

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜZELERDE SERGİLEME VE SUNUMA YÖNELİK BİR
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI

Gökhan BUNSUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Aralık, 2019

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MÜZELERDE SERGİLEME VE SUNUMA YÖNELİK BİR
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI

Gökhan BUNSUZ tarafından hazırlanan tez çalışması 11/ 11/ 2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Danışman

Jüri Üyeleri

Dr.Öğr. Üyesi Togan TONG, Danışman

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Meral ERDOĞAN, Üye

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Çetin TÜKER, Üye

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Müzelerde Sergileme ve Sunuma Yönelik Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulaması “MousAR” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim

Gökhan BUNSUZ

İmza



Aileme

TEŞEKKÜR

Başta tezin hazırlanma sürecinde bilgilerini, fikirlerini, tecrübesini ve zamanını koşulsuz paylaşan kıymetli danışmanım Sayın Dr. Togan TONG'a...

Tezimi geliştirmeye yönelik katkılarından dolayı başta sınıf arkadaşlarım Kübra GÜLBAHAR, Sevcan VATANSEVER KURTULUŞ, Gizem EFENDİOĞLU, Defne GÜL KAYAOĞLU olmak üzere tüm bölüm hocalarım ve arkadaşlarıma...

Tez sürecinde bana yeterli zamanı sağladığı için Nevzat BARDAKÇI'ya...

En önemlisi tüm tez raporu oluşumu süresince desteğini, anlayışını ve sevgisini benden esirgemeyen kıymetli annem Belgin BUNSUZ ve kardeşim Sinem BUNSUZ'a

Sonsuz teşekkürler.

Gökhan BUNSUZ

İÇİNDEKİLER

KISALTMA LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
ÖZET	X
ABSTRACT	XII
1 Giriş	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı.....	2
1.3 Hipotez	3
1.4 Tezin Kapsamı	3
2 Artırılmış Gerçeklik	5
2.1 Artırılmış Gerçeklik Kavramı.....	5
2.2 Artırılmış Gerçeklik Tarihi.....	5
2.3 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi	9
2.3.1 Görüntüleme Sistemleri	10
2.3.2 Artırılmış Gerçeklik Sistemleri	16
2.4 Artırılmış Gerçeklik Uygulama Tasarımlarında Kullanılan Başlıca Platformlar	20
2.5 Artırılmış Gerçekliğin Uygulama Alanları	24
2.6 Bölüm Değerlendirmesi	29
3 Müzelerde Sergileme Yöntemleri	31
3.1 Müzelerde Sergileme Yöntemlerinin Tarihi Gelişimi	31
3.2 Teknolojik Sergileme Yöntemleri.....	35
3.2.1 Müzelerde Arttırılmış Gerçeklik Uygulamaları.....	35
3.2.2 Müzelerde Sanal Gerçeklik Uygulamaları.....	39
3.2.3 Müzelerde Hologram Uygulamaları	42
3.2.4 Müzelerde Karma Gerçeklik Uygulamaları	44
3.3 Bölüm Değerlendirmesi	46
4 Müzecilikte Sergilemelerde Kullanıma Yönelik Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulama Kiti “MousAR”	49
4.1 Motivasyon	49

4.2	MousAR Uygulama Kitinin Kapsamı ve Amacı.....	51
4.3	MousAr Uygulama Kitinin Yöntemi.....	51
4.4	MousAR Uygulama Kitinin Sistem Bileşenleri	52
4.4.1	Donanım	52
4.4.2	Kullanılan Yazılım	53
4.5	Yazılımın Geliştirilmesi	53
4.5.1	Vuforia ile Geliştirilen Birinci Yazılım.....	53
4.5.2	İlk Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Denemesi	54
4.5.3	Unity ve Arkit Ortamlarında Geliştirilen İkinci Yazılım.....	56
4.6	MousAR Uygulama Kit' inin Ara Yüzü	56
4.6.1	Portal, Eksik Eser ve Tablo Uygulamaları	57
4.6.2	Portal Uygulaması.....	58
4.6.3	Eksik Eser Uygulaması.....	61
4.6.4	Portal ve Eksik Eser Uygulamaları İçin Uygulama Algoritması	64
4.6.5	Tablo ve Bilgilendirme Uygulaması.....	65
4.6.6	Tablo ve Bilgilendirme Uygulamaları İçin Uygulama Döngüsü	68
7	Sonuç ve Öneriler	69
	Kaynakça	73
	Tezden Üretilmiş Yayınlar	79

KISALTMA LİSTESİ

AG	Artırılmış Gerçeklik
AR	Augmented Reality
ArKit	Artificial İntelligent Kit
GPS	Global Positioning System
KG	Karma Gerçeklik
SDK	Software Development Kit
SG	Sanal Gerçeklik
VR	Virtüal Reality

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	İlk Arttırılmış Gerçekli Teknolojileri	6
Şekil 2.2	Görüntüleme Sistemlerine İlişkin Çalışmalar	10
Şekil 2.3	Magic Leap One Creator Edition	12
Şekil 2.4	Microsoft Hololens	13
Şekil 2.5	Microsoft Hololens 2.....	13
Şekil 2.6	Google Glass	13
Şekil 2.7	Giyilebilir Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri.....	14
Şekil 2.8	x, y ve z Koordinat Düzlemi.....	18
Şekil 2.9	Tanıma Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması	19
Şekil 2.10	Wikitude SDK Görüntüsü	21
Şekil 2.11	ARKit 2 SDK Görüntüsü.....	22
Şekil 2.12	Arkit Scanner Uygulamasıyla Obje Taratılması.....	22
Şekil 2.13	ARCore SDK Görüntüsü.....	23
Şekil 2.14	Vuforia SDK Görüntüsü	23
Şekil 2.15	ARToolKit SDK Görüntüsü.....	24
Şekil 2.16	Eğitimde Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması.....	24
Şekil 2.17	Exhopixel Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi.....	27
Şekil 2.18	Arnatomy Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması	27
Şekil 2.19	Arart Uygulamasının Kullanıldığı Bir Sergi Örneği.....	28
Şekil 3.1	İskenderiye Müzesi	31
Şekil 3.2	British Museum.....	32
Şekil 3.3	Louvre Museum	33
Şekil 3.4	Sakıp Sabancı Müzesi	34
Şekil 3.5	Hatay Müzesi Hologram Uygulaması.....	35
Şekil 3.6	Louvre-DPN Müzesi Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması	38
Şekil 3.7	Natural History Museum of London Arttırılmış Gerçeklik Filmi	38
Şekil 3.8	Baarian National Museum Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması.....	39
Şekil 3.9	New York Metropolitan Müzesi VR Teknolojisi	40
Şekil 3.10	Sanal Gerçeklik Teknolojisi Müze Gezisi.....	41
Şekil 3.11	Bamyan Buda Heykelleri Hologram Gösterimi.....	43
Şekil 3.12	Hologram Gösterimi	43
Şekil 3.13	Karma Gerçeklik Gösterimi	45

Şekil 3.14	Restore Et Oyunu	46
Şekil 3.15	Troya Katmanları	46
Şekil 4.1	Near - Surface AR' nin AG uygulamasından görüntüler	53
Şekil 4.2	Augmented Realıy (neARtracker) Akış Şeması	54
Şekil 4.3	Tez İçin Yapılan İlk AG Uygulaması	55
Şekil 4.4	Vuforia' da Markerdan Uzaklaşma Sonucu Modelin Stabilizasyonunun Bozulma Hatası	56
Şekil 4.5	MousAR Uygulama Kiti Ara yüzü	57
Şekil 4.6	MousAR' Uygulama Kit'ini Kullanımı İçin Akış Diyagramı	57
Şekil 4.7	Portal Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma	59
Şekil 4.8	Örnek MousAR Portal Uygulaması	60
Şekil 4.9	Eksik Eser Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma	62
Şekil 4.10	Örnek MousAR Eksik Eser Uygulaması	63
Şekil 4.11	Uygulama Döngüsünün Algoritması	64
Şekil 4.12	Tablo Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma	66
Şekil 4.13	Örnek MousAR Tablo ve Bilgilendirme Uygulaması	67
Şekil 4.14	Uygulama Döngüsünün Algoritması	68

Müzelerde Sergileme ve Sunuma Yönelik Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulaması

Gökhan BUNSUZ

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Teknolojinin, hızla gelişen yapısıyla, bireylerin ve toplumların hayatında yeri ve etkinliği büyük bir ivmeyle artmaktadır. Teknolojinin gelişim hızı ve yarattığı yeni iletişim mecraları, yeni fikirlerin her türlü alanda uygulanabilir formlarını üretmeye başlamaktadır. AG (AG) de bu yeni fikirlerden biridir. AG, gerçek dünyayı ve bilgisayar ürünü sanal dünyayı bir araya getiren ve gerçek dünyadan kopmadan dijital(sanal) dünya ile etkileşime geçilmesini sağlayan bir araçtır. AG 1970'li yıllardan günümüze teknolojinin gelişmesiyle değişmiş ve evrilmiştir. Bunun yanı sıra teknolojinin nerdeyse her alanını açıkça geliştirmekte ve yenilemektedir. AG'yi kullanarak akıllı cihazlar aracılığıyla iki boyutlu görselleri ya da sergilerde yer alan unsurları hareketli ya da kısa bir animasyonla zenginleştirmek, video ekleyerek ilgi çekici bir deneyim sunmak mümkün olmaktadır. Teknolojiye karşı oluşan bu eğilimler birçok alanda olduğu gibi sergileme yöntemlerinde de yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlayıp, sanatçıların ve tasarımcıların yaratıcı sınırlarını genişletmelerine de olanak sağlamaktadır. Bunun gibi avantajlarıyla AG, bir sergileme yöntemi olarak her geçen gün sanat etkinliklerinde ve sergilerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda müzecilikte, geleneksel sergileme yöntemlerini AG giderek geliştirmeye başlamıştır. AG teknolojisi dünyada

şimdiden pek çok müzede farklı tanıtım şekilleriyle kullanılmaya başlamıştır. AG teknolojisi geliştikçe, müzecilik alanında kullanımı daha da yaygınlaşacak ve müzeler için önemli bir gereksinim olacaktır.

Bu tezde AG kullanılarak, eserler ve ziyaretçiler arasındaki etkileşime yeni bir boyut getirmek için bir uygulama kiti üretilmesi hedeflenmiştir. MousAR adı verilen bu uygulama kitinin; eserle ziyaretçi arasındaki ilişkiyi derinleştirme, eseri bir bireysel deneyime dönüştürme ve müzelerdeki sergileme yöntemlerini ileriye taşıma amacı bulunmaktadır.

Yöntem olarak müzecilik ve AG teknolojisi, bileşenleriyle beraber incelenecektir. Müzeciliğin ve sergileme yöntemlerinin tarihsel gelişimleri literatür taramalarıyla beraber incelenip, olumlu ve olumsuz yönleri ziyaretçiler açısından değerlendirilecektir. Sonrasında AG'nin gelişim evreleri, bileşenleri, programlama süreçleri üzerinde durulacak, AG için kullanılan programların olumlu ve olumsuz yanları açıklanacaktır. Aynı zamanda müzecilikte şimdiye kadar bunun konuda yapılmış, müzelerdeki AG sergileme yöntemleri ve uygulamaları da incelenecektir. Bu incelemelerin sonucunda, tüm bu araştırmalarla ilgili olumlu ve olumsuz yanlar irdelenip, AG üzerine "MousAR" uygulaması programlanacaktır. MousAR uygulama kiti içinde; eserin dönemine yolculuk yaptıran "portal", eksik veya parçalanmış eserleri tam gösteren bir uygulama ve eserlerin videolu veya metinli açıklamalarını sunan bir başka uygulama olacaktır.

Yapılan bu çalışma sonucunda oluşturulacak MousAR uygulama kitinin müzelerdeki sergileme yönteminde etkileri incelenecek AG'nin bu alanlardaki katkısı nitel verilerle desteklenerek araştırılacaktır.

Anahtar kelimeler: Müzecilik, Arttırılmış Gerçeklik, Sergileme, Sunum Yöntemleri, Karma Gerçeklik

An Augmented Reality Application For Exhibition and Presentation Purposes in Museums

Gökhan BUNSUZ

Department of Architecture

MSc. Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Togan TONG

The place of the technology in humans' lives keeps getting bigger with an undeniable pace. This pace, along with the communication adventures that it creates, has started to produce new ideas that are applicable for every kind of area. Augmented Reality(AR) is one of these areas. AR is a device that brings the real world and the digital (virtual) world together without any disconnection from the real world. AR has changed and evolved since 1970 with the improvements on the technology. Moreover, it changes and evolves almost every area of technology. With the help of AR and smart devices, it is now possible to enrich 2D images or visuals in the museums by adding a short animated video, making it a more interesting. These trends, just like they do on other areas, ensures that artists and designers can improve on their creative skills by helping new approaches to arise on exhibition area. With its advantages of such, AR has started to be used in many art activities and exhibitions as a method. AR technology has already been used in many exhibitions in different display forms. As AR technology improves, its application on exhibition area will be more extensive and eventually it will be an important necessity for museums.

In this thesis, the objective is to produce an application that adds a new dimension to the interaction between the visitors and pieces of work , using AR. This application, which is called “MousAR”, aims to dense the connection between the visitor and the work, convert the work to an individual experience and further develop exhibition methods in museums.

As a method, museology and AR techonolgy will be analized with their components. The historical development of museology and exhibition methods will be reviewed, positive and negative aspects will be evaluated for the visitors. After that AR’s the development stages, components and programming processes will be discoursed; positive and negative aspects of these programmes will be explained. At the same time, all the AR methods and applications used in museums up to this day will be analized. At the end of this analysing, all of the positive and negative aspects will be studied and “MousAR” will finally be programmed in AR. In MousAR, there will be a “portal” that gets visitors to travel the era of the works, an application that shows the missing and shattered works as a whole and another application that presents written or visual explanation of the works.

At the end of this study, the effects of “MousAR” on the museums will be analized and the contribution of AR to the area will be researched by using qualitative data.

Key Words: Museology, Augmented Reality, Exhibition, Presentation Methods, Mixed Reality.

1.1 Literatür Özeti

Müzeler, toplumların bellekleridir. Geçmişe ait değerlerin, gelecek nesillere aktarımında önemli bir paya sahip olan müzeler, bireyin topluma ait değerleri de kavramasında etkin bir mecraadır. Bir iletişim ortamı olarak müzeler, günümüze ait iletişim mecralarını da etkin bir şekilde kullanmaya yönelenmektedirler.

Ziyaretçilere belli bir düşünceyi ikna etme çalışması müzelerin ilk ortaya çıktığı zamanlarda başlamıştır ve günümüzde giderek artan bir etki ile devam etmektedir. Zamanla müzelerde sergilenen eserler ve antika objeler dışında, sergileme tasarımlarına verilen önemde ön plana çıkmıştır. Geleneksel sergileme yöntemlerinin kullanıldığı zamanlarda dahi müzeyi ziyarete gelen kişilere içinde bulunulan atmosfere uyum sağlamaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu bağlamda, teknolojinin getirilerinden faydalanarak, bireyler ve toplumlar ile yeni iletişim formları tasarlamaktadırlar. Bu yeni iletişim formları, güncel teknolojilerden destek alan özel yazılımlar ve platformlarda uygulaması gerçekleştirilen farklı deneyimleri de içermektedir.

Müzeler, bulundukları çağlara ayak uydurma bağlamında, toplum ve bireyle bağlarını güçlendirebilir. Çağı takip edemeyen her yapı gibi, müzeler de kurumsal açıdan, varolan teknoloji ve yenilikleri yapısına uyarlamak durumunda kalmıştır. Teknolojinin bireylere kadar uzandığı bu dönemde müze teknolojilerinin de ilerleme kaydettiği söylenebilir. Müze ve müzecilik, gelişen teknolojiler ile büyüyen yeni nesiller için cazip ve ihtiyaç duyulur bir mecra olması gerekmektedir.

Son dönemlerde bilişim teknolojileri alanında en çok dikkat çeken çalışmalardan birisi de interaktif bir alan olan artırılmış gerçeklik teknolojisidir. Bu teknoloji çeşitli alanlarda çalışmanın yapıldığı, günümüzde ise hayatımızda giderek daha fazla yer almaya başlayan bir teknolojidir. Gerçek dünyadaki çevrenin ve içindekilerin ses, görüntü, grafik ve GPS verileriyle zenginleştirilmesi ile oluşturulan Artırılmış Gerçeklik ortamları, sanal nesneleri gerçek dünyaya gerçek

zamanlı olarak eklemektedir. Sanal Gerçeklikte kullanıcı gerçek olmayan bir ortama uyum sağlayıp, gerçeklikten koparılırken, Artırılmış Gerçeklikte varolan ortama yeni veriler, görüntüler vb. eklenerek ortamın zenginleştirilmesi sağlanır. Bu durum, kullanıcının farklı duyu organlarını kullanarak zenginleştirilen konu hakkında daha fazla bilgiye ulaşmasını, dikkatini ve hafızasını canlı tutmasını ve öğrenmenin daha kalıcı olmasını destekleyebilir. Son araştırmalara göre, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik pazarının 2020 yılında tahmini 100 Milyar doları aşacağı öngörülmektedir.

AG son yıllarda birçok alanda karşımıza çıkmakta ve her geçen gün kendini farklı alanlarda geliştirmekte ve güncellemektedir. Bu alanlardan bazıları: Tıp (Ameliyatlarda, organlarda meydana gelen hasarların gösterilmesinde...vb.), konum ve durum bilgileri (Haritalama, Navigasyon, GPS verileri vb.), eğlence sektörü, askeri uçak navigasyonu ve hedefleme, bilişim teknolojileri, moda, eğitim ve tasarım vb. şeklinde örneklendirilebilir. Grafik tasarım alanında henüz yeni yorumlanmaya başlanılan AG çalışmaları, gelişime ve farklılıklara açık bir teknoloji olmakla birlikte, tasarıma yenilik ve heyecan katmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu araştırmada AG'nin gerçek dünya ile zenginleştirilmiş dünya arasındaki etkileşiminin, müzelerdeki eser sergilemelerine olan etkilerinin incelenmesi ve bununla ilgili bir Artırılmış Gerçeklik destekli uygulaması yapılması planlanmıştır. Müze sergilemelerinde değişen yaklaşımlar ve konular teknolojik gelişmelerle birlikte ele alınmıştır. Tezde, aynı zamanda Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin nasıl çalıştığıyla ilgili bilgiler ve uygulama alanlarına göre örnekler yer almaktadır. Bir bakıma tarihten bugüne AG'nin gelişimi özetlenmektedir. AG teknolojisinin müze içi eser sergilenmelerinde mevcut sunum ve kompozisyonu nasıl değiştirebileceği tartışılarak, bu uygulamanın öğrenmedeki etkileri incelenmiş, olumlu ve olumsuz yanları sunulmuştur. Bir bilgisayar grafiği bileşeni olarak Zenginleştirilmiş Gerçeklik teknolojisinin müze içi eser sergilenmelerinde kullanımını cesaretlendirici bir ön çalışma sunulmaktadır.

Müze ve müzecilik, gelişen teknolojiler ile büyüyen yeni nesiller için cazip ve ihtiyaç duyulur bir mecra değildir. Projenin teknoloji temelli bir uygulamaya sahip

olması, akıllı cihazla ile yönlendirilme yapılması, yeni nesiller için müzeleri cazip hale getirirken; müzelerin tarih, sanat, sosyoloji gibi geliştirici etmenlerinin yetişen nesile pozitif getirisi olacağı düşünülmektedir.

AG deneyimlerinin diğer alanlarda varolan uygulamalarına (reklam sektörü, tıbbi görüntüleme vb.) destek olarak, müzecilik alanında ise eser sergilemelerinde yeni bir sergi uygulamasının kazandırılacağı, AG'nin tasarım bağlamında eksik olan bir döküman boşluğunun da doldurulacağı düşünülen hedefler arasında önem arz etmektedir. Aynı zamanda tezin Artırılmış Gerçeklik alanında çalışmak isteyen tasarımcılara yol gösterici nitelikte olacağı öngörülmektedir.

1.3 Hipotez

Müze içi eser sergilemelerinde kullanılmak üzere geliştirilen, MousAR adı verilen; Portal, Eksik Eser ve Bilgilendirme uygulamalarını içeren bir mobil AG uygulaması aracılığıyla eserler ve ziyaretçiler arasındaki etkileşime yeni bir boyut getirmek mümkündür. Bu uygulama sayesinde müzelerdeki eserlerin asıl sergilendikleri döneme yolculuk yapılabilmekte, yıpranmış veya parçalanmış eserler, orijinal zarar görmemiş hallerine dönüşebilmekte, eserlerin ses, animasyon veya video eklenmiş halleri görüntülenebilmektedir. MousAR adı verilen bu uygulama; eserle ziyaretçi arasındaki ilişkiyi derinleştirme, eseri bir bireysel deneyime dönüştürüp ve müzelerdeki sergileme yöntemlerini ileriye taşımaktadır.

Müzeler bu teknolojiyi ve MousAR'ı kullanarak eserlerin kendi sanat anlayışları içerisinde farklı ifade biçimlerini ortaya koyarlar. Aynı zamanda kendilerine olan ilgiyi artırmak, koleksiyonlarında bulunan fakat başka sergileme alanlarında bulunan eserleri müze içerisinde tekrar canlandırmak için de kullanırlar. Bu uygulama sayesinde müzeler yeni nesiller için cazip hale gelirken, müzelerin tarih, sanat, sosyoloji gibi geliştirici etmenlerinin yetişen nesile pozitif getirisi olmaktadır.

1.4 Tezin Kapsamı

Çalışma kapsamını uluslararası boyutta kullanılabilecek ve farklı müzelere göre adapte edilebilecek bir yapıda Artırılmış Gerçeklik eser sergilemesi uygulaması oluşturmaktır. Artırılmış Gerçeklik teknolojisine ilişkin teknik bilgiler kapsamı

belirlenirken günümüzdeki son durum üzerine yoğunlaşmış, uygulama örneğine en iyi yanıt verecek çözümler değerlendirilip tez kapsamında müze eserleri üzerinden değerlendirmelerle sunulmuştur.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisine ait bilgiler tarihsel sürecinden başlayarak incelenmiş, teknolojinin kuramsal yapısı ve gelişimi ortaya konulmuştur. Günümüzdeki mevcut durum üzerinden donanımsal ve yazılımsal olanaklar değerlendirilmiştir. Artırılmış Gerçeklik konusundaki sınırlamalar araştırılmış öneri çözüm yolları tariflenmiştir. Üzerinde çalışılmakta olan araştırma projeleri değerlendirilerek Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin özellikle donanımsal olarak ne yönde ilerlemekte olduğu üzerine irdelemelerde bulunulmuştur. Müzecilik alanında kullanımına dair örnekler verilmiş, bu örneklerin sağladığı olanaklar tartışılmıştır.

AG uygulamaları incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Şimdiye kadar yapılan Müze içi AG uygulamaları incelenmiştir. Bu uygulamaların karşılaştırmalı değerlendirilmesi yapılarak eksik yönleri ortaya konulmuş ve ihtiyaçlar belirlenmiştir.

MousAR sergileme uygulaması toplanan veriler kapsamında kurgusu oluşturularak tanımlanmıştır. Belli problemlere cevap veren uygulamalar bu kurgu çerçevesinde toplanmış ve kullanıma hazır hale getirilmiştir..

2.1 Artırılmış Gerçeklik Kavramı

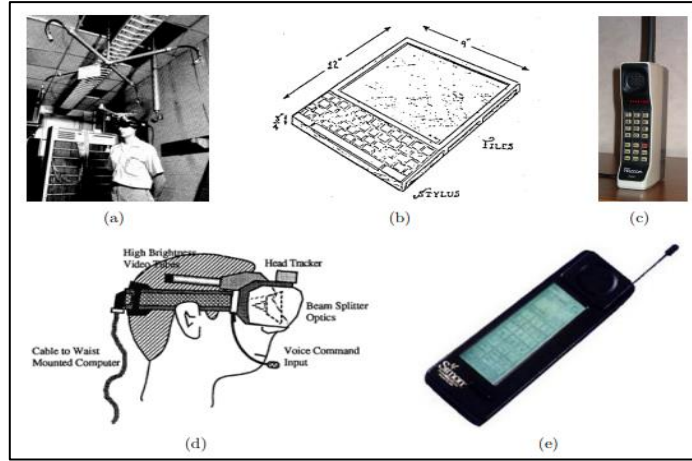
Artırılmış gerçeklik son yılların en yeni teknolojisi konumunda bulunmaktadır. Sıklıkla sanal gerçeklik kavramı ile karıştırılan artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik teknolojisinin aksine kullanıcılara sanal bir ortamda deneyim imkânı sunmamaktadır. Artırılmış gerçeklik, tamamen gerçek bir ortama sanal öğelerin yerleştirilmesi sonucu elde edilen bir görsellik sunmaktadır.

Artırılmış gerçeklik üzerine birçok tanımlama yapılmış bulunmaktadır. Milgram ve Kishino artırılmış gerçekliği tanımlarken “Gerçek dünyada görebildiğimiz cisimlerin yerine sanal dünyada üretilen cisimlerin geçtiği bir gerçekliktir.” demişlerdir [1]. Özarslan ise çalışmasında artırılmış gerçekliği “Bir kamera ya da görüntüleme cihazı aracılığıyla çoğunlukla gömülü bir hedefi okuyup sanal olarak bilgisayarda üretilen görüntü ve gerçek dünyanın görüntüsünün yazılımsal olarak bir araya getirilmesiyle oluşmaktadır.” şeklinde tanımlamıştır [2].

Kısaca özetlemek gerekir ise artırılmış gerçeklik, görsel, işitsel ve duyuşsal uyaran unsurlarının kullanılmasıyla fiziksel dünyanın sanal dünya ile gelişmiş bir versiyonudur. Başka bir deyişle, artırılmış gerçeklik, dijital bilgileri kullanıcının ortamı ile gerçek zamanlı birleştiren bir deneyimdir.

2.2 Artırılmış Gerçeklik Tarihi

Artırılmış gerçeklik hayatımıza son on yıldır girmeye başlamış olsa da tarihi aslında kullanıla teknoloji göze alındığında eskiye dayanmaktadır. Artırılmış gerçekliğin ilk yaratıldığı zaman 1968 yılına dayanmaktadır. 1968 yılında Sutherland tarafından artırılmış gerçeklik ortaya çıkarılmıştır. Ancak teknolojik cihazların yetersiz olması nedeniyle sadece çok basit çizimler gerçek hayata eş zamanlı olarak entegre edilebilmiştir.



Şekil 2.1 İlk Arttırılmış Gerçekli Teknolojileri

Şekil 2.1 Ivan Sutherland tarafından yapılan ilk arttırılmış gerçeklik uygulamasına ait görseldir [3].

1992 yılında ise Tom Caudell ve David Mizell arttırılmış gerçekliği, bilgisayar tarafından sunulan materyalin gerçeğin üzerine uygulanması olarak tanımlamışlardır. Şekil 1.1.d'de ise tasarladıkları sistemin görseli yer almaktadır. Ancak her iki araştırmacı da daha iyi görüntü kayıt sistemlerine ihtiyaç duyulduğunu vurgulamışlardır [4]. 1993 yılına gelindiğinde ise Loomis, görme engellilerin kullanımı için bir dış mekân navigasyon sisteminin prototipini geliştirmiştir. Bu prototipte dizüstü bilgisayar, elektronik pusula ve diferansiyel GPS alıcısı birleştirilmiştir. Sunduğu akustik sanal ekran ile konuşmacı sentezi birleştirilerek kullanıcıya coğrafi bir navigasyon yardımı sağlanmıştır [5]. Aynı yıl içerisinde Fitzmaurice, mekânsal konumdaki bilgileri izlenen bir el cihazı ile göstermeni anahtar bir örneği olan Chameleon'u tasarlamıştır. Toplam 4 ekrandan oluşan cihazların tamamı bir video kameraya bağlı şekilde oluşturulmuştur. Bu nedenle de kullanıcıya kablolar nedeniyle kısıtlı bir hareket imkânı tanımıştır. Ancak birkaç düğme ve hareket kullanıcının cihazla etkileşime geçmesini sağlamaktadır [6]. Aralık 1993'te ise GPS, ilk operasyonel kabiliyetini elde etmiştir. Her ne kadar ilk olarak GPS askeri alanda kullanılmış olsa da günümüzde milyonlarca insan navigasyonu Arttırılmış gerçeklik veya coğrafi yardım gibi diğer konularda kullanmaktadır. İlk tasarlanan GPS'in doğruluğu ise 15 metre arasındadır [7].

1994 yılında da arttırılmış gerçeklik ile ilgili çalışmalara devam edilmiş ve Steve Mann 1994-1996 arası neredeyse 2 yıl sabah uyandığında boyunca bir mobil

kamera ve ekran takmıştır. Her iki cihaz ile bir web sitesine bağlanarak çevrimiçi ziyaretçilerin Steve'in ne gördüğünü görmesine ve ona mobil ekranından görününce mesajlar göndermesine izin vermiştir [7]. 1995 yılında Jun Rekimoto ve Katashi Nagao, Chameleon'a benzer bir cihaz olan NaviCam'i tasarlamıştır. NaviCam, optic izleme için kullanılan mobil ekrana monte edilmiş bir kameraya sahip olarak tasarlanmıştır. Bilgisayar, canlı kamera görüntüsündeki renk kodlarını algılayarak içeriğe duyarlı bilgileri doğrudan videonun üzerinde görüntülemiştir [8]. Aynı yıl Benjamin Bederson, Ses Arttırılmış Gerçeklik terimini kullanmıştır ve tasarladığı prototip müze rehberinin bir parçası olarak bir MDplayer ile birlikte kullanılmıştır [9]. 1997 yılında ise Steve Feiner ilk mobil arttırılmış gerçeklik sistemini olan Touring Machine'i tasarlamıştır. Tasarlanan cihaz bir sırt çantası içerisinde dijital radyo, GPS, kablosuz web erişimi için bir bilgisayar ve başa takılan bir ekran ile kullanılmıştır [10]. 1998 yılında ise Şapkada Harita ismi ile Bruce Thomas ve çalışma arkadaşları bir elektronik pusula ve başa takılan bir ekran içeren sırt çantası tabanlı giyilebilir bir bilgisayar tasarlamışlardır [11]. İlk dönemler navigasyon amacıyla kullanılsa da daha sonra birçok arttırılmış gerçeklik Projesi için kullanılan bir arttırılmış gerçeklik platformu olan Tinmith'e dönüşmüştür [12].

Zaman içerisinde arttırılmış gerçekliğe ilişkin teknolojiler sürekli değişmiş ve yeni kullanım alanları çerçevesinde tasarlanmaya başlanmıştır. 2000 yılında Bruce Thomas, AG benzeri teknolojileri ARQUAKE, adlı bir masaüstü bilgisayar oyunu için tasarlamıştır ve böylelikle oyunu her zamanki klavye ve farenin olduğu yer dışında da oynanabilir hale getirmiştir [13]. Aynı yıl, Fritsch ve çalışma arkadaşları arttırılmış gerçeklik teknolojiye ilişkin NEXUS adlı bire tasarım geliştirmiş ve bunu mimari alanları tanıtmak amacıyla kullanmışlardır [14].

2001 yılında Vlahakis ve çalışma arkadaşları mobil bir arttırılmış gerçeklik sistemi olan Archeoguide'yi tasarlamışlardır. Sistem, Yunanistan Olympia'nın tarihi bölgesi etrafında inşa edilmiştir. Sistem bir gezinme ara yüzü, antik tapınak ve heykellerin 3D modellerini ve antik Stadyumdaki tarihi koşuda kazanmak için yarışanları izleme avantajlar içermiştir. Sistem içerisinde, HDM'li dizüstü bilgisayar sisteminden başlayarak, avuç içi bilgisayarlara ve cep bilgisayarlarına kadar ölçeklenebilir bir model ünite kurulu kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır [15].

2003 yılında ise Daniel Wagner ve Dieter Schmalstieg, bir PDA üzerinde özerk olarak çalışan bir iç mekân arttırılmış gerçeklik sistemi yaratmışlardır. Çalışmacılar en az alt yapıya ihtiyaç duyan tüketici cihazlarının geniş kullanılabilirliğinden faydalanmışlardır. Uygulama, kullanıcıya doğrudan PDA üzerinde izleme ve çalıştırma için ARToolKit'in Windows Mobile portunu kullanarak, çevrenin üç boyutlu genişletilmiş bir görüntüsünü sunmaktadır [16]. 2004 yılında ise Michael Rohs ve Beat Gfeller, cep telefonları için 'D işaretleme sistemi olan Visual Cod'ları sunmuştur. Nesnelerle ilgili bilgi ve işlevleri almak için bu kodlar fiziksel nesnelere eklenebilmektedir. Elektronik ekranlarda gösterilmeye de uygundur [17]. 2005 yılında ise ULTRA isimli proje piyasaya sürülmüştür. ULTRA, karmaşık makinelerin bakımı ve desteklenmesi, inşaat ve üretim ve kültürel miras gibi birçok alanda insanların desteklemek için PDA'larda gerçek zamanlı olmayan doğal özellik izlemesinin nasıl kullanılacağını göstermektedir. Ayrıca bakım görevleri arttırılmış gerçeklik sahneleri oluşturmak üzere bir geliştirme ortamı geliştirilmiştir [18].

2006 yılında Nokia, cep telefonları için çok sensörlü bir cep telefonu arttırılmış gerçeklik rehberlik uygulaması olan MARA'yı sunmuştur. Prototip uygulama, kamera tarafından yakalanan sürekli vizör görüntü akışını gerçek zamanlı olarak grafikler ve metinlerle kaplar ve kullanıcının çevresine açıklama ekler [18].

2007 yılında ise Apple tarafından satılan iPhone olarak da bilinen il çoklu dokunmatik ekranlı cep telefonu, mobil cihazlarla etkileşime geçmek amacıyla yeni bir yol olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2008 yılında Mobilizy, GPS ve pusula verilerini Vikipedi girişleriyle birleştiren bir uygulama olan Wikitude'i başlanmıştır. Wikitude Word Browser, bir Android akıllı telefonun gerçek zamanlı kamera görüntüsü hakkında bilgiler göstermektedir [19]. 2010 yılında ISMAR'da Lukas Gruber ve çalışma arkadaşları arttırılmış gerçeklikte kullanılan algoritmaların izlenmesi ve yeniden yapılandırılması performansını değerlendirmek için bir very setleri ve karon modellerden oluşan bir koleksiyon olan "Şehir Manzaları" sunmuştur [19].

2012 yılında ise Google Glass piyasaya sürülmüştür. Google Cam entegre bir dokunmaya duyarlı sensor veya doğal dil komutları ile kontrol edilebilir bir optic HDM'dır. Kamuya açıklanmasından sonra Google Glass, araştırma üzerinde önemli

bir etkiye sahip olsa dahi karma gerçeklik üzerinde daha geniş ölçüde bir etki yaratmıştır [19].

Google'ın Google Glass'ı halka arz etmesinden sonra arttırılmış gerçeklik ile ilgili çalışmalar da giderek hız kazanmıştır. Özellikle 2012-2016 yılları arasında ISMAR, Facebook, SLAM gibi büyük şirketler arasında arttırılmış gerçeklik teknolojilerine yönelik büyük satın almalar yaşanmıştır. Bu aşamada arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin de piyasa değeri artmıştır.

2.3 Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi

AG, görme, işitme, hissetme gibi birçok duyu organına birde hitap eden ses, video, GPS verileri gibi çeşitli bilgilerin bilgisayar sistemleri tarafından üretildikten sonra gerçek dünya ile birleştirilerek kullanıcılara sunulmasını sağlamaktadır. Gerçek ortama işlenecek olan veriler kullanıcıya sunulmadan önce insanların deneyimlerini arttırmak amacıyla görsellere çeşitli multimedya eklenerek zenginleştirilmektedir.

AG' te kullanıcıya sunulan zenginleştirilmiş içerikler kullanıcının arttırılmış gerçeklik teknolojisini kullanması ile birlikte eş zamanlı gerçekleşmektedir. Daha öncede anlatıldığı gibi bilim adamları bu eş zamanlı erişimi sağlayabilmek adına uzun bir zamandır çalışmaktadırlar [20].

Arttırılmış gerçeklik sanal gerçeklikten farklı olarak gerçek hayattaki öğelerin zenginleştirilmesi ve kullanıcı ile etkileşime sunulması sonucu oluşmaktadır. Şimdiye kadar bilinen ve sıklıkla kullanılan grafikleri yoğun bilgisayarlar, cep telefonlar veya sanal gerçeklik teknolojilerinden daha fazla gerçeklik hissiyat uyandırması nedeniyle arttırılmış gerçeklik teknolojileri özellikle son zamanların yükselen bir trendi konumundadır.

Arttırılmış gerçeklik teknolojisinin hayata geçebilmesi için birçok teknoloji bir arada kullanılmaktadır. Ancak temel olarak değerlendirmek gerekir ise bilgisayar, kablosuz internet ve arttırılmış gerçeklik teknolojisinin sunulduğu elektronik cihazdır.

Arttırılmış gerçeklik teknolojisi birçok imkânı içerisinde barındırması nedeniyle birçok sektör için kullanım kolaylığı sağlamaktadır. Özellikle endüstriyel tasarım,

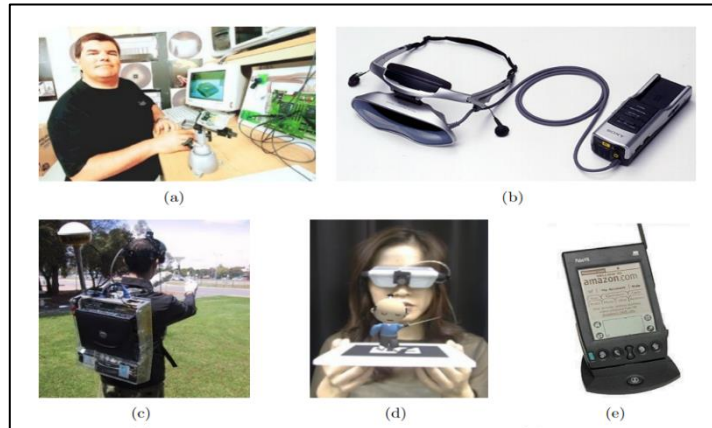
pazarlama ve reklamcılık, turizm ve müzecilik, eğitim, tasarım gibi alanlarda sıklıkla arttırılmış gerçeklik teknolojileri kullanılmaktadır.

2.3.1 Görüntüleme Sistemleri

Görüntüleme sistemlerine ilişkin teknolojilerinin gelişimine ilişkin çalışmalar çok eskiye dayanmaktadır. Çeşitli görüntüleme sistemleri teknolojik hayata entegre edilerek insanların birçok alanda hayatını kolaylaştırmak amacıyla kullanılmak istenmiştir.

Özellikle televizyonun icadı ile birlikte görüntüleme sistemlerinde büyük bir aşama kaydedilmiş ve çok boyutlu görseller televizyonun yaygınlaşması ile birlikte evlere girmiş insanların kullanımına sunulmuştur. Daha sonrasında ise bilgisayarlar aracılığı ile hem görüntüleme hem de bilgi depolama imkânı sunulmuş ve Türkiye’de özellikle ilk olarak büyük şirketler tarafından daha sonra ise kamu kurumlarında hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır.

Bilgisayarın ortaya çıkışı ile birlikte bilgisayar teknolojileri üzerine de birçok çalışma yapılmaya başlanmış ve bilgisayarların boyutları küçültülmeye çalışılmıştır. Paralel dönemlere yansıyan internetin ortaya çıkışı ile birlikte bilgiye erişim daha kolay hale gelmiş ve internet de diğer teknolojik gelişmeler gibi hızlı bir şekilde dünya üzerinde yayılmıştır.



Şekil 2.2 Görüntüleme Sistemlerine İlişkin Çalışmalar [20]

Daha sonrasında yapılan çalışmalar cep telefonları, bilgisayarlar ve internet üzerinde yoğunlaşarak uydu sinyalleri, GPS’ler ve alınan verilerin elektronik ortamlara daha interaktif ve eş zamanlı sunulması için birçok çalışma yapılmıştır.

Bu alışmalar sonucunda ise ortaya arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, karma gerçeklik gibi teknolojiler ortaya çıkmış ve bu teknolojilerin kullanımını kolaylaştırmak amacıyla da giyilebilir cihazlar, gözlükler, akıllı saatler, telefonlar, hologramlar ve mobil cihaz uygulamaları geliştirilmiştir. Zaman içerisinde teknolojiye yaşanan gelişmeler ise daha geri planda kalan televizyon, laptop, masaüstü bilgisayar gibi teknolojilere entegre edilerek bu ürünlerin kalitesinin arttırılması ve kullanımının kolaylaştırılması amaçlanmıştır. Yeni üretilen teknolojiler ve bu teknolojilerin kullanımına uygun cihazlar ise bilime katkıda bulunmak ve insan hayatını kolaylaştırmak adına görüntüleme sistemlerinin kullanıldığı hemen hemen her alana entegre edilmeye çalışılmıştır.

Bu kapsamda hastanelerde kullanıla görüntüleme sistemleri özellikle insan hayatı açısından önem kazanırken bunun dışında kültür sanat alanlarında da görsellik açısından zengin multi medya içeriklerine sahip olan yeni nesil teknolojiler kullanılmaya başlanmıştır.

2.3.1.1 Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri (Magic Leap, Hololens ve Diğer HDM Gözlükleri)

2015 yılının Haziran ayında Magic Leap, arttırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanıldığı arttırılmış gözlüğünü halka açıklayacağını duyurmuştur. Aynı zamanda bu duyuru içerisinde Unity ve Unreal platformlarını da desteklemesi beklendiğini açıklamıştır.

Magic Leap, 2016 yılının Ekim ayında ise arttırılmış gerçeklik gözlüğünü piyasaya sürmüştür. Satışa sürülmesine rağmen 1.9 Milyar dolar gibi yüksek bir rakamda yatırım çeken bir teknoloji olan Magic Leap gözlüğünün ilk olarak tasarladığı arttırılmış gerçeklik gzlğne Magic Leap One'dır. Bu gözlüğün ise 2018 yılında satışa sunulacağı söylenmiştir. Gzlk içerisinde tam olarak 3 donanım sistemi bulunmaktadır. Özellikle Magic Leap One, çok hafif ve taşınabilir olması nedeniyle arttırılmış gerçeklik teknolojisine yeni bir yön kazandırmıştır. Magic Leap One içerisinde gözlüğün kullanımı için Lightwear, gözlüğün şarjı ve gücünü sağlamak amacıyla Lightpack ve kablosuz bir erişim sağlayabilmesi amacıyla ise Control adı verilen donanımlar kullanılmıştır. Aynı zamanda gözlük çok boyutlu bir görsel sunması amacıyla 6 adet kamera ile donatılmıştır. Bu sayede kullanıcının göz hareketlerini de takip edebilme imkânı sunmuştur. Sadece kamera sistemleri değil

aynı zamanda ses sistemleri ile de kuşatılan Magic Leap One, mümkün olduğu kadar gerçekçi bir deneyimi kullanıcılarına yaşatmayı hedeflenmektedir [21].



Şekil 2.3 Magic Leap One Creator Edition [21]

Hololens, yazılım devi olan Microsoft'un ilk arttırılmış gerçeklik gözlüğüdür. Bu gözlük içerisinde Microsoft, ekranda çeşitli olarak hologram ekranları sunarak gerçek ortam ile sanal ortamı birleştirmeyi amaçlamıştır. Ancak Windows 10 ile entegre bir sistem olması nedeniyle ara yüz açısından daha karmaşık bir yapıya sahip olan Hololens, zaman içerisinde kullanıcılar deneyimledikçe cihaza alışılması da hızlanabilecektir. Arttırılmış gerçeklik sanal dünya ve gerçek dünyanın birleşimi olması nedeniyle hem dış mekân algılaması için 4 adet kamera hem de kişinin göz hareketlerini takip açısından da 2 adet kamera bulunmaktadır. Ancak Hololens, gözlük kullananlar için uygun bir yapıya sahip bulunmamış ve kullanıcı yorumlarına bakıldığında yaklaşık 20 saatlik bir deneyimin dahi cihazı tanımak için yeterli bir süre olmadığı belirtilmiştir. Fiyatının yüksekliği ve ticari amaç ve kişisel kullanım amacına uygun iki tasarımı bulunması ile ara yüzlerin karışık olması kullanıcı deneyimi açısından dezavantajlı olmasını sağlamıştır. Bu nedenle de Microsoft kısa bir süre içerisinde Hololens2'yi duyurmuş ve Hololens2'nin herkesin kullanımına uygun olacağına vurgu yapmıştır [22].



Şekil 2.4 Microsoft Hololens [23]

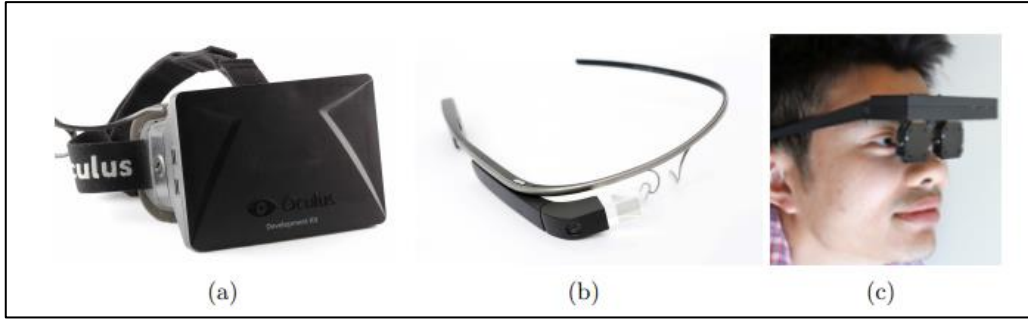


Şekil 2.5 Microsoft Hololens 2 [24]

Arttırılmış gerçeklik gözlükleri alanına giren bir başka isim ise Goolge olmuştur. 2013 yılında piyasaya gördüğü Google Glass'ın ancak belirli kişilerin kullanımına izin verilmiştir. Google Glass zor hava şartlarına uygun bir şekilde tasarlanmış olup kullanıcı yorumlarına bakıldığında ses ve görüntü kalitesinden beklenenlerin karşılayamadığı göze çarpmaktadır. Ancak cihaz fotoğraf ve video çekebilme özeliğine sahip olmanın yanı sıra kuvvetlendirilmiş sensor sistemleri ile birlikte kullanılmaktadır [25].



Şekil 2.6 Google Glass [26]



Şekil 2.7 Giyilebilir Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri [27]

2.3.1.2 Mobil Cihazlar ve Tabletler

Özellikle 2000’li yılların başları mobil cihazların geliştirilmeye başlandığı bir dönem olmuş ve bu gündemde mobil cihazlar ile ilgili gelişmeler daha da hızlanmıştır. Arttırılmış gerçeklik teknolojisine uygun kamera ve görüntüleme sistemleri ile kablosuz internet arayışı ve GPS sisteme duyulan ihtiyaç ile şarjlı çalışabilme özelliği mobil cihazları bu alanda kullanılması için ideal bir cihaz haline getirmiştir.

1992 yılında akıllı cep telefonları IBM ve Bellsouth tarafından üretilmiştir. Bunu takiben 1993 yılında ise yukarıda da değinildiği üzere GPS sistemi 15 metreye kadar doğru olacak şekilde kullanılmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır. Her ne kadar GPS sistemi ilk olarak askeri savaş alanlarında kullanılmak üzere ortaya çıkmış ise de farklı alanlarda kullanımı hızlı bir şekilde yaygınlaşmış ve öncelikle görme engellilere daha sonra ise coğrafi yardım için cihazlara entegre edilmeye başlanmıştır. 1999 yılına gelindiğinde ise GPS ilk kez GSM telefonlarda kullanılmıştır. Bu telefonun üreticisi olan Benefon, aynı yıl içerisinde Wi-Fi ile çalışan telefonları üretmiştir. 2000 yılında ise kameralı cep telefonu Sharp tarafından üretilmiş ve satışa sunulmuştur [28].

Arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin ihtiyacı olan görüntüleme sistemine kameralı akıllı cep telefonları aracılığıyla erişilebilmesi nedeniyle bu aşamadan sonra arttırılmış gerçeklik çalışmaları da hız kazanmıştır. Bu kapsamda yapılan ilk çalışmalardan biri BatPortal olmuştur. BatPortal bir cep bilgisayarı olarak kablosuz arttırılmış gerçeklik teknolojisi cihazıdır. 2001 yılında üretilen BatPortal, iki sistemi içerisinde barındırmaktadır. Bunlardan ilki başa takılan ir görüntüleyici ile birlikte şarj edilebilen bir bilgisayarın birbirine bağlanması ve ikinci sistem olan kamera sistemi ile dış dünyanın görüntülenmesi şeklindedir [29]. 2004 yılına

gelindiğinde ise görüntüleme sistemlerine ilişkin teknolojiler daha da geliştirilmiş ve cep telefonlarında video görüntüleme sistemleri hayata geçirilmiş ve bu sistem arttırılmış gerçeklik teknolojisi ile birlikte kullanılmıştır [30]. Bu aşamadan sonra mobil cihazların sahip olduğu kamera ve video istemleri ile GPS ve internet sistemleri giderek arttırılmış aynı zamanda Apple tarafında sunulan dokunmatik ekranlar da mobil cihazların kullanımını kolaylaştıran ve günümüzdeki haline kavuşturan en önemli dönüm noktalarından biri olmuştur.

Tablet bilgisayarların gelişimine ilişkin çalışmalar ise diğer taraftan sürmeye deva etmiştir. Tablet bilgisayarların gelişimi ile ilgili çalışmalar da en az mobil cihazların gelişimi kadar eski olup bu alandaki ilk çalışmalar yaklaşık olarak 1960'lı yıllarda başlamıştır. Ancak gerçek anlamda tablet bilgisayarla insanlığın ilk tanışmasını sağlayan kişiler Alan Kay ve Kubrick olmuştur. 1960'lı yılların başında başlayan çalışmalar hızlı bir şekilde ilerlemiş ve 1960'lı yılların sonuna gelindiğinde ise günümüzdeki tablet bilgisayarlara ilk kez çok yaklaşılmıştır. Henüz normal bilgisayarların bir oda genişliğinde olduğu düşünüldüğünde tablet bilgisayarlar kullanım avantajı nedeniyle dönemde büyük ilgi çekmiş ve tablet bilgisayarlara ilişkin çalışmalar yoğunlaşmıştır. Hiçbir şekilde piyasaya sunulmamış olan ancak Alan Kay tarafından geliştirilen Dynabook adlı tablet bilgisayar asıl olarak çeşitli ülkelerdeki öğrencilerin eğitim alanında kullanılması için geliştirilmiştir. Kay tarafından geliştirilen tablet ekran ve klavyesi ile birlikte tek parça şekilde bir tasarıma sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu tablet bilgisayar hiçbir zaman ticari amaçlar ile kullanılmamış olsa dahi Apple için çalışan Kay, Apple'ın İpad'ı üretmesine katkıda bulunmuştur. Kubrick ise 1968 yılında tabletlere ilişkin önemli çalışmalara imza artmıştır. Bir Uzay Destanı isimli film aracılığıyla hayal gücünü insanlara aktarabile Kubrick, aynı zamanda insanların tablet bilgisayarlar ile de tanışmasını sağlamıştır. 1970'li yıllarda tablet bilgisayarların gelişimi ile ilgili herhangi büyük bir yenilik yaşanmamıştır. Ancak 1980'li yılların sonlarına gelindiğinde Apple Knowledge Navigator'ü piyasaya sunmuştur. Bu ürün PDA'ların ilk örneği olarak günümüzde gösterilmektedir. 2001 yılında ise Bill Gates bu alandaki çalışmalarını piyasaya tanıtmak amacıyla Windows'un dokunmatik bir ekranda özel kalemle çalışan versiyonunu piyasaya sürmüştür. 2005 yılına gelindiğinde ise Nokia tablet cihaz teknolojisi ile birlikte Nokia 770 modelini ve kendi işletim sistemini tanıtmıştır. Daha sonraki yıllarda ise bugünün önde gelen

bilgisayar firmaları tablet bilgisayar üretimin çalışmalarına da ağırlık vermişlerdir. 2010 yılı ve sonrasında Apple'ın ekran ve pil gücü sorununa çözüm bulma özelliğine sahip olan iPad'i tanıtması daha sonraki dönemlerde birçok firmanın da Android işletim sistemi ile uyumlu tabletler üretmesini sağlamıştır [31].

2.3.2 Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri

2.3.2.1 Takip Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri

AG teknolojisinin tarihi gelişimine bakıldığında arttırılmış gerçekliğe ilişkin çalışmaların sadece görüntüleme sistemleri, internet erişimi ve şarj edilebilirlik alanında olmadığı görülmektedir. Oldukça karmaşık bir sistemi içerisinde barındıran arttırılmış gerçeklik teknoloji aynı anda birçok teknolojik gelişmenin birbiriyle etkileşimi zorunlu kılmaktadır. Sayılmış olan 3 temel unsur dışında başkaca teknolojilerde de bu alanda faydalanılması zorunluluk arz etmektedir. Arttırılmış gerçekliğe dayalı bir ortamın oluşturulması için bazı yan unsurlara da ihtiyaç vardır. Bir arttırılmış gerçeklik teknolojisi oluşturabilmek için takip, görüntülüm, çakıştırma ve ayarlama sistemlerine de ihtiyaç duyulmaktadır [32].

Takip sistemleri bir arttırılmış gerçeklik ortamının oluşturulabilmesi için arttırılmış gerçeklik ortamında üzerine zengin multi medya içeriği eklenecek bir cismin seçilmesi ile onun tanımlanarak 3D konum ve yön bilgisinin hesaplanması aşamasıdır. Bilgisayar ortamında oluşturulan zengin multi medya içeriklerinin gerçek dünyada görülen nesnelerin üzerine eklenerek kullanıcıya sunulması ancak bu aşama ile mümkün hale gelebilmektedir. Görüntüleme düzgün olarak yapılmadığı takdirde bu bilgilerde de yanlışlık ortaya çıkacaktır. Bu nedenle takip sisteminin verimli çalışması görüntüleme sisteminin de hatasız çalışmasına bağlıdır [33].

Bir takip sisteminin doğru ve kusursuz çalışabilmesi için bazı önemli unsurları da içinde barındırması gerekmektedir. Bunlardan ilki konum ve yön bilgisine ait hesaplamalara ait hataların mümkün olduğu ölçüde az olması gerekliliğidir. Konum bilgisindeki hataların 1-2 mm civarı olması gerekmektedir. Nitekim arttırılmış gerçekliğe ilişkin çalışmaların ilk yıllarında da GPS çalışmaları ortaya çıkmış ancak doğruluk payı 15 metreye kadar olması nedeniyle çalışmalar GPS üzerinde yoğunlaşmaya başlamıştır. Arttırılmış gerçeklik teknolojisinde takip

sisteminin hatasız çalışabilmesi için ikinci bir özellik ise gecikme süresinin az olması gerekliliğidir. Burada bahsedilen süre gerçek ortamda algılanan cisme eklenen zengin multi medya içeriğinin arttırılmış gerçeklik teknolojisinin sunulduğu cihaza yansıma süresidir. Başka bir özellik ise takip sisteminin özellikle dış mekânda kolaylık sağlaması için uzak mesafelerde de çalışabilmesidir [34].

Arttırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılan takip sistemleri üç gruba ayrılmaktadır:

- 1) Sensor tabanlı takip sistemleri
- 2) Görü tabanlı takip sistemi
- 3) Hibrit takip sistemi

Sensor tabanlı takip sistemleri de kendi içerisinde 4 ayrı gruba ayrılmaktadır:

- 1) Optik
- 2) Manyetik
- 3) Akustik
- 4) Durağan

Görüntü tabanlı takip sistemleri de kendi içinde iki ayrı gruba ayrılmaktadır:

- 1) İşaretçi tabanlı takip sistemi
- 2) İşaretçisiz tabanlı takip sistemi

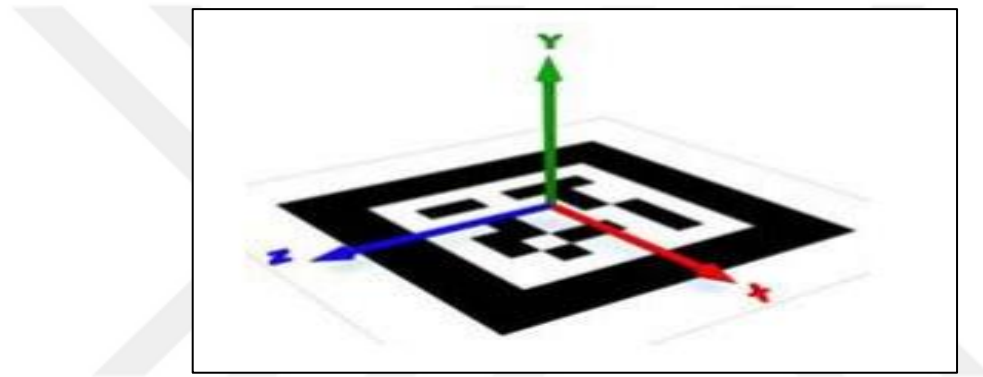
Hibrit tabanlı takip sistemleri hem sensor tabanlı hem de görü tabanlı takip sistemlerinin aynı sistem içerisinde bir arada kullanılmasıyla oluşan sistemlerdir. Her takip sistemi kendi içerisinde olumlu yanları olan takip sistemleridir. Takip sisteminin seçilmesinde arttırılmış gerçeklik uygulamasına uygunluğun baz alınması gerekmektedir [35].

2.3.2.2 İşaretçi Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

İşaretçi tabanlı takip sistemleri (marker-based tracking), dijital ortamda elde edilen verilerin ve gerçek hayatta algılanan cisimlerin karşılaştırma işlemini doğru bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Özellikle bu siteler maliyeti nispeten daha düşük olması ve kullanımının daha kolay olması nedeniyle en sıklıkla tercih edilen

sistemlerdir. Bu sistem temelinde x, y ve z koordinatlarına göre elde edilen verilen sayesinde gerçek dünyada bulunan cismin konum bilgisi saptanmaktadır [36].

İşaretçi tabanlı takip sisteminin başarılı bir şekilde işleyebilmesinde karşılaştırılacak olan cismin şekli, büyüklüğü, rengi önem taşımaktadır. 3D konum ve yön bilgisinin doğru bir şekilde aktarılabilmesi işaretçinin birbirinden uzak en az dört köşe noktasına sahip olması ile doğru orantılıdır. Cismin kare şeklinde olması gerekmesede yapılacak olan işlemin doğruluk payında olumlu yönde etkisi vardır. Yine aynı şekilde siyah renkli veya beyaz renkli cisimler daha kolay bir imkân sunarken cismin rengi, yansıma payları ve içinde bulunduğu ortam koşulları işlemlerin doğruluk paylarını etkileyebilmektedir [38].



Şekil 2.8 x, y ve z Koordinat Düzlemi [37]

2.3.2.3 İşaretçisiz Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Arttırılmış gerçeklik ortamının oluşturulabilmesi için işaretçi tabanlı takip sistemleri kadar işaretçisiz takip tabanlı takip sistemlerinin de kullanılması mümkündür. İşaretçisiz tabanlı takip sistemleri markerless-based tracking olarak da adlandırılmaktadır. İşaretçisiz takip tabanlı sistemlerde, gerçek dünyada eğitilmiş herhangi bir işaretçinin varlığı yoktur. Ancak gerçek cismin zenginleştirilmesi amacıyla pencere köşesi, kitap kapağı, uydu görüntüsü gibi gerçek dünyada bulunan hedefler kullanılmaktadır. İşaretçisiz tabanlı takip sistemleri, işaretçi tabanlı takip sistemlerinin aksine daha karmaşık bir kullanım sunmaktadır. Gerçek hedeflerin kullanılması nedeniyle ise daha büyük bir hesaplama olanağına gerek duymaktadır. Bu nedenle de özellikle mobil cihazlardaki arttırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanımı kolay bulunmamaktadır [39].

2.3.2.4 Yansıtma Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Bu sistemler aracılığı ile günümüzde kullanılan mobil cihazlar geliştirilmiştir. Dijital ortamda oluşturulan içeriklerin cisimler üzerine yansıtılması temeline dayalı olarak çalışan bu sistemler mobil cihazlarda kullanım imkânı sunması nedeniyle oldukça kullanışlı bir kullanıcı deneyimi yaşatmaktadır [40].

2.3.2.5 Tanıma Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Tanıma tabanlı arttırılmış gerçeklik sistemleri, gerçek dünyadaki cisimlere odaklanarak bu cisimler hakkındaki bilgilere erişilmesini sağlamaktadır. Bu bilgilere erişim sağladıktan sonra ise işaretleyici tanımlanmaktadır ve daha sonra ortaya iki boyutlu veya üç boyutlu cisim ortaya çıkarılmaktadır.



Şekil 2.9 Tanıma Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması [40]

2.3.2.6 Konum Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Konum tabanlı arttırılmış gerçeklik sistemleri arttırılmış gerçeklik alanında en çok kullanılan sistemlerden birisidir. Özellikle mobil cihazlar, tabletler ve akıllı telefonlarla entegre olabilmesi büyük bir avantaj sağlamaktadır. Bu sistem telefondaki farklı uygulamaları kullanılarak çalışmaktadır. Bu anlamda en çok kullanılan konum uygulaması Wikitude arttırılmış gerçeklik uygulamasıdır [40].

2.3.2.7 Outlining Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Gerçek hayatta bazı alanlarda insan gözüyle algılanamayacak durum gerçekleşebilmektedir. Outlining tabanlı arttırılmış gerçeklik sistemleri kullanarak bazı ana hatlar çizerek kullanıcıya bilgi sağlama amacıyla kullanılmaktadır. Örnek vermek gerekir ise sisli veya yağmurlu havalarda araç kullanan kişinin trafik yollarındaki işaretleri ve uyarıları görmesi hayli zor olmaktadır. Ancak bu sistem içerisindeki gelişmiş kamera ve görüntüleme

sistemleri aracılığıyla araç kullanan kişi bu işaret ve levhaları görebilmektedir. Buna ilişkin en uygun örnek otomobillere kullanılan HUD (Hears Up Display) sistemlerdir [40].

2.3.2.8 Çoklu Ortam Tabanlı Tam Konumlandırılmış Arttırılmış Gerçeklik Takip Sistemleri

Çoklu ortam tabanlı tam konumlandırılmış arttırılmış gerçeklik uygulamasının çalışma şekline bakıldığında işaretleyici olarak gösterilen nesnenin üzerine, üç boyutlu olarak gösterilecek objenin işaretleyicinin üzerine tam konumlandırılmış şekilde gösterilmesi ve çoklu ortam nesneleri ile desteklenmesi esasına dayanmaktadır [40].

Birçok kullanım alanı olan bu sistemler bilgi güvenliğinin yüksek düzeyde olması nedeniyle tıp ve askeri alanlarda kullanımı yaygın olan sistemlerdir. Aynı zamanda müzelerde bazı antika eserler için de bu yöntem kullanılabilir.

2.4 Arttırılmış Gerçeklik Uygulama Tasarımlarında Kullanılan Başlıca Platformlar

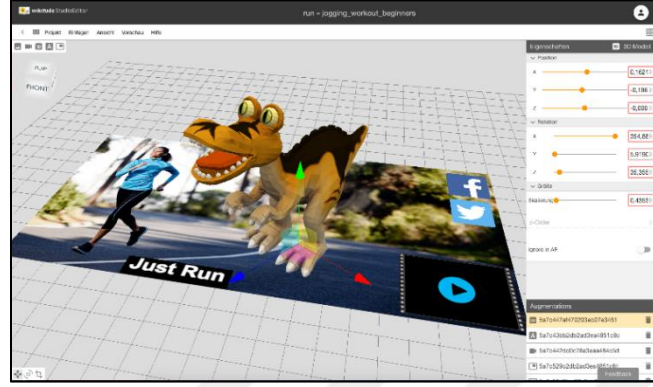
AG uygulamalarının daha hızlı ve kolay gelişimine yol açmak için, bazı yazılım geliştirme araçları (software development kit – SDK olarak kullanılır) da ortaya çıkmıştır. İyi bilinen AG yazılım geliştirme kitleleri, ArKit, ARCore, Wikitude, Vuforia, ARToolKit gibi AG platform tasarımcıları tarafından geliştirilmiştir.

AG uygulama platformları, mobil uygulamalar, bulut bilişim, mekansal uygulamalar, oyun uygulamaları gibi pek çok ayrı temelde incelenebilir. Burada önemli olan AG içeriğine bağlı olarak, uygulamanın uygulanabilirliğini etkileyen çevresel etmenler, donanımsal gereksinimler, kullanıcı etkileşimi ve iletişim becerilerinin göz önünde bulundurularak, uygun yazılım geliştirme platformunun seçilmesidir.

• Wikitude

Augmented Reality yani arttırılmış gerçeklik teknolojisine SDK paketi ile destek veren bir yazılımdır. Android ve İOS olarak iki farklı işletim sistemine SDK'sıyla destek veren bir ortama sahiptir. Wikitude oldukça kullanışlı ve örneği fazladır. Dünya genelinde 50.000'in üzerinde uygulama geliştiricisi, Wikitude AR

uygulamasını kullanmaktadır. Aynı zamanda wiktude'nin kendine ait yazılım geliştirme studio'su yani wiktude studio adında tools'u da mevcuttur. Ancak Android Studio, Swift, Xamarin gibi yazılım ortamın kullanılarak da proje geliştirilebilir.



Şekil 2.10 Wikitude SDK Görüntüsü [41]

• ARKit

Apple' ın İOS platformlar için geliştirdiği ARKit AG'nin mobil platformlarındaki en büyük öncülerinden biridir.

Arkit, Sanal nesneleri dikey yüzeyler üzerinde görebilme ve yerleştirebilme ve düzensiz şekilli yüzeyleri daha doğru bir şekilde haritalamaya olanak sağlayabiliyor.

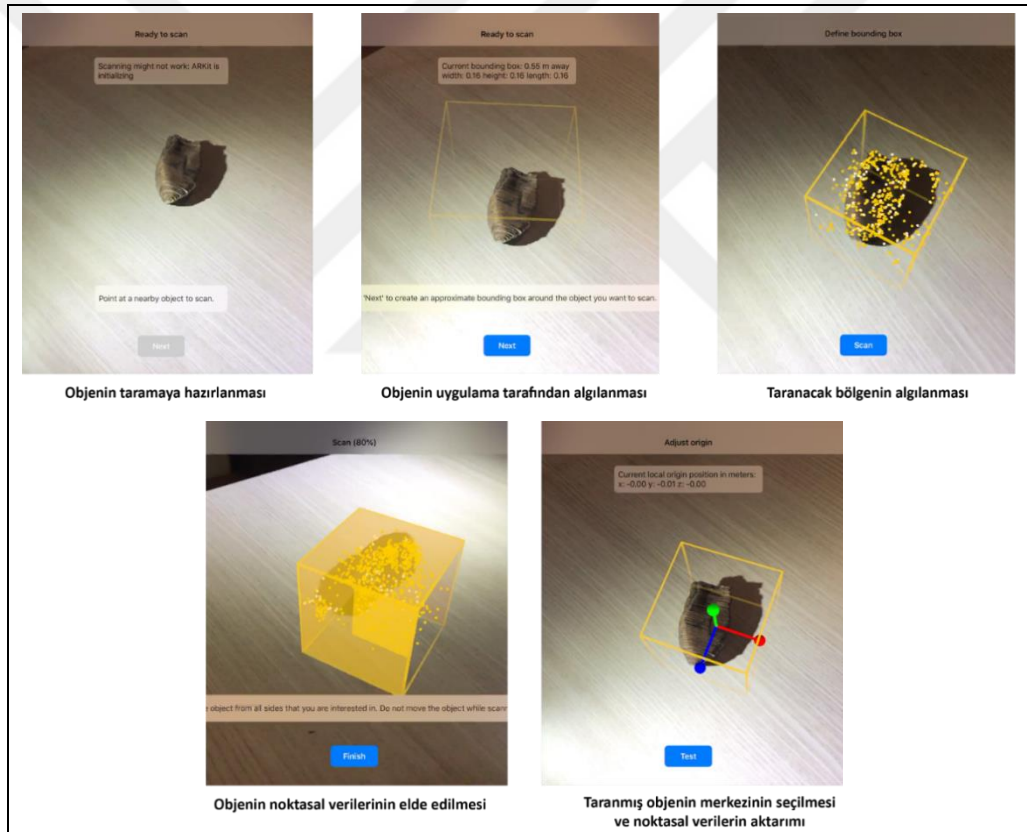
Arkit, iPhone ve iPad ile kamera görüntüsü tarafından sunulan sahneyi analiz etme, odadaki yatay ve dikey düzlemleri bulma ve nesneleri daha küçük özelliklerde izleme ve yerleştirme imkanını da sunmaktadır. Arkit ayrıca, bir sahnede mevcut olan toplam ışık miktarını tahmin etmek için kamera sensörünü kullanarak doğru miktarda ışığı sanal nesnelere uygulayabilir.

Ayrıca 2018 yılında piyasaya sürdükleri ARKit 2 ile geliştiricilerin yazılımlarına paylaşılabilen deneyimler entegre etmelerine, konuma bağlı kalıcı AG deneyimleri oluşturmalarına, nesne algılama ve görüntü izleme özellikleri sayesinde cihazlarında artırılmış gerçekliğin daha da dinamik hale gelmesine imkan vermektedir [42].



Şekil 2.11 ARKit 2 SDK Görüntüsü [43]

Arkit’ de üç boyutlu nesnelerin target olarak kullanılabilmesi için Arkit Scanner uygulaması kullanılmaktadır. “Arkit Scanner “uygulaması hedef objeyi noktasal olarak tarayıp bu verileri uygulamanın yapılacağı arayüze gönderebilmektedir.

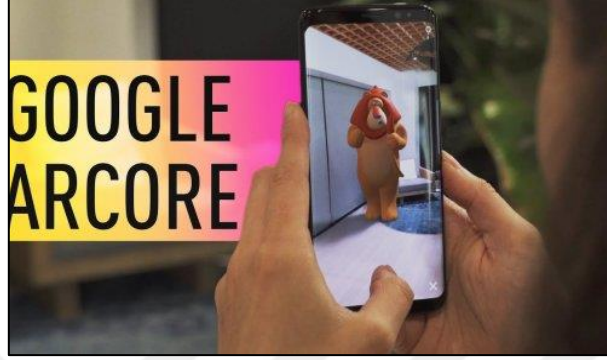


Şekil 2.12 Arkit Scanner Uygulamasıyla Obje Taratılması

- **ARCore**

ARCore, Google’ın AG platformudur. ARCore , Google’ın Apple’ın ARKit’inin bir cevabı niteliğinde görülebilir. Özel bir sensör gerektirmez, ancak uygulamanın çalışabilmesi için telefonun ARCore destekli olması gerekmektedir.

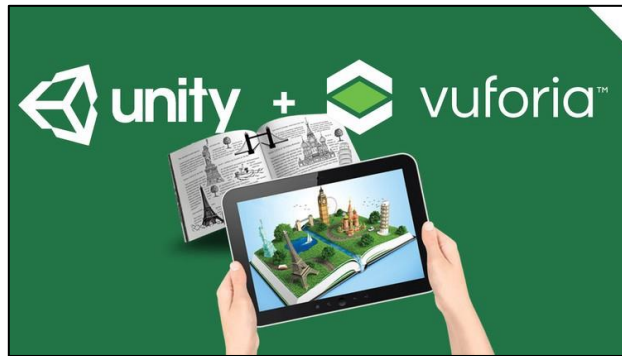
ARCore gerçek nesnelerin boyutunu tanır ve uygulamayı, zemin veya masa servisi gibi düz yüzeyler hakkında kullanılabılır bilgiler sağlar. Akıllı telefonun hareketlerini algılar ve dijital nesnelerin yerinde kalır. Gölgeler olmadan, dijital eklentiler yabancı nesneler gibi görünür. ARCore bu yüzden uygulamalara ışık kaynakları hakkında bilgi sağlar [44].



şekil 2.13 ARCore SDK Görüntüsü [45]

- **Vuforia**

Qualcomm firması tarafından kurulmuş; dünya genelinde 175 milyonun üzerinde indirilme sayısına ulaşmuş yazılım geliştirme araçları tasarlamaktadır. Çoklu platform desteği, 2B ve 3B nesne izleme, QR kod, gelişmiş takip bileşenleri ve akıllı arazi gibi yenilikçi uygulamalar tasarlamaktadır [46].



şekil 2.14 Vuforia SDK Görüntüsü [47]

- **ARToolKit**

ARToolKit, 1999 yılında Hirokazu Kato tarafından geliştirilmiş, Washington Üniversitesi HIT Laboratuvarı (The Human Interface Technology Laboratory) tarafından yayınlanmış, C dilinde yazılmış, farklı dillerde desteği olan ücretsiz bir kütüphanedir. Bu kit kamera ve marker olarak ifade edilen fiziksel bir işaretçinin

konumunu gerçek zamanlı hesaplayıp istenen görüntüyü işaretçi üzerinde görüntüleme becerisine sahip bir kütüphane olarak tanımlanabilir [48].

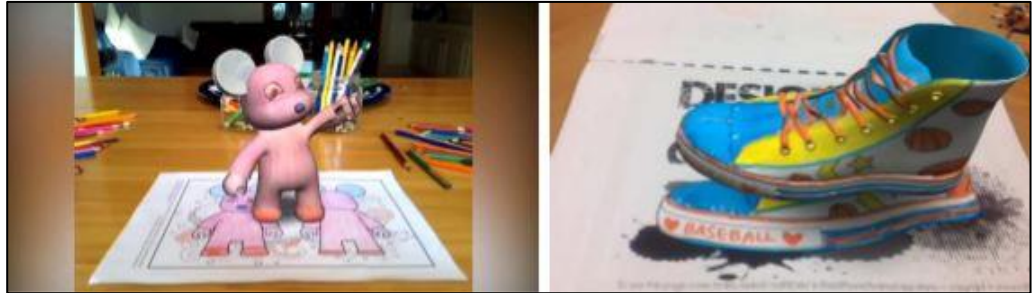


Şekil 2.15 ARToolKit SDK Görüntüsü [49]

2.5 Artırılmış Gerçekliğin Uygulama Alanları

• Eğitim Alanında Kullanımı

AG'nin alan bazlı uygulamalarına en uygun örneklerden biri eğitim alanında uygulanması olanaklarıdır. Aktif öğrenme temeline göre, deneyimlenerek öğrenme yöntemlerinin öğrenci üzerinde daha kalıcı izler bıraktığı bilinmektedir. AG uygulamalarında yer alan metin, grafik, video, ses, animasyon gibi içerikler öğrenme sürecine maksimum pozitif katkının sağlanmasında önemli rol oynar.



Şekil 2.16 Eğitimde Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması [51]

İçerik açısından, aktif öğrenmede kullanılan eğitimsel materyallerin, AG deneyimi ile birleştirildiğinde, işaretleyiciler, AG tarayıcıları, kameralar gibi donanımsal bileşenlerle etkileşimli sonuçlar üreterek öğrenciyi konunun bir ögesi haline getirdiği görülmektedir. Öğrenciler, tarihsel olayların, bilimin bir parçası olarak etkileşime girererek konu ile ilgili ince detaylara kadar öğrenmeyi edinirler. Yüksek eğitimde de pek çok uygulama örneği bulunan AG, mekanik mühendislik,

matematik-geometri, tıp, mimari gibi pek çok alanda örneklerine rastlanmakta ve gün geçtikçe sayıları artmaktadır.

● Reklam ve Pazarlama Alanında Kullanımı

Arttırılmış gerçeklik teknolojisinin her geçen gün daha farklı boyutlara gelmesi ve çağın sürekli olarak yeni teknolojik gelişmelere ayak uydurmayı zorunlu kılması geleneksel reklam yöntemlerinin terk edilerek modern reklam yöntemlerinin de kullanılmasını özellikle reklam firmaları için zorunlu hale getirmektedir. Özellikle araba tanıtımı noktasında dergilerde yayınlanan reklamlar arttırılmış gerçeklik uygulamaları ile çok boyutlu görüntü sağlanmaktadır. Ayrıca sinema ve televizyonlarda verilen reklamlar da arttırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanmaktadır. Özellikle mobil cihazların ve akıllı telefonların yaygınlaşması ve arttırılmış gerçeklik sistemlerinin bu cihazlarla da uyumlu hale getirilmesi sonucu reklamcılık sektöründe arttırılmış gerçeklik ayrıca bir yer kazanmıştır. Akıllı cep telefonları aracılığıyla kullanıcılar zaman veya mekân sınırlaması olmaksızın hemen hemen her yerde reklamın muhatabı haline gelebilmektedir. Arttırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde 360 derecelik bir pazarlama sistemi kurulmuştur [51].

Arttırılmış gerçeklik uygulamaları olmaksızın geleneksel reklamcılık artık modern dünyada insanların dikkatini çekmekte yetersiz kalmaktadır. Ancak arttırılmış gerçeklik teknolojileri ile birleşince geleneksel yöntemler ile modern yöntemler birleştirilerek daha ilgi çekici reklam panoları ve afişler hazırlanmaktadır. Böylelikle markaların kullanıcı ile de etkileşimi artmıştır.

● Mimari Alanda Kullanımı

Küreselleşen ve gittikçe küçülen dünyada teknoloji sürekli olarak ilerlemekte ve bu ilerleyiş hayatın her alanına yeni çıkan teknolojik ürünler aracılığıyla hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Bu durum arttırılmış gerçeklik, karma gerçeklik gibi birçok gerçeklik ortamının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sanal ortam ile gerçek ortamın bir araya getirilmesi ise arttırılmış gerçeklik ortamlarını meydana getirmiştir. Arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin telefonlarda ve diğer mobil cihazlarda yaygın olarak kullanılması mimari alanda kullanılmasını da teşvik etmiş ve bu alanda yapılan çalışmaları gerçeklik algısı uyandırması nedeniyle de kolaylaştırmıştır. Özellikle mimarlık alanında mimarlık rehberliği sektöründe büyük kolaylıklar

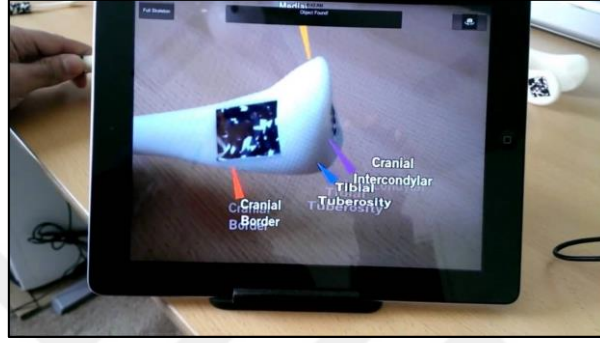
sağlayan uygulamalarının farklı özellikleri taşıyan birçok uygulaması mevcuttur. Günümüzde mimarlık sistemi yavaş yavaş dijital sistemler üzerinden ilerlemeye başlamıştır. Bu sistemler aracılığıyla şehirlerin ve kentlerin konumları, coğrafi koşulları saptamakta ve buna göre yapıların inşası yine sanal ortamda tasarlanmaktadır. Tasarlanan yapıların ise kent içindeki konumları daha gerçekçi bir şekilde görülebilmektedir. Ayrıca, sadece mimarlık değil iç mimarlık alanında da büyük avantajlar sunan bir teknolojidir. Bu teknolojiler sayesinde yapı içerisinde konumlandırılacak eşyalar, mobilyalar, fayans döşemeleri, duvar renkleri ve bunların birbiri ile uyumları daha gerçekçi olarak görülebilmektedir. Bu sayede hem iç mimar ve mimarların işi kolaylaşmakta hem de hizmetten faydalanan kişilerin istek ve arzuları daha kolay anlaşılabilir istenilen tasarıma en uygun projeler ortaya çıkabilmektedir [52].

• Tıp ve Medikal Alanda Kullanımı

Özellikle sağlık alanı insanların hayatına sadece bir kolaylık getirmekle kalmayıp aynı zamanda çoğu zaman hayati önem taşıması nedeniyle arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin en efektif kullanım alanına sahip olduğu alanlardan birini oluşturmaktadır. Aynı zamanda gelişen teknolojilere söz konusu can sağlığı olması nedeniyle de kullanımı diğer alanlardan daha fazla zorunluluk arz etmektedir. Özellikle karmaşık komplikasyonlar ve operasyonlarda doktorların damar, organ, kanama gibi durumları görmesi açısından büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Aynı zamanda hastaya ilişkin bilgiler kâğıtlar arasından bulunmak yerine hazır olarak doktorun önüne gelmektedir. Bu durum da hastaya daha doğru müdahalenin yapılabilmesi için uygun koşulların hazırlanmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda 2013 yılında Google Glass ile birlikte ilk operasyon gerçekleşmiştir. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yazılıma ve donanımsal sistem çalışmalarına ilgi duyan sağlık şirketlerinin de sayısı hızla artmaktadır. Örnek vermek gerekir ise Brain Power 2013 yılında kurulmuş ve otizmli çocuklara yaşam becerilerini öğretmek amacıyla faaliyet göstermektedir. Benzer şekilde Medsight Tech, AccuVein, Microsoft HoloAnatomy, EchoPixel, Augmedix Atheer, Aira ve Arnatomy gibi şirketler çalışmalarını arttırılmış gerçeklik teknolojisi üzerinden yürütmüş ve arttırılmış gerçeklik teknolojileri insan sağlığı alanında kullanma imkanı sunmuşlardır [53].



Şekil 2.17 Exhopixel Arttırılmış Gerçeklik Teknolojisi [53]



Şekil 2.18 Arnatomy Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması [53]

• Oyun ve Eğlence Alanında Kullanımı

Oyun ve eğlence deneyimleri son zamanlarda da dijitalleşmiş ve günümüzde daha çok oyunlara erişim bilgisayar, tablet veya akıllı telefonlar aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu sebeple oyun sektöründe olan firmalar sürekli olarak teknolojilerdeki gelişmeleri takip etmiş ve yeni çıkan teknolojik araçlar ile uyumlu olabilecek oyunlar ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Oyun sektöründe, oyunların grafiklerinin gerçeğe yakın olması ve bunun dışında efektlerin gerçeklik hissi yaratmasını oyuncuların daha kaliteli bir oyun deneyimi yaşamaları ve daha fazla keyif almalarını sağlayacak bir unsur olarak ortaya çıkmıştır. Bu durumun uzun zamandır bilincinde olan oyun sektöründeki firmalar da sürekli olarak gerçeklik hissini arttırmak amacıyla oyun grafik ve efektlerini gerçeğe yaklaştırmaya çalışmışlardır. Kısaca örnek vermek gerekir ise bütün dünyaya yayılmış bir oyun olan League of Legends adlı oyun Türkiye’de birçok oyuncu tarafından severek oynanmaktadır. League of Legends ekibi bu oyunu Türkiye’de oynayan kişilerin popülasyonunun çokluğunu fark ettiği için oyunculara daha gerçekçi bir oyun deneyimi yaşatmak adına oyundaki karakter konuşmalarını kısa zaman önce Türkçeleştirmiş ve karakterlerin konuşmalarında günlük hayatta kullanılan atasözleri ve deyimlere de yer vermişlerdir. Örneğin karakterlerin konuşmalarında

“Ava giderken avlanma”, “ağzını topla”, “Hala bir baltaya sap olamadın” gibi atasözleri kullanılmaktadır. Bu durum oyuncunun oyun deneyimini de arttırmaktadır. Arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin oyun sektöründe kullanılmasının amacı da hemen hemen aynı sebeptendir. Bu şekilde kişiler gerçek dünya ile dijital dünyayı birleştirerek daha gerçekçi bir oyun deneyimi yaşayacaklardır. Arttırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanıldığı bir oyun olan Pokemon Go’nun ise geniş bir kitleye hızlı bir şekilde yayılmasının temel sebeplerinden biridir. Pokemon Go, kamuya açık park, bahçe gibi yerlerde oynanabilmesi ve kişilerin buralardan Poke topu toplaması nedeniyle insanların büyük ilgisini çekmiştir. Arttırılmış gerçeklik teknolojisi ise her geçen gün oyunlarda daha çok kullanılır hale gelmektedir [54].

• Sanat Alanında Kullanımı

Arttırılmış gerçeklik teknolojileri her ne kadar ilk etapta savaş alanında kullanılmak amacıyla ortaya çıkmış olsa da hızlı bir şekilde sanat alanında kullanılmaya başlanmıştır. Sanatçıların birçoğu yeni çıkan teknolojik cihazları farklı çalışmalara imza atmak adına sıklıkla kullanma girişiminde bulunmuşlardır. Özellikle sergileme yöntemlerinde sıklıkla başvurulanan arttırılmış gerçeklik teknolojileri ziyaretçilerin ilgisini çekmek adına kullanılmaktadır. Örneğin sergilerde sergilenen resimlerin, ressamı hakkında daha detaylı bilgi sahibi olunması veya yapım aşamalarının görülmesi, kullanılan boyaların öğrenilmesi, resme dokunuluyormuş hissi yaratılması gibi imkânlar arttırılmış gerçeklik teknolojileri aracılığıyla mümkün hale gelebilmektedir. Bu durum ziyaretçilere daha akılda kalıcı ve ilgi çekici sergiler sunulmasını sağlayarak insanların sanat alanlarına da daha fazla rağbet göstermesini sağlamaktadır [55].



Şekil 2.19 Arart Uygulamasının Kullanıldığı Bir Sergi Örneği [55]

• Turizm Alanında Kullanımı

Turizm alanında arttırılmış gerçeklik uygulamaları da sıklıkla kullanılmaktadır. Özellikle arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin GPS özelliğinin bulunması turistlerin bilmedikleri bir ülke veya şehir içinde daha kolay seyahat etmelerini sağlamak amacıyla büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Arttırılmış gerçeklik teknolojilerinin taşınabilir cihazlar ile kullanılması bu kapsamda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Kişiler seyahat ettikleri yerlerde bulunan otel, restoran, müze gibi yerlerin bulundukları konuma ne kadar uzaklıkta olduğunu konaklamak istedikleri otellerin kullanıcılar tarafından kaç puan aldığı ve otel hakkında ne gibi yorumlarda bulunduklarını rahatlıkla görebilmektedir. Benzer şekilde restoranların arttırılmış gerçeklik destekli uygulamalarının bulunması halinde kişiler gittikleri restoranlarda neler yiyebileceğini ve yiyecekleri yemeklerin içinde bulunan malzemeleri görebilme imkânına erişebilmektedirler. Ayrıca bir bölgeye turist olarak giden kişiler müzelerin ne kadar uzaklıkta olduğunu ve müzede sergilenenlerin ne gibi eşyalar olduğunu müzeye gitmeden öğrenebileceklerdir. Aynı zamanda müze içerisinde veya şehirlerin kendi arttırılmış gerçeklik teknolojisini kullandıkları uygulamalar içerisinde şehir içinde bulunan tabiat varlıkları hakkında daha detaylı bilgiye çok daha ilgi çekici bir şekilde erişebilme imkânına kavuşacaklardır. Uygulamaların eş zamanlı bilgiye erişim sağlaması bu noktada bilinmeyen bir bölgede turist olmayı kolaylaştırmakta ve turistler açısından da sanal bir rehber işlevi görmektedir [56].

2.6 Bölüm Değerlendirmesi

Sonuç olarak AG teknolojisi günden güne kullanım alanları artan, ilgi gören ve gelişmekte olan bir alandır. 3 boyutlu teknolojilerin mobil aygıtlar ve uygulamalarıyla beraber kullanılması ve bu teknolojiyle doğru orantıda ilerlemesiyle artırılmış gerçekliği yeni medya alanı içinde de tanımlamak mümkün olabilmektedir. Yaşamımızın daimi bir parçası haline gelen mobil aygıtlarla AG'nin sıkça kullanılması ise bu teknolojiye ulaşımı ve ilgiyi de artırmaktadır .

Genel olarak yapılan çalışmalar incelendiği zaman, AG teknolojisinin bilişim alanında yeni bir teknoloji olduğu görülmektedir. AG teknolojisinin son yıllarda gerek akademik alanda gerekse özel sektör alanında oldukça popüler olmayı ve ilgi

çekmeyi başarmış olduğu söylenebilir. Bu alanın hayatımızdaki kullanımı az olsa da ilerleyen zamanlarda günlük yaşantımızda önemli bir yer tutacağı düşünülebilmektedir.

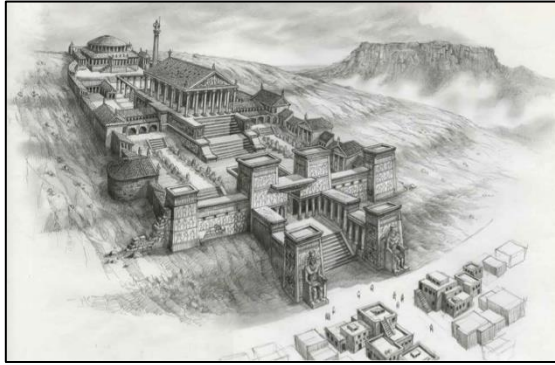
AG teknolojisi yükselişte olduğu için ve kullanıcılara gerçek dünya senaryosunun üstünde fazladan bir dijital içerik katmanı sağladığı için kullanıcıya daha iyi bir görüş ve anlayış beceresi sunmaktadır. Fikir ve yaratıcılıkla birleşen artırılmış gerçeklik uygulamaları ile her alanda fark yaratılabilmektedir.

AG' nin kullanıldığı diğer bir alanda müzelerdir. Müzeler nesneleri ve tarihsel önemi olan materyalleri toplama, koruma, araştırma ve sunma gibi önemli görevleri taşırlar. Bu sorumluluk, müzelerin geleneksel olarak geçmişin olaylarını gerçekleştirdiği ve onları bilgi ve eğlenceyi kamusallaştırmak amacıyla çağdaş bir ortamda sergilediği anlamına gelmektedir. Pek çok müze hala sergilerini geleneksel bir tarzla sergilemeye eğilimli olsa da, bu kurumların büyük bir kısmı “modern zamanların modern ölçütler gerektirdiğini” anlamakta ve bu yüzden sürekli olarak daha iyi bir şekilde bağlantı kurmaları için farklı yollar aramaya çalışmaktadır. İleriye dönük düşünen müzeler, ziyaretçilere daha iyi bir görüş ve anlayış sunma becerisini benimsemektedir ve bunun için artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmaktadırlar.

Yeni gelişen teknolojiler kullanıcılar tarafından endişe ile karşılanabilmektedir. Ülkemizde AG yeni gelişen bir teknolojidir ve mobil artırılmış gerçeklik olan Snapchat, Instagram uygulamalarının içerisinde yer alan hikâye paylaşımı gibi uygulamalarda sıklıkla kullanılsa da müzecilik, eğitim, sağlık, reklam, sanat gibi alanlarda henüz yaygınlaşmamıştır. Bu tezin amaçlarından biri de sergileme ve sunum olanaklarını AG uygulamalarıyla zenginleştirmek için öncülük yapmasıdır.

3.1 Müzelerde Sergileme Yöntemlerinin Tarihi Gelişimi

Sergileme kültürünün başlangıcındaki asıl amaç kişilerin elde ettikleri objeleri muhafaza etmek ve korunaklı bir şekilde saklamaktır. İlk olarak müze kültürü toplayıcılık ile başlamış olsa dahi müzelerin ortaya çıkması uzun zaman almıştır. Eski Mısır ve Mezopotamya'da gücün bir simgesi olarak toplanılan ganimetler halkın görmesi için sergilenmiştir. Bu kapsamda ilk olarak Eski Yunan'da İskenderiye Müzesi kurulmuştur. Japonya ve Çin'de ise tapınaklar bilimsel ve edebi eserlerin korunması ve bunlardan faydalanılması amacıyla muhafaza edilmiştir. Ancak halkın istediği zaman gidip görebileceği, inceleyebileceği bir imkân bu zamanda tanınmış değildir. Zaman içerisinde merak odaları adı verilen mekânlarda nesnelerin sergilenmeye başlaması ile birlikte müzelerin oluşumu için ilk adımlar atılmıştır. Kişilerin merak odalarını bir bilgi edinme ve güzel vakit geçirme mekânı olarak görmeleri ile birlikte sergileme kültürü bir sanat alanı haline gelmiştir.



Şekil 3.1 İskenderiye Müzesi [57]

14-16. yüzyılda İtalya'da ortaya çıkan ve sanat alanındaki yeniden doğuş olarak tanımlanan Rönesans Dönemi ile birlikte sanat eserlerine saraylar ev sahipliği yapmaktan çıkmıştır. Sanat, halk içindir algısının yerleşmesi ile birlikte sanat alanlarında heykel, resim gibi zanaat olarak görülen alanlar da sanat içerisinde var olmaya başlamışlardır. Bu gelişmeleri takiben durdurulamaz bir aydın düşünce

akımı ile birlikte 17. yüzyılda merak odaları hızla yaygınlaşarak ortaya çıkmıştır. Merak odalarında antikalarından, insanların organlarına kadar farklı objeler sergilenmiştir. Boney Pittmaan, merak odalarının sadece eğlenmek amacıyla kullanılmayan aynı zamanda öğrenme mekânı olarak da kullanılan yerler olduğuna “Derin Düşünceler, Müzeler ve Hatıralar” adlı kitabında vurgu yapmıştır [58].

18. yüzyıla gelinmesi ile birlikte sanat ile halk daha da yakınlaşmıştır. İlk zamanlar saraylar ve kiliseler bir müze olarak işlev görmeye başlamışlardır. Bunun yanı sıra halk değerli sanat eserlerini müzayedelerde görme imkânına da kavuşmuştur. Bu dönem içerisinde Rönesans Dönemi’nin etkisi ile birlikte Avrupa’da açılan iki müze dikkat çekmektedir. Bunlardan birincisi, British Museum; diğeri ise Louvre Müzesi’dir.

Rönesans ve Reform’un yakın zamanlarda ortaya çıkması ile birlikte sanata ve bilime olan ilgi müzelere de yansımıştır. 19. yüzyılın başlarında ticari bir amaç gütmeksizin müzelerde yeni teknolojik gelişmeler sergilenmeye başlamıştır. Bu durum müzelerini merak odaları gibi bir konum almasına sebep olmuştur. Ancak zaman içerisinde müzeler asıl amacı olan geçmişe ait bir bilgi kaynağını saklama ve aktarma işlevine geri dönmüştür [59].



Şekil 3.2 British Museum [60]

Zamanla müzelerde sergilenen eserler, antika objeler dışında sergileme tasarımlarına verilen önem de ön plana çıkmıştır. Geleneksel sergileme yöntemlerinin kullanıldığı zamanlarda dahi müzeyi ziyarete gelen kişilere içinde bulunulan atmosfere uyum sağlamaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Ziyaretçilere belli bir düşüncüyü ikna etme çalışması müzelerin ilk ortaya çıktığı zamanlarda başlamıştır ve günümüzde giderek artan bir etki ile devam etmektedir.

Geleneksel sergileme yöntemleri ile eserin künyesinin yanı sıra, yer işaretleri, mekân tasarımı önem kazanmıştır. Bu kapsamda genellikle mimarlar ve içmimarların çalışma alanı haline gelmiştir [6]. Mimarlar ve içmimarlar yaptıkları çalışmada bir mekân algısı yaratarak müzede sergilenen eserler ile uyumlu bir ortam sağlamaya çalışmışlardır.



Şekil 3.3 Louvre Museum [61]

Teknolojinin ilerlemesi kendisini müze aracılığı ile sergileme yöntemlerinin de gelişmesini sağlamıştır. Her gelişen teknolojik ürün müze sergilemelerinde yeni yöntemlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. İşitsel, teknolojinin ortaya çıkması ve yaygınlaşması ile birlikte müzelerin birçoğu bu teknolojik gelişmeye kayıtsız kalamamıştır. Daha iyi bir müze ziyareti için ziyaretçileri daha çok etki altında bırakmak amacıyla işitsel sistemlerden yararlanılmıştır. Özellikle eserlerin, tarihi, eser hakkında bilinmesi gerekenler yazılı olarak sunulmanın yanı sıra sesli olarak sunulmuştur. İlk etapta öğretmeye ve ilgi çekmeye yönelik olan işitsel ortamların tasarlanması zaman içerisinde işlevini arttırmıştır. Özellikle ziyaret sırasında müzede sergilenen nesnelerin ve müzenin ortamına uygun bir müzik seçimi ile birlikte ziyaretçilerin daha kaliteli zaman geçirmeleri hedeflenmiştir.

Teknolojinin gelişmesi, televizyonun ve videoların yaygınlaşması ile birlikte görsel sistemler müzecilikte de kullanılmaya başlanmıştır. Ortaya çıkan yenilikler müzecilikte hızlı bir biçimde kendine uygulama alanı bulmuştur. Müzelerde görsel ve ışıklandırma sistemlerinin bir arada kullanılması ile birlikte ziyaret eden kişileri daha çok etkiyecek ortamların oluşturulması hedeflenmiştir. Birçok müzede, müzede sergilenen eserlerle ilgili kısa filmler sinema odaları kurularak ziyaret edenlere sunulmuştur.

Teknolojik gelişmelerden faydalanılması kişilerin müze ziyaretlerinden daha çok etkilenmesine ve bunun doğal bir sonucu olarak da ziyaret edilen müzelerde sergilenen eserlerin daha çok akılda kalıcı olmasına fırsat tanımaktadır. Özellikle 2000'li yıllarda ortaya çıkan Konsept Müze kavramı ile birlikte teknolojik imkânların kullanılmasından alınan verim artmıştır.



Şekil 3.4 Sakıp Sabancı Müzesi [62]

Konsept Müzeler, belli bir konuya veya kişi grubuna yönelik olarak eserlerin sergilendiği müzelerdir. Örneğin PTT Pul Müzesi, çocuklara yönelik olarak düzenlenen müzeler, Tabiat Varlıkları Müzesi, Ulucanlar Cezaevi Müzesi gibi bir çok konsept müze şu an ülkemizde mevcuttur. Örnek vermek gerekir ise Ulucanlar Cezaevi Müzesi, Ulucanlar Cezaevinde siyasi suçlar nedeniyle hüküm giyen kişilerin kullandıkları eşyaları, koğuşlarını, hücrelerini sergilemektedir. Ancak müze içerisinde kullanılan kişisel ve görsel efektler sayesinde kişiler sadece küçük dört duvardan oluşan bir metrekarelik alanlar görmenin ötesine geçmektedir. Müzede yaşanan işkenceler, idamlar, mahkûmların psikolojik durumları, ülkenin o dönemki sosyokültürel yapısını kişilere hissettirmektedir.

Ulucanlar Cezaevi Müzesi gibi konsept müzelerde bu ambiyansın yaratılması daha çok mümkün olması nedeniyle konsept müzelere geçiş giderek artmaktadır. Konsept müzeler, sadece belli bir kişi veya insan grubuna yönelmiş olması nedeniyle müze içerisinde ziyaretçilerin ilgisini başka bir konuya çekecek unsurlar bulunmamaktadır. Bu sebeple müzeyi ziyarete gelen kişiler belli bir konu hakkında Ancak daha detaylı bilgiye sahip olarak müzeden ayrılmaktadır.

Dokunmatik ekranlar, üç boyutlu efektler ile kişiler için müzelerin daha eğlenceli ve daha eğitici bir hal alması amacıyla hologramlar kullanılmaya başlanmıştır. 3D teknolojisini bir boyut altı olarak hologram teknolojisi özellikle çocuklara yönelik

müzelerde yoğun ilgi çekmektedir. Her gelişen teknoloji ile birlikte Öğretici ve Eğlendirici olarak ikiye ayrılan sergileme türleri tek çatı altında toplanmaya başlamıştır.



Şekil 3.5 Hatay Müzesi Hologram Uygulaması [63]

Teknolojideki gelişmelerin durmaksızın devam etmesi sonucunda internet, bilgisayar sistemleri ve cep telefonları bir arada kullanılabilir hale gelmiştir. Özellikle cep telefonlarının sürekli olarak yanımızda bulunması, internet ile birleşerek birçok imkânı sunması müzecilikte de ziyaretçi deneyimini arttırmada işlevsellik kazanmıştır. Birçok müze internet aracılığı ile kişilerin cep telefonları tarafından desteklenen uygulamalar tasarlamıştır. Bu uygulamaların görünüşleri, işlevleri de yine teknolojik ilerlemeler öncülüğünde sürekli olarak güncellenmek durumunda kalmıştır. Özellikle bugün için arttırılmış gerçeklik uygulamaları sanat alanında ve bilhassa müzelerde sıklıkla kullanılır hale gelmiştir.

Bunun yanı sıra sanal gerçeklik uygulamaları ile birlikte insanlar, internet üzerinden müzeleri gezebilmekte ve eserleri görebilmekte, eserler hakkında bilgi sahibi olabilmekte ve kendisini müzede hissedebilmektedir.

3.2 Teknolojik Sergileme Yöntemleri

3.2.1 Müzelerde Arttırılmış Gerçeklik Uygulamaları

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte yeni ve dijitalleşmenin yoğunlaştığı bir çağa ayak uydurma süreci de başlamıştır. Dijital teknolojilerde sürekli bir hal alan gelişmeler hayatımıza yeni kavramların da dâhil olmasını sağlamıştır. Bu kapsamda kullanıcı deneyimi adı verilen UX kavramı ortaya çıkmıştır. Kişisel deneyim kavramı yeni teknolojik gelişmeler ile birleşerek insanlarda interaktivite bilincini yerleştirmeye

başlamıştır. Özellikle son yıllarda bu olgunun yeni trendi olarak arttırılmış gerçeklik uygulamaları ön plana çıkmaktadır [64].

Arttırılmış gerçeklik uygulamaları kısa sürede kullanıcıların sanatsal aktivitelerini de desteklemek amacı ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda ziyaretçilere daha keyifli bir müzecilik deneyimi yaşatmak amacıyla birçok arttırılmış gerçeklik uygulaması oluşturulmuştur. Arttırılmış gerçeklik çok kapsamlı ve çift taraflı iletişim sağlayabilmesi nedeniyle gittikçe kullanımı artan bir etkileşim modeli olarak müzelerde hizmete sunulmuştur.

Arttırılmış gerçeklik uygulamaları özellikle müzelerde sanat alanına büyük katkıları olmuştur. Kişiler, arttırılmış gerçeklik uygulamaları ile sadece eserlerin görüldüğü kadarını değil görünenden daha fazlasına ulaşabilme imkânına erişmişlerdir. İnternet ve cep telefonlarının birlikte kullanımı ile mümkün hale gelen arttırılmış gerçeklik uygulamaları kişilerin daha keyifli bir müze gezisi yapmalarını sağlar.

Özellikle son yıllarda ülkemizde de sıklıkla kullanılmayan başlanan arttırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde sadece sergilenen değil sergilenen hakkında erişilemeyen bilgiler de erişilebilir hale gelmiştir. Örneğin, kişiler sadece sergilenen eserle yetinmemekte, arttırılmış gerçeklik ile birlikte sergilenen nesnenin veya içinde bulunulan mekânın tarihi, yapılışı hakkında da detaylı ve zengin görsel içerikli bilgiye sahip olabilmektedir.

Müze, antik kent gibi kültürel miras alanlarında arttırılmış gerçeklik uygulamaları ivmeli bir şekilde devam ederek artmaktadır. Bilgi akışının müzenin gezinimi sırasında eş zamanlı olarak sağlanması uygulamaların ilgi çekiciliğini de arttırmaktadır. Özellikle arttırılmış gerçeklikten mekan algısından tamamen soyutlanmaması ve zaman mekan algısının kaybolmaması nedeniyle arttırılmış gerçeklik uygulamaları içinde bulunulan mekanın da tamamlayıcısı gibi bir konumda bulunmaktadır. Kişiler eş zamanlı interaktif iletişim sayesinde örneğin bir antik kenti gezerken, antik kentin zaman içinde deforme olmadan önceki halini de görebilmektedir.

Kişilerin özellikle turistik amaçlarla gittikleri bölgelerden en büyük beklentileri keyifli vakit geçirmektedir. Arttırılmış gerçeklik uygulamaları içerisinde kullanılan

ara yüzlerin ilgi çekici bir şekilde tasarlanması kişilerin de aldıkları keyfi doğru orantılı olarak arttırmaktadır.

Arttırılmış gerçeklik uygulamasının yazılımına bağlı olarak içinde yer alan özelliklerde kaydetme özelliği bulunması halinde ise yaşananlar kaydedilebilmektedir. Bu sayede ise yıllardır insanların fotoğraf veya video çekimleri ile anılarını kalıcı hale getirmeye çalışmalarına doğrudan bir çözüm niteliğindedir. Arttırılmış gerçeklik teknoloji ile ilgilenen çoğu kişi, turizm sektöründeki çok çeşitli kullanım alanlarının kısa sürede farkına varmıştır. Bu nedenle ise bu alanda çalışan Fino, Fernandez, Davara gibi kişiler turizm alanında arttırılmış gerçeklik teknolojinin büyük yer edeceğine de değinmişlerdir. Arttırılmış gerçeklik, yeni sergileme yöntemleri arasında hızlı bir şekilde yerini almaktadır. İnteraktif olarak kullanılan bu yöntem ile birlikte sanat etkinlikleri sessizlik ve sakinliğin hâkim olduğu etkinlikler olmaktan çıkmaktadır. İnteraktiflik bu anlamda sanatın daha dinç bir hal almasına büyük katkı sağlamaktadır [65]. Özellikle sergilerde kullanılan arttırılmış gerçeklik ile sergilenen eserler ziyaretçiler için daha etkileyici bir hal almaktadır. Sergilenen eserin görünen kısmının yanı sıra arttırılmış gerçeklik deneyimi kişiye eserin görünmeyen kısımları hakkında da açıklamalar sunmakta ve eser daha canlı bir hale bürünmektedir. Sergilerde kullanılan arttırılmış gerçeklik uygulamalarında 3 Boyut teknolojisinin kullanılması ile eserler çok daha kapsamlı incelenebilmekte ve daha dikkat çekici bir hale gelmektedir. Dünyada ilk arttırılmış gerçekliği 2016 yılında sergisinde kullanan kişi Scarlett Raven'dır. Arttırılmış gerçeklik uygulaması ile ziyaretçilere eserin tamamlanmış halinin yanı sıra tamamlanmadan önce hangi gibi evrelerden geçtiğini de göstermiştir [66].

3.2.1.1 Müzelerde Arttırılmış Gerçeklik Uygulama Alan Örnekleri

● Louvre-DPN Müzesi, Tokyo

Louvre-DPN Müzesi, arttırılmış gerçeklik uygulaması aracılığıyla sadece müzede bulunan ziyaretçilere yönelik bir uygulama olmayıp aynı zamanda müzeyi gezme şansı olmayan kişilere de müzede bir gezinti yapıyormuş hissiyatı yaratmak amacıyla ünlü ressamların tablolarını ve müzede sergilenen daha birçok eseri görme imkânı sunulmaktadır [67].



Şekil 3.6 Louvre-DPN Müzesi Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması [68]

● **Who Do Think You Really Are?, Natural History Museum of London**

Londra'da bulunan Doğa Tarihi Müzesi, nesli tükenmiş olan canlıları hayattan geçiren yenilikçi bir projeye imza atmıştır. Müzede her seyirciye kendi penceresinden görmesini sağlamak için bir tablet bilgisayar verilmektedir. Burada nesli tükenmiş canlıların animasyonlu 3D modelleri, canlıların izleyicilerin önünde stüdyoda dolaştığı görünümü oluşturulmaktadır [69].

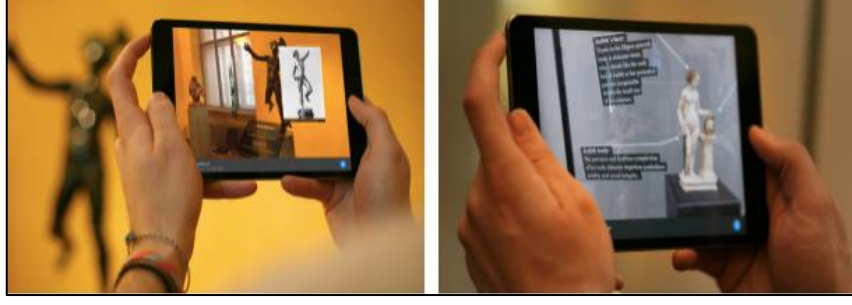


Şekil 3.7 Natural History Museum of London Arttırılmış Gerçeklik Filmi [69]

Kurum tarafından tasarlanan arttırılmış gerçeklik uygulaması içerisinde kişiler tablet bilgisayarlar aracılığıyla müzede sergilenmekte olan nesli tükenmiş ve ender rastlanan hayvanların iskeletlerinin üzerine kamerayı tuttukları takdirde bu hayvanların canlı hali görünmektedir. Aynı zamanda hareket etme şekilleri ile geçirdikleri mutasyon ve evrimler net bir şekilde görülebilmektedir [70].

● **Interacrive Museum Tour, Baarian National Musaum, Munich**

2014 yılından bu yana arttırılmış gerçeklik teknoloji ile ilgilenilen müzede sergilenen eserler hakkında kullanıcıların tabletleri aracılığıyla daha detaylı bilgi sahibi olmalarını sağlamaktadır. Uygulama sayesinde ulaşılan bilgiler sergilenen eserlerin yanlarında yazan bilgi kutularından çok daha etkili olmaktadır [71].



Şekil 3.8 Baarian National Museum Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması [71]

● **Sakıp Sabancı Müzesi Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması**

Türkiye’de bir ilk olan arttırılmış gerçeklik müze uygulaması olan Sakıp Sabancı Müzesi arttırılmış gerçeklik uygulaması ile müzede sergilenmekte olan eserlerin bir kısmı animasyonlar ile dijital ortamda zenginleştirilirken bunun yanı sıra sergilenen eserler aynı zamanda detaylı bilgilerle de donatılmıştır. Müze içerisine eklenen dev dokunmatik ekranlar ile de oyun haline getirilen uygulamalar oluşturulmuştur [72].

● **The Franklin Institute**

The Franklin Institute’de ziyaretçilere sunulan arttırılmış gerçeklik görselleri izletilmektedir. Kurum ziyaretçilerin daha iyi bir deneyim yaşamalarını sağlamak adına kendi uygulamasını geliştirmiştir. Bu arttırılmış gerçeklik uygulaması ise müzeyi ziyaret edenler Terracotta Ordusu’nun gizemini daha iyi anlayabilmektedir. Aynı zamanda arttırılmış gerçeklik teknolojisi, iki bin yıldan daha önce ortaya çıkan sergi, heykel ve el sanatlarının nasıl ortaya çıktığına dair tahminleri de ziyaretçilere sunmaktadır. Kullanıcılar aynı zamanda Çin’in ilk imparatoru olan Qin Shihuangdi’nin de mezarı içerisinde nasıl çürüdüğünü, bu mezarı arkeolojik kazılarını ve nasıl bulunduğunu görebilmektedir [73].

3.2.2 Müzelerde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Teknolojinin ilerlemesi insanların da hızlı bir şekilde sanal bir ortama geçişini hızlandırmıştır. Sürekli artan iş yoğunluğu ve hayat telaşı insanların zaman kavramını daha değerli hale getirmiş ve teknolojik gelişmelerin hayatı kolaylaştırmasına muhtaç kalınmıştır. Yeni teknolojik gelişmeler, özellikle turizm ve müzecilik alanında zaman ve mekan avantajları sağladığı için giderek daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Teknoloji ilerledikçe insanlar daha çok gerçeklik

olgusuna yakınlaştırılmaya çalışılmıştır ve bu bağlamda sanal gerçeklik uygulamaları ortaya çıkmıştır.

Sanal gerçeklik, bir objenin, nesnenin veya bir mekânın profesyonel olarak fotoğraflarının çekilmesi ve dijital ortamlarda büyük veri tabanlarına aktarılması sonucu oluşan insanların duyu organlarına hitap ederek gerçek hissi yaratan teknolojik bir üründür [74].

Yapılan birçok araştırma internetin insanların turistik seyahatlerine karar verme sürecinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. İnsanlar genellikle tatil planı yapmadan önce internet üzerinden araştırmalar yapar ve daha sonrasında edindiği bilgiler doğrultusunda bir tercihte bulunur. Bu kapsamda sanal turların önemi büyüktür. Sanal turlar, turistik amaçlar ile gelecek olan insanların tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.



Şekil 3.9 New York Metropolitan Müzesi VR Teknolojisi [75]

Sanal turlar kendilerini ilk olarak müzecilik etkinliklerinde göstermişlerdir. Bu şekilde sanal müzecilik başlamıştır. İlk etapta mekânsal algıların arttırılması ve bilgi verilmesi amacı ile panoramik fotoğraflarla yaratılmaya çalışılan görüntü bugün için çok daha gelişmiş bir durumdadır. Sanal gerçeklik gözlüğü ile kişi kendisini tamamen mekanın içerisinde hissederek yeni tecrübeler elde edebilmektedir.

Bunun yanı sıra müzeler sadece hoş vakit geçirmek için değil aynı zaman da eğitim işlevi ile de kurulmuştur. Müzelerin eğitim işlevinin yerine getirilmesinde özellikle sanal gerçeklik uygulamalarının payı büyüktür. Zaman ve mekân açısından benzersiz deneyimler sunması nedeniyle sanal gerçeklik uygulamaları çok daha dikkat çekicidir. Bu nedenle mekânın ve nesnelerin akılda kalıcılığı da artmaktadır.

Sanal gerçeklik uygulamaları içerisinde barındırdığı ses efektleri, renkler ve grafikler sayesinde ziyaretçilerin kararlarını da olumlu yönde etkilemektedir. Dünyada özellikle sanal müze alanında Londra British Museum ile New York Metropolitan Museum ön plana çıkmaktadır. Bu müzelerde sanal gerçeklik uygulamaları kullanılarak aynı zamanda farklı milletlerdeki ziyaretçilerin de ülkeye gelmesi noktasında turistik bir baskı oluşmaktadır.



Şekil 3.10 Sanal Gerçeklik Teknolojisi Müze Gezisi [76]

Ayrıca müzelerde sergilenen eserlerin tüm dünyanın kültürel bir mirası olduğu artık kabul görmüş bir gerçektir. Sanal müzecilik sayesinde zaman ve mekân sorunları yaşanmadan müze içerisinde geziyormuş hissi yaşanması mümkün olacaktır. Bu durum özellikle gidip görme imkânı bulunmayan veya zamansal olarak sıkıntıları bulunan ziyaretçiler için büyük avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda ülkelerin teknolojik gelişmeleri kullanarak kendi kültürlerini tanıtması uluslararası arenalarda da ülkelerin tanınırlığını da arttırmaktadır.

Müzeler bir sergileme ve aynı zamanda bilgi kaynağını muhafaza ederek koruma amacı güden alanlardır. Müzelerde, kültürel mirasa konu olan ve insanlık için değeri yüksek nesneler sergilenmektedir. Ancak her ne kadar düzgün bir koruma sağlanmış olsa dahi zaman içerisinde her obje gibi deforme olmaya mahkûmdur. Ancak dijital veriler herhangi bir sorun olmadığı müddetçe deforme olacak materyaller değildir. İnternet üzerine paylaşılan bir bilgi varlığını korumaya devam edecektir. Hayatın olağan akışı içerisinde deforme olma internet üzerinde paylaşılan

bilgiler için mümkün değildir. Müzelerde paylaşılan bilgilerin ve müze olarak kullanılan bazı özel mekânların kültürel önemi düşünüldüğünde internet

ortamında paylaşılması ilerleyen nesillere de kültürel mirasın kalmasına bir aracı olacaktır.

Bunun dışında ekonomik imkânsızlıklar, vakit yetersizliği gibi sebepler ile dünyanın çeşitli yerlerindeki müzelere gidemeyen birçok insan bulunmaktadır. Müzelerin kültürel bir miras olduğu kabul edildiğinde bu miras üzerinde tüm insanların payı vardır. Bu nedenle de tüm insanların bilgi edinmesine ve paylaşımına açılması çok daha doğru olacaktır. Sanal gerçeklik ve sanal turlar sayesinde tüm dünyaya ait olan kültürel mirastan herkes yararlanabilir hale gelecektir.

3.2.3 Müzelerde Hologram Uygulamaları

Müzeler ilk ortaya çıktıkları dönemlerden itibaren halk için bir bilgi kaynağı olmuştur. Elde edilecek olan bilginin daha etkili bir şekilde sergilenmesini sağlamak amacıyla ise teknolojik gelişmelerin sunduğu imkânlardan yararlanılmıştır. Dokunmatik ekranlar, karekodlar, arttırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal gerçeklik uygulamaları, ses efektleri, görsel sunumlar ve holografi gibi üç boyutlu görüntü sunumları müzeleri daha ilgi çekici bir hale getirmiştir.

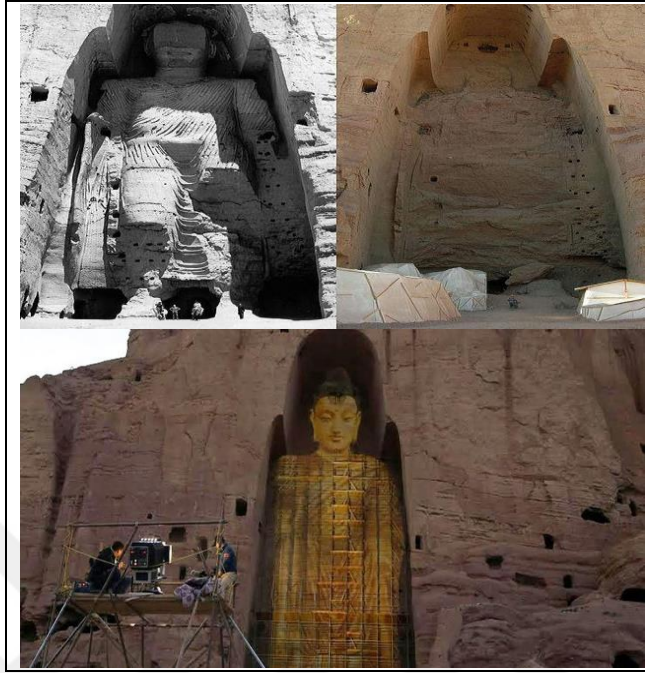
Müzelerde teknolojik ürünlerin kullanılarak daha ilgi çekici hale getirilmesi müzelerin de tanıtımını yapması noktasında avantaj sağlamaktadır. Kültürel bir miras olan müze envanterleri birçok yaş grubuna hitap edebilir hale gelmektedir.

Holografi de müzeleri daha etkili hale getiren teknolojik gelişmelerden biridir. Temelde lazer ışınlarının birleşerek üç boyutlu bir sanal görüntü oluşturması esasına dayanmaktadır. Kişiler holograma yakınlaştıkları zaman bu görüntüyü görebilmekte, bazı cihazlar ile dokunmatik algılama sistemleri ile hologramları hareket ettirebilmektedirler.

Türkiye’de İstanbul Arkeoloji Müzesi 12. yüzyıl ve sonrasında Çini sanatına ilişkin örnekleri üç boyutlu hologram cihazları ile daha etkileşime açık bir hale getirmiştir. Bu şekilde hologram cihazına yaklaşan kişiler çini görselinin değişiklik gösterdiğini görmektedir [77].

2001 yılında yıkılan Bamyas Buda Heykeli hologram olarak sergilenmiştir. 6. yüzyılda kayalardan oyularak yapılan ve dünyanın en büyük Buda Heykelleri olma

vasfına sahip olan heykeller 2001’de Taliban tarafından dine aykırı olması nedeniyle yıkılmıştır [78].



Şekil 3.11 Bamyani Buda Heykelleri Hologram Gösterimi [78]

Hologramlar sadece geçmişe yönelik eserlerin canlandırılması amacıyla kullanılmamaktadır. Bunun dışından hologramlar özellikle somut olarak izahı daha mümkün olabilecek olan gökyüzü, uzay gibi temaları içeren sergilerde de kullanılmaktadır. Özellikle New York ve Londra Bilim Müzeleri’nde gökyüzüne ve gezegenlere ilişkin bilgilendirmeler holografik görüntülerden faydalanılarak yapılmaktadır.



Şekil 3.12 Hologram Gösterimi [79]

Türkiye’de ise holografilardan faydalanılarak ilk kez Topkapı Müzesi’nde yeniçeriler canlandırılması ve müze içerisinde gezinmeleri sağlanarak ziyaretçilere farklı bir atmosfer sunulması planlanmıştır.

Ankara Etnografya Müzesi’nde de holografik uygulamalardan faydalanılmıştır. Seramik ve cam atölyeleri kurularak, ziyaretçilerin dokunmatik ekranlarda seramikleri ve camları sanal olarak şekillendirmeleri sağlanmıştır.

Antalya Belek’te kurulan Expo Antalya 2016 içerisinde yer alan fuar alanlarında ziyaretçilerin ilgisini çekmek amacıyla çocuklara yönelik bir fuar alanı açılmıştır. Burada sergilenen yeni bilimsel gelişmeler aynı zamanda hologram teknolojisi ile de desteklenmiştir. Burada çocukların dokunmatik ekranlara erişimlerini mümkün hale getirerek dağların, göllerin, ovaların, yükseltilerin oluşumunu gösteren ve şekli değiştirilebilen hologramlar kullanılmıştır.

Sakıp Sabancı Müzesi’nde de hologram teknolojisi ile multi touch ekran teknolojisi birleştirilerek kişilerle interaktif bir iletişim kuran teknolojik cihazlar sergilenmektedir. Bu sayede müze daha ilgi çekici olmaktadır.

3.2.4 Müzelerde Karma Gerçeklik Uygulamaları

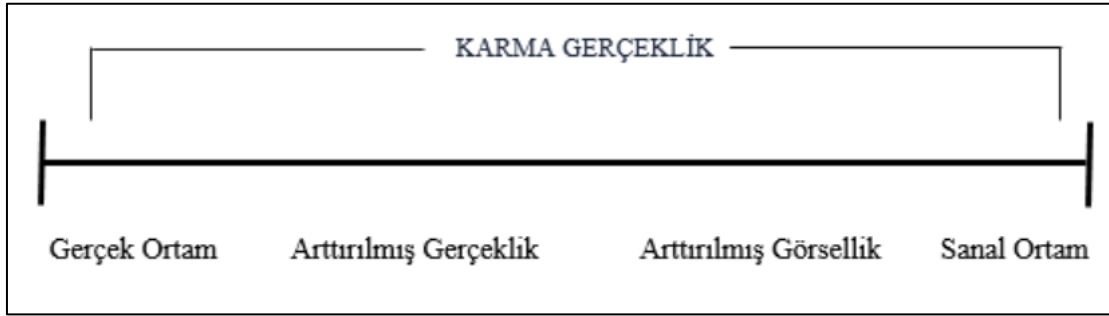
Karma gerçeklik, sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçeklik teknolojilerin bir birleşimi olarak ortaya çıkmaktadır. Karma gerçeklik, sanal gerçeklikten çok daha fazla ortamla entegre olmuş durumdadır. Aynı zamanda ise arttırılmış gerçeklik uygulamalarından da daha fazla sanal realiteyi bünyesinde barındırmaktadır.

Kısaca açıklamak gerekir ise boş bir duvar karma gerçeklik teknoloji ile birlikte bir nesneye dönüşebilmektedir. Tamamen ortamda bulunmayan bir nesne içinde bulunan mekânda var olarak görülmektedir. Bu niteliği ile sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçekliğin bir birleşimini ortaya koymaktadır.

Karma gerçeklik konusunda önemli çalışmaları olan Milgram ve Kishino (1994) karma gerçekliği “gerçeklik-sanallık sürekliliği modeli” ile ifade etmektedir.

Karma gerçeklik uygulamalarında mekânda bulunmayan bir nesne varmış gibi görünmekte ve sanal olarak istenilen şekilde tasarlanabilmekte, şekli değiştirilebilmektedir. Eş zamanlı bir kullanım imkânı sunan karma gerçeklik

teknoloji insanların yaratıcılık gücünün sınırlarını zorlamaya imkan tanıyarak benzersiz bir deneyim yaşamalarını sağlamaktadır.



Şekil 3.13 Karma Gerçeklik Gösterimi [80]

Karma gerçeklik sistemi, müzelerde birden fazla yöntem aracılığı ile uygulanmaktadır. Ancak bunlardan en yaygın olanı interaktif arttırılmış görsellik sistemli interaktif video sistemidir. Genellikle bu sistemler aracılığı ile iki boyutlu ya da üç boyutlu eğitsel videolar sunulmaktadır. Bir başka kullanım şekli ise günümüze deforme olarak gelmiş olan nesnelerin daha derinlemesine incelenmesini sağlayacak tanıtımların yapılmasıdır.

Karma gerçeklik, arttırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, hologram olarak görüntülerin multi touch ekranlar ile kullanımı gibi teknolojik ürün destekleri ziyaretçilerin müzelere ziyaret sıklığını arttırmaktadır. Bu nedenle de büyük öneme sahiptir.

2019 yılında Oğuz Diker tarafından Çanakkale Troya Müzesi kapsamında yapılmış olan bir çalışma sonucu Troya Müzesi'nin Karma gerçeklik standartlarını taşıdığı bulgusuna erişilmiştir. Müze oldukça geniş bir teknoloji alt yapısına sahiptir. Çalışmaya göre karma gerçeklik teknolojisinin kullanımı öğrenmeye, anlama sürecine, aktif katılıma daha uygun bir yapı sağlamaktadır. Müze içerisinde ışık katmanları teknolojisi, QR kodları, sanal gerçeklik odaları, hologramlar, arttırılmış görsellikli oyunlar yer almaktadır [81].



Şekil 3.14 Restore Et Oyunu [82]



Şekil 3.15 Troya Katmanları [82]

3.3 Bölüm Değerlendirmesi

Teknolojinin ilerlemesi, müze aracılığı ile sergileme yöntemlerinin de gelişmesini sağladığı açıktır. Müzelerde, ziyaretçilerin iletilmek istenen mesajı daha iyi kavrayabilmesi, bilgiyi daha kolay toplayabilmesi ve eleştirel düşünebilmesi için sergileme mekânının bu doğrultuda tasarlanmasının; ziyaretçinin mekân ile bağlantı kurarak sergi boyunca daha keyifle vakit geçirmesinde etkilidir.

Bunun yanında uygulama alan örneklerinden de anlaşılacağı üzere sergiler zamanla yeni sergileme yöntemleri ile yeni anlatım biçimleri geliştirmekte ve gelişen teknolojiyle beraber izleyicinin daha çok dikkatini çekerek farklı bir deneyim de sunmaktadır

Bilişim Çağı'nın müzelere getirdiği yeni teknoloji odaklı değişimler her dönemde avantajları ve dezavantajları ile tartışma konusu olacağını görmekteyiz. Ancak değişimin müzelere getirdiği avantajlardan yararlanarak birçok dezavantajın üstesinden gelmek de yeniçağın bir zorunluluğu hâline gelmektedir. Bu avantaj ve dezavantajları aşağıdaki gibi listelemek mümkündür; [82]

Yeni-teknolojilerin müzelerde kullanılmalarının olumlu etkileri:

- Geniş bir kullanım alanına sahiptir.

- Müze çalışmaları için harcanan iletişim, tanıtım, reklam vb. gibi çalışma maliyetlerini düşürmektedir.
- İletişim ve bilginin kolay saklanması ve iletilmesini sağlamaktadır.
- Müze çalışmalarının süreç olarak kolay takibi ve denetimini sağlamaktadır.
- Müze çalışmalarında genel kaliteyi arttırmaktadır.
- Emek, hammadde, enerji ve sermayenin tasarruflu kullanımını sağlamaktadır.
- Ziyaretçi taleplerinin daha kolay ve hızlı karşılanmasını sağlamaktadır.
- Teknolojik gelişmelerinin sürekli takibini gerekli kılmaktadır.
- Geleneksel müze yapısını geliştirmekte, değiştirmektedir.
- Müze çalışanlarının istihdam biçimlerini de hızla değiştirmektedir.
- Müze yönetim ve işletim yapılarında değişikliğe neden olmaktadır.
- Daha yatay ve bilginin departmanlar arasında daha kolay akışına imkân vermektedir.
- Sanal ortamdaki, sayısal müze çalışmalarını da yaygınlaştırmaktadır.
- Zaman ve mekân sınırlamaları müze dışına taşınmaktadır.
- Müze çalışanlarının belirli bir yerde ve zamanda olma zorunluluğu ortadan kalkacaktır.
- Bilişim teknolojileri müze yönetim yapısı daha şeffaf hale getirecektir.
- Yeni-teknolojilerin müzelerde kullanılmalarının olumsuz etkileri:
- Müze bilgilerinin istenmeyen birey veya kurumların eline geçmesi, istenmeyen sonuçlara neden olabilmektedir.
- Bilgi aktarımının daimi olması müze yönetiminin kontrol etkisini azaltmaktadır.
- Müzeler; dijital ortamda internet sitelerinin çökertilmesi, virüs bulaştırılması, erişilebilirliğin engellenmesi gibi sorunlarla karşı karşıya kalabilmektedir.
- Müzeler ürettikleri bilgileri pazarlarken rekabet ortamında sorunlar yaşanabilmektedir.

- Kültürel miras açısından, ulusal değerler değişerek, çoklu kültüre terk etmekle yüz yüzedir. Bu durum global düzeyde kültürel bir ayrışma ve    lmeye sebebiyet vermektedir.
- Bilişim teknolojileri müzelerde yeni iş alanları yaratırken, bazı iş alanlarını da sonlandırma riskini de beraberinde getirmektedir.
- Sanal uygulamalarla ilgili hukuksal mevzuatın, tam ve açık olarak tanımlanamaması müze çalışmalarında sorunlar yaratacaktır.

Bu sorunların büyük kısmı sanal gerçeklik uygulamaları ve verilen bilginin dijital ortamda bulunması ve ulaşımının kolay olmasından dolayıdır. Bu tezde kullanılan AG teknolojisiyle bu dezavantajların üzerinden gelinip insanları müzelere yönlendirirken müzelerin nadir ve eşsiz eser olma özelliğini devam ettirilmesi hedeflenmektedir.

Müzecilikte Sergilemelerde Kullanıma Yönelik Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulama Kiti

4.1 Motivasyon

“Müzelerde Sergileme Yöntemleri” bölümünde de incelendiği üzere tarihi eserlerin sunulması ya da sergi alanı tasarımı için yüzyıllar boyunca farklı teknikler ve tasarlama süreçleri geliştirilmiştir.

Özellikle 1990’lı yılların başlarından bu yana sergi açma ve küratörlük dramatik bir değişim geçirdi. Müzelerin koleksiyonlarında yer alan nesnelerin korunması, yorumlanması ve sergilenmesiyle ilgili uygulamalardan gerçekten yaratıcı meslekler haline geldi. Küratörler, gösterdikleri temel fikirlere giderek kendi öznelliklerini yerleştiriyorlar ve sunumların kendileri formda ve içerikte her zaman değişiyor.

Dünyada sayısız müze ve sanat galerisi olduğu bilinmektedir. Geçmişten günümüze bu müze ve galerilerde çeşitli sergileme yöntemlerini görmekteyiz. Sergileme yöntemlerindeki yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlayan temel unsur, Teknolojik değişimlerdir. Bu sayede artırılmış gerçekliğe yeni yöntemler ilave edilmektedir. İnteraktif sanat etkinlikleri, sanat ve insan ilişkisine yeni bir çehre kazandırmakla beraber sanata dinamik bir hava katmıştır. Sanat yapıtı, bu ilişkiyle bireysel bir tecrübe ve yaşantı ortamına dönüşmektedir. AG, sanal karakterleri gerçek dünya ile buluşturmaktadır. Ayrıca nesne algılama teknolojilerinin desteği, kullanıcının çevresindeki dünya ile ilgili bilgi almasına ve etkileşime geçmesine olanak tanır. Bu sayede pasif konumda olan izleyici aktif konuma getirilir ve serginin verimli olması sağlanır [84].

Arttırılmış gerçeklik, görsel izlenimden çok daha fazlasını sunduğu için herhangi bir sergiyi görsel açıdan bir şölene dönüştürür. Bu sayede sergilenen eser ziyadesiyle ilgi görür ve tanınır. Böylece bir sergi için AG büyük önem arz eder [84].

Müzelerde Sergileme Yöntemleri bölümünde de incelendiği üzere teknolojik sergileme yöntemlerinin getirdiği olumlu kısımların olduğu gibi olumsuz kısımlar da bulunmaktadır. Bu sorunların büyük kısmı sanal gerçeklik uygulamaları ve verilen bilginin dijital ortamda bulunması ve ulaşımının kolay olmasından dolayıdır. Bu tezde bu yüzden de AG teknolojisi tercih edilmiştir. Kullanılan AG teknolojisi bu problemleri barındırmayıp insanların bu bilgiye evlerinden ulaşması yerine müzelere yönlendirip, tezin ana problemi olan “müzelerin nadir ve eşsiz eser olma özelliğini devam ettirme” kaygısı gütmektedir.

Bu amaç için bu tezde MousAR uygulama kiti oluşturulmuştur. Bu uygulama kitindeki uygulamaların ilki “**Portal**” uygulamasıdır.

“**Müzelerde Sergileme Yöntemleri**” bölümünde de incelendiği üzere tarihi eserlerin sunulması için yüzyıllar boyunca farklı teknikler ve sunum yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin hepsinin temelinde eserle ziyaretçi arasındaki deneyimi üst seviyede tutmak, zihinlerinde eserin sergilenme sebebinin daha iyi canlandırmasına yardım etmek vardır. Portal uygulamasının geliştirilme motivasyonu bu deneyimi zihinde yaşatmak yerine fiziksel olarak yaşatmaktır.

Bu uygulama asıl eserin yanında bir portal açarak ziyaretçinin tarihi eserin asıl sergilendiği döneme yolculuk etmesini sağlatıp, eserin sergilenme sebebini, hikayesini ve önemini direkt olarak ziyaretçiye deneyimletmektedir.

MousAR Uygulama Kit’indeki diğer uygulama “**Eksik Eser**” uygulamasıdır.

Müzecilikte tarihi değeri yüksek olup yıpranmış, parçalanmış veya bazı parçaları eksik olan eserler yüzyıllardır kısıtlı yöntemlerle sunuma hazır hale getiriliyordu. Bu yöntemlerin başında eserle ilgili çizim ya da varsa o eserin en orjinal haline yakın fotoğrafı gelmektedir. Bu yöntemin haricinde eksik parçalar her esere uygulanamamakla beraber günümüzün yöntemleriyle yeniden üretilip ziyaretçiye bu fark belirtilerek sunuluyordu. Bu yöntem maliyetli olup sadece önemli eserlere uygulanabilmektedir. Bu uygulamadaki amaç ziyaretçinin yıpranmış, parçalanmış, kısacası eksik kalmış eserle olan deneyimini üst plana çıkartıp, her eksik kalmış olan esere uygulayabilmektir.

MousAR Uygulama Kit’indeki son uygulama ise “**Tablo ve Bilgilendirme**” uygulamasıdır.

“Artırılmış Gerçeklik” bölümünde de incelendiği üzere AG, algısal dikkati durağan bir görselden daha fazla uyararak harekete geçirdiği, kullanıcının görsel algı düzeyine normalden daha fazla uyaran gönderdiği o bölümdeki örnek çalışmalardan da gözükeceği üzere kanıtlanmış olup; gelecekte günlük yaşamımızın büyük bir bölümünde yer alacağı, öğrenme süreçlerimizi duyularımızla iş birliği içine girerek kısaltacağı ve bu konuda öğrencilerin motivasyonunu artıracığı, tedavilerimizde, sanayimizde, eğitimde ve daha pek çok alanda etkili bir yöntem olarak kullanılacağı yadsınamaz bir gerçektir.

AG’nin müzelerdeki tabloları, 3D içeriğinin orantısal olarak büyültme, küçültme ve döndürme işlemlerinin yapılmasına izin vererek, içeriği detaylı olarak inceleme imkânı sunması, sabit görsellerin yanında hareketi sağlaması ve içerik ile etkileşim kurulması fikri bu gerçekten yola çıkarak ortaya çıkmıştır.

4.2 MousAR Uygulama Kitinin Kapsamı ve Amacı

Uygulamanın ismi “Müze” kelimesinin kökeni olan “Mousaum” dan gelmektedir [85]. MousAR, sanatsal çalışmaların ve tarihi eserlerin, AG platformlarını kullanarak gerçek dünyada farklı şekillerde görüntülenmesini sağlayan bir uygulamalar bütünüdür.

Kapsam ve sınırlılık bağlamında tür farketmeksizin müzeler ve eser sergilemeleri ele alınarak, sergilenecek eser özelinde uygulama yapılması planlanmıştır. Uygulamalarda AG’nin kullanılabilmesi için gereken yeterli ışık, yeterli alan gibi sınırlılıklar irdelenmiştir.

Bu uygulamalarda bahsedilen kapsam ve sınırlılıklar dahilinde dünyaca ünlü sanat eserlerinin asıl sergilendikleri döneme yolculuk yapılabilmekte, yıpranmış veya parçalanmış eserler orijinal zarar görmemiş hallerine dönüşebilmekte, eserlerin ses, animasyon veya video eklenmiş halleri görüntülenebilmektedir.

4.3 MousAr Uygulama Kitinin Yöntemi

MousAR uygulama kitinin uygulama yöntemi dört ana başlık etrafında toplanmıştır.

1. Tarihi eserlerin kapsam ve sınırlılıklar dahilinde MousAR’ ın hangi uygulamasıyla yapılacağını belirlenmesi.

2. Seçilen uygulamanın konseptine uygun olarak eserle ilgili dijital verilerin hazırlanması
3. Bu verilerin dijital ortamda AG uygulamasına dönüştürülmesi
4. AG uygulamasının MousAR' ın bulut sistemine kendi uygulama kategorisi çerçevesinde yüklenmesi.

4.4 MousAR Uygulama Kitinin Sistem Bileşenleri

MousAR uygulama kitinin donanımsal ve yazılımsal olarak bileşenleri bu kısımda incelenmiş, rehberin efektif bir şekilde çalışmasını sağlayacak sistemler tarif edilmiştir. Bu bileşenler rehberde kullanılacak gösterici donanımı, ara yüz, veri tabanı, hareket komutları ve kullanıcı profilinden oluşmaktadır.

4.4.1 Donanım

Mobil cihazlarda AG teknolojisi cihaza yüklenen bir uygulama ile kullanılır. Bu uygulama, kullanıcılar tarafından doğrudan internetten indirilebileceği gibi bilgisayarda açık kaynak kodlu yazılımlarla hazırlanıp mobil cihaza yüklenebilir. Mobil cihazlarda bu teknolojinin kullanılması, teknolojinin taşınabilir ve istenilen her an kullanılabilmesini mümkün hale getirir. Ancak mobil cihazların verdiği bu imkân karşılık dezavantajlar da bulunmaktadır. Mobil cihazların neden olduğu dezavantajlardan ilki mekân bağlamındadır. Ziyaret edilen mekândaki görselleri mobil cihazlara indirebilmek için mekânda internet ağının olması ve bunun tüm kullanıcıların erişebileceği ve kullanabileceği kapasitede olması gerekmektedir. İkinci dezavantaj kullanıcılarla ilgilidir. AG teknolojisini kullanmak isteyenlerin akıllı mobil cihazlara sahip olması gerekmektedir. Mekânın ve mobil cihazların sahip olması gereken özellikler, mobil uygulamaların kullanılmasını bu bağlamda zorlaştırmaktadır. Bu tezde yukarıda bahsedilen sıkıntıları ortadan kaldırarak herhangi bir önkoşul ya da gereklilik olmadan herkesin rahat kullanabileceği, bir teknolojinin-yardımcı ekipmanın geliştirilmesi ve kullanılması düşünülmüş ve en uygun ekipmanın müze girişinde temin edilecek olan MousAr uygulama kiti yüklü tabletler olduğuna karar verilmiştir.

4.4.2 Kullanılan Yazılım

MousAR Uygulama Kit' inin ara yüz tasarımı Unity UI (Arayüz) Sistemi kullanılmıştır. MousAR Uygulama Kit' inin içindeki uygulamalarda Unity' de yapıldığından dolayı ve projenin derlenmesinin birden fazla adımda gerçekleşmesinden doğan yazılım geliştirme zorlukları nedeniyle ara yüz tasarımı için de "Unity" programı seçilmiştir.

4.5 Yazılımın Geliştirilmesi

Yukarıda belirlenen hedeflere, öncelikle "Unity" ortamında "Vuforia" eklentisi kullanılarak ulaşılmaya çalışılmıştır. Ancak -ilerleyen sayfalarda detaylı açıklanacağı üzere "Vuforia"nın çeşitli teknik yetersizliklerinden dolayı geliştirmeye, "Unity" ve "Arkit" eklentisiyle ikinci bir yazılım olarak devam edilmek durumunda kalınmıştır.

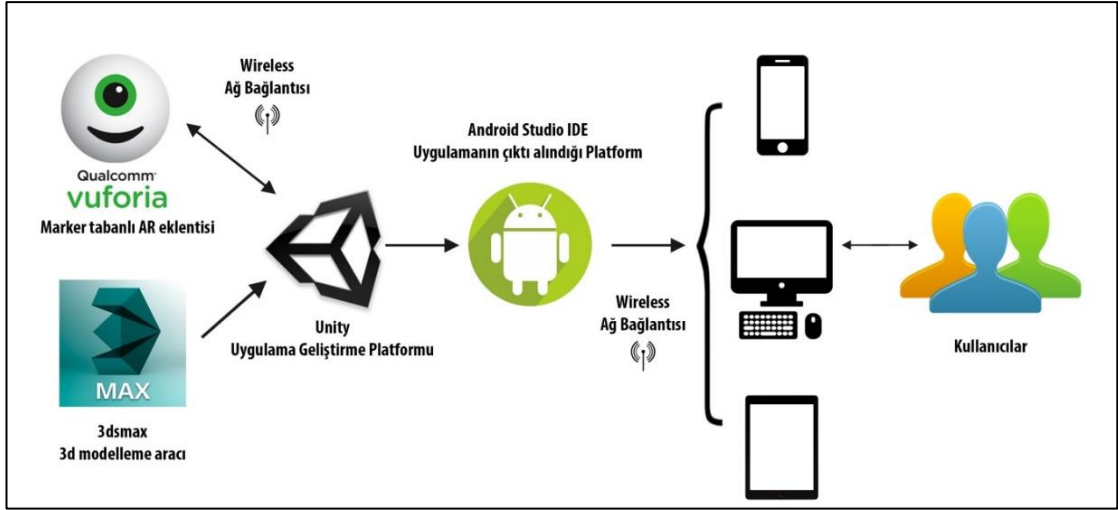
4.5.1 Vuforia ile Geliştirilen Birinci Yazılım

4.5.1.1 NearTracker (Near - Surface AR)

Konuya teknik bir başlangıç olarak "Vuforia" eklentisi ile yazılmış basit uygulamalar incelenmiştir. Bunlardan ilki "Near - surface AR" firmasına ait bir uygulama olmuştur. Bu uygulama, "neARtracker" yani tekli marker kullanarak oldukça temel düzende tasarlanmış bir uygulamadır [86].



Şekil 4.1 Near - Surface AR' nin AG uygulamasından görüntüler



Şekil 4.2 Augmented Reality (neARtracker) Akış Şeması

Yukarıdaki akış şemasında da tanımlandığı üzere uygulama, Vuforia' nın bulut arayüzünde tanımlanmış "marker"ı tespit etmektedir. Sonrasında 3dsMax'de modellenip Unity'e aktarılmış Kat planı modelini Vuforia'nın bulut arayüzünden alınan bilgi ile yakalanan marker üzerine bindirmektedir.

Bu örnekle birlikte bir AG ortamının Unity ve Vuforia kullanarak nasıl kurulabileceği bilgi ve yöntemine ulaşılmıştır. Sonrasında bu uygulama çeşitli eklemelerle geliştirilerek arkasından takip eden birçok çalışma için altlık olarak kullanılmıştır. Near Surface AR firmasına ait bu yaklaşımın, projenin AG kısmı için altlık olarak kullanılabileceğine kanaat edildikten sonra eserin sergilendiği yer ve döneme ait sanal verilerin bir portal konseptinde aktarılabilmesi için araştırmalar başlamıştır.

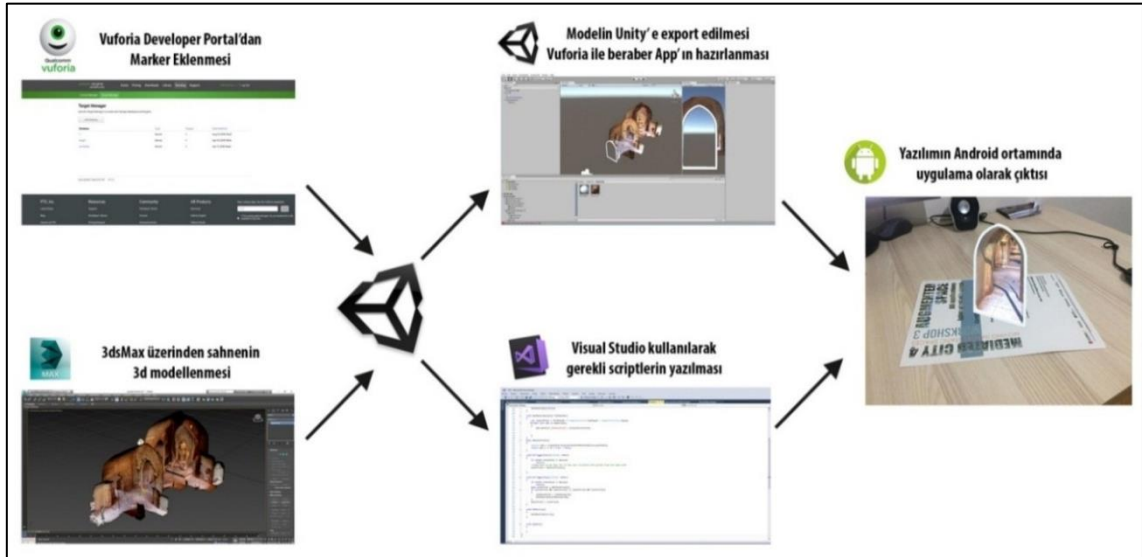
4.5.2 İlk Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Denemesi

Şekil 4.2'deki akış şemasına uyularak uygulamaya modelleme ile başlanmıştır. Uygulamalar arasında "Portal" 3dsMax kullanılarak, portal için test edilebilecek bir tasarım araştırılıp, bu araştırma verilerine dayanılarak "3d Tapınak Modeli" oluşturulmuştur. Tapınakta bir giriş kapısı, buda heykeli ve içinde gezilebilecek kadar alan bırakılmıştır. Model Unity'e export edilecek şekilde düzenlenmiş ve Unity' e aktarılmıştır.

Model tamamlandıktan sonra bir marker seçilmiş ve Vuforia'da developer hesabı açılarak marker Vuforia'nın database' ine yüklenmiştir. Marker seçilirken daha iyi algılanabilmesi için olabildikçe köşeli olmasına dikkat edilmesi gerekir.

Unity üzerinden C++ kullanılarak Tapınağın kapısı ve içeriden görüntüsü dışında kalan herşeyi görünmez yapacak bir script yazılıp portal konseptine uygun hale getirilmiştir.

Son olarak android studio kullanarak uygulama android cihazlarda çalışacak şekilde export edilmiştir.



Şekil 4.3 Tez İçin Yapılan İlk AG Uygulaması

Unity ve Vuforia kullanılarak yapılan yukarıdaki çalışmaların ve denemelerin sonucunda;

- Kullanılan “Vuforia” AG eklentisinin “Marker” kullanılarak oluşturulmuş metodunun çeşitli hatalar barındırması ve bunun paralelinde AG sahnesinin büyüklüğü sebebiyle stabil bir şekilde konumlandırılmaması
- Vuforia benzeri marker bazlı eklentiler stabilitede sorun yaratması, sürekli olarak markera bakma zorunluluğu olması.
- Marker kameradan çıktığı anda AG sahnesinin sürekli hareket etmesi ya da yok olması gibi nedenlerden dolayı hedeflenen başarıya ulaşılamamış ve farklı yöntemler araştırılmaya başlanmıştır.



Şekil 4.4 Vuforia' da Markerdan Uzaklaşma Sonucu Modelin Stabilizasyonunun Bozulma Hatası

4.5.3 Unity ve Arkit Ortamlarında Geliştirilen İkinci Yazılım

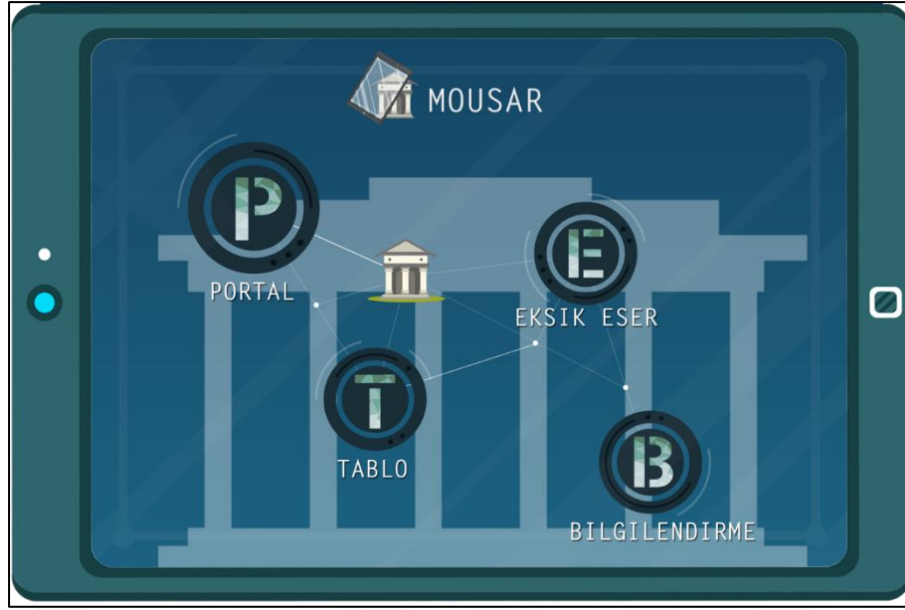
Vuforia eklentisiyle beraber beklenen sonuca ulaşamamasının üzerine point cloud tabanlı tarama sistemiyle stabilizasyonu daha iyi ve aynı tarama sistemiyle 3d marker kullanabilecek “Arkit” eklentisi incelenmiştir. Performans için grafik kartı da güçlü olan İpad Pro cihazı tercih edilmiştir.

4.6 MousAR Uygulama Kit’ inin Ara Yüzü

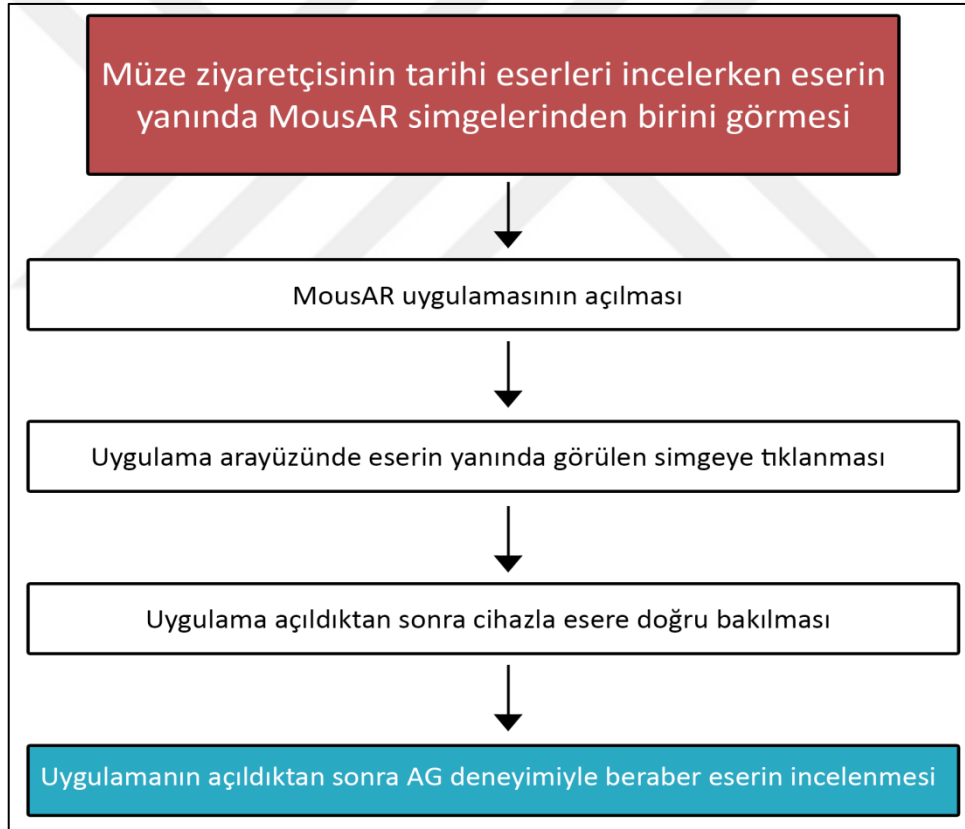
MousAR Uygulama Kit’ inin arayüzünün oluşturulmasında menüde kolay ulaşılabilirliğin sağlanması, ekran üzerindeki doluluk-boşluk oranlarının dengeli oluşturulması üzerinde durulmuştur. Menüdeki seçimler akış şemasında görüleceği gibi birbirine bağlı, ekran görüntüleri üzerinde gösterildiği şekilde kullanıcıya sunulmaktadır. Ziyaretçi eserleri gezerken uygulamanın ara yüzündeki dört simgeden birini eserin yanında gördüğünde cihazın ara yüzünden o simgeye basıp uygulamasına erişebilir.

MousAR Uygulama Kit’inin arayüzündeki uygulamalar sırasıyla;

- Portal
- Eksik Eser
- Tablo
- Bilgilendirme Uygulamalarıdır.



Şekil 4.5 MousAR Uygulama Kiti Ara yüzü



Şekil 4.6 MousAR' Uygulama Kit'ini Kullanımı İçin Akış Diyagramı

4.6.1 Portal, Eksik Eser ve Tablo Uygulamaları

4.6.1.1 Yazılımların Çıkış Noktaları

Tez kapsamında yapılan araştırmalar ile ortaya çıkan yazılımın temelinde AG'i bir sunum aygıtı olmanın ötesine çıkarıp, müzedeki eserleri dışarıdan izletmek yerine

o eserleri, dönemleri ve nasıl kullanıldıklarıyla beraber kullanıcıya birebir yaşatma hayali yatmaktadır.

Bununla birlikte, BÖLÜM 2' de incelenen benzer AG uygulamalarını aşarak, AG'in sınırlarına erişilmeye çalışılmıştır.

Ayrıca; müzelerdeki sergilerin süreçleri üzerinde yapılan araştırmalar ve belirlemeler eşliğinde, "AG destekli yeni bir sunum ve sergileme süreci " ortaya koymaya ve böylelikle, tezin hipotezinde tanımlanan müzelerdeki sergileme yöntemlerinin günümüz teknolojisine uygun olarak geliştirilmesine de çözümler sunulmaya çalışılmıştır.

Özetlenen bu eğilimler doğrultusunda;

- Eserler uygulamayla incelenirken sesli veya yazılı bilgilendirmelerin efektif bir biçimde çıkması
- Tabloların kendi hakkında bilgi verip sunumu zenginleştirecek şekilde bir animasyon oynatılması
- Esere cihazla bakıldıktan sonra, eserin yanında asıl sergilendiği yere ve döneme açılan bir portal ;
- Portala giriş yapıldıktan sonra, üç boyutlu olarak oluşturulmuş AG ortamında, o dönemin ve eserin gezilebilmesi
- Yıpranmış, parçalanmış veya bazı parçaları eksik olan eserleri, sanal verilerle tamamlayıp eseri ilk günkü gibi gösterme hedefinin gerçekleştirildiği bir AG uygulamasının yazma düşüncesi

araştırmanın motivasyonu olmuştur.

4.6.2 Portal Uygulaması

4.6.2.1 Uygulama Kapsamı ve Sınırlılıkları

Portal uygulaması ziyaretçi için realiteden geçip girebileceği dijital bir mekan yaratıp o mekanda dolaşmasına olanak sağlar. Bu uygulama için seçilecek eserin bu gezintiye olanak sağlayacak bir alana da ihtiyacı vardır.

Bu alan uygulamanın zemini noktasal olarak doğru bir şekilde tarayabilmesi için yeterli ışık alan bir yer olmalıdır. Ayrıca ziyaretçinin eser için oluşturulan dijital mekan haricinde bir engelle karşılaşmayacağı yeterliliklerde olması gerekir.

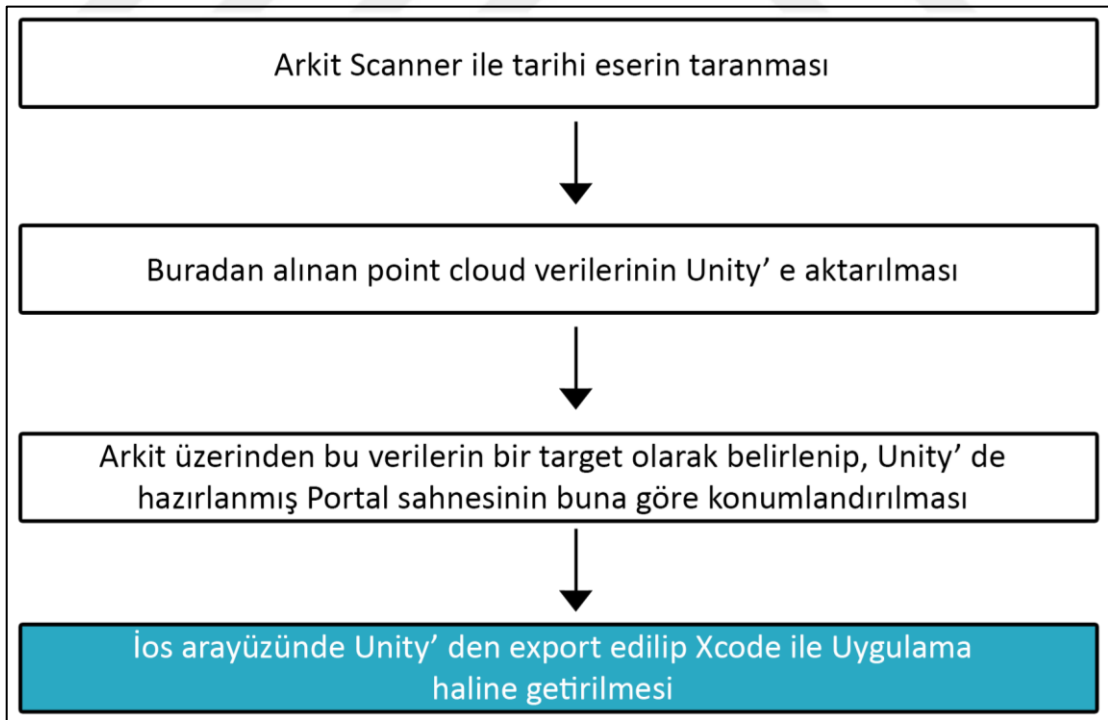
4.6.2.2 Yazılım Süreci

Bu yazılım için ilk AG Uygulamasında test amacıyla kullanılan “3d Tapınak Modeli” Unity’e export edilecek şekilde hazırlanıp aktarılmıştır.

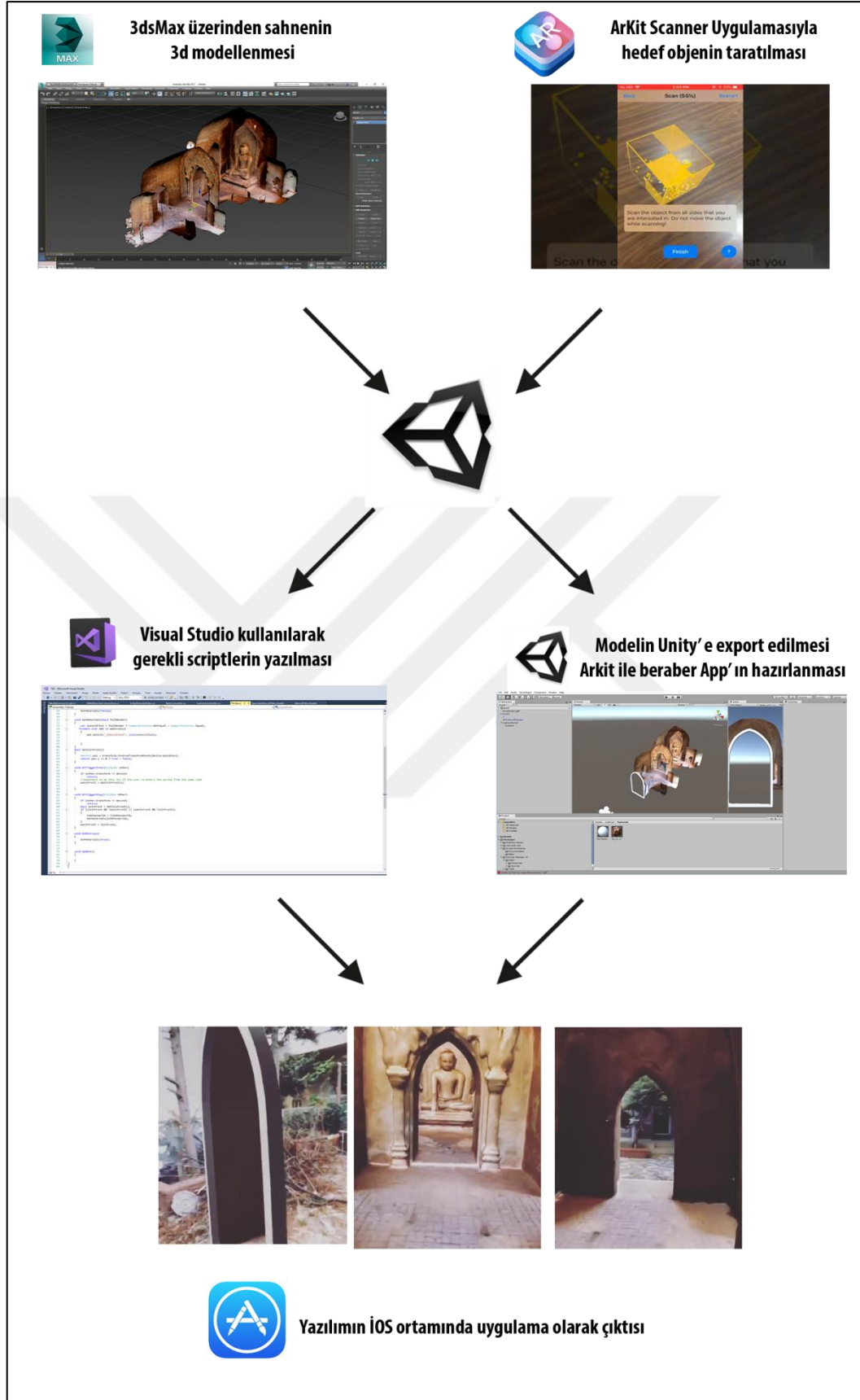
Arkit Scanner uygulamasıyla hedef objenin noktasal verileri taratılmıştır. Daha sonra “Arkit Scanner” uygulamasından alınan veriler Unity’ e export edilmiştir. Bu veriler Unity’nin Arkit eklentisinde bulunan “Arkit Object Anchor” ile bir marker’a dönüştürülmüştür.

Önceki uygulamada yazılmış olan Unity üzerinden C++ kullanılarak Tapınağın kapısı ve içeriden görüntüsü dışında kalan herşeyi görünmez yapan script tekrar kullanılmıştır.

Son olarak ios ortamında uygulamanın çıktısı alınıp, Xcode aracılığı ile cihaza yüklenmiştir.



Şekil 4.7 Portal Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma



4.6.3 Eksik Eser Uygulaması

4.6.3.1 Uygulama kapsamı ve sınırlılıkları

Eksik eser uygulaması yıpranmış, parçalanmış veya bazı parçaları eksik olan eserleri sanal verilerle tamamlayıp eseri ilk günkü gibi göstermek için yapılmış bir uygulamadır. Bu uygulamayı bir eser üzerinde kullanabilmek için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir ;

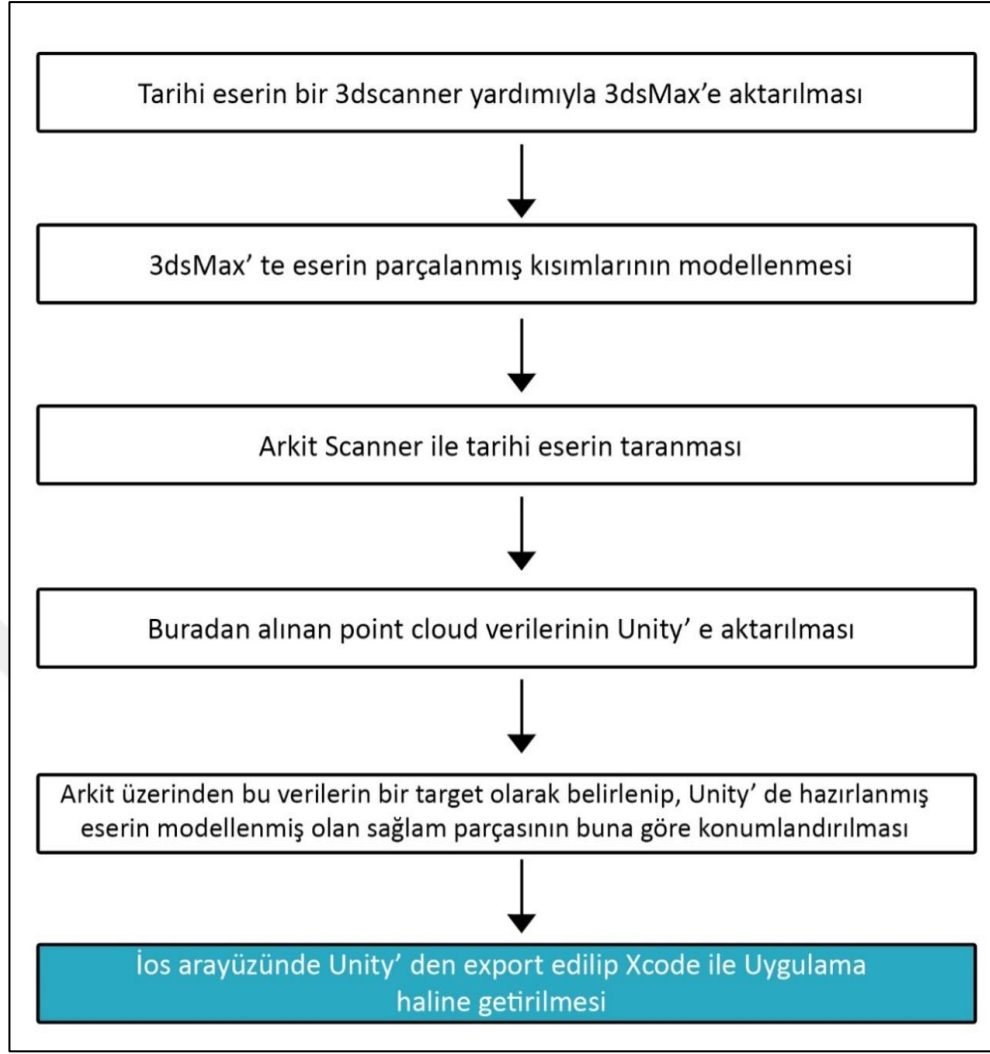
- Bu uygulamada kullanılacak eserin orijinal görüntüsünün ya da çiziminin olması gerekmektedir.
- Sergilenen eser tam bir bütünmüş gibi duracak şekilde pozisyonu ayarlanmalıdır. Bu sayede uygulamayla esere bakıldığında direk eksik parçalar dijital verilerle tamamlanacaktır. Bu şekilde pozisyon alamayan eserler için uygulanamaz.
- Bu uygulamanın stabil bir biçimde çalışabilmesi için eser üzerinde iyi bir aydınlatmanın olması gerekmektedir.
- Eser çok fazla yuvarlak hatlıysa ve kompleks bir yapısı yoksa noktasal tarama işleminde problem çıkabileceği için uygulama stabil çalışmayabilir

4.6.3.2 Yazılım Süreci

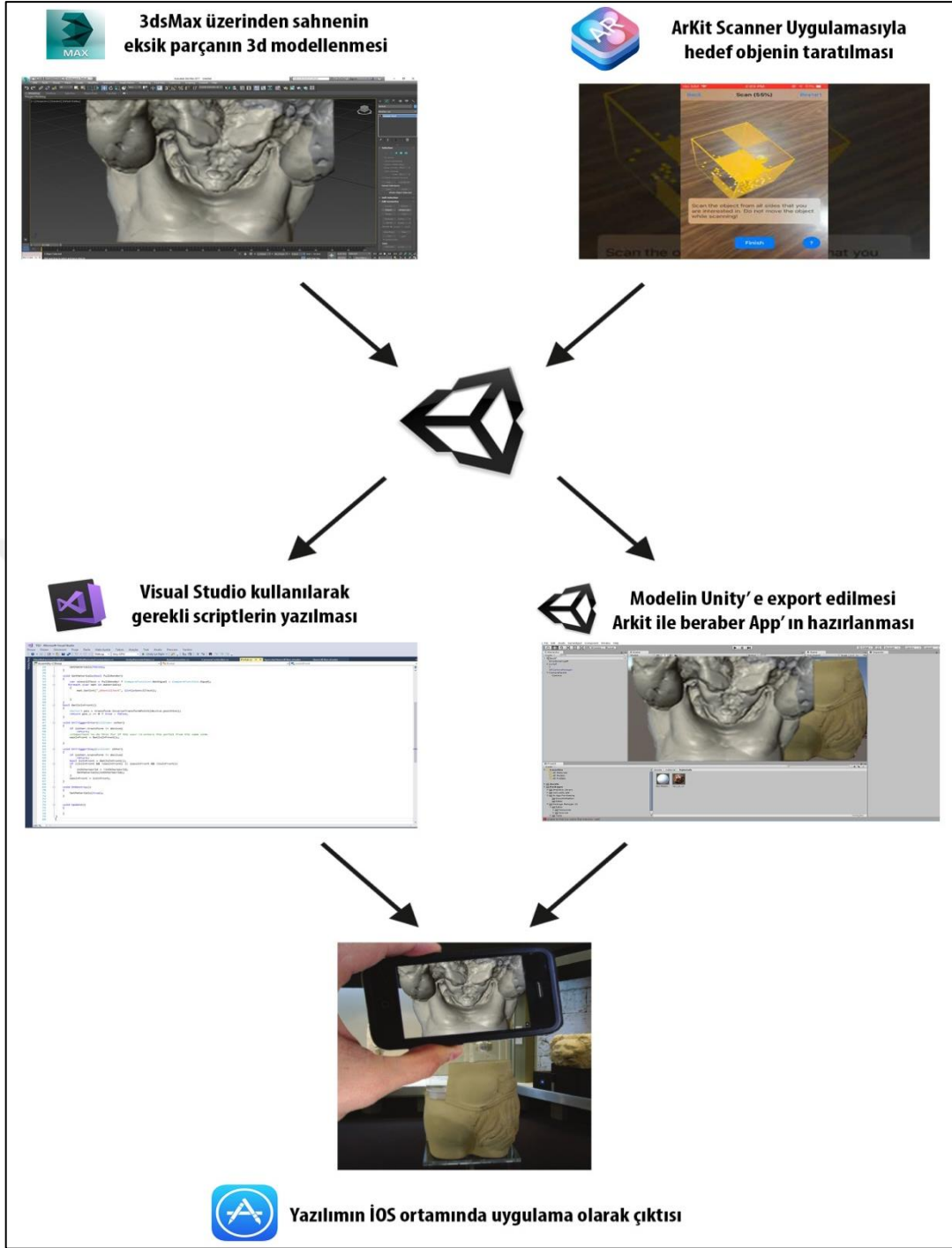
Eksik kalmış eser “Arkit Scanner” uygulamasıyla taranır. Buradan alınan noktasal veriler Unity’e export edilir.

Eserin orijinal hali tarihsel verilerle beraber referans alınıp 3dsmax’ te eserin eksik parçaları modellenir. Bu modellenen eksik parçalar Unity’ e export edilir.

Portal uygulamasındaki benzer adımlarla ilerlenip Unity’ nin Arkit eklentisindeki “Arkit Object Anchor” kullanılır ve scan edilmiş veriler bu eksik parçalarla eşleştirilir. Gerekli testler yapıldıktan sonra uygulama ios ortamında çıktı alınıp, Xcode aracılığıyla cihaza yüklenir.

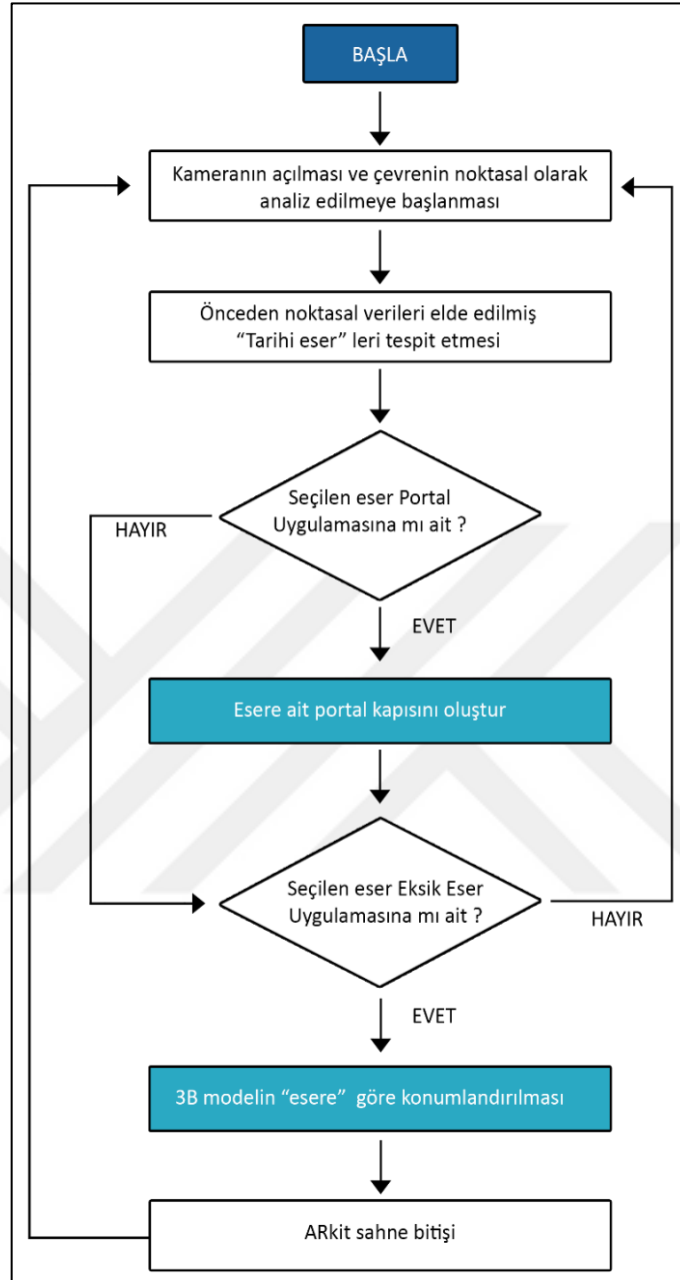


Şekil 4.9 Eksik Eser Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma



Şekil 4.10 Örnek MousAR Eksik Eser Uygulaması

4.6.4 Portal ve Eksik Eser Uygulamaları İçin Uygulama Algoritması



Şekil 4.11 Uygulama Döngüsünün Algoritması

Bu döngü yazılımın asıl AG temasının işlendiği döngüdür. Döngünün hemen başında, kullanılan noktasal tarama sistemi, elde edilen verileri “Arkit Scanner” uygulamasından alınan verilerin olduğu kütüphaneye iletir. Verileri karşılaştırıp eşleşme arar. Her döngünün başında noktasal tarama sistemi başlatılır.

4.6.5 Tablo ve Bilgilendirme Uygulaması

4.6.5.1 Uygulama Kapsamı ve Sınırlılıkları

“Tablo Uygulaması” nda amaç ziyaretçinin tablo simgesini gördüğü tablolarda uygulamayı açıp, bakılan tablonun kendi hakkında bilgi verip sunumu zenginleştirecek şekilde bir animasyon oynattırmasıdır. Bu uygulama müzelerdeki tüm tablolarda kullanılabilir.

“Bilgilendirme Uygulaması” da bakılan eser hakkında kullanıcının isteğine göre sesli veya yazılı olarak bilgilendirme yapılması amaçlanmıştır.

Diğer uygulamalardan farklı olarak 2d Marker kullanılması tercih edilip Arkit kullanılmıştır. Diğer MousAR uygulamalarında olduğu gibi kullanılan 2d Marker’ ın yeterli ışık alması uygulamanın stabil çalışması için gereklidir.

4.6.5.2 Yazılım Süreci

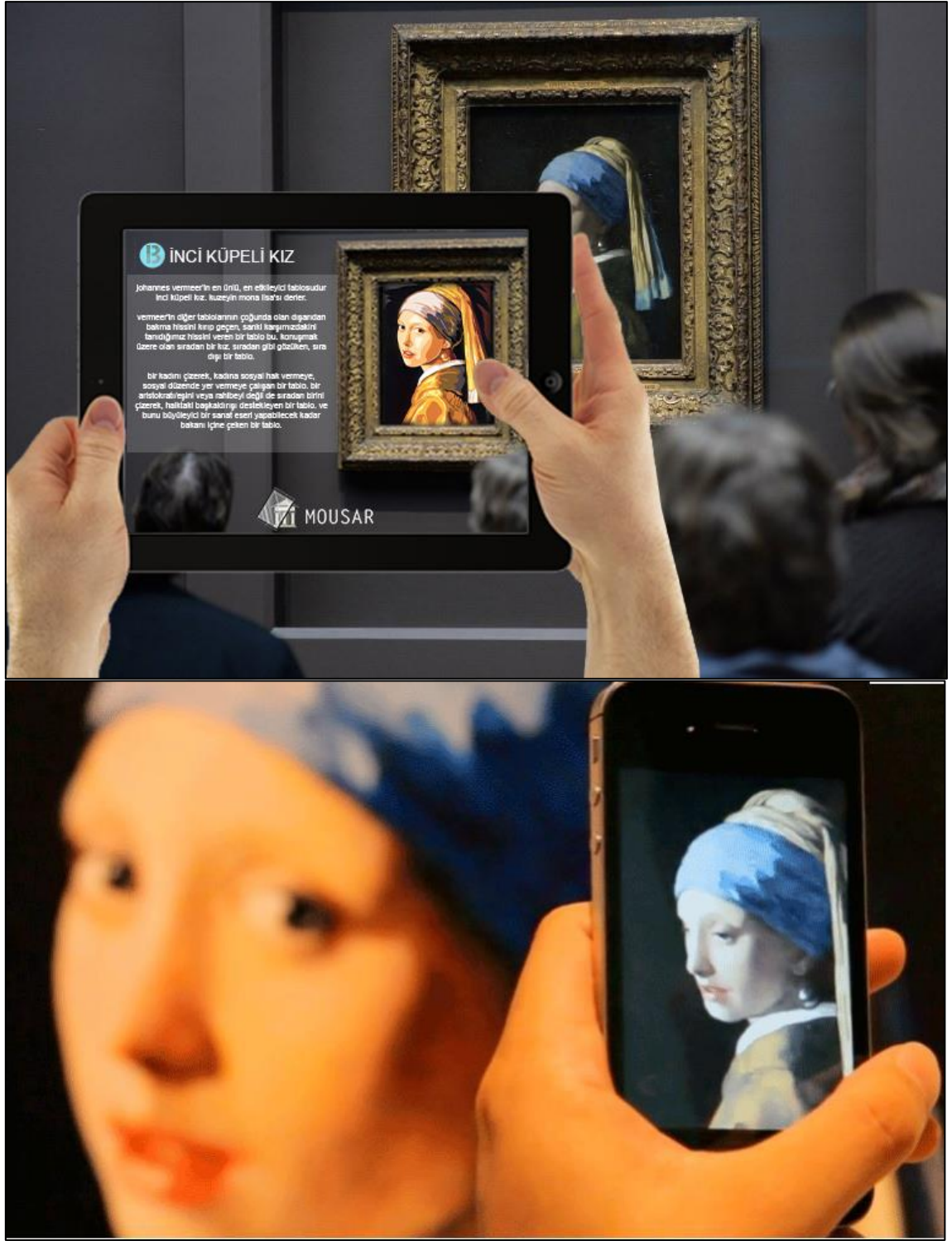
Kullanılacak tablo taranarak yüksek çözünürlükteki dijital imajı elde edilir. Unity’ e export edilmek üzere hazırlanır.

Tablo üzerinde oynatılacak animasyon uygun yazılımlar üzerinden hazırlanıp, Unity’ e export edilir.

Unity üzerinden Arkit eklentisiyle beraber animasyon hedef imajla eşleştirilir. Gerekli testler yapıldıktan sonra uygulama ios ortamında çıktı alınıp, Xcode aracılığıyla cihaza yüklenir.

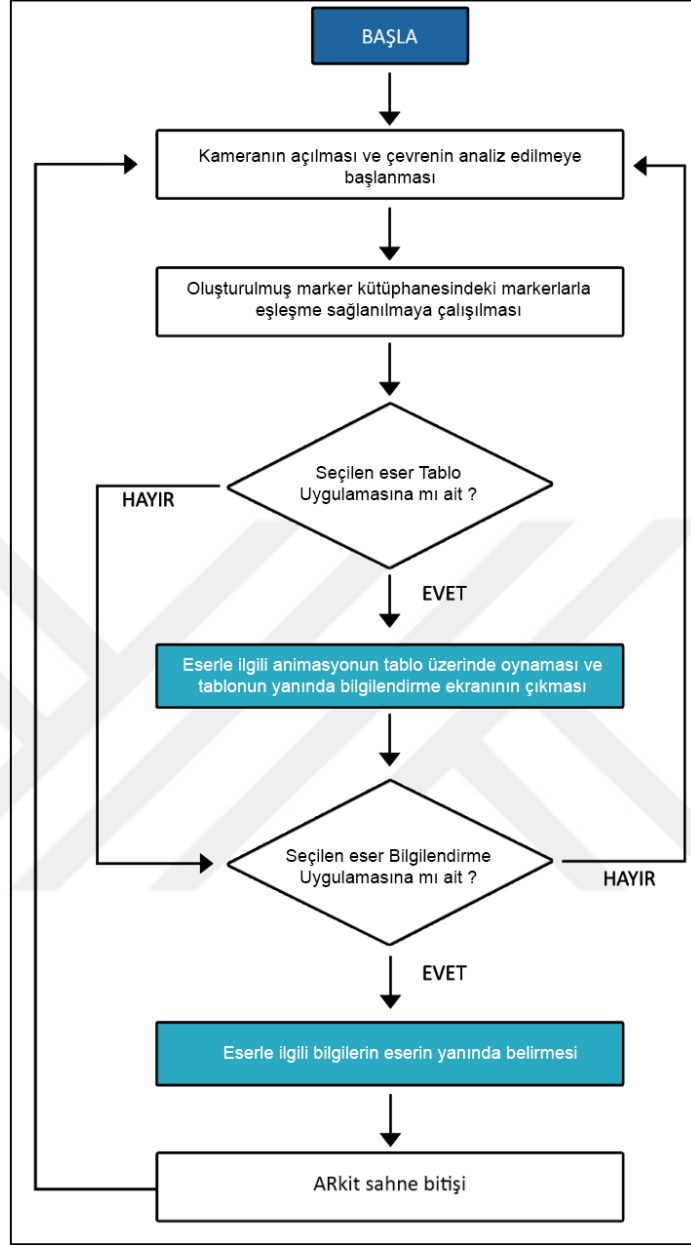


Şekil 4.12 Tablo Uygulamasının Çerçevesini Gösteren Algoritma



Şekil 4.13 Örnek MousAR Tablo ve Bilgilendirme Uygulaması

4.6.6 Tablo ve Bilgilendirme Uygulamaları İçin Uygulama Döngüsü



Şekil 4.14 Uygulama Döngüsünün Algoritması

Bu döngü Şekil 4.14'deki Portal ve Eksik Eser uygulamaları için olan döngüye benzer şekilde AG temasının işlendiği döngüdür. Döngünün hemen başında, kullanılan görüntü tarama sistemi, elde edilen verileri daha önceden tanımlanmış marker kütüphanesine iletir. Verileri karşılaştırıp eşleşme arar. Her döngünün başında noktasal tarama sistemi başlatılır.

Müzeler, toplumlara ait tarihi birikimlerin sunulup sakladığı, sanatsal ve sosyolojik etmenleri içinde barındıran ve topluma ait bilgi, beceri ve deneyim seviyelerine yarar sağlayan yapılardır.

Müzecilik her dönem yeni yaklaşımlarla, yeni mesajlar üretmeye başlamış, bu da sergileme yöntemlerine geçmişten günümüze düzenli olarak yanısırmıştır. Bulunduğu dönemin teknolojik ve sosyal koşullatıyla beraber gelişen müzecilik, günümüze geldiğimizde, teknik ve teknolojik altyapısı sağlam, yeniliklere uyum sağlayabilen bir yapıya ulaşmıştır. Buna bağlı olarak müzecilik, insan-müze ilişkilerinin karşılıklı deneyimlenmesi olgusuna doğru ilerlemektedir.

Teknolojinin, hızla gelişen yapısıyla, bireylerin ve toplumların hayatında yeri ve etkinliği büyük bir ivmeyle artmaktadır. Teknolojinin gelişim hızı ve yarattığı yeni iletişim mecraları, yeni fikirlerin her türlü alanda uygulanabilir formlarını üretmeye başlamaktadır. Teknolojiye karşı oluşan bu eğilimler birçok alanda olduğu gibi müzecilikte de yenilikçi yaklaşımların ortaya çıkmasını sağlayıp, kuratörlerin yaratıcı sınırlarını genişletmelerine de olanak sağlamaktadır.

Bu tezde, müzelerde uygulanabilir formatlar incelenmiş ve Artırılmış Gerçeklik ile Etkileşime geçilen deneyimlerin faydaları görülmüştür.

Artırılmış Gerçeklik, Sutherland'ın Sanallık-Gerçeklik Süreci olarak ifade ettiği ve teorisiyle yeni bir çağı başlattığı sürecin bir parçasıdır. Gerçek (fiziksel) dünya ile Sanal dünyanın arasında, deneyimlerin fiziksel ortamda yaşandığı ancak artırılmanın sanal dünya üzerinden yapıldığı, özel deneyimlerdir. Birey, fiziksel dünya üzerinden yaşadığı duyuşsal, ortamsal, fiziksel değişkenleri, içine girdiği sanal bir ortam üzerinde yaşayabilmektedir. Bulunduğu ortamın fiziksel koşullarına bakılmaksızın, yeni bir dünya içine girerek, tasarlanan yeni dünyanın ortamında farklı deneyimler yaşayabilmektedir. Bu açıdan, bulunduğu ortam ne sanal dünya ne de gerçek dünya olarak adlandırılabilir. Bu yeni dünya Artırılmış Dünya'dır.

Bir artırılmış gerçeklik deneyiminin gerçekleşmesi için belirli koşulların sağlanmış olması gerekir. Deneyimi oluşturacak içerik, teknolojik altyapı, deneyimin yaşanacağı fiziksel dünya, iki dünya arası etkileşimin sağlanması gerekir. Ayrıca bu bileşenlerin sağlandığı AG uygulaması ve uygulamayı deneyimleyecek katılımcılar bu deneyimin ayrılmaz parçalarıdır.

AG teknolojisi günden güne kullanım alanları artan, ilgi gören ve gelişmekte olan bir alandır. 3 boyutlu teknolojilerin mobil aygıtlar ve uygulamalarıyla beraber kullanılması ve bu teknolojiyle doğru orantıda ilerlemesiyle artırılmış gerçekliği yeni medya alanı içinde de tanımlamak mümkün olabilmektedir. Yaşamımızın daimi bir parçası haline gelen mobil aygıtlarla AG'nin sıkça kullanılması ise bu teknolojiye ulaşımı ve ilgiyi de artırmaktadır.

Sadece bilgi aktarımı olmayan bu teknoloji ile günümüzde, sanat ve insan etkileşimli örnekler yapılmaya başlanmıştır. Günden güne ilerleyen ve birçok alanı da kapsamaya başlayan AG, teknolojinin gelişmesiyle beraber durmadan evrilen sergileme yöntemlerinde de kendine yer bulmaktadır.

AG teknolojisinin sunumu olumlu yönde etkileyen pek çok uyararı içinde barındırdığı, dolayısı ile bu teknolojinin günlük yaşamda, sanatta ve birçok alanda sunum amaçlı kullanılabileceği ve bu bağlamda evrilmesinin önemi ortaya konulmuştur.

Tez itibariyle, konu edinilen Artırılmış Gerçeklik yapısı, müzeler üzerinden sentezlenerek, örnek uygulamaları teze kaynak olmuş ve sergileme yöntemlerini ileriye taşıyacak yeni bir uygulama kiti yani "MousAR" yapılmıştır.

7.1 Araştırmanın Literatüre Katkısı

AG ile ilgili çeşitli alanlarda yapılmış birçok çalışma olsa da Sanat ve Sergileme alanlarında yapılan iki çalışma mevcuttur. Türkiye adresli araştırmalardan birkaç örnek şu şekildedir; Aydoğdu (2013) [87] 2000-2013 tarihleri arasında, Karatay (2015) [88] ise 2000-2015 tarihleri arasında, dünyada müzelerde kullanılmış AG teknolojisini içerik analiz yöntemi ile incelemiştir. Bu incelemelerden yola çıkarak AG' nin gelecek perspektiflerini ortaya koymuştur. İlgili alanyazıları incelendiğinde, AG teknolojisini içeren örnek çalışmaların genel olarak yeni bir

öneri ortaya koymak yerine AG' nin kazanımları üzerine odaklanıldığı anlaşılmaktadır.

Disiplinler arası yapılan bu tez araştırmasının bu bağlamda literatüre önemli katkılarının olacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda Türkçe kaynak sayısı çok az olan AG konusu ve uygulama yapımı için, Türkçe kaynak oluşturacağı düşünülmektedir. AG kullanılarak yapılan ve geçerliliği olan uygulama çalışması ile de diğer araştırmalara örnek teşkil edeceği öngörülmektedir.

7.2 Sergilenme Ortamına Sağlanacak Katkılar ve Yararlar

Müzecilik bağlamında MousAR Uygulama Kit' li bu eser sergilenmelerinin, tek düzelikten sıyrılıp farklı arayışlar denemek isteyen diğer sergilenmelere öncülük edeceği öngörülmektedir. Ayrıca MousAR Uygulama Kiti kullanılarak eserlerin kendi sanat anlayışları içerisinde farklı ifade biçimlerini ortaya koyabilirler.

Aynı zamanda kendilerine olan ilgiyi artırmak, koleksiyonlarında bulunan fakat başka sergileme alanlarında bulunan eserleri müze içerisinde tekrar canlandırmak için de MousAR Uygulama Kiti kullanabilmektedir.

Temel olarak yeni bir eser sergilenmesi düşüncesinin kazandırıldığı düşünülmektedir.

7.3 Geleceğe Yönelik Çalışma Alanları

AG'nin eser sergilenmelerinde 3D içeriğinin orantısal olarak büyültme, küçültme ve döndürme, insanları eserlerle ilgili başka bir mekân ve zamana sokabilme işlemlerinin yapılmasına izin vererek, içeriği detaylı olarak inceleme imkânı sunması, sabit görsellerin yanında hareketi sağlaması ve içerik ile etkileşim kurulmasını sağlaması açılarından önemli yönlerinin olduğu, ayrıca; algısal dikkati durağan bir görselden daha fazla uyarak harekete geçirdiği, kullanıcının görsel algı düzeyine normalden daha fazla uyaran gönderdiği bu uygulama ile gösterilmiş olup; gelecekte günlük yaşamımızın büyük bir bölümünde yer alacağı, sunum süreçlerimizi duyularımızla daha fazla iş birliği içine girerek kısaltacağı ve bu konuda ziyaretçilerin eserlerle ilgili algısal motivasyonunu artıracığı, tedavilerimizde, sanayimizde, eğitimde ve daha pek çok alanda etkili bir yöntem olarak kullanılacağı yadsınamaz bir gerçektir. AG Teknolojisi; Çevremizde, sokaklarda, müzelerde ve mimaride gerçekte var olmayan görsellerin/çoklu ortam

görüntülerinin kullanıcının bilgisine sunulmasıdır. Ayrıca park ettiğiniz aracın yerini kolaylıkla bulmanıza olanak tanıyan, çocuğunuzun sevdiği bir kitabın karakterlerini canlandıran, endüstride ve sağlıkta hatasız çalışmaya imkân tanıyan çok yönlü bir teknolojidir. Bu sayede AG Teknolojisi, 21.yüzyılın ve gelecekteki kullanıcıların yaşayış biçimlerini etkileyecek önemli buluşlar arasında daha verimli ve etkin bir şekilde yerini almaya başlamıştır.



- [1] P. Milgram, F. Kishino, (1994). "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, IEICE Transactions on Information Systems", 77(12), ss. 1321-1329.
- [2] Y. Özarslan, (2011). "Öğrenen İçerik Etkileşimin Genişletilmiş Gerçeklik ile Zenginleştirilmesi", Fırat Üniversitesi yüksek lisans tezi, ss. 22-24.
- [3] C. Arth, L. Gruber, R. Grasset ve diğerleri, (2015). "The History of Mobile Augmented Reality", Graz University of Technology, Austria.
- [4] T. Caudell, D. Mizell, (1992). "Augmented Reality: on Application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes", System Sciences, Sayı 2, ss. 659-669.
- [5] J. M. Loomis, R. G. Golledge, R. L. Kaltzky, (1993). "Personal Guidance System for the Visually Impaired Using GPS, GIS and VR Technologies", Virtual Reality and Personswith Disabilities, ss. 71-74.
- [6] G. W. Fitzmaurice, (1993). "Situated information spaces and spatially aware palmtop computers," Commun. ACM, Sayı 36, ss. 39-49.
- [7] M. Loomis, R. G. Golledge, R. L. Kaltzky, (1993). "Personal Guidance System for the Visually Impaired Using GPS, GIS and VR Technologies", Virtual Reality and Personswith Disabilities, ss. 71-74.
- [8] J. Rekimoto and K. Nagao, (1995). "The world through the computer: Computer augmented interaction with real world environments", Proceedings of the 8th Annual ACM Symposium on User Interface and Software Technology, New York, ss. 29-36.
- [9] B. B. Bederson, (1995). "Audio augmented reality: A prototype automated tour guide", Conference Companion on Human Factors in Computing Systems, New York, ss. 210-211.
- [10] S. Feiner, B. MacIntyre, T. Höllerer, and A. Webster, (1997). "A Touring Machine: Prototyping 3d Mobile Augmented Reality Systems For Exploring The Urban Environment", IEEE International Symposium on Wearable Computers, ss. 74-81.
- [11] B. Thomas, V. Demczuk, W. Piekarski, D. Hepworth, and B. Gunther, (1998). "A Wearable Computer System With Augmented Reality To Support Terrestrial Navigation," IEEE International Symposium on Wearable Computers, ss. 168-171.
- [12] E. Coelho, S. Julier, and B. MacIntyre, (2004). "Osgar: A Scene Graph With Uncertain Transformations", IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), ss. 6-15.
- [13] B. Thomas, B. Close, J. Donoghue, J. Squires, P. De Bondi, M. Morris, and W. Piekarski, (2000). "Arquake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application," IEEE International Symposium on Wearable Computers, ss. 139-146.

- [14] S. Julier, Y. Baillot, M. Lanzagorta, D. Brown, and L. Rosenblum, (2000). "Bars: Battlefield Augmented Reality System", NATO Symposium on Information Processing Techniques for Military Systems, ss. 9–11.
- [15] V. Vlahakis, J. Karigiannis, M. Tsotros, M. Gounaris ve diğerleri, (2001). "Archeoguide: First Results Of An Augmented Reality, Mobile Computing System In Cultural Heritage Sites", Proceedings of the 2001 Conference on Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage, Bölüm I, New York, ss. 131–140.
- [16] D. Wagner and D. Schmalstieg, (2003). "First Steps Towards Handheld Augmented Reality", IEEE International Symposium on Wearable Computers, ss. 127–135.
- [17] M. Rohs and B. Gfeller, (2004). "Using Camera-Equipped Mobile Phones For Interacting With Real-World Objects", Advances in Pervasive Computing, ss. 265–271.
- [18] A. Makri, D. Arsenijevic, J. Weidenhausen ve diğerleri, (2005). "Ultra: An Augmented Reality System For Handheld Platforms, Targeting Industrial Maintenance Applications", Proceedings of 11th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, ss. 165–167.
- [19] L. Gruber, S. Gauglitz, J. Ventura ve diğerleri, (2010). "The City Of Sights: Design, Construction, And Measurement Of An Augmented Reality Stage Set," IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), ss. 157–163.
- [20] H. Kahraman, (2016). Artırılmış Gerçeklik, <https://www.endustri40.com/artirilmis-gerceklik-augmented-reality/>, 12 Mart 2019
- [21] Engadget, (2015). "Magic Leap", <http://www.engadget.com/2015/06/02/magic-leap-augmented-reality-platform>, 26 Mart 2019
- [22] G. Evans et al. "Evaluating The Microsoft HoloLens Through An Augmented Reality Assembly Application." Degraded Environments: Sensing, Processing, and Display 2017. Vol. 10197. International Society for Optics and Photonics, 2017.
- [23] W. Shanklin, (2016). Microsoft Hololens. [Görsel], <https://newatlas.com/hololens-review/45000/> 03 Nisan 2019
- [24] Lardinois, F. (2019). Microsoft Hololens 2. [Görsel], <https://techcrunch.com/2019/02/27/hands-on-with-microsofts-new-hololens-2/> 03 Nisan 2019
- [25] G. Evans et al. "Evaluating the Microsoft HoloLens Through An Augmented Reality Assembly Application." Degraded Environments: Sensing, Processing, and Display 2017. Vol. 10197. International Society for Optics and Photonics, 2017.
- [26] I. Fernandez, (2017). Google Glass. [Görsel], <https://www.nobbot.com/futuro/historia-google-glass-fracasaron-triunfar/>, 12 Nisan 2019

- [27] L. Gruber, (2015). Giyilebilir Arttırılmış Gerçeklik Gözlükleri. [Görsel], <https://arxiv.org/pdf/1505.01319.pdf> [Accessed 10 Jul. 2019].
- [28] D. Wagner, (2009). History Of Mobile Augmented Reality. <https://www.icg.tugraz.at/~daniel/HistoryOfMobileAR/>
- [29] J. Newman, D. Ingram & A. Hopper, (2001). "Augmented Reality In A Wide Area Sentient Environment". Augmented Reality, ss. 77-86.
- [30] M. Mohring, C. Lessig & O. Bimber, (2004). "Video See-Through Ar On Consumer Cell-Phones", Proceedings Of The 3rd IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ss. 252-253.
- [31] M. Özkan, (2011). "Tablet Cihazların Tarihine Yolculuk", <https://webrazzi.com/2011/12/29/tablet-cihazlari-tarihine-yolculuk/>, 13 Nisan 2019
- [32] R. Azuma, Y. Baillet, S. Julier ve diğerleri, (2001). "Recent Advances in Augmented Reality", IEEE Computer Graphics and Applications, Cilt. 21(6), ss. 34-47.
- [33] M. Ercan, (2010). "A 3D Topological Tracking System for Augmented Reality", Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 61s, Ankara.
- [34] R. Azuma, Y. Baillet, S. Julier ve diğerleri, (2001). "Recent Advances in Augmented Reality", IEEE Computer Graphics and Applications, Cilt. 21(6), ss. 34-47.
- [35] I. Rabbi, S. Ullah, (2013). "A Survey on Augmented Reality Challenges and Tracking", Acta Graphica, Cilt. 24(1-2), ss. 29-46.
- [36] C. Güngör, M. Kurt, (2014). "Mobil Cihazlarda Görsel Arttırılmış Gerçeklik Algısının 3 Boyutlu Kırmızı-Camgöbeği Gözlükler ile Arttırılması", 22nd IEEE Signal Processing and Communications Applications Conference (SUI 2014), ss. 1706-1709.
- [37] C. Güngör, M. F. Akbaş, (2017). "Arttırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli", Dokuz Eylül Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, ss. 599-619.
- [38] C. Owen, F. Xiao, P. Middledin, (2002), "What is the Best Fiducial?", The First IEEE International Workshop on Augmented Reality Toolkit, s. 98- 105.
- [39] D. Wagner, G. Reitmayr, A. Mulloni, T. Drummond, D. Schmalstieg, (2008), "Pose Tracking from Natural Features on Mobile Phones", 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ss. 125-134.
- [40] D. Kaleci, T. Demirel, İ. Akkuş, (2016). "Örnek Bir Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması Tasarımı", Acedemia, ss. 145-154.
- [41] Wikitude. [Görsel], <https://www.wikitude.com/products/studio/> 12 Nisan 2019
- [42] Apple (2019), <https://www.apple.com/tr/newsroom/2018/06/apple-unveils-arkit-2/> 12 Nisan 2019

- [43] Think Mobiles (2019). ARKit 2 SDK Görüntüsü. [Görsel] <https://thinkmobiles.com/blog/best-ar-sdk-review/> 15 Nisan 2019
- [44] Google, <https://developers.google.com/ar/develop/> 17 Nisan 2019
- [45] S. Gelgör, (2019). ARCore SDK. [Görsel] <https://shiftdelete.net/google-arcore-1-7-guncellemesi-yayinlandi>, 15 Nisan 2019
- [46] Qualcomm, <https://www.qualcomm.com/products>, 17 Nisan 2019
- [47] Quick Code (2018). Vuforia SDK. [Görsel] <https://medium.com/quick-code/top-tutorials-to-learn-vuforia-to-develop-ar-applications-274eedc2b18f> 22 Nisan 2019
- [48] T. İçten and G. Bal. "Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi.", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 5(2), 111-136, 2017.
- [49] Oblinger, Diana, James L. Oblinger, and Joan K. Lippincott. Educating the net generation. Boulder, Colo.: EDUCAUSE, c2005. 1 v.(various pagings): illustrations., 2005.
- [50] VROtto (2017). Eğitimde Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması. [Görsel], <http://vrotto.net/egitimde-artirilmis-gerceklik-kullanimi/> 23 Nisan 2019
- [51] Shaljani, Behlül. Reklamalarda arttırılmış gerçeklik uygulamalarının tüketici davranışlarında oynadığı rol. MS thesis. İstanbul Ticaret Üniversitesi, 2018.
- [52] F. C. Ünal, (2013). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımıyla mimarlık rehberi; eindhoven kenti üzerinden değerlendirilmesi. Diss. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [53] YESİLSCİENCE (2018). Exhopixel AG Teknolojisi, Arnatomy AG Uygulaması. [Görsel] <http://www.yesilscience.com/tr/ar-2/artirilmis-gerceklik-ve-saglik/> 26 Nisan 2019
- [54] Teknolo, (2015), <http://www.teknolo.com/oyuncularin-sevecegi-11-artirilmis-gerceklik-oyunu/> 22 Nisan 2019
- [55] C. Coşkun, (2017). "Bir Sergileme Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik", STD, Aralık, ss. 61-75.
- [56] R. E. Özgüneş, D. Bozok, (2017). "Turizm Sektörünün Sanal Rakibi(Mi?): Arttırılmış Gerçeklik", Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi, 2(2), ss. 146-160.
- [57] Okuryazarım (2019). İskenderiye Müzesi. [Görsel], <https://okuryazarim.com/muzeciligin-tarihsel-gelisimi/>, 9 Mart 2019
- [58] C. Çalışkan, "Sergileme Tasarımının Gelişimi ve Müze ile Sanat Galerilerinin Karşılaştırılması", Yıldız Journal of Art and Design, Sayı 3/1, 2016.
- [59] S. S. Özmen, "Müze Eğitimin Gelişimi", Humanitas, Sayı 6/11, 2018.
- [60] British Museum (2016). British Museum. [Görsel], <https://www.museum-mile.org.uk/british-museum> 6 Şubat 2019
- [61] Louvre Museum. (n.d.). [Görsel], <https://au.france.fr/en/paris/article/louvre-museum-3>, 8 Şubat 2019

- [62] Sakıp Sabancı Müzesi. (2014). [Görsel], <https://www.log.com.tr/sakip-sabanci-muzesine-ozel-dijital-muze-uygulamasi/> 8 Şubat 2019
- [63] Hatay Müzesi Hologram Uygulaması. (n.d.). [Görsel], <http://www.matbilisim.com/wp-content/uploads/2015/01/hatay-muze.jpg>, 15 Şubat 2019
- [64] İ. S., B. Küçüksaraç, "Deneyimsel Pazarlama Aracı Olarak Arttırılmış Gerçeklik: Türkiye'deki Marka Deneyimlerinin Etkileri Üzerine Bir Araştırma", İstanbul
- [65] T. T., S. Kurt, "Mimari Koruma Alanında Arttırılmış Gerçekliğin Kullanımı ve Değerlendirilmesi Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Örneği", 2013.
- [66] A. C., G. L., M. Billinghurst, "A Survey if Augmented Reality", Foundations and Trends in Human Computer Interaction, Sayı 8/2-3, 2014
- [67] Admin, (2019), <https://holonext.com/ar-kullanim-alanlari/>, 24 Nisan 2019
- [68] Ogens, M. (2016). LA Louvre Augmented Reality Museum. [Görsel], <https://vimeo.com/182610020>, 27 Nisan 2019
- [69] Thomas, G. (2010). Natural History Museum of London Arttırılmış Gerçeklik Filmi. [Görsel], <https://www.bbc.co.uk/rd/blog/2010-12-augmented-reality-film-launch> 27 Nisan 2019
- [70] S. Sonian, <https://naturalhistory.si.edu/exhibits/bone-hall>, 2 Mayıs 2019
- [71] E. Artan, (2014). Baarian National Museum Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması. [Görsel], <http://www.museumbuzzy.com/augmented-reality-bringing-interactivity-into-museums/> 2 Mayıs 2019
- [72] Arox (2017). Sakıp Sabancı Arttırılmış Gerçeklik Uygulaması. [Görsel] <http://arox.net/sakip-sabanci-muzesi.html> 2 Mayıs 2019
- [73] Kohles, C. (2017). <https://www.wikitude.com/blog-augmented-reality-museums/>, 2 Mayıs 2019
- [74] B. Boyraz, "Müze Teknolojileri ve Sergileme Farklılıkları", Akademik Bakış Dergisi, Sayı 39, 2013.
- [75] N. Diamond, (n.d.). New York Metropolitan Müzesi VR Teknolojisi. [Görsel], <https://www.metmuseum.org/art/online-features/met-360-project>, 22 Şubat 2019
- [76] S. Denis, (2017). Sanal Gerçeklik Teknolojisi Müze Gezisi. [Görsel], <http://semionovdenis.com/en/2017/03/18/artheon-vr-your-personal-vr-museum/> 22 Şubat 2019
- [77] F. Erbay, Türkiye'de Müzecilik Eğitiminin Üniversitelerde Kurumlaşması. Milli Eğitim Dergisi, 46(214), 105-122.
- [78] M. Gökmen, (2015). Bamyay Buda Heykelleri Hologram Gösterimi. [Görsel], <https://www.dijitalx.com/2015/06/16/talibanin-yiktiği-buda-heykelleri-hologramla-canlandi/> 26 Şubat 2019
- [79] SOS (n.d.). Hologram Gösterimi. [Görsel], https://sos.noaa.gov/What_is_SOS/, 26 Şubat 2019

- [80] P. Milgram & F. Kishino, (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77(12), 1321-1329.
- [81] O. Diker, "Karma Gerçeklikli Görsel Müze Olarak Troya Müzesinin Karma Görsellik Yöntemi İle İncelenmesi", Journal of Gastronomy and Travel Research, Sayı 3/1, 2019.
- [82] O. Diker, Restore Et Oyunu, Troya Katmanları, (Görsel), <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/660851>, 26 Şubat 2019
- [83] T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, "Bilişim Teknolojilerinin Meydana Getirdiği Değişimler" 28 Kasım 2012, (Çevrimiçi) http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar, 4 Mart 2014
- [84] C. Coşkun, (2017). "Bir Sergileme Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik", STD, Aralık, ss. 62-63.
- [85] Wikipedia, <https://tr.wikipedia.org/wiki/M%C3%BCzler>, 12 Mayıs 2019
- [86] Liviuco (2018), <https://neartracker.com/2018/02/23/unfold-your-phone-the-tangible-ar-way/> 18 Mayıs 2019
- [87] D. Aydoğdu, (2013). Usage of augmented reality technologies a case study: augmented reality in museums. Diss. Master Thesis. Yaşar University, İzmir.
- [88] A. Karatay, (2015). "Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Müze İçi Eser Bilgilendirme ve Tanıtımlarının Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Yordamıyla Yapılması." Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

İletişim Bilgisi: gokhanbunsuz@hotmail.com

Konferans Bildirileri

1. G. Bunsuz, (2019). “Müzelerde Bir Sergilem Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik Kullanımı” 1. Mimarlık ve Şehircilik Sempozyumu, ss. 285. Ytü Fbe

