



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



GAZİANTEP KÜLTÜREL MİRASININ
ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞE YANSITILMASI

Osman GÖZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Aralık-2022
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Osman GÖZEL tarafından hazırlanan “**Gaziantep Kültürel Mirasını Artırılmış Gerçekliğe Yansıtılması**” adlı tez çalışması 23/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Tayyip ÖZCAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Halime ERGÜN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun .../.../2022 gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. İbrahim KALAYCI
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Osman GÖZEL

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAZİANTEP KÜLTÜREL MİRASININ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞE YANSITILMASI

Osman GÖZEL

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Yusuf UZUN

2022, 57 Sayfa

Jüri

Artırılmış Gerçeklik, yaşamımız etrafında yer alan fiziksel olgu veya durumların bilgisayar üzerinde üretilmiş olan ses, yazı, 3 boyutlu görüntüler veya grafik verileriyle bir araya gelmesi şeklinde tanımlanabilir. 60lı yıllarda ortaya çıkan ve o zamanlarda sadece bilimsel çalışmalarda söz konusu olan bu kavram günümüzde mobil cihazların yaygın bir şekilde kullanımı ile turizm, lojistik, alışveriş, eğitim, pazarlama vs. gibi birçok alanda çalışmalara konu olmuştur.

Yaşamımızda kültürel miraslarımızın korunması ve gelecek nesillere objektif olarak yansıtılması tüm ulusların önceliği haline gelmiştir. Kültürel miraslarımızın artırılmış gerçekliğe yansıtılması ile bu amacı doğrudan ele alıp tarihi alanlara olan ilginin artması başarılı bir şekilde sağlanmaktadır. Geçmişten önemli izler taşıyan kadim kültürel miraslarımız zamanın da etkisi ile belirli yıpranmalara ve yıkımsal değişimlere uğramaktadır. Günümüze uyarlanması için bu kadim miraslarımızın restore edilmesi ise bir hayli zor ve masraflı hale gelmektedir. Artırılmış Gerçeklik ile bu kültürel miraslarımız üzerinde herhangi bir fiziksel inşaya gerek kalmaksızın bilgisayar üzerinde hazırlanan sanal görüntü ve verilerin aktarılması sağlanarak artırılmış gerçeklik teknolojisinin tarihe uyarlanması mümkündür.

Bu tez çalışmasında Gaziantep Zeugma Müzesinde yer alan eserlerin 3 Boyutlu modellemesi gerçekleştirilerek Unity 3D Oyun Motorunda tanımlanan tek katmanlı işaretçiye bindirilir. Bu modeller ile birlikte eşlenik olarak ilgili eser hakkında bilgilendirme metni, ses ve video verileri de işaretçiye entegre edilir. Geliştirme tamamlandıktan sonra uygulama, APK formatında build edilerek Android tabanı üzerinde kullanıcıya sunulur. Böylece Gaziantep Zeugma Müzesinde yer alan eserler gerçekçi bir şekilde sanal ortamda başarılı bir şekilde gösterilir.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Kültürel Miras, Sanal Gerçeklik, Unity AR Uygulaması, 3D Modelleme.

ABSTRACT

MS THESIS

**REFLECTING GAZİANTEP'S CULTURAL HERITAGE TO AUGMENTED
REALITY**

Osman GÖZEL

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN COMPUTER ENGINEERING**

Advisor: Asst. Prof. Dr. Yusuf UZUN

2022, 57 Pages

Jury

Augmented Reality can be defined as the combination of physical phenomena or situations around our lives with sound, text, 3D images or graphic data produced on a computer. This

concept, which emerged in the 60s and was only in question in scientific studies at that time, is now widely used in tourism, logistics, shopping, education, marketing, etc. with the widespread use of mobile devices. Has been the subject of studies in many fields such as.

It has become the priority of all nations to protect our cultural heritage in our lives and to reflect it objectively to future generations. By reflecting our cultural heritage to augmented reality, this aim is directly addressed and the interest in historical areas is increased successfully. Our ancient cultural heritage, which bears important traces from the past, has undergone certain attrition and destructive changes with the effect of time. Restoring these ancient heritages in order to adapt them to the present becomes very difficult and costly. With Augmented Reality, it is possible to adapt augmented reality technology to history by transferring virtual images and data prepared on the computer without the need for any physical construction on these cultural heritages.

In this thesis, 3D modeling of the works in Gaziantep Zeugma Museum is performed and they are superimposed on the single layer marker defined in Unity 3D Game Engine. Along with these models, the informative text, audio and video data about the relevant work are also integrated into the marker. After the development is completed, the application is built in APK format and presented to the user on the Android base. Thus, the works in the Gaziantep Zeugma Museum are successfully displayed in a realistic virtual environment.

Keywords: Augmented Reality, Heritage, Unity AR App, Virtual Reality, 3D Modeling.

ÖNSÖZ

Tez çalışma ve proje uygulama sürecimde gerek bilgi ve tecrübesi gerekse sabrı ile her daim desteklerini üzerimden esirgemeyen danışman hocam Dr. Yusuf UZUN (Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Dr. Nihan KAZAK ÇERÇEVİK (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı) sonsuz sevgi e teşekkürlerimi sunuyorum.

Akademik hayata atılmamı sağlayan, bu süreçte her zaman yolumuza ışık tutan ve özellikle yapay zekâ algoritmaları ve artırılmış gerçeklik konuları üzerinde yapmış olduğu çalışmalar ile bizlere örnek olan Prof. Dr. Deriş KARABOĞA (Erciyes Araştırma Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı) sonsuz sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Lisansüstü eğitim sürecimde her daim desteklerini esirgemeyen ve sonsuz sabırları ile beni her daim çalışmaya teşvik eden ayrıca hayatım boyunca karşılaştığım tüm zor durumlara karşı gerek maddi gerek manevi olarak her zaman arkamda duran babama, anneme ve kız kardeşlerime en içten saygı ve sevgilerimi sunuyorum.

Osman GÖZEL
KONYA-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. TEORİK GÖZLEMLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Artırılmış Gerçeklik ve Uygulama Çalışmaları.....	2
2.2. Gerçeklik – Sanallık Süreci.....	7
2.3. Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) ve Uygulama Çalışmaları.....	9
2.4. Artırılmış Gerçeklik Uygulama Yöntemleri	11
2.4.1. İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik	11
2.4.2. İşaretsiz Tabanlı Artırılmış Gerçeklik.....	15
2.5. Artırılmış Gerçekliğin Kültürel Miras Alanlarına Etkisi	17
2.5.1 Türkiye’de Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanan Müzeler.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Geliştirilen Uygulamada Takip Edilen Süreçler	22
3.1.1. Unity Oyun Motoruna Vuforia Entegrasyonunun Sağlanması.....	23
3.1.2. Modellerin Oluşturulması.....	26
3.1.3. İşaretçi (Marker) Tasarımı ve Entegrasyonu	28
3.1.4. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Geliştirme Araçları	30
3.1.5. Yazılım Geliştirme Araçları ile İşaretçi Tabanlı Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması	31
3.1.6. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Mobil Platforma Taşınması	37
3.1.7. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Takip Edilen İş Akışı.....	38
3.1.8. Geliştirilen Uygulamanın Başarı Ölçütleri.....	39
4. SONUÇLAR	41
4.1. Sonuçlar	41
4.2. Öneriler	41
5. KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

I_f : İşaretçi Sayısı

Kısaltmalar

AR	: Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality)
VR	: Sanal Gerçeklik (Virtual Reality)
MR	: Karma Gerçeklik (Mixed Reality)
KUDAKA	: Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı
SFM	: Hareket Tabanlı Yapısal Algılama (Structure from Motion)
IOS	: iPhone İşletim Sistemi (iPhone Operating System)
ARTK	: ARToolKit
APK	: Android Package Kit
ANE	: Atina Norveç Enstitüsü
MacOS	: Macintosh İşletim Sistemi
SDK	: Yazılım Geliştirme Kiti (Software Development Kit)
UI	: Kullanıcı Arayüzü (User Interface)
QR	: Karekod (Quick Response)
NDK	: Yerel Geliştirme Kiti (Native Development Kit)
JDK	: Java Geliştirme Kiti (Java Development Kit)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Görsel üzerine model bindirme sağlanarak Artırılmış Gerçeklik elde edilmesi3	3
Şekil 2.2. Eğitimde 2B Artırılmış Gerçeklik uygulaması örneği.....4	4
Şekil 2.3. Mersin St. Paul Anıt Müzesi 3B Artırılmış Gerçeklik uygulaması.....4	4
Şekil 2.4. Volkswagen Beetle AR+ açık hava entegrasyon uygulama teknolojisi5	5
Şekil 2.5. Dior 4D Augmented Reality Eyes6	6
Şekil 2.6. Pokemon GO6	6
Şekil 2.7. Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik arasındaki fark7	7
Şekil 2.8. Milgram’ın gerçeklik sanallık süreci8	8
Şekil 2.9. Metaverse (Sanal Evren) teknolojisi.....8	8
Şekil 2.10. Sağlık sektöründe Microsoft Hololens-2 kullanımı.....9	9
Şekil 2.11. Vincent Van Gogh – The Night Cafe10	10
Şekil 2.12. Virtual Reality in Surgical Theater.....11	11
Şekil 2.13. İşaretçi ve Koordinat Ekseni12	12
Şekil 2.14. İşaretçi Tabanlı AG Sistemlerinin Çalışma Yapısı.....13	13
Şekil 2.15. Renkli Dairesel İşaretçiler.....13	13
Şekil 2.16. Hiro ve Kanji Kare İşaretçisi.....14	14
Şekil 2.17. Yanlış Pozitif ve Yanlış Negatif durum faktörü.....15	15
Şekil 2.18. İşaretsiz Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması.....15	15
Şekil 2.19. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması16	16
Şekil 2.20. Smithsonian Ulusal Doğa Tarihi Müzesi17	17
Şekil 2.21. Parthenon Tapınağı AG Uygulaması.....18	18
Şekil 2.22. Topkapı Müzesi Artırılmış Gerçeklik Uygulaması19	19
Şekil 2.23. “Atatürk ile bir gün” isimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması.....19	19
Şekil 2.24. “Mardin AR” isimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması.....20	20
Şekil 2.25. Bursa Saat Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması20	20
Şekil 2.26. Ankara Anadolu Medeniyetler Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik ...21	21
Şekil 2.27. Sakıp Sabancı Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması21	21
Şekil 3.1. Gaziantep Zeugma Müzesi ziyareti sırasında çekilmiş görsel23	23
Şekil 3.2. Vuforia yazılım kitinin (SDK) Unity Oyun Motoruna entegrasyonu.....23	23
Şekil 3.3. Vuforia yazılım kiti üzerinde lisans anahtarının oluşturulması24	24
Şekil 3.4. Vuforia veri tabanı ve marker (işaretçi) oluşturulması.....24	24
Şekil 3.5. Vuforia üzerinde oluşan veri setinin indirilmesi25	25
Şekil 3.6. Vuforia üzerinde oluşan veri setinin, Unity Oyun Motorunda “Assets” menüsüne dahil edilmesi25	25
Şekil 3.7. Builder üzerinde tasarlan Çingene Mozaïği modelinin taban dokusu26	26
Şekil 3.8. Çingene Mozaïği modeli için tasarlanan (a) kenar formu, (b) eser görseli ve (c) taban dokusuna eser görselinin bindirilmesi27	27

Şekil 3.9. Çingene Mozaïği modeli .obj uzantı dönüşüm hali	27
Şekil 3.10. ARToolKit kütüphanesi üzerinde işaretçilerin çalışma prensibi.....	28
Şekil 3.11. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçi	28
Şekil 3.12. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin hedef noktalarının tanımlanmış hali	29
Şekil 3.13. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin Vuforia yazılım kiti üzerine indirilmesi	29
Şekil 3.14. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin Vuforia yazılım kiti üzerine entegre edilmesi.....	30
Şekil 3.15. Fırat Nehri'nin Kralı Akheloos Mozaïği 3D Modellemesi	31
Şekil 3.16. Danaea Mozaïği 3D Modellemesi	31
Şekil 3.17. Galatea Mozaïği 3D Modellemesi	32
Şekil 3.18. Metiokhos Eseri 3D Modellemesi	32
Şekil 3.19. ARToolKit SDK üzerinde tanımlanan (a) Hiro ve (b) Kanji işaretçi kalıbı	32
Şekil 3.20. Metiokhos Mozaïğinin AR çalışması ve UI Canvas eklentisi.....	33
Şekil 3.21. Galatea Mozaïğinin ve diğer tarihi eser modellerinin AR çalışması ve UI Canvas eklentisi	34
Şekil 3.22. Image Target segmesi üzerinde yer alan Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası.	35
Şekil 3.23. Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası üzerinde ses değişkeninin tanımlanması	35
Şekil 3.24. Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası üzerinde ses başlangıç ve bitiş değişkeninin tanımlanması.	36
Şekil 3.25. RawImage ve Render Texture segmelerinde yer alan "Video Clip" alanlarına, eklenecek olan videonun tanımlanması.....	36
Şekil 3.26. Artırılmış Gerçeklik uygulamasına ses ve video verilerinin eklenmiş hali	37
Şekil 3.27. Artırılmış Gerçeklik uygulamasının SDK, NDK ve JDK ayarları	37
Şekil 3.28. "Project Settings" segmesinden projenin, Android platforma dahil edilmesi....	38
Şekil 3.29. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasının iş – akış diyagramı	39
Şekil 3.30. Artırılmış Gerçeklik uygulaması dört temel başarı kriteri	40

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Türkiye’de Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanan Kültürel Miras Alanları	18
Çizelge 3.1. Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Yazılım Geliştirme Kitlerinin Karşılaştırılması	30



1. GİRİŞ

Anadolu'da rastlanan uygarlık izlerinin MÖ 50.000 – 10.000 çağlarından süregeldiği bilinmektedir. Böylesine uzun bir geçmişe dayanan bu topraklarda barınan günümüz çağ insanlarının ataları, gelecek nesillere de birçok tarihi eserler ve izler bırakmıştır. Günümüzde bu tarihi eser ve izlere Anadolu'nun her köşesinde rast gelmek mümkün olsa da zaman içerisinde oluşan doğal afetler, savaş ve insan faktörünün etkisi ile yıpranmalara sebebiyet vermiştir.

Tarihi geçmişi oldukça eskiye dayanan ve birçok arkeolojik zenginliği içerisinde barındıran Anadolu toprakları ve bu topraklar üzerinde barınan ülkemizin turizm sektörü de önemli bir istihdam noktalarından biridir. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre 2021 yılında ülkemize gelen 15.826.266 turist 'den yaklaşık olarak 12 milyon dolarlık bir bütçe geliri elde edilmiştir.

Türkiye kültürel miras değerleri ile önemli bir stratejik noktaya sahiptir. Bu kültürel miras alanlarımızın korunması, yıpranmasının önlenmesi ve gelecek nesillere objektif bir şekilde yansıtılabilmesi de bu açıdan oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Bu noktada kültürel miras alanlarında belirli etkiler sonucunda gelişen yıpranmalara karşı bu alanlarımızı korumak adına fiziksel inşaa müdahaleleri sağlanarak giderilmeye çalışılmaktadır. Ancak kültürel miras alanlarımızda gerçekleşen bu geriçatım işlemleri sırasında gerek harcanan uzun zaman süreci gerekse inşaa sırasında harcanan maddi gider ve kültürel miras kalıntılarının asıllarına uygun restore edilememesi kesinlikle göz önünde bulundurulmalıdır.

Elde edilen bu bilgiler ve gözlemler sonucunda gelecek nesillere kültürel miras alanlarını asıllarına uygun bir biçimde maddi ve zaman kaybını önleyerek taşımak, çözüme kavuşturulması gereken önemli bir problem haline gelmiştir. Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi ile üzerinde durulacak olan kültürel miras alanının 3B modeli oluşturularak bu alan üzerine herhangi bir geri çatım gerektirmeksizin bindirme sağlanması mümkündür.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile kültürel miras alanlarında elde edilen görüntü verilerinin bilgisayar ortamında oluşturulan 3B modellerle zenginleştirilmesi, insanların ilgisini çeken bir ortam oluşmasına olanak sağlamaktadır. Böylece kültürel miras alanına gelen turistler arkeolojik bilgileri sanal ortam üzerinden elde ederek alan üzerinde yer alan yapı görselinin ilk halini çok rahat bir şekilde gözlemleyebileceklerdir.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisinde birçok kolaylığın yanı sıra dikkat etmemiz gereken bazı noktaları da göz ardı etmememiz gerekir. Bunlardan bazıları; geliştirilen uygulamanın bulunduğu cihazın sağlıklı bir şekilde ortamın görüntüsünü alması gerekir. Bununla birlikte cihazın hareketi esnasında uygulamanın konumu algılayabilmesi ve bunu eş zamanlı olarak cihaza aktarabilmesi dikkat edilmesi gereken noktalardan bir diğeridir.

Bu tez çalışmasında, Gaziantep'te yer alan Zeugma Mozaik Müzesi kalıntılarının üzerine arkeologlar tarafından alınan bilgiler ışığında tasarımı sağlanan 3B modellerinin bindirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen uygulamamızın gösterimi için ise tablet ve mobil cihazlar kullanılmıştır.

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile Gaziantep Zeugma Müzesi'nde yer alan eserlerin tanıtılması sürecinde ilk olarak 3 Boyutlu modelleme tekniği kullanılarak eser görsellerinin sanal görüntüleri elde edilmiştir. Ardından ARToolKit kütüphanesi üzerinde tek katmanlı işaretçiler geliştirilerek daha önce modellenen eser görsellerine tanımlanmıştır. Bu eserler hakkında kullanıcıların, sanal platform üzerinde bilgilendirilebilmesi için video, ses ve bilgi metinlerinin işaretçilere ayrıca tanımla süreci gerçekleştirilir. Son olarak geliştirilen uygulama, Android platforma build edilerek kullanıcıya sunulur.

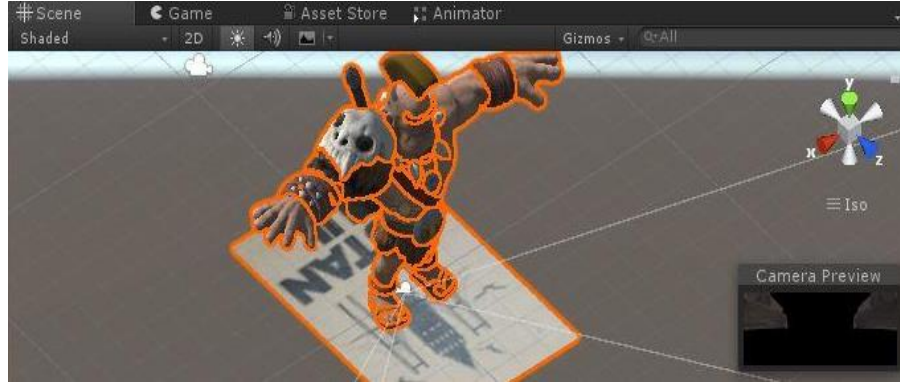
2. TEORİK GÖZLEMLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Teorik gözlemler ve kaynak araştırması başlığımızın temelinde tez konumuz ile alakalı gerçekleşen çalışmalar incelenmiş ve bu başlığımızı Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin ne olduğu, Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik arasındaki ilişki, tez çalışmamız için kullanılabilir görüntüleme yöntemleri, Artırılmış Gerçeklik ile ilgili yapılan uygulamalar ve uygulama kullanıcılarımızın takibi için ne tür yöntemler izleneceği ile ilgili araştırmalar takip etmiştir.

2.1. Artırılmış Gerçeklik ve Uygulama Çalışmaları

Artırılmış Gerçeklik; bilgisayar üretimi olan ses, görüntü, metin, 3B görsel verilerinin gerçek dünya üzerinde yer alan fiziksel olgu veya yapılara dijital olarak bindirilmesi durumudur. Böylelikle kullanıcılar gerçek dünyada gözlemledikleri çevre görüntülerini ve karmaşık yapıları daha kolay ve anlaşılır bir biçimde inceleyebileceklerdir. AG uygulamalarının bireysel öğrenmeyi desteklemesi, daha derin

bir bakış açısı sunması; yeni öğrenme yaklaşımları bakımından konuyu popüler hale getirmektedir (Vargün & Nuhoglu, 2019).



Şekil 2.1. Görsel üzerine model bindirme sağlanarak Artırılmış Gerçeklik elde edilmesi.

Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı (KUDAKA) tarafından yapılan araştırmalara göre (Çakal & Eymirli, 2012) Artırılmış Gerçeklik uygulamaları 4 farklı birimden oluşan çevre bileşenlerine sahiptir. Bunlar;

- Kamera
- Teknoloji alt yapısı (bilgisayar, telefon, tablet vs.)
- İşaretleyiciler
- Gerçek Dünya

Augmented Reality (AG) bu dört bileşenin 3 boyutlu olarak gerçek dünya görüntüsünün sanal olarak modellenmesi ile oluşmaktadır. Bu tanım ile birlikte AG uygulamalarının mobil telefonlar, bilgisayarlar, tabletler gibi birçok teknolojik alt yapıya uyumlu olduğunu ve kullanılabilirliğinin sınırlı olmadığını göstermektedir.

AG uygulamalarının gerçek dünya görüntüsünü sanal olarak farklı biçimlerde modellemesi, uygulamalar üzerinde kullanım çeşitliliğini de arttırmaktadır. Burada gerçek dünya görüntüsü üzerine modellenecek sanal veriler; metin, AG teknolojisinde kullanılan işaretçiler veya uygulama veri görüntüsü ise 2B sanal modelleme gerçekleştirilir ve bu model üzerinde detaylandırma gerekmez. Pérez-López ve Contero (2013) (Pérez-López, 2013) tarafından öğrencilerin Artırılmış Gerçeklik ortamı üzerinde dolaşım ve sindirim sistemlerini öğrenebilmesi adına bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama ara yüzü üzerinde belirtilen butonlar kullanıcı tarafından tıkladığında buton üzerinde yer alan organların 2B modeli, belirlenen görüntü işaretçisi alanında gösterilmektedir. Bu uygulama ile kullanıcı 2B model görüntüsü üzerinde yer

alan organ görsellerini yakınlaştırabilmekte ve görüntü üzerinde verilen bilgilendirme metinlerinden faydalanarak daha sağlıklı bir öğrenme metodu üzerinde işleyiş gerçekleştirebilmektedir.



Şekil 2.2. Eğitimde 2B Artırılmış Gerçeklik uygulaması örneği.

2 boyutlu Artırılmış Gerçeklik uygulamalarına kıyasla, günümüz dünyası ve sanal ortam ile daha gerçekçi bir birleşime sahip olan ve bununla birlikte eş zamanlı olarak 3 boyutlu sanal verilerin gerçek dünya görüntüsü üzerine yansıtılmasını sağlayan 3B AG uygulamalarının günümüzde kullanımı artış göstermektedir. Kullanıcılar bu uygulamalar üzerinde 3B oluşturulan sanal veri grupları ile iletişim halinde olabildiği gibi fiziksel dünya görüntüsü üzerine bindirilen nesnelere de iletişim kurabilmektedir. Bu uygulama örneklerinden biri olarak Mersin St. Paul Anıt Müzesi'nde sergilenen Attika-ion tipi sütun kaide görüntülerinde sağlanan 3 boyutlu Artırılmış Gerçeklik çalışması (Yiğit & Uysal, 2021) gösterilebilir. Bu çalışmada fotogrametri yöntemi (Fiziksel çevre üzerinde belirlenen bir alanın görüntüleri alınarak bunun elektromanyetik olarak modellenmesi durumu.) kullanılarak 3B AG mobil aplikasyonu geliştirilmiştir. Üzerinde çalışılan bu tarihi eserin daha önce Structure from motion / Hareket tabanlı yapısal algılama (SFM) yöntemiyle oluşturulmuş 3 Boyutlu modeli, mobil aplikasyona aktarılarak alanın sanal olarak görselleştirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 2.3. Mersin St. Paul Anıt Müzesi 3B Artırılmış Gerçeklik uygulaması.

Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) teknolojisinin günümüzde kullanım alanları çok geniş ve kapsamlıdır. Eğitim, tıp, eğlence, otomobil, kültür-sanat gibi alanlarda oldukça sık rast gelinen bu AG uygulamalarının, kullanıcı kitlesi oran artışı ise devamlılık göstermektedir.

Volkswagen otomobil firması tarafından geliştirilen Beetle AR+ açık hava entegrasyon teknolojisi (MediaClick Blog, 2022) ile reklam çalışmalarında yeni bir uygulama geliştirilmiştir. Yapmış olduğu açık hava reklam uygulaması ile kullanıcılar mobil cihaz kamerası kullanarak, billboardlarda yer alan reklam çalışmalarını açıp, mobil cihazı üzerinden tasarlanan animasyonları izleyebileceklerdir.

Meraklandırıcı reklam çalışması ile kullanıcı ilgisini üzerine çeken ve farklı bir biçimde lansman tanıtımını sağlayan Volkswagen firması, AG teknolojisini otomobil sektöründe kullanarak ileriki zamanlarda bu sektörde kullanılacak olan duvar giydirmesi veya durak hareketi reklamlarına öncü olmuştur.



Şekil 2.4. Volkswagen Beetle AR+ açık hava entegrasyon uygulama teknolojisi.

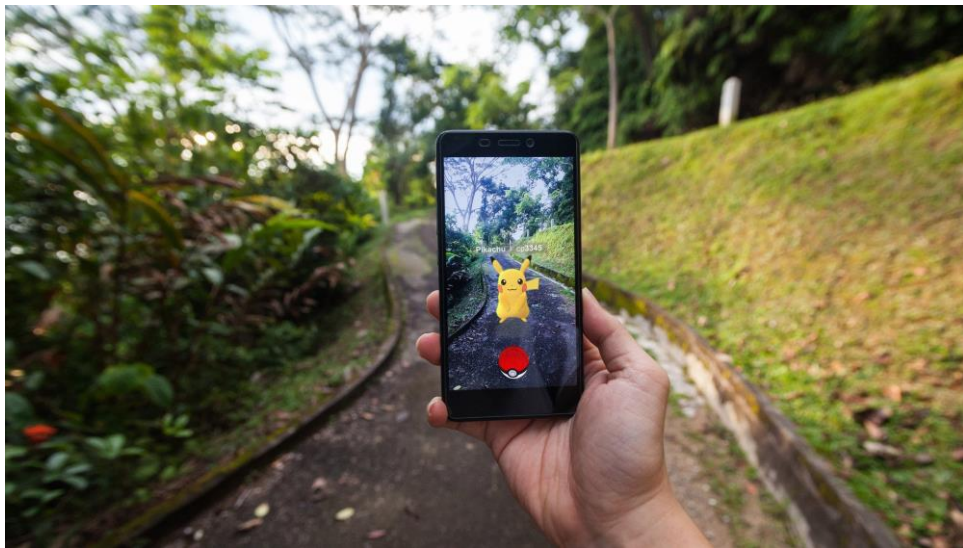
AG teknolojisi üzerinde sağlanan uygulama örneklerinden bir diğeri ise Dior firmasının geliştirmiş olduğu ve Madrid şehrinin Montalban Palas duvarlarında reklam gösterisi olarak yayımlanan Dior 4D Augmented Reality projesi (MediaClick Blog, 2022), Dior gibi önde gelen mağazaların kullanmış olduğu AG uygulamasıdır.



Şekil 2.5. Dior 4D Augmented Reality Eyes (brandlife, 2022).

Bu uygulama projesi ile moda sektöründe yer alan Dior gibi önde gelen firmaların gerçekleştirecek olduğu tanıtım çalışmaları AG teknolojisine yansıtılarak reklam gösterileri üzerinde farklı bir yol izlenmiştir.

AG teknolojisi oyun sektöründe de ilerlemeler kaydetmiştir. 2016 yılında geliştirilerek kullanıcılara sunulan ve oldukça dikkat çeken Pokemon GO uygulaması, akıllı telefonların kamerası kullanılarak fiziksel gerçek dünya üzerinde kullanıcıların pokemon topladığı ve savaştığı bir oyun platformudur (Ünal, 2017).



Şekil 2.6. Pokemon GO (webrazzi, 2022).

Nintendo tarafından geliştirilen bu oyunun piyasaya sürülmesinin ardından firmanın kazancı %50 seviyelerinde artış sağlamıştır (BBC, 2022). Pokemon GO uygulaması aynı zamanda 2016 yılında Android ve ios tabanlı cihazlarda en fazla kullanılan ve en iyi çıkışı yakalayan oyunlar sıralamasına girmiştir.

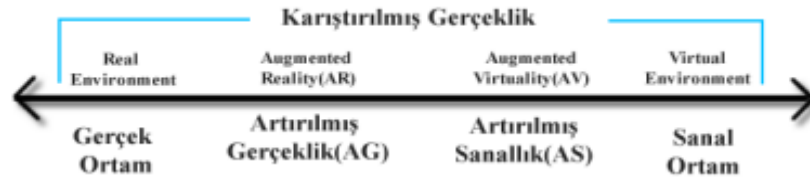
2.2. Gerçeklik – Sanallık Süreci

Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik kavramları her ne kadar birbiri ile karıştırılabilir olsa da çalışma süreci ve hitap ettiği alanlar bakımından birbirinden bağımsız teknolojilerdir. Sanal Gerçeklik üzerine yapılan çalışmalar bizlere tamamen gerçek dünya üzerinden soyutlanmış bir çalışma alanı sunar. Gerçek dünya üzerinde yer alan herhangi bir fiziki ortam ile ilişkili değildir, çalışma alanı tamamen soyut bir ortam üzerinde kurgulanmıştır. Artırılmış Gerçeklik üzerine yapılan çalışmalarda ise SG'nin tersine, çalışma alanı gerçek dünya ile etkileşim içerisindedir. Gerçek dünya üzerinde yer alan herhangi bir fiziki ortama sanal eklentilerin sağlandığı, SG'den bağımsız bir teknolojidir. AG ortamlarında tüm teknoloji gerçek dünya üzerinde kurgulanırken SG ortamlarında ise yaşamış olduğumuz gerçek dünya tamamıyla simüle edilerek, soyut bir alan üzerinde kurgulanma gerçekleştirilmektedir. Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik teknolojilerinden ardından son yıllarda üzerinde çalışılan ve bu iki çalışma alanının ortak birleşimi olan Karma Gerçeklik (Mixed Reality) teknolojisinde kullanıcılar sanal içeriği fiziksel nesnelere ayırt edemeyecekleri kadar gerçekçi ve kusursuz bir deneyim elde etmektedirler (Demir, 2022).



Şekil 2.7. Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik arasındaki fark.

Milgram ise Artırılmış Gerçeklik ve Sanal Gerçeklik düzlemini tanımlayarak bu düzlem üzerinden AG ve SG birleşimini Karma Gerçeklik (Mixed Reality) olarak tanımlamıştır.



şekil 2.8. Milgram'ın gerçeklik sanallık süreci (İçten & Bal, 2017).

2.2.1. Karma Gerçeklik (Mixed Reality) Uygulamaları

Milgram'ın gerçeklik sanallık sürecinde AR ve VR birleşiminin Karma Gerçeklik (Mixed Reality) olarak belirtilmesinin ardından günümüzde bu konu üzerinde birçok çalışma sağlanmıştır. Yapılan çalışmalardan biri olan Metaverse, karşımıza sadece Artırılmış Gerçeklik veya Sanal Gerçeklik teknolojisi ile çıkmayıp bu iki teknolojiyi de içerisinde barındıran, 3 Boyutlu soyutlaşmış evreni destekleyen, internetin varsayımsal bir yinelemesi olarak karşımıza çıkan bir projedir. Metaverse kelimesi meta (ötesinde), universe (evren) kelimelerinden türetilmekte olduğu (Kuş, 2021) ve Türkçe karşılığının sanal evren olarak telaffuz edildiği; Metaverse'ün gerçek fiziksel dünya üzerinde yapılan tüm yaşam işlemlerinin sanal bir evren içerisinde sağlandığı ve her kullanıcının kendisini temsil eden bir avatarı vasıtası ile bu süreci gerçekleştirdiği sanal bir konsepttir.



şekil 2.9. Metaverse (Sanal Evren) teknolojisi.

Karma Gerçeklik (Mixed Reality) teknolojisi kullanılarak son yıllarda üzerinde çalışılan alanlardan biri olan sağlık sektöründe de MR örneklerine denk gelmek mümkündür. Bu örnek çalışmalardan biri; Microsoft Hololens-2 teknolojisidir. Bu çalışma ile cerrahi yöntemler vasıtasıyla sağlanan açık ameliyat işlemlerinin yerini küçük kesi yöntemlerinin yer aldığı robotik müdahaleler almaktadır. Burada ses hologramları vasıtasıyla gerçek dünya olguları arasında görüntüleme tekniği gerçekleştirilmekte ve böylece cerrahi teknik gerektiren kalp, karaciğer, beyin vb. organların tedavi yöntemlerinde teşhis sağlayabilmektedir (Groves, 2019).



Şekil 2.10. Sağlık sektöründe Microsoft Hololens-2 kullanımı (Microsoft, 2021).

Microsoft Hololens-2 teknolojisinin özellikle sağlık sektöründe kullanımı ile cerrahi tekniklerin gelişiminin yanı sıra tıbbi operasyonlara olan güven artıp, risk oranı minimize edilmiştir.

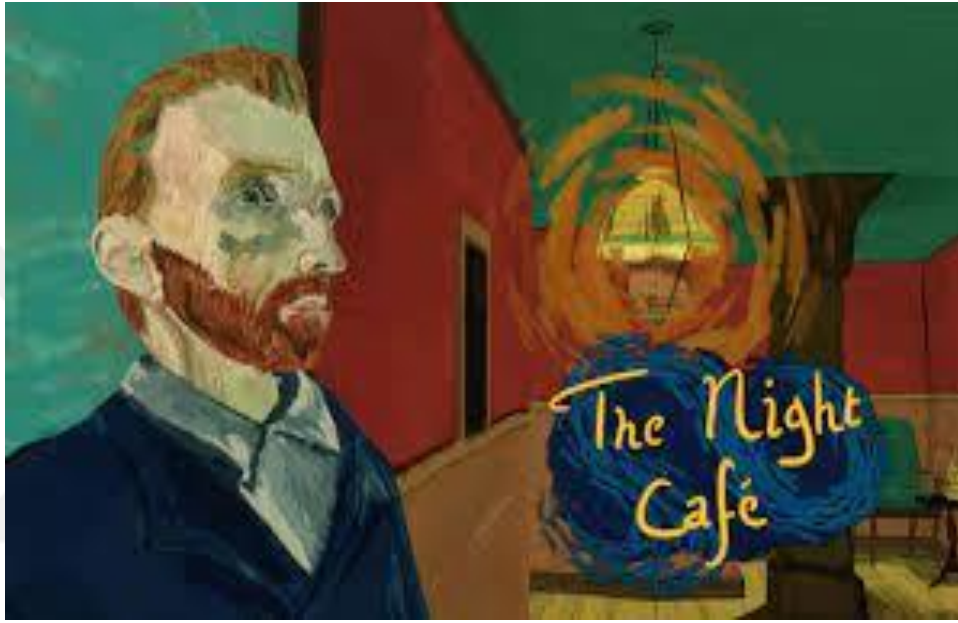
2.3. Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) ve Uygulama Çalışmaları

Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) teknikleri ile geliştirilen uygulamalar, bizlere tamamen gerçek dünya üzerinden soyutlanmış bir çalışma alanı sunar. Bu çalışma alanı fiziki ortam üzerinden tamamen kopuk bir şekilde kurgulanmıştır.

Günümüzde teknolojik ilerlemeler ile birçok alan üzerinde geliştirilen bu uygulamalar, kullanıcılarına farklı deneyimler yaşatmaktadır.

Yeniçağın üzerinde durduğu Sanal Gerçeklik (Virtual Reality) teknolojisi de teknolojik ilerlemenin sağlandığı başlıca alanlardan birisidir. VR üzerinde yapılan bu ilerlemeler ve neticesinde ortaya çıkarılan uygulamalar, kullanıcılarına eşsiz deneyim sunan bir yenilik olarak da nitelendirilebilir.

VR teknolojisi üzerinde sağlanan uygulamalardan biri Vincent Van Gogh tarafından geliştirilen “The Night Cafe” çalışmasıdır. Bu çalışmada Van Gogh’un gözünden dünyanın nasıl görüldüğü 3 boyutlu olarak bireylere aktarılmaya çalışılmıştır. Gogh’un çizmiş olduğu tabloların VR teknolojisi kullanılarak aktarılmaya çalışıldığı bu uygulama, Sanal Gerçekliğin kültür – sanat alanına etkisinin bir kanıtı niteliğindedir. Böylece müzelerin, sanat galerilerinin, dünyanın gizli kalmış yerlerinin Sanal Gerçeklik (SG) teknolojisi sayesinde deneyimlenebilmesi sağlanmıştır (BBC, 2022)



Şekil 2.11. Vincent Van Gogh – The Night Cafe (BBC, 2022).

Sanal Gerçeklik teknolojisinin sağlık alanındaki ilerleyişi de son zamanlarda büyük oranda artış sağlamıştır. Surgical Theater çalışması, hastanın ameliyatı öncesinde planlamanın detaylı bir şekilde yapılmasının sağlandığı ve “cerrahi prova platformu” olarak adlandırılan VR sağlık uygulamasıdır (Alcimed, 2022).



Şekil 2.12. Virtual Reality in Surgical Theater (Alcimed, 2022).

Ameliyat öncesi planlamanın yanı sıra ameliyat esnasında hasta üzerinde gerçekleştirilecek cerrahi müdahalelerin süreci Sanal Gerçeklik senaryosu ile takip edilebilir. 3D - 360° görüntüleme tekniği ile cerrahi müdahalelerin planlanıp hasta üzerinde uygulandığı bu VR çalışmasından elde edilen iyileşim ve hastalık bulgularının tespitinin gözle görülür biçimde gelişim sağladığı gözlemlenmiştir.

2.4. Artırılmış Gerçeklik Uygulama Yöntemleri

Artırılmış Gerçeklik uygulama çalışmalarında izlenmesi gereken süreçlerden biri uygulama yönteminin belirlenmesidir.

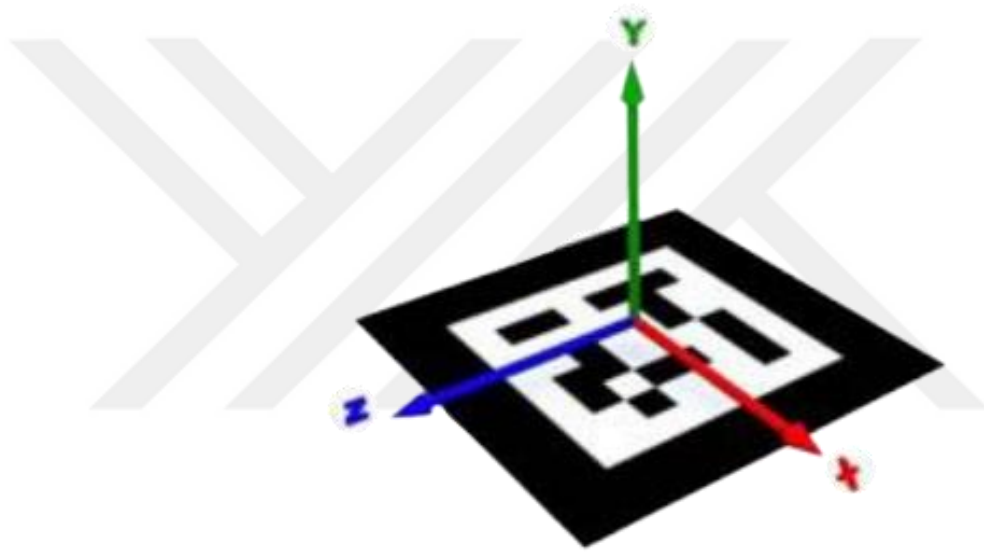
AG yönteminin belirlenerek uygulamada kullanılması sonucunda dijital obje ile bu yöntemi kullanan kullanıcı arasında belirlenen türe bağlı olarak geliştirilen uygulamanın kontrol edilmesi sağlanır. Bu duruma göre uygulama kullanıcısı, AG uygulanarak görselleştirilen dijital obje ile etkileşim halinde olabilecek ve belirlenen yöntem bilgisine bağlı olarak görselleştirilen dijital objeler arasındaki farklılıkları gözlemleyebilecektir. Aksinin gerçekleşmesi halinde AG uygulamamızın dijital obje görselleştirmesi sıradanlaşabilmektedir.

2.4.1. İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

AR uygulamalarında önemli rol oynayan takip yöntemlerinden birisi İşaretçi Tabanlı AG'dir. Bu yöntem uygulama kullanıcısında daha önce tanımlanmış olan nesnenin, belirlenen referans noktaları vasıtasıyla görüntülenmesi olarak açıklanabilir.

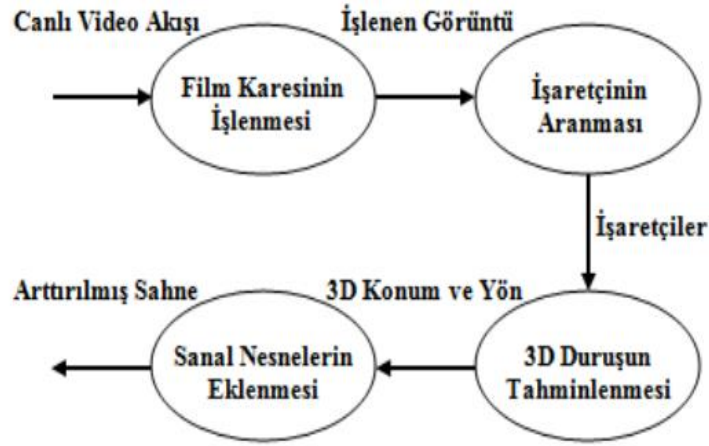
Görüntülenecek nesne üzerinde referans noktaları belirlenerek, AG uygulamasında kullanılan cihaz kamerasının konumunu ve yönünü belirlemesine yardımcı olabilir. İşaretçi tabanlı takip sistemlerinde ana fikir, takip amacıyla ‘fiducial’ adı verilen işaretçilerin kullanılmasıdır. Gerçek dünya üzerinde referans noktası olarak alınan işaretçiler, çevreye yerleştirilmiş ve kameralar tarafından algılanabilen desenlerden meydana gelmektedir (Akbaş & Güngör, 2017).

İşaretçilerde yer alan desenler yardımı ile x, y ve z koordinat eksenleri meydana gelmektedir. Bu koordinat düzlem bilgisi ile gerçek dünya üzerinde yer alan görüntünün konumuna bağlı olarak, cihaz üzerinde dijital görüntüsü elde edilebilmektedir.



Şekil 2.13. İşaretçi ve Koordinat Ekseni (Güngör & Kurt, 2014).

İşaretçi Tabanlı AG sistemlerinin genel çalışma yapısında ilk olarak dijital görüntüsünün alınacağı gerçek dünya üzerindeki nesnenin, sistem üzerinde işlenmesi sağlanır. Fiziksel nesne görüntüsü işlendikten sonra görsel üzerinde tanımlanan işaretçiler algılanmaya çalışılır. Görsel üzerinde bulunan işaretçiler ile daha öncesinde tanımlanan işaretçiler kıyaslanarak eşleştirme süreci gerçekleşir. Eşleştirme sonucunda elde edilen tanımlı işaretçilere bağlı olarak, görselin 3 boyutlu koordinat bilgisi hesaplanır ve dijital görsel, gerçek dünya üzerinde var olan fiziki nesne üzerine bindirilerek kullanıcıya ulaştırılır.



Şekil 2.14. İşaretçi Tabanlı AG Sistemlerinin Çalışma Yapısı (Ercan, 2010)

2.4.1.1. Dairesel İşaretçiler

İşaretçi Tabanlı Arttırılmış Gerçeklik sistemleri, yapı ve şekilsel farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılık iki şekilde incelenebilir. Bunlardan birisi Dairesel İşaretçilerdir. Şekil ve biçim bakımından belirli bir merkez noktasına sahip olan bu işaretçilerin 3 boyutlu vektörel konum hesaplamasında kamera açısının ve mesafesinin pek bir önemi yoktur. Belirli merkez noktası etrafında, iç içe geçmiş halkasal bir yapıya sahip olan bu işaretçiler, her bir halkanın renk bilgisine bağlı olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Arttırılmış Gerçeklik (AG) uygulamalarında, geniş alanda takip edilebilirlik sağlamaktadır.

Orantılı Genişlik			
Sabit Genişlik			
	Birinci Seviye	İkinci Seviye	Üçüncü Seviye

Şekil 2.15. Renkli Dairesel İşaretçiler (Cho & Neumann, 1998).

2.4.1.2. Kare İşaretçileri

İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik sistemlerinde farklı yapıya sahip olan ikinci işaretçimiz ise Kare İşaretçileridir. Şekil ve biçim olarak dörtgen yapıda olduğu için kamera açısı ve mesafesinin hesaplanabilirliği, Dairesel İşaretçilere oranla çok daha iyi sonuçlar vermektedir (Akbaş & Güngör, 2017).

Artırılmış Gerçeklik uygulamalarında ise Kare İşaretçiler çok daha fazla tercih edilmekte ve kullanılmaktadır. Bu alanda Kare İşaretçilerinin kullanıldığı ilk uygulama ise Dr. Hirokazu Kato tarafından geliştirilen ARToolKit yazılım kütüphanesidir. Bu uygulama üzerinde kullanılan Kare İşaretçileri ise Hiro ve Kanji işaretçileridir (ARToolKit, 2022).



Şekil 2.16. Hiro ve Kanji Kare İşaretçisi (ARToolKit, 2022).

İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik sistemlerinin çalışma performansını etkileyen bazı faktörlerden söz etmek mümkündür. Bu faktörler; yanlış pozitif ve yanlış negatif durumu, birbirinden farklı işaretçilerin birbirleri arasındaki karmaşa seviyesi ve son olarak işaretçilerin anlaşılabilirliğini doğrudan etkileyen boyut oranıdır. Faktörler arasındaki yanlış pozitif durumu; var olan işaretçi verilerimizin değerlendirilmesi esnasında, belirli bir bulgu varlığının gerçekte olmadığı halde varmışçasına onaylanması yani pozitif değerlendirilmesinden kaynaklı oluşan bir hatadır. Yanlış negatif durumu ise; aynı şekilde var olan işaretçi verilerimizin değerlendirilmesi esnasında, belirli bir bulgu varlığının gerçekte olduğu halde yokmuşçasına reddedilmesi yani negatif değerlendirilmesinden kaynaklı oluşan bir hatadır. Bu iki faktör, veri sınıflandırmaları sonucunda oluşan iki hata biçimi olarak nitelendirilebilir (Akbaş & Güngör, 2017).

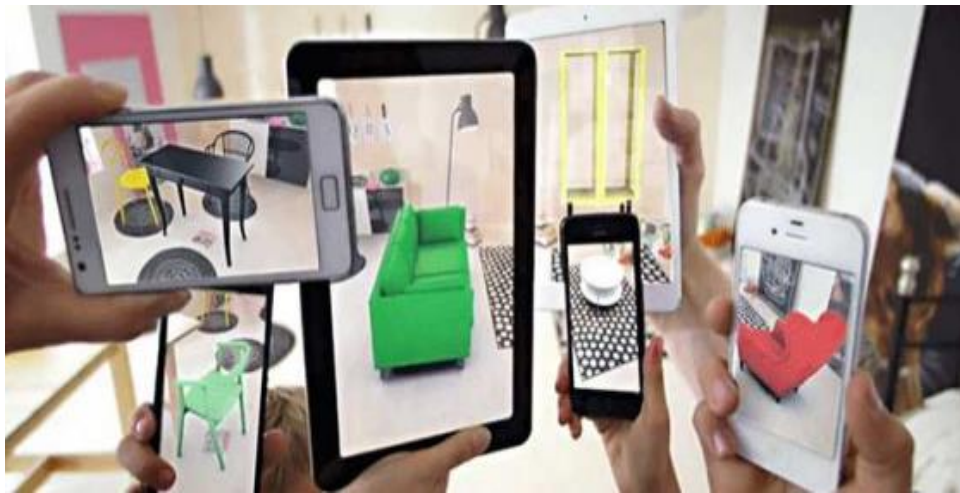
Bu sayılan faktörler ile birlikte İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik sistemlerinin çalışma performansını etkileyen diğer faktör koşulları ise ortamdaki ışık ve işaretçi görüntüsünün alınması esnasında oluşan titreşim seviyesidir. Bu iki faktörün optimum düzeyde olması doğrudan işaretçi görüntüsünün daha iyi algılanabilmesini sağlamaktadır.

		Gerçek Değerler	
		Pozitif (1)	Negatif (0)
Tahmin Değerleri	Pozitif (1)	True Positive	False Positive
	Negatif (0)	False Negative	True Negative

Şekil 2.17. Yanlış Pozitif ve Yanlış Negatif durum faktörü (Deep Learning Türkiye, 2022).

2.4.2. İşaretsiz Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik Sistemleri, daha önce belirlenen herhangi bir işaretçi veya işaretçilere bağlı kalmadan, fiziksel olarak var olan nesnenin üzerine daha önceden tasarlanmış sanal görüntünün bindirilmesi ile oluşur.



Şekil 2.18. İşaretsiz Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Dijital Ajanslar, 2022)

İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi kullanım türlerine göre kendi bünyesinde çeşitlilik barındırmaktadır. Bunlar;

- Üst üste Bindirme Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi
- Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi
- Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Üst üste Bindirme Tabanlı AG Teknolojisi, fiziksel olarak varolan nesneyi algılayıp bu algılanan nesneyi kısmen veya tamamen kullanım şekline göre değiştirmesi durumudur. Projeksiyon Tabanlı AG Teknolojisi ise aynı şekilde fiziksel nesneyi algılar ve bu nesne üzerine bindirilen sanal görüntüyü tek bir yüzeye yansıtır. Yüzey alanına yansıtılabildiği için kullanıcılar başka bir görüntüleme cihazına ihtiyaç duymazlar. Bir diğer İşaretsiz Tabanlı AG Teknolojisi ise konum tabanlı olanlardır. Konum Tabanlı AG Teknolojisinde, kullanılan cihazın GPS verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen konum bilgisi ile daha öncesinde belirlenen GPS verileri kıyaslanır ve eşleşme durumu mevcut ise sanal görüntü, belirlenen konum noktasında görüntülenir (Gümüş & Boydaş, 2021).



Şekil 2.19. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Gadgenda, 2022).

İşaretçi Tabanlı olmayan AG uygulamalarında kullanıcı, oluşturulan sanal görüntüyü opsiyonel olarak nereye konumlandırabileceğini belirleyebildiği için İşaretçi Tabanlı AG uygulamalarına göre daha yönlüdür.

2.5. Artırılmış Gerçekliğin Kültürel Miras Alanlarına Etkisi

Geçmişte var olan birçok etnik yapının ve sosyokültürel değerın temsili niteliğindeki yapıtlar, zamanın ve fiziki faktörlerin yıkıcı etkisiyle günümüze yansıtılamamaktadır.

Varlığı günümüze kadar ulaşmış olan tarihi yapılarımızın gelecek nesillere aktarılabilmesi açısından orijinalliğini bozmadan, restore çalışmalarına sokulması, masrefli ve zahmetli bir iş sürecidir. Bu noktada, Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisinin kültürel miras alanlarına yansıtılması ile tarihi yapıtlar üzerinde oynama yapılmadan tasarlanan 3D yapıt modelleri, fiziki görselimizin üzerine bindirilerek bu tarihi yapıtların geçmişteki görüntüsüne rahatlıkla ulaşılacaktır.

Bu konuya örnek olarak Dünya'nın en büyük tarihi müzesi olan ve köklü bir geçmişe dayanan Smithsonian National Museum of Natural History 'de geliştirilen AG uygulaması gösterilebilir. Tarihi müzede gerçekleşen bu AG uygulamasında, soyu tükenmiş olan ve kalıntılarının günümüze ulaştırılmadığı hayvanların tasarlanmış sanal görüntüleri, gelen ziyaretçilere aktararak bu konu ile ilgili bilgilerin doğrudan erişimi gerçekleştirilmektedir (Uzun & Gözel, 2022).



Şekil 2.20. Smithsonian Ulusal Doğa Tarihi Müzesi (Uzun & Gözel, 2022).

Böylece müzeyi ziyaret eden bireylerin dikkatini çekmek ve tarihe olan ilgilerini arttırmak üzere gerçekleştirilmiş başarılı bir çalışmadır.

Kültürel miras alanları üzerinde sağlanan bir diğer AG uygulama çalışması ise Atina bölgesinde yer alan Parthenon tapınağının (M.Ö. 431) tanıtımı için gerçekleştirilmiştir (Akkuş, 2018). Hasar gören bu tapınağın ziyaretçilere tekrar tanıtılabilmesi için Atina Norveç Enstitüsü öğrencileri tarafından gerçekleştirilen bu AG mobil uygulamasında eser modeli, aslına uygun olarak, sanal ortamda tasarlanmış ve belirli bir noktadan cihazla, fiziksel yapıt görüntüsüne bakıldığında tasarlanan modelin sanal görseli, uygulamaya yansıtılarak kullanıcıya aktarılmıştır.



Şekil 2.21. Parthenon Tapınağı AG Uygulaması (Akkuş, 2018).

2.5.1 Türkiye’de Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanan Müzeler

Ülkemiz üzerinde kültürel miras alanları için AR teknolojileri yaygın bir şekilde kullanılmada bazı müzeler üzerinde AR projelerinin tanıtım amaçlı kullanımı mevcuttur. Araştırmalara göre Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının Türkiye müzeleri üzerinde kullanıldığı altı kültürel miras alanı mevcuttur (Güzel & SUCAKLI, 2020). Bu projeler aşağıda verilen çizelge üzerinde detaylı bir şekilde belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Türkiye’de Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanan Kültürel Miras Alanları

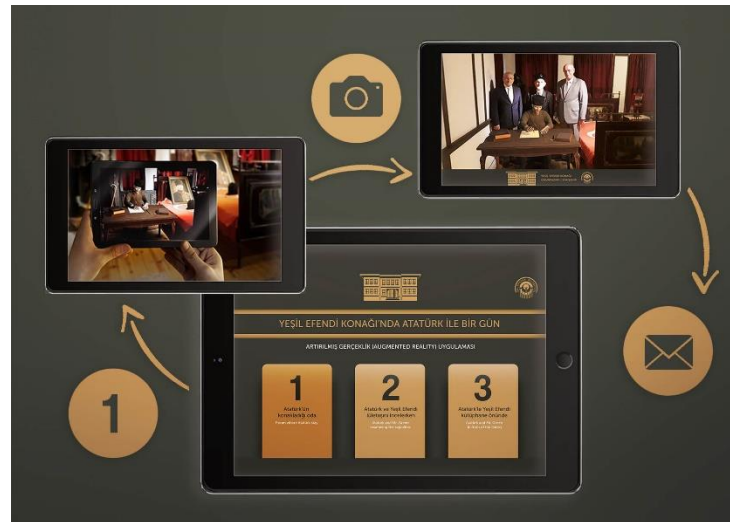
Sıra No	Müze Adı	Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Projesi
1	Topkapı Halı Müzesi (İstanbul)	İnteraktif zemin aracılığıyla sanal halı ile etkileşime girilip halı desenlendirilmektedir.
2	Saat Müzesi (Bursa)	İnteraktif dokunmatik masa saati ile etkileşime girebilmektedir.
3	Sakıp Sabancı Müzesi (SSM) (İstanbul)	Nadir el yazmaları sergisi iPad aracılığı ile detaylı bir şekilde incelenebilmektedir.
4	Yeşil Efendi Konağı (Eskişehir)	Atatürk ile birlikte fotoğraf çekilebilmektedir.
5	Bilgi Kültür ve Tanıtım Merkezi (Mardin)	Mardin’de bulunan 22 yapı detaylı bir şekilde incelenebilmektedir.
6	Anadolu Medeniyetler Müzesi (Ankara)	Müzedeki sergilenen eserlerle ilgili her türlü bilgiye sesli ve yazılı olarak ulaşılabilir.

Topkapı Halı Müzesinde kullanılan AR uygulamasında, tablo canlandırması sağlanarak müzede var olan yağlı boya resim çalışmaları sanal olarak videoya dönüştürülmüştür. Bununla birlikte müze zeminine uygulanan interaktif teknik ile sergilenen bazı halıların üzerine basıldıkça desenlendiği görülebilmektedir (Mat Bilişim, 2022).



Şekil 2.22. Topkapı Müzesi Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Arkeolojik Haber, 2022).

Eskişehir’de yer alan Yeşil Efendi Konağında, Odunpazarı Belediyesi tarafından yürütülen “Atatürk ile bir gün” isimli AR uygulaması ile gelen kullanıcı Atatürk ile birlikte resim çekimi sağlayabilmektedir.



Şekil 2.23. “Atatürk ile bir gün” isimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Umaymdt, 2022).

Mardin Büyükşehir Belediyesi tarafından Bilgi Kùltür ve Tanıtım Merkezi için geliştirilen “Mardin AR” uygulamasında, yirmi iki tane tarihi eser yapıtı modellenerek sanal ortamda, üç boyutlu bir biçimde canlandırılıp kullanıcıya sunulur (Anadolu Ajansı, 2022).



Şekil 2.24. “Mardin AR” isimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Anadolu Ajansı, 2022).

Bursa Saat Müzesi için Arox ve Mat Bilişim tarafından 2013 yılında geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulaması ile gelen kullanıcı 2,5 metre çapındaki saat yüzeyinde tanımlanan sanal model ve bilgiler ile çoklu bir deneyim yaşamaktadır (Arox.net, 2022).



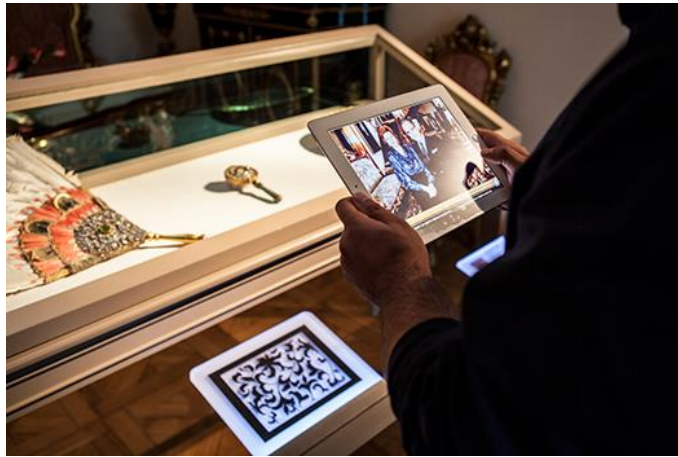
Şekil 2.25. Bursa Saat Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Arox.net, 2022).

Ankara’da yer alan Anadolu Medeniyetler Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasında, gelen ziyaretçi müze içerisinde yer alan obje ve tarihi eserler ile alakalı detaylı bilgiyi sanal olarak elde etmektedir (Özgüneş & Bozok, 2017).



Şekil 2.26. Ankara Anadolu Medeniyetler Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (Özgüneş & Bozok, 2017).

Sakıp Sabancı Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasında, eserler modellenip elektronik ortama taşınarak bu ortam üzerinde geliştirilen bilgi yazıları, görseller ve animasyonlar ile müze ziyaretçilerine sanal platformda bilgilendirme sağlanır. Bu uygulama sayesinde müzede yer alan el yazısı eski eserlerin dokunulmasına izin verilmese bile, müze ziyaretçisi bu eseri, sanal görüntüsü ile birebir inceleme fırsatı bulabilecektir.



Şekil 2.27. Sakıp Sabancı Müzesi için geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması (COŞKUN, 2017)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında kültürel miraslarımızın korunması ve gelecek nesillere objektif olarak yansıtılması hedeflenerek, Gaziantep Zeugma Müzesi'nde yer alan bazı eserler üzerine, Artırılmış Gerçeklik teknolojisi kullanılır ve bu süreçte oluşturulan sanal görsel verisi, tarihi eserin fiziki görüntüsüne bindirilir. Bu sanal görüntü, geliştirilen mobil APK uygulaması ile kullanıcıya doğrudan yansıtılarak, kültürel eserler hakkında bilgilendirme gerçekleştirilir.

3.1. Geliştirilen Uygulamada Takip Edilen Süreçler

Artırılmış Gerçeklik tekniği ile Gaziantep kültürel eserlerinin tanıtılması için geliştirilen uygulamada, Unity 3D Oyun Motoru ve Qualcomm Vuforia SDK (Yazılım Geliştirme Kiti) teknolojisi kullanılmıştır. AG uygulaması için Unity 3D programı, birçok farklı 3D modelini desteklemesi, bu uygulama üzerinde geliştirilen projenin birçok farklı platformda sorunsuz bir şekilde çalışabilir olması ayrıca Vuforia yazılım kitinin Unity 3D uygulamasında desteklenmesi ve hızlı bir biçimde çalışmasından ötürü tercih edilmiştir.

Gaziantep Zeugma Müzesinde yer alan tarihi eserlerin, Artırılmış Gerçeklik uygulamasına 3 Boyutlu bir biçimde yansıtılabilmesi için 3D modelleme gerçekleştirilmiştir. Modelleme için 3D Builder ve Sketchup uygulamaları kullanılmıştır. Unity Oyun Motorunun görüntülediği 2D ve 3D modeller .3ds, .fbx, .obj, .max uzantılarını desteklediği için 3D Builder ve Sketchup uygulamasında geliştirilen modellerin, Unity Oyun Motorunda görüntülenebilecek uzantıya çevirimi yine bu uygulamalar üzerinde gerçekleştirilmiştir.

İşaretçi olarak tek katmanlı işaretçi tasarımı gerçekleştirilip, geliştirilen uygulamaya bu işaretçi tanımlanarak, tasarlanan 3 Boyutlu modelin fiziki görsele bindirilmesi gerçekleştirilmiştir. Yazılım geliştirme sürecinde ise kullanmış olduğumuz Unity Oyun Motoru, Visual Studio destekli olduğundan ötürü bu uygulama üzerinde yazılım geliştirmesi sağlanmıştır.

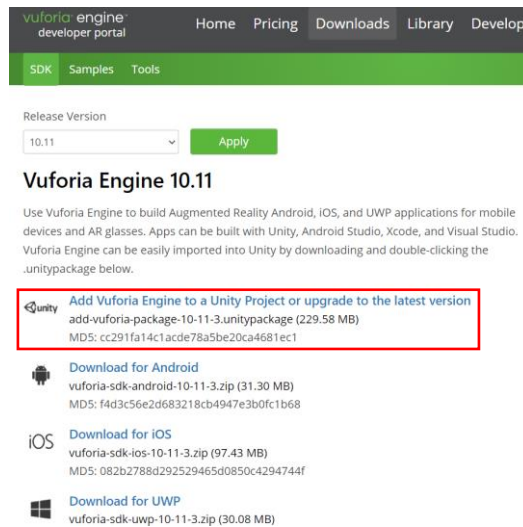


Şekil 3.1. Gaziantep Zeugma Müzesi ziyareti sırasında çekilmiş görsel.

3.1.1. Unity Oyun Motoruna Vuforia Entegrasyonunun Sağlanması

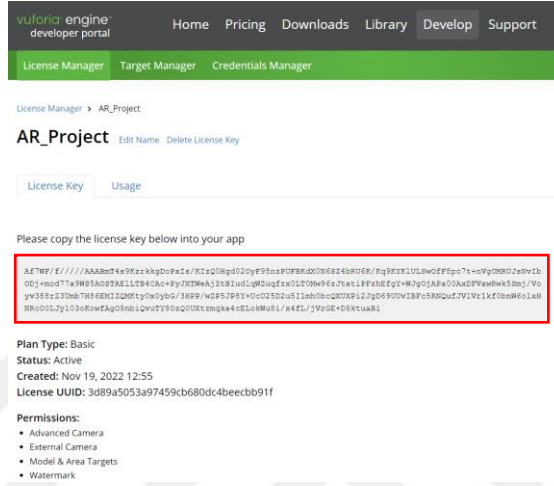
Vuforia yazılım kiti, Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile uygulama geliştirirken, geliştirilen uygulamanın mobil tabanlı çalışabilirliğini sağlar. Belirli bir düzlem üzerinde var olan nesne görüntülerini ve 3 boyutlu objeleri, eş zamanlı olarak izlemek ve tanımlayabilmek için görüntü tanımlama teknolojilerini kullanır. Böylece kullanılan Unity 3D Oyun Motoru üzerinde mobil tabanlı Artırılmış Gerçeklik etkileşimi sağlar.

Sistemde kurulu olan Unity 3D Oyun Motoruna Vuforia yazılım kitinin entegrasyon süreci için ilk olarak Vuforia'nın kendi sitesi üzerinden kullanıcı kaydı yapılır ve bu işlemin hemen ardından ücretsiz hesap planı seçilerek Vuforia SDK kurulumu gerçekleştirilir.



Şekil 3.2. Vuforia yazılım kitinin (SDK) Unity Oyun Motoruna entegrasyonu.

Vuforia SDK entegrasyonu, Unity Oyun Motoru üzerinde gerçekleştirildikten sonra Vuforia hesap penceresi üzerinde yer alan “Develop” segmesinden “License Manager” ve “Target Manager” menülerine girilir. License Manager menüsünde, geliştirilen uygulamaya entegre edilebilmesi için lisans anahtarı oluşturulmalıdır. Bu lisans anahtarı, geliştirilen uygulamaya dahil edilmediği takdirde uygulamanın Unity Oyun Motoru üzerinde çalışması söz konusu değildir.



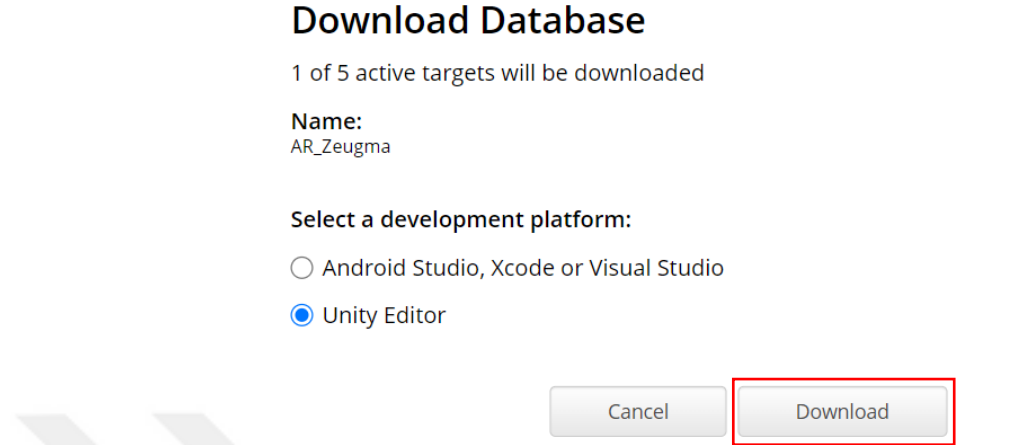
Şekil 3.3. Vuforia yazılım kiti üzerinde lisans anahtarının oluşturulması.

“Target Manager” menümüzden ise yeni bir veri tabanı oluşturularak Artırılmış Gerçeklik uygulamamız için tasarlanan tek katmanlı işaretçi eklentisi tanımlanır. Vuforia üzerinde entegre edilebilecek işaretçi veya işaretçiler tek katmanlı olmak zorunda değildir. 3 Boyutlu model veya QR kod olarak da işaretçi tanımlaması yapabilmek mümkündür.



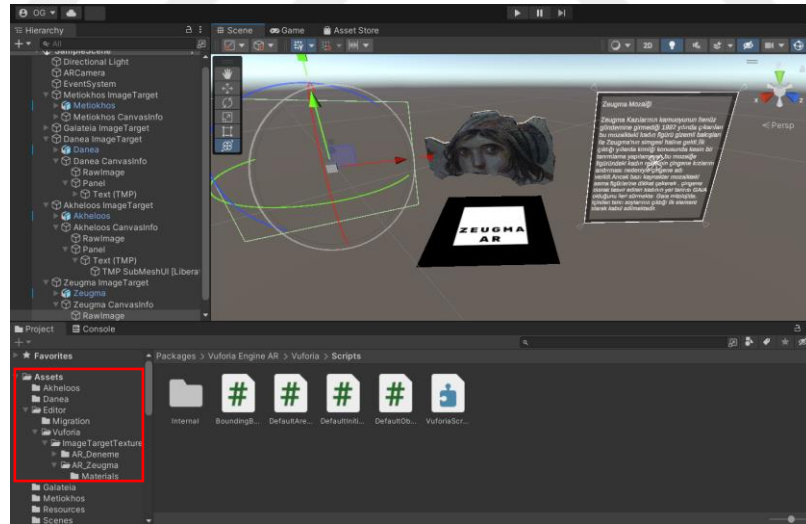
Şekil 3.4. Vuforia veri tabanı ve marker (işaretçi) oluşturulması.

Vuforia entegrasyonunun gerçekleştirilmesinden sonra oluşan veri setinin indirilerek Unity 3D Oyun Motoruna eklentisi sağlanır.



Şekil 3.5. Vuforia üzerinde oluşan veri setinin indirilmesi.

Vuforia üzerinde indirmiş olduğumuz veri setimizi, Unity 3D Oyun Motoru üzerinde yer alan “Assets” menüsüne dahil edilir.



Şekil 3.6. Vuforia üzerinde oluşan veri setinin, Unity Oyun Motorunda “Assets” menüsüne dahil edilmesi.

Gerekli olan tüm ayarlamalar sağlandıktan sonra hedef işaretçi ve bununla birlikte AR camera, Unity 3D Oyun Motoru üzerinde ortama taşınır ve uygulama geliştirme aşamalarına geçilir.

Platform üzerinde geliştirilen uygulama ise masaüstü uygulaması (Linux, Windows, MacOS), mobil uygulama (Android, IOS vs.) tabanlı aktarılarak kullanıcılara yansıtılabilir.

3.1.2. Modellerin Oluşturulması

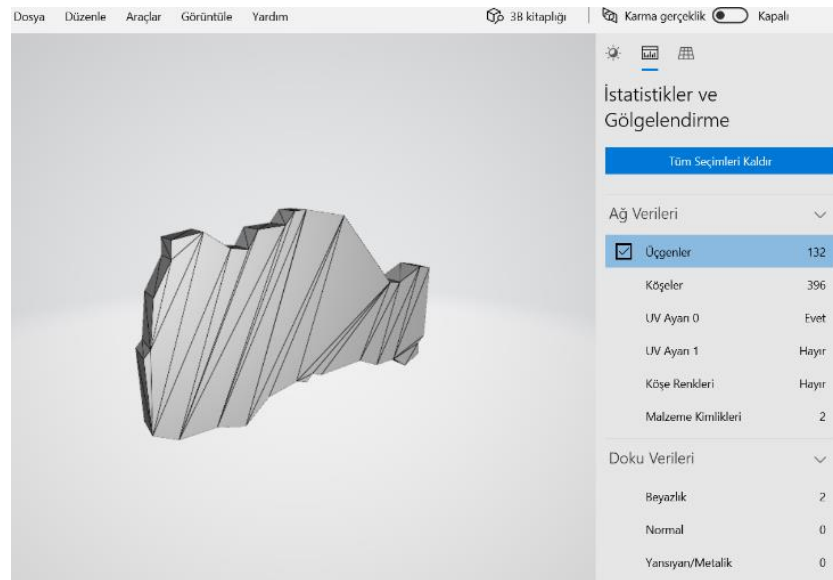
Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen uygulamalar üzerinde 3 Boyutlu modellerin tasarım süreci dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur.

Tasarlanan 3 Boyutlu modeller ne kadar gerçekçi olursa kullanıcıdan gelen yansıma da optimum seviyede olacaktır. Özellikle tez çalışmasında gerçekleştirilen uygulamada olduğu gibi, çalışılan alan kültürel miras tanıtımı üzerine ise tasarlanan 3 Boyutlu modeller; o günün yaşamını, özelliklerini ve tarihini kullanıcıya iyi bir şekilde yansıtarak eser hakkında bilgi ve modellemenin doğru bir şekilde aktarımını hedeflemelidir.

3.1.2.1. Modelleme

Modelin oluşturulması için Gaziantep Zeugma Müzesi'nde yer alan eser ve yapıların görselleri üzerinde 3D Builder ve Sketchup uygulamaları kullanılarak 3 Boyutlu modelleri tasarlanmıştır.

İlk olarak, modeli tasarlanacak olan yapının taban dokusu biçimlendirmesi, üzerine bindirilecek eser görseline uygun olacak şekilde gerçekleştirilir.



Şekil 3.7. Builder üzerinde tasarlan Çingene Mozaïği modelinin taban dokusu.

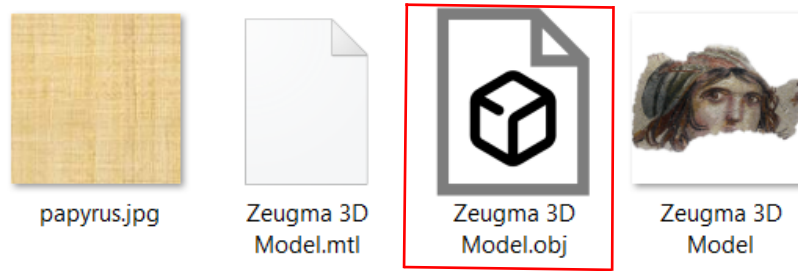
Bu taban dokusu yüzeyine eser ve kenar formu görseli bindirilerek bütünleşik model yapısı haline getirilir.



Şekil 3.8. Çingene Mozaïği modeli için tasarlanan (a) kenar formu, (b) eser görseli ve (c) taban dokusuna eser görselinin bindirilmesi.

Modellerin kullanıcı tarafında gerçekçi bir hal alabilmesi için tasarım esnasında kullanılan kenar formunun seçimi ve eser görselinin doğru kaynak üzerinden elde edilmesi oldukça önemlidir. Tez uygulamasında yer alan ve Gaziantep Zeugma Müzesinde sergilenen Fırat Nehri'nin Kralı Akheloos Mozaïği, Danae Mozaïği, Galateia Mozaïği, Metiokhos ve diğer modeller, yukarıda bahsedilen model tasarım sürecine benzer olarak, 3 Boyutlu bir biçimde gerçekleştirilmiştir

Tasarlanan modellerin Unity 3D Oyun Motoru üzerinde kullanılabilmesi için .obj uzantısına dönüştürülür. (3D Builder ve Sketchup uygulamalarında elde edilen modellerin uzantısı .3mf formundadır fakat Unity 3D Oyun Motoru üzerinde kabul edilen uzantı formları .3ds, .fbx, obj, .max biçimindedir.)



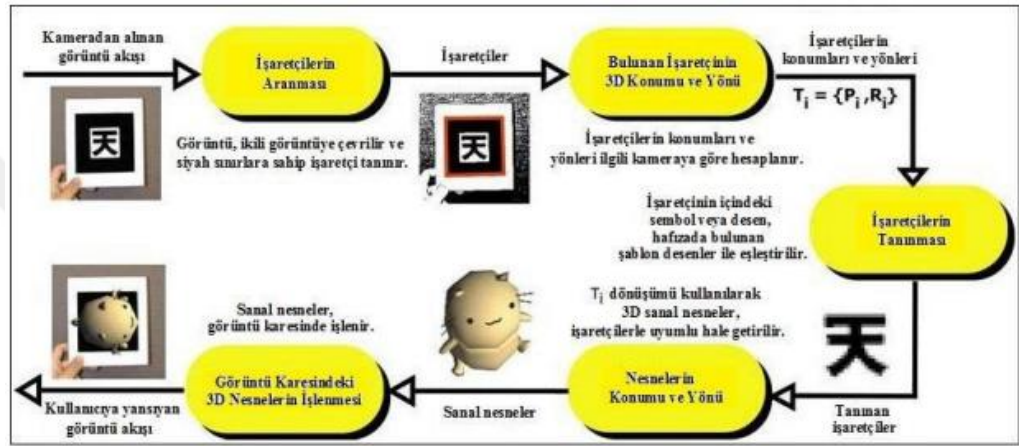
Şekil 3.9. Çingene Mozaïği modeli .obj uzantı dönüşüm hali.

Tasarlanan modellerin mobil uygulama tabanında görüntüleneceği göz önüne alınarak arka planda kapsayacağı boyutun ve model üzerinde bozulma olmaması için görsel büyüklüğünün iyileştirilmesi gerekir.

3.1.3. İşaretçi (Marker) Tasarımı ve Entegrasyonu

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen uygulamada oluşturulan sanal modelleri fiziki ortamda yerleştirebilmek için işaretçilerin (marker) Vuforia yazılım kiti üzerinde hedef olarak tanımlanması gerekir. Vuforia yazılım kiti üzerinde tanımlanan işaretçilerin (marker) kalitesi ne kadar fazla olursa geliştirilen uygulama üzerindeki model takip hassasiyeti de optimum düzeyde olur.

Bu projede tek katmanlı işaretçiler, ARToolKit kütüphanesi kullanılarak tasarlanmıştır.



Şekil 3.10. ARToolKit kütüphanesi üzerinde işaretçilerin çalışma prensibi (Akbaş & Güngör, 2017)

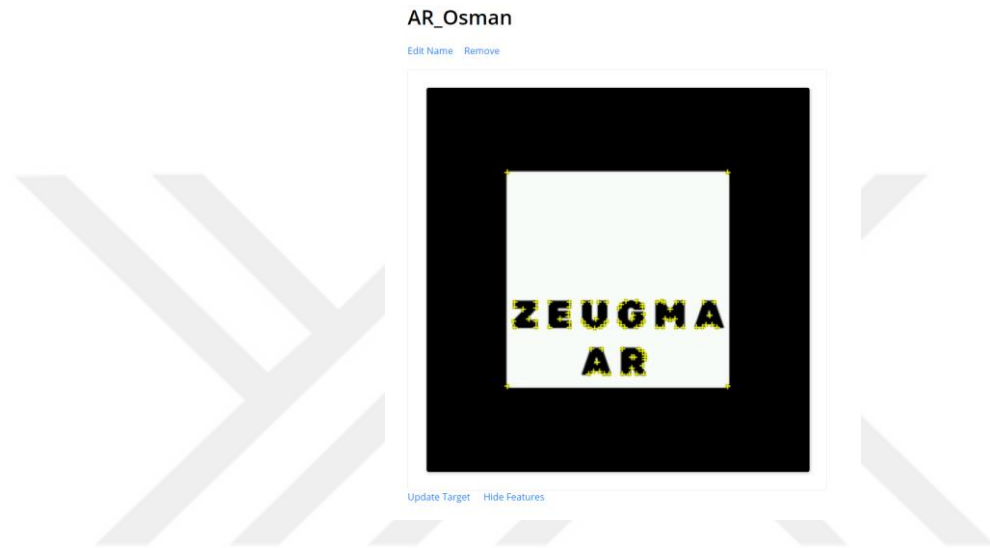
Tasarlanan tek katmanlı kare işaretçiler, Artırılmış Gerçeklik tekniği ile geliştirilmiş birçok uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadır. Tasarlanmış olunan tek katmanlı kare işaretçileri; dışı siyah çerçeveden oluşan ve içerisinde geometrik yapıda şekillerin ve desenlerin bulunmadığı beyaz karesel alanın içerisine yerleştirilen siyah formda yazıdan oluşmaktadır.



Şekil 3.11. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçi.

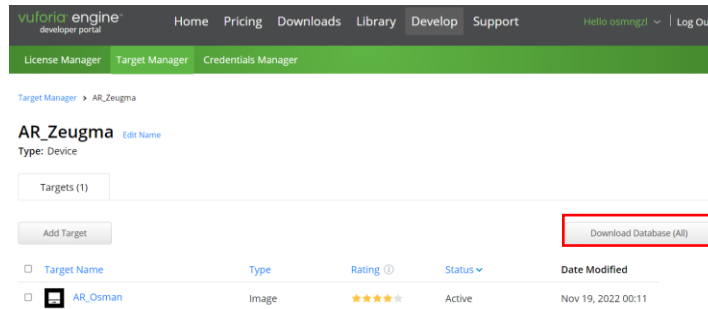
Vuforia yazılım kitinde işaretçilerin daha iyi tanımlanabilmesi için siyah ve beyaz renkler tercih edilmiştir. Bunun yanı sıra tasarlanan tek katmanlı kare işaretçilerde fazla detaya girilmeden, yalın bir tasarım sağlanmasına dikkat edilmiştir.

Tek katmanlı işaretçi tanımlaması sonrasında Vuforia Developer portalı üzerine entegre edilen bu işaretçilerin hedef noktaları tanımlaması çok önemlidir. Bu hedef noktaları Vuforia üzerinde ne kadar iyi tanımlanırsa Unity 3D Oyun Motoru üzerinde çalışma yapısı da optimum seviyede olacaktır.



Şekil 3.12. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin hedef noktalarının tanımlanmış hali.

ARToolKit kütüphanesinde geliştirilen tek katmanlı işaretçiler Vuforia yazılım kiti üzerinde indirilerek Unity Oyun Motoru içerisine import edilir.



Şekil 3.13. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin Vuforia yazılım kiti üzerinden indirilmesi.

Download Database

1 of 1 active targets will be downloaded

Name:
AR_Zeugma

Select a development platform:

- Android Studio, Xcode or Visual Studio
- Unity Editor

Cancel

Download

Şekil 3.14. ARToolKit kütüphanesi üzerinde geliştirilen tek katmanlı işaretçinin Unity 3D Oyun Motoru üzerine entegre edilmesi.

3.1.4. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Geliştirme Araçları

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen uygulamada kullanılan Unity 3D Oyun Motoru programı ile birlikte yazılım geliştirme kiti olarak Vuforia SDK kullanılmıştır. Artırılmış Gerçeklik tabanlı uygulamalarda Vuforia yazılım kiti ile birlikte kullanılan farklı yazılım araçları da mevcuttur.

Tez uygulaması esnasında kullanılacak yazılım kitinin Unity 3D Oyun Motoruna olan desteğinin olması, ücretsiz geliştirme sağlaması ve birçok yazılım türünde geliştirme fırsatı tanınması aranan kriterler arasındadır.

Çizelge 3.1. Artırılmış Gerçeklik Tabanlı Yazılım Geliştirme Kitlerinin Karşılaştırılması (Ünal, 2017)

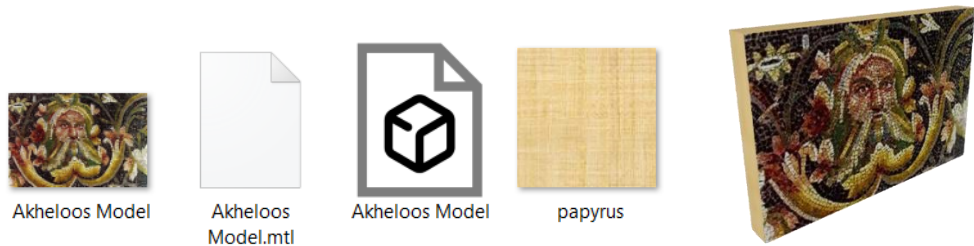
Yazılım Geliştirme Kiti	Tür	Unity 3D	GPS	Yazılım Diller
Metaio	Ücretsiz	✓	✓	-
Vuforia	Ücretsiz	✓	-	C#, (Unity 3D)
Wikitude	Ücretsiz	✓	✓	Javascript, Java
Kudan AR SDK	Ücretsiz	✓	-	Java
ARToolKit	Açık Kaynak	✓	-	C++, C# (Unity 3D)

Uygulama için kullanılan Vuforia SDK yazılım kiti; Android, IOS ve Windows tabanlı geliştirmeler için destek sağlamakla beraber Unity 3D Oyun Motoru ile geliştirme seçeneği sunmaktadır. Görsel ve işaretçi tanıma, çoklu hedef verisi tanıma, metin algılama ve VuMark (Kullanıcı temelli barkod) çözümler gibi izleme teknikleri de Vuforia SDK yazılım kiti aracında yer alan özelliklerdir.

Bu tez çalışmasında mobil tabanlı geliştirme sağlandığı için yazılım geliştirme aracı olarak kullanılan bir diğer uygulama ise Visual Studio 'dur. Visual Studio; IntelliJ IDEA tabanlı olarak geliştirilmiştir ve fiziki olarak uygulamayı test edecek Android bir platform bulunmasa bile uygulama bünyesinde yer alan sanal cihazlar ile yazılım testinin gerçekleştirilmesi mümkündür.

3.1.5. Yazılım Geliştirme Araçları ile İşaretçi Tabanlı Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulaması

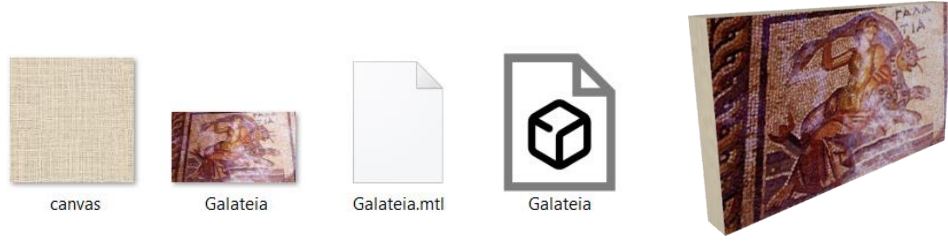
Daha önceki bölümlerde geliştirilen tez uygulaması için gerçekleştirilen modelleme sürecinden, işaretçi (marker) tanımlamasından, yazılım kitlelerinden ve bunların entegrasyonundan değinilmiştir. Modelleme sürecinde uygulamaya Gaziantep Zeugma Müzesi'nde yer alan Çingene Kızı Mozağının modellemesi tasarlanarak eklentisi sağlanırken buna ek olarak Fırat Nehri'nin Kralı Akheloos Mozağı, Danae Mozağı, Galateia Mozağı, Metiokhos eserlerinin modellemesi gerçekleştirilip uygulamaya entegre edilmiştir.



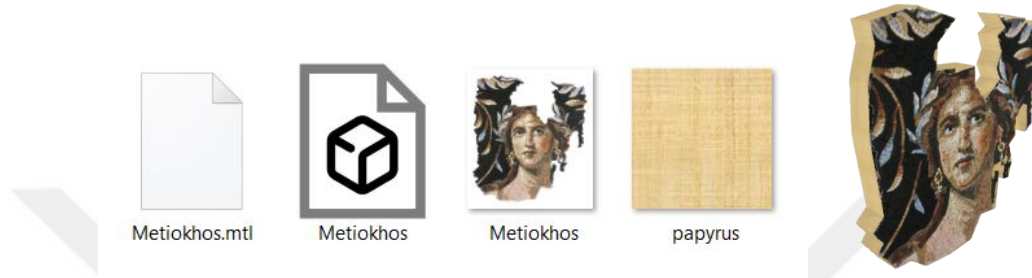
Şekil 3.15. Fırat Nehri'nin Kralı Akheloos Mozağı 3D Modellemesi.



Şekil 3.16. Danae Mozağı 3D Modellemesi.



Şekil 3.17. Galateia Mozaïği 3D Modellemesi.

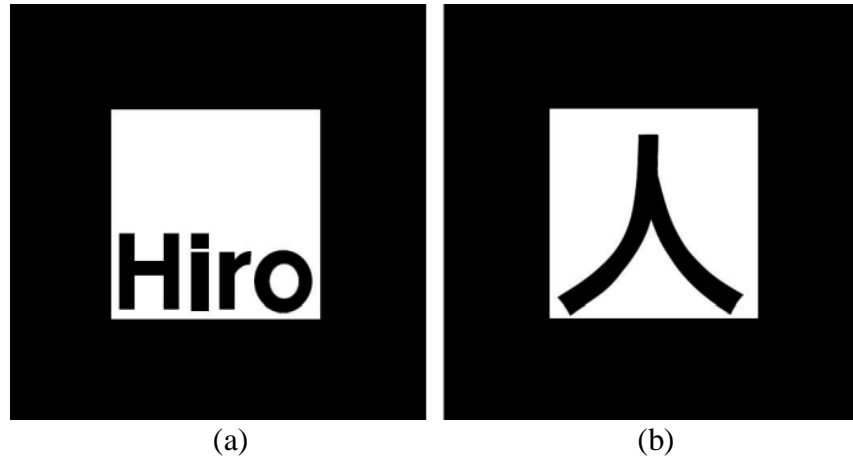


Şekil 3.18. Metiokhos Eseri 3D Modellemesi.

3.1.5.1. ARToolKit ile Geliştirilen Uygulama

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen ARToolKit uygulamalarında sanal nesnenin bindirileceği işaretçinin belli başlı standartlara sahip olması gereklidir.

ARToolKit SDK, varsayılan işaretçi olarak Hiro ve Kanji olmak üzere iki işaretçi kalıbını kullanıma sunar.

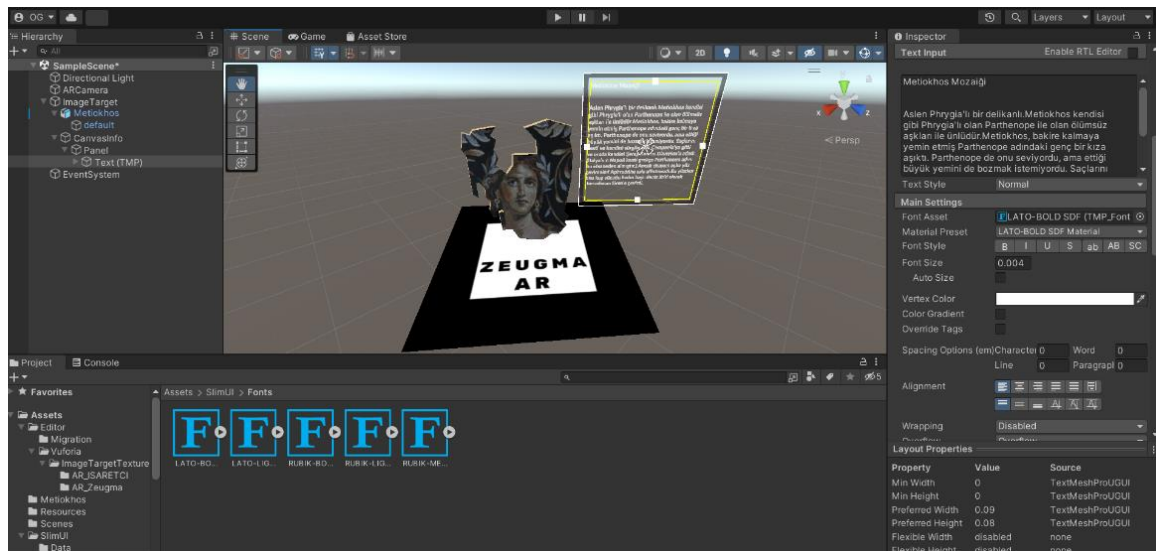


Şekil 3.19. ARToolKit SDK üzerinde tanımlanan (a) Hiro ve (b) Kanji işaretçi kalıbı.

ARToolKit SDK üzerinde tanımlanan Hiro ve Kanji işaretçi kalıplarının haricinde farklı işaretçi tanımlaması da sağlanabilir. Bu tanımlanacak işaretçinin veya işaretçilerin (marker) ARToolKit SDK bünyesinde gerçekleştirilebilmesi için bazı özellikleri taşıması gerekir. Bu özellikler;

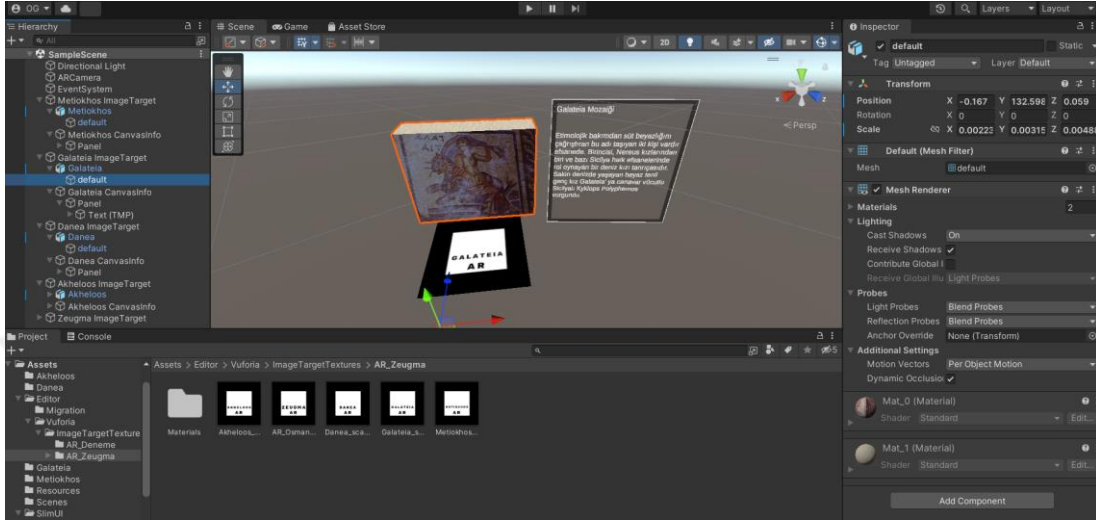
- İşaretçi veya işaretçiler kare formunda olmalıdır,
- Zıt renkleri barındırmalı (Genel olarak siyah ve beyaz renk kullanılır.),
- İşaretçi içerisinde bulunan resim veya yazı formunun asimetrik biçimde olması gerekir.

Daha önceki bölümlerde de bilgi verildiği üzere, geliştirilen uygulamada kullanılması için ARToolKit SDK özelliklerini barındıran, tek katmanlı işaretçi tasarımı sağlanmıştır. Sonrasında Unity 3D Oyun Motoru üzerinde boş bir nesne tanımlanıp, hiyerarşi paneli içerisinde “Main Camera” kaldırılarak bunun yerine Vuforia içerisinde yer alan “AR Camera” dahil edilir. Ardından Image Target objesi eklenerek oluşturulan tek katmanlı işaretçiler bu obje içerisine tanımlanır. İşaretçilerin tanımlanması ile birlikte daha öncesinde tasarlanan eser modellerinin işaretçilere bindirimi gerçekleştirilir ve modeller hakkında bilgi yazısı UI Canvas eklentisi ile gerçekleştirilerek tamamlanır.



Şekil 3.20. Metiokhos Mozaikinin AR çalışması ve UI Canvas eklentisi.

Fırat Nehri'nin Kralı Akheloos Mozaïği, Danae Mozaïği, Çingene Kızı Mozaïği ve Galateia Mozaïği için de birbirinden farklı, tek katmanlı işaretçiler tanımlandı ve daha önce bu tarihi eserler için tasarlanan 3D modeller, işaretçilere bindirilerek UI Canvas eklentisi sağlandı.

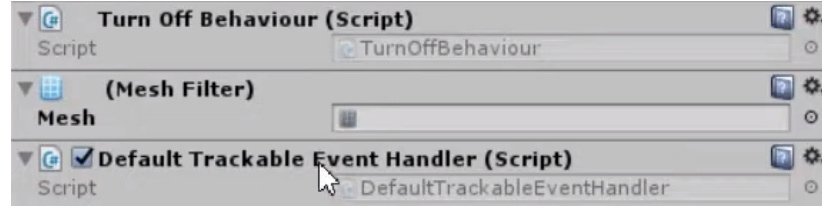


Şekil 3.21. Galateia Mozaïğinin ve diğer tarihi eser modellerinin AR çalışması ve UI Canvas eklentisi.

3.1.5.2. ARToolKit ile Geliştirilen Uygulamaya Ses ve Video Tanımlaması

Artırılmış Gerçeklik kullanılarak geliştirilen uygulamada tasarlanan 3D modellerin, geliştirilen tek katmanlı işaretçilere bindiriminin ardından tarihi eser ile alakalı uygulama kullanıcısının net bir şekilde bilgilendirilebilmesi için uygulamaya video verisi tanımlanıp, görme engelli bireyler için sesli okuma özelliği entegre edilmiştir.

Unity Oyun Motoru üzerinde gerçekleştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasına ilk olarak ses verilerinin eklentisi sağlanmıştır. Bu ses verileri, ilgili eserler hakkında verilen bilgilendirme yazısının okunması esnasında kaydedilen veriler olup, her birisi kendi modeli üzerine bindirilmiştir. Kameranın, tasarlanan tek katmanlı işaretçiyi algıladığı esnada sanal modelin bindirilmesi ile birlikte ses verisinin başlatılıp algılayamadığı durumda durdurulması için “Image Target” segmesi üzerinde yer alan “Default Trackable Event Handler” başlıklı C# dosyası, daha önce kurulan Visual Studio üzerinde açılır.



Şekil 3.22. Image Target segmenti üzerinde yer alan Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası.

C# yazılım dosyası üzerinde ilk olarak; ekleyeceğimiz ses dosyasının, Artırılmış Gerçeklik uygulamasında okunabilmesi için ses değişkeni tanımlanır.

```

8
9 namespace Vuforia
10 {
11     /// <summary>
12     /// A custom handler that implements the ITrackableEventHandler interface.
13     /// </summary>
14     public class DefaultTrackableEventHandler : MonoBehaviour,
15                                             ITrackableEventHandler
16     {
17         #region PRIVATE_MEMBER_VARIABLES
18
19         private TrackableBehaviour mTrackableBehaviour;
20         public AudioSource ses;
21
22         #endregion // PRIVATE_MEMBER_VARIABLES

```

Şekil 3.23. Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası üzerinde ses değişkeninin tanımlanması.

Ardından tek katmanlı işaretçinin algılanması esnasında ses verisinin başlatılması için OnTrackingFound() fonksiyonu içerisine ses.Play() fonksiyon tanımlaması sağlanarak gerçekleştirilir. İşaretçinin algılanmaması halinde ise OnTrackingLost() fonksiyonu içerisine ses.Stop() fonksiyonu tanımlanarak ses verisinin durdurulması gerçekleştirilir. Böylece geliştirilen uygulama üzerinde, mobil kamerası ile tek katmanlı işaretçinin algılanması esnasında 3 Boyutlu sanal model bindirimi sağlanıp ses verisi de otomatik olarak oynatılacaktır. İşaretçinin kamera üzerinde okutulmaması halinde sanal model ve veriler kullanıcıya gösterilmeyip ses verisi de aktarılmayacaktır.

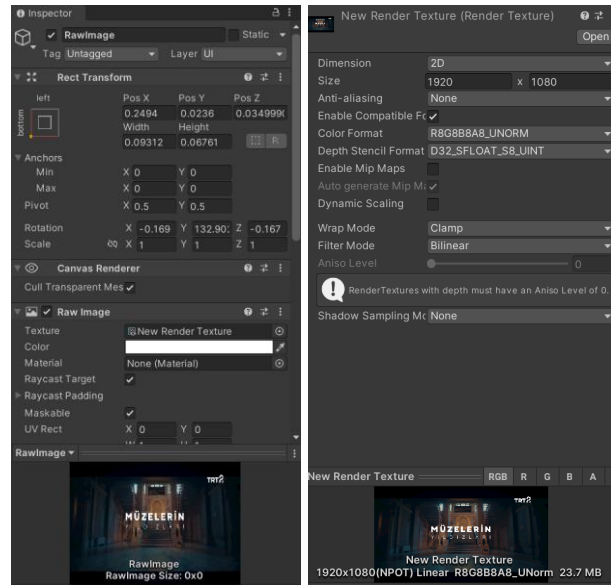
```

44     /// Implementation of the ITrackableEventHandler function called when the
45     /// tracking state changes.
46     /// </summary>
47     public void OnTrackableStateChanged(
48         TrackableBehaviour.Status previousStatus,
49         TrackableBehaviour.Status newStatus)
50     {
51         if (newStatus == TrackableBehaviour.Status.DETECTED ||
52             newStatus == TrackableBehaviour.Status.TRACKED ||
53             newStatus == TrackableBehaviour.Status.EXTENDED_TRACKED)
54         {
55             OnTrackingFound();
56             ses.Play ();
57         }
58         else
59         {
60             OnTrackingLost();
61             ses.Stop ();
62         }

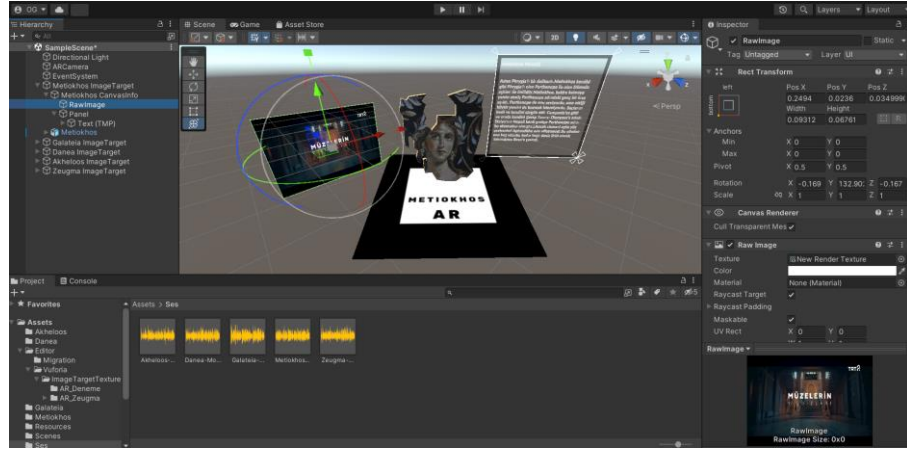
```

Şekil 3.24. Default Trackable Event Handler başlıklı C# dosyası üzerinde ses başlangıç ve bitiş değişkeninin tanımlanması.

Ses verilerinin, uygulama üzerinde tanımlanan modellere eşlenik olarak bindirilmesi işleminin ardından Gaziantep Zeugma Müzesi tanıtım videosunun, uygulamada izlenebilir bir biçimde görüntülenebilmesi için Unity 3D Oyun Motoru üzerinde yer alan “Hierarchy” segmesinden UI – RawImage açılır. Ardından “Assets” segmesine eklenecek video import edilerek Create – Render Texture oluşturulur. RawImage ve Render Texture segmelerinde yer alan “Video Clip” alanlarına, eklenecek olan video tanımlanarak işaretçi (marker) üzerine bindirimi gerçekleştirilir.



Şekil 3.25. RawImage ve Render Texture segmelerinde yer alan “Video Clip” alanlarına, eklenecek olan videonun tanımlanması.

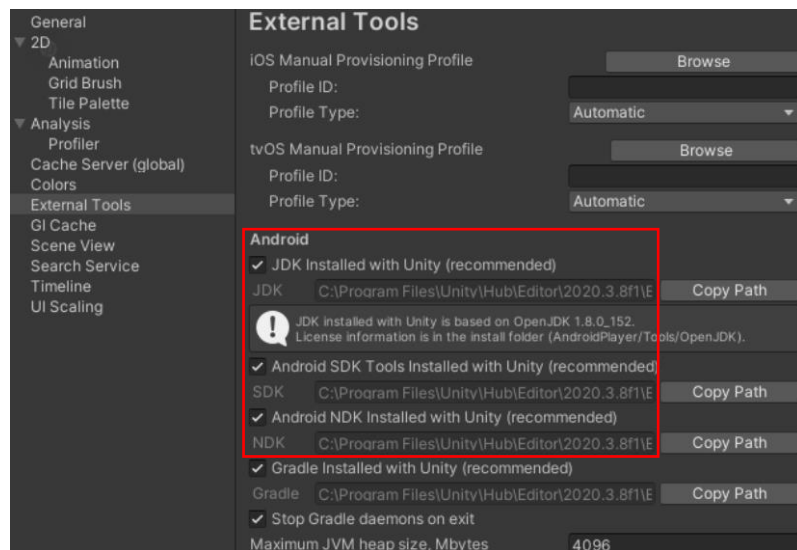


Şekil 3.26. Artırılmış Gerçeklik uygulamasına ses ve video verilerinin eklenmiş hali.

3.1.6. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Mobil Platforma Taşınması

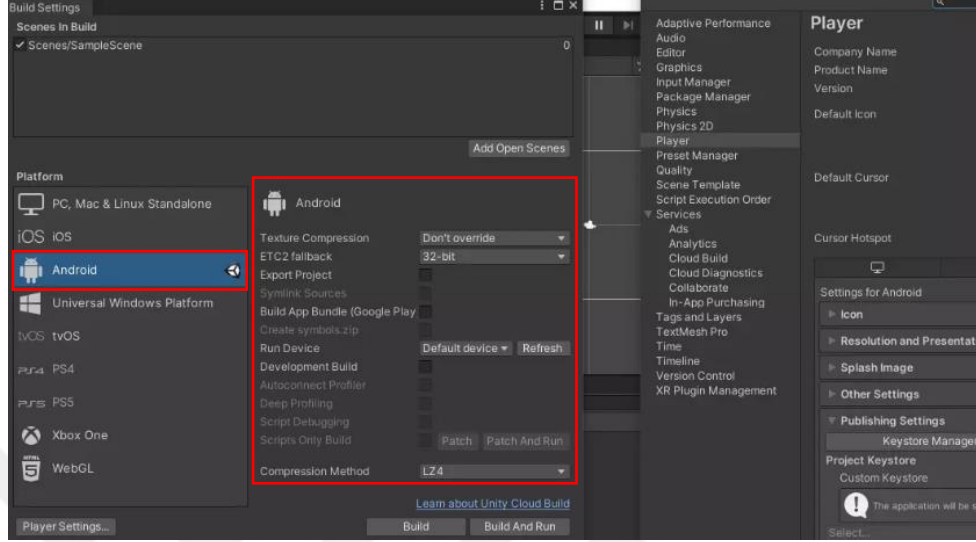
Günümüzde Unity 3D Oyun Motorunda geliştirilen projeler çoğunluklu olarak Android ve iOS platformlarında kullanılmaktadır. Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen uygulamada, farklı platformlar üzerinden entegrasyon sağlanabilse de tercih edilen platform Android olmuştur.

Tez için geliştirilen bu uygulamanın tamamlanmasının ardından mobil cihaz üzerinde kullanılabilmesi için Unity 3D Oyun Motorundan build edilmesi gerekir. Geliştirilen uygulama, Android platform için build aldığından, kullanılacak mobil cihaza APK dosyası oluşturulur.



Şekil 3.27. Artırılmış Gerçeklik uygulamasının SDK, NDK ve JDK ayarları.

Geliştirilen projenin APK çıktısını alabilmek için Android cihazlarda gerekli olan tüm paketler Unity 3D Oyun Motoru üzerinden dahil edilir. (SDK, NDK ve JDK paketleri.)



Şekil 3.28. “Project Settings” segmesinden projenin, Android platforma dahil edilmesi.

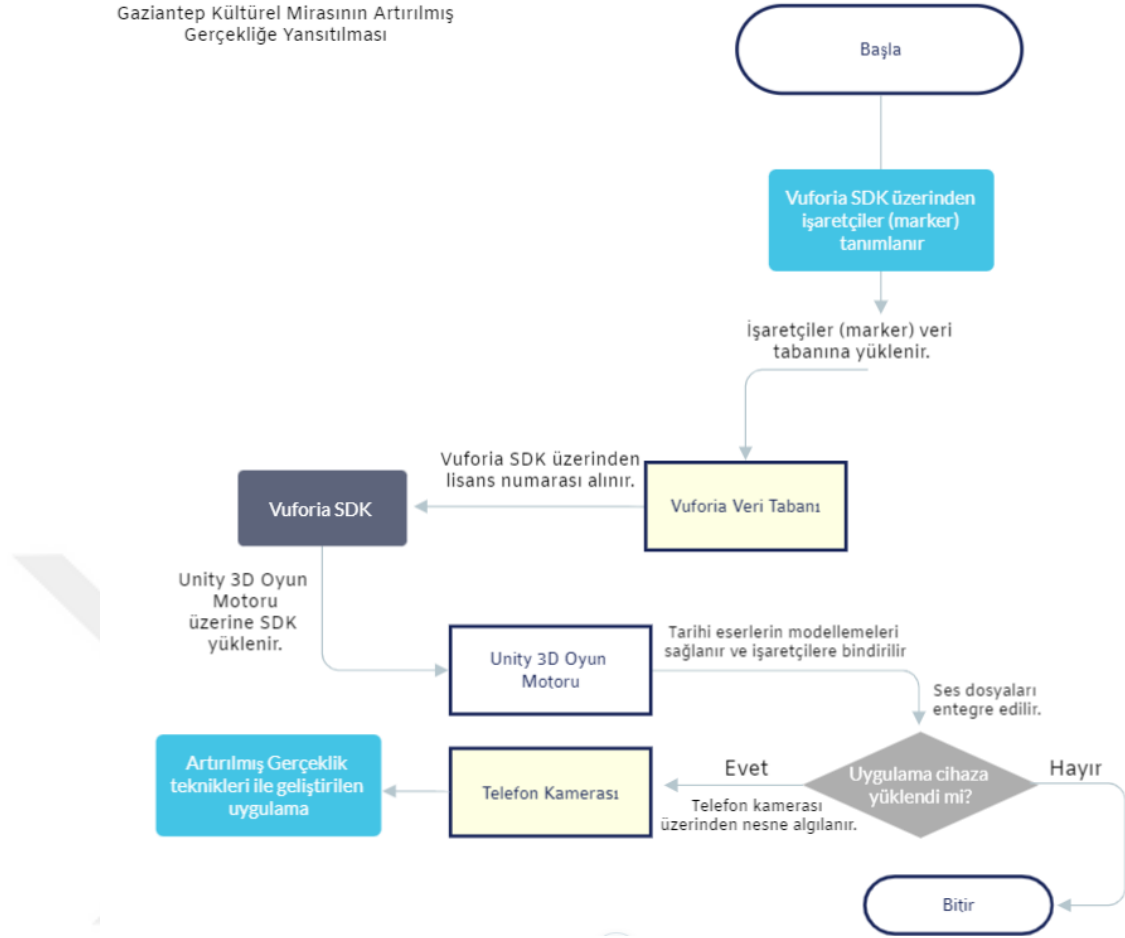
Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasının Android platformda çalışabilmesi için gerekli altyapı ve build işlemleri gerçekleştirildikten sonra proje için belirlenen Android platformu, Şekil 3.28’de gösterildiği gibi “Project Settings” segmesinden seçilerek ayarlanır.

Platform seçiminin ardından proje build edilir ve oluşan APK dosyası, kullanılacak Android mobil cihazına eklenerek çalıştırılır.

3.1.7. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik Uygulamasında Takip Edilen İş Akışı

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen uygulama üzerinde ilk olarak işaretçiler (marker) Vuforia SDK üzerine tanımlanır ve “Vuforia Engine Database” kısmına aktarılır. SDK üzerinden alınan lisans numarası ile Unity 3D Oyun Motorundan işaretçilere erişim gerçekleştirilir. Unity 3D Oyun Motoru üzerinden tanımlanan bu işaretçilere (marker), 3D tarihi eser modelleri ve gerekli ses – video verileri bindirilerek APK formatına dönüştürülür ve ardından mobil platformuna dahil edilir. Uygulama kullanıcıyı mobil kamerası üzerinden, işaretçileri (marker) algılar ve AR gösterimini deneyimlemiş olur.

Gaziantep Kültürel Mirasının Artırılmış Gerçekliğe Yansıtılması



Şekil 3.29. Geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamasının iş – akış diyagramı.

3.1.8. Geliştirilen Uygulamanın Başarı Ölçütleri

Geçmişten günümüze devam eden ve hızlı bir şekilde gelişen teknoloji ile birlikte insanların öğrenme, yaşam ve alışkanlıklarında da değişimler meydana gelmektedir. Turizm alanında ise gelişen teknoloji ile birlikte eserler üzerinde sağlanan geri çatım çalışmaları, yerini Artırılmış Gerçeklik uygulamalarına bırakarak tarihi geçmişin mekânsal görünüm ve bilgi birikimini dijital olarak kullanıcılara sunmuştur. Tez çalışmasında ve daha öncesinde Türkiye üzerinde yer alan müzelerde kullanılmak üzere geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulama çalışmaları incelendiğinde eser tanıtımlarının gelen ziyaretçilere yaptığı katkılar hem nicel hem nitel veri toplama ve analiz yöntemi birlikte kullanılarak keşfedilmiştir. Nitel veri olarak; Gaziantep Zeugma Müzesi üzerinde yer alan mozaik yapı ve eserlerinin geri çatım işlemi gerektirmeksizin geçmişteki doku ve görüntüsünün kullanıcıya birebir aktarımının sağlanması ile hem fiziki olarak eser üzerinde sağlanan çalışmalar sırasındaki maddi ve zamansal kaybın

önlenmesi hem de bu çalışmalar sırasında eserin geçmişteki doku ve görüntü bozulmasının ortadan kaldırıldığı durumu bununla birlikte kullanıcının Artırılmış Gerçeklik uygulaması ile etkileşimi sonucunda ulaşılan geri dönüşü ele alınmıştır. Nicel veri olarak; daha önce elde edilen nitel veri sonuçları ele alınarak, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin turizm alanındaki entegrasyonunun ve kullanımının kolay ve etkili olması sebebiyle yapı ve eser tanıtımlarında daha fazla kullanıldığı ve bu konu üzerinde çalışmalar sağlandığı tespit edilmiş ve bu veriler nicel veri olarak ele alınmıştır.

Araştırma sonucunda özellikle Türkiye üzerinde sağlanan Artırılmış Gerçeklik Müze çalışmalarının nitel araştırma sayısının artırılması gerektiği, turizm sektöründeki çeşitli yapı ve eser tanıtım alanlarında Artırılmış Gerçeklik entegrasyonunun farklılık sağlanabileceği tespit edilerek bu konularda gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmalarının ülkemizde turizm alanında önemli ölçüde katkı sağlayacağı ön görülmüştür. Bununla birlikte Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının istenilen başarı seviyesini kullanıcı üzerinde tespit edebilmek için uygulama için kullanılan teknolojik alt yapının, ortam faktörünün, cihaz titreşim varyantının, görüntü tanımlama algoritmasının, işaretçi katmanının ve sanal modellemenin göz önünde bulundurulması gereken başarı kriterleri olarak değerlendirilmesi ve bu kriterlerin uygulama üzerinde de doğru orantılı bir biçimde etkileşim sağladığının bilgisi dikkat edilmesi gereken hususlardandır.



Şekil 3.30. Artırılmış Gerçeklik uygulaması dört temel başarı kriteri.

4. SONUÇLAR

4.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında Gaziantep Zeugma Müzesi'nde kullanılabilir bir Artırılmış Gerçeklik (AR) uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulama üzerinde, Gaziantep Zeugma Müzesi'nde yer alan Akheloos, Danae, Galateia, Metiokhos ve Zeugma (Çingene Kızı) mozaiklerinin görüntüleri 3 boyutlu bir biçimde modellenerek, tek katmanlı işaretçilere sanal olarak bindirilip, kullanıcılara mobil tabanlı uygulama biçiminde sunulmuştur. Bu sanal eser modelleri ile birlikte bilgilendirme yazısı, ses ve video verileri işaretçi üzerine bindirilerek uygulamaya entegre edilmiştir.

Artırılmış Gerçeklik teknikleri ile geliştirilen bu uygulamada kullanıcılar Android cihaz üzerinden, Gaziantep Zeugma müzesinde yer alan eserlerle etkileşim kurarak daha gerçekçi bir şekilde bilgi edinmektedir.

Günümüzde buna benzer pek çok Artırılmış Gerçeklik uygulaması hayata geçirilmiş ve geliştirilmeye devam etmektedir. Geliştirilen bu uygulama sayesinde ilgili tarihi eser veya yapıt yıpransa bile kullanıcı eski görünümünü sanal olarak uygulama üzerinde görüntüleyip bu eser veya yapıt hakkında bilgi alabilecektir.

Ayrıca Gaziantep Zeugma Müzesi'ne gelen ziyaretçinin görme engelli olabileceği hesaba katılarak, geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulaması üzerinden ziyaretçi eserler hakkında sesli bilgilendirme alabilecektir.

4.2. Öneriler

Kültürel miras alanları üzerinde geliştirilen Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının, turistik çekiciliği arttırmak maksadı ile gerçekleştirildiği söylenebilir. Böylece uygulama kullanıcısı daha somut ve aktif bir biçimde tarihi eserler ile ilgili bilgi alabilecektir.

Geçmiş yıllarda sağlanan AR uygulamaları ile günümüz teknolojisi kıyaslandığında; karmaşık düzenekle çalışan ekipmanlar üzerinde kullanılan AR uygulamaları yerini mobil ve tablet gibi kolay platformlar üzerinde çalışan AR uygulamalarına bırakmıştır. Böylece teknolojinin insanlar tarafından kullanılabilirliğinin basite indirgenmesine paralel olarak, Dünya çapında da AR gelişimi ve kullanımı büyük oranda artış sağlamıştır.

Bu gözlem ve araştırmalar neticesinde Dünya üzerinde özellikle Avrupa ülkelerinde, kültürel miras alanlarının tanıtımı için kullanılan AR uygulamalarının gelişiminde artış gözlemlenirken ülkemizde bu tür çalışmalara yönelik artış istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Ülkemizde müzeler için gerçekleştirilen AR çalışmalarının artışı ile zaman geçtikçe kültürel miras alanlarındaki fiziksel yıpranmanın önüne geçilemeyecek ve gelecek nesillere aktarılamayacak olan birçok tarihi eserler dijital anlamda korunarak gelecek nesillere aktarılabilir.



5. KAYNAKLAR

- Vargün, Ö. & Nuhoglu, M. (2019). Kültürel Miras Eğitiminde Bilgi İletişim Teknolojilerinin Rolü ve Mobil Uygulamalar. *Unimuseum*, 2 (2), 45-53. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/unimuseum/issue/51304/659554>
- Çakal, M. & Eymirli, E. (2012). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi. *Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı*, 1-10. Retrieved from https://kudaka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/fa254-artirilmis_gerceklik_teknolojisi.pdfhttps://kudaka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/fa254-artirilmis_gerceklik_teknolojisi.pdf
- D. Pérez-López, Contero, “Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention”, *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12 (4), 19-28, 2013.
- Yiğit, A. Y. & Uysal, M. (2021). Tarihi Eserlerin 3B Modellenmesi ve Artırılmış Gerçeklik ile Görselleştirilmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 1032-1043. DOI: 10,35193/bseufbd.1011064
- Demir, Ç. (2022). Metaverse Teknolojisinin Otel Sektörünün Geleceğine Etkileri Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 10(1), 542-555.
- T. İçten, G. Bal, Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5:2 (2017) 111-136.
- Kuş, O. (2021). Metaverse: ‘Dijital Büyük Patlamada’ Fırsatlar ve Endişelere Yönelik Algular. *Intermedia International E-journal*, 8 (15), 245-266. DOI: 10,21645/intermedia.2021.109
- Groves, M. (2019). Philips and Microsoft HoloLens 2: augmented for image guided therapy- News | Philips. <https://www.philips.com/aw/about/news/archive/standard/news/articles/2019/2019031>
- Microsoft. (2021). Microsoft Karma Gerçeklik - Sağlık Hizmetleri. <https://www.microsoft.com/trtr/hololens/industry-healthcare>
- MediaClick Blog. (2022). “AR (Artırılmış Gerçeklik) ve VR (Sanal Gerçeklik) arasındaki farklar nelerdir?”. <https://www.mediatick.com.tr/tr/blog/ar-artirilmis-gerceklik-ile-vr-sanal-gerceklik-arasindaki-farklar-nelerdir>
- brandlife. (2022). “Dior Eyes ile Modaya Yeni Bir Bakış”. <http://www.brandlifemag.com/dior-eyes-ile-modaya-yeni-bir-bakis/>
- BBC. (2022). “Nintendo shares up more than 50% since Pokemon Go release”. <https://www.bbc.com/news/business-36791275>

- Ünal, M. (2017). “Kültürel Miras Alanları İçin Uzaktan Artırılmış Gerçeklik Sistemi”. Hacettepe Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. <http://www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080/xmlui/handle/11655/3863>
- webrazzi. (2022). “Artırılmış Gerçeklik (AR) uygulamaları şehirlerin 3 boyutlu sanal kopyalarını nasıl oluşturuyor?”. <https://webrazzi.com/2020/11/29/artirilmis-gerceklik-uygulamalari-sehirlerin-3-boyutlu-sanal-kopyalari/>
- BBC. (2022). “Turning Van Gogh's The Night Cafe into virtual reality”. <https://www.bbc.com/news/av/technology-32751392>
- Alcimed. (2022). “Virtual reality in Healthcare: new opportunities for medical education, disease diagnosis, and treatment”. <https://www.alcimed.com/en/alcim-articles/virtual-reality-healthcare-new-opportunities/>
- Akbaş, M. F. & Güngör, C. (2017). “Artırılmış Gerçeklikte İşaretçi Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli” . *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi* , 19 (56) , 599-619 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/deumffmd/issue/40771/491750>
- Güngör, C. & Kurt, M. (2014). Mobil Cihazlarda Görsel Arttırılmış Gerçeklik Algısının 3 Boyutlu Kırmızı-Camgöbeği Gözlükler ile Arttırılması, *22nd IEEE Signal Processing and Communications Applications Conference (SUI 2014)*, s. 1706-1709.
- Ercan, M. (2010). A 3D Topological Tracking System for Augmented Reality. *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, 61s, Ankara.
- Cho, Y., Neumann, U. (1998). Multi-ring Color Fiducial Systems for Scalable Fiducial Tracking Augmented Reality, *IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, s. 212.
- ARToolKit (2022). “Developing your First Application, Part 2”. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/devmulti.htm>
- Deep Learning Türkiye. (2022). “Regresyon ve Sınıflandırmada Hata Metrikleri”. <https://medium.com/deep-learning-turkiye/regresyon-ve-siniflandirmada-hata-metrikleri-143a40c6b656>
- Dijital Ajanslar. (2022). “Artırılmış Gerçeklik Projeleri 2013”. <https://www.dijitalajanslar.com/artirilmis-gerceklik-projeleri-2013/>
- Gümüş, K., & Boydaş, O. (2021). “Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Eğitimdeki Yerinin İncelenmesi”. *Journal of International Social Research*, 14(76).
- Gadgenda. (2022). “iSandBOX - The Augmented Reality Sandbox”. <https://www.gadgenda.com/universal-terminal-systems-ltd>

- Uzun, Y. & Gözel, O. (2022). “Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Kültürel Miras Alanlarına Etkisi” . *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 280-284. <https://dergipark.org.tr/en/pub/ejosat/issue/68221/1021825>
- Akkuş, G. & Akkuş Ç. (2018). “Tarihi Turistik Alanlarda Kullanılan Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Değerlendirilmesi”. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 6(1), 83-104
- Güzel, T., & SUCAKLI, G. (2020). Müze turizminde artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulamaları; Dünya ve Türkiye örnekleri. *Journal of Tourism Research Institute*, 1(2), 71-82.
- Mat Bilişim (2022), <http://www.matbilisim.com/gercek-artirilmis-gerceklik-true-augmented-reality>.
- Arkeolojik Haber (2022), [https://www.arkeolojikhaber.com/haber-muzeler-teknoloji-ile-daha-eglençeli-ve-daha-ogretici-12573/](https://www.arkeolojikh Haber.com/haber-muzeler-teknoloji-ile-daha-eglençeli-ve-daha-ogretici-12573/).
- Odunpazarı (2022). AR teknolojisi bu kapsamda ilk kez kullanılacak, http://www.odunpazarı.bel.tr/haber1424ar_teknolojisi_bu_kapsamda_ilk_kez_kullanilacak.
- Umaymdt. (2022). “Atatürk ile Bir Gün Yeşil Efendi Konağı Müzesi”. <https://umaymdt.com/tr/portfoy/yesil-efendi-konagi/>
- Anadolu Ajansı (2022). Mardin Turizminde ‘Artırılmış Gerçeklik’ Dönemi, <https://www.ntv.com.tr/galeri/seyahat/mardin-turizminde-artirilmis-gerceklik-donemi,84tvihjJ90SIWQVga0D8TA>.
- Arox.net (2022). Bursa Saat Müzesi, <http://arox.net/bursa-saat-muzesi.html>
- Özgüneş, R. E. & Bozok, D. (2017). Turizm Sektörünün Sanal Rakibi (Mi?): Arttırılmış Gerçeklik. *Uluslararası Türk Dünyası Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2 (2), 146-160. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tdtad/issue/33538/362637>
- Coskun, C. (2017). Bir Sergileme Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 0(20), 61- 75.

