlemesi sonucunda meydana gelen Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, gerçek ortamdan ayrılmadan sanal objelerle bir araya gelmesini sağlar. Kullanılan teknolojik cihazların kamerası uygulamayı çalıştırmak için Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin birçok alan da gelişmesini sağlamıştır. Bundan dolayı bu çalışma yapılan incelemeler Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin eğitim alanında kullanılmasına yönelik yapıldığı vurgulanmıştır. Literatür de Artırılmış Gerçeklik teknolojileri kullanılarak ticari veya akademik birçok sektör çalışmalarında uygulamalar geliştirilmiştir. Literatür çalışması genişletildiğinde, endüstriyel olarak Artırılmış Gerçeklik uygulamalarında oluşturulan ürün tanıtım ve bazı alanlardaki eğitim süreçlerindeki çalışmalarda ilginin arttığı da dikkat çekmektedir.

Özellikle bu alanlarda ilginin artmasının nedenlerinden bazıları ise motive ederek kavrama hızının artırılması, operasyon ve tanı süreçlerinde karar vermenin kolaylaştırılması ve iyileştirilmesi olarak söylenebilir. Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının literatürdeki yeri geniş olmasıyla birlikte en belirgin özellikleriyle Çizelge 2.1. ve Çizelge 2.2.'de bahsedilmiştir.


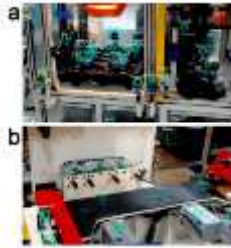
**Çizelge 2.1.** Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının literatürdeki yeri

Kaynak	AR Uygulama Örnekleri Metot/Avantaj/Dezavantajları	Çalışmanın Çıktısı
Emre, Yolcu ve Celayir, 2018	Artırılmış Gerçeklik teknolojisi kullanarak 3D bilgisayar programıyla tasarlanmıştır. Üretim sonrasında üç boyutlu yazıcı ile tekrar modeller düzenleme aşamasından geçirilir. Bu çalışmanın avantajı olarak, öğrenci katılımları ile yeni araştırma konularında motive edici olarak bulunmuştur. Ayrıca yeni eğitim modellerinin kapsamlı incelenmesi gelecekte önem alacaktır. Bu çalışmanın dezavantajı olarak, model sayısı artırılmalıdır, modeller renklendirilmeli ve kare kodlara linkler verilmelidir.	
Taçgın ve Taçgın, 2020	Cerrahi cihazların 3D olarak modellemesinden önce, 2D her cihaz enstrümanın ayrıntılı görselleri Solidworks'e yüklenmiştir. Cihazların 3D fbx dosyasına dönüştürerek biçimlendirilmiştir. Bu modeller Unity uygulamasına aktararak AG çalışması ile oluşturulmuştur. Bu çalışmanın avantajı olarak, hemşire öğrencilerine ameliyat öncesi prosedürleri daha kolay öğrenmelerini ve deneyimler oluşturmalarını sağlamaktadır. Bu	

	<p>çalışmanın dezavantajı olarak, toplam 224 cerrahi alet için uygulanmış olmasıdır daha fazla cerrahi alete uygulanabilirdi.</p>	
<p>Yöndem ve Karadağ, 2019</p>	<p>Kullanıcıya AG teknolojisi basılı gazete yayınlarına gömülerek sunulmaktadır. Bu çalışma öğrenciler ile AG ile haber sunmanın daha fazla merak uyandırdığını, dikkat çektiğini ve haber okuma da daha farklı bir deneyim ve avantaj sağladığı gözlemlenmiştir. AG ile hazırlanmış haberleri incelemek daha fazla mobil veri kullandığından bu dezavantajları arasındadır.</p>	
<p>Sabah ve Şimşek, 2018</p>	<p>Öğrenci veya ziyaretçi mobil teknolojik cihazını öğrenmek isteği bilgiyi durağı okutarak işaretleyici noktasını seçer ve buna tıklayarak duraktan geçen tüm toplu ulaşım araçlarının yer ve saat bilgilerini inceleyebilir. Bu çalışmanın avantajı olarak, kampüs bilgi sistemlerinde AG modülleri eklenerek ziyaretçilerin veya yeni kayıt olmuş öğrencilerin kampüs hakkında daha kolay ulaşım ve etkili bilgi edinmeleri sağlanabilir.</p>	
<p>Emre ve ark., 2018</p>	<p>Görselleri çalıştırabilmek için ilk aşama olarak IOS ve Android teknolojik cihazlar için iki farklı karekod üretilmektedir. Örneğin; Mobil teknolojik cihazlara uygun olarak geliştirilmiş kare kodlar mobil teknolojik cihazların kamerası yardımıyla okutduğunuzda kurulu olan setup uygulaması ile okuyacaktır. Bilgisayar yardımıyla tasarlanmış 3D modellerle ve hasta görüntüleri ile AR desteğiyle kitapçıklar oluşturulmuştur. Bu çalışmanın avantajı olarak, mobil cihazlar ile AR içeriklerinin görüntülenmesinin; tıp öğrencilerine fiziksel ortamlardan ayrılmadan, internete ulaşılabilen her ortamda görsel içeriklerle desteklenmiş verileri sunma imkânı sağlar.</p>	
<p>Küçük ve ark., 2015</p>	<p>Bu çalışmada ilk olarak nicel yöntemler kullanarak öğrencilerin görüşlerini ve düşüncelerini belirlemeye yönelik bir form uygulanmıştır. Bundan dolayı verilerin nedenlerini açıklamak amacıyla da öğrencilerle görüşmeler toplanmıştır. Tıp öğrencilerinin anatomi dersinde birbirinden farklı konularla MAG uygulamaları geliştirilebilir. Bu çalışma da resimlere ışık ve akıllı cihaz özelliklerine göre fiziksel şartlardan etkilenebildikleri için dezavantajları arasında gösterilebilir.</p>	

Gelmez, 2021	AG teknolojisi ile oluşturulan bu uygulama, Unity ile 3D görseller oluşturularak, kameranın belirlenen objeleri algılayabilmesi için bu nesnelerin Vuforia veri tabanına eklenmesi sağlanmıştır. Montajlama için belli objeleri kullanmadan önce nasıl kullanılacağını anlatmak için ve hata riskini en aza düşürmek amacıyla oluşturulmuştur. Bu da avantajları arasında gösterilebilir.	
Çevik ve ark., 2017	Bu çalışma deney ve kontrol gruplu bir çalışmadır. Deney grubunda mobil cihazlar yardımıyla Artırılmış Gerçeklik uygulamaları, kontrol grubundaysa resimler ve plastik oyuncaklar yer almaktadır. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi entegrasyonu ile oluşturulan çalışmada akademik başarıya katkı sağladığı avantajları arasındadır.	
Doğan, 2016	Bu makalede artırılmış gerçeklik çalışmasının hikâye kitaplarındaki içerikte kullanımının çocukların okuma becerilerini geliştirmeye dair etkilerinden bahsedilmiştir. Bu çalışmanın sağladığı avantajlar, çocuklarda çok yönlü düşünerek problem daha kolay çözmeyi, eleştirel düşünmeyi, bilgi yönetimiyle farklı bakış açıları oluşturarak düşünme, yorumlama, derinlemesine öğrenme becerilerini geliştirmeye yönelik olduğu söylenebilir.	

**Çizelge 2.2.** Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının diğer literatürlerdeki yeri

Kaynak	AR Uygulama Örnekleri Metot/Avantaj/Dezavantajları	Çalışmanın Çıktısı
Gargish ve ark., 2020	Artırılmış Gerçeklik teknolojisi kullanarak geometri öğrenimini kolaylaştırmak amacıyla yapılmıştır. Lise düzeyindeki öğrencilere 3D olarak tasarlanmış ve bu öğrenciler arasında uygulanmıştır. Bu teknoloji sayesinde geometri konuları arasında anlamada zorlandıkları konuları bu çalışma ile kolayca kavrayabilirler.	
Rosales ve ark., 2021	Fabrikadan elde edilmiş verileri endüstriyel interneti ortamına gerçek zamanda oluşturulan görsel ile akıllı cihazlarla entegre edilmiştir ve a seçeneği SR076 istasyonu; b seçeneği ise B2300 istasyonudur. Sunucu ve IIoT ortamıyla oluşturulan bir yazılım aracılığıyla otomatik hale getirilmiştir.	

Iftene ve ark., 2020	Bu çalışma kullanıcılara tanınmış aşçılar ve geleneksel tarifler olmak üzere 2 seçenek sunmaktadır. Tarifleri hazırlarken kullanıcılara adım adım videolarla rehberlik sağlamaktadır. Eller pişirmekle uğraştığı için kontrolleri sesler ve gözler yardımı ile yapılmaktadır.	
Rohil ve Ashok, 2022	Bu çalışma 3D yerleşim planlarını canlandırmak için yapılmıştır. İki kentsel çalışmanın yeni planları ile oluşturulmasıyla mevcut çalışmaların yeniden tasarlanma çalışmalarını analiz etmektedir. Kentsel dönüşümdeki yerlerin 3D iç ve dış mekan tasarımlarını analiz etmektedir.	
Layona ve ark., 2018	Bu çalışmanın amacı öğrencilerin vücudun anatomisini daha kolay öğrenmesi ve kavrayabilmesi oluşturulmuştur. Bu çalışmaya web üzerinden 3D nesne, organların açıklamasını, görsellerini ve pozisyonlarını içeren daha kolay kavranmasını sağlayan bir uygulama çalışması yapılmıştır.	

Çizelge 2.1. ve Çizelge 2.2.'deki literatür taramasında Artırılmış Gerçeklik çalışmalarından yola çıkarak tıp öğrencileri için bazı avantajlar sağlayan çalışmalar yapılmıştır. Bu avantajlar dersten derse veya tıp alanına göre değişiklik gösterebilir. Ayrıca derslerin teorik içerikleri, ameliyat videoları veya animasyonlarının taşınması gereken bazı parametrelere ihtiyaç vardır. Bu parametreleri maddeler halinde sıralarsak;

- Tıp öğrencilerinin, asistanların veya öğreticilerin mekâna ve zamana bağlı kalmadan erişim kolaylığı sağlaması,
- Tıp öğrencileri geliştirilen uygulamaya dilediği zaman mobil teknolojik cihazlar veya Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) kartlarla dilediği veriye daha hızlı ve kolay erişebilmelidir,

Geliştirilen çalışmada kullanılacak yapılar mevcut uygulamaya entegre edilebilir olmalı, altyapı sürekli sil baştan hazırlanmamalıdır.

- İletişim aracı olarak Vuforia kullanılmalı ve veri tabanı bu şekilde oluşturulmalıdır.

Tıp alanındaki pratik tedavi ve eğitiminde geliştirilmiş Artırılmış Gerçeklik teknolojisi uygulamaları en fazla fayda sağlayan teknolojilerden biridir. Tıp öğrencilerine veya çeşitli branşlardaki uzman doktorların pratik alanlardaki eğitim programları,

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile gerçekleştirilebilir. Bundan dolayı Artırılmış Gerçeklik teknolojisini gerçek ortamlarda kullanan uygulamalardan bir tanesi kan damarlarının konumlarını Artırılmış Gerçeklik teknolojisiyle deri üzerine yansıtılan cihaz yardımıyla, enjeksiyon işlemi esnasında yaşanan damar bulamama veya yanlış yerden kan alma gibi olumsuzlukları en aza indirmektedir (Holonext, 2018).

2020 Ocak Ayı başında ortaya çıkan Covid-19 hastalığı bütün dünyanın korkulu bir rüyası olmuştur. Ölümleri ve hastalık bulaşma risklerini azaltmak, tedaviler için zaman kazanabilmek için birçok ülkede sağlanan tedbirlerden dolayı yüz yüze eğitime ara vermek zorunda kalınmıştır. Bundan dolayı yeterince sosyal mesafe ve hastalığın bulaşma oranının azaltılabilmesi için çalışılmıştır. Bu çalışmada uzaktan eğitimin tıp alanında okuyan öğrencilerin ve öğretmenlerin uygulamaya dayalı derslerde yaşadıkları dezavantajlar avantajlara dönüştürülmektedir (Yamamoto ve Altun, 2020).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile oluşturulmuş bu çalışma, tıp öğrencilerine, insan temporal kemiğinin üç boyutlu olarak anatomik modelini oluşturan sanal olarak kemik sistemini adım adım anlatmaktadır ve tıp öğrencisinin ana organlar, anatomik yapılar ve sistemler ile bağ kurarak üç boyutlu modeli manipüle etmesini sağlamaktadır.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, tıp öğrencilerinin ders kitaplarından bir bölümünün görsellerini çeken ve ardından bölümlerin yapısını, işlevlerini ve ilgili kılavuzları görüntüleyen bir mobil uygulama kullanmasına izin vermiştir. Bu esnek yapı tıp öğrencilerinin zaman ve mekân kısıtlaması olmadan dersten önce veya sonra erişim sağlamalarına yardımcı olmaktadır. Çalışma, tıp öğrencilerinin Artırılmış Gerçeklik teknolojisi arasında geçiş yapmasına izin vermiştir (Ardiny ve Khanmirza, 2018).

İkinci Bölüm' de Artırılmış Gerçeklik teknolojisi nedir, nasıl çalışır, tarihi geçmişi ve çalışma alanlarına dair literatür taraması yapılmıştır. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi nedir, nasıl çalışır, tarihi geçmişi ve çalışma alanları olarak 4 kategoride toplanmıştır. Bu kategoriler Üçüncü Bölüm' de ayrı başlıklar olarak incelenmiştir.

### 3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

#### 3.1. Artırılmış Gerçeklik Nedir?

Artırılmış gerçeklik grafik, video, konum veya ses gibi teknolojik cihazlar tarafından üretilen sanal bilgilerin veya resimlerin birleştirilmesi ile oluşturulan gerçek veya fiziksel ortamdaki objelerin aynı gerçek ortamlarda algılanabilmesini sağlayan bir teknolojidir (Gelmez, 2021).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, ses, dijital görsel öğeler veya teknolojik cihazlar aracılığıyla sağlanan diğer duyuşal uyarıların kullanımıyla elde edilen gerçek ortamların geliştirilmiş bir sonucudur. Özellikle mobil cihazlar ve iş uygulamalarıyla uğraşan firmalar arasında büyüyen bir çalışmadır (Hayes, 2020).

Bilgilerin toplanması ve analizleri sırasında, artırılmış gerçekliğin ilk hedeflerinden biri, fiziksel ortamdaki belirli özelliklerini vurgulayarak daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve fiziksel ortamdaki uygulamalarla sağlanabilecek akıllı ve erişilebilir iç görüntüler elde etmektir. Bu tür büyük bilgiler, firmaların karar verme aşamalarında bilgi sahibi olmasına ve tüketici harcama alışkanlıkları hakkında bilgi edinmesine yardımcı olabilir (Hayes, 2020).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, kişilerin deneyimlerini geliştirmek için işitsel, görsel veya diğer duyuşal verilerin gerçek dünya üzerinde birleştirmesini içerir. Örneğin; Perakendeciler ve diğer firmalar, ürünlerini tanıtmak, yeni kampanyalar oluşturmak ve benzersiz kullanıcı bilgilerini toplamak için Artırılmış Gerçeklik teknolojisini kullanabilirler (Hayes, 2020).

Artırılmış Gerçeklik, bir çevrenin görüntüsünü bilgisayar grafikleriyle bir araya getirerek Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri ile gerçek dünyayı görmek ve yönlendirme yapabilmek için teknolojik cihazların kamerası yardımı ile oluşturulur (Hayes, 2020).

Artırılmış Gerçekliğin, donanımı bilgisayarlar ile sağlanmaktadır. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile oluşturulan uygulamalarda yüksek performans sağlanabilmesi ve objelerin üç boyutlu görüntülerinin daha gerçekçi olabilmesi için bilgisayarlarının donanımları da önemli olmaktadır (Gelmez, 2021).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisinde geliştirilen mobil uygulamalar dikkate alındığında mobil cihaz donanımlarının önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Şekil 3.1.'de Artırılmış Gerçeklik için örnek bir uygulama gösterilmiştir. Burada Android veya IOS işletim sistemli mobil teknolojik cihazlar, tabletler, bilgisayarlar, kameralar altyapı olarak adlandırılabilir. Yazılım alt yapısında oluşturulacak Artırılmış Gerçeklik

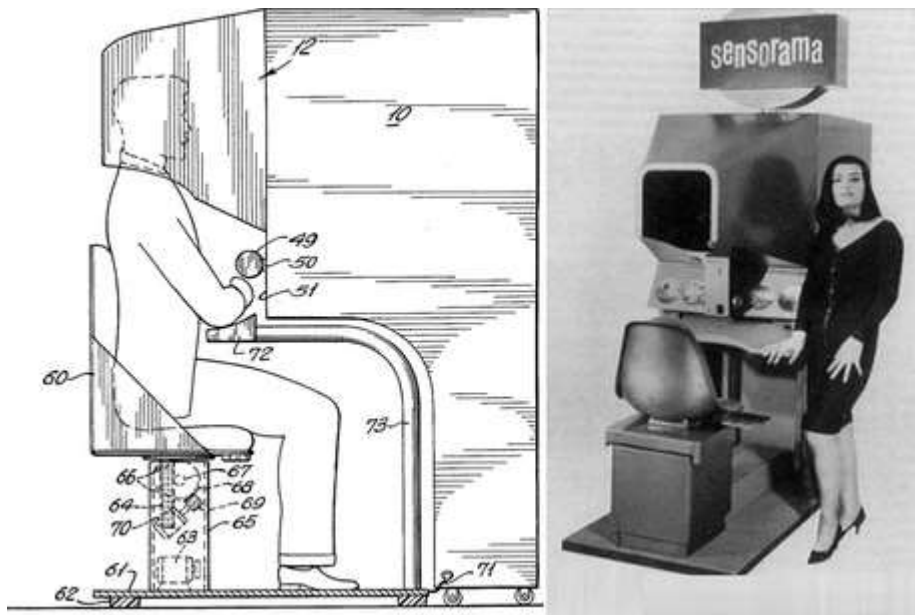
uygulamasını aynı zamanda gerçek ve sanal ortamdaki bir ara yüze sahip yazılımlar olmalıdır (Gelmez, 2021).



Şekil 3.1. Artırılmış Gerçeklik örnek uygulama

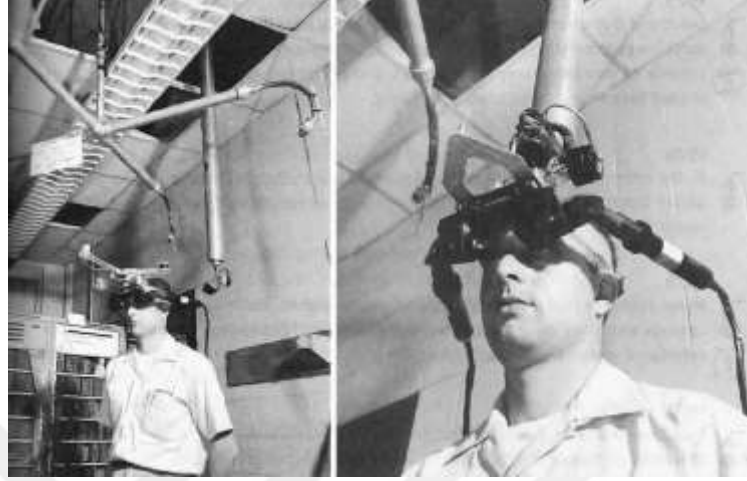
### 3.2. Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi

Oz Büyücüsü serisinin yazarı L.Frank Baum 1901 tarihinde ilk olarak gerçek ortama sanaldan veri aktaran elektronik ekranlardan söz etmesiyle serüven başlamıştır. Morton Heilig, 1957 ve 1962 yılları arasında sinema için dev gerçekliğin buluşu olan Sensorama adlı simülatörüyle asıl hamleyi yaparak patentini almıştır. Şekil 3.2.'de Sensorama cihazı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Sensorama cihazı

Ivan Sutherland, 1966 tarihinde başlığa entegre ettiği görüntüyle HMD cihazını üretmek bir mühendislik eseri geliştirmiştir ve kafa tipi gösterge görevi görüyordur. Şekil 3.3.'te HMD cihazı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.3. HMD cihazı

Myron Krueger, nesnelere ve insanların etkileşim laboratuvarını 1975 tarihinde yapmıştır. Steve Mann, ilk giyilebilir bilgisayarı 1980 tarihinde tasarlamıştır. Şekil 3.4.'te ilk giyilebilir bilgisayar örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.4. İlk giyilebilir bilgisayar

Jaron Lanier, ilk sanal gerçeklik gözlüklerini ve eldivenlerini satan PL Research firmasını 1985 tarihinde kurmuştur. Tom Caudell, 1990 tarihinde Augmented Reality adını koyarak geliştirdiği teknolojiyle bir hamle yapmıştır. L.B. Rosenberg, ABD Hava

Kuvvetleri araştırma laboratuvarında çalışan bir grup 1992 tarihinde Virtual Fixtures adlı ilk Artırılmış Gerçeklik sistemini geliştirmiştir. Steven Feiner, Blair MacIntyre ve Doree Seligmann, 1992 tarihinde Grafik Arayüzü konferansından Artırılmış Gerçeklik hakkında ilk kapsamlı akademik raporu sunmuştur.

Loral WDL adlı savunma şirketi, 1993 tarihinde ABD Ordusu Simülasyon ve Eğitim Teknolojileri Enstitüsü (STRICOM) ile ilk Artırılmış Gerçeklik donanımlı cihazlar ve insan simülasyonlarından oluşan bir sunum gerçekleştirmiştir. Julie Martin ilk Artırılmış Gerçeklik tiyatrosunu 1994 tarihinde yönetmiştir. Sanatçı oyunu için Silicon Graphics bilgisayarları ve Polhemus sistemini kullanmıştır. Kuzey Carolina Üniversitesi, 1998 tarihinde ilk üç boyutlu Artırılmış Gerçeklik teknolojisini geliştirmiştir. Hirokazu Kato, 1999 tarihinde HITLab kapsamında Artırılmış Gerçeklik uygulamaları için ARToolKit cihazını geliştirmiştir. Şekil 3.5.'te ARToolKit çalışması örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.5. ARToolKit

Bruce H. Thomas, Uluslararası Giyilebilir Bilgisayarlar konferansında ilk olarak 2000 tarihinde Artırılmış Gerçeklik oyunu olan ARQuake'i geliştirmiştir. Şekil 3.6.'da ARQuake oyunu örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.6. ARQuake

G1 Android Google tasarımı olan ilk Android tabanlı akıllı telefon 2008 tarihinde HTC tarafından üretilmiştir. Şekil 3.7.'de G1 Android tasarımı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.7. G1 Android

2009 tarihinde Saqoosha firması ARToolKit'i Adobe Flash'e uyarlayarak Wikitude AR Travel Guide ile eşleştirmiştir ve Artırılmış Gerçeklik ilk kez internet tarayıcılarına giriş yapmıştır. MTE, SixthSense projesi ile insan hareketleri ve beden dilini yansıtarak giyilebilir Artırılmış Gerçeklik cihazını üretmiştir. Şekil 3.8.'de SixthSense projesi örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.8. SixthSense

LASTER Technologies şirketi, 2011 tarihinde konum entegreli ilk kayak gözlüğünü geliştirmiştir. Google, ilk olarak Artırılmış Gerçeklik gözlüğünü 2012 tarihinde Project Glass'ı üretmiştir. Şekil 3.9.'da Project Glass'ı örnek olarak

gösterilmiştir. Niantic Labs, Android ve IOS için 2016 tarihinde Pokemon GO oyunu geliştirmiştir. Şekil 3.10.'da Pokemon GO oyunu örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Project Glass



Şekil 3.10. Pokemon GO

### 3.3. Artırılmış Gerçekliğin Çalışma Şekli

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, Artırılmış Gerçeklik yazılımı yüklü, akıllı cihazlar, tabletler veya akıllı gözlükler vb. gibi kamera donanımlı bir cihazla oluşturulmaktadır. Bir kullanıcı cihazı gösterdiğinde ve bir objeye baktığında, yazılım veya videoyu analiz ederek bilgisayarlı görme teknolojisi ile tanır (Porter ve Heppelmann, 2017).

Cihaz sonra obje hakkındaki verileri buluttan indirir ve tıpkı bir web tarayıcısının bir URL aracılığıyla bir sayfa yüklemesine benzer şekilde indirir. Sadece temel bir fark,



yöntem olarak dijitalleşme ile gerçek ortamının görselleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017).

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi gerçek ortamla sanal ortamın birbiriyle etkileşim sağlaması nedeniyle birçok alanda tercih edilmiştir. Bundan dolayı birçok platformda kullanılması Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin kullanım alanına göre gelişmesini sağlamıştır. Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının gerçek ortamda gösterimi işaretçi tabanlı artırılmış gerçeklik, konum tabanlı artırılmış gerçeklik ve işaretçisiz (markerless) artırılmış gerçeklik olarak oluşturulmaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017)

### 3.4.1. İşaretçi tabanlı artırılmış gerçeklik

Gerçek ortamda oluşturulan bir nesne üzerine sanal materyallerin birleştirilmesiyle oluşturulmaktadır ve görsellere bağlı olarak çalıştırılmaktadır. Tüm alanlarda en çok kullanılan yapıdır. Wikitude, Artoolkit, Vuforia, Layar vb. alan yapıları ile birlikte kullanılmaktadır (Kılınç ve Uzun, 2022).

İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik uygulamaları, objeleri belirli bir alanda konumlandırmak için hedef görüntüleri kullanır. Bundan dolayı, uygulamanın üç boyutlu dijital verileri kullanıcının görüş alanı içinde nereye konumlandıracağını belirler (Softtek, 2021).

Bu uygulamalar, üç boyutlu sanal objenin üzerine yerleştirmek için gerçek ortamında belirli bir fiziksel görüntüyü görsel işaretçisine bağlar. Bundan dolayı, kameralar sürekli olarak girişi taramalıdır. Bundan dolayı geometrisini oluşturmak ve görüntü resmini tanımak için bir işaretçi oluşturur (Softtek, 2021).

İşaretçi Tabanlı bir görüntü tanıma sistemi, diğerleri arasında kamera, görüntü yakalama ve işaret izleme gibi çeşitli modüller oluşturabilir. Genel olarak, bu bir kamera aracılığıyla belirli kalıpları tanımak için özel bir uygulama aracılığıyla filtrelerde uygulamak için basit ve maliyeti az bir sistemdir (Softtek, 2021). Şekil 3.12.'de İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik için örnek bir uygulama gösterilmiştir.

Bu türde artırılmış gerçeklik örnekleri olarak Snapchat ve Instagram verilebilir. Bunlar filtreler ve oyunlar aracılığıyla kullanılmaktadır (Softtek, 2021).



Şekil 3.12. İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

### 3.4.2. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik

Konum verilerini kullanarak sanal ortamda bir araya getirilen materyallerin belirli konumlarda tetiklenerek gerçek ortamlarda gösterilmesi olarak tanımlanabilir. Konum ve harita verilerini kullanır. ARtoolkit 6 ve Wikitude uygulamalarıyla oluşturulmaktadır (Kılınç ve Uzun, 2022).

Bu teknoloji ile özel kameraların kullanılmasıyla, insan gözünün belirli objeleri çizgilerle çerçevelemesi ve belirli durumları kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Örneğin, düşük görüşlerde güvenli sürüş yapabilmek için araç navigasyonları için kullanılabilir (Softtek, 2021). Şekil 3.13.'de Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik için örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

### 3.4.3. İşaretsiz (Markerless) artırılmış gerçeklik

Günümüzde optik tabanlı yeni nesil akıllı gözlüklerle kullanılmaktadır. Kullanıcıyı gerçek ortamda etkileşime girmesini sağlar. Sanayi, eğitim, tıp, lojistik vb. birçok alanda kullanılmaktadır. Vuforia, ARKit, ARtoolkit 6, ARcore, Wikitude vb. uygulama ile kullanılmaktadır (Kılınç ve Uzun, 2022).

Verilerde bulunan özellikleri gerçek zamanlı olarak inceleyerek sanal üç boyutlu nesnelerin gerçek ortamlarda konumlandırılmasına izin vermektedir. Bu model ile sensörler, kameralar ve yapay zekâ algoritmalarındaki gelişmelerden dolayı herhangi bir objeyi takip sistemine ihtiyaç bulunmamaktadır. Böylece fiziksel bir ortamda gerçek zamanlı olarak kaydedebilen nesnelere sensörler tarafından elde edilen dijital bilgilerle çalıştırılır (Softtek, 2021).

Öncelikle işaretsiz analiz, ortamı taramak ve üzerine sanal objelerin yerleştirileceği uygun konumları oluşturmak için eşzamanlı konumlandırma ve haritalama işlemlerini kullanır. Haritalama işaretsiz görüntü izleme sistemleri tarar ve objeleri kullanıcının görüş alanı içinde olmasa bile sanal görsellerle nereye konumlandıracağı haritalarda oluşturur (Softtek, 2021). Bu nedenle, bilgisayar grafiklerini gerçek ortam görüntüleriyle birleştirmenin görsel etkisi ile karakterize edilen bir teknolojidir.

Bu tür teknolojiyi kullanan ilk uygulamalar, Artırılmış Gerçeklik yazılımı tarafından oluşturulan kaynaklarla etkileşim kurmak için bir cihazın konum ve donanım servislerini, bulunduğu ortamdaki konumu tanımlayarak kullanır (Softtek, 2021).

Apple'ın ARKit ve Google'ın ARCore SDK' sını, İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik akıllı cihazlarda kullanılabilir hale getirir. İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik teknolojisini kullanan uygulamalar için tercih edilen görüntü tanıma yöntemidir (Softtek, 2021). Şekil 3.14.'de İşaretsiz (Markerless) Tabanlı Artırılmış Gerçeklik için örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.14. İşaretsiz (Markerless) Artırılmış Gerçeklik

### 3.5. Artırılmış Gerçeklik İçin Kullanılan Çevre Birimleri

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi; Donanımsal Çevre Birimleri, Yazılımsal Çevre Birimleri, Marker Çevre Birimleri, Artırılmış Gerçeklik Gözlükleri olarak çevre birimlerini kullanmaktadır.

#### 3.5.1. Donanımsal çevre birimleri

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile geliştirilen çalışmalar bilgisayarlar aracılığıyla oluşturulmaktadır. Çoğunlukla üçboyutlu modellerin gerçek ortamlarda görüntülenebilmesi için uygulamaların performansları bakımından daha verimli bilgisayarlara ihtiyaç olmaktadır. Bu teknolojiler mobil teknolojili uygulamalar üzerinde oluşturulduğu için Artırılmış Gerçeklik teknolojisi için önemli bir donanım olduğu anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak Ipad, PC, Notebook, kamera vb. teknolojik cihazlar örnek gösterilebilir (Çakal ve Eymirli, 2012). Şekil 3.15.'te Donanımsal çevre birimleri için örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Donanımsal çevre birimleri

#### 3.5.2. Yazılımsal çevre birimleri

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile sanal ortamla gerçek ortamı bir arada yorumlayacak yardımcı bir ara yüze ihtiyaç vardır. Genellikle bu ara yüzey yazılım firmalarının lisanslı olarak yazılım paketlerini piyasaya sunmaktadır. Bunlar yazılımlarda gerçekleştirilen Artırılmış Gerçeklik teknolojisi birtakım kolaylıklar sunmaktadır. Şekil 3.16.'da Yazılımsal çevre birimleri için örnek bir uygulama gösterilmiştir. Bu yazılımlar

çoğunlukla marker araçları, mobil uygulama araçları, modelleme araçları ve web ara yüzü geliştirme araçları ile oluşturulmaktadır (Çakal ve Eymirli, 2012).



Şekil 3.16. Yazılımsal çevre birimleri

### 3.5.3. Marker çevre birimleri

Gerçek ortamlarla sanal ortamlar arasındaki konumsal bağı markerlar sağlamaktadır. Markerlar ilk uygulandığı zamanlarda 2 byte olarak oluşturulurken günümüzde gerçek ortamdaki herhangi bir nesne; işaretçi marker olarak ifade edilebilir (Çakal ve Eymirli, 2012). Şekil 3.17.'de Marker çevre birimleri için örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.17. Marker çevre birimleri

### 3.5.4. Artırılmış gerçeklik gözlükleri

Sanal ortam ile gerçek ortam arasındaki bilgilerin ve objelerin oluşturulması ve uygulamayı kullanacak kişilerin gerçeklik ile sanal ortamı birlikte algılayabilmesine imkân sunan cihazlardır (Çakal ve Eymirli, 2012). Şekil 3.18.'de Artırılmış Gerçeklik gözlükleri örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.18. Artırılmış Gerçeklik gözlükleri

### 3.6. Artırılmış Gerçekliğin Kullanıldığı Alanlar

Son zamanlarda Artırılmış Gerçeklik teknolojisi insanların, iş liderlerinin ve öğrencilerin görsel çeşitlilik sağladığı için dikkatlerini çekmektedir. Bundan dolayı askeri, inşaat, imalat, pazarlama, eğitim, tıp, eğlence, cerrahi eğitimi, yiyecek ve içecek endüstrisi vb. alanlarda kullanılmıştır.

#### 3.6.1. İnşaat

Artırılmış Gerçeklik, inşaat projesi bitmeden firmalar müşterilerine projelerinin bitmiş hallerini göstererek dairelerin daha hızlı satmasını sağlamaktadır. Daire satın alacak kişiler bilgisayar yardımı ile çizilen modellerin görsellere aktararak Artırılmış Gerçeklik gözlükleriyle inşaat projelerinin bitmiş hallerini görerek fırsatları yakalayabilirler ve üç boyutlu modeller üzerinden daireleri satın alabilirler. Böylelikle Artırılmış Gerçeklik teknolojisi inşaat sektörüne büyük fayda sağlamaktadır (Bingöl, 2016). Şekil 3.19.'da İnşaat alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.19. İnşaat alanında Artırılmış Gerçeklik

### 3.6.2. İmalat

Geliştirilmekte olan bir üründe hata yapmak göz ardı edilemez. Ürün üç boyutlu olarak oluşturulduktan sonra ürüne erişmeyi ve anlamayı kolaylaştırmaktadır. Bu süreç boyunca iş dünyasındaki liderlerin oluşturdukları ekipleri doğru yönlendirme ve doğru karar verebilmelerini sağlamaktır. Şekil 3.20.'de İmalat alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir. Böylelikle sonuçta ortaya çıkan kazancın ve deneyimin artırılmasını sağlar (Arimarsc, 2019).



Şekil 3.20. İmalat alanında Artırılmış Gerçeklik

### 3.6.3. Yiyecek ve İçecek Endüstrisi

Artırılmış Gerçeklikte, tüketicilerin sipariş verdikleri her gıda ürününde resmini, içerik bilgilerini ve kalorileri hakkında bilgi edinmelerini kolaylaştırmaktadır. Restoranlar veya kafeler vb. mekanlarda müşterilerin tercihleri uygulama üzerinden üç

boyutlu olarak incelemelerini ve ürünün gelmeden nasıl olacağına dair fikir sahibi almalarını sağlamaktadır (Çakal ve Eymirli, 2012). Şekil 3.21.'de Yiyecek ve içecek alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.21. Yiyecek ve içecek alanında Artırılmış Gerçeklik

#### 3.6.4. Pazarlama

Artırılmış Gerçeklik, Pazarlamacıların reklamlarına, broşürlerine, posterlerine, el ilanlarına, panolarına ve tişörtlerine hedef tabanlı olarak ek bilgiler, video ve üç boyutlu animasyonlar eklemelerine olanak sağlamaktadır. Böylelikle müşterilerine daha az hatalı ve kazançlı bir deneyim sunmaktadır (İçten ve Bal, 2017). Şekil 3.22.'de Pazarlama alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Pazarlama alanında Artırılmış Gerçeklik

### 3.6.5. Eğitim

Artırılmış Gerçeklik eğitim de öğrenci ve öğretmenlere bilgileri, kavramları etkileşimli olarak farklı görsel içerikler oluşturur. Üç boyutlu artırılmış gerçeklik modellemesi ile sıkıcı ve öğrenilmesi karışık olan bir dersi bir deneyime dönüştürerek bilgileri kolayca kavramalarına yardımcı olur. Ayrıca, öğretmenlerin öğrencilere en doğru şekilde bilgileri çıktı verebilmelerine ortam sağlar. Şekil 3.23.'de Eğitim alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir. Örneğin, kimya derslerindeki deneyleri uygulama vasıtasıyla öğrencilerin üç boyutlu göstererek kimyayı öğrenmelerini ve sevmelerine yardımcı olur (Güneş ve Dilipak, 2020).



Şekil 3.23. Eğitim alanında Artırılmış Gerçeklik

### 3.6.6. Tıp

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi sayesinde tıp öğrencileri eğitimlerini bu teknoloji ile oluşturulmuş uygulamalar üzerinden alabilirler ve doktorlar hastalarıyla birebir uzaktan bağlanarak teşhis için etkileşime geçebilirler. Kritik bir durum veya zamanlarda tanı koymak, tedavi ve müdahale etmek için olanak sağlamaktadır. Şekil 3.24.'te Tıp alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.24. Tıp alanında Artırılmış Gerçeklik

### 3.6.7. Eğlence

Oyun ve eğlence alanlarında da Artırılmış Gerçeklik teknolojisi uygulanmıştır. Örneğin; mobil teknolojik cihazlar için geliştirilen Pokemon Go Artırılmış Gerçeklik destekli bir mobil oyundur. Şekil 3.25.'de Eğlence alanında oluşturulmuş örnek bir uygulama gösterilmiştir.



Şekil 3.25. Eğlence alanında Artırılmış Gerçeklik

## 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez kapsamı boyunca Beyin Cerrahisi alanındaki tıp öğrencilerinin daha kolay, daha verimli ve zamana bağlı kalmadan eğitimlerini kolaylaştırmak amacıyla bir çalışma geliştirilmiştir. Bu çalışma ile tıp alanındaki öğretmenler, tıp öğrencilerine ders içeriklerini üç boyutlu nesnelere, animasyonlar, ameliyat videoları ile derslere öğrencilere motivasyonlarını ve katılımcılıklarını arttırarak daha verimli ders işleyebileceklerdir. Bu uygulama sadece ders ve eğitim amacıyla değil öğretici ve öğrencilerin katkıları ile bilgisi alınan dersler ve ameliyatlara hakkında geri bildirimler sağlanarak daha verimli bir eğitim sağlayabilecektir. Ayrıca tıp öğrencilerin dersleri yoğun geçtiğinden dersler tıp terimleri içerdiği için tıp öğrencilerine bu terimlerin hepsini aktarmak mümkün olmamaktadır. Böylelikle tıp öğrencilerinin ders saatleri dışında herhangi bir ders konusu ile ilgili çalışmalarını istediği bir zamanda herhangi bir mobil cihaz kamerası ile erişim sağlanması amaçlanmıştır.

### 4.1. Beyin Cerrahisi Alanında Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Kullanılan Materyaller

Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulamada İşaretçi ve Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik çalışması kullanılmıştır. Bu çalışma için yaygın olarak kullanılan Vuforia SDK tercih edilmiştir. Unity, Visual Studio ve Android Studio geliştirme ortamları olarak seçilmiştir. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi Vuforia SDK' sı ile bir araya getirilerek kullanılmıştır.

#### 4.1.1. Unity

Unity, uygulama geliştiriciler için üç boyutlu veya iki boyutlu platformlar ve oyun motorları arasında güçlü bir IDE' dir. Bundan dolayı oyun motoru Unity, bir oyun uygulamasının çalışmasını sağlayabilen parametreleri çalıştırarak sağlayabilir. Bunlar fizik, üç boyutlu oluşturma ve algılama gibi seçenekler anlamına gelmektedir.

Geliştirme ortamları; Linux, Windows ve macOS için oyunların ve diğer etkileşimli üç boyutlu grafik uygulamalarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Unity geliştiricileri ile Sanal ve Artırılmış Gerçeklik oyunları da geliştirilebilir. Şekil 4.1.'de Unity platformu örnek olarak gösterilmiştir. Unity sadece oyun platformuna özel değildir.

Oyun alanı dışında da sağlık, tıp, askeri, otomotiv veya havacılık mühendisliği gibi alanlarda da Unity platformuna bağlı olarak Sanal Gerçeklik veya Artırılmış Gerçeklik araçlarını kullanabilir.



Şekil 4.1. Unity programı

#### 4.1.2. Visual Studio

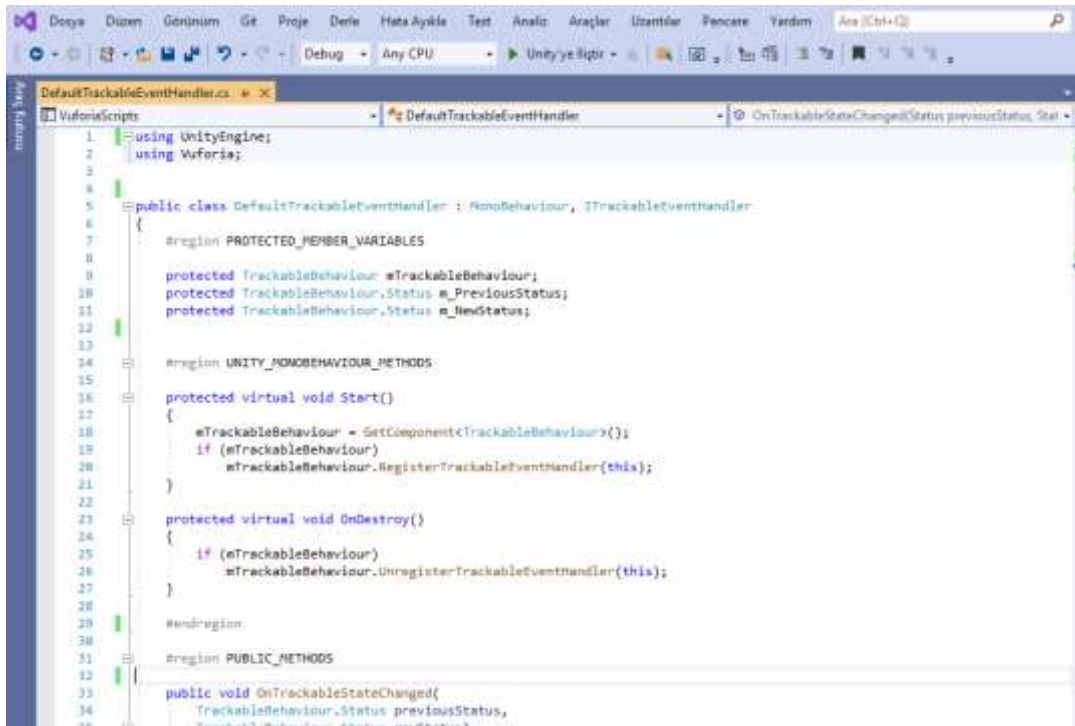
Farklı programlama dilleriyle Visual Studio, uygulama veya web sitesi oluşturabileceğimiz bir entegre geliştirme platformudur. Bilgisayar uygulamaları; Windows için web siteleri, uygulamaları, hizmetleri ve mobil uygulamaları geliştirmek için kullanılır.

Visual Studio, Windows API, Windows Presentation Foundation, Windows Forms, Microsoft Silverlight ve Windows Store gibi yazılım geliştirme platformlarını kullanmamızı sağlamaktadır. Visual Studio yerel ve yönetilen kodlar geliştirebilir.

Visual Studio, kodu yeniden düzenlemeyi ve kod tamamlama bileşenini destekleyen bir kod düzenleyicisi içermektedir. Visual Studio entegresi hem kaynak ve makine düzeylerinde hata ayıklayıcı olarak çalışmaktadır. GUI uygulamaları geliştirebilmek için form, web, sınıf ve veri tabanı şeması tasarımcısı bulunmaktadır.

Bu uygulama da belli beyin cerrahisindeki tıp derslerinin içeriklerindeki görseller ve bu resimleri kamera ile okuttukları zaman ekrana gelecek bilgileri, erişim yapmak istedikleri zaman bu beyin ders görsellerini bir bulut ortamına aktarır. Bu aktarım ile o ders içeriklerinin görsellerini bulut ortamından otomatik olarak çekebilmesi amacıyla Microsoft Visual Studio tabanını kullanan görsel ile oluşturulmuş resimlere zoomlama, 360 döndürme, ameliyat videoları izleme gibi işlemler Visual Studio yardımıyla

gerçekleştirilmiştir. Şekil 4.2.'de, 4.3.'te ve Şekil 4.4.'te Microsoft Visual Studio da yazılmış kodlar örnek olarak gösterilmiştir.

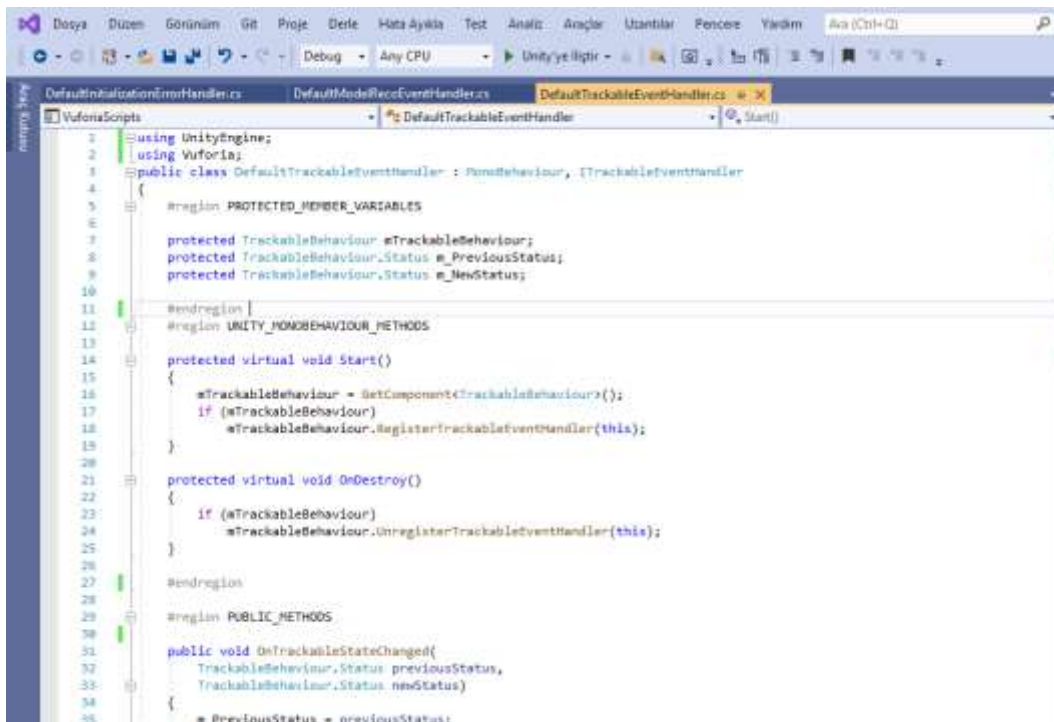


```

1  using UnityEngine;
2  using Vuforia;
3
4
5  public class DefaultTrackableEventHandler : MonoBehaviour, ITrackableEventHandler
6  {
7      #region PROTECTED_MEMBER_VARIABLES
8
9      protected TrackableBehaviour mTrackableBehaviour;
10     protected TrackableBehaviour.Status m_PreviousStatus;
11     protected TrackableBehaviour.Status m_NewStatus;
12
13
14     #region UNITY_MONOBEHAVIOUR_METHODS
15
16     protected virtual void Start()
17     {
18         mTrackableBehaviour = GetComponent<TrackableBehaviour>();
19         if (mTrackableBehaviour)
20             mTrackableBehaviour.RegisterTrackableEventHandler(this);
21     }
22
23     protected virtual void OnDestroy()
24     {
25         if (mTrackableBehaviour)
26             mTrackableBehaviour.UnregisterTrackableEventHandler(this);
27     }
28
29     #endregion
30
31     #region PUBLIC_METHODS
32
33     public void OnTrackableStateChanged(
34         TrackableBehaviour.Status previousStatus,
35         TrackableBehaviour.Status newStatus)

```

Şekil 4.2. Microsoft Visual Studio programı uygulama kod örnekleri

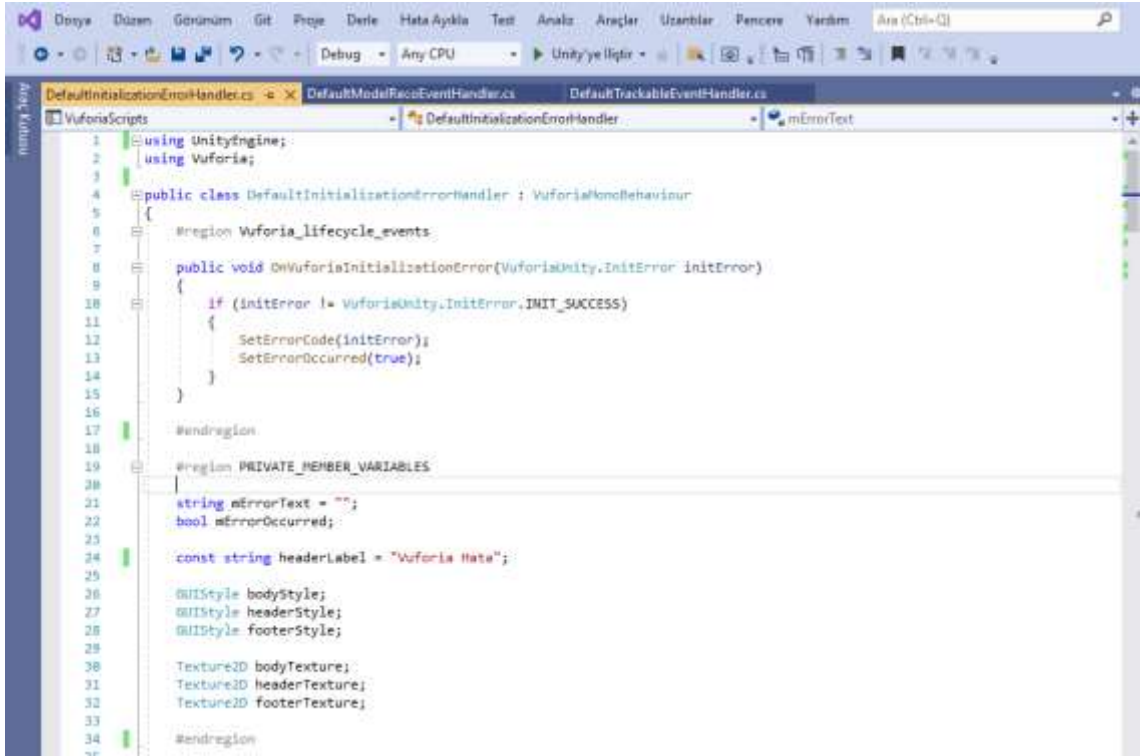


```

1  using UnityEngine;
2  using Vuforia;
3
4
5  public class DefaultTrackableEventHandler : MonoBehaviour, ITrackableEventHandler
6  {
7      #region PROTECTED_MEMBER_VARIABLES
8
9      protected TrackableBehaviour mTrackableBehaviour;
10     protected TrackableBehaviour.Status m_PreviousStatus;
11     protected TrackableBehaviour.Status m_NewStatus;
12
13     #endregion
14     #region UNITY_MONOBEHAVIOUR_METHODS
15
16     protected virtual void Start()
17     {
18         mTrackableBehaviour = GetComponent<TrackableBehaviour>();
19         if (mTrackableBehaviour)
20             mTrackableBehaviour.RegisterTrackableEventHandler(this);
21     }
22
23     protected virtual void OnDestroy()
24     {
25         if (mTrackableBehaviour)
26             mTrackableBehaviour.UnregisterTrackableEventHandler(this);
27     }
28
29     #endregion
30
31     #region PUBLIC_METHODS
32
33     public void OnTrackableStateChanged(
34         TrackableBehaviour.Status previousStatus,
35         TrackableBehaviour.Status newStatus)
36     {
37         m_PreviousStatus = previousStatus;

```

Şekil 4.3. Microsoft Visual Studio programı uygulama kod örnekleri



```

1  using UnityEngine;
2  using Wuforia;
3
4  public class DefaultInitializationErrorHandler : WuforiaMonoBehaviour
5  {
6      #region Wuforia_lifecycle_events
7
8      public void OnWuforiaInitializationError(WuforiaUnity.InitError initError)
9      {
10         {
11             if (initError != WuforiaUnity.InitError.INIT_SUCCESS)
12             {
13                 SetErrorCode(initError);
14                 SetErrorOccurred(true);
15             }
16         }
17     }
18
19     #endregion
20
21     #region PRIVATE_MEMBER_VARIABLES
22
23     string mErrorText = "";
24     bool mErrorOccurred;
25
26     const string headerLabel = "Wuforia Hata";
27
28     GUIStyle bodyStyle;
29     GUIStyle headerStyle;
30     GUIStyle footerStyle;
31
32     Texture2D bodyTexture;
33     Texture2D headerTexture;
34     Texture2D footerTexture;
35
36     #endregion
37 }

```

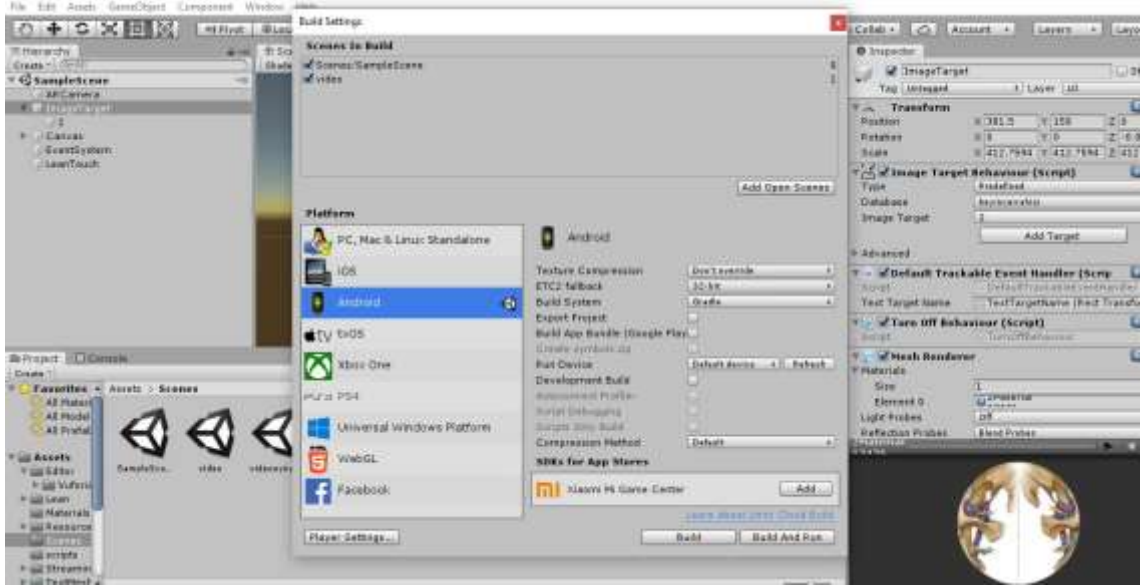
Şekil 4.4. Microsoft Visual Studio programı uygulama kod örnekleri

### 4.1.3. Android Studio

Android Studio, teknolojik cihazların ve uygulamaların geliştirilmesinde kullanılan bir araçtır. Bundan dolayı uygulama geliştirme süreçlerini belirleyerek olayların daha hızlı ilerlemesini sağlamaktadır.

Android Studio, yazılan kodlar hakkında yorumlama ve hata ayıklama gibi işlemleri yapmamıza yardımcı olmaktadır. Android Studio, sadece Android işletim sistemine sahip cihazlar için geliştirilmiştir. Android sistemde geliştirilen uygulama ve güncellemeler Android Studio sayesinde yapılmaktadır.

Bu tez kapsamındaki uygulama da Unity programı ile Android cihazlar için setup oluşturulmasını sağlamaktadır. Şekil 4.5.'te Android Studio cihazlarına bağlanması örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Android Studio

#### 4.1.4. Vuforia

Vuforia, Artırılmış Gerçeklik çalışmalarının geliştirilmesinde mobil teknolojik cihazlar için geliştirilmiş bir yazılım kitidir. Ayrıca çeşitli donanımlarda performans ve izlemeye sahip çapraz platform Artırılmış Gerçeklik uygulaması geliştirme platformudur. Unity Vuforia entegrasyonu ile Android veya IOS için görsel uygulamalar oluşturulabilmektedir. Unity Asset Store platformu ile uygun görsel, proje veya kütüphanelerin kullanılmasını sağlamaktadır.

Vuforia, birçok üçüncü taraf cihazları (Artırılmış Gerçeklik gözlükleri gibi) destekler. Unity ile Vuforia' da yerleşik Artırılmış Gerçeklik uygulamalarını test etmek için herhangi bir kameralı cihaz kullanılır.

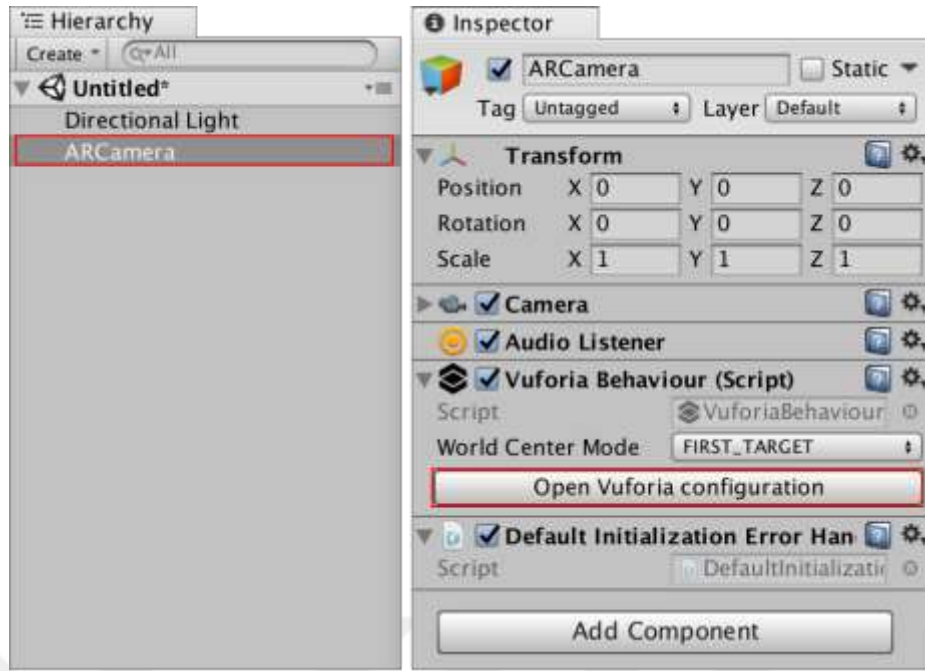
Unity ile bu tez kapsamındaki uygulamayı oluşturmak ve test etmek için Unity'nin Vuforia ayarları yapılmalıdır. İlk olarak <https://developer.vuforia.com/> linkinden üyelik oluşturulması gerekmektedir. Şekil 4.6.'da Vuforia üyelik ve giriş ekranı örnek olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.6. Vuforia üyelik ve giriş ekranı

Üyelik aşamalarını tamamladıktan sonra giriş yaparak Develop kısmından License Manager kısmına girip License Key butonu seçilir. Şekil 4.7.'de Vuforia Licence Key örnek olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.7. Vuforia License Key

Lisans anahtarını kopyaladıktan sonra Unity programından Artırılmış Gerçeklik kamerası ekleyip Open Vuforia Configuration kısmına Lisans anahtar yapıştırılır. Şekil 4.8.'de Unity Open Vuforia Configuration örnek olarak gösterilmiştir.



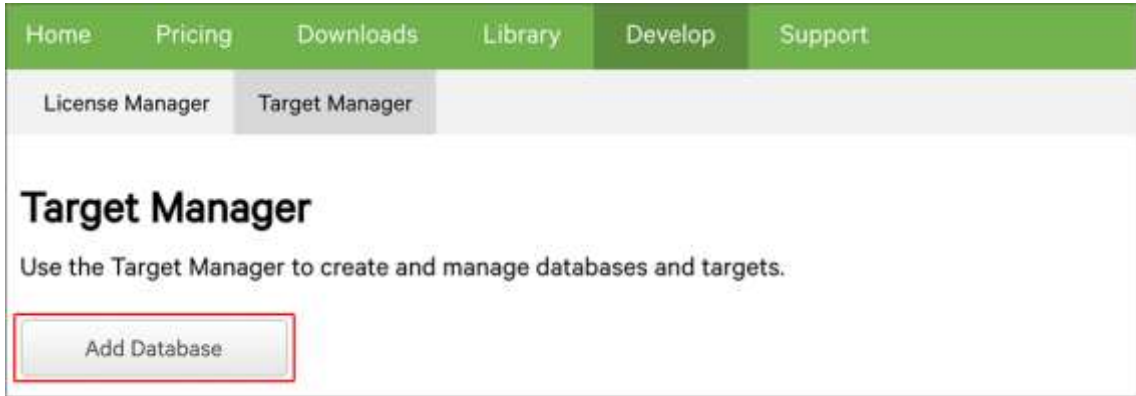
Şekil 4.8. Unity Open Vuforia Configuration

Open Vuforia Configuration kısmından App License Key kısmına Vuforia kısmında kopyalanan anahtar yapıştırılır. Şekil 4.9.'da Unity App License Key örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Unity App License Key

Uygulamadaki Beyin Cerrahisindeki ders içeriklerinde ve ameliyattan alınmış görüntülerin tanınmasına grafikleri veya bilgileri görüntülemek için Target olarak kullanmasına izin vermek için bir Target veri tabanı oluşturulması gerekir. Şekil 4.10.'da Vuforia Target Manager örnek olarak gösterilmiştir.

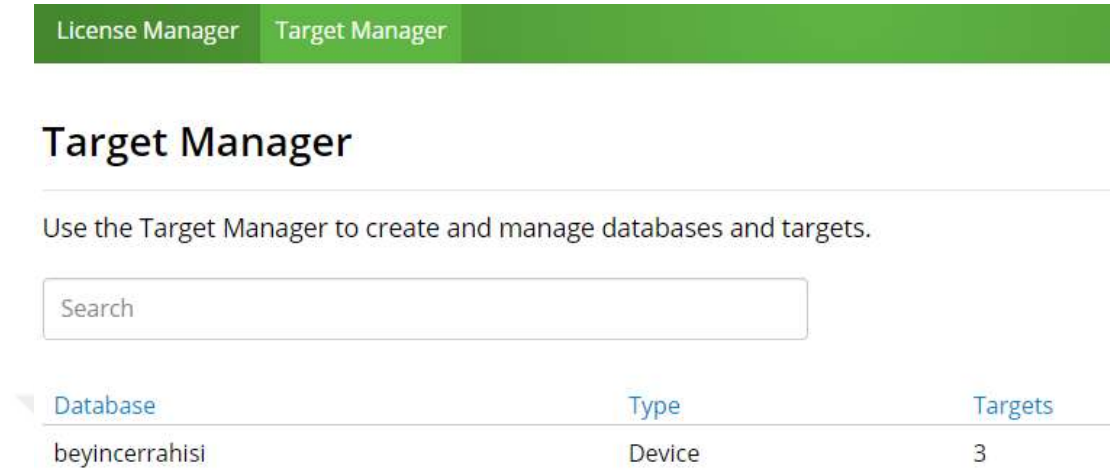


Şekil 4.10. Vuforia Target Manager

Add Database sayfasında, veri tabanı için bir isim yazılır, type seçilir ve Create düğmesi tıklanır. Şekil 4.11.'de Vuforia da veri tabanının oluşturulması örnek olarak gösterilmiştir.

Şekil 4.11. Vuforia veri tabanı oluşturma

Target veri tabanını Target Manager listesine eklenir. Sayfadaki veri tabanı listesini görebilmek için listedeki veri tabanına tıklanır. Şekil 4.12.'de Veri tabanı işlemi örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.12. Veritabanı

Yeni Target ekleneceği zaman veri tabanını çeşitli çalışmalarda kullanmak için belirli uzantılarda indirilecek veri tabanı için Target sayfa listesine gidilir. Target Ekle seçilir. Şekil 4.13.'te Veri tabanı Target Manager sayfası örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Veri tabanı Target Manager

Target Ekle sayfası, eklemek istenilen Target ilgili özellikleri belirtmek için seçenekler seçilir. Eklenecek dört farklı Target türü vardır;

- Single Image
- Cuboid
- Cylinder
- 3D Object

Type altında, Single Image seçilir ve Image Target olarak kullanılmak istenilen görüntüyü seçilir. Sayfada kullanılacak width ölçüsü ve ismi girilip ekle butonuna tıklanır. Şekil 4.14.'te Image Target Manager örnek olarak gösterilmiştir.

**Add Target**

Type:

Single Image Cuboid Cylinder 3D Object

File:

Choose File Browse...

.jpg or .png (max file 2mb)

Width:

Enter the width of your target in scene units. The size of the target should be on the same scale as your augmented virtual content. Vuforia uses meters as the default unit scale. The target's height will be calculated when you upload your image.

Name:

Name must be unique to a database. When a target is detected in your application, this will be reported in the API.

Şekil 4.14. Image Target Manager

Görsel yıldızlarla temsil edilir. Bu temsiller derecelendirme değerine göre Target listesinde listelenir. Derecelendirme yıldız sayısı ne kadar çok ise mobil cihazlardaki kameranın izlemesi daha zor olur. Derecelendirme en fazla 5 yıldız alır. Şekil 4.15.'te Target Manager da yıldız sayısı örnek olarak gösterilmiştir.

License Manager Target Manager




Target Manager beyincerrahisi

**beyincerrahisi** Edit Name

Type: Device

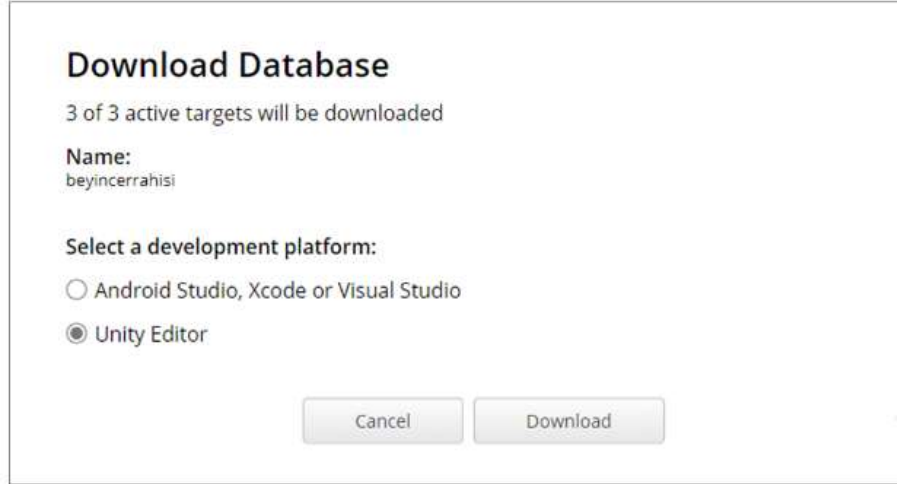
Targets (3)

Add Target Download Database (All)

Target Name	Type	Rating	Status	Date Modified
<input type="checkbox"/>  4	Single Image	★★★★☆	Active	Dec 22, 2021 22:06
<input type="checkbox"/>  3	Single Image	★★★★☆	Active	Dec 12, 2021 09:12
<input type="checkbox"/>  2	Single Image	★★★★☆	Active	Dec 11, 2021 16:48

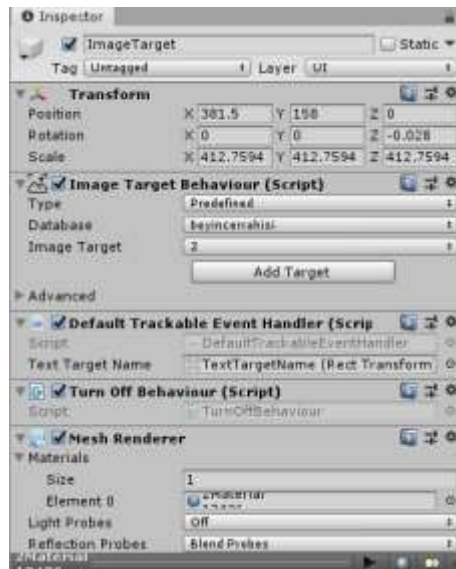
Şekil 4.15. Target Manager

Download Database butonundan, geliştirme platformu Unity seçilir ve Download tıklanır. Target veritabanı Unity uygulamasına import edilir. Şekil 4.16.'da Vuforia Download Database örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.16. Vuforia Download Database

Unity Editor'da Asset > Import Package > Custom Package gidilir ve paketi sabit sürücünüzde bulunur. Import Unity Package penceresinde, Import düğmesine tıklanır. Import edilen veritabanındaki görselin çalıştırılabilmesi için Unity platformunda Inspector ayarlarından seçilir. Şekil 4.17.'de Vuforia Import Unity Package örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.17. Import Unity Package

## 4.2. Beyin Cerrahisi Alanında Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Kullanılan Yöntemler

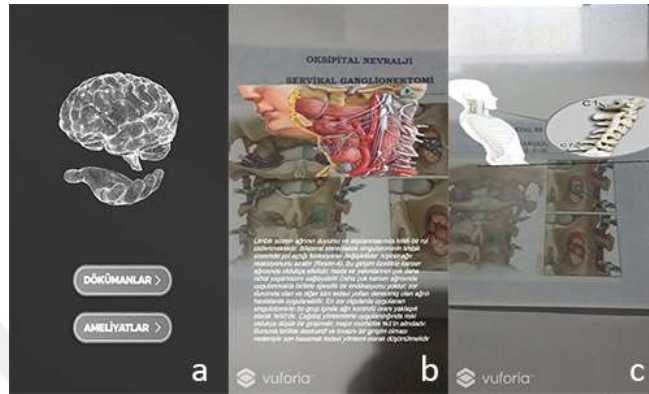
Artırılmış Gerçeklik, herhangi bir konu hakkında dijital bilgi sağlayabilir ve karmaşık bilgilerin anlaşılmasını kolaylaştırabilir, hayal edilmesi zor nesnelere sunma yeteneği sayesinde her soyut ve zor kavramı açıklayabilir. Geleneksel öğrenme materyallerine dijital artırılmış gerçeklik içeriği eklemek, öğrencinin kavrama, hafıza, konsantrasyon, uyum, etkileşim, hayal gücü ve problem çözme gibi temel alanlarda öğrenmeyi geliştirmeye yardımcı olur. Artırılmış Gerçeklik görselleştirme, metin açıklamasına sahip fotoğraflardan daha iyi çalışır. Sınıf derslerindeki artırılmış gerçeklik animasyonlu içerik, dinamik çağımızda öğrencilerin dikkatini çekebilir ve onları çalışmaya motive edebilir. Aynı zamanda tek bir yaş grubu veya eğitim seviyesi ile sınırlı değildir ve okul öncesi eğitimden üniversiteye ve hatta işte olmak üzere tüm okul seviyelerinde eşit derecede kullanılabilir.

Artırılmış gerçeklik eğitim uygulamaları, tıp öğrencisine, insan temporal kemiğinin 3D anatomik modelini sağlayan sanal bir kemik sistemini adım adım gösterebilir ve öğrencinin anatomik yapılar, ana organlar ve sistemler dahil olmak üzere etkileşimli 3D modeli manipüle etmesi ile insan vücudunu tanımasına olanak tanır. Bir öğretmen, öğrencilerin gerçeklik gözlükleriyle görecekları senaryoları etkinleştirmek için bir tablet kullanabilir. Simülasyon, gruplar halinde veya tek başına etkili öğrenme deneyimleri sağlar, etkileşimli ve oyun tabanlıdır. Bundan dolayı daha etkilidir, çünkü kişi eylemlerinin sonuçlarını anında görebilir.

Artırılmış Gerçeklik alt sistemi, katılımcıların bir ders kitabından bir bölümünün resmini çeken ve ardından bölümün yapısını, işlevlerini ve ilgili kılavuzunu görüntüleyen bir mobil terminal kullanmasına izin verir. Bu esnek bir şekilde öğrencilerin zaman ve mekân kısıtlamaları olmaksızın sistemi dersten önce veya sonra kullanmalarına izin verir. Sistem, kullanıcıların Artırılmış Gerçeklik alt sistemleri arasında geçiş yapmasına izin verir (Ardiny ve Khanmirza, 2018).

Bu tez kapsamında geliştirilmiş olan uygulamanın genel kullanımı; Kullanıcının ilk uygulamayı açtığı anda karşısına gelen ekranda dokümanlar kısmı seçilerek derste işlenecek olan konuların mobil teknolojik cihazlardan kamera yardımıyla okutulmuş üç boyutlu nesnelere ve detaylı ders içeriklerini görmektedir. Bu nesnelere 360 döndürme ve zoomlama işlemleri yapmasını sağlamaktadır. Böylelikle her açıdan öğrenilmek istenilen önemli noktaları seçebilmektedir. Ameliyatlar butonu kısmında beyin cerrahisi alanında

yapılmış ameliyatlardan videoları ve içerikleri anlatılmıştır. Tıp fakültesi öğrencisinin veya öğretici doktorların mobil cihazlarını görseli okutarak ameliyattaymış gibi izlemesini sağlamaktadır. Bundan dolayı önemli bilgileri öğrenebilir ve tecrübeleri geliştirebilir. Şekil 4.18.'de Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulamanın ekran çıktısı örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama ekran çıktıları

Şekil 4.18.'de a seçeneğindeki kısım uygulamanın giriş ekranıdır. Giriş ekranında dokümanlar ve ameliyatlardan seçeneği olarak iki bölüme ayrılmıştır. Dokümanlar seçeneğinden tıp derslerinde işlenen verilerin detayları kısmı, üç boyutlu resimleri, hastalardan alınmış sonuçları yer almaktadır. Ameliyatlardan seçeneğinde ise beyin cerrahisinde yapılmış ameliyat videoları yer almaktadır. B ve C seçeneklerinde dokümanlar kısmı yer almaktadır. Şekil 4.19.'da Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulamanın Unity program ekran çıktısı örnek olarak gösterilmiştir. Şekil 4.20.'de Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama Visual Studio programı ile bilgilerin ekrana getirildiği örnek kod gösterilmiştir. 4.21.'de Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama Visual Studio programı ile video çalıştırma örnek kodu gösterilmiştir.



Şekil 4.19. Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama Unity program ekran çıktısı

```
private void OnTrackingFound()
{
    Renderer[] rendererComponents = GetComponentsInChildren<Renderer>(true);
    Collider[] colliderComponents = GetComponentsInChildren<Collider>(true);
    foreach (Renderer component in rendererComponents)
    {
        component.enabled = true;
    }
    foreach (Collider component in colliderComponents)
    {
        component.enabled = true;
    }

    Debug.Log("Trackable " + mTrackableBehaviour.TrackableName + " found");
    if (mTrackableBehaviour.TrackableName == "2")
        TextTargetName.GetComponent<Text>().text = "Limbik sistem ağrının di
}
}
```

Şekil 4.20. Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama Visual Studio programı ile bilgilerin ekrana getirildiği örnek kod

```
1 using UnityEngine;
2 using UnityEngine.Video;
3 public class Videoplanecontroller : MonoBehaviour
4 {
5     public VideoPlayer vp;
6     private void OnEnable()
7     {
8         if (vp != null) vp.Play();
9     }
10    private void OnDisable()
11    {
12        if (vp != null) vp.Stop();
13    }
14 }
15 }
16 }
17 }
```

Şekil 4.21. Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş uygulama Visual Studio programı ile video çalıştırma örnek kodu

## 5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Son zamanlarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte Artırılmış Gerçeklik teknolojik cihazlar üzerinde geliştirilen uygulamalarla karşımıza çıkmaktadır. Artırılmış Gerçeklik teknolojileri eğitim, tıp, inşaat, emlak ve askeri alanlarda uygulanmasıyla geliştirilmiş yeni bir teknolojidir. Artırılmış Gerçeklikle ilgili birden fazla alanda çalışmalar yapılırken tıp ile eğitim alanında çok az uygulama ve Artırılmış Gerçeklik çalışması yapılmıştır. Günümüzde bu teknolojinin sağladığı avantajlar nedeniyle Artırılmış Gerçeklik alanında yapılmış çalışmalar daha fazla dikkat çekmektedir. Böylelikle Artırılmış Gerçeklik, görsel çalışmalara ihtiyaç duyan bir modeli uygulamak için daha iyi bir kullanım sağlamaktadır. Artırılmış Gerçeklik ayrıca sanal ve gerçek ortamlar arasında etkileşim sağlamaktadır.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi eğitim ve tıp alanında yerleşik hallerde oluşturulmuş ve bunlardan kaynaklı sonuçlar da öğrenme, kavrama ve öğretme aşamaları üzerinde olumlu sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi öğreticinin geleneksel öğrenme ve öğretme adımlarını gerçekleştirmesini sağlamaktadır. Artırılmış Gerçeklik teknolojisi yardımıyla oluşturulan dersler, daha yenilikçi öğrenme ve öğretme adımlarının geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bundan dolayı bu teknolojinin kullanımı gerçek ortamda bulunan problemlerin, eldeki bilgi kaynaklarını, kavram simülasyonlarını ve alanındaki profesyonel öğretmenlerle iletişim kurulmasına yardımcı olmaktadır.

Geliştirilen uygulama entegrasyonu tıp öğrencilerin öğrenme potansiyelini ve derslere katılımları artırmak amaç olarak görülmektedir. Bundan dolayı Artırılmış Gerçeklik alanındaki son çalışmalar multimedya, animasyonlar, bilgisayar tabanlı simülasyonlar ve grafiksel yazılımlar da olmak üzere derslere import edilen uygulamaları tıp öğrencilerin bakış açılarıyla daha iyi kavramaları amaçlamıştır. Örneğin tıp alanındaki fazla tıp terimlerinin hafıza kalmasını görsel olarak anlatılarak daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ile geliştirilmiş bu çalışma tıp öğrencilerinin ve öğretmenlerin, ders içeriklerinde ve ameliyat sırasındaki yetenekleri, olumsuzlukları kullanacakları tıbbi cihazları kullanmadan önce onlar hakkında bilgi sahibi olabilmelerini ve hata riskini en aza indirilmesi amacıyla bu çalışma geliştirilmiştir.

Bu çalışma ile yeni başlayan tıp öğrencilerinin dersler hakkında tanıtımların sanal ortamlarda mekân ve zamana bağımlı kalmadan mobil cihazlar veya Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) ile ulaşabileceklerdir. Bundan dolayı tıp ve eğitim alanında öğretici ve öğrenciler tarafından alınan geri bildirimlerle istenilen amaca ulaşılmıştır.




Artırılmış Gerçeklik ile gerçekleştirilmiş bu çalışma tıbbi terim ve ders içeriklerinin daha kolay anlaşılmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuş ve öğrenmenin etkisini de artırmak amaçlanmıştır. Artırılmış Gerçeklikle ameliyat bölümleri, üç boyutlu görsellerle değerlendirilerek öğrencilere daha görselleştirilmiş öğrenme deneyimi sağlanmıştır. Böylelikle Artırılmış Gerçeklik teknolojisiyle ameliyat zamanında karşılaşılabilecek hataları ve hasta güvenliğinde karşılaşılabilecek olumsuzlukları en aza indirmek amaçlanmıştır. Bundan dolayı uygulamalarda ameliyat çalışmalarına yer verilmiştir. Ayrıca öğrenci, asistan veya öğretici ihtiyaçlarına göre daha esnek çalışmalar hazırlanabilir. Bu uygulama sadece bilgi almak olarak değil bu sistemi kullanan öğrenci ve öğretmenlerin katkılarıyla, bilgisi alınan ameliyatlara ve ders bileşenleri hakkında geri bildirimler ile tıp öğrencilerine daha iyi bir eğitim verebilecektir.

Günümüzde yaygınlaşan Covid-19 hastalığı nedeniyle çalışmalara ve öğretime ara verildiği zamanlarda özellikle tıp alanındaki eğitimlerde ve çalışmalarda bu tür geliştirilen uygulamalar sayesinde öğrencilerin daha hızlı algılayabilmelerine ve öğretmenlerin daha hızlı bilgi aktarmalarına yardımcı olacaktır.

### **5.1. Beyin Cerrahisinde Artırılmış Gerçeklik Uygulaması ve Sonuçlar**

Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş bu çalışma tıp alanındaki öğrenciler, asistanlar ve öğretmenler bazı olumsuzlardan kaynaklı ve zamana bağlı kalmadan kendilerini geliştirmek, mekâna bağlı kalmadan erişim sağlayabilmek, yeteneklerini ve bilgilerini geliştirebilmek için öğrencilerin ihtiyaçlarına daha hızlı ve kolay şekilde çözümler sağlayabilmek amacıyla geliştirilmiştir. Ayrıca bu çalışma Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) ile entegre edilebilir. Bu amaçlar doğrultusunda uygulamanın çalışması Çizelge 5.1.'de adımlar şeklinde gösterilmiş ve bu gösterimler ekran çıktıları ile desteklenmiştir.

**Çizelge 5.1.** Beyin Cerrahisinde Artırılmış Gerçeklik alanında geliştirilmiş uygulamanın çalışması

Ekran Çıktıları	Adımlar
	<p><b>Adım 1:</b></p> <p>İlk olarak giriş ekranında karşımıza iki buton gelmektedir. Birinci buton dokümanlar kısmıdır. Bu bölümdeki seçildiğinde karşımıza ders seçenekleri gelmektedir. Hangi derse erişim yapılmak istenirse o seçilir.</p>
	<p><b>Adım 2:</b></p> <p>Dokümanlar kısmı seçilmişse Beyin Cerrahisi alanındaki dersler listelenmektedir. Bu derslerden biri seçildiğinde o derse ait örneğin beyin görsellerine kamera aracılığıyla okutulduğuna ona ait bilgiler ve hasta verileri çıkmaktadır.</p>
	<p><b>Adım 3:</b></p> <p>Örneğin dokümanlar seçeneğinden Beyin Tümörleri seçilmiş ise o derse ait görsellere mobil cihazların kamera aracılığıyla ona ait bilgiler karşısına çıkmaktadır.</p>



#### **Adım 4:**

Örneğin dokümanlar seçeneğinden Beyin Tümörleri seçilmiş ve o kısımda başka bir ders içerik resmi mobil cihazın kamerasıyla okuttuğunda örnek bir ders görseli çıkmaktadır.



#### **Adım 5:**

Örneğin dokümanlar seçeneğinden Sinir Dokusu seçilmiş ve o kısımda başka bir resmi mobil cihazın kamerasıyla okuttuğunda örnek bir hastanın sonuç görseli çıkmaktadır.



#### **Adım 6:**

Örneğin dokümanlar seçeneğinden Hidrosefali seçilmiş ve o ilgili ders içeriği mobil cihazın kamerasıyla okuttuğunda örnek bir hastanın sonuçları ve içeri çıkmaktadır.



#### **Adım 7:**

Örneğin dokümanlar seçeneğinden Kafa Travması seçilmiş ve o ilgili ders içeriği mobil cihazın kamerasıyla okuttuğunda örnek ders içeri çıkmaktadır.



#### **Adım 8:**

Örneğin Ameliyatlar seçeneğinden Sinir Dokusu seçilmiş ve o kısımda bir resmi mobil cihazın kamerasıyla okuttuğunda ona ait video çalışması ve ders anlatım videosu çıkmaktadır.



#### **Adım 9:**

Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) ile bir mobil cihazın Yakın Alan İletişim kart sistem (NFC) özelliği varsa kartı mobil cihaza tutarak çalıştırabilmektedir. Yukarıdaki adımları bu kısımda da yapabilmektedir.

## **5.2. Tartışma**

Bu tez çalışmasında Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin özellikleri bahsedilerek alt başlıklar olarak tarihçesi, çalışma şekli, kullanım alanları ve Artırılmış Gerçeklik

geliştirmek için neler gereklidir gibi konular detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu incelenen konular ile ilgili bilgilere değinilmiş ve dünyadaki kullanım alanlarından bahsedilmiştir. Tıp öğrencilerinin, asistanların ve öğretilerinin eğitimde ve Covid-19 bulaşıcı hastalığı nedeniyle yaşanan olumsuzları avantaja çevirmek için bu tez kapsamında Beyin Cerrahisi alanında Artırılmış Gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir.

Bu tez kapsamında geliştirilen uygulama ayrıca tıp öğrencilerinin, asistanların ve öğretilerinin derslerde ve ameliyatlarda sırasındaki eğitimde kısıtlı ders saatlerine bağlı kalmadan bu uygulama ile istenilen vakitte erişim sağlamalarına yardımcı olmaktadır.

Bu uygulama geliştirilirken Android sistemlere sahip mobil teknolojik cihazlar aracılığıyla bağlanma sağlanmaktadır. Ayrıca geliştirme ortamı olarak Android Studio, Visual Studio ve Unity uygulamaları yardımıyla oluşturulmuştur. Vuforia SDK' sını Artırılmış Gerçeklik ile kullanılmıştır.

Beyin Cerrahisi için geliştirilmiş bu çalışmanın kullanım özellikleri incelendiğinde, tıp öğrencilerinin veya asistanların işaretleyicileri(marker) hareket ettirdikleri durumlarda görüntüleri elde etme, video ve animasyon oynatma da bu işaretleyicilerin bulunması veya tanımlanması için kodların çözümlenmesi doğru olarak çalışmaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada birden fazla teknolojik cihazlarda deneyerek kullanımının daha kolay ve daha hızlı erişim sağlamaktadır.

Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) ile yüklenen bu tez kapsamındaki uygulama böylelikle tıp öğrencilerine bu kartlar verilerek her zaman uygulamaya erişim sağlamaktadırlar. Bu çalışmada Unity ve Artırılmış Gerçeklik ile beyin cerrahisi alanındaki eğitimlerde verilen ders notlarında yer verilmeyen verilerin kameralı herhangi bir mobil teknolojik cihazla o görselleri okutarak oluşturulmuş üç boyutlu nesnelere ve verilerini zoomlama ve döndürme işlemlerini gerçekleştirilmesi ile daha akılda kalıcı olması planlanmıştır.

Geliştirilmiş uygulamayı maliyet açısından incelendiğinde bir setup üzerinde mobil teknolojik cihazlara kurulması kolaydır ve maliyeti azdır. Çeşitli şehirlerde yaşayan farklı tıp öğrencileri beyin cerrahisi alanındaki eğitimde Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) veya setup Play Store gibi platformlara yükleyerek erişim kolaylığı sağlanabilir. Böylelikle tıp öğrencilerine, asistanlara ve öğretiler mobil teknolojik cihaz kullanma zorunluluğu sağlar.

Bu tezin yapılmasındaki amaç Artırılmış Gerçeklik uygulaması ile tıp öğrencilerinin, asistanların ve öğretilerinin yaşadıkları sıkıntıları zaman kayıpları

Artırılmış Gerçeklik ile bir çözüm getirmek ve bundan sonraki süreçte eğitimde kullanmak için geliştirilecek olan uygulamalara yön göstermektir.



## 6. ÖNERİLER

Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş Artırılmış Gerçeklik uygulamasını kullanılacak tıp öğrencileri, asistanlar ve öğretiler uygulamada bulunan beyin cerrahisi alanında yer alan konuları mobil teknolojik cihazlardan veya Yakın Alan İletişim kart sistemi (NFC) yardımıyla erişim sağlarken aşağıdaki maddelere dikkat etmelidir.

- Geliştirilmiş olan bu uygulamayı kullanan tıp öğrencileri, asistanlar ve öğretiler zamana bağı kalmadan istenilen zamanda eksik konularını tamamlamaya yardımcı olan bu sistem sayesinde seçilmiş dersler için değil tüm ders konuları ve ameliyat videoları için uygulanabilir. Bu sayede tüm tıp alanlarında tüm öğrenci, asistan ve öğretilerinin motivasyonlarını artırarak derslere katılımı ve kavrama yeteneğini artacaktır. Böylece eğitimde zaman kısıtlaması giderilmiş olacaktır.
- Herhangi bir tıp öğrencisine hizmet edecek olan bu uygulama sadece eğitim olarak değil bunu kullanan öğrenci, asistan ve öğretilerinin katkılarıyla, bilgisi elde edilen ameliyatlara ve tıp ders verileri hakkındaki geri bildirimler alınarak beyin cerrahisindeki tıp öğrencilerine daha iyi bir eğitim sağlanacaktır. Örneğin bir tıp öğrencisinin COVID-19 hastalığı nedeniyle uzaktan aldığı dersleri bir mobil cihazının kamera donanımını kullanarak o derslere erişim sağlayarak daha iyi anlaması ve ameliyat yeteneklerini geliştirmesi mümkün olacaktır.

Beyin Cerrahisi alanında geliştirilmiş Artırılmış Gerçeklik uygulaması sadece tıp öğrencilerine değil tüm eğitim seviyesinde ders gören öğrenciler içinde geliştirilebilir. Ayrıca üniversitelerin yüksek lisans ve doktora yapan öğrencileri içinde projeleri detaylandırılarak bölümlere göre içerik oluşturularak genişletilebilir.

## 7. KAYNAKLAR

- Akkuş, İ. ve Özhan, U., 2017, Matematik ve Geometri Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları, *Inonu University Journal of the Graduate School of Education*, 19-31.
- Ardiny, H., ve Khanmirza, E., 2018, The Role of AR and VR Technologies in Education Developments: Opportunities and Challenges, *IEEE*.
- Arimarsc., 2019, İmalat Sanayinde AR (Artırılmış Gerçeklik) Uygulamalarının Getirdiği Faydalar, *İmalat Sanayinde AR (Artırılmış Gerçeklik) Uygulamalarının Getirdiği Faydalar*.
- Bingöl, B., 2016, Yeni Bir Yaşam Biçimi: Artırılmış Gerçeklik (AG), *Üsküdar Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi*, 44-55.
- Çakal, M. A. ve Eymirli, E., 2012, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi, *Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi*.
- Çevik, G., Yılmaz, R. M., Gökteş, Y. ve Gülcü, A., 2017, Okul Öncesi Dönemde Artırılmış Gerçeklikle İngilizce Kelime Öğrenme, *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education*, 50-57.
- Çiloğlu, T., Yılmaz, Ö., Yılmaz, A. ve Yılmaz, F. G., 2021, Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Konulu Makalelerin İncelenmesi, *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 147-158.
- Doğan, A., 2016, Artırılmış Gerçeklik Teknolojileriyle Desteklenmiş Hikaye Kitabı Okuma Deneyimi, *Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 121-137.
- Eginli, M. A. ve Nacaklı, Y., 2020, Uçak Bakım Eğitimlerinde Artırılmış Gerçeklik Kullanımının Değerlendirilmesi, *Journal Of Aviation*, 61-78.
- Emre, Ş., Yolcu, M. B. ve Celayir, S., 2018, Çocuk Cerrahisi Öğrenci Eğitiminde Üç Boyutlu Modellerin Kullanılması: Süreç ve İlk İzlenimler, *Çoc. Cer. Derg.*, 55-60.
- Gelmez, G., 2021, *Artırılmış Gerçeklik ile Montaj Kiti Bilgilendirme Kılavuzu Üzerine Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Güneş, M. ve Dilipak, H., 2020, Ciddi Oyunların Hazırlaması ve Değerlendirilmesine Yönelik Bir Derleme Makalesi, *Gsi Journals Serie C: Advancements In Information Sciences And Technologies*, 56-91.
- Hayes, A., 2020, *Augmented Reality*, Augmented Reality: <https://www.investopedia.com/terms/a/augmented-reality.asp> [Ziyaret Tarihi: 14 Mart 2022].

- Holonext., 2018, *Artırılmış Gerçeklik (AR) Nedir ve Hangi Alanlarda Kullanılır*, Holonext: <https://holonext.com/tr/artirilmis-gerceklik-ar-nedir/> [Ziyaret Tarihi: 18 Ocak 2022].
- İbili, E. ve Şahin, S., 2013, Artırılmış Gerçeklik ile İnteraktif 3D Geometri Kitabı Yazılımın Tasarımı ve Geliştirilmesi: ARGE3D, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1-8.
- İçten, T. ve Bal, G., 2017, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Üzerine Yapılan Akademik Çalışmaların İçerik Analizi, *Bilişim Teknolojiler Dergisi*, 401-415.
- İçten, T. ve Bal, G., 2017, Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 111-136.
- Kılınç, H. ve Uzun, Y., 2022, Beyin Cerrahisi İçin Artırılmış Gerçeklik Uygulaması, *Avupa ve BilimTeknoloji*, 290-296.
- Koşan, L., 2014, Muhasebe Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 37-47.
- Küçük, S., Kapakin, S. ve Göktaş, Y., 2015, Tıp Fakültesi Öğrencilerinin Mobil Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğrenimine Yönelik Görüşleri, *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 316-323.
- Martlı, E. P. ve Dincer, N., 2020, Hemşirelik Eğitiminde Teknoloji: Artırılmış Gerçeklik, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 627-637.
- Özdemir, M., 2017, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ile Öğrenmeye Yönelik Deneysel Çalışmalar: Sistematik Bir İnceleme, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 609-632.
- Porter, M. E. ve Heppelmann, J. E., 2017, *How Does Augmented Reality Work? How Does Augmented Reality Work?: <https://hbr.org/2017/11/how-does-augmented-reality-work#:~:text=Augmented%20reality%20starts%20with%20a,which%20analyze%20the%20video%20stream>* [Ziyaret Tarihi: 14 Şubat 2022].
- Sabah, L. ve Şimşek, M., 2018, Artırılmış Gerçeklik Yöntemleri İle Konumsal Mobil Kampüs Bilgi Sistemi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 637-649.
- Softtek., 2021, *What are the different types of Augmented Reality? What are the different types of Augmented Reality?: <https://softtek.eu/en/tech-magazine-en/user-experience-en/what-are-the-different-types-of-augmented-reality/#:~:text=Mainly%2C%20there%20is%20a%20classification,overlay%20AR%20and%20contour%20AR>* [Ziyaret Tarihi: 4 Ocak 2022].
- Taçgın, Z. ve Taçgın, E., 2020, Akıllı Bir Çoklu Model Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Ameliyat Öncesi Prosedür Becerilerinin Öğretilmesi, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 57-63.

- Yamamoto, G. T. ve Altun D., 2020, Coronavirüs ve Çevrimiçi (Online) Eğitimin Önlenemeyen, *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 25-34.
- Yılmaz, R. M. ve Göktaş, Y., 2018, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimde Kullanımı, *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 510-537.
- Yolcu, M. B., Emre, Ş. ve Celayir, S., 2018, Artırılmış Gerçekliğin Tıpta ve Çocuk Cerrahisinde Kullanımı, *Çoc. Cer. Derg.*, 89-92.
- Yöndem, T. ve Karadağ, G. H., 2019, Artırılmış Gerçeklikle Değişen Haber Sunumu, *Yeni Medya Elektronik Dergi*, 22-44.
- Yüksekdağ, B. B., 2021, Sağlık Profesyonellerinin Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları, *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 130-148.



:

:



*Avrupa ve BilimTeknoloji, 290-296.*