

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN MİMARLIKTA DİJİTAL
CANLANDIRMA AMACIYLA KULLANILMASI: TRABZON KIZLAR
MANASTIRI ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Anıl EMİR

KASIM 2024

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN MİMARLIKTAKİ DİJİTAL
CANLANDIRMA AMACIYLA KULLANILMASI: TRABZON KIZLAR
MANASTIRI ÖRNEĞİ**

Anıl EMİR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"YÜKSEK MİMAR"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 19 / 09 / 2024

Tezin Savunma Tarihi : 06 / 11 / 2024

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Serbülent VURAL

Trabzon 2024

ÖNSÖZ

“Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimarlıkta Dijital Canlandırma Amacıyla Kullanılması: Trabzon Kızlar Manastırı Örneği” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı’nda hazırlanmıştır.

Çalışma sürecinde, fikir ve eleştirileriyle çalışmayı yönlendiren, tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Serbülent VURAL’a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, çalışma için gerekli proje dosyalarını paylaşan T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Trabzon Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü’ne ve Kızlar Manastırı’nda çalışmak üzere izin veren Trabzon Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Dairesi Başkanlığı’na teşekkür ederim.

Hayatım boyunca desteklerini her zaman hissettiğim ve bugünlere gelmemi sağlayan aileme teşekkürü borç bilirim.

Anıl EMİR
Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimarlıkta Dijital Canlandırma Amacıyla Kullanılması: Trabzon Kızlar Manastırı Örneği” başlıklı tez çalışmasını baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Serbülent VURAL’ın sorumluluğunda tamamladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 06/11/2024

Anıl EMİR

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amaç, Özgün Değer, Önem ve Kapsamı	2
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 1 – LİTERATÜR ÇALIŞMASI	6
2.1. Çalışmanın Yöntemi.....	6
2.2. Gerçeklik-Sanallık (RV) Sürekliliği.....	8
2.3. Artırılmış Gerçeklik (AG).....	12
2.4. Artırılmış Gerçeklik Türleri	15
2.4.1. Marker Based (İşaretçi tabanlı) AG	16
2.4.2. Projection Based (Projeksiyon tabanlı) AG	17
2.4.3. Location Based (Konum tabanlı) AG	18
2.4.4. Overlay (Üst üste bindirmeye dayalı) AG	19
2.4.5. Contour-Based (Outlining – Sınırlama tabanlı) AG	20
2.5. Artırılmış Gerçekliğin Kullandığı Donanım ve Yazılım Araçları.....	21
2.5.1. Donanım Araçları.....	22
2.5.2. Yazılım Araçları.....	23
2.6. Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi	25
2.6.1. İlk Yıllar (1960'lar ve Öncesi)	26
2.6.2. AG'nin Evrimi (1970'ler-1990'lar)	28
2.6.3. 21. Yüzyılda AG'nin Yükselişi (2000'ler ve Sonrası).....	31
2.7. Artırılmış Gerçekliğin Mimarlıkta Kullanımı	34
2.7.1. Mimari Tasarım Sürecinde.....	34
2.7.2. Mimarlık Eğitiminde.....	36

2.7.3. Temsil Aracı Olarak	38
2.7.4. Tarihi Binaların ve Alanların Dijital Olarak Canlandırılması	39
2.7.5. Örneklerin Değerlendirilmesi	45
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR 2 – ALAN ÇALIŞMASI	46
3.1. Çalışma Alanı: Trabzon Kızlar Manastırı	46
3.2. Çalışma Yapılacak Yapı Bölümlerinin Tespiti	52
3.3. Artırılmış Gerçeklikle Dijital Canlandırma Süreci	53
3.3.1. Proje Hazırlığı ve Veri Toplama	53
3.3.2. Veri Hazırlama ve Modelleme	55
3.3.3. Akıllı Telefonlar İçin Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Hazırlama	58
3.3.4. Anket Oluşturulması	65
3.3.5. Kullanıcı Deneyimi Testleri	67
4. BULGULAR	69
4.1. Tanımlayıcı İstatistik Verilere Göre Bulgular	69
4.1.1. Merkezi Eğilim Ölçüleri (Ortalama, Medyan, Mod)	69
4.1.2. Merkezi Dağılım Ölçüleri	73
4.2. Tematik Başlıklara Göre Bulgular	75
4.2.1. Aynı Başlık Altındaki Sorular	81
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	83
6. KAYNAKLAR	87
7. EKLER	99
ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN MİMARLIKTAKİ DİJİTAL CANLANDIRMA AMACIYLA KULLANILMASI: TRABZON KIZLAR MANASTIRI ÖRNEĞİ

Anıl EMİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Serbülent VURAL
2024, 98 Sayfa, 5 Ek Sayfa

Bu tez kapsamında, artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak tarihi yapılar üzerinde kullanıcı deneyimini artırmaya yönelik bir mobil uygulama geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda artırılmış gerçekliğin tarihi yapılar üzerinde pratik bir araç olarak kullanıcı deneyimini nasıl etkilediğine dair kullanıcı görüşlerinin alınması planlanmıştır. Kent belleği, bir şehrin tarihini, kültürünü ve kimliğini yansıtan önemli bir unsurdur; ancak zamanla kaybolma riski taşır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi, kent belleğini canlandırmak, korumak ve unutulmaktan kurtarmak için potansiyel bir araç olabilir. Tarihi binaların sanal olarak canlandırılması, tarihi etkinliklerin yeniden yaşatılması ve kentlerin kültürel mirasının sanal ortamda tanıtılması gibi uygulamalar, kent belleğinin unutulmasını önlemeye yardımcı olabilir. Artırılmış gerçeklik gelecek nesillere kentin geçmişini ve kimliğini aktarmak için güçlü bir yol olabilir ve kentlerin kültürel miraslarının korunmasına katkıda bulunabilir. Çalışma kapsamında, Trabzon'da bulunan Kızlar Manastırı'nın IV. yapı dönemindeki durumu dijital olarak canlandırılmış ve bu canlandırma kullanıcılarla paylaşılarak kullanıcı deneyimi üzerinden çalışma ile ilgili fikir alışverişi yapılmıştır. Buna göre artırılmış gerçekliğin tarihi yapılar üzerinde kullanıcı deneyimini artırmaya yönelik olarak kullanılabilecek önemli bir potansiyele sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış gerçeklik, Canlandırma, Kültürel Miras, Kent Belleği

Mater Thesis

SUMMARY

THE USE OF AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY FOR DIGITAL ANIMATION IN ARCHITECTURE: THE CASE OF TRABZON GIRLS' MONASTERY

Anıl EMİR

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture
Supervisor: Prof. Serbülent VURAL
2024, 98 Pages, 5 Appendix

Within the scope of this thesis, it is aimed to develop a mobile application to enhance the user experience on historical buildings using augmented reality technology. In this context, it is planned to obtain user opinions on how augmented reality affects the user experience as a practical tool on historical buildings. Urban memory is an important element that reflects the history, culture and identity of a city; however, it carries the risk of being lost over time. Augmented reality technology can be a potential tool to revitalize, preserve and save urban memory from oblivion. Applications such as virtual recreation of historical buildings, reliving historical events and promoting the cultural heritage of cities in a virtual environment can help prevent urban memory from being forgotten. Augmented reality can be a powerful way to convey the city's past and identity to future generations and contribute to the preservation of cities' cultural heritage. Within the scope of the study, the condition of the Girls Monastery in Trabzon during the IVth building period was digitally animated and this animation was shared with the users and ideas about the study were exchanged through the user experience. Accordingly, it was seen that augmented reality has a significant potential to be used to increase user experience on historical buildings.

Key Words: Augmented reality, Animation, Cultural heritage, Urban memory

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Grafikselsel olarak yöntem anlatımı	7
Şekil 2. Gerçeklik-Sanallık sürekliliği (Reality-Virtuality Continuum)	9
Şekil 3. SG araçları ile sanal dünyayı deneyimleyen bir kişi	10
Şekil 4. Karma gerçeklik temsili görüntüsü	11
Şekil 5. GG ve diğer gerçeklik türlerinin etkileşimini anlatan venn şeması	12
Şekil 6. Elektronik tablet üzerinde bir AG uygulaması örneği.....	13
Şekil 7. Artırılmış gerçeklik uygulama türleri.....	15
Şekil 8. Marker based AG türünün örnek gösterimi.....	16
Şekil 9. The virtual box projesi kapsamında, Laparoskopik kameranın sanal muadilinin ayna görüntüsü üzerindeki yansıması.....	18
Şekil 10. Konum tabanlı AG için örnek bir uygulama	19
Şekil 11. Overlay (Superimposition Üst üste bindirmeye dayalı) AG	20
Şekil 12. Pnömotoraks ve torasik yapıların gerçek zamanlı yansıtılmış görsel kaplamasının Contour-Based AG ile tüp torakostomi eğitimi	21
Şekil 13. Artırılmış gerçeklik ortamının temel bileşenleri	24
Şekil 14. Sırasıyla; Link trainer çizimleri, Link trainer uçuş simülatörü	25
Şekil 15. Sensorama, ilk çok duyulu sanal gerçeklik sistemi.....	27
Şekil 16. The Sword of Damocles, ilk AG örneklerinden biri	28
Şekil 17. Sırayla; Videoplace çalışma prensibi, kullanım örneği.....	29
Şekil 18. Sırayla; Workstation çalışma prensibi, kullanım örneği	29
Şekil 19. The CAVE sanal gerçeklik sistemi	31
Şekil 20. Pokémon GO oyunundan görüntüler.....	32
Şekil 21. Gensler Microsoft Hololens üzerinde Sketchup görüntüleyici kullanıyor.....	35
Şekil 22. Temsil aracı olarak AG kullanımı	39
Şekil 23. LIFEPLUS projesine ait, SG ve AG ile oluşturulmuş görsel örnekleri	41
Şekil 24. ARCHEOGUIDE çalışması sırayla; orijinal görüntü, artırılmış görüntü	42
Şekil 25. MAR projesinden görseller; 3D rekonstrüksiyon, oyunlaştırılmış menüler.....	43
Şekil 26. Alexandria Troas podyumlu tapınağa ait gerçekleştirilen çalışma görselleri.....	45
Şekil 27. Kızlar Manastırı'nın harita üzerindeki konumu	46
Şekil 28. David – Talbot Rice tarafından 1936 yılında çekilen fotoğraf.....	48

Şekil 29. Günümüzde Manastır'a ait yapıları gösteren plan	50
Şekil 30. Anıt Mezar ve Çan Kulesi'ne ait mevcut durumu gösteren fotoğraflar	53
Şekil 31. Metropolitan Constantinos'un Anıt Mezar'ı (1967)	54
Şekil 32. Güneydoğudan manastır avlusu ve Çan Kulesi.....	54
Şekil 33. Çan Kulesi yapısının; plan, görünüş ve kesitlerini gösteren restitüsyon çizimi	56
Şekil 34. Anıt Mezar yapısının; plan, görünüş, kesitlerini gösteren restitüsyon çizimi	56
Şekil 35. Çan Kulesi yapısının modellenme prensibi.....	57
Şekil 36. Anıt Mezar yapısının modellenme prensibi	57
Şekil 37. License Manager kısmında yeni bir lisans oluşturduktan sonraki liste.....	58
Şekil 38. Target Manager kısmında yeni bir lisans oluşturduktan sonraki liste.....	59
Şekil 39. Oluşturulan veri tabanının üzerine tıklanınca açılan liste ve veri tabanının indirileceği yer	59
Şekil 40. Image target seçili iken doldurulması gereken alanlar	60
Şekil 41. Çalışmanın konseptini anlatan görsel.....	61
Şekil 42. Test edilmiş Android mobil uygulamasından alınan ekran görüntüleri	62
Şekil 43. Sahneler arası geçiş ve uygulamadan çıkış yapmak için kullanılan kodlama	62
Şekil 44. Malzeme değişimi için kullanılan kod	63
Şekil 45. İşaretçi yeri ve konumuna göre modelin revizyonu	64
Şekil 46. Geliştirilen AG uygulamasından, çalışma alanında alınan ekran görüntüleri	64
Şekil 47. Kullanıcı deneyimi testlerine ait görseller.....	68
Şekil 48. Soru ve kategori bazlı genel ortalamaları gösteren grafik.....	71
Şekil 49. Genel puanlara göre oluşturulmuş kutu grafiği.....	73
Şekil 50. Soru bazında puanlara göre oluşturulmuş kutu grafiği	74
Şekil 51. 1. ve 2. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik.....	75
Şekil 52. 3. ve 4. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik.....	77
Şekil 53. 5. ve 6. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik.....	78
Şekil 54. 7. ve 8. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik.....	79
Şekil 55. 9. ve 10. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik.....	80

TABLÖLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Yanıt puanlanmasında ve ortalamaların değerlendirmesinde kullanılacak puanlar	70
Tablo 2. Anket yanıtlarına göre ortalamaların hesaplanması	70
Tablo 3. Verilen yanıtların puan değeri ve sıralaması.....	72
Tablo 4. Sıralı yanıtlar ve yanıtların bulundukları kategoriler	72



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AG	: Artırılmış Gerçeklik
SG	: Sanal Gerçeklik
KG	: Karma Gerçeklik
GG	: Genişletilmiş Gerçeklik
RV	: Gerçeklik-Sanallık
AS	: Artırılmış Sanallık
SDK	: Yazılım Geliştirme Kiti
2D	: 2 Boyutlu
3D	: 3 Boyutlu
HMD	: Kafaya takılan ekran
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
QR	: Karekod
IoT	: Nesnelerin interneti
VIVED	: Sanal Görsel Ortam Ekranı
MIT	: Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
VIEW	: Sanal Arabirim Ortamı İş İstasyonu
LEEP	: Işık Yayıcı Elektrokimyasal Hücreler
BOOM	: Binoküler Çok Yönlü Monitör
GPS	: Küresel Konumlama Sistemi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Artırılmış gerçeklik (AG), dijital ortamla fiziksel dünyayı birleştirerek kullanıcıya zenginleştirilmiş bir deneyim sunan bir teknoloji olarak tanımlanır (Liu vd., 2002). Fiziksel dünyaya dijital öğeler eklenmesiyle, kullanıcılar hem gerçek hem de sanal bilgileri aynı anda görüp etkileşime geçebilir. İlk olarak 1960'larda ortaya çıkan bu teknoloji, zamanla gelişerek farklı alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. İlk dönemlerinde askeri simülasyonlar ve tıp gibi sınırlı alanlarda kullanılan artırılmış gerçeklik, o dönemin teknolojik sınırlamaları nedeniyle geniş bir kitleye hitap edememiştir. AG, bu yıllarda özellikle karmaşık ve pahalı cihazlar gerektiren, büyük ölçüde profesyonel kullanım alanlarına yönelik bir teknoloji olarak kalmıştır.

Zaman içerisinde AG teknolojisinin alt yapısı gelişmiş, yazılım ve donanım imkanlarının artmasıyla daha geniş bir kitleye hitap etmeye başlamıştır. 2000'li yıllardan itibaren mobil cihazların yaygınlaşması, bu teknolojinin daha erişilebilir olmasını sağlamıştır. Geliştirilen yazılım geliştirme kitleri (SDK'lar), AG uygulamalarının mobil cihazlarda çalışabilmesi için güçlü bir altyapı oluşturmuştur. Bu SDK'lar, geliştiricilerin karmaşık algoritmalar ve grafik işlem süreçlerine ihtiyaç duymadan AG uygulamaları tasarlamalarına olanak tanımaktadır. Google ARCore ve Apple ARKit gibi platformlar, mobil cihazlarda AG uygulamalarını geliştirmenin önünü açarak, artırılmış gerçeklik deneyimlerinin günlük yaşamda kullanılabilmesini mümkün kılmıştır. Bu da AG'nin ilk günlerindeki sınırlı kullanım alanlarından çıkarak daha geniş bir teknoloji haline gelmesini sağlamıştır.

Mobil cihazların her geçen gün daha güçlü hale gelmesi ve neredeyse her bireyin cebinde bulunması, AG teknolojisinin kültürel mirasın korunması ve dijital rekonstrüksiyon projelerinde yaygın şekilde kullanılmasına zemin hazırlamıştır. Artık AG uygulamaları, yalnızca pahalı ve özel ekipmanlara değil, herkesin sahip olduğu akıllı telefonlar ve tabletler üzerinden de kullanılabilir hale gelmiştir. Bu da AG'nin, tarihi yapıların ve kültürel mirasın dijital olarak yeniden canlandırılması projelerinde yaygın bir şekilde uygulanmasına olanak tanımaktadır. Günümüzde AG teknolojisi, yalnızca sanal bir deneyim sunmakla kalmamakta; aynı zamanda kültürel ve tarihi mirasın daha geniş kitlelere ulaşmasını

sağlamaktadır. Mobil cihazlarla entegre çalışabilen bu teknolojiler, tarihi yapıların yerinde deneyimlenmesi ve geçmişe dair bilgilerle daha etkili bir bağ kurulmasına yardımcı olmaktadır. Kurulan bu bağ, toplumların kente dair belleklerine süreklilik sağlar. AG teknolojisi sayesinde, tarihsel mekanlar ve kültürel değerler yeniden görünür hale gelir ve toplumsal hafıza güçlenir. Özellikle kent belleği, bir şehrin kimliğini oluşturan unsurların korunması ve bu kimliğin gelecek kuşaklara aktarılması açısından kritik öneme sahiptir.

AG teknolojisi, geçmişin izlerini taşıyan yapılarla ilgili bilgileri dijital ortamda sunarak, bu mekanların topluma kazandırılmasına ve unutulmalarının önlenmesine yardımcı olur. Kent belleğinin korunması, bir topluluğun aidiyet duygusunun devamlılığı için önemli olduğundan, AG ile yapılan dijital rekonstrüksiyon projeleri, bu aidiyeti güçlendiren bir araç olarak öne çıkar. Böylece hem kentin tarihi hem de bu tarihin geleceğe taşınması sağlanmış olur.

Bu bağlamda AG, tarihi alanların dijital rekonstrüksiyonu için mükemmel bir araç sunmaktadır. Mobil cihazlar aracılığıyla sunulan AG uygulamaları, kullanıcıların tarihi yapıların sanal yeniden inşasını deneyimlemelerine olanak tanırken, bu süreçte tarihsel ve kültürel bilgilerin daha kolay ve etkili bir şekilde aktarılmasını sağlar. Artık cebimizde taşıdığımız cihazlar, bu teknolojinin topluma entegrasyonunu hızlandırarak hem kültürel mirasın korunmasına katkı sağlamakta hem de yerinde, anlık bir deneyim imkânı sunmaktadır. Bu çalışma, Kızlar Manastırı örneğinde AG teknolojisinin mimarlıkta dijital rekonstrüksiyonu ve kültürel mirasın korunması konularını irdelemektedir.

1.2. Çalışmanın Amaç, Özgün Değer, Önem ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi kullanılarak tarihi yapılar üzerinde kullanıcı deneyimini artırmaya yönelik bir mobil uygulama geliştirmektir. Özellikle Trabzon'un Boztepe Mahallesi'nde bulunan Kızlar Manastırı'nın geçmişteki halinin dijital olarak canlandırılması ve bu canlandırmanın kullanıcılarla paylaşılması hedeflenmektedir. Bunun yanında, bir mobil uygulama geliştirmek için gereken en uygun gerçeklik yöntemini belirlemek, yapılmış ise daha önceki örnek çalışmaları incelemek ve alan çalışması yapılacak tarihi yapı alanı hakkında bilgilere erişmek için literatür çalışması yapmak da çalışmanın diğer amaçlarındandır. Ayrıca, AG'nin tarihi yapılar üzerinde pratik bir araç olarak kullanıcı deneyimini nasıl etkilediğine dair kullanıcıların görüşlerini almak

da çalışmanın temel amaçlarından biridir. Çalışma genel olarak aşağıdaki sorulara cevap vermeyi amaçlamaktadır:

- Artırılmış gerçeklik turistik alanlarda pratik bir araç olarak kullanıcı deneyimini artırabilir mi?
- Akıllı telefonların altyapıları, tarihi yapılara yönelik kullanıcı deneyimini artırmaya uygun mudur?
- Artırılmış gerçeklik kültürel mirasın korunumu için bir araç olabilir mi?
- Artırılmış gerçeklik kültürel mirasın korunumu için nasıl kullanılabilir?
- AG kullanılarak oluşturulan mobil uygulama, sürdürülebilir bir yöntem midir?
- AG kullanılarak oluşturulan mobil uygulama tarihi yapı ile kolay etkileşimi oluşturabilecek bir yöntem midir?
- AG kullanılarak oluşturulan mobil uygulama, ne gibi araçlar ile daha etkili bir deneyim yaşatabilir?
- İnsanların mimarlığa olan ilgilerini arttırmak ve kentli bilincini yükseltmek amacıyla kullanılabilir mi?

Bu çalışma, Kızlar Manastırı gibi tarihi ve kültürel açıdan zengin bir yapının dijital canlandırmasını yaparak, kullanıcıların bu yapıyı daha iyi anlamalarını ve deneyimlemelerini sağlamaya çalışmaktadır. Literatürde benzer çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışmanın özgün değeri, Kızlar Manastırı'nın spesifik olarak ele alınması ve AG teknolojisinin bu yapının geçmişteki halini canlandırmak için kullanılmasıdır. Bu bağlamda, çalışmanın özgün değeri, AG teknolojisinin tarihi yapıların korunumu ve tanıtımı için alternatif bir kullanım senaryosu oluşturmasıdır.

Çalışmanın önemi, günümüzde hemen herkesin cebinde bulunan akıllı telefonların sahip olduğu altyapının, artırılmış gerçeklik uygulamalarının çalışması için yeterli olmasıdır. Bu araçların, kullanıcılarının turistik deneyimlerini artırması, araştırılması önemli bir konudur. Ayrıca, Kızlar Manastırı gibi tarihi yapıların dijital olarak canlandırılması, bu yapıların kültürel mirasının korunmasına yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

Çalışma alanı için seçilen yapı Kızlar Manastırı'dır. Trabzon'un Boztepe Mahallesi'nde bulunan Kızlar Manastırı, şehrin en eski yapılarından biridir. Kızlar Manastırı, Orta Çağ sonları boyunca bölgedeki dini ve kültürel hayatın merkezlerinden biri ve çeşitli dönemlerde farklı kültürlerin bir araya geldiği bir nokta olmuştur. Farklı inanç ve kültürlerin ortak uğrak noktası olan bu yapı, kültürel anlamla oldukça zengindir. Son dönemlerde geçirdiği restorasyon çalışmaları sebebiyle de artan bir ilgiye sahiptir. Öte yandan manastır

içerisindeki bazı yapı bölümlerinde eksik kısımlar bulunmaktadır. Eksik kısımların, manastır ziyaretçileri tarafından fark edilmesi zor olabileceği için benzer yapı kısımlarının ziyaretçilere gösterilmesinin önemli olacağı kanaatine varılmıştır. Bu nedenlerden dolayı çalışma alanı olarak seçilmeye uygun bir yapı olduğu düşünülmüştür.

Çalışma kapsamında, çalışma sorularını belirginleştirmek, mobil uygulama için uygun gerçeklik yöntemini belirlemek ve Kızlar Manastırı hakkında bilgilere erişmek için literatür çalışması yapılmıştır. Literatür çalışmasına göre genel kullanıcıya hitap edebilmek adına, Milgram ve Kishino'nun belirlediği gerçeklik türlerinden, artırılmış gerçekliğin kullanılması gerektiği düşünülmüştür. Akıllı telefon dışında herhangi bir donanım veya yazılım aracı gerektirmemesi AG'nin seçilmesindeki anahtar faktördür.

Ayrıca çalışmada, Kızlar Manastırı'nın geçmişteki hali dijital olarak canlandırılmış ve bu canlandırma kullanıcılarla paylaşılarak kullanıcı deneyimi üzerinden çalışma ile ilgili fikir alışverişi yapılmıştır. Çalışma, Kızlar Manastırı'nın belirli yapı bölümlerinin (Çan kulesi, anıt mezar) dijital modelinin oluşturulmasını ve bu modelin artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi kullanılarak kullanıcılara sunulmasını içermektedir. Kızlar Manastırı'na ait Çan Kulesi ve Anıt Mezar yapı bölümlerinin tespit nedeni, her iki yapı bölümünde de çeşitli nedenlerden dolayı günümüze ulaşamamış kısımların bulunmasıdır. Bunun yanı sıra her iki yapı bölümünün de yıkık kısımların referanslarını barındırması, bağlamın daha iyi anlaşılabilmesini göstermiştir. Bunlar, söz konusu iki yapı bölümünün seçilmesindeki önemli nedenlerdir.

Ayrıca, kullanıcı deneyimi sürecinde anket yöntemi kullanılmış ve anket, AG deneyimini yaşamış katılımcılara uygulanmıştır. Anket soruları, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile oluşturulan dijital canlandırmanın, kullanıcının tarihi yapı alanındaki deneyimine ilişkin görüşlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Anket soruları oluşturulurken; işlevsellik, süreklilik, teknik konular, kültürel mirasın korunumu ve mobil uygulama içeriği gibi tematik başlıklar altında fikir toplanmasına önem verilmiştir. Aynı zamanda bu tematik başlıklar, çalışmanın problemini çözmeye de yardımcı olacak şekilde planlanmıştır. Her bir tematik başlığın içeriği aşağıda açık olarak gösterilmiştir;

- İşlevsellik: Mobil uygulamanın kullanıcı deneyimini artırması ve tarihi alan hakkında kullanıcıyı daha bilgili hale getirmesi.
- Süreklilik: Mobil uygulamanın geliştirilebilir ve farklı tarihi alanlarda kullanımına devam edilerek sürdürülebilir bir hale getirilmesi.

- Teknik Konular: Mobil uygulamanın yazılımına ve akıllı telefonlar üzerinde çalışmasına ilişkin teknik sorunlar.
- Kültürel Mirasın Korunumu: Mobil uygulamanın, kullanıcıların kültürel mirasın korunumu konusunda farkındalığını artırması.
- Mobil Uygulama İçeriği: Mobil uygulamanın barındırdığı, kullanıcı deneyimini artıracak çeşitli ek özellikler.

Çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulamanın kullanıcı deneyimlerini değerlendirmek için genel bir kullanıcı kitlesiyle anket yapılmıştır. Anket katılımcılarının mimarlık disiplinine ait bir yetkinliğe sahip olması beklenmemektedir, zira çalışmanın amacı mobil uygulamanın sadece uzmanlar değil, genel kullanıcılar tarafından nasıl algılandığını ve değerlendirildiğini anlamaktır. Dolayısıyla, katılımcıların mimar olmaları bir kıstas olarak alınmamış, herkesin tarihi alanlardaki deneyimi ve mobil uygulama ile etkileşimleri eşit derecede önemsenmiştir. Anket 50 kişiye uygulanmıştır. Tanımlayıcı istatistiki verilere dayalı, nicel araştırma yöntemi kullanılan değerlendirmelerde 30-50 örneklem grubunun AG uygulamasının genel başarımını ölçmeye uygun olduğu düşünülmüştür. Anketten elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistiki veriler (ortalama, medyan, mod, dağılım ölçüleri) temelinde analiz edilmiş ve çubuk grafikleri, kutu grafikleri (boxplot), pasta grafikleri gibi görsel yöntemlerle desteklenerek yorumlanmıştır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 1 – LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Çalışmanın Yöntemi

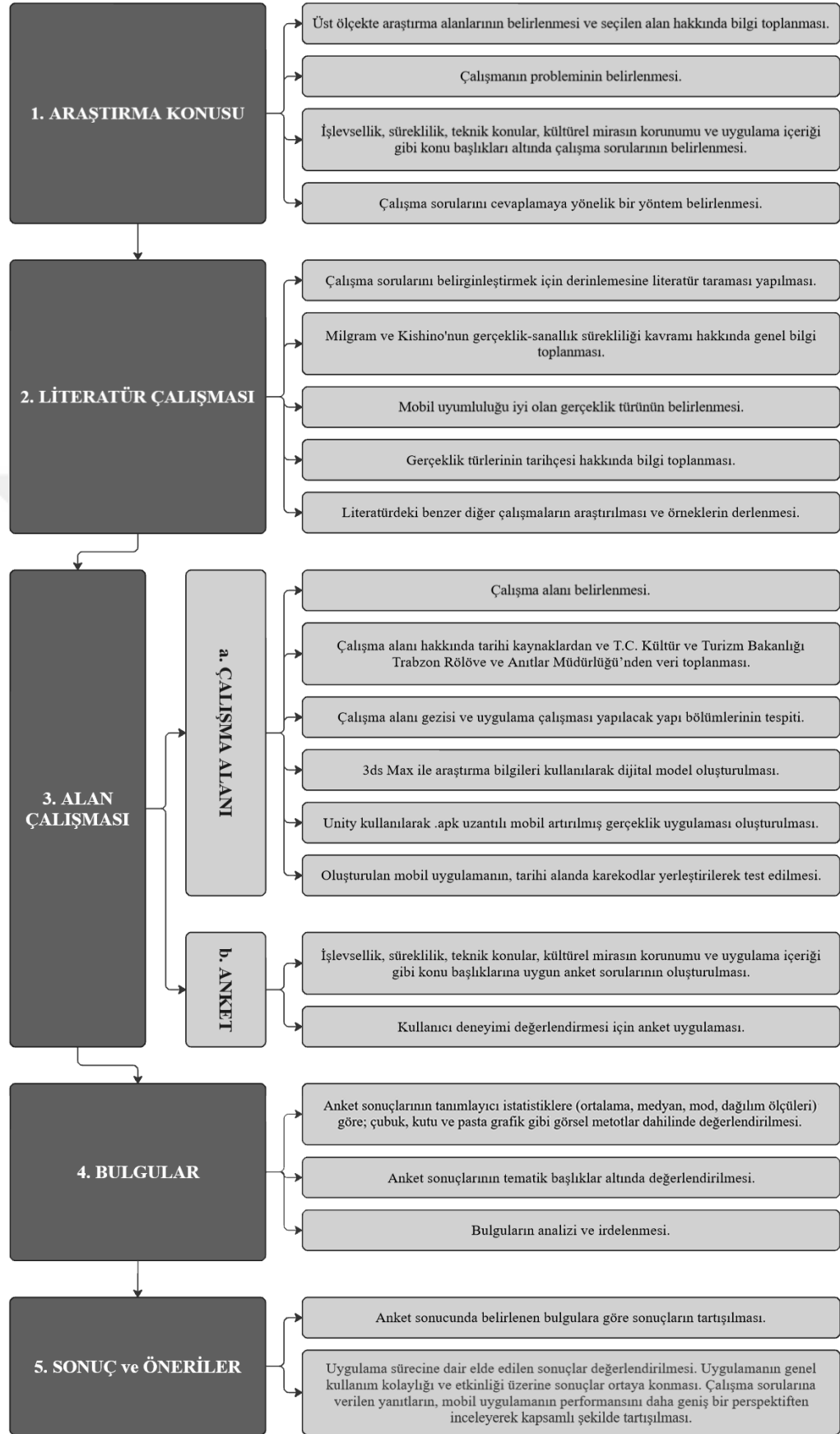
Bu çalışmanın yöntemi birkaç aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar Şekil 1 üzerinde de gösterilmiştir. Çalışmanın ilk adımında, üst ölçekli araştırma alanlarının belirlenmesi ve seçilen alan hakkında bilgi toplanması gerçekleştirilmiştir. Devamında sorular tanımlanmış ve işlevsellik, süreklilik, teknik konular, kültürel mirasın korunumu ve mobil uygulama içeriği gibi başlıklar altında bir araya getirilmiştir. Bu aşamada çalışma sorularını cevaplamaya yönelik bir yöntem de belirlenmiştir.

Literatür çalışması aşamasında, çalışma sorularını belirginleştirmek, mobil uygulama için uygun gerçeklik yöntemini belirlemek için derinlemesine literatür taraması yapılmıştır. Bu süreçte, Milgram ve Kishino'nun gerçeklik-sanallık sürekliliği kavramı hakkında genel bilgi toplanmış ve mobil uyumluluğu iyi olan gerçeklik türünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda, gerçeklik türlerinin tarihçesi hakkında bilgi toplanarak, literatürdeki benzer diğer çalışmalar araştırılmış ve örnekler derlenmiştir.

Vaka çalışması kapsamında, araştırmanın uygulanacağı alan belirlenmiştir. Bu süreçte, çalışma alanı hakkında tarihi kaynaklardan ve T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Trabzon Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nden veri toplanmıştır. Çalışma alanı gezisi gerçekleştirilmiş ve çalışma yapılacak yapı bölümleri tespit edilmiştir. Araştırma bilgileri kullanılarak 3ds Max programı ile dijital model oluşturulmuş ve Unity kullanılarak .apk uzantılı mobil artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Oluşturulan mobil uygulama, tarihi alanda karekodlar yerleştirilerek test edilmiştir.

Anket çalışması aşamasında, işlevsellik, süreklilik, teknik konular, kültürel mirasın korunumu ve mobil uygulama içeriği gibi başlıklar altında uygun anket soruları oluşturulmuştur. Bu anketler, kullanıcı deneyimini değerlendirmek amacıyla hazırlanmış ve AG deneyimini yaşamış katılımcılara uygulanmıştır. Anket sonuçları tanımlayıcı istatistiklere (ortalama, medyan, mod, dağılım ölçüleri) göre; çubuk, kutu ve pasta grafik gibi görsel metotlar dahilinde değerlendirilmiştir.

Son aşamada, anket sonuçlarına dair bulgular belirlenmiş ve bu bulgular analiz edilerek sonuçlar irdelenmiştir. Bu süreç, çalışmanın genel amacına yönelik çıkarımlar yapılmasını sağlamıştır.



Şekil 1. Grafikselsel olarak yöntem anlatımı

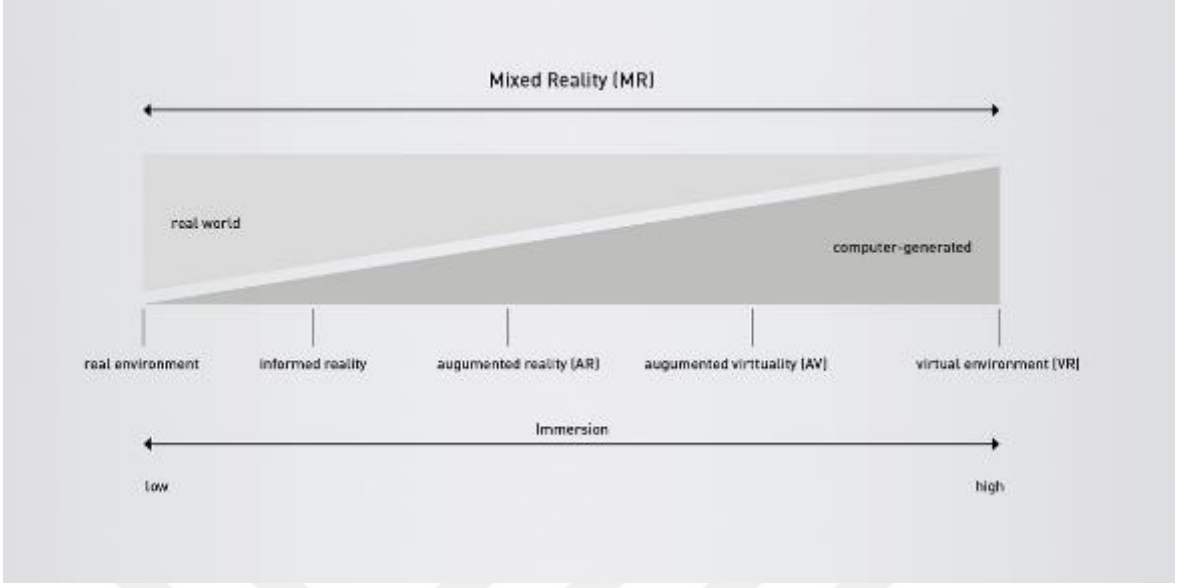
2.2. Gerçeklik-Sanallık (RV) Sürekliliği

Gerçeklik ve sanallık arasındaki sınırlar, teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte giderek daha belirsiz hale gelmiştir (LaValle, 2023). Bu sınırlar, fiziksel dünyanın somut gerçekliklerinden, tamamen dijital ve sanal ortamlara kadar geniş bir yelpazeyi kapsayarak algımızı geliştirmiş ve gerçek ile sanal arasında akıcı bir etkileşim sağlamıştır (Schmalstieg & Hollerer, 2016). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojiler, kullanıcıların bu iki dünya arasında sorunsuz bir şekilde geçiş yapmalarını sağlamıştır.

Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik arasındaki ilişki, Paul Milgram ve Fumio Kishino, onları açıklayana kadar net bir şekilde sınıflandırılmamıştı. Milgram ve Kishino, 1994 yılında bu sürekliliği tanımlayarak, gerçeklik ve sanallık arasındaki geçişleri daha iyi anlamamıza yardımcı olmuştur (Skarbez vd., 2021).

Gerçeklik-Sanallık (RV) Sürekliliği (Reality-Virtuality Continuum), fiziksel dünya ile tamamen sanal ortamlar arasındaki geniş bir spektrum üzerinde yer alan çeşitli teknolojik deneyimleri tanımlar (Sherman & Craig, 2003). Bu süreklilik, gerçek dünya unsurlarının dijital ortamlarla birleştirildiği artırılmış gerçeklik (AG) gibi uygulamalardan, tamamen dijital dünyaların yaratıldığı sanal gerçeklik (SG) deneyimlerine kadar uzanır (Şekil 2). Milgram ve Kishino'nun kavramsal modeline göre, bir uçta fiziksel gerçeklik yer alırken, diğer uçta ise tamamen sanal gerçeklik bulunur ve bu iki uç arasında yer alan her şey “karma gerçeklik” olarak adlandırılır (Milgram & Kishino, 1994). Bu süreklilik, teknolojinin insan algısı üzerindeki etkilerini ve fiziksel ile dijital dünyanın nasıl iç içe geçtiğini anlamak için kritik bir çerçeve sunar.

Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği, fiziksel dünya ile tamamen sanal ortamlar arasında yer alan ve artırılmış gerçeklik ile sanal gerçeklik gibi teknolojik deneyimlerin dışında, teknolojinin gelişimiyle birlikte giderek daha dinamik bir hale gelmiş ve çeşitli gerçeklik türlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Künüçen & Samur, 2021). Gerçeklik ve sanallık arasındaki bu geçiş, sadece iki uç nokta arasındaki bir çizgiyle sınırlı kalmaz; aksine, farklı derecelerde ve biçimlerde ortaya çıkan çeşitli deneyim türlerini de barındırır. Bu bağlamda, karma gerçeklik (MR) ve genişletilmiş gerçeklik (XR) gibi kavramlar, bu süreklilik üzerindeki yerlerini alarak, kullanıcıların dijital ve fiziksel dünyalar arasında daha esnek bir etkileşim kurmalarına olanak tanır.



Şekil 2. Gerçeklik-Sanallık sürekliliği (Reality-Virtuality Continuum) (URL-1, 2024)

Bu bağlamda diğer gerçeklik türlerinden de bu kısımda bahsedilmiştir.

a) Sanal Gerçeklik (SG)

Sanal gerçeklik (SG), kullanıcıların bilgisayar tarafından oluşturulan sanal dünyalara girmelerine olanak tanıyan bir teknolojidir (Yenğin & Bayrak, 2017). Bu teknoloji, özel başlıklar veya gözlükler kullanılarak, kullanıcıların görme, duyma ve dokunma gibi duyularını simüle eder ve fiziki olarak bir yerde bulunmadan bilgisayar ortamında ‘oradaymış gibi olma’ hissini vermek olarak açıklanabilir (Vries vd., 1997). Ayrıca SG kullanıcıların sanal dünya ile etkileşimde bulunmalarını sağladığı için daha önce mümkün olmayan deneyimleri de yaşama fırsatı sunabilir (Blascovich & Bailenson, 2011). Sanal gerçeklik, eğitimden eğlenceye, sağlık hizmetlerinden askeri eğitime kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, tıp öğrencileri cerrahi prosedürleri öğrenmek için sanal gerçeklik simülasyonlarını kullanabilirken, oyun severler kendilerini tamamen sanal dünyaların içinde bulabilirler. Ayrıca, sanal gerçeklik teknolojilerinin sağlık alanında kullanımı, invaziv işlemlerden rehabilitasyona kadar geniş bir yelpazede etkili ve düşük maliyetli çözümler sunmaktadır (Hoşgör, 2022). SG’nin kullanıldığı alanlardan bir diğeri mimarlıktır. Mimarlıkta SG etkili bir dijital sunum aracıdır ve diğer dijital sunum araçlarının aksine kullanıcıyı sanal ortama taşıyabilir (Bertol, 1996).



Şekil 3. SG araçları ile sanal dünyayı deneyimleyen bir kişi (URL-2, 2024)

b) Karma Gerçeklik (KG)

Karma gerçeklik, gerçek ve sanal dünyaların birleştiği, fiziksel ve dijital unsurların etkileşimli bir şekilde bir arada bulunduğu bir teknolojik deneyim türüdür. Bu teknoloji, sanal gerçeklik (SG) ve artırılmış gerçeklik (AG) arasındaki boşluğu doldurarak, kullanıcıların gerçek dünyadaki nesnelerle sanal içerikleri aynı anda görmelerini ve etkileşimde bulunmalarını sağlar (Milgram & Kishino, 1994). Karma gerçeklik, kullanıcılara sınırlı hareket kabiliyetine sahip oldukları bir ekranda değil, tam sarmalayıcı bir sanal çevrede fiziksel hareket imkânı sunmaktadır. Ayrıca, gerçek ve sanal mekân algısını artırmak için bilgi girişi sağlanmaktadır. Bu sayede, sanal mekânın algısı yükseltilirken aynı zamanda gerçek mekânın sınırlılıkları hakkında bilgi edinilmesi sağlanmış olur (İpek, 2023).

Karma gerçeklik, çeşitli alanlarda kullanılmaktadır; örneğin, eğitimde karma gerçeklik simülasyonları, öğrencilerin gerçek dünya ortamlarında sanal içerikle öğrenmelerini sağlar. Endüstriyel tasarım ve mühendislik alanlarında, KG, prototiplerin dijital modellerinin fiziksel alanlarda test edilmesine olanak tanır. Sağlık sektöründe ise, cerrahlar karma gerçeklik kullanarak ameliyatları daha hassas bir şekilde planlayabilir ve uygulayabilir. KG,

ayrıca uzaktan iş birliği uygulamalarında da önemli bir rol oynar çünkü farklı coğrafi konumlarda bulunan kullanıcılar, aynı sanal ortamda etkileşimde bulunabilir ve iş birliği yapabilir (URL-3, 2024).



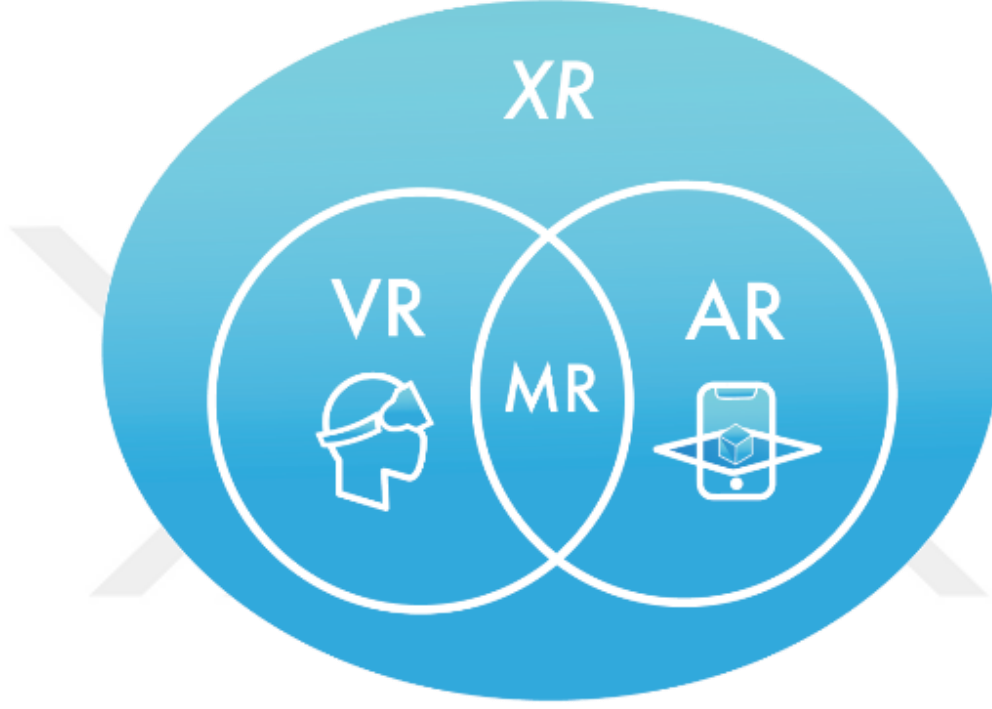
Şekil 4. Karma gerçeklik temsili görüntüsü (URL-4, 2024)

c) Genişletilmiş Gerçeklik (GG)

Genişletilmiş gerçeklik (GG), sanal gerçeklik (SG), artırılmış gerçeklik (AG) ve karma gerçeklik (KG) gibi farklı gerçeklik teknolojilerini kapsayan geniş bir kavramdır. GG, fiziksel dünya ile dijital içerikler arasındaki etkileşimleri en üst düzeye çıkarmak amacıyla, bu teknolojilerin bir arada kullanılmasını sağlar. Genişletilmiş gerçeklik, kullanıcıların hem sanal hem de fiziksel dünyalarla etkileşimde bulunmalarına olanak tanıyabilir, bu sayede dijital nesneler gerçek dünya ortamlarında daha etkili ve doğal bir şekilde entegre edilebilir. Böylece gelecek yıllarda, GG sayesinde, sanal ve gerçek dünyayı birleştiren etkileyici teknolojilerle, dünyanın herhangi bir yerindeymiş gibi alışveriş yapma fırsatı olabilir (Künüçen & Samur, 2021). Bunun paralelinde yapılan çalışmalar GG teknolojisine her yıl daha fazla yatırım yapıldığını göstermektedir (URL-5, 2024).

Genişletilmiş gerçeklik, çok çeşitli alanlarda uygulanmaktadır. Eğitimde GG, öğrencilerin karmaşık kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olan etkileşimli ve sürükleyici deneyimler sunar. Sağlık sektöründe, doktorlar ve cerrahlar GG teknolojisi sayesinde, ameliyatlar ve tedavi planlamaları için daha gerçekçi ve detaylı simülasyonlar

gerçekleştirebilirler. Ayrıca, endüstriyel tasarımda GG, ürün geliştirme sürecini hızlandırmak ve prototipleri daha etkili bir şekilde test etmek için kullanılır. Genişletilmiş gerçeklik, oyun ve eğlence endüstrisinde de devrim yaratmış, kullanıcıları daha derin ve kapsamlı deneyimlerin içine çekmiştir. Bu geniş kullanım yelpazesi, GG'nin potansiyelini ve teknolojinin gelecekte nasıl evrilebileceğini göstermektedir (URL-3, 2024).



Şekil 5. GG ve diğer gerçeklik türlerinin etkileşimini anlatan venn şeması (URL-6, 2024)

2.3. Artırılmış Gerçeklik (AG)

Artırılmış gerçeklik, yaygın olarak bilinen sanal gerçeklik gibi bir sanal çevre türüdür. Yalnız sanal gerçeklik gibi kullanıcıyı tamamen sanal bir ortam içine sokmaz (Azuma, 1997). AG, gerçek dünya ile sanal dünya arasında bir köprü kurarak kullanıcıları bilgisayar tarafından oluşturulan içeriklerle etkileşime sokar. Bu teknoloji, bilimsel bilgi kullanılarak günlük yaşamı kolaylaştıran ve çeşitli sistemlerin kullanımını mümkün kılan uygulamalar geliştirilmesine olanak tanır (Milgram vd., 1995). AG teknolojisi, gerçek dünyanın ortamını algılayan bir cihaz (genellikle bir akıllı telefon veya bir gözlük) kullanarak, bu ortama dijital olarak oluşturulan katmanları ekler. Bu katmanlar arasında, kullanıcı ve çevresel bilgileri

dijital olarak işleyerek gerçek dünya üzerine bindirilen dijital görüntüler, sesler veya videolar olabilir (Azuma vd., 2001). Kullanıcılar, gerçek dünyayı gördükleri gibi, üzerine eklenmiş dijital içerikleri de deneyimlerler. Dijital olarak eklenen bu katmanlar aynı zamanda belgeleme çalışması görevi görebilir. Dolayısıyla AG'nin en büyük faydalarından birinin, kolayca belgelenebildiği için, internet ağları aracılığı ile diğer insanlara ulaştırılabilmesi olduğu görülebilir (Koutamanis, 1998).

AG, fiziksel dünya üzerine sanal içerikler ekleyerek gerçek zamanlı etkileşimler sunar ve bu sayede kullanıcıların algısını zenginleştirir (Liu vd., 2002). Bu bağlamda, Paul Milgram ve Fumio Kishino tarafından tanımlanan gerçeklik-sanallık sürekliliği, artırılmış gerçeklik ile artırılmış sanallık (AS) arasında bir yelpaze sunar; AG, gerçek dünyaya daha yakın bir konumda yer alırken, AS sanal dünyaya daha yakındır (Milgram & Kishino, 1994). Bu teknoloji, resim, video veya üç boyutlu sanal objeleri fiziksel ortamlara ekleyerek kullanıcıların gerçek dünya ile etkileşimini güçlendirir ve günlük hayatı daha da kolaylaştırmayı hedefler (Carmigniani & Furht, 2011). Örneğin, görme engelli veya görme yetisi zayıf olan kullanıcılar için sesli ipuçları, işitme engelli kullanıcılar için ise görsel ipuçları ile bu duyuşsal eksiklikler giderilebilmektedir (Carmigniani vd., 2011).



Şekil 6. Elektronik tablet üzerinde bir AG uygulaması örneği (URL-7, 2024)

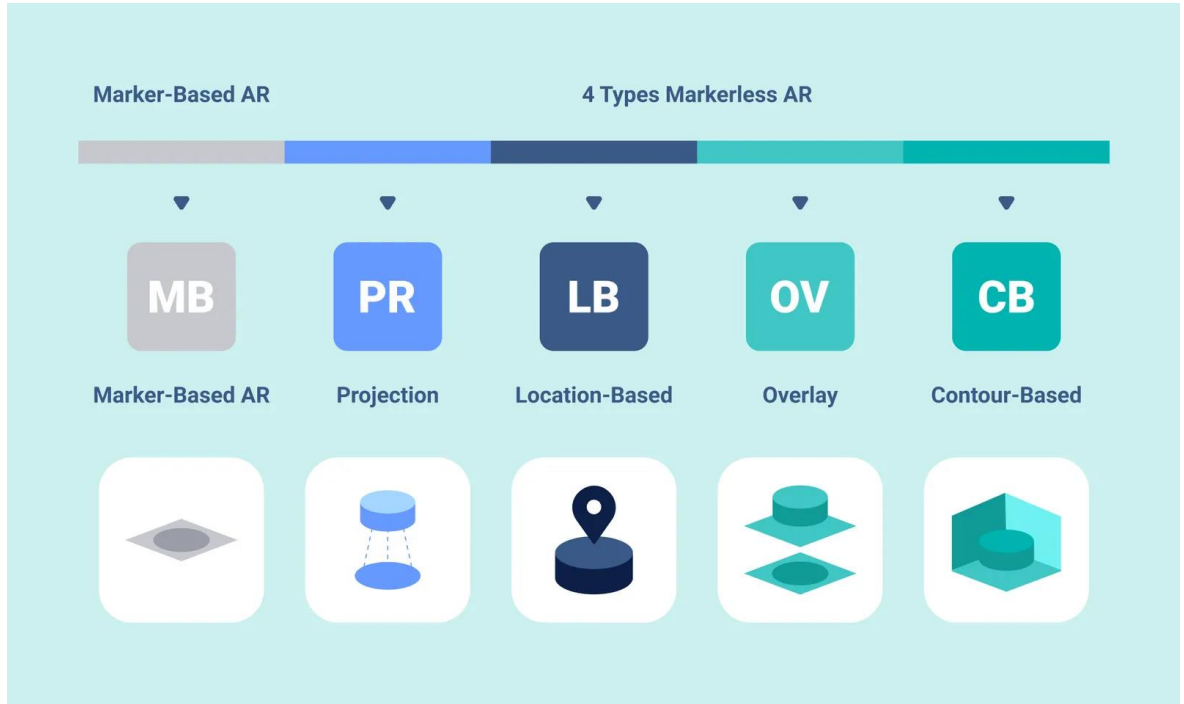
Bunun dışında artırılmış gerçeklik (AG) terimi literatürde farklı şekillerde tanımlanmış olup, bu çeşitlilik, kavramın net bir şekilde anlaşılmasını gerektirmektedir. Literatürdeki tanımlamalar, AG'nin çeşitli uygulama ve yorumlarına dayanarak farklılık göstermektedir. Örneğin, bazı çalışmalarda AG, operatörlere yaptıkları işle ilgili ipuçları simüle edilerek geri bildirim sağlayan bir teknoloji olarak tanımlanmıştır (Gelenbe vd., 2005). Diğer bir tanım ise AG, başa takılan ve şeffaf bir ekran üzerinden gerçek dünyanın net bir şekilde görülebildiği, sanal gerçekliğin bir türü olarak ele alınmıştır (Milgram vd., 1995).

AG ve sanal gerçeklik (SG) arasındaki ilişkiyi incelemek, bu iki teknolojinin birbirini nasıl tamamladığını anlamak açısından önemlidir. Sanal gerçeklik, kullanıcıları tamamen sentetik ve gerçek dünya özelliklerini taklit eden bir ortama daldırırken (Psotka, 1995), artırılmış gerçeklik, fiziksel dünyaya dijital unsurlar ekleyerek bu iki ortam arasında bir köprü oluşturur. Milgram ve Kishino'nun (1994) tanımına göre, AG, gerçeklik-sanallık (RV) sürekliliğinde gerçek dünya ile sanal dünya arasında bir konuma sahiptir. Bu süreklilik, karma gerçeklik (KG) kavramını da içermekte olup, gerçek ve sanal nesnelerin tek bir ekranda bir arada bulunduğu etkileşimli ortamlar sunar.

Artırılmış gerçeklik (AG) yönteminin bu çalışmada tercih edilmesinin temel nedenlerinden biri, bu teknolojinin kullanımı için akıllı telefon dışında herhangi bir ek donanım gerektirmemesidir. Bu özellik, kullanıcıların geniş bir kitleye ulaşabilmesini ve teknolojinin yaygın bir şekilde benimsenmesini kolaylaştırır. AG, kullanıcıların hem fiziksel yapıyı çıplak gözle hem de aynı yapının dijital olarak zenginleştirilmiş bir versiyonunu akıllı telefon ekranında ardışık olarak görmelerine olanak tanır. Bu sayede, kullanıcılar hem mevcut yapının orijinal halini hem de üzerine eklenen dijital unsurları zahmetsizce inceleyebilirler. Buna ek olarak, AG'nin sunduğu erişim kolaylığı, kullanıcıların herhangi bir yerden bu deneyime katılmalarını sağlayabilir. Bu teknolojinin en önemli özelliklerinden biri, gerçek bir ortam üzerine dijital bir obje yerleştirme yöntemini kullanmasıdır. Bu sayede, dijital olarak eklenen kısmın mevcut yapıdan kolayca ayırt edilebilmesi sağlanır, bu da özellikle tarihi yapıların restorasyonu veya yeniden yapılandırılması gibi projelerde büyük bir avantaj sunabilir. Bu çalışma kapsamında, artırılmış gerçekliğin bu benzersiz özellikleri, projeyi hem daha erişilebilir hem de kullanıcılar için daha etkili kılmak amacıyla tercih edilmiştir.

2.4. Artırılmış Gerçeklik Türleri

Artırılmış gerçeklik sistemleri kullandıkları teknolojik altyapıya göre farklı isimlerle sınıflandırılmaktadır (Hugues vd., 2011). Her bir tür, kullanıcıların fiziksel dünyayı dijital içeriklerle zenginleştirme biçiminde farklılıklar sunar ve belirli senaryolara yönelik özelleştirilmiş çözümler sağlar (Schmalstieg & Hollerer, 2016). Bu bağlamda, AG'nin farklı türlerini incelemek, bu teknolojinin sunduğu çeşitliliği anlamak ve hangi türün hangi uygulamalar için en uygun olduğunu belirlemek açısından önemlidir (Azuma, 1997).



Şekil 7. Artırılmış gerçeklik uygulama türleri (URL-8, 2024)

Şekil 7’de artırılmış gerçeklik türleri genel olarak özetlenmektedir. Şekle göre; temel olarak 2 farklı AG türü vardır. Bunlar Marker-Based (İşaretçi Tabanlı) ve Markerless (İşaretsiz) olarak sınıflandırılmıştır. Yalnız Markerless AG, kendi içinde de bazı türler barındırmaktadır. Bu türler; Projection-Based (Projeksiyon tabanlı) AG, Location-Based (Konum tabanlı) AG, Overlay (Superimposition – Üst üste bindirmeye dayalı) AG ve Contour-Based (Outlining – Sınırlama tabanlı) AG’dir. Çalışmanın bu kısmında, artırılmış gerçeklik teknolojisinin işlevselliğine göre sınıflandırması (Chatzopoulos vd., 2017) daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

2.4.1. Marker Based (İşaretçi tabanlı) AG

Marker tabanlı artırılmış gerçeklik (AG) uygulamaları, dijital içerikleri gerçek dünyaya yerleştirmek için belirli bir görsel tetikleyici kullanır (Kato & Billinghurst, 1999). Bu tür AG, QR kodları, belirli resimler veya semboller gibi işaretçiler gerektirir (Raskar & Low, 2001). İşaretçi, AG deneyimi için bir tetikleyici olarak işlev görür ve sistem, dijital içeriği doğru bir şekilde konumlandırmak için işaretçinin yönünü ve konumunu hesaplar. Kullanıcı, akıllı telefon veya tablet gibi bir cihazla işaretçiye doğru şekilde tanımladığında, AG uygulaması etkinleşir ve sanal öğeler, gerçek dünyadaki işaretçiyle sorunsuz bir şekilde entegre olur (Murphy-Chutorian & Trivedi, 2010). Marker tabanlı AG sistemleri genellikle iki ana bileşenden oluşur; işaretçi ve AG uygulaması. İşaretçi, AG sisteminin tanıdığı görsel bir ipucu veya desendir ve bu, bir QR kod, 2D barkod veya belirli bir resim olabilir (Mendoza-Ramírez vd., 2023). Bu işaretçi, yüksek kontrastlı ve benzersiz bir tasarıma sahip olmalıdır ki sistem tarafından kolayca tanınabilsin. Tanımlama işleminden sonra, uygulama dijital içeriği (örneğin, 3D modeller, animasyonlar veya videolar) işaretçinin üzerine bindirerek artırılmış bir deneyim oluşturur (Prabhu, 2017). Bu deneyim genellikle tatmin edici ve tutarlı olmaktadır (URL-10, 2024).



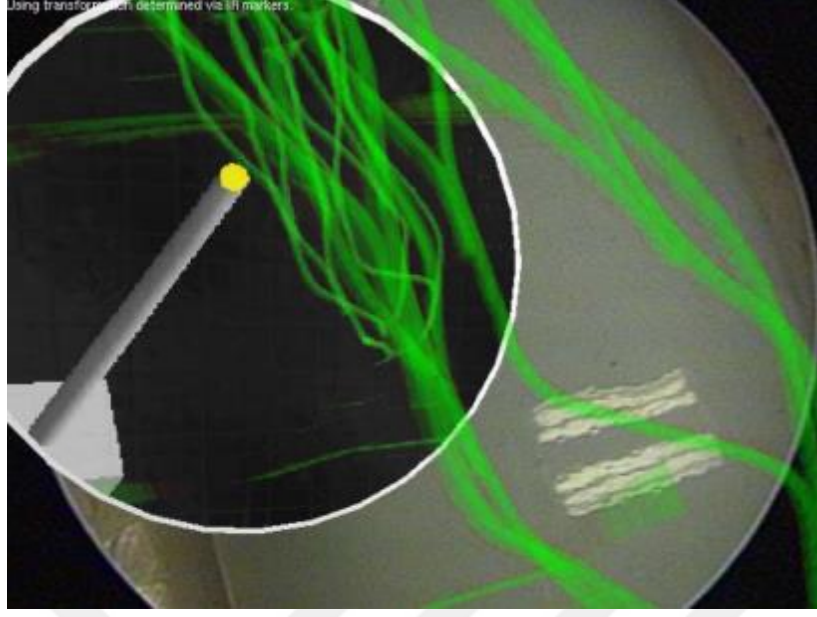
Şekil 8. Marker based AG türünün örnek gösterimi (URL-9, 2024)

Marker tabanlı AG'nin birçok kullanım alanı olmakla birlikte, bazı sınırlamaları da bulunmaktadır (Garrido-Jurado vd., 2014). AG cihazının işaretçiyi net bir şekilde görebilmesi gerekir; bu nedenle, ışıklandırma koşulları, açı ve mesafe AG deneyimini etkileyebilir. Ayrıca, uygulama sadece bir işaretçi mevcut olduğunda AG içeriği oluşturabilir, bu da hazırlıklı işaretçilerin olmadığı ortamlarda kullanımını sınırlayabilir (Murphy-Chutorian & Trivedi, 2010). Bu nedenle, marker tabanlı AG, genellikle eğitim materyalleri, pazarlama kampanyaları, ürün paketleme ve oyunlaştırma gibi alanlarda tercih edilir ve markaların etkileşimli ve ilgi çekici deneyimler sunmasına olanak tanır (URL-11, 2024).

2.4.2. Projection Based (Projeksiyon tabanlı) AG

Projeksiyon tabanlı artırılmış gerçeklik (AG), sanal bilgileri fiziksel dünyaya kusursuz ve sezgisel bir şekilde yerleştirmeyi hedefleyen bir AG türüdür. Bu teknik, kullanıcıların doğrudan fiziksel nesneler üzerine grafiksel bilgileri yansıtmak için dijital projektörler kullanmasını sağlar (Jones, 2015). Bu yöntem, kullanıcının AG içeriğini herhangi bir ekran üzerinden görüntülemesine gerek kalmadan, çıplak gözle deneyimlemesini mümkün kılar. Böylece, sanal içerikle fiziksel dünyayı daha doğal bir şekilde birleştirir, bu da daha sezgisel ve etkileyici bir deneyim sağlar (Raskar vd., 1998). Projeksiyon tabanlı AG'nin en büyük avantajlarından biri, birden çok kullanıcının aynı anda AG içeriğini görüntüleyebilmesi ve bu içerikle etkileşim kurabilmesidir. Bu özellik, özellikle grup çalışmaları ve işbirlikçi etkinlikler için projeksiyon tabanlı AG'yi ideal hale getirir (Siriborvornratanakul, 2018).

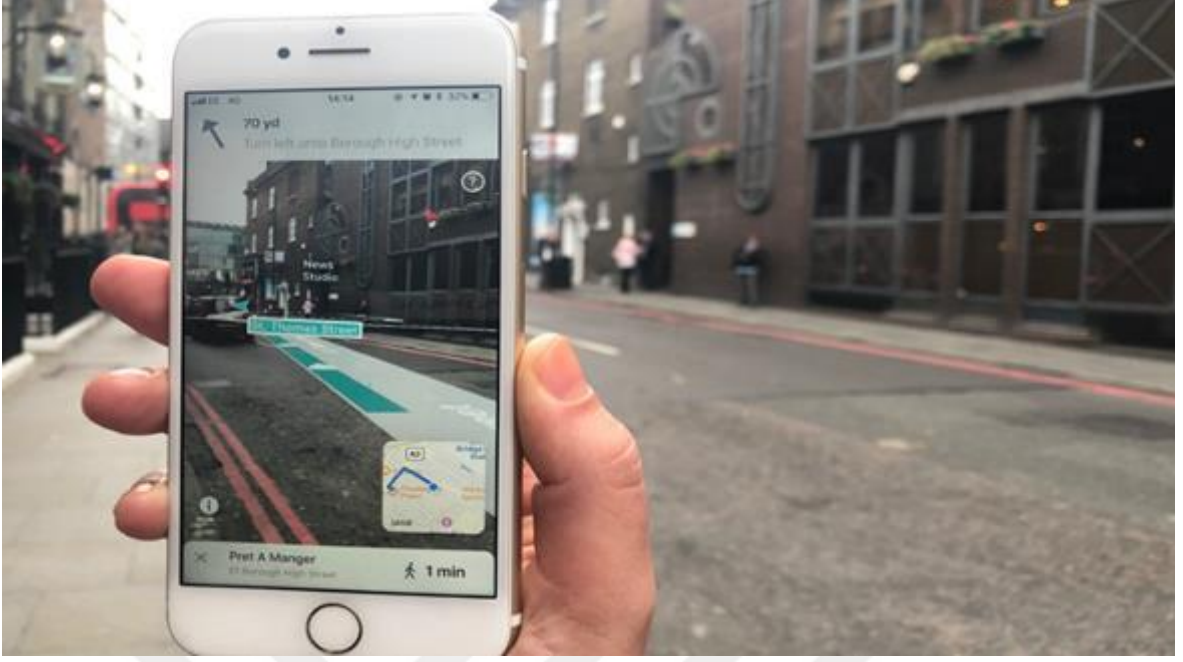
Bu tür AG teknolojisi, fosil örnekleri üzerinde bilgisayar tarafından üretilen bilgilerin yansıtılması gibi çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Örneğin, bir fosil kafatasına yeniden yapılandırılmış deri yüzeyi yansıtılarak, kafatasının şekli ile yaratığın dış görünümü arasındaki ilişki incelenebilir (Bimber vd., 2002). Benzer şekilde, "Sanal Ayna" adlı bir sistem, tıbbi görüntüleme verilerini hastanın vücuduna yansıtarak cerrahlar için operasyon sırasında kılavuzluk sağlamaktadır. Cerrahlar, bu projeksiyonlar üzerinde el hareketleriyle etkileşimde bulunarak, tıbbi verileri daha sezgisel bir arayüzde görüp manipüle edebilirler (Bichlmeier vd., 2009). Projeksiyon tabanlı AG aynı zamanda endüstriyel eğitim, bakım, mimarlık ve tasarım, eğlence ve oyun gibi birçok alanda da kullanılmaktadır (Kalkofen vd., 2008).



Şekil 9. The virtual box projesi kapsamında, Laparoskopik kameranın sanal muadilinin ayna görüntüsü üzerindeki yansımaları (Bichlmeier vd., 2009)

2.4.3. Location Based (Konum tabanlı) AG

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik (AG), kullanıcının GPS konumuna dayalı olarak anlamlı ve bağlama özgü içerikler sunan bir AG deneyimidir. Bu teknoloji, kullanıcının kesin konumunu belirlemek için GPS, ivmeölçer, dijital pusula gibi araçları kullanarak, sanal içerikleri gerçek dünya ortamına yerleştirir (Klein & Murray, 2007). Örneğin, bir tarihi alanı ziyaret eden kullanıcıya, bu teknoloji aracılığıyla geçmişe ait görüntüler veya 3D rekonstrüksiyonlar sunulabilir (Kleftodimos vd., 2023). Kullanıcılar bu tür içeriklerle akıllı telefon veya tabletler aracılığıyla etkileşim kurabilir, sanal içerikleri keşfedebilir ve konumlarına dayalı etkinliklere katılabilirler. Ayrıca, konum tabanlı AG, turizmde sanal rehberlik, pazarlamada kişiselleştirilmiş deneyimler, oyunlarda etkileşimli grafikler gibi çeşitli alanlarda geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir (Berk, 2020). İşaretçisiz artırılmış gerçeklik (markerless AR) olarak da bilinen bu teknoloji, önceden tanımlanmış bir işaretçi olmadan, doğal özellik izleme (NFT) algoritmaları gibi yöntemlerle daha esnek ve sürükleyici bir deneyim sunar. Ancak, bu esneklik, daha fazla hesaplama gücü ve karmaşık algoritmalar gerektirdiği için bazı teknik zorlukları da beraberinde getirebilir ve işaretçi tabanlı AG sistemleri kadar kesin veya güvenilir olmayabilir (Rauschnabel vd., 2017).



Şekil 10. Konum tabanlı AG için örnek bir uygulama (URL-12, 2024)

2.4.4. Overlay (Üst üste bindirmeye dayalı) AG

Üst üste bindirme tabanlı artırılmış gerçeklik (AG), nesne tanıma teknolojisi kullanarak, gerçek dünyadaki bir nesnenin görünümünü kısmen veya tamamen sanal bir görünümle değiştiren bir AG türüdür (Kersten-Oertel vd., 2013). Bu teknoloji, gerçek dünya nesnelerinin tanımlanmasını ve bu nesnelerin sanal versiyonlarıyla değiştirilmesini sağlar (Hakim & Mohamad, 2023). Örneğin, bir mobilya alışverişi uygulamasında, akıllı telefon kamerası mevcut bir mobilya parçasına yönlendirildiğinde, uygulama bu nesneyi tanıyabilir ve onu satın alınabilecek yeni bir mobilya parçasının 3D modeli ile değiştirebilir. Bu sayede, yeni mobilya parçasının mevcut mobilyanın yerinde nasıl görüneceği simüle edilebilir (Langlotz vd., 2013). Ayrıca, tıp alanında, doktorlar bir cihazı bir hastaya doğrultarak belirli anatomik özellikleri tanıyabilir ve ardından bu özelliklerin üzerine hastanın iç organlarının veya sistemlerinin bir görünümünü bindirebilirler, bu da invaziv olmayan bir şekilde hastanın içini görmelerini sağlar (Evangelista vd., 2020).



Şekil 11. Overlay (Superimposition Üst üste bindirmeye dayalı) AG (Shushan, 2018)

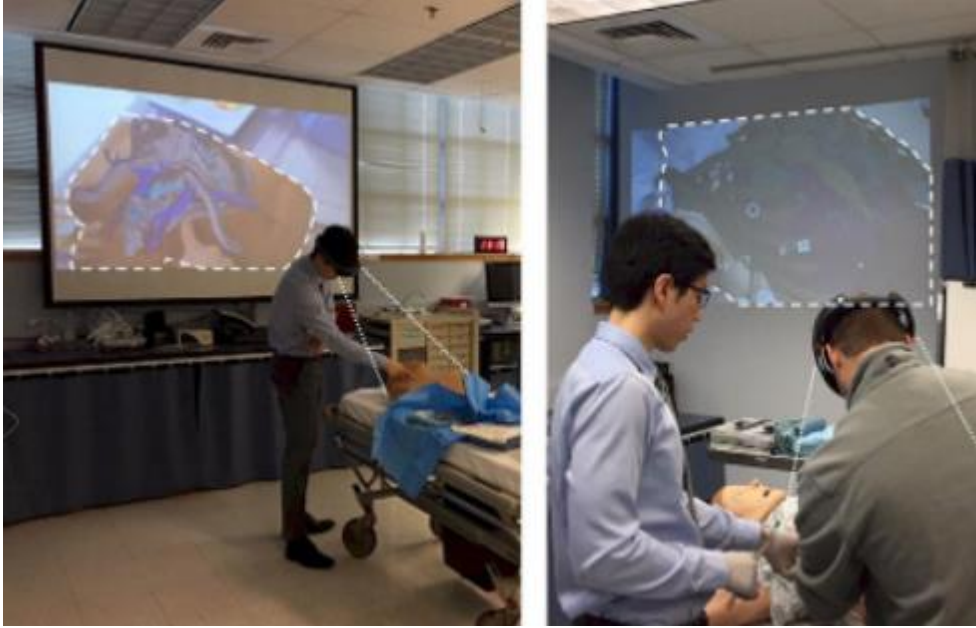
Üst üste bindirme tabanlı AG'nin en büyük avantajlarından biri, sanal nesnelerin gerçek nesnelere sorunsuz bir şekilde entegre edilebilmesi ve bu nesnelerin gerçeğe dayalı bir yanılsama yaratmasıdır (Panguru & Madhineni, 2023). Bu teknoloji, kullanıcı dostu yapısıyla dikkat çekmekte olup, harici işaretleyicilere ihtiyaç duymadan etkileyici ve etkileşimli deneyimler sunar (Daponte vd., 2014). Ancak, bu teknolojinin zorlukları da bulunmaktadır; nesnelerin doğru bir şekilde tanınması, dijital nesnelerin gerçekçi bir şekilde render edilmesi ve artırılmış içeriğin gerçek dünya ortamıyla sorunsuz bir şekilde entegre edilmesi gibi teknik zorluklar söz konusu olabilir (Langlotz vd., 2013). Üst üste bindirme tabanlı AG, oyun, eğitim, reklamcılık gibi çeşitli alanlarda geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir ve markaların kullanıcılarına ilgi çekici ve etkileşimli deneyimler sunmasını sağlar (Aggarwal & Singhal, 2019).

2.4.5. Contour-Based (Outlining – Sınırlama tabanlı) AG

Sınırlama tabanlı artırılmış gerçeklik (AG) olarak da bilinen bu AG türü, sistemin gerçek dünya nesnelerinin kenarlarını veya hatlarını tanımlayıp vurguladığı bir teknolojidir. Bu yaklaşım, bakım, eğitim ve tıbbi prosedürler gibi alanlarda belirli özellikleri veya ayrıntıları öne çıkarmak için özellikle faydalıdır (Erolin, 2019). Sınırlama tabanlı AG'nin temel çalışma prensibi, nesne tanıma ve kenar algılama süreçlerini içermektedir. Öncelikle, AG sistemi kamera görüntüsündeki nesneyi tanımlamalıdır; bu genellikle makine öğrenimi

veya desen tanıma gibi teknikler aracılığıyla gerçekleştirilir. Nesne tanımlandıktan sonra, sistem kenar algılama algoritmalarını kullanarak nesnenin konturlarını belirler. Bu konturlar daha sonra farklı bir şekilde vurgulanabilir (Wether vd., 2009).

Bu teknoloji, özellikle üretim sektöründe, montaj parçalarının birleştirilmesi gereken bileşenlerin kenarlarını vurgulamak için kullanılmaktadır (Minerva vd., 2020). Ayrıca, AG teknolojisinin inşaat alanındaki kullanımını tartışan bir çalışmada, belirli mimari özelliklerin vurgulanması ve karmaşık yapıların ve tasarımların anlaşılmasına yardımcı olan gerçek zamanlı, 3D mimari görselleştirmelerin sağlanabileceği açıklanmıştır (Wang vd., 2013).



Şekil 12. Pnömotoraks ve torasik yapıların gerçek zamanlı yansıtılmış görsel kaplamasının Contour-Based AG ile tüp torakostomi eğitimi (Kobayashi vd., 2018)

2.5. Artırılmış Gerçekliğin Kullandığı Donanım ve Yazılım Araçları

Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi, dijital içeriği gerçek dünya ile entegre etmek için çeşitli donanım ve yazılım araçlarını kullanır (Craig, 2013). Bu araçlar, kullanıcıların daha etkileyici ve etkileşimli AG deneyimleri yaşamalarını sağlar. AG sistemlerinin donanım bileşenleri arasında işlemciler, ekran kartları, işaretleyiciler, kameralar, sensörler, giyilebilir cihazlar, projektörler, GPS sistemleri, el hareketi ve ses tanıma cihazları bulunurken; yazılım araçları arasında yazılım geliştirme kitleri (SDK), 3D modelleme yazılımları, bulut bilişim, veri yönetimi ve gerçek zamanlı işleme motorları (real time

rendering) gibi sistemler bulunmaktadır (Nihra vd., 2007). Bu bölümde, AG uygulamaları tasarlanırken kullanılan donanım ve yazılım araçları incelenmiştir.

2.5.1. Donanım Araçları

Kameralar ve Sensörler: AG deneyimlerinin temel bileşenlerinden biri, ortamın algılanması ve kullanıcı ile etkileşime girilmesi için kullanılan kameralar ve sensörlerdir (Rose vd., 1995). Bu sensörler, cihazın konumunu, yönünü ve hareketini belirlemeye yardımcı olur. Özellikle akıllı telefonlarda ve tabletlerde bulunan kameralar, ortamın görüntüsünü yakalayarak AG içeriklerinin bu görüntülerin üzerine yerleştirilmesini sağlar (Klein & Murray, 2007).

- İvmeölçer ve jiroskop, cihazın hızlanmasını ve yönünü ölçer. Bu sayede, kullanıcıların hareketlerine duyarlı içerikler sunulabilir (Mazuryk & Gervautz, 1996).
- Derinlik sensörleri (örneğin, LiDAR), ortamdaki nesnelerin uzaklığını ölçerek daha doğru ve hassas AG deneyimleri yaratılmasına olanak tanır (Craig, 2013).

Giyilebilir Cihazlar: Giyilebilir AG cihazları, kullanıcıların çevreleriyle daha doğal ve entegre bir şekilde etkileşime girmelerini sağlar (Craig, 2013).

- Akıllı gözlükler (örneğin, Microsoft HoloLens, Google Glass), dijital bilgileri kullanıcıların görüş alanına entegre eder (Zlatanova, 2002). Bu cihazlar, genellikle eller serbest kullanım imkânı sunar ve kullanıcılara bilgi, yönlendirme veya eğlence içerikleri sağlar.
- Başa takılan ekranlar (HMD), kullanıcıların dijital dünyaları gerçek dünyayla birleştirerek tamamen sürükleyici deneyimler yaşamasını sağlar (Carmigniani vd., 2011). Magic Leap gibi cihazlar, artırılmış gerçeklik deneyimini yüksek kaliteli grafikler ve kullanıcı dostu arayüzlerle sunar.

Projektörler: Projeksiyon tabanlı AG, dijital içeriği fiziksel yüzeylere yansıtmak için projektörler kullanır (Takatori vd., 2019). Bu yöntem, özellikle eğitim, endüstri ve sanat gibi alanlarda kullanılır.

- Örneğin, bir sanayi ortamında, işçilerin bir parçayı nasıl monte edeceklerini öğrenmeleri için projeksiyonlar kullanılabilir (Henderson & Feiner, 2010).
- Eğitimde, fiziksel modellerin üzerine sanal bilgilerin yansıtılması, öğrencilerin konuları daha iyi anlamalarını sağlar (Shushan, 2018).

GPS ve Konum Belirleyici Sistemler: Konum tabanlı AG, kullanıcının coğrafi konumunu belirlemek için GPS gibi konum belirleyici sistemleri kullanır (Klein & Murray, 2007). Bu, genellikle turizm, oyun ve navigasyon uygulamalarında yaygın olarak kullanılır.

- Örneğin, bir turizm uygulaması, kullanıcının bulunduğu yere göre tarihi bilgileri veya 3D canlandırmaları sunabilir (Kleftodimos vd., 2023).
- Konum belirleme, kullanıcıların fiziksel dünyada belirli yerleri ziyaret etmelerini teşvik eden oyunlarda (örneğin, Pokémon GO) da kullanılır.

El Hareketi ve Ses Tanıma Cihazları: Kullanıcıların AG içerikleriyle daha etkileşimli bir şekilde etkileşimde bulunmalarını sağlamak için el hareketi izleme cihazları ve ses tanıma sistemleri kullanılır (Mazuryk & Gervautz, 1996).

- Leap Motion, kullanıcıların ellerini kullanarak AG içerikleriyle etkileşime girmesini sağlar (Permana vd., 2019). Bu, özellikle eğitim ve eğlence uygulamalarında yaygındır.
- Ses tanıma teknolojisi, kullanıcıların sesli komutlarla AG içeriklerini kontrol etmelerine olanak tanır. Bu özellik, özellikle elleri serbest bırakmak istediğiniz senaryolarda faydalıdır (Estrella & Mendoza, 2019).

2.5.2. Yazılım Araçları

SDK'lar (Yazılım Geliştirme Kitleri): AG uygulamaları geliştirmek için kullanılan SDK'lar, geliştiricilerin sanal içerikleri gerçek dünya üzerine yerleştirmesine olanak tanır.

- ARKit (Apple) ve ARCore (Google), mobil cihazlarda AG uygulamaları geliştirmek için yaygın kullanılan SDK'lardır. Bu kitler, hareket izleme, yüz tanıma, ışık algılama gibi özellikler sunar (URL-13, 2024).
- Vuforia gibi platformlar, marker tabanlı ve markerless AG deneyimleri geliştirmek için kullanılır (Adrianto vd., 2016).

3D Modelleme ve Animasyon Yazılımları: AG deneyimlerinde kullanılan sanal içerikler, genellikle 3D modelleme ve animasyon yazılımları kullanılarak oluşturulur.

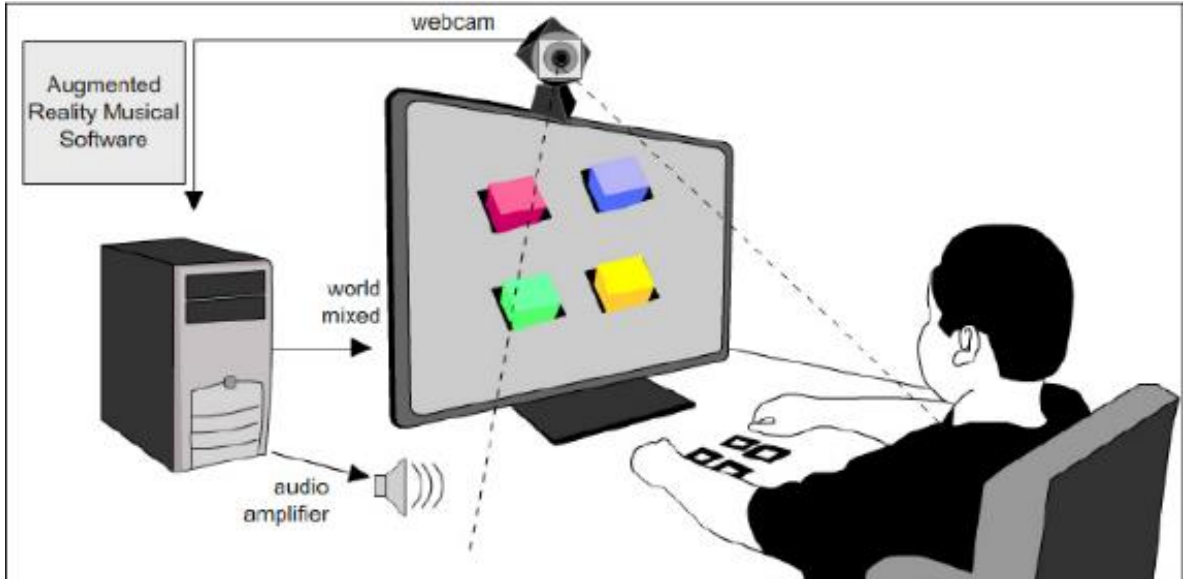
- Unity ve Unreal Engine, AG için popüler oyun motorlarıdır. Bu motorlar, yüksek kaliteli grafikler, gerçek zamanlı fizik simülasyonları ve kullanıcı dostu arayüzler sunar.
- Blender ve Autodesk 3DS Max gibi yazılımlar sanal nesnelerin ve karakterlerin tasarımı için yaygın olarak kullanılan 3D modelleme yazılımlarındandır.

Bulut Bilişim ve Veri Yönetimi: AG uygulamaları, büyük veri setlerini işlemek ve gerçek zamanlı olarak analiz yapmak için bulut bilişim hizmetlerinden yararlanır (URL-14, 2024).

- Örneğin, bir e-ticaret uygulaması, bulut tabanlı veri yönetimi kullanarak kullanıcıların tarayıcılarına gerçek zamanlı olarak ürün önerileri sunabilir.
- Bulut bilişim, aynı zamanda karmaşık hesaplamalar ve geniş çaplı kullanıcı etkileşimleri için ölçeklenebilir altyapı sağlar (URL-14, 2024).

Gerçek Zamanlı İşleme Motorları: AG deneyimlerinin hızlı ve sorunsuz bir şekilde çalışabilmesi için güçlü işlemciler ve grafik kartları gereklidir. Bu donanımlar, kullanıcı hareketlerine anında yanıt vermek ve dijital içerikleri gerçek zamanlı olarak işlemek için kritik öneme sahiptir (Huang, 2016).

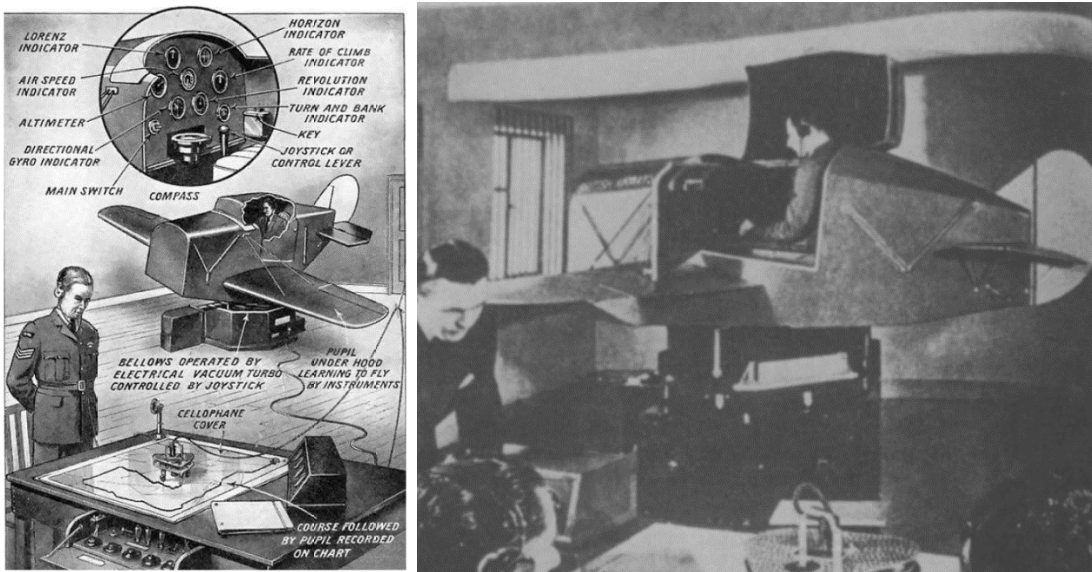
- NVIDIA ve AMD, yüksek performanslı grafik işlemcileri sunarak AG uygulamalarının gerçekçi grafikler ve akıcı performans sunmasını sağlar (Peng vd., 2024). GeForce RTX serisi GPU'lar, ray tracing ve yapay zekâ destekli işlemlerle AG deneyimini daha gerçekçi hale getirir. Öte yandan AMD'nin RDNA mimarisi, enerji verimliliği ve performans dengesini artırır. Bu üreticiler, AG uygulamaları için sürekli olarak yeni teknolojiler geliştirmektedir.



Şekil 13. Artırılmış gerçeklik ortamının temel bileşenleri (Corrêa vd., 2012)

2.6. Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi

Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisinin gelişimini anlamak için, bu teknolojinin ortaya çıkışını dolaylı olarak etkileyen tarihsel buluş ve yenilikleri incelemek gerekebilir. Örneğin, 1838’de Charles Wheatstone, sağ ve sol gözün aynı görüntüyü farklı perspektiflerde algıladığını ispatlayarak stereo kavramını keşfetmiştir. Bu kavram, görüntülerin uzaya göre göreceli olduğunu ifade etmektedir ve bu bağlamda üç boyutlu algılamanın temelini oluşturmuştur (Wheatstone, 1838). 1850 yılında David Brewster’ın kutu şeklindeki stereoskopu ve ardından 1860 yılında Coleman Sellers’ın Kinematoscope’u bu prensipleri daha ileriye taşımıştır (Burns, 2010; Werge, 1890). Sellers’ın cihazı, derinlik hissi yaratmak için eş resimlerin bir mil etrafında döndürülmesiyle film izlenimi oluşturan yenilikçi bir yöntem sunmuştur. Ayrıca, havacılık sektöründeki gelişmelerle birlikte I. Dünya Savaşı sonrasında Link tarafından icat edilen simülasyon teknolojileri, pilot eğitiminde devrim yaratmıştır ve II. Dünya Savaşı sırasında Amerika Birleşik Devletleri’nden Almanya’ya kadar birçok ülke 500.000’den fazla pilotu eğitmiştir (De Angelo, 2000). Her ne kadar bu gelişmeler doğrudan artırılmış gerçeklik ile ilgili olmasa da üç boyutlu görüntüleme, derinlik algısı ve benzetim teknolojilerinin bu gibi yenilikleri, AG gibi bir kavramın doğuşuna uygun bir zemin hazırlamış ve teknolojinin ilerleyişinde önemli bir rol oynamıştır. Bu nedenle, artırılmış gerçekliğin tarihçesini incelerken bu dönüm noktalarına değinilmesi gerektiği düşünülmüştür.

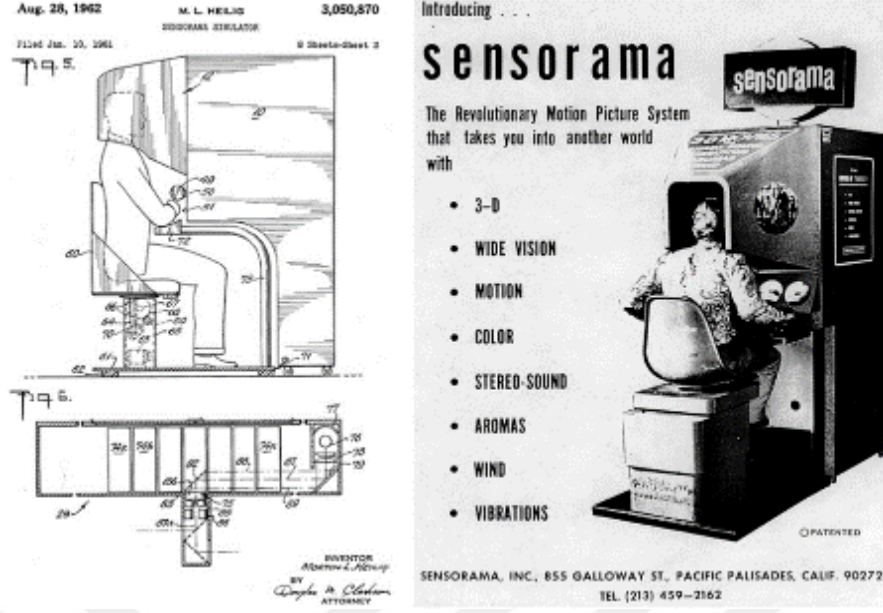


Şekil 14. Sırasıyla; Link trainer çizimleri (URL-15, 2024), Link trainer uçuş simülatörü (Baarspul, 1990)

AG'nin tarihi incelendiğinde, dönemsel olarak gelişen teknolojik imkanların, AG'nin gelişmesi üzerinde de etkili olduğu görülmüştür. Dolayısıyla AG'nin tarih içerisindeki gelişimi bazı dönemlere ayrılarak incelenmiştir. Bu dönemlerden ilki, İlk Yıllar (1960'lar ve Öncesi) dönemi, AG'nin teorik temellerinin atıldığı bir dönemdir. Bu dönemin en önemli olayı, Ivan Sutherland'ın 1968 yılında geliştirdiği "The Sword of Damocles" başlığıdır; bu cihaz, AG'nin ilk somut örneği olarak kabul edilir. Ardından gelen AG'nin Evrimi (1970'ler-1990'lar) dönemi, teknolojinin askeri ve akademik alanlarda deneysel uygulamalarla geliştiği ve AG'nin nasıl kullanılabileceğine dair çeşitli araştırmaların yapıldığı bir süreçtir. Bu dönemin sonunda ARToolKit gibi araçların ortaya çıkması, teknolojinin ticari kullanıma doğru evrildiğini göstermiştir. 21. Yüzyılda AG'nin Yükselişi (2000'ler ve Sonrası) dönemi, mobil cihazların yaygınlaşması ve internet erişiminin artmasıyla birlikte, AG'nin günlük hayatta kullanılmaya başladığı bir dönemdir. Bu sürecin en dikkat çeken örneklerinden biri, milyonlarca kişi tarafından kullanılan "Pokémon Go" gibi uygulamalardır. Aynı zamanda, AG'nin yapay zekâ, nesnelerin interneti (IoT) ve bulut bilişim gibi teknolojilerle entegre edilerek endüstri, sağlık ve eğitim gibi çeşitli alanlarda yaygın kullanım kazandığı ve gelecekte bu teknolojilerin toplum ve ekonomi üzerindeki etkilerinin daha da artacağı bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu üç dönem, AG'nin gelişimini anlamak ve her dönemi karakterize eden önemli olayları vurgulamak açısından önemli bir çerçeve sunabilir. Çalışmanın bu kısmında AG'nin tarihsel gelişimi daha detaylı olarak incelenmiştir.

2.6.1. İlk Yıllar (1960'lar ve Öncesi)

Sensorama (1957-1962): Morton Heilig'in 1956'da geliştirdiği Sensorama, çok duyulu bir sanal gerçeklik deneyimi sunan ilk sistemdir (Heilig, 1962). Sensorama, 1962'de patent almış ve sanal gerçeklik alanında önemli bir ilk olarak kabul edilmiştir (IJsselsteijn, 2005). Sensorama, kullanıcıya 3D görüntüler, kokular, stereo ses, rüzgar ve titreşimlerin sunulduğu bir makineden oluşuyordu (Spence vd., 2017). Bu cihaz, bugünün AG teknolojilerinin de erken bir öncüsü olarak kabul edilmektedir.



Şekil 15. Sensorama, ilk çok duyulu sanal gerçeklik sistemi (Basso, 2017)

Philco Headsight (1961): Philco Corporation mühendisleri Comeau ve Bryan, 1961'de başa takılan video kamera sistemini (HMD) geliştirdiler. Headsight her ne kadar gerçeklik türleri için üretilmemiş olsa da, HMD gelişiminde önemli rol oynamıştır (Basu, 2019).

Sketchpad (1963): Ivan Sutherland, 1963'te dünyayı bilgisayar grafikleriyle tanıştıran Sketchpad uygulamasını geliştirmiştir (Sutherland, 1964). Esasında modern CAD programlarının atası olarak kabul edilebilirken, insan-bilgisayar arası etkileşimi artırması ve bilgisayar grafiklerinin geliştirilmesi bakımından AG tarihinde de önemli bir yerde bulunmaktadır (Myers, 1998).

Ultimate Display (1965) ve GROPE (1967): Ivan Sutherland, 1965'te "ultimate display" kavramını sunmuştur (Mazuryk & Gervautz, 1996). Sunulan "ultimate display" kavramı, bilgisayarın sanal bir ortamı o kadar gerçekçi şekilde kontrol edebildiği bir ortamı tanımlar ki, bu ortamda sanal nesneler fiziksel nesneler gibi hissedilir. Örneğin, sanal bir sandalye üzerine oturulabilir, sanal kelepçeler kişiyi fiziksel olarak kısıtlayabilir ve sanal bir kurşun ölümcül olabilir. Bu konsept, bilgisayarın madde algısını tamamen kontrol edebileceği, Alice'in Alice Harikalar Diyarında deneyimine benzer tam bir gerçeklik simülasyonu hayal eder (Sutherland, 1965). Sonrasında Fred Brooks, Ivan Sutherland'ın "ultimate display" konseptinden ilham alarak GROPE projesini başlatmıştır. Proje özellikle protein moleküllerinin etkileşim alanında 6 boyutlu kuvvet alanlarını hissedebilen bir sistem

tasarlamayı amaçlamıştı (Brooks Jr vd., 1990). Proje, bilgisayar grafikleri ve sanal gerçeklik alanında önemli bir kilometre taşı olmuştur.

“Başa takılan üç boyutlu ekran” ya da “Sword of Damocles” (1968): Ivan Sutherland’ın öğrencileri ile gerçekleştirdiği HMD sistemidir. Bu erken dönem başlık prototipi, kullanıcı arayüzü ve gerçekçilik açısından oldukça basitti. Sanal ortamı oluşturan grafikler basit tel çerçeve odalardan ibaretti. Sutherland’ın sistemi, bir bilgisayar programının çıktısını stereoskopik bir ekranda gösteriyordu. Kullanıcının bakış açısına bağlı olarak yazılımın gösterdiği perspektif değişiyordu. Bu nedenle baş hareketlerini takip etmek için başlığın bir mekanik kola asılması gerekiyordu (Sutherland, 1968). Her ne kadar ilk gerçek AG deneyimi yaşatan ilk cihazlardan olsa da hantal olması ve kullanım zorluğundan dolayı ticari bir başarı elde edememiştir (URL-16, 2024).



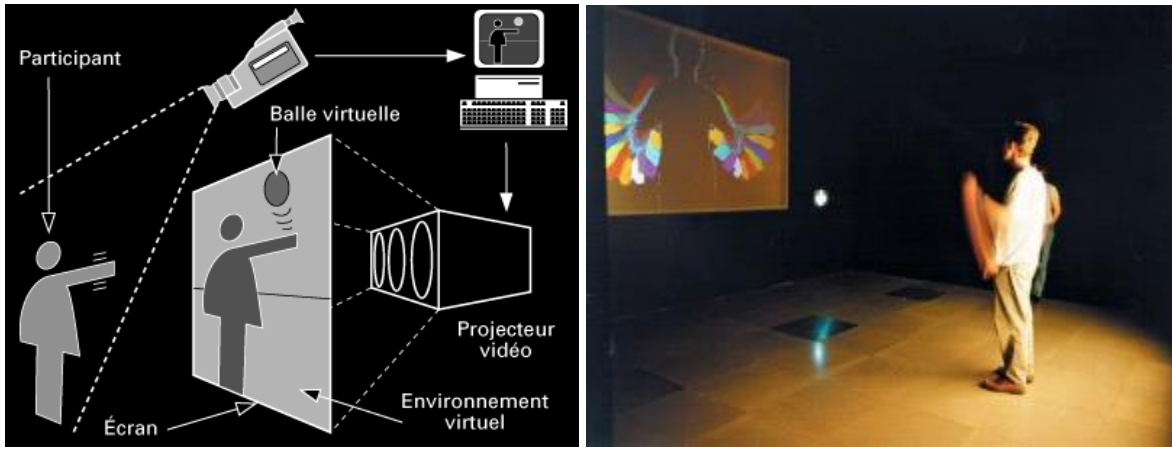
Şekil 16. The Sword of Damocles, ilk AG örneklerinden biri (Sutherland, 1968)

2.6.2. AG'nin Evrimi (1970'ler-1990'lar)

Novoview (1973): Evans ve Sutherland (E&S) şirketi, 1973'te uçuş simülasyonu için ilk dijital işleme sistemi olan Novoview'i üretmiştir (Lecakes Jr, 2021). Şirket bu yıllarda birçok sistem geliştirmiş ve bu sayede AG'nin gelişimine de katkı sağlamıştır (Lehning, 2016).

Videoplace (1976): Myron Krueger, 1976'da Videoplace prototipini tamamlamıştır. Bu projede, kullanıcılar gerçek zamanlı olarak etkileşimde bulunabilecekleri bir sanal ortamda yer alırlar. Kullanıcılar bunu yaparken herhangi bir giyilebilir aksesuar kullanmazlar. Bunun yerine Videoplace; projeksiyonlar, video kameraları, özel amaçlı

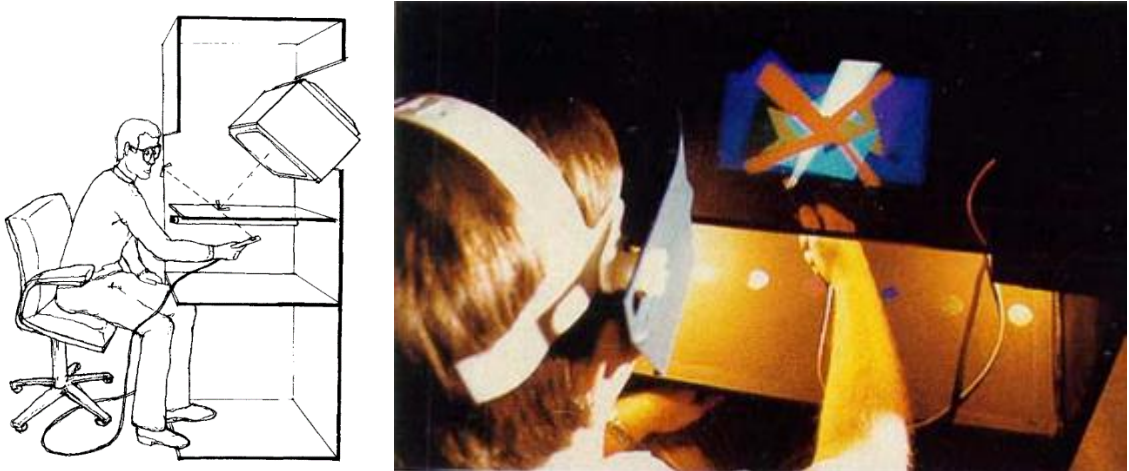
donanım ve kullanıcıların silüetlerini kullanarak, kullanıcıların etkileşim içinde olması sağlanır (Krueger, 1977).



Şekil 17. Sırayla; Videoplace çalışma prensibi, kullanım örneği (Lee & Lee, 2014)

Atari (1981): 1981'de Atari, Alan Kay önderliğinde sanal gerçeklik teknolojisinin öncülerinden oluşan bir araştırma grubu kurmuştur. Bu grup 80'ler ve sonrasında SG için önemli araştırmalar yapmıştır (Mazuryk & Gervautz, 1996).

Stereoskopik Çalışma Alanı (1981): 1981 yılında MIT'de, stereoskopik çalışma alanı projesi ekibi, kullanıcıların 3D çizim, mimari planlar ve bilgisayar çiplerinin 3D düzeni gibi konuları keşfetmelerine olanak tanıyan erken dönem artırılmış gerçeklik (AG) ekranı üzerinde çalışmaya başladı. Cihaz, kullanıcının elleri gibi gerçek dünya nesnelerinin üzerine bilgisayar görüntüsünü yansıtmak için yarı gümüş kaplamalı bir ayna kullanıyordu. Bu sayede cihaz, kullanıcının üç boyutlu bir görüntünün içine uzanmasına ve doğrudan o noktada etkileşimde bulunmasına olanak tanıyordu (Schmandt, 1983).



Şekil 18. Sırayla; Workstation çalışma prensibi, kullanım örneği (Schmandt, 1983)

NASA VIEW Gelişmeleri (1984): Scott Fisher, NASA Havacılık İnsan Faktörleri Araştırma Bölümü tarafından, Virtual Interface Environment Workstation (VIEW) laboratuvarını kurmak üzere işe alındı. Aynı yıl, sanal gerçeklik terimini ortaya atan kişi olan Jaron Lanier, VPL Research, Inc.'i kurdu. NASA'nın VIEW laboratuvarı, DataGlove ve EyePhone cihazları üzerinde çalışmak için VPL Research ile bir anlaşma yaptı. EyePhone'lar, LEEP optiklerini kullanan başa takılan (HMD) ekranlardı (Basu, 2019). Bu esnada NASA Ames'te, piyasada mevcut teknolojilerle stereoskopik monokrom bir HMD olan VIVED (Virtual Visual Environment Display) ekranı geliştirildi. VIVED ekranı, stereoskopik monokrom bir başlık (HMD) olarak tasarlanmıştır. Bu başlık, kullanıcının gözlerine takılarak sanal gerçeklik deneyimini sağlar. İçindeki ekran, metin, grafik, ses ve video yetenekleri sunar. Özellikle o dönemde, böyle bir teknolojinin geliştirilmesi oldukça önemliydi (Pierce, 2010).

NASA BOOM (1987): 1987'de NASA'nın BOOM (Binocular Omni-Orientation Monitor) prototipi, baş pozisyonunun ve yönünün izlenmesine olanak tanıyan yüksek frekanslı bir elektromanyetik izleme sistemi olarak geliştirildi (Basu, 2019). BOOM, zamanın geleneksel başa takılan ekranlarından daha kararlı bir görüntü ve daha hızlı tepki süresi sunmasıyla biliniyordu, bu da onu NASA'nın sanal rüzgâr tüneli projeleri gibi belirli uygulamalar için ideal hale getiriyordu (Cipresso vd., 2018).

“AG” terimi (1990): 1990'da Boeing araştırmacıları Thomas P. Caudel ve David W. Mizell, "artırılmış gerçeklik" terimini ilk kez kullandı. Caudell bu terimi, uçak elektrikçilerinin montaj işlemi sırasında kablo demetlerini ve kurulumları görselleştirmelerine yardımcı olmak için geliştirdiği bir dijital ekran sistemini tanımlamak için kullandı. Caudell'in sistemi, dijital diyagramları ve talimatları gerçek dünya ortamının üzerine yerleştirerek çalışanların görevleri daha verimli bir şekilde tamamlama becerisini artırıyordu (Thomas & David, 1992).

VR-2 (1991): 1991 yılında VR-2 uçuş kaskı, pilotların uçuş sırasında durumsal farkındalıklarını artırmayı hedefleyen bir teknolojik yenilik olarak piyasaya sürüldü (Newman & Greeley, 1997).

SIGGRAPH'92 The CAVE (1992): CAVE, bir izleyiciyi çevreleyen ekran yüzlerine sahip bir küptür. OMNIMAX tiyatroları ve ilk uçuş simülatörleri gibi kullanıcıyı çevreleyen sistemlere benzemektedir (Rolfe & Staples, 1988). İzleyici, CAVE'nin sınırları içinde hareket ettikçe, ortamın doğru perspektifi ve stereo sesleri de kullanıcıya göre güncellenir (Cruz-Neira vd., 1992). SIGGRAPH 1992'de CAVE'nin tanıtılması, sanal gerçeklik

alanında büyük bir ilgi uyandırdı. Bu projenin, bilim, eğitim, tasarım ve sanat gibi birçok alanda kullanılabilen sürükleyici bir teknoloji olduğu anlaşıldı (Scarfe & Glennerster, 2019).



Şekil 19. The CAVE sanal gerçeklik sistemi (Leigh vd., 2012)

Virtual I/O i-glasses (1995): 1995'te Virtual I/O, sanal gerçeklikte kullanıcı etkileşimlerini daha doğal ve sezgisel hale getiren VIO gözlüklerini tanıtmıştır (Cipresso vd., 2018). Bu ekranlar, başın dönme bilgisini sağlayan bir atalet ölçüm birimi içeriyordu (Basu, 2019).

ARToolKit (1999): 1999'da ARToolKit, artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirmek için açık kaynaklı bir yazılım kütüphanesi olarak yayınlandı (Kato & Billinghurst, 1999). Her ne kadar AG için tasarlanmış olsa da ARToolKit, sadece bir web kamerası kullanarak kamera konumu ve yönünü izlemek için ucuza bir çözüm sunmaktaydı (Basu, 2019). ARToolkit gibi açık kaynaklı yazılım geliştirme kitlerinin (SDK) ortaya çıkması, AG uygulamalarının geliştirilmesini hızlandırdı. Dolayısıyla AG ticari projelerde kullanıma gittikçe daha uygun hale gelmeye başladı (Billinghurst vd., 2001).

2.6.3. 21. Yüzyılda AG'nin Yükselişi (2000'ler ve Sonrası)

ARQuake (2000): 2000 yılında Bruce Thomas ve ekibinin Wearable Computer Lab'de geliştirdiği ARQuake, ilk kişisel AG uygulamalarından biri olarak kabul edilir. Quake adlı bilgisayar oyununa dayanan ARQuake, oyuncuların GPS, dijital pusula ve düşük güçlü bir bilgisayar aracılığıyla, gerçek dünyada yerleştirilmiş dijital verilerle etkileşime geçmesine olanak sağlar. Bu sistem, oyunculara kişisel bir oyun deneyimi sunarak, fiziksel çevrelerini oyunla birleştirmelerine imkan tanır (Thomas vd., 2000).

Google Street View (2007): Google Street View, 2007'de tanıtılarak dünya genelindeki sokakların sanal keşfini mümkün kıldı (Basu, 2019).

Fov2Go (2012): 2012 yılında tanıtılan Fov2Go, akıllı telefonları düşük maliyetli sanal gerçeklik cihazlarına dönüştüren bir kit olarak dikkat çekti. Bu kit, geniş bir görüş alanı sağlamak ve mobil teknolojileri SG ile entegre etmek için tasarlandı (Cipresso vd., 2018). Fov2Go'nun başarısı, teknoloji devlerini de harekete geçirerek katlanabilir, düşük maliyetli sanal gerçeklik ekipmanları üretmelerine öncülük etti. Bu da Fov2Go'nun, düşük maliyetli SG donanımlarının gelişiminde önemli bir dönüm noktası olduğunu gösterdi.

MARTA (2013): 2013'te Volkswagen, AG tabanlı bir servis destek sistemi olan MARTA'yı tanıttı. Bu proje, Volkswagen'in servis kalitesini artırmak ve teknisyenlerin işlerini daha verimli yapmalarına yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Uygulama ile, gerçek dünyadaki araçlarla ilgili bilgiler, hızlı ve doğrudan görüntülenebiliyordu (Lee, 2013).

Google Glass (2013): Google Glass, 2013 yılında Google tarafından üretilmiş bir AG gözlüğüdür. Bu cihazın temel amacı, kullanıcıların eller serbest bir şekilde bilgiye erişim sağlamasına olanak tanımaktır. Gözlük, dijital bilgileri gündelik hayata entegre ederek giyilebilir teknoloji ve mobil bilgi erişimine yenilik getirdi. Ancak, bazı gizlilik nedenleri ve çeşitli gündelik hayata uyum sağlayamayan iyi düşünülmemiş yönleri nedeniyle eleştirildi. Ticari başarı elde edemeyen Google Glass'ın üretimi 2023'te durdurulmuştur.

Pokémon GO (2016): 2016'da Pokémon GO, konum tabanlı artırılmış gerçeklik oyunları arasında devrim yaratarak büyük bir popülerlik kazandı (Das vd., 2017). Oyun, gerçek zamanlı olarak dışarıda gezerek oynanan bir yapıya sahipti. Kısa sürede popüler olan oyun AG teknolojisini geniş bir kitleye yaymakta başarılı oldu.



Şekil 20. Pokémon GO oyunundan görüntüler (URL-17, 2024)

ARKit (2017) ve ARCore (2018): 2017’de Apple ARKit’i; 2018’de Google ARCore’u tanıttı. ARCore ve ARKit, Google ve Apple tarafından geliştirilen artırılmış gerçeklik platformlarıdır. Her iki platform da geliştiricilere, fiziksel dünya ile etkileşimli AG uygulamaları oluşturma araçları sağlar. Bu platformlar, çeşitli sektörlerde AG teknolojisinin gelişimine ve benimsenmesine önemli katkıda bulunmuştur (Oufqir vd., 2020).

Microsoft Hololens 2 (2019): Microsoft HoloLens 2, gelişmiş bir artırılmış gerçeklik (AG) başlığı olarak kullanıcılarına daha geniş bir görüş alanı, yüksek çözünürlüklü hologramlar ve el ile göz takibi gibi yenilikçi özellikler sunmaktadır. Özellikle endüstri, eğitim ve tıp alanlarında eller serbest çalışmayı kolaylaştıran bu cihaz, fiziksel ve dijital dünyalar arasında güçlü bir köprü kurmaktadır. HoloLens 2, karma gerçekliğin günlük hayatta ve iş dünyasında daha geniş bir yer edinmesinin öncüsü olarak kabul edilir. Bu cihaz, üretim, tıp ve uzaktan eğitim gibi alanlarda yeni çözümler geliştirerek, kullanıcıların fiziksel dünyaya entegre dijital içeriklerle daha verimli çalışmasına olanak tanır. Özellikle iş birliği ve uzaktan destek uygulamaları için büyük bir potansiyele sahip olup, dijital inovasyonun hızla benimsenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Roger vd., 2023).

İphone LIDAR Sensörü (2020): Apple’ın 2020 yılında piyasaya sürdüğü iPhone 12 Pro ve iPad Pro ürünleri LIDAR sensör barındırıyordu. LIDAR (Light Detection and Ranging) sensörü, lazer ışınlarını kullanarak bir ortamın 3D haritasını oluşturan bir teknolojidir (Luetzenburg vd., 2024). Bu sensör, AG ve SG uygulamaları için daha hassas mesafe ölçümleri ve objelerin ortamda doğru konumlandırılmasını sağlamaktadır. Gelecekte, LIDAR teknolojisinin AG ve SG deneyimlerini daha gerçekçi hale getirmesi ve otonom araçlardan iç mekân haritalamaya kadar çeşitli alanlarda geniş kullanım bulması beklenmektedir (Tavani vd., 2022).

2020’lerde AG teknolojisi önemli ilerlemeler kaydederek eğitim, sağlık, perakende ve eğlence gibi çeşitli sektörlerdeki uygulamalarını genişletti. Bu dönemde AG’nin evrimi büyük ölçüde donanım ve yazılım yeteneklerinin olgunlaşmasından kaynaklandı ve AG çözümlerini daha erişilebilir ve günlük deneyimlere entegre hale getirdi. Özellikle, 2021’de Facebook’un Meta olarak yeniden markalaşması, şirketin artırılmış ve sanal gerçekliklerin gelecekteki sosyal, profesyonel ve eğlence etkileşimlerini şekillendirmede kilit rol oynadığı birbirine bağlı bir dijital evren olan “Metaverse” inşa etme tutkusunu vurgulayarak AG/SG ortamında çok önemli bir ana işaret etti. Meta’nın stratejisi, AG/SG’nin günlük hayata entegrasyonunu vurguladı ve bir sonraki sürükleyici teknoloji benimseme dalgasını öngördü (Kraus vd., 2022).

Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileri, önümüzdeki yıllarda daha fazla benimsenerek birçok sektörde devrim yaratacaktır. AG'nin günlük kullanımda daha geniş bir yer bulması, özellikle Hololens 2 gibi cihazlarla birlikte bilgiye anında erişim, iş birliği ve eğitimde devrim niteliğinde ilerlemeler sağlayacaktır. SG ise, eğlence, tıp ve eğitim alanlarında tamamen sanal ortamlar oluşturarak daha etkileyici ve sürükleyici deneyimler sunacaktır. Gelecekte, bu teknolojilerin birleşimi olan karma gerçeklik hem ticari hem de bireysel uygulamalarda daha fazla yer alacak ve kullanıcıların fiziksel dünyayla dijital etkileşimlerini artıracaktır. Bu da verimliliği artıracak ve yeni iş yapma modellerini beraberinde getirecektir (Azuma, 1997; Milgram & Kishino, 1994). Özellikle, 5G teknolojisinin yaygınlaşması ve daha gelişmiş giyilebilir cihazların piyasaya sürülmesiyle, AG'nin kullanımı daha sorunsuz ve erişilebilir hale gelecektir. Ayrıca, AR bulut gibi yenilikler, AG deneyimlerinin daha paylaşılabılır ve işbirlikçi olmasını sağlayacaktır. Artırılmış Gerçeklik, tarih boyunca birçok teknolojik ilerleme ve yenilikle şekillenmiştir. Bugün, bu teknoloji sadece eğlence ve oyun alanında değil; eğitim, sağlık, sanayi gibi birçok sektörde devrim yaratma potansiyeline sahiptir.

2.7. Artırılmış Gerçekliğin Mimarlıkta Kullanımı

Artırılmış gerçeklik, mimarlık alanında devrim niteliğinde bir araç olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. AG, dijital içeriklerin fiziksel dünya üzerine yerleştirilmesine olanak tanıyarak, mimarlık projelerinin tasarım, planlama ve sunum süreçlerini dönüştürmektedir. Mimarlar, AG teknolojisi sayesinde tasarımlarını üç boyutlu olarak gerçek dünya üzerinde görselleştirip değerlendirebilmekte ve bu sayede müşteri ve paydaşlarla daha etkili bir şekilde iletişim kurabilmektedir (Purushottam vd., 2021). Ayrıca, AG'nin sunduğu bu interaktif deneyim, tasarımların daha iyi anlaşılmasını sağlayarak, hata payını azaltmakta ve proje süreçlerini hızlandırmaktadır. AG'nin mimarlık alanındaki bu yenilikçi kullanımı hem tasarım sürecini hem de kullanıcı deneyimini köklü bir şekilde değiştirme potansiyeline sahiptir (Dolenc, 2023). Çalışmanın bu kısmında AG uygulamalarının mimarlıkta kullanım alanlarına kısaca değinilmiştir.

2.7.1. Mimari Tasarım Sürecinde

Artırılmış gerçeklik, mimari tasarım sürecinde kullanılan bir teknolojidir. Geleneksel 2D çizimlerin ötesine geçerek, AG teknolojisi mimarlara tasarımlarını üç boyutlu olarak

gerçek dünya üzerinde görselleştirme imkânı sunar. Bu, projelerin daha erken aşamalarda gerçek ölçeklerinde ve çevresel bağlamlarında incelenmesini sağlar. AG sayesinde mimarlar, tasarımlarını sanal olarak mevcut fiziksel ortamlarla entegre edebilir, müşteri ve paydaşlara projeyi daha etkili bir şekilde sunabilir ve geri bildirimleri daha hızlı bir şekilde alabilirler. Bu hem tasarım sürecinde hem de proje sunumunda daha yüksek bir etkileşim ve anlaşılabilirlik sağlar. Böylece proje onay süreci hızlanır ve olası hatalar minimize edilmiş olur.

Mimari tasarım sürecinde AG kullanımı birkaç farklı açıdan değerlendirilebilir. Örneğin, üretilmiş belirli HMD'leri kullanarak mimari tasarım sürecini geçirmek bir yöntem olabilir. Bu bağlamda verilebilecek en iyi örnek, mimarlık firması Gensler'in, Microsoft Hololens'i kullanarak projelerini 3D olarak görselleştirmesi olabilir (Nick, 2017). Bu sayede, tasarım ekipleri ve müşteriler, tasarımları gerçek zamanlı olarak ve ölçekli olarak inceleyebilir, projedeki detayları daha iyi kavrayabilirler.



Şekil 21. Gensler Microsoft Hololens üzerinde Sketchup görüntüleyici kullanıyor (URL-18, 2024)

Mimari tasarım sürecinde AG kullanımı için bir diğer yöntem; var olan yazılımları kullanıp veya yeni yazılım araçları geliştirip, bu araçları kullanmak olabilir. Bunun için verilebilecek örnek ARKI olabilir. ARKI, mimarların ve inşaat profesyonellerinin projelerini daha etkili bir şekilde görselleştirmelerine ve sunmalarına olanak tanıyan bir AG uygulamasıdır. ARKI sayesinde, tasarımlar mevcut fiziksel ortamlarla entegre bir şekilde gösterilebilir, böylece projelerin çevreyle nasıl uyum sağladığı daha iyi anlaşılabilir. Ayrıca, projelerde yapılan değişiklikler ve güncellemeler gerçek zamanlı olarak AR ortamında yansıtılabilir, bu da inşaat sürecinin daha etkin bir şekilde takip edilmesine yardımcı olur. ARKI, mevcut dosya formatlarını ve mimari yazılımları destekleyerek kolay entegrasyon

sağlar ve şantiye alanında eğitim ve takip süreçlerini de destekler. Bu özellikleri sayesinde, ARKI mimari projelerin daha etkili bir şekilde sunulmasını ve yönetilmesini mümkün kılar (URL-19, 2024).

Tüm bunlara rağmen AG teknolojisinin getirilerinin, tasarım sürecinde hala tam olarak keşfedilememiş olduğu düşünülmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve yeni AG kullanım senaryolarının ortaya çıkması ile AG'nin tasarım sürecine entegrasyonunun daha çok gelişmesi beklenmektedir (Giunta vd., 2018).

2.7.2. Mimarlık Eğitiminde

Mimarlık eğitiminde artırılmış gerçeklik (AG) kullanımı, öğrencilere tasarım ve yapı analizi gibi zorlu konuları anlamada yenilikçi bir yol sunmaktadır. AG, mekânsal niteliklerin gerçek dünya ile entegre edilmesine olanak sağlayarak öğrencilerin tasarımlarını üç boyutlu olarak görselleştirmelerine yardımcı olur. Bu teknoloji, öğrencilerin dersleri daha somut bir şekilde kavramalarını sağlarken, interaktif öğrenme ortamları sunar. Ayrıca, AG'nin sunduğu bu deneyimsel öğrenme, proje süreçlerinde hem daha iyi anlaşılabilirlik hem de etkin bir uygulama süreci sağlar. Özellikle COVID-19 salgını sırasında çevrimiçi eğitimin artmasıyla birlikte, AG gibi teknolojilerin mimarlık eğitiminde uygulamaya alınması öğrenci merkezli bir öğrenme modeli geliştirme potansiyeli taşımaktadır (Sirror vd., 2021).

AG teknolojisinin mimarlık eğitime entegre edilmesi, öğrencilerin mekânsal anlayışını geliştiren ve mimarlık süreçlerine ilişkin somut bir deneyim sunan etkili bir yöntemdir. Özellikle Kolb'un deneyimsel öğrenme modeli, öğrencilerin tasarım sürecine aktif olarak katılmalarını sağlayarak öğrenme deneyimlerini daha derinlemesine yaşamalarını hedefler (Kolb, 2014). Mimarlık eğitiminde sıklıkla uygulanan bu modelde, öğrencilere tasarımlarını görselleştirme ve gerçek dünya üzerinde değerlendirme imkânı sunulur. AG, öğrencilerin soyut tasarım kavramlarını somutlaştırmalarına yardımcı olurken aynı zamanda tasarım süreçlerinde karşılaştıkları problemlere çözüm üretme becerilerini geliştirmektedir (Kolb, 2014).

Mimarlık eğitiminde AG'nin sunduğu faydalara rağmen, mevcut sistemin bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Mimarlık öğrencilerinin karşılaştığı en önemli zorluklardan biri, teorik bilgi ile pratik tasarım süreçlerini bütünleştirememesi problemidir. Öğrenciler, renk teorisi, yapı sistemleri gibi teknik bilgileri sınıfta öğrenirken, bu bilgileri iş hayatında uygulamakta zorlanmaktadırlar. Bununla birlikte, öğrenciler pek çok zaman tasarım

süreçlerine yeterince yansıtıcı bir şekilde yaklaşamamakta, süreçlerine dair derinlemesine düşünme fırsatını kaçırmaktadırlar. Bu durum, öğrencilerin projelerinde sürece değil sadece sonuca odaklanmalarına neden olmakta ve bu da profesyonel hayatlarında zorluk yaşamalarına yol açmaktadır (Lawson & Dorst, 2013). Özellikle Mayer'ın multimedya öğrenme teorisi (Cognitive Theory of Multimedia Learning) AG'nin mimarlık eğitimindeki problemleri çözebileceği yöntemlerden biri olarak gösterilmektedir. Bu teoriye göre, sözcükler ve görsellerin birleştirilmesi, bilgilerin daha etkili bir şekilde anlaşılmasını sağlar (Mayer, 2005). AG de bu çerçevede, soyut tasarım bilgilerini somutlaştırarak ve görselleştirerek öğrencilerin tasarım süreçlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir.

Öte yandan mimarlık eğitiminde deneyimsel öğrenmenin rehberli olmaması ve sürecin öğrenciler tarafından genellikle bağımsız olarak yürütülmesi, öğrencilerin tasarım sürecinde doğru yönlendirme alamamalarına yol açmaktadır (Lawson, 2006). Bu eksiklik, öğrencilerin mezuniyet sonrası profesyonel yaşama tam anlamıyla hazır olamamalarına neden olabilir. Ayrıca, öğrencilerin hafızalarında yeterli tasarım problemleri ve çözümleri birikmemekte, bu da tasarım problemlerine çözüm üretme süreçlerinde eksiklik yaşamalarına sebep olmaktadır. Mevcut mimarlık eğitim sisteminde karşılaşılan bu sorunlar, öğrencilerin tasarım sürecini tam anlamıyla kavrayamamaları ve elde ettikleri deneyimlerin sınırlı olmasıyla ilgilidir (Lawson, 2004; Lawson & Dorst, 2013). Ancak mimarlık eğitiminde deneyimsel öğrenmenin eksiklikleri ve rehberliğin olmaması, öğrencilere süreçlerini daha iyi yansıtabilme imkânı sağlayan AG çözümleriyle giderilebilir. Özellikle tasarım stüdyolarındaki deneyimsel öğrenme eksikliklerini gidermede, AG sayesinde tasarım süreçlerinin dijital bir ortamda sürekli gözden geçirilmesi ve yansıtılması sağlanabilir (Lawson, 2006; Lawson & Dorst, 2013). AG, öğrencilere tasarımlarını gerçeğe en yakın şekilde deneyimleyebilecekleri ve üzerinde aktif deneyimleme yapabilecekleri bir ortam sunarak, tasarım problemlerini daha hızlı ve etkili bir şekilde çözmelerini sağlayabilir.

AG teknolojisinin gelecekte mimarlık eğitime katkı sağlamaya devam edeceği öngörülmektedir. AG, öğrencilere mekânsal farkındalık kazandırmanın yanı sıra, projelerini interaktif bir şekilde değerlendirme ve geliştirme fırsatı sunmaktadır. Eğitimciler, AG'nin sağladığı bu fırsatları kullanarak, öğrencilerin daha yaratıcı ve etkili tasarım çözümleri üretmelerine yardımcı olabilirler. Ayrıca, AG teknolojisinin, öğrencilere gerçek dünya senaryolarında karşılaşılabilecekleri zorlukları simüle etme imkânı sunarak, problem çözme yeteneklerini güçlendirmelerine olanak tanıyacağı düşünülmektedir (Kharvari & Kaiser, 2022). Gelecekte AG'nin, mimarlık eğitiminde deneyimsel öğrenme sürecini daha da

zenginleştirerek, öğrencilerin daha donanımlı ve profesyonel hayatlarına daha hazırlıklı bireyler olarak mezun olmalarına katkıda bulunması beklenmektedir. Bu teknolojinin entegrasyonu, eğitimde yenilikçi yaklaşımlar ve etkili öğrenme stratejileri ile birleşerek, mimarlık alanındaki eğitim kalitesini artırma potansiyeline sahiptir.

2.7.3. Temsil Aracı Olarak

Mimari temsil, bir mimari fikrin, yapının ya da projenin fiziksel ya da dijital araçlarla ifade edilmesi sürecidir (Tanyeli, 2002). Bu temsil, projelerin görselleştirilmesi, anlaşılması ve paylaşılması için kullanılan en temel araçlardan biridir. Mimarlıkta temsil, farklı aşamalarda (tasarım, analiz, sunum gibi) proje süreçlerini desteklemek amacıyla kullanılan çizim, modelleme, maket, dijital görselleştirme gibi çeşitli araçları içerir (Gürer & Yücel, 2010). Mimari temsil, tasarımcıların fikirlerini iletmelerini, projeyi paylaşmalarını ve kararların etkilerini değerlendirmelerini sağlamaktadır.

Temsil araçları, eskizlerden CAD (Computer Aided Design) yazılımlarına kadar çeşitlilik göstermektedir. Geleneksel temsil araçları arasında çizim (iki boyutlu teknik çizimler), perspektif (derinlik algısının yaratılması) ve fiziksel modeller yer alır (McMorrough, 2015). Dijital devrim ile birlikte 3D modelleme, bilgisayar destekli tasarım (CAD), sanal gerçeklik (SG) ve artırılmış gerçeklik (AG) gibi araçlar, projelerin daha dinamik ve gerçekçi bir şekilde sunulmasına olanak tanımıştır.

Bu bağlamda artırılmış gerçeklik, mimarlıkta bir temsil aracı olarak öne çıkmaktadır. AG, dijital içerikleri gerçek dünya üzerine entegre ederek tasarım süreçlerini daha interaktif ve erişilebilir hale getirir. Mimarlar, AG ile projelerini üç boyutlu olarak fiziksel çevreye yerleştirip, tasarımlarını gerçek dünyada nasıl görüneceğini anında test edebilirler. Bu, özellikle müşterilere projeyi daha etkili bir şekilde anlatma, onların geri bildirimlerini hızla değerlendirme ve tasarımları daha somut bir şekilde gösterme imkânı tanır (Alp vd., 2023). Bu özellikleriyle AG, dijital temsillerin yanı sıra, fiziksel modellerle de bütünleşerek çok yönlü bir temsil aracı haline gelir.



Şekil 22. Temsil aracı olarak AG kullanımı (Quirk, 2017)

2.7.4. Tarihi Binaların ve Alanların Dijital Olarak Canlandırılması

Tarihi ve kültürel mirasın korunması, geçmiş medeniyetlerin bugünkü toplumlara bıraktığı değerleri sürdürülebilir kılmak açısından büyük önem taşımaktadır. Tarihi yapılar, yalnızca o döneme ait mimari ve estetik anlayışları yansıtmakla kalmaz, aynı zamanda o toplumun sosyal ve ekonomik dinamiklerini de açığa çıkarır (Ahunbay, 1996). Bu yapıların korunması, geçmişle olan bağın sürdürülebilmesi ve bu kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılması için elzemdir. Mimari kültürel miras, insanlığın ortak hafızasının bir parçasıdır ve bu hafızanın sürdürülebilirliği için yeni teknolojilerin, özellikle de artırılmış gerçeklik (AG) gibi dijital araçların kullanımı büyük bir potansiyel taşımaktadır.

AG teknolojisi, tarihi ve arkeolojik alanların korunmasına ve dijital olarak yeniden yapılandırılmasına olanak tanır. Fiziksel olarak zarar görmüş ya da tamamen yok olmuş yapılar, AG uygulamaları sayesinde sanal ortamda yeniden canlandırılabilir. Böylece hem araştırmacılar hem de ziyaretçiler, bu yapıları dijital ortamda inceleyebilir ve geçmiş medeniyetlerin mimari yapısını daha iyi anlayabilirler. AG, aynı zamanda ziyaretçilere interaktif bir deneyim sunarak sadece harabelerle sınırlı kalmayıp, yapıların orijinal hallerini 3 boyutlu olarak görme imkânı sağlar (Boboc vd., 2022). Bu sayede, tarihi yapıların dönemine ait kültürel, sosyal ve sanatsal değerler daha anlaşılır bir şekilde sunulabilir.

Özellikle arkeolojik alanlarda kullanılan AG teknolojisi, yapıları orijinal halleriyle yeniden canlandırarak hem sanat tarihçileri hem de mimarlar için önemli bir öğrenme aracı haline gelebilir. Bu uygulamalar, ziyaretçilerin yalnızca bir yıkıntıya bakmaktansa o yapının inşa edildiği zamandaki haliyle etkileşime geçmesini sağlayabilir (Petrucchio & Agostini,

2016). Bu etkileşim, ses ve video gibi ek dijital içeriklerle desteklendiğinde, tarihi alanlar hakkında daha kapsamlı bilgi edinilmesine yardımcı olur ve bu alanlara olan ilgi artabilir (Kim vd., 2017). Böylelikle, kültürel mirasın korunması sürecinde farkındalık yaratılarak bu yapıların gelecek nesillere aktarılması daha etkili bir şekilde sağlanır.

AG, aynı zamanda tarihi yapıları restore etme ve belgelerken de önemli bir rol oynar. Yıkılmış ya da bozulmuş yapılar, sanal ortamda yeniden yapılandırılarak hem araştırma süreçlerinde kullanılabilir hem de gelecekte yapılacak fiziksel restorasyon çalışmaları için kaynak oluşturabilir. Bu sayede, yapıların restorasyonu sırasında oluşabilecek olası hatalar minimize edilerek, tarihi yapıların aslına uygun şekilde korunması sağlanabilir. Ayrıca, bu sanal modeller, eğitim amaçlı kaynaklar olarak da kullanılabilir ve mimarlık öğrencileri ya da araştırmacılar, bu yapıları dijital ortamda inceleyerek tasarım ve restorasyon süreçleri hakkında bilgi edinebilirler (Petrucchio & Agostini, 2016).

Çalışmanın bu kısmında, AG'nin tarihi alanlarda kullanımına yönelik örnekler incelenmiştir. İncelenen örnekler;

- Lifeplus
- Archeoguide
- MAR (Mobile Augmented Reality)
- Alexandria Troas'dır.

a) Lifeplus

LIFEPLUS projesi, yenilikçi bir projedir ve antik Pompeii kentini dijital olarak yeniden yapılandırmayı amaçlamaktadır (Papagiannakis vd., 2002) & ANCIENT POMPEII (Papagiannakis vd., 2005). Bu proje, artırılmış gerçeklik (AG) ve sanal gerçeklik (SG) teknolojilerini kullanarak tarihi alanların dijital ortamda canlandırılmasını sağlamaktadır. LIFEPLUS, tarihi koruma ve kültürel mirasın yeniden canlandırılması için önemli bir adım olarak kabul edilmektedir.

LIFEPLUS projesinin temel amacı, kullanıcıların Pompeii'nin yıkılmadan önceki halini sanal bir ortamda deneyimlemelerini sağlamaktır. Proje kapsamında, Pompeii'nin binaları, sokakları ve günlük yaşamda kullanılan nesneler AG yardımıyla yeniden oluşturulmuştur. Bu sayede hem araştırmacılar hem de ziyaretçiler, yok olmuş bu yapıları ve Roma İmparatorluğu dönemindeki şehir hayatını daha yakından inceleyebilme fırsatına sahip olmuştur.

LIFEPLUS'un bir diğer önemli özelliği ise sadece mimari yapıların değil, aynı zamanda o dönemdeki günlük yaşamın da dinamik olarak canlandırılmasıdır. Örneğin, antik kent sakinleri ve onların sosyal etkileşimleri, animasyonlar aracılığıyla sanal dünyaya entegre edilmiştir. Bu, antik Roma toplumu hakkında daha derin bir anlayış kazandırmayı hedeflemiş ve yalnızca binaların ötesine geçerek sosyal hayatı da yeniden yaşatmayı amaçlamıştır.

Proje, gelişmiş 3D modelleme ve hareket yakalama gibi ileri teknolojileri kullanarak gerçek zamanlı etkileşimlere olanak tanımıştır. Bu teknolojiler sayesinde fiziksel Pompeii kalıntıları üzerine sanal bir katman eklenmiş ve kullanıcılar, AG gözlükleri ile bu sanal yeniden yapılandırmaları gerçek dünyada görebilmiştir. Teknik yeniliklerden bazıları şunlardır:

- Gerçek zamanlı görselleştirme: Yüksek performanslı grafik işleme kullanılarak, sanal yapılar kullanıcının perspektifine göre gerçek zamanlı olarak uyarlanmıştır.
- Arkeolojik verilerin entegrasyonu: Sanal modeller, arkeolojik araştırmalara dayalı olarak oluşturulmuştur ve tarihsel doğruluğa önem verilmiştir.
- Kullanıcı etkileşimi: Ziyaretçiler, sanal ortamda binalar ve araçlar gibi çeşitli unsurlarla etkileşime girerek bu yapıların tarihsel önemine dair bilgiler alabilmiştir.



Şekil 23. LIFEPLUS projesine ait, SG ve AG ile oluşturulmuş görsel örnekleri

LIFEPLUS, dijital miras koruma açısından önemli bir projedir. AG ve SG teknolojileri kullanarak eski dünyanın erişilebilir hale getirilmesi, kültürel mirasın korunması ve yeniden canlandırılması için önemli bir yol açmıştır. Projenin akademik ve halka açık katılımları, bu teknolojilerin tarihi anlamada ne denli önemli bir rol oynayabileceğini göstermiştir. Özellikle bilim insanları, Pompeii'nin şehir yapısını, mimari tarzlarını ve günlük yaşamını daha iyi analiz edebilmektedir. Bunun yanı sıra, öğrenciler ve araştırmacılar için de tarihî bilgiler daha erişilebilir hale gelmekte, AG teknolojisinin eğitici potansiyeli vurgulanmaktadır.

LIFEPLUS, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerinin tarihi ve arkeolojik alanlarda daha geniş kullanımına olanak tanımaktadır. Gelecekte, Vezüv Yanardağı'nın patlaması gibi doğal felaketlerin simülasyonları veya etkileşimli sanal karakterlerle tarihin daha etkileyici şekilde sunulması mümkün olabilir. Ayrıca, teknolojinin gelişimiyle birlikte Pompeii gibi antik yerler sanal turlarla uzaktan keşfedilebilir. Bu proje, dijital teknolojilerin geçmişi anlamada ve korumada önemini vurgulamakta ve benzer projelere ilham vermektedir.

b) Archeoguide

Archeoguide projesi, 2001 yılında Vlahakis ve ekibi tarafından kültürel miras alanlarında artırılmış gerçeklik (AG) ve mobil bilişim teknolojilerini kullanarak daha etkileşimli bir ziyaret deneyimi sunmak amacıyla geliştirilmiştir (Vlahakis vd., 2001). Proje, kaybolmuş veya zarar görmüş tarihi yapıların dijital olarak yeniden canlandırılmasıyla, ziyaretçilerin bu yapıların orijinal hallerini AG yardımıyla görmelerini sağlamaktadır. Hem arkeologlara hem de genel ziyaretçilere hitap eden sistem, mobil cihazlar ve GPS gibi teknolojilerle donatılmıştır.

Proje, tarihi yapılar ve nesneler hakkında daha ayrıntılı bilgi sunarak, kültürel mirasın korunmasına ve ziyaretçilere daha anlamlı bir deneyim kazandırmaya odaklanmaktadır. Ziyaretçilerin konumlarına göre dijital içerikler görüntülemesine imkân tanıyan sistem, geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmektedir. Archeoguide, kültürel mirasın dijital yollarla korunmasına ve ilginin artırılmasına katkıda bulunmuş, AG ve mobil teknolojilerin arkeolojik alanlarda nasıl devrim yaratabileceğini göstermiştir.



Şekil 24. Archeoguide çalışması sırayla; orijinal görüntü, artırılmış görüntü

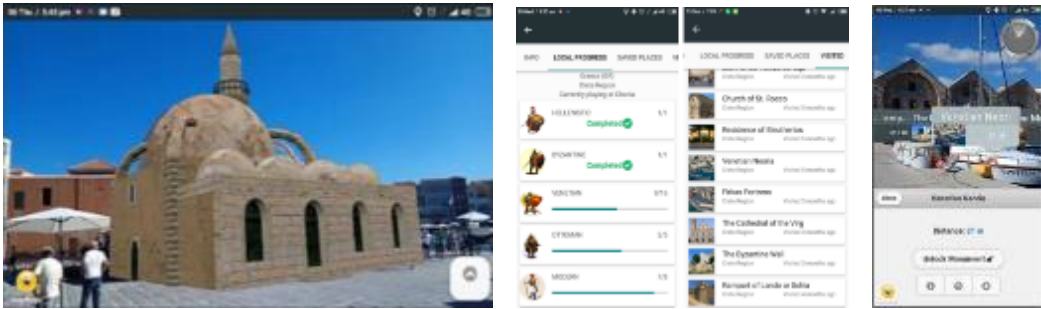
c) MAR (Mobile Augmented Reality)

"An Architecture for Mobile Outdoors Augmented Reality for Cultural Heritage" başlıklı makalede Panou ve arkadaşları, mobil artırılmış gerçeklik (MAR) teknolojisinin kültürel miras alanlarında nasıl kullanılabileceğini detaylı bir şekilde ele almıştır (Panou vd., 2018). MAR, ziyaretçilerin açık hava tarihi alanlarını gezerken, geçmişteki yapıların dijital rekonstrüksiyonlarını mobil cihazları aracılığıyla görmelerini sağlayan bir sistemdir. Projede, Yunanistan'ın Chania kentindeki antik yapıları dijital olarak canlandırmak ve ziyaretçilere etkileşimli bir tarihi deneyim sunmak amaçlanmıştır.

MAR projesi, özellikle açık hava ortamında artan teknik zorluklara çözüm üretmeye odaklanmıştır. Bu zorluklar arasında doğru 3D yerleştirme ve görselleştirme, güneş ışığının fazlalığı ve kalabalık ortamlar gibi unsurlar bulunur. Proje, GPS tabanlı konumlandırma ve 3D içeriklerin gerçek dünya üzerine doğru bir şekilde yerleştirilmesini sağlayan bir sistem geliştirmiştir. Ayrıca, kullanıcıların ilgisini artırmak için oyunlaştırma unsurları eklenmiş; ziyaretçiler, belirli alanları keşfettikçe puan kazanarak tarihi bilgileri açığa çıkarmışlardır.

MAR projesi, kültürel mirasın dijital yollarla korunması ve halka sunulması açısından önemli bir adımdır. Ziyaretçilerin, modern kentleşme nedeniyle zarar görmüş veya yok olmuş yapıları orijinal halleriyle görebilmeleri, bu yapıların tarihî ve kültürel değerini daha iyi anlamalarını sağlar. Bunun yanı sıra, MAR uygulaması sayesinde, fiziksel müdahaleye gerek kalmadan arkeolojik alanlarda yapılan araştırmalar ve ziyaretçi deneyimleri dijital olarak zenginleştirilmiştir.

Ayrıca MAR, oyunlaştırılmış bir deneyim sunması sebebiyle, özellikle genç nesillerin tarihî alanlara olan ilgisini artırabilir ve eğitim amaçlı kullanılabilir. Gelecekte, bu tür projeler daha da gelişerek, farklı kültürel miras alanlarına kolayca uyarlanabilir ve daha fazla kullanıcıya ulaşabilir.



Şekil 25. MAR projesinden görseller; 3D rekonstrüksiyon, oyunlaştırılmış menüler

d) Alexandria Troas

Ünal'ın 2021 tarihli "Mimaride Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Alexandria Troas Podyumlu Tapınağın Kullanıcı Deneyimine Sunumu Örneği" başlıklı tezinde, antik kentin mimari yapılarından biri olan Podium Tapınağı'nın AG teknolojisi ile dijital olarak yeniden yapılandırılması ele alınmaktadır. Bu çalışmada, tarihi ve arkeolojik yapıları mobil cihazlar üzerinden deneyimleyebilmek için mobil artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Uygulama, tapınağın kalıntıları üzerinde dijital rekonstrüksiyonunu sunarak kullanıcıların tapınağın orijinal halini sanal ortamda görmelerini sağlar (Ünal, 2021).

Bu AG uygulaması, ARKit kütüphanesi kullanılarak XCode platformunda geliştirilmiştir. Kullanıcılar, antik kentin belirli bölgelerinde mobil cihazlarını kullanarak tapınağın dijital modelini 3D olarak görebilir ve tapınağın etrafında dolaşarak yapıyı çeşitli açılardan inceleyebilirler. Uygulama GPS, jiroskop ve kamera verileri ile çalışır; böylece kullanıcının konumuna göre dijital yapı ekranda belirir ve boyutlandırılır. Projenin ilk aşamalarında konum bazlı AG yöntemi denenmiş, ancak konum verilerindeki doğruluk sorunları nedeniyle işaretçi tabanlı sistem tercih edilmiştir. Kullanıcıların ekranda tapınağın orijinal halini QR kod ile görmesi sağlanmıştır.

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, tarihi yapıların sanal ortamda yeniden canlandırılmasına olanak tanıyarak, kültürel mirasın korunması ve ziyaretçilere etkileyici deneyimler sunulması açısından önem taşır. Alexandria Troas Podium Tapınağı için geliştirilen bu uygulama, ziyaretçilerin tapınağın günümüzdeki kalıntıları ile antik dönemdeki halini karşılaştırbilmelerini sağlar. Uygulama hem eğitici hem de eğlenceli bir turizm deneyimi sunarken, aynı zamanda tarihi yapıların sanal yollarla korunmasına katkıda bulunur. Ayrıca bu proje, AG teknolojisinin arkeolojik alanlarda nasıl kullanılabileceğine dair örnek teşkil etmekte ve ileride diğer tarihi yapılar için de benzer uygulamaların geliştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

Bu uygulama, sadece Podium Tapınağı ile sınırlı kalmayıp, antik kentteki diğer yapıların da sanal olarak yeniden canlandırılabilmesi için daha geniş çaplı bir projenin başlangıcı olarak tasarlanmıştır. Gelecekte bu tür projeler, tarihî yapıların dijital rekonstrüksiyonu için daha fazla veri sağladıkça, daha gelişmiş AG teknolojileri ile entegre edilebilir. Ayrıca, sesli rehberlik ve sosyal medya etkileşimleri gibi yeni özellikler eklenerek kullanıcı deneyimi daha da zenginleştirilebilir.



Şekil 26. Alexandria Troas podyumlu tapınağa ait gerçekleştirilen çalışma görselleri

2.7.5. Örneklerin Değerlendirilmesi

İlgili çalışmalar incelendiğinde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin mimarlık ve kültürel miras alanlarındaki kullanımı üzerine yapılan önceki araştırmaların, önemli bir temel oluşturduğu görülmektedir. Bu çalışmalar, AG teknolojisinin tarihi ve kültürel değer taşıyan yapılar üzerinde dijital canlandırmalar oluşturarak, bu yapıların korunmasına ve daha geniş kitlelere tanıtılmasına katkı sağladığını göstermektedir. Özellikle arkeolojik ve tarihi alanlarda yapılan dijital rekonstrüksiyonlar, yapıların orijinal halleriyle ziyaretçiler tarafından deneyimlenmesini mümkün kılmakta ve kullanıcı etkileşimlerini artırmaktadır.

Bu bağlamda, önerilen çalışma, mevcut literatüre önemli bir katkı sunmayı amaçlamaktadır. Unity ve Vuforia platformları kullanılarak geliştirilecek Android tabanlı mobil uygulama, Trabzon Kızlar Manastırı'nın belirli yapı bölümlerinin dijital canlandırmasını gerçekleştirecektir. Bu sayede, mimari yapıların AG ile nasıl daha etkili bir şekilde sunulabileceği test edilecektir. Ayrıca, çalışmanın 50 kullanıcı ile gerçekleştirilecek anket aşaması, artırılmış gerçekliğin mimarlık alanındaki uygulanabilirliğini değerlendirme fırsatı sunacaktır. Bu tür bir metodoloji, AG'nin mimari canlandırmalar üzerindeki etkisini hem görsel hem de etkileşimli olarak inceleyen özgün bir yaklaşım olacaktır. Çalışmanın kullanıcı deneyimini merkeze alarak, mimarlık ve AG'nin kesişim noktasındaki potansiyel yenilikleri ortaya koyması, önceki araştırmalara önemli bir katkı sağlayacaktır.

İncelenen çalışmaların ışığında, yapılacak olan bu çalışma, hem AG'nin mimarlık alanındaki uygulamalarını genişletecek hem de kullanıcı odaklı bir test süreciyle AG'nin mimari sunumlar üzerindeki etkisini analiz edebilecektir. Bu yönüyle, kültürel mirasın korunması ve dijitalleştirilmesi alanında yeni bir yaklaşım sunma potansiyeline sahiptir.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR 2 – ALAN ÇALIŞMASI

3.1. Çalışma Alanı: Trabzon Kızlar Manastırı

Bizans tarihçisi Mikhail Panaretos'un yazdığı Kronik'de 1362 yılı olaylarından bahsederken Trabzon'daki Boztepe'yi Mithra Dağı Minthrion Tepesi olarak nakletmektedir (Bryer & Winfield, 1985). Günümüzde yalnız Mithra Kültü'nün izlerini taşıması sebebiyle bile oldukça değerli olan, bu sebeple de oldukça eski dönemlere tarihlenebilen Boztepe ve mithareum olduğu düşünülen (İnan, 2022) Kaya Kilise'sini barındıran Kızlar Manastırı kent belleğinde yer alması ve gelecek nesillere aktarılması oldukça önemli olan bir tarihi yapıdır.

Günümüzde yerel halk tarafından Kızlar Manastırı olarak bilinen Theokotos Theoskepastos (Παναγία Θεοσκέπαστο) Trabzon'da Boztepe Dağı'nın eteklerinde ve şehre hâkim bir yamaçta bulunan bir komplekstir (Bryer & Winfield, 1985). Günümüzde manastır, Boztepe'nin kuzeybatısında, kuzeydoğu güneybatı yönünde yaklaşık 2800 metrekarelik bir alan kaplamaktadır. Kompleks içerisindeki yapılar birden fazla kot üzerinde inşa edilmiştir. Farklı kotlardaki yapıları kapsayabilmesi adına kompleks duvarlarla çevrilmiştir. Kompleks içerisinde kaya kilisesinin yanı sıra, şapel, şehir terası, öğrenci odaları, misafirhane, yemekhane, metropolit konutu, çan kulesi, bazilika, anıt mezar ve avlu bulunmaktadır.



Şekil 27. Kızlar Manastırı'nın harita üzerindeki konumu

a) Tarihi Arka Plan

Kızlar Manastırı günümüzde birden fazla yapının bir araya gelmesiyle oluşan bir kompleks olsa da inşa edildiği dönemde muhtemelen yalnızca Kaya Kilisesi'nden oluşmaktaydı. Ancak Kaya Kilisesi'nin ilk olarak ne zaman oyulduğu kesin olarak bilinmemektedir. Bununla birlikte Rice'a göre kilise Hristiyanlığın kabulünden çok önce Apollo-Mithras tapınağı olarak hizmet vermiştir (Rice, 1929). Tüm bu bilgiler ışığında yapının 3. Aleksios'un hüküm sürdüğü 1349-1390 yılları içerisinde kurulduğu, yeniden kurulduğu ya da vakfedildiği düşünülmektedir (Bryer & Winfield, 1970). İnşa edilmesini olmasa da varlığının büyük bir kısmını 3. Aleksios'un cömertliğine borçlu olan manastır, Boztepe'nin yamaçlarında konumlanmakta ve şehre tepeden bakmaktadır (Rice, 1929).

Kaya Kilisesi'nin apsisinde bir zamanlar bulunan Meryem tasviri nedeniyle manastıra 'Theotokos Theoskepastos' ismi verilmiştir. Türkçe karşılığı yaklaşık olarak 'Tanrı'nın Koruduğu Hz. Meryem' demektir (Φιλίππιδης, 1933).

3. Aleksios döneminde kurulduğu düşünülen yapı o dönemlerde rahibe manastırı olarak kullanılmıştır. Rahibe manastırı Despot Andronikos (ö. 1376), Büyük Komnenos Manuel III (ö. 1417) ve Büyük Komnenos Aleksios IV'ün (ö. 1429) mezarlarına ev sahipliği yapmış, daha sonra bu mezarların kalıntıları Hrisokephalos'un dışındaki anıta nakledilmiştir (Bryer & Winfield, 1985).

Trabzon 1461 yılında Fatih Sultan Mehmed tarafından fethedildikten (Fallmerayer, 1827) sonra manastıra ait toprakların bölgeye yeni yerleşenlere ve ele geçen kalelerin giderlerinin karşılanması için tımar olarak verildiğine dair kayıtlar bulunmaktadır. Ayrıca manastıra ait günümüze ulaşmayan bir tipikonunun (etkinlik takvimi ve yazıldığı manastırın geçirdiği önemli evrelerin not alındığı bir tür defter) olduğu da kayıtlardan anlaşılmaktadır (Beldiceanu & Năştural, 1985).

Trabzon'a 1609 yılında gelen Julian Bordier o dönemde Manastır'da her birinin kendine ait bahçesi bulunan on veya on iki civarında rahibenin bulunduğundan söz etmektedir (Bordier, 1934).

Manastırı 1817-19 yılları arasında ziyaret eden Bzhshkean ise "Manastır kilisesi ve avlusu tamamıyla kayaların içinde oyulmuş bir bina olup, üzerinde yükselen dağdan dolayı rutubetli bir yerdir. Manastır alanı içerisinde adi hücreler oyulmuştur. Manastırın kuzey tarafında, yaz ayını bazen orada geçirmiş ve annesi de oraya çekilmiş olan 3. Aleksios'un yüksek ve duvarlarla çevrili taht yerini gördük." bilgisini vermektedir (Bzhshkean & D Andreasyan, 1969).

Kızlar Manastırı hakkında en detaylı bilgi 1840 yılında Trabzon'a araştırma yapmak üzere giden Fallmerayer tarafından verilmektedir. Fallmerayer, şehirde kaldığı süre boyunca manastırı 7-8 kez ziyaret ettiğini ve burada 30 kişinin yaşadığını belirtmiştir. “Tanrı Himayesindeki Meryem Ana acınacak durumda, tonozlu ve kulübe tipinde bir bina; taş hücreler, bakımsız sebze bahçeleri ... tahrip edilmiş kral mezarı ve kırılıp atılmış çan kulesi ile küçük mağara insanları tarzında taş içine oyulmuş bir kilise.” Ayrıca Fallmerayer 18. yüzyılda Manastır’ın tahrip olduğunu belirtmektedir (Fallmerayer, 2002).

1830-1879 yılları arasında Trabzon Başpiskoposu olarak görev yapan Konstantios’un manastırı sık sık ziyaret ettiği söylenmektedir (Fallmerayer, 2002). Manastır’da kuzey terasındaki tek nefli kâgir şapelin onun döneminde inşa edildiği kabul edilmektedir (Bryer & Winfield, 1985). Theoskepastos, Trabzon İmparatorluğu'nda bilinen tek rahibe manastırıydı ve 1922 yılına kadar dindar kadınların evi olarak kaldı (Bryer & Winfield, 1985).



Şekil 28. David – Talbot Rice tarafından 1936 yılında çekilen fotoğraf (Darley, 2017)

b) İnşaat Tarihi

Kızlar Manastırı hakkında inşaat tarihi birkaç dönem içerisinde incelenmiştir. Bu dönemler Kızlar Manastırı'nın 2021 yılında biten restorasyon çalışması kapsamında 2008 yılında Doç. Dr. V. Macit Tekinalp'in yazdığı 'Trabzon, Kızlar Manastırı Hakkında Sanat Tarihi Raporu' raporundan elde edilen bilgilerle derlenmiştir. Rapora T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Trabzon Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü aracılığıyla ulaşılmıştır.

Rapora göre Kızlar Manastırı'nda dört yapı dönemi belirlenmiştir. Arşivlere göre bu dönemlerden en az ikisinin Osmanlı Dönemi'nde gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

Dört yapı döneminin yanı sıra 27 Aralık 1939 tarihinde olan Erzincan depreminin ardından 1940 yılında Manastır'a yerleştirilen ailelerin yapmış olduğu anlaşılan değişiklikler ve yakın zamanda yapılmış olduğu anlaşılan geçici onarımlar, Manastırı oluşturan farklı yapılarda izlenebilmektedir.

Kızlar Manastırı'nın en erken yapısının kayaya oyulan Kaya Kilisesi (K1) olduğu bilinmektedir. Bu yapı, sonrasında Manastır'ın diğer yapılarının çevresine inşa edildiği temel olmuştur. Ayrıca, D2 yapısının, zemin katının güneyinde bulunan, kayaya oyma nişler bu dönem içerisinde değerlendirilebilir. Bu ilk yapı dönemi için 14. yüzyılın ikinci yarısı önerilebilir. Günümüze ulaşmamış olan yazıtlı bani freskolarında (1860'lı yıllar civarında Manastır'da önemli yapılaşmanın olduğu dönemde yıkılarak günümüze ulaşamamıştır.) elinde bir kilise maketi ile gösterilen ve 1349 ile 1390 yıllarında hüküm süren İmparator III. Aleksios'un annesi Eirene'nin, Kızlar Manastırı'nın ilk banisi olduğu anlaşılmaktadır. Ancak daha öncesinde de inşa edilmiş olma olasılığı vardır.

Kaya Kilisesi'nin batısına inşa edilen D1 ve D2 yapısı, ikinci yapı döneminin önemli örnekleridir. Ayrıca, Manastır'ın kuzeyinde tonozlu yapılardan oluşan B yapısı, bu dönemde inşa edilmiş olabilir. Bu yapı döneminin Osmanlı dönemi içerisinde gerçekleştiği düşünülmektedir.

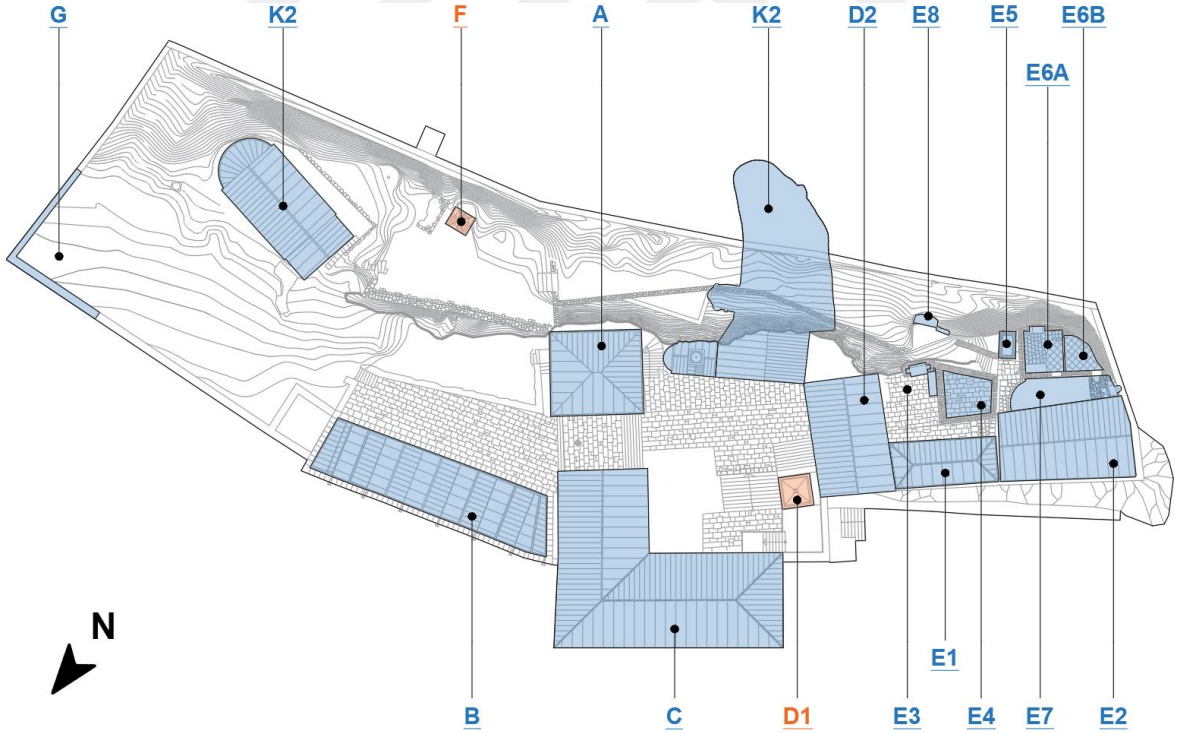
Manastır'ın batı cephesinin alt kotları, üçüncü yapı döneminde inşa edilmiştir. Bu dönemde, C yapısı üç katlı olarak, E1 ve E2 yapıları ise iki katlı olarak inşa edilmişlerdir. Kesin olarak bilinemesse de bu yapılar 1840 öncesine ya da 19. yüzyılın başlarına tarihlenebilirler. Bu konuda daha net bir zaman aralığı sağlayabilecek bir kaynak bulunmamaktadır.

Dördüncü yapı döneminde, üçüncü yapı dönemine ait C yapısı üzerine bir kat daha eklenmiş ve kuzey doğusu uzatılarak 'T' şeklinde bir ekleme yapılmıştır. Bu dönemde ayrıca Kaya Kilisesi'nin (K1) naosunun batı duvarının da tümüyle yenilendiği anlaşılmaktadır.

Manastır'ın denize bakan doğu terasında bulunan tek nefli kâgir kilisenin (K2) ise Metropolit Konstantinos (1830-1879) tarafından inşa edildiği kabul edilmektedir (Bryer & Winfield, 1985).

Fallmerayer 1840 yılında Manastır'ı ziyaret ettiğinde 'kırılmış atılmış' bir çan kulesinin olduğundan söz etmektedir. Bu durumda 20. yüzyıl başında çekilen fotoğraflarından sağlam olduğu anlaşılan çan kulesinin de 1840 yılı sonrasında inşa edildiği anlaşılmaktadır.

Manastır, Trabzon'un Ruslar tarafından işgal edildiği 1915-1918 yılları arasında çeşitli onarımlar görmüştür. Bu dönemde, zor koşullar nedeniyle yeni yapılar yerine Manastır'da onarımların ağırlıkta olduğu anlaşılmaktadır. 1940 yılında Erzincan depreminden sonra Manastır'a yerleşenlerin ekler ve mekânlar inşa ettiği anlaşılmaktadır. Bu dönemde, duvar örgüsünde Manastır'a ait taşların toprak harç kullanılarak yeniden örüldüğü görülmektedir. 2000'li yıllarda yapılan onarımların çimento kullanılarak geçici olarak yapılmakta olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 29. Günümüzde Manastır'a ait yapıları gösteren plan (Trabzon Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü'nden alınıp yazar tarafından düzenlenmiştir.)

c) Manastırdaki Mevcut Yapıların Listesi

Trabzon Kızlar Manastırı'nın planında görülen yapılar, tarihi ve mimari açıdan farklı durumlarda bulunmaktadır. E harfi ile gösterilen yapılar, büyük ölçüde yıkıntı halinde olup, tamamen kaybolmuş veya sadece izleri kalmıştır. K1 yapısı, manastırın en eski bölümlerinden biri olarak dikkat çeker; bir mağara oyuğu şeklinde olan bu yapı, içindeki fresklerin büyük oranda yok olması nedeniyle sanatsal zenginliğini kaybetmiş durumdadır. A ve C yapıları, aslına uygun şekilde tamamlanmıştır. B yapısı ise öğrenci odalarını barındırmakta olup, yarı yıkık/eksik bir vaziyettedir. K2, Konstantinos Şapeli olarak bilinir ve kısmen yıkık ve eksiktir. Özellikle F yapısı (anıt mezar) ve D1 (çan kulesi) dikkat çekici yapılardır. F yapısı eksik durumda olsa da yerde yapı parçaları sergilenmekte olup, bu alanın artırılmış gerçeklik uygulamaları için oldukça uygun olduğu düşünülmektedir. D1 ise tamamen yıkılmış olan çan kulesine ait parçalar içermemekte yalnız yapıya hâkim bir konumda olduğu için dijital rekonstrüksiyona uygun bir alandır.

A Yapısı: Metropolit Konutu

B Yapısı: Öğrenci Odaları

C Yapısı: Misafirhane ve Yemekhane

D1 Yapısı: Çan Kulesi

D2 Yapısı: Bazilika

E1 Yapısı

E2 Yapısı

E3 Yapısı: Ocak

E4 Yapısı

E5 Yapısı: Çeşme

E6A Yapısı

E6B Yapısı

E7 Yapısı

E8 Yapısı

F Yapısı: Anıt Mezar

G Yapısı

K1 Yapısı: Kaya Kilisesi

K2 Yapısı: Konstantinos Şapeli

d) Yapının Etkileri ve Mirası

Kızlar Manastırı, tarihî bir yapı olarak kökenleri Mithra kültüne dayanan ve zaman içinde çeşitli inançların ve kültürlerin etkileşimine tanıklık etmiş bir merkezdir. İlk dönemlerinde Mithraizm'in ritüellerine ev sahipliği yapmış olabilirken, sonraları Hristiyanlığın yükselişiyle birlikte bu inançlarla bütünleşerek önemli bir Hristiyan manastırı haline gelmiştir. Manastır, Orta Çağ sonları boyunca bölgedeki dini ve kültürel hayatın merkezlerinden biri olmuş ve çeşitli dönemlerde farklı kültürlerin bir araya geldiği bir nokta olmuştur. Yıllar boyunca bakım ve restorasyon çalışmalarına tabi tutulan manastır, günümüzde tarihî ve kültürel mirasımızın önemli bir parçası olarak varlığını sürdürmektedir. Mimari özellikleri, dini sembolleri ve geçmişin izlerini taşıyan duvarlarıyla, ziyaretçilere geçmişin anılarını yaşatmaya devam etmektedir. Bugün dini bir yapı olmasa da kültürel ve tarihî açıdan büyük bir değere sahiptir ve çeşitli kültürlerin izlerini ve anılarını bir arada barındırmaktadır. Trabzon'un zengin tarihî dokusunun bir parçası olarak, manastırın korunması ve gelecek nesillere aktarılması büyük bir önem taşımaktadır.

3.2. Çalışma Yapılacak Yapı Bölümlerinin Tespiti

Bu bölümde çalışmanın yapının hangi bölümünde veya bölümlerinde yapılması düşünüldüğü anlatılmaktadır. Çalışma yapılması için potansiyel yerler:

- Anıt Mezar
- Çan Kulesi'dir.

Trabzon Kızlar Manastırı'nda mobil artırılmış gerçeklik uygulamasının yapılacağı yapılar, mevcut durumları ve dijital canlandırmaya uygunlukları göz önünde bulundurularak seçilmiştir. Öncelikli olarak F yapısı (Anıt Mezar), eksik bölümlerinin yanı sıra yerde sergilenen parça ve kalıntılarıyla dikkat çekmektedir. Yerde bulunan yapı kalıntıları, kullanıcıların dijital rekonstrüksiyon sırasında gördükleri ile daha kolay ilişki kurmalarını sağlayacaktır. Anıt mezarın sanal ortamda tamamlanması, kullanıcılara yapının orijinal hali hakkında daha net bir fikir sunma potansiyeline sahiptir.

Bunun yanı sıra, tamamen yıkılmış olan D1 (Çan Kulesi) yapısının üst kısmı da dikkate değer bir başka yapıdır. Fiziksel olarak hiçbir parçası kalmamış olmasına rağmen, bu yapının dijital ortamda yeniden inşa edilmesi ve manastırın tarihi dokusuna uygun biçimde kullanıcılara sunulması mümkündür. Bu iki yapı hem tarihi öneme sahip olmaları hem de fiziksel olarak kaybolmuş unsurları nedeniyle dijital rekonstrüksiyon için en uygun adaylar

olarak öne çıkmaktadır. Bu seçimler, tarihi ve kültürel mirasın korunması ile artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla geniş kitlelere ulaştırılmasına katkı sağlayacaktır.



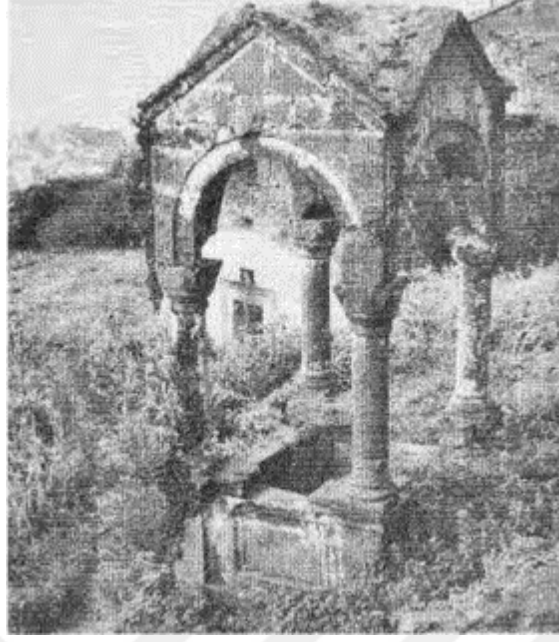
Şekil 30. Anıt Mezar ve Çan Kulesi'ne ait mevcut durumu gösteren fotoğraflar

3.3. Artırılmış Gerçeklikle Dijital Canlandırma Süreci

Artırılmış gerçeklik kullanılarak bir dijital canlandırma yapımı bir dizi sürecin sonunda gerçekleştirilebilir. Bu süreç canlandırma yapılacak yapı/yapı bölümünün bilgilerinin toplanması, bilgilere uygun modelleme yapılması, modellerin mobil uygulama ile entegre edilmesi, deneyimleme ve geri bildirim alınması gibi aşamaları barındırır. Bahsedilen süreçler bu bölümde daha yakından incelenecektir.

3.3.1. Proje Hazırlığı ve Veri Toplama

Proje hazırlığı ve veri toplama sürecinde, ilk adım olarak çalışma yapılacak alanın tespiti gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte, öncelikle yapı ile ilgili mevcut planlar, çizimler ve dokümanlar aranmıştır. Bu noktada, ilk olarak tarihi kaynaklar incelenmiş ve yapı hakkında çeşitli bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Tarihi kaynaklar, manastırın belirli bölümleri hakkında çizimler içerse de bu çizimler genellikle çalışma yapılacak kısımlarla doğrudan bağlantılı olmamıştır. Yine de bu kaynaklar, yapının tarihsel gelişimini ve orijinal durumunu anlamak açısından önem taşımıştır. Tarihi kaynaklarda bulunan görseller ve belgeler, yapının zaman içindeki dönüşümüne ışık tutmuş ve dijital canlandırma çalışmalarına katkıda bulunmuştur.



Şekil 31. Metropolitan Constantinos'un Anıt Mezar'ı (1967) (Bryer & Winfield, 1970)

Örneğin Şekil 31'de görülen Anıt Mezar fotoğrafı, günümüzde yıkık haldeki yapı kalıntılarının geçmişi hakkında net olarak bilgi vermektedir. Modelleme sırasında bu fotoğraflar ana bilgi kaynaklarından bir olarak kullanılmıştır. Öte yandan Çan Kulesi'ne dair tarihi kaynaklardan elde edilen görüntülerin en eskisinde bile yapının mevcut olarak yıkık kısmına dair bir görüntüye rastlanamamıştır. Bu yapı için elde edilecek restitüsyon projeleri kullanılmıştır.



Şekil 32. Güneydoğudan manastır avlusu ve Çan Kulesi (Bryer & Winfield, 1970)

Sonrasında, manastırın yakın geçmişte restorasyon sürecinden geçtiği göz önünde bulundurularak, daha güncel ve detaylı bilgiye ulaşmak adına T.C. Kültür ve Turizm

Bakanlığı Trabzon Rölöve ve Anıtlar Müdürlüğü ile iletişime geçilmiştir. Bu kurum aracılığıyla, seçilen yapıya dair yapılan restorasyon çalışmalarının çizimleri temin edilmiştir. Restorasyon verilerine ulaşmak için gerekli resmi prosedürler izlenmiş ve dilekçe ile proje amacı anlatılarak (Ek 3) talep iletilmiştir. Bu aşamada her şey yasal zeminde ilerlemiş ve restorasyon projeleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir.

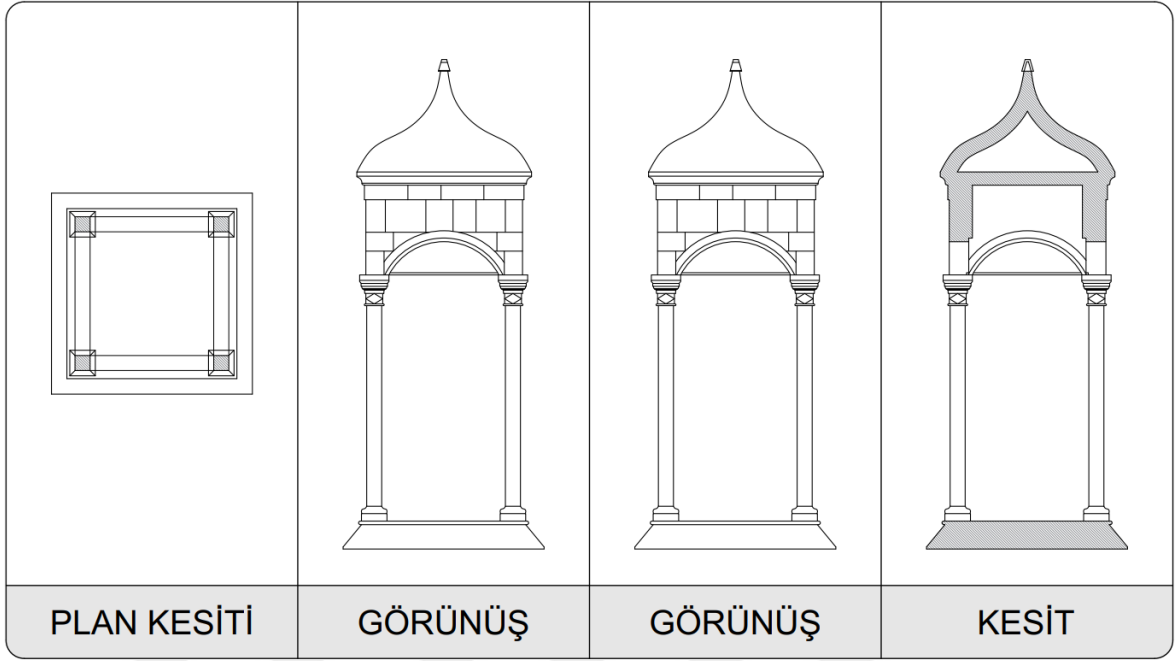
Restorasyon çizimlerinin incelenmesi sırasında, özellikle restitüsyon çizimlerinin, tarihi kaynaklarda bulunan görseller ile uyumlu olmasına dikkat edilmiştir. Bu, yapının orijinal haline dair doğru bir dijital canlandırma yapılabilmesi için önemli bir adım olmuştur. Tüm bu çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, projede kullanılacak dijital modellemeler ve artırılmış gerçeklik uygulamaları için temel oluşturmuştur.

3.3.2. Veri Hazırlama ve Modelleme

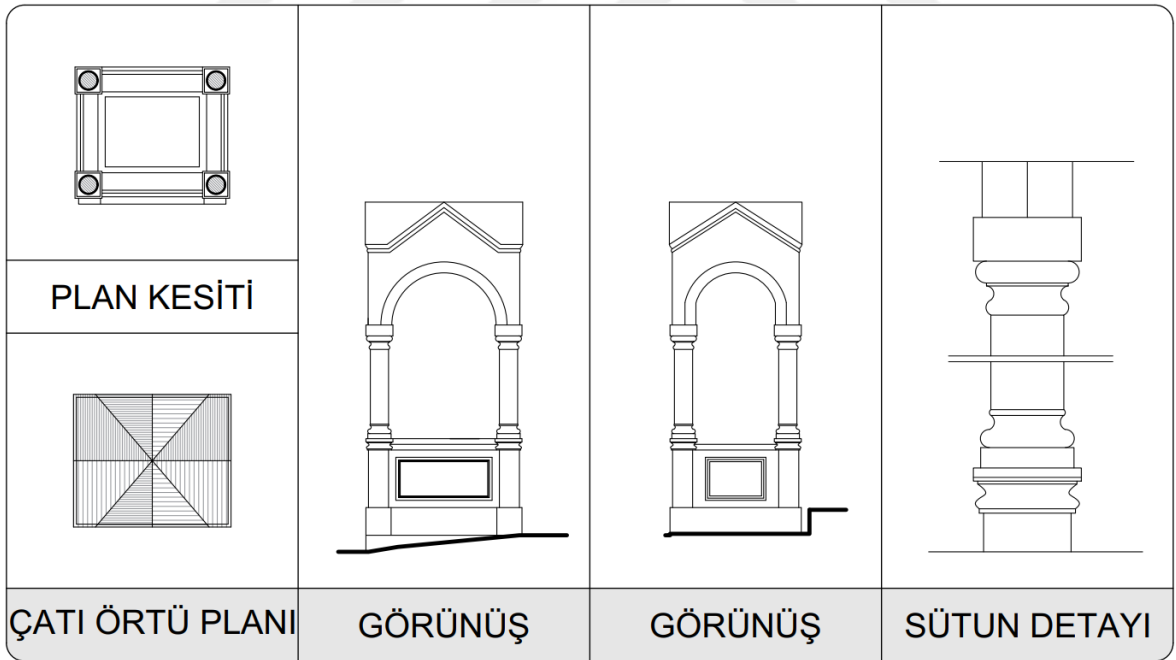
Restorasyon projeleri kapsamında elde edilen çizimler, yapıların doğru bir şekilde yeniden canlandırılmasında önemli rol oynamıştır. Restorasyon çizimleri mevcut durumun detaylı bir kaydını sunarken, restitüsyon çizimleri yapıların orijinal hallerini göstermektedir. Bu bağlamda modellenme süreci öncesinde çizimler, tarihi kaynaklarla karşılaştırılarak yapıların orijinal hallerinin doğru bir şekilde anlaşılmasına özen gösterilmiştir.

Modelleme işlemi sırasında Autodesk AutoCAD kullanılarak yapının plan ve kesit verileri dijital ortamda düzenlenmiştir. Çizimlerin düzenlenmiş halleri Şekil 33 ve Şekil 34’te gösterilmiştir. Ardından 3DSMax programı aracılığıyla bu çizimler üç boyutlu modele dönüştürülmüştür. Şekil 35 ve Şekil 36’da gösterildiği gibi, çizimlerdeki detaylar ve yapısal öğeler dikkatlice modellenmiştir. Modelleme prensibi, yapıların görünüşlerinin çakıştırılarak 3 boyutlu modelin ortaya çıkarılması ile şekillenmiştir. Bu prensip ile birlikte yapının orijinal mimari dokusu korunarak dijital bir rekonstrüksiyon elde edilmiştir. Modelleme yapılırken görünüşlerin bir araya gelmesiyle modelin ortaya çıkışındaki detaylar dikkatle incelenmiş ve tarihi kaynaklardan alınan bilgilerle uyushmasına ayrıca dikkat edilmiştir. Bu süreç boyunca dikkat edilen bir diğer nokta, modelin kullanıcılara görsel olarak en anlaşılır ve doğru bir şekilde sunulabilmesi için ölçek ve perspektif çalışmalarının da doğru şekilde yapılması olmuştur.

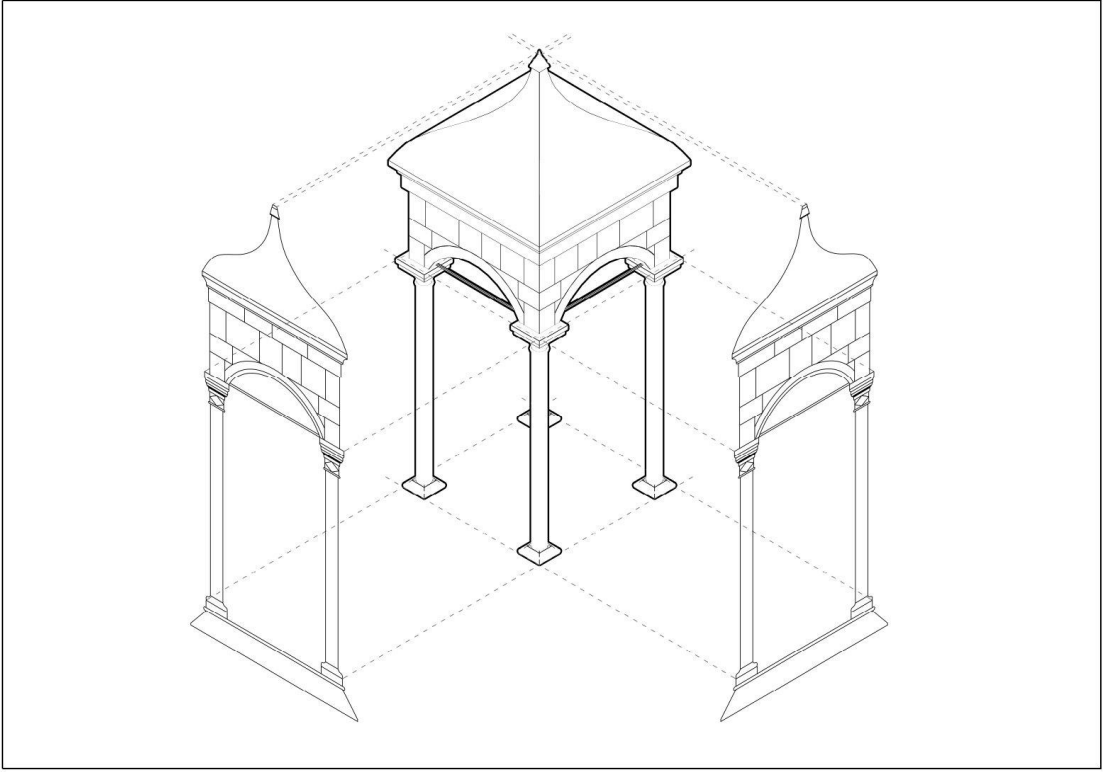
Böylelikle, dijital modelleme sürecinin her aşamasında yapıların hem tarihi hem de estetik unsurlarının korunmasına dikkat edilmiş, mobil artırılmış gerçeklik uygulamasında kullanılacak olan modellerin doğruluğu sağlanmıştır.



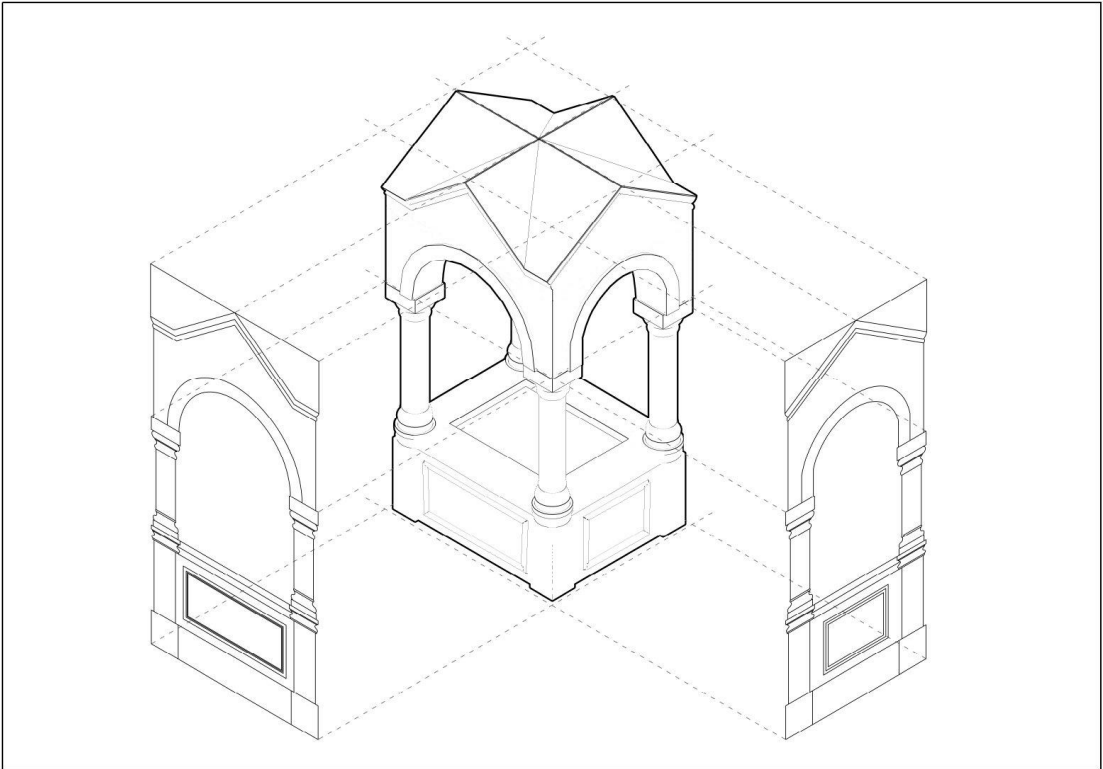
Şekil 33. Çan Kulesi yapısının; plan, görünüş ve kesitlerini gösteren restitüsyon çizimi



Şekil 34. Anıt Mezar yapısının; plan, görünüş, kesitlerini gösteren restitüsyon çizimi



Şekil 35. Çan Kulesi yapısının modellenme prensibi



Şekil 36. Anıt Mezar yapısının modellenme prensibi

3.3.3. Akıllı Telefonlar İçin Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Hazırlama

Bu mobil uygulama, Android işletim sistemine sahip akıllı telefonlarla uyumlu olarak geliştirilmiştir. Bunun başlıca nedeni, Unity oyun geliştirme platformu kullanarak Android için .apk uzantılı bir mobil uygulama oluşturmanın, iPhone model akıllı telefonlar için uygulama geliştirmeye kıyasla daha hızlı ve pratik olmasıdır. Android platformu, açık kaynak yapısı ve geniş kullanıcı kitlesiyle uygulama geliştirme süreçlerinde esneklik ve hız sağlar. Ayrıca, iOS platformuna uygulama hazırlamak için gerekli olan daha karmaşık süreçler ve kısıtlamalar, Android'i bu proje için daha uygun bir seçenek haline getirmiştir.

Mobil uygulama oluşturma adımlarına öncelikle Unity için bir yardımcı ek paket olan Vuforia adlı siteye kayıt olunarak başlanmalıdır. Kayıt işlemi tamamlandıktan sonra, bilgisayara Vuforia'nın entegrasyonu yapılmak üzere gerekli paket indirilir. Bu entegrasyon, Unity içerisinde artırılmış gerçeklik unsurlarının sorunsuz çalışmasını sağlar.

Bir sonraki adımda, Vuforia üzerinde yeni bir lisans anahtarı oluşturulması gerekmektedir. Bu lisans anahtarı, mobil uygulamanın geliştirme sürecinde kullanılacak veri tabanı ile ilişkilendirilir ve uygulamanın dijital içerikleri için bir doğrulama sağlar. Ardından, "Target Manager" adlı bölümde bu lisans anahtarına dayalı bir veri tabanı oluşturulmalıdır. Bu veri tabanı, mobil uygulamada kullanılacak görsellerin tanınması ve doğru şekilde işlenmesi için temel veri altyapısını sağlar.

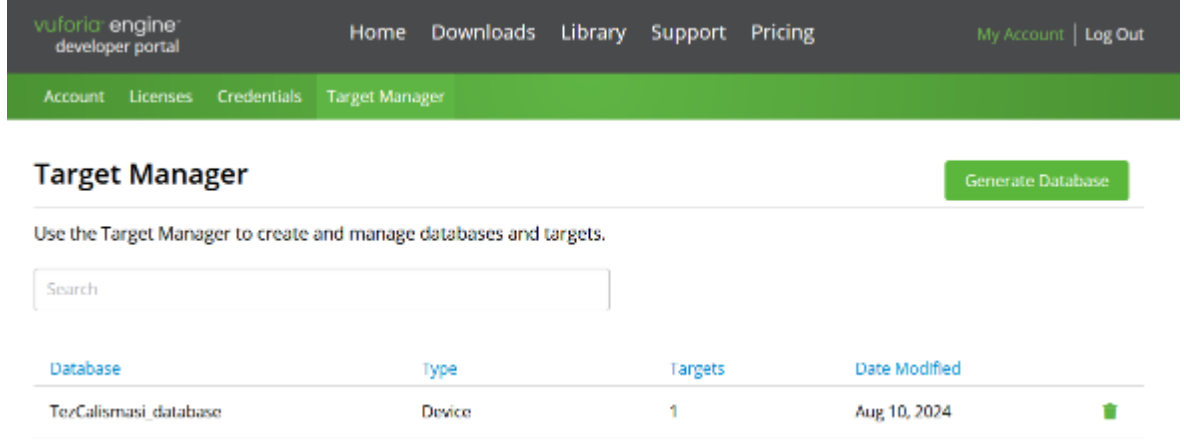
The screenshot displays the 'Licenses' section of the Vuforia Engine Developer Portal. At the top, there are navigation links: Home, Downloads, Library, Support, Pricing, My Account, and Log Out. Below these, a green bar contains 'Account', 'Licenses' (selected), 'Credentials', and 'Target Manager'. The main content area is titled 'Licenses' and includes buttons for 'Get Basic', 'Buy Premium', and 'Buy Cloud Add On'. A link 'Learn more about licensing. Create a license key for your application.' is provided. A search bar is located below the link. The license table has columns for Name, Type, Status, and Date Modified. The table contains one entry: 'Tic/Calismasi' with a 'Basic' type, 'Active' status, and a 'Date Modified' of 'Aug 10, 2024'.

Name	Type	Status	Date Modified
Tic/Calismasi	Basic	Active	Aug 10, 2024

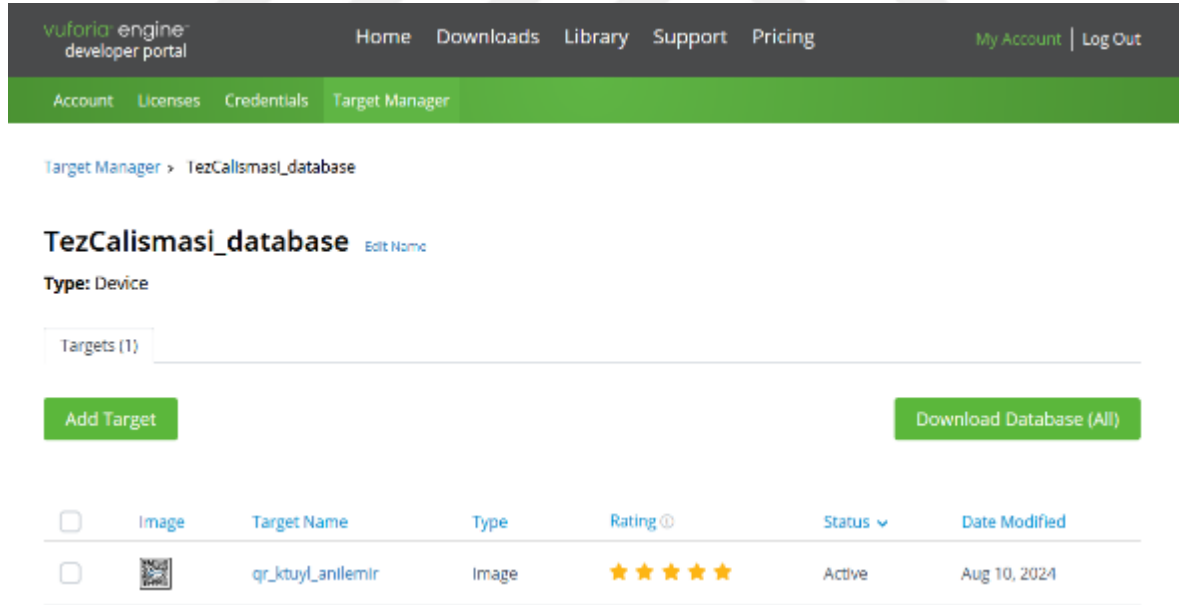
Şekil 37. License Manager kısmında yeni bir lisans oluşturduktan sonraki liste

Daha sonra, bu veri tabanının tanınabilmesi ve kullanılabilmesi için bir karekod oluşturulmalıdır. Karekod, mobil uygulamanın çalıştırılabilmesi ve gerekli verilerin tanınması için kritik bir role sahiptir. Çeşitli çevrimiçi karekod oluşturucuları kullanılarak

bir karekod üretilir. Bu karekod, kullanıcıların cihazlarıyla tarayarak veri tabanına hızlı ve kolay erişim sağlamalarına olanak tanır. Oluşturulan karekod, daha önce belirlenmiş olan veri tabanına entegre edilir ve bu şekilde sistemin işleyişine dahil edilmiş olur.



Şekil 38. Target Manager kısmında yeni bir lisans oluşturduktan sonraki liste



Şekil 39. Oluşturulan veri tabanının üzerine tıklanınca açılan liste ve veri tabanının indirileceği yer

Son olarak, yapılan tüm işlemleri içeren veri tabanı, Unity uygulamasına ek paket olarak indirilmeye hazır hale getirilir. Bu aşama ile birlikte tarayıcı üzerinden yapılan işlemler tamamlanmış olur. Artık Unity içerisinde çalışmalara başlanabilir.

İlk adım olarak Unity uygulaması açılır ve bir 3D proje oluşturulur. Daha önce indirilen Unity'ye ait ek paket projeye dahil edilir. Bunun için şu adımlar izlenir:

- Assets > Import Package > Custom Package > Vuforia Package yolunu izleyerek Vuforia paketi içe aktarılır.

Ardından, oluşturduğumuz veri tabanını kullanabilmek için kendi karekodumuzun yer aldığı ek paket projeye eklenir. Bunun için;

- Assets > Import Package > Custom Package > Kendi Veri tabanımız yolunu takip ederek veri tabanını yüklenir.

Sonrasında, sahnede varsayılan olarak gelen Main Camera silinir ve yerine AR Camera eklenir. Bu işlem şu adımlarla gerçekleştirilir:

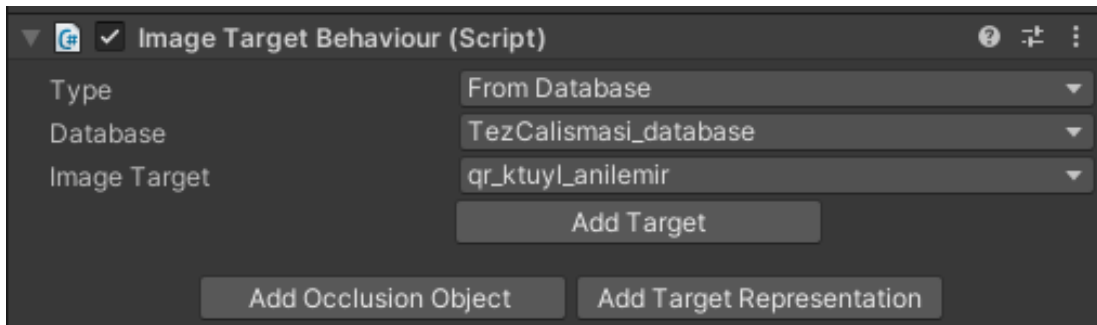
- GameObject > Vuforia Engine > AR Camera yolunu izleyerek yeni AR kamerası sahneye eklenir.

Eklenen AR kamera seçili iken, “Open Vuforia Engine Configuration” kısmına tıklanır ve tarayıcıda oluşturulmuş olan lisans anahtarı ilgili alana eklenir.

Daha sonra, mobil uygulamanın görüntü hedefini oluşturmak için;

- GameObject > Vuforia Engine > Image Target yolunu izleyerek bir görüntü hedefi eklenir.

Seçili olan Image Target üzerinde, türü belirtmek adına “Type = From Database” seçeneği seçilir. Veri tabanı olarak da daha önce oluşturduğumuz kendi veri tabanı seçilmelidir. Seçimlerin son hali aşağıdaki gibi olmalıdır.



Şekil 40. Image target seçili iken doldurulması gereken alanlar

Bu aşama da ayarlandıktan sonra, oluşturulan karekod viewport üzerinde görüntülenmelidir. Image Target, sol panelde görüntülenir ve sürükle-bırak yöntemi kullanılarak ARCamera üzerine bırakılır. Böylece, karekod ve AR kamera bağlantısı

kurulmuş olur. Modelin sahnede yer alabilmesi için, sol alt kısımda yer alan klasörler arasından ilgili model seçilerek, yine sürükle-bırak yöntemiyle viewport alanına eklenebilir. Bu işlem, modelin sahne üzerinde doğru konumlandırılmasını sağlar ve böylece mobil uygulamanın temel adımları tamamlanmış olur.



Şekil 41. Çalışmanın konseptini anlatan görsel

Bu noktadan sonra, mobil uygulamanın geliştirilmesine arayüz tasarımı ve malzeme değişimi işlemleri ile devam edilebilir. Arayüz oluşturulurken, farklı sahneler hazırlanmalıdır. Bu sahneler, çalışılması planlanan yapı bölümlerinin sayısına bağlı olarak oluşturulur. Arayüz, kullanıcı etkileşimini kolaylaştıracak butonlar aracılığıyla sahneler arasında geçiş yapılmasını sağlayacak şekilde yapılandırılır. Arayüz tasarımı Şekil 42’de ve arayüz butonlarının kodları Şekil 43’de gösterildiği gibidir.



Şekil 42. Test edilmiş Android mobil uygulamasından alınan ekran görüntüleri

```

using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.SceneManagement;

public class cankulesi : MonoBehaviour
{
    public void Playgame()
    {
        SceneManager.LoadSceneAsync(1);
    }

    public void Playgame2()
    {
        SceneManager.LoadSceneAsync(2);
    }

    public void Playgame3()
    {
        SceneManager.LoadSceneAsync(0);
    }

    public void QuitGame()
    {
        Application.Quit();
    }
}

```

Şekil 43. Sahneler arası geçiş ve uygulamadan çıkış yapmak için kullanılan kodlama

Sahneler arası geçiş dışında, mobil uygulamada kullanılan ve kullanıcı deneyimine sunulan bir başka özellik tel kafes gösterimidir. Bu gösterim sayesinde ekranda gösterilen modelin arkası da net bir şekilde gözlemlenebilmektedir. Bu özellik için oluşturulan buton ve bu butona bağlanan kod aşağıdaki gibidir.

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

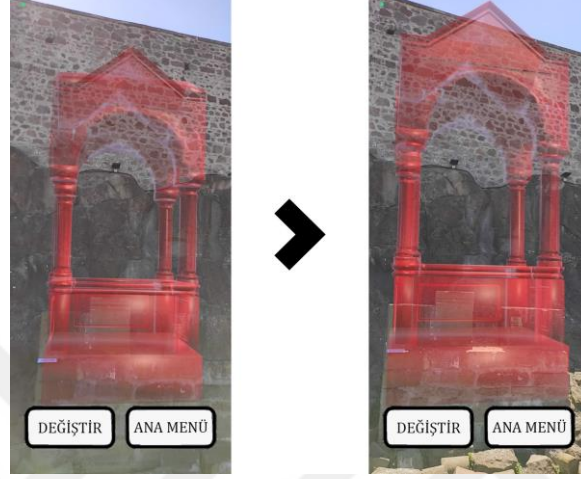
public class MaterialSwitcher : MonoBehaviour
{
    public Material material1;
    public Material material2;
    public GameObject targetObject;
    private Renderer objectRenderer;
    private bool isMaterial1Active;

    void Start()
    {
        if (targetObject != null)
        {
            objectRenderer = targetObject.GetComponent<Renderer>();
            if (objectRenderer != null)
            {
                isMaterial1Active = true;
                objectRenderer.material = material1;
                Debug.Log("Renderer bulundu: " + objectRenderer.gameObject.name);
            }
            else
            {
                Debug.LogWarning("Target objede Renderer bileşeni bulunamadı: " + targetObject.name);
            }
        }
        else
        {
            Debug.LogWarning("Target object atanmadı.");
        }
    }

    public void SwitchMaterial()
    {
        Debug.Log("Buton tıklandı!");
        if (objectRenderer != null)
        {
            if (isMaterial1Active)
            {
                objectRenderer.material = material2;
                Debug.Log("Material 2'ye geçildi: " + material2.name);
            }
            else
            {
                objectRenderer.material = material1;
                Debug.Log("Material 1'e geri dönüldü: " + material1.name);
            }
            isMaterial1Active = !isMaterial1Active;
        }
        else
        {
            Debug.LogWarning("Renderer bileşeni yok, malzeme değiştirilemedi.");
        }
    }
}
```

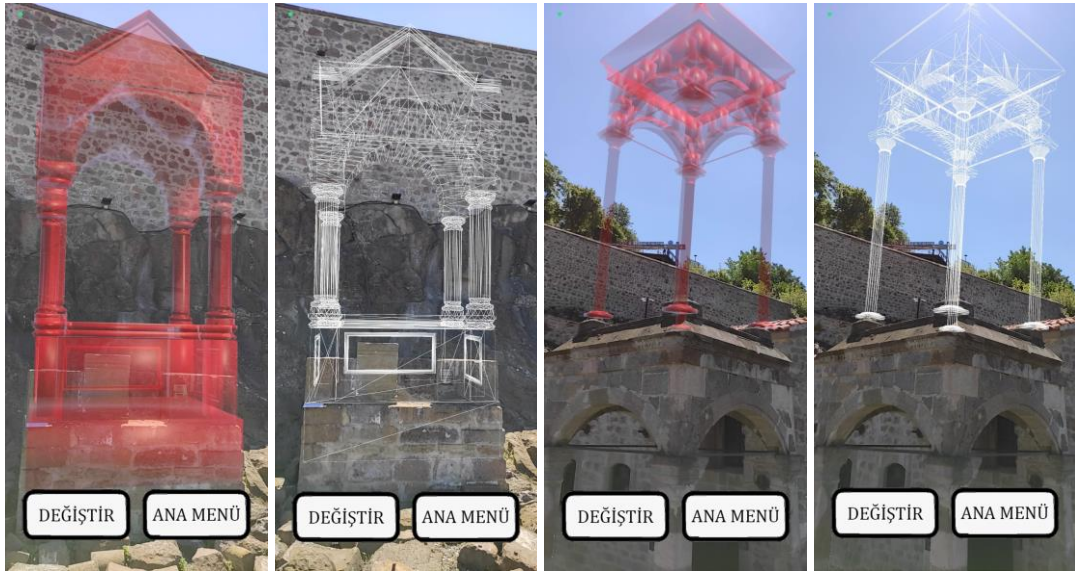
Şekil 44. Malzeme değişimi için kullanılan kod

Bu aşamada artırılmış gerçeklik uygulaması, Android tabanlı akıllı telefonlar için geliştirilen versiyonuyla test öncesi son halini almıştır. Mobil uygulamanın çalışma prensibi gereği, ekranda görünen model işaretçinin konumuna göre dinamik olarak gösterilmektedir. Dolayısıyla, uygulama kullanıcı deneyimine sunulmadan önce bir test ve bunun için de yapının bağlı olduğu kuruluştan bir izin (Ek 4) alınması gerekmektedir.



Şekil 45. İşaretçi yeri ve konumuna göre modelin revizyonu

Test aşamasında, modelin doğru şekilde görüntülenmesi için işaretçi yeri ve büyüklüğüne göre modelin yeniden boyutlandırılması ve konumlandırılması gerekir. Bu test süreci, modelin gerçek dünyadaki boyutlara uygun hale getirilmesi ve kullanıcı ile çevreye doğru şekilde entegre edilmesini sağlamaktadır. Testlerin tamamlanmasının ardından mobil uygulama, kullanıcı deneyimine sunulmaya hazır hale gelmektedir.



Şekil 46. Geliştirilen AG uygulamasından, çalışma alanında alınan ekran görüntüleri

3.3.4. Anket Oluşturulması

Anket oluşturma süreci, kullanıcı deneyiminin değerlendirilmesi amacıyla planlanmış ve beş ana başlık altında yapılandırılmıştır. Bu başlıklar: işlevsellik, teknik sorunlar, kültürel miras, süreklilik ve mobil uygulama içeriği olarak belirlenmiştir. Her bir başlık altında, katılımcıların bu konular hakkındaki düşüncelerini öğrenmek amacıyla iki soru oluşturulmuş ve böylece toplamda on soruluk bir anket dizayn edilmiştir. Her başlığa yönelik iki sorunun sorulması, verilerin güvenilirliğini artırmayı hedefleyen bir strateji olarak seçilmiştir. Bu sayede aynı başlık altındaki benzer sorular, katılımcıların tutarlılık gösterip göstermediğini analiz etmeyi sağlamış ve sonuçların güvenilirliğini pekiştirmiştir.

a) İşlevsellik

Bu başlık altında, AG teknolojisinin kullanıcıların tarihî yapı hakkında bilgi edinme ve yapının orijinal hâlini anlama becerisine etkisi sorgulanmıştır. Birinci soru, AG'nin tarihi canlandırma konusunda katılımcılara nasıl katkıda bulunduğunu anlamayı hedeflerken, ikinci soru AG'nin tarihi yapıların özgün hâlini daha iyi anlamada nasıl bir işlev gördüğünü sorgulamaktadır. Bu sorular, mobil uygulamanın işlevselliğinin kullanıcılar açısından nasıl değerlendirildiğini görmek amacıyla tasarlanmıştır.

b) Teknik Sorunlar

Teknolojiye dayalı uygulamalarda sıkça karşılaşılan teknik sorunlar, kullanıcının deneyimini doğrudan etkileyebilecek önemli bir faktördür. Üçüncü soru, akıllı telefonların AG deneyimindeki performansını değerlendirirken, dördüncü soru katılımcıların deneyim sırasında teknik aksaklık yaşayıp yaşamadığını öğrenmeyi amaçlamaktadır. Böylece, mobil uygulamanın kullanıcı dostu olup olmadığı ve teknik açıdan yeterli olup olmadığı konusunda geri bildirim toplanmıştır.

c) Kültürel Miras

Bu başlık, AG teknolojisinin kültürel mirasın korunumu üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Beşinci soru, kullanıcıların AG'nin kültürel mirasın korunumu konusunda farkındalığını artırıp artırmadığını sorgularken, altıncı soru ise bu teknolojinin kültürel mirası koruma açısından ne kadar etkili olabileceğini araştırmaktadır.

Bu başlık altında toplanan bilgilerin amacı, mobil uygulamanın tarihi ve kültürel değerlerin korunmasına dair kullanıcıların çalışma hakkındaki fikirlerini görmektir.

d) Süreklilik

Süreklilik başlığı altında, kullanıcıların AG teknolojisini gelecekteki ziyaretlerinde de kullanmayı isteyip istemedikleri ve bu teknolojinin tarihi yapıları ziyaret etme deneyimlerini nasıl etkilediği incelenmiştir. Yedinci soru, AG'nin tarihi yapıları ziyaret etme deneyimini daha eğlenceli hale getirip getirmediğini sorgularken, sekizinci soru gelecekte AG teknolojisinin tarihi yapı ziyaretlerinde tercih edilip edilmeyeceğini öğrenmeyi hedeflemiştir. Bu başlık, teknolojinin uzun vadede kullanımının mümkün olup olmadığı hakkında fikir edinmeyi amaçlar.

e) Mobil Uygulama İçeriği

Bu başlıkta, mobil uygulamanın görsel ve estetik tasarımı ile kullanıcı deneyimine katkısı değerlendirilmektedir. Dokuzuncu soru, AR deneyimi sırasında kullanılan görselleştirme modlarının (şeffaf mod, tel kafes modu) kullanıcının tercihini etkileyip etkilemediğini sorgularken, onuncu soru ise mobil uygulamanın genel estetik ve kullanıcı arayüzü tasarımının deneyimi nasıl kolaylaştırdığını değerlendirmektedir. Bu başlık, mobil uygulamanın içerik ve tasarım açısından ne kadar başarılı olduğu hakkında fikir edinmeyi amaçlamaktadır.

Anket oluşturma sürecinde Likert ölçeği yöntemi kullanılmıştır. Likert ölçeği, bireylerin belirli bir ifadeye yönelik tutumlarını derecelendirmelerine olanak tanıyan bir sistemdir. Katılımcılara, belirli ifadeler karşısında "Kesinlikle Katılmıyorum" ile "Kesinlikle Katılıyorum" arasında değişen yanıt seçenekleri sunulur. Böylece katılımcıların farklı başlıklar altında, mobil uygulamaya dair fikirleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılır.

Anketin Likert ölçeği kullanılarak hazırlanmış olması, katılımcıların subjektif deneyim ve algılarını objektif verilerle ölçebilme fırsatı sunmuştur. Anket aracılığıyla toplanan veriler, katılımcıların mobil uygulamanın performansına ve işlevselliğine dair genel izlenimlerini ortaya çıkarmayı amaçlamış, aynı zamanda mobil uygulamanın farklı başlıklardaki başarısının istatistiksel olarak değerlendirilmesine olanak sağlamıştır.

Anket değerlendirmesi aşamasında tanımlayıcı istatistik verileri kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistik, veri setini özetleyip anlamlandırmak için kullanılan temel istatistiksel

yöntemleri içermektedir. Bu yöntemler, verilerin yapısına dair genel bir fikir sunmakta ve sonuçları görselleştirip yorumlamayı da kolaylaştırmaktadır. Ayrıca verilerin dağılımını ve merkezi eğilim ölçülerini ortaya koyarak, veriler hakkında genel bilgi edinilmesine olanak tanımaktadır. Tanımlayıcı istatistikler birkaç temel başlık altında incelenebilir. Bu başlıklardan ilki merkezi eğilim ölçüleridir:

Ortalama, verilerin genel eğilimini ifade eden temel bir ölçüdür. Anket sonuçları analiz edilirken ortalama değerlerinin kullanılması, katılımcıların genel eğilimlerinin özetlenmesine olanak tanır. Medyan, verilerin ortasında yer alan değeri temsil eder. Veriler küçükten büyüğe sıralandıktan sonra tam ortada yer alan değerdir. Eğer ortanca değer aralığı dar ise, bu verilerin büyük kısmının benzer yanıtlar verdiğini gösterebilir. Mod, en sık görülen veri noktasıdır ve hangi seçeneğin en fazla tercih edildiğini gösterir.

Tanımlayıcı istatistikler bağlamında değerlendirilmesi gereken diğer başlık merkezi dağılım ölçüleridir. Bu başlık altında yapılacak değerlendirmede kutu grafiği (boxplot) kullanılacaktır. Bunun sebebi kutu grafiğinin hem medyan gibi eğilim hem de çeyrekler arası yayılma ve uç değerler gibi dağılım ölçüleri hakkında görsel ve kolay anlaşılabilir bilgi sağlamasıdır.

Anket, Google Forms platformu kullanılarak çevrimiçi bir formatta katılımcılara sunulmuştur. Çevrimiçi anketlerin; geniş katılımcı kitlelerine ulaşmayı kolaylaştırması, zaman-mekân kısıtlamalarını ortadan kaldırması, veri toplama sürecini otomatikleştirip katılımcıların yanıtlarını hızlı bir şekilde kaydetmesi, anonimlik sağlayarak katılımcıların daha dürüst ve rahat yanıtlar vermesine olanak tanınması gibi avantajlara sahiptir. Bu yöntem, veri toplama sürecinde zaman ve kaynak tasarrufuna yardımcı olmaktadır.

3.3.5. Kullanıcı Deneyimi Testleri

Kullanıcı deneyimi testleri sırasında demografik özelliklerden bağımsız olarak seçilen kullanıcılara, mobil uygulama hakkında bir ön bilgilendirme yapılmıştır. Bu bilgilendirme, Ek 1 ile desteklenmiştir. Ek 1, kullanıcıların test sürecini daha iyi anlayabilmesi ve sorunsuz bir deneyim yaşaması amacıyla hazırlanmıştır.

Kullanıcılara verilen ön bilgi kapsamında; “Uygulama” adlı karekod okutulduktan sonra kullanıcılar, .apk uzantılı uygulamanın indirme bağlantısına yönlendirilmişlerdir. Uygulamanın kurulumu başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra, kullanıcılar Kızlar Manastırı'na dair AG deneyimini yaşayarak uygulamayı test etme şansı bulmuşlardır.

Test aşaması tamamlandıktan sonra, kullanıcıların deneyimlerini değerlendirebilmek adına ikinci bir karekod olan "Anket" okutulmuştur. Bu karekod, katılımcıların mobil uygulama hakkında geri bildirim vermelerini sağlamak amacıyla hazırlanmış olan anketi açmıştır. Kullanıcılar, bu aşamada anket formunu doldurarak mobil uygulamanın işlevselliği, kültürel mirasın korunumu gibi başlıklara ait sorulara geri bildirim sağlamışlardır. Kullanıcı deneyimi testi bu adımlarla tamamlanmış olup, her bir aşama kullanıcılara kolaylık sağlamak amacıyla net ve anlaşılır bir şekilde tasarlanmıştır. Şekil 47’de kullanıcı deneyimi testlerine dair görseller gösterilmiştir.



Şekil 47. Kullanıcı deneyimi testlerine ait görseller

4. BULGULAR

Bu bölümde, Kızlar Manastırı'na yönelik geliştirilen artırılmış gerçeklik (AG) uygulaması hakkında yapılan anket sonuçları, tanımlayıcı istatistiki veriler bağlamında ve tematik başlıklar altında değerlendirilmiştir. Katılımcılardan alınan yanıtlar doğrultusunda elde edilen bulgular, tanımlayıcı istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve mobil uygulamanın işlevsellik, teknik sorunlar, kültürel miras, süreklilik ve mobil uygulama içeriği gibi temel boyutlar çerçevesinde incelenmiştir.

Anket çalışması, toplam 50 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Ankette yer alan sorular, katılımcıların AG deneyimine dair nicel ve nitel geri bildirimlerini almak amacıyla yapılandırılmıştır. Sorular 5 ana başlık altında toplanmış olup, her bir başlık iki soruyu içermektedir. Veriler, beşli Likert ölçeği kullanılarak toplanmış ve analiz edilmiştir. Bulguların sunumunda, her bir ana başlık için pasta grafikler yardımıyla görsel destek sağlanmış ve bulgular metinsel olarak yorumlanmıştır. Ayrıca, tanımlayıcı istatistiksel analizler yardımıyla verilerin genel bir değerlendirmesi yapılmıştır.

4.1. Tanımlayıcı İstatistiki Verilere Göre Bulgular

Anket sonuçlarını tanımlayıcı istatistikler bağlamında incelemek, verilerin dağılımının ve merkezi eğilimlerinin daha ayrıntılı anlaşılmasını sağlayacaktır. Çalışmanın bu kısmında, her bir başlık altında ortalama, medyan, mod, standart sapma, varyans, minimum-maksimum değerleri ve frekans dağılımı gibi temel istatistiksel kavramlarla ilgili genel bir inceleme sunulmuştur.

4.1.1. Merkezi Eğilim Ölçüleri (Ortalama, Medyan, Mod)

Ortalama hesaplama işlemi, anket veya değerlendirme sonuçlarının analizinde kullanılan önemli bir adımdır. Bu hesaplamayı daha iyi anlayabilmek için, yanıtların nasıl değerlendirildiğine dair bilgiye ihtiyaç vardır. Tablo 1., yanıtların puanlanma sistemini açıkça göstermektedir. Tablo 1.'e göre; kesinlikle katılıyorum oyu 100, katılıyorum oyu 75, kararsızım oyu 50, katılmıyorum oyu 25 ve kesinlikle katılmıyorum oyu da 0 puan olarak

hesaplanmıştır. Anket sonuçlarına göre ortalama puan değerlendirmesinde ölçüt de Tablo 1.'de verilen puanlar olacaktır.

Tablo 1. Yanıt puanlanmasında ve ortalamaların değerlendirmesinde kullanılacak puanlar

Kesinlikle Katılıyorum	100
Katılıyorum	75
Kararsızım	50
Katılmıyorum	25
Kesinlikle Katılmıyorum	0

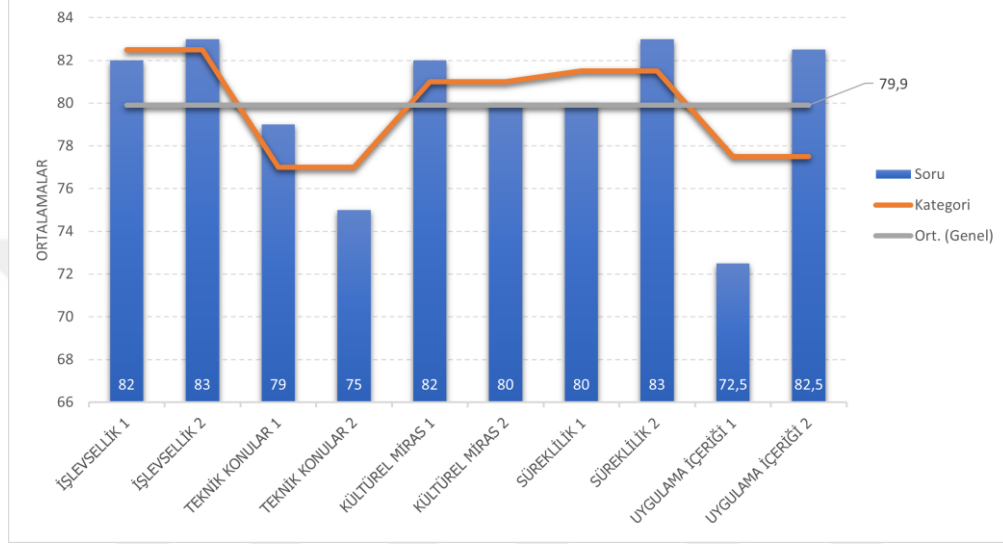
Anket yanıtlarına göre ortalamaların hesaplanması ise Tablo 2.'de gösterilmiştir. Tablo 2.'ye göre; işlevsellik başlığı altında verilen yanıtların ortalaması 82.5, teknik sorunlar başlığı altında verilen yanıtların ortalaması 77, kültürel miras başlığı altında verilen yanıtların ortalaması 81, süreklilik başlığı altında verilen yanıtların ortalaması 81.5, mobil uygulama içeriği başlığı altında verilen yanıtların ortalaması ise 77.5'tir. Anketin genel ortalama puanı ise 79.9 olarak görülmektedir. Bu ortalama göre, anket sorularında verilen yanıtların ortalamalarının, genellikle "katılıyorum" ve "kesinlikle katılıyorum" yanıtlarına doğru yoğunlaşmakta olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Anket yanıtlarına göre ortalamaların hesaplanması

İŞLEVSELLİK	1	$26 \times 100 + 18 \times 75 + 2 \times 50 + 2 \times 25 + 2 \times 0 / 50 = 4100 / 50 = \underline{82}$	82.5
	2	$28 \times 100 + 15 \times 75 + 3 \times 50 + 3 \times 25 + 1 \times 0 / 50 = 4150 / 50 = \underline{83}$	
TEKNİK KONULAR	3	$26 \times 100 + 12 \times 75 + 7 \times 50 + 4 \times 25 + 1 \times 0 / 50 = 3950 / 50 = \underline{79}$	77
	4	$21 \times 100 + 18 \times 75 + 3 \times 50 + 6 \times 25 + 2 \times 0 / 50 = 3750 / 50 = \underline{75}$	
KÜLTÜREL MİRAS	5	$27 \times 100 + 15 \times 75 + 4 \times 50 + 3 \times 25 + 1 \times 0 / 50 = 4100 / 50 = \underline{82}$	81
	6	$24 \times 100 + 17 \times 75 + 4 \times 50 + 5 \times 25 + 0 \times 0 / 50 = 4000 / 50 = \underline{80}$	
SÜREKLİLİK	7	$24 \times 100 + 18 \times 75 + 3 \times 50 + 4 \times 25 + 1 \times 0 / 50 = 4000 / 50 = \underline{80}$	81.5
	8	$29 \times 100 + 13 \times 75 + 4 \times 50 + 3 \times 25 + 1 \times 0 / 50 = 4150 / 50 = \underline{83}$	
MOBİL UYGULAMA İÇERİĞİ	9	$20 \times 100 + 15 \times 75 + 9 \times 50 + 2 \times 25 + 4 \times 0 / 50 = 3625 / 50 = \underline{72.5}$	77.5
	10	$27 \times 100 + 16 \times 75 + 4 \times 50 + 1 \times 25 + 2 \times 0 / 50 = 4125 / 50 = \underline{82.5}$	
TOPLAM	$252 \times 100 + 157 \times 75 + 43 \times 50 + 33 \times 25 + 15.0 / 500$		79.9

Örneğin; işlevsellik başlığı altındaki soruların ortalama değerleri (82 ve 83), kültürel miras başlığı altındaki soruların ortalama değerleri (82 ve 80) ve süreklilik başlığı altındaki

soruların ortalama değerleri (80 ve 83) genel olarak yüksek memnuniyet düzeylerini işaret etmektedir. Her ne kadar teknik sorunlar ve mobil uygulama içeriği başlıkları altındaki değerlendirmeler 80 puan barajının altında kalsa da, yoğunlaştıkları bölgeler “katılıyorum” oyuna yakın oldukları için genel değerlendirmenin pozitif olduğu düşünülmektedir. Bu durum şekil 48’de verilen grafikte de görülebilmektedir.



şekil 48. Soru ve kategori bazlı genel ortalamaları gösteren grafik

şekil 48, puanların görsel olarak nasıl dağıldığını ve başlıklar arasında nasıl bir farklılık olduğunu göstermektedir. şekil 48 incelendiğinde:

- Anketin genel ortalama puanı 79.9’dur. Bu değer, anket sonuçlarının genellikle “katılıyorum” ve “kesinlikle katılıyorum” seçeneklerine yaklaştığını ve mobil uygulamanın beğenildiğini ifade eder. İşlevsellik, kültürel miras ve srekliлик başlıklarındaki yüksek puanlar, bu alanlardaki memnuniyeti yansıtırken, teknik sorunlar ve mobil uygulama içeriği başlıklarında gözlemlenen daha düşük puanlar, bu alanlarda geliştirmeler yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

- Mobil uygulama içeriği konusundaki geniş puan aralığı, içerik ile ilgili çeşitli kullanıcı görüşlerinin olduğunu ve bazı kullanıcıların tatminsizlik yaşadığını göstermektedir. Bu durum, içerik stratejisinin gözden geçirilmesi gerektiğini ve kullanıcıların daha spesifik beklentilerde olduğunu ifade etmektedir.

- Teknik sorunlar ve mobil uygulama içeriği başlıkları altında görülen puanlar, genel ortalamadan biraz daha düşüktür. Bu durum, bu alanlarda bazı geliştirmelerin gerektiğini ve kullanıcıların daha fazla memnuniyet beklediğini işaret etmektedir.

Medyan, verilerin tam ortasında yer alan değeri gösterir. Yapılan anket kapsamında toplamda 500 yanıt (50 katılımcı x 10 soru = 500 yanıt) verilmiştir. Verilen yanıtlar ve yanıtların sıralaması Tablo 3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Verilen yanıtların puan değeri ve sıralaması

Kesinlikle Katılmıyorum (0)	15 yanıt
Katılmıyorum (25)	33 yanıt
Kararsızım (50)	43 yanıt
Katılıyorum (75)	157 yanıt
Kesinlikle Katılıyorum (100)	252 yanıt

Toplamda 500 yanıt olduğu için, medyan değeri 250. ve 251. yanıtların puanı olacaktır. Tablo 4.'te sıralı yanıtlar ve yanıtların bulundukları kategori gösterilmiştir.

Tablo 4. Sıralı yanıtlar ve yanıtların bulundukları kategoriler

Kesinlikle Katılmıyorum (0)	İlk 15 yanıt
Katılmıyorum (25)	16-48 arası yanıtlar
Kararsızım (50)	49-91 arası yanıtlar
Katılıyorum (75)	92-248 arası yanıtlar
Kesinlikle Katılıyorum (100)	249-500 arası yanıtlar

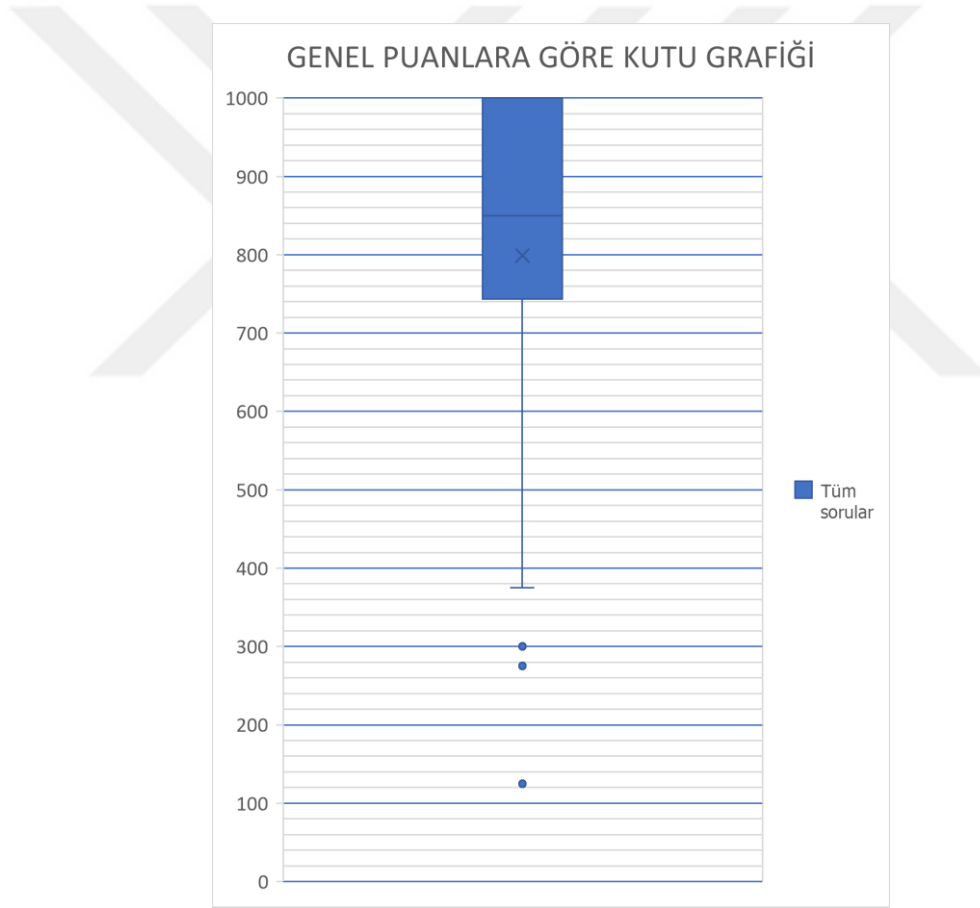
Görüldüğü üzere, 250. ve 251. yanıtlar Kesinlikle Katılıyorum kategorisinde olacaktır. Medyan değeri 100 puan olan "Kesinlikle Katılıyorum" kategorisinde olduğuna göre:

- Genel Eğilim: Pek çok katılımcı, anketteki ifadelere "kesinlikle katılıyorum" demiştir. Medyan değerinin bu kategoriye denk gelmesi, genel olarak katılımcıların ifadelerine oldukça güçlü bir şekilde olumlu yaklaştığını göstermektedir.
- Katılımcı Görüşleri: Verilen oyların büyük kısmı (252 oy) "Kesinlikle Katılıyorum" seçeneğinde yoğunlaşmış. Bu, katılımcıların büyük oranda mobil AG deneyimi konusunda çok güçlü bir savunucu olduğunu ve bu konuda oldukça yüksek bir memnuniyet-onay düzeyine sahip olduğunu göstermektedir.
- Küçük Değişkenlik: Medyanın uç değerlerden etkilenmemesi nedeniyle, bu sonuç uç değerlerin (0 ve 25 puan) genel eğilim üzerinde fazla etkili olmadığını göstermektedir. Medyan, bu yüzden katılımcıların büyük kısmının genel eğilimlerini daha iyi yansıtır.

Mod, en sık tekrarlanan değeri gösterir. Bütün sorularda mod "kesinlikle katılıyorum" olmuştur. Bu da katılımcıların büyük kısmının AG teknolojisine işlevselliği, estetik tasarımı ve kültürel mirasa katkıları konusunda yüksek oranda olumlu geri bildirim verdiğini göstermektedir.

4.1.2. Merkezi Dağılım Ölçüleri

Merkezi dağılım ölçüleri değerlendirmesi kutu grafikleri ile yapılacaktır. Puanları Tablo 1.'de gösterildiği gibi olan sorulara verilen tüm yanıtlar bağlamında oluşturulan kutu grafiği Şekil 49'daki gibidir.



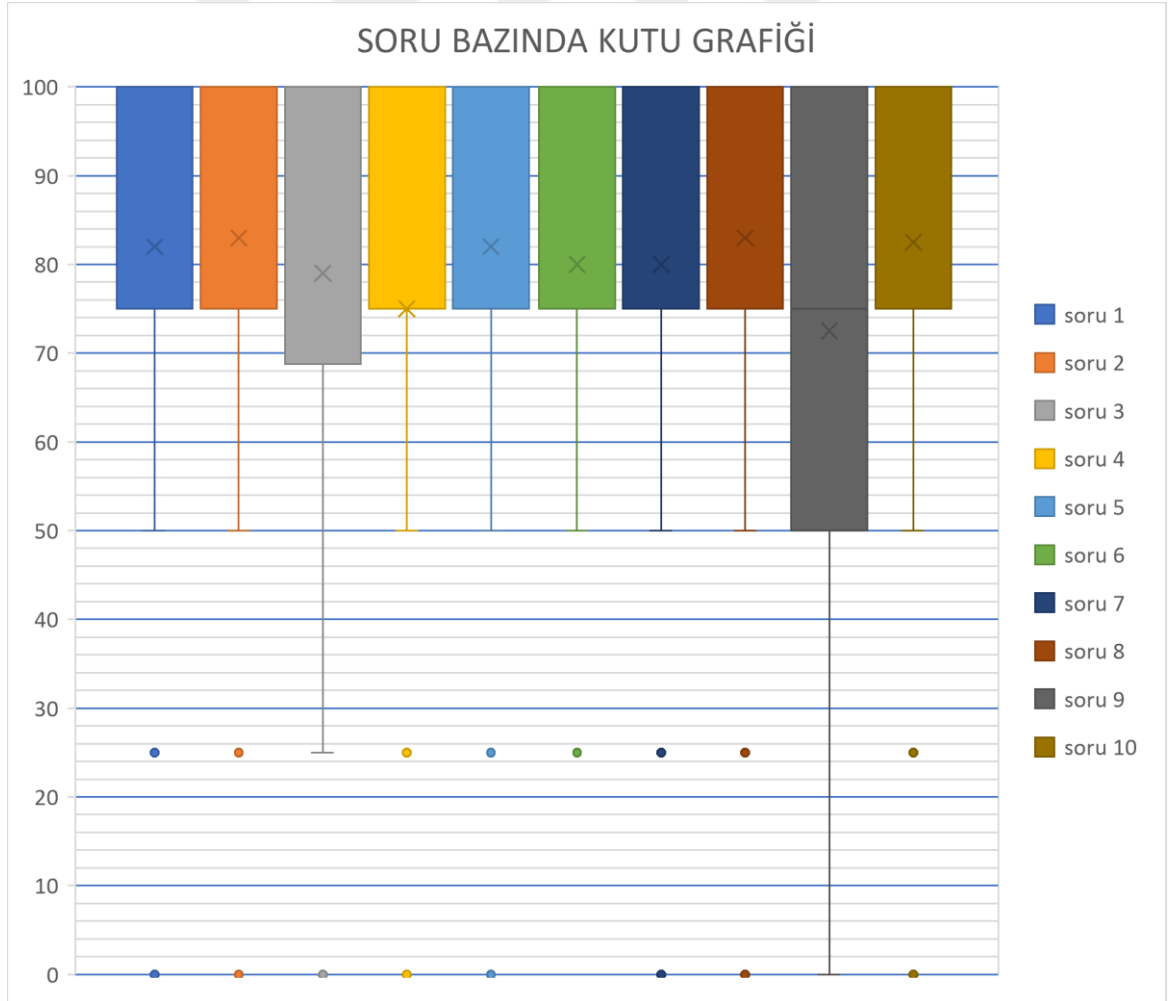
Şekil 49. Genel puanlara göre oluşturulmuş kutu grafiği

Medyan (Ortanca Değer): Kutu içerisindeki yatay çizgi, tüm yanıtların medyanını temsil eder. Bu değer, katılımcıların yanıtlarının orta noktasını verir ve genel eğilimin ne olduğunu gösterir. Grafikte medyan yüksek bir puan aralığında yer almaktadır (yaklaşık 740). Bu da katılımcıların çoğunlukla üst düzey şıkları tercih ettiğini göstermektedir.

Kutu (IQR - Çeyrekler Arası Aralık): Kutunun üst ve alt sınırları, %25 (birinci çeyrek) ile %75 (üçüncü çeyrek) arasındaki yanıtları temsil eder. Bu aralık, yanıtların büyük çoğunluğunun yoğunlaştığı bölgeyi gösterir. Grafikte kutunun boyutunun geniş olduğu görülmektedir. Bu da yanıtlar arasında çeşitlilik olduğunu işaret etmektedir.

Kuyruklar (Whiskers): Kutunun alt ve üstündeki çizgiler (kuyruklar), yanıtların kalan %25'ini temsil eder. Grafikte alt kuyruk çok uzunken üst kuyruk yoktur. Bu da dağılımın alt uçlarda daha fazla yanıt içerdiğini göstermektedir. Üst kuyruğun olmaması ise anket kapsamında verilen yanıtların “kesinlikle katılıyorum” şıkında yoğunlaştığını göstermektedir.

Aykırı Değerler (Outliers): Kutunun ve kuyrukların dışında yer alan noktalar, aykırı değerleri temsil eder. Bu değerler, katılımcıların büyük çoğunluğundan farklı yanıtlar veren kişileri gösterir. Grafikte özellikle alt uçta birkaç aykırı değer bulunmaktadır. Bu da düşük puanlar veren katılımcılar olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 50. Soru bazında puanlara göre oluşturulmuş kutu grafiği

Soru bazında verilen puanlara göre oluşturulmuş kutu grafiği Şekil 50’de gösterildiği gibidir. Grafiğe göre soruların büyük bir kısmında yanıtların yüksek puan aralıklarında (75-100) yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, çalışmanın katılımcılar tarafından başarılı bir şekilde algılandığını ve sorulara genel olarak olumlu yanıtlar verildiğini göstermektedir. Bununla birlikte soru 3, diğer sorulardan farklı olarak yanıtların daha geniş bir aralığa yayıldığı ve düşük puanların da bulunduğu bir dağılım sergilemektedir. Bu durum, sorunun farklı şekillerde yorumlanmış olabileceğini veya içeriğinin katılımcılar için daha fazla çeşitlilik gösterdiğini düşündürmektedir. Soru 9 ise genellikle yüksek puanlarla yanıtlanmasına rağmen birkaç katılımcı tarafından düşük puanlanmış ve bu durum aykırı değerlere yol açmıştır. Aykırı düşük değerler, belki de soru içeriğinin belirli bir alt grup için anlamlı olmadığına işaret edebilir. Bunlar dışında, genel grafiğe benzer olarak bu grafikte de bütün sorular için alt kuyruk çok uzunken üst kuyruk yoktur. Dolayısıyla soruların hepsine verilen yanıtlar “kesinlikle katılıyorum” şikkında yoğunlaşmıştır.

4.2. Tematik Başlıklara Göre Bulgular

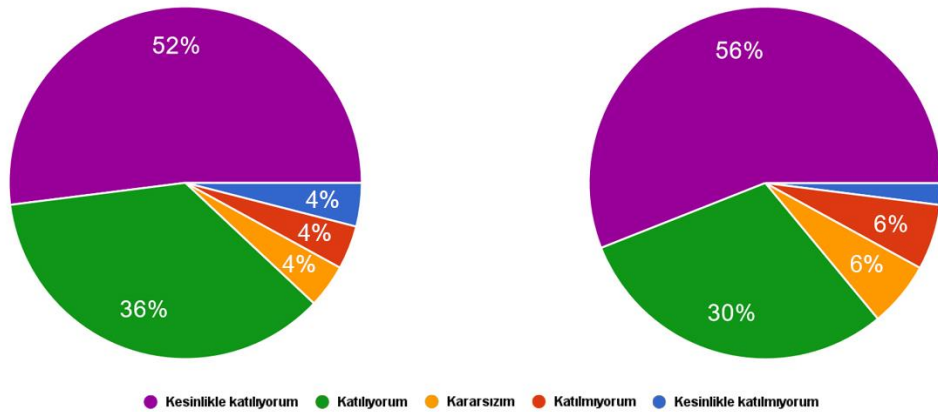
Belirtilen başlıklar çerçevesinde her temaya dair bulgular, grafikler ve istatistikler ile desteklenerek bulgular paylaşılmıştır.

a) İşlevsellik

Bu bölümde katılımcılara, AG ile tarihi yapılar hakkında ne kadar bilgi edindiklerine dair ifadeler yönlendirilmiştir.

1. Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi ile oluşturulan dijital canlandırma, tarihi yapı hakkında daha fazla bilgi edinmemi sağladı.

2. AG teknolojisi, tarihi yapının orijinal halini anlamamda bana yardımcı oldu.



Şekil 51. 1. ve 2. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik

İlk soruya verilen cevaplarda, katılımcıların %88'inden (52% kesinlikle katılıyorum + %36 katılıyorum); ikinci soruya verilen cevaplarda, katılımcıların %86'sından (56% kesinlikle katılıyorum + %30 katılıyorum) olumlu yanıt alınmıştır. Bu veriler AG teknolojisinin hem tarihi yapıların bilgilerini sağlama hem de yapının orijinal durumunu anlama konusunda önemli bir fonksiyon sunduğunu ve kullanıcıların bu konuda bilgi edinmelerine etkili bir şekilde katkıda bulunduğunu göstermektedir.

İlk soruya sadece %4'lük bir kesim katılmadığını, %4'lük bir kesim ise kesinlikle katılmadığını belirtmiştir. İkinci soruda da %6'lık bir kesim AG'nin yapının anlaşılmasına yardımcı olmadığını belirtirken, %2'si kesinlikle yardımcı olmadığını ifade etmiştir. Bu oranlar oldukça düşük olup, genel kullanıcı memnuniyetini gölgede bırakmamaktadır.

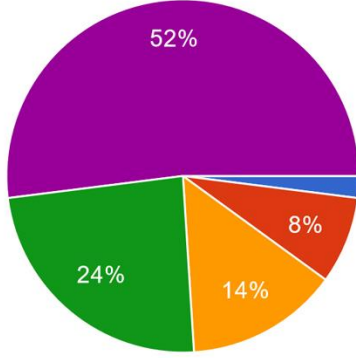
Her iki soruda da kararsız kalan küçük bir kesim mevcuttur (%4 ve %6). Bu durum, AG deneyiminin bazı katılımcılarda belirsizlik yaratmış olabileceğini, bu kişilerin teknoloji ile etkileşimlerinde daha fazla yönlendirmeye veya içerik zenginliğine ihtiyaç duyabileceğini düşündürmektedir.

İşlevsellik başlığı altında AG'nin, tarihi yapıların dijital canlandırmasında ve bu yapıların anlaşılmasında büyük oranda başarılı olduğu, katılımcıların genellikle teknolojinin işlevselliği konusunda olumlu görüş belirttiği görülmektedir. Olumsuz ve kararsız yanıtlar oldukça sınırlıdır ve genel kullanıcı deneyimini olumsuz etkilememektedir. Bu veriler, AG uygulamasının tarihsel bilgi sağlama ve yapının anlaşılmasına dair fonksiyonel yeterliliğini büyük oranda kanıtlamaktadır.

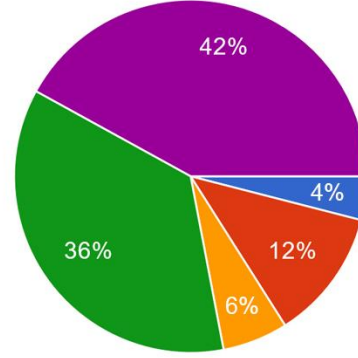
b) Mobil Uygulamaya Dair Teknik Konular

Bu bölümde katılımcılara, AG ile tarihi yapı deneyiminde teknik bir sorun yaşayıp yaşamadığına dair ifadeler yönlendirilmiştir.

3.Akıllı telefonlar, tarihi yapıların AG ile canlandırılmasında yeterli performans gösterdi.



4.AG deneyimi sırasında teknik sorunlar yaşamadım (örneğin, donma, gecikme)



● Kesinlikle katılıyorum ● Katılıyorum ● Kararsızım ● Katılmıyorum ● Kesinlikle katılmıyorum

Şekil 52. 3. ve 4. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik

Üçüncü soruya verilen yanıtlarda, katılımcıların %76'sının (52% kesinlikle katılıyorum + %24 katılıyorum); dördüncü soruda ise katılımcıların %78'inin (42% kesinlikle katılıyorum + %36 katılıyorum) AG deneyimi sırasında teknik sorunlar yaşamadığı anlaşılmaktadır. Bu, mobil uygulamanın kullanıcı deneyimi açısından büyük ölçüde sorunsuz çalıştığını ve teknik aksaklıkların genellikle problem yaratmadığını göstermektedir.

Üçüncü soruda, katılımcıların %10'u (8% katılmıyorum + %2 kesinlikle katılmıyorum) akıllı telefonların tarihi yapıların canlandırılması için yeterli performansı göstermediğini belirtmiştir. Öte yandan 4. soruda, teknik sorunlar yaşadığını belirtenlerin oranı %16'dır (12% katılmıyorum + %4 kesinlikle katılmıyorum). Bu, azımsanmayacak bir oranda kullanıcının deneyim sırasında teknik problemler (donma, gecikme gibi) yaşadığını gösterir. Bu tür teknik aksaklıklar, kullanıcı cihazlarından veya mobil uygulamanın optimizasyonundan kaynaklanıyor olabilir ve gelecekte çözülmesi gereken bir alan olarak değerlendirilebilir. Ancak genel memnuniyet oranı yüksek olduğundan, bu sorunların yaygın olmadığı söylenebilir.

3. soruda %14'lük bir kesim kararsız olduğu görüşünü belirtmiştir. Bu oran 4. soruda %6 olarak görülmektedir. Bu görüşlere göre, teknik yeterlilik konusunda katılımcıların bir kısmının performans konusunda tam emin olmadığı, cihazlarına bağlı performans farklılıkları yaşamış olabileceği ve belki de deneyim sırasında yaşadığı sorunları net bir şekilde tanımlayamamış olabileceği düşünülmektedir.

Teknik sorunlar başlığı altında, genel olarak katılımcılar AG deneyiminin sorunsuz ve performans açısından yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, belirli bir yüzde teknik

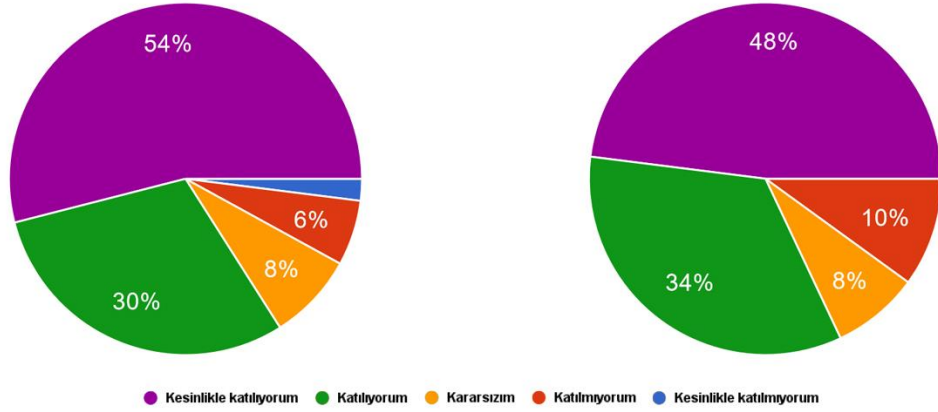
sorunlar yaşadığını ifade etmiştir. Bu da mobil uygulamanın daha geniş cihaz yelpazesinde performansını iyileştirmesi gerektiğine işaret edebilir. Kararsız kalan katılımcıların oranı da göz önüne alındığında, mobil uygulamanın performans ve teknik sorunlar açısından daha fazla test edilmesi ve geliştirilmesinin faydalı olabileceği düşünülmüştür.

c) Kültürel Mirasın Korunumu

Bu bölümde katılımcılara, AG ile tarihi yapı deneyimi sonrasında kültürel mirasın korunumu konusunda ve bu konuya dair farkındalıkları hakkında ifadeler yönlendirilmiştir.

5.AG teknolojisi, kültürel mirasın korunumu konusunda farkındalığımı artırdı.

6.AG teknolojisi, kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olabilir.



Şekil 53. 5. ve 6. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik

5. soruda katılımcıların %84'ü (54% kesinlikle katılıyorum + %30 katılıyorum) AG teknolojisinin, kültürel mirasın korunumu konusunda farkındalıklarını artırdığını belirtmişlerdir. Öte yandan 6. soruda katılımcıların %82'si (48% kesinlikle katılıyorum + %34 katılıyorum), AG teknolojisinin kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olabileceği konusunda hemfikirdir. Bu oranlar, AG'nin yalnızca farkındalık yaratmada değil, aynı zamanda aktif olarak koruma süreçlerine katkı sağlayabileceği inancının katılımcılar arasında yaygın olduğunu göstermektedir.

5. soruda %8'lik kesim (6% katılmıyorum + %2 kesinlikle katılmıyorum); 6. soruda ise %10'luk kesim (10% katılmıyorum), AG teknolojisinin kültürel miras konusunda farkındalığı artırmadığını ve kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olamayacağını düşünmektedir. Bu durum, AG teknolojisinin korunuma doğrudan katkı sağlamadığı veya

bu konuda yeterince ikna edici bir deneyim sunmadığı algısına işaret etmektedir. Bu kesim, AG'nin rolüne dair daha fazla somut ve pratik kanıt beklemektedir.

Her iki soruda da %8'lik bir kesim kararsız kaldığını belirtmiştir. Bu grup, AG deneyimini tam anlamıyla etkileyici bulmamış olabilir ya da farkındalık yaratma konusunda daha fazla içeriğe ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

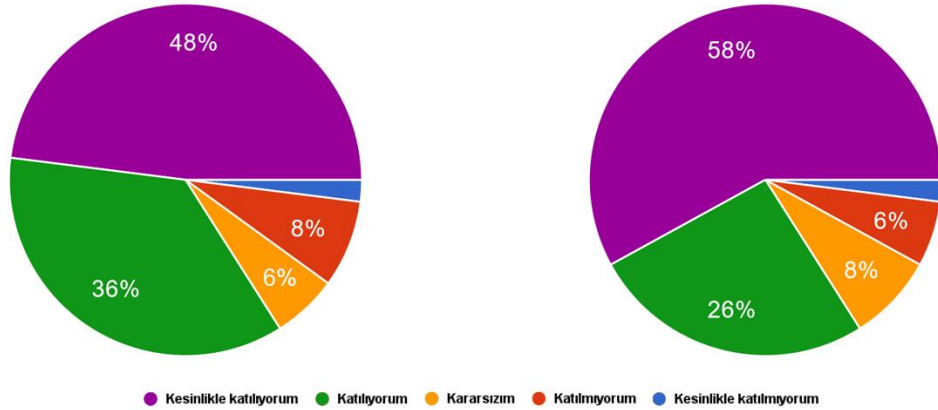
Kültürel miras başlığı altında verilen yanıtlar, katılımcıların büyük bir kısmının AG teknolojisinin kültürel miras farkındalığı yaratmada ve kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olabileceği konusunda pozitif bir algıya sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, özellikle kararsız ve olumsuz görüş bildiren kesimlerin varlığı, AG deneyiminin kültürel mirasın korunumu bağlamında daha zengin içerik ve interaktif özellikler sunarak geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

d) Süreklilik

Bu bölümde katılımcıların, AG deneyimi hakkındaki uzun vade fikirleri alınmıştır.

7. AG deneyimi, tarihi yapıdaki ziyaretimi daha eğlenceli hale getirdi.

8. Gelecekteki tarihi yapı ziyaretlerimde AG teknolojisini kullanmak isterim.



Şekil 54. 7. ve 8. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik

7. soruya verilen yanıtlardan, katılımcıların %84'ünün (48% kesinlikle katılıyorum + %36 katılıyorum); 8. soruda ise katılımcıların %84'ünün (58% kesinlikle katılıyorum + %26 katılıyorum) yaşadığı AG deneyimini eğlenceli bulduğu anlaşılmaktadır. Bu yüksek oran, AG teknolojisinin sadece bilgilendirici değil, aynı zamanda eğlence ve etkileşim açısından da kullanıcılara pozitif bir katkı sunduğunu ve ziyaret deneyimini güçlendirerek kullanıcılar arasında ilgi uyandırdığı net bir şekilde ortaya çıkarmaktadır.

7. soruda %10'luk (8% katılmıyorum + %2 kesinlikle katılmıyorum); 8. soruda ise %8'lik bir kesim (6% katılmıyorum + %2 kesinlikle katılmıyorum) olumsuz görüş bildirmiştir. Bu oranlar düşük olup, iyi kullanıcı memnuniyetini gölgede bırakmamaktadır.

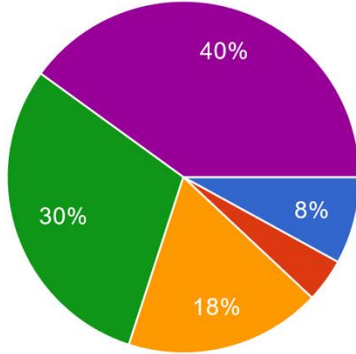
Her iki soruda da kararsız kalan bir kesim mevcuttur (%6 ve %8). Bu kesim, deneyimin eğlence boyutunu yeterince etkileyici bulmamış ve deneyimden daha fazla beklenti içinde olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak AG'nin, tarihi yapı ziyaretlerine eğlence katan bir boyut sunduğunu ve gelecekte de katılımcılar tarafından kullanılmak istendiği görülmektedir. Yüksek bir memnuniyet ve kullanım isteği söz konusu olmakla birlikte, kararsız ve olumsuz yanıt veren katılımcılar, deneyimin iyileştirilmeye ihtiyaç duyduğu belirli alanlar olduğunu da göstermektedir.

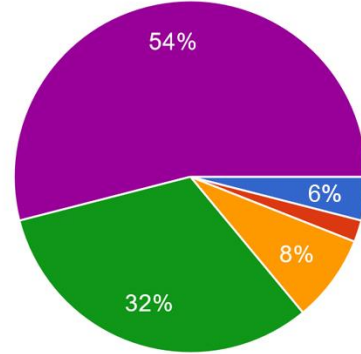
e) Mobil Uygulama İçeriği

Mobil uygulamanın genel estetik tasarımı, kullanıcı arayüzü ve sunumuyla ilgili geri bildirimler bu bölüm altında kullanıcılara sunulmuştur.

9. AG deneyimi sırasında kullanılan görselleştirme modları (wireframe ve şeffaf mod) arasında tercihim netti.



10. AG uygulamasının genel estetik tasarımı, kullanıcı arayüzü ve sunumu, tarihi yapıyı anlamamı ve deneyimlememi kolaylaştırdı.



● Kesinlikle katılıyorum ● Katılıyorum ● Kararsızım ● Katılmıyorum ● Kesinlikle katılmıyorum

Şekil 55. 9. ve 10. sorulara verilen yanıtları gösteren pasta grafik

9. soruda katılımcıların %70'i (40% kesinlikle katılıyorum + %30 katılıyorum), AG deneyimi sırasında kullanılan görselleştirme modları arasında net bir tercih yapabildiklerini belirtmiştir. Bu, kullanılan görselleştirme modlarının kullanıcılar için anlaşılır ve tercih edilebilir olduğunu göstermektedir. Öte yandan 10. soruya katılımcıların %86'sı (54% kesinlikle katılıyorum + %32 katılıyorum) olumlu görüş belirtmiştir. Bu, mobil uygulamanın

estetik ve teknik açıdan kullanıcı ihtiyaçlarına hitap edebildiğini ve etkili bir kullanıcı deneyimi sunduğunu göstermektedir.

9. soruda olumsuz görüş bildiren %12'lik kesim (4% katılmıyorum + %8 kesinlikle katılmıyorum), görselleştirme modları arasında net bir tercih yapamadıklarını ifade etmiştir. Bu durum, modların kullanımı veya sunumuyla ilgili belirsizlikler veya kullanıcıların ihtiyaçlarına tam olarak uyum sağlayamamış olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, 10. soruya olumsuz yanıt veren %8'lik kesim (2% katılmıyorum + %6 kesinlikle katılmıyorum), mobil uygulamanın estetik tasarımını, arayüzünü veya sunumunu yeterince yardımcı bulmamıştır. Bu durum, mobil uygulamanın kullanıcı arayüz tasarımının bazı kullanıcılar için karmaşık veya yetersiz olduğunu işaret etmektedir.

9. soruda %18'lik bir kesim kararsız kalmıştır. Bu grubun, farklı görselleştirme modları arasında belirgin bir fark görememiş olması ya da her iki modun da avantajlarını ve dezavantajlarını dengelemekte zorlanmış olabilecekleri düşünülmüştür. 10. Soruda ise %8'lik bir kesim kararsız kalmıştır. Bu kullanıcılar, mobil uygulamanın sunduğu tasarım ve arayüz özelliklerinin faydalarını tam olarak değerlendirememiştir.

Sonuç olarak, mobil uygulama içeriği başlığı altında verilen yanıtlar, AG uygulamasının genel olarak kullanıcı dostu bir arayüz ve estetik tasarım sunduğunu ve genellikle kullanıcıların tarihi yapıları anlamalarına yardımcı olduğunu göstermektedir. Ancak, bazı kullanıcıların görselleştirme modları arasında bir tercih yapamaması veya tasarımın tüm kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamaması, mobil uygulamanın geliştirilmesi gereken alanları da ortaya koymaktadır.

4.2.1. Aynı Başlık Altındaki Sorular

Anket sonuçlarına bakıldığında, her bir başlık altındaki iki sorunun sunduğu sonuçlar genel olarak tutarlıdır ve birbirlerini desteklemektedir. İşlevsellik başlığında, dijital canlandırmanın tarihi yapı hakkında bilgi sağladığını düşünenlerle, AG'nin yapının orijinal halini anlamaya yardımcı olduğunu belirtenler arasında %88 ve %86 oranlarında yüksek bir paralellik vardır. Teknik sorunlar başlığında, akıllı telefonların performansının yeterli olduğunu düşünenler ile teknik sorun yaşamadığını belirtenler %76 ve %78 oranında uyum içindedir. Kültürel miras başlığında, AG'nin farkındalık artırıcı etkisi ile kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olduğunu düşünenler %84 ve %82 oranlarında benzer sonuçlar vermiştir. Süreklilik açısından, AG deneyiminin ziyaretleri eğlenceli hale getirdiğini

belirtenler ve gelecekte AG teknolojisini kullanmak isteyenler %84 oranında örtüşmektedir. Mobil uygulama içeriği başlığında, görselleştirme modlarına dair net tercih yapanlar %70 oranında iken, mobil uygulamanın estetik tasarımını ve arayüzünü olumlu bulanlar %86 oranında olumlu yanıt vermiştir.

Anket sonuçlarına göre, her bir başlık altında yer alan iki sorunun sunduğu sonuçların birbiriyle tutarlılığı ve güvenilirliği incelendiğinde, genel olarak uyumlu sonuçlar göze çarpmaktadır. Sonuçlar, her başlık altında yer alan iki sorunun birbirine paralel sonuçlar verdiğini göstermektedir. Güvenilirlik açısından büyük bir sorun gözlemlenmemekte ve sonuçlar birbirini destekler niteliktedir. Özellikle teknik performans, kültürel miras ve süreklilik konularında soruların sonuçları oldukça uyumlu ve güvenilirdir. Mobil uygulama içeriği başlığında ise görselleştirme modları ile ilgili küçük bir farklılık olsa da sonuçların genel olarak tutarlı olduğu düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1838’de Charles Wheatstone’ın üç boyutlu algılamaya yönelik çalışmaları, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisinin temellerini atarak bu alandaki gelişmelere zemin hazırlamıştır. Zamanla ortaya çıkan ve evrimleşen AG, dijital rekonstrüksiyon ve tarihi alanların canlandırılması için ideal bir teknoloji haline gelmiştir. Özellikle mimarlıkta tasarım ve sunum süreçlerine yaptığı katkılar sayesinde, AG var olmayan ya da zamanla değişime uğramış yapıların, kentsel dokuya müdahale etmeksizin dijital olarak yeniden canlandırılmasına olanak tanımaktadır. Bu çalışmada, Trabzon'daki Kızlar Manastırı özelinde geliştirilen mobil uygulama ile kullanıcı geri bildirimlerine dayalı olarak AG’nin mimarlıkta dijital canlandırma amacıyla kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir.

AG ile tarihi alanlarda dijital canlandırma için mobil uygulama geliştirmede, bazı bilgiler elde edilmelidir. Bunlar tarihi alana dair yazılı kayıtlar, sözlü kayıtlar, arşivler, fotoğraflar veya çizimler olabilir. Çalışma sürecindeki ilk adım budur ve veri toplama adımı olduğu için sahada olunması gereken bir adımdır. Bu adımda toplanan bilgiler bir toplumun geçmişine ait bilgiler olduğundan elde edilirken hassas davranılması gereklidir ve bu süreç yorucu olabilir. Öte yandan toplumun unutmaya yüz tuttuğu bu verilerin yeniden gün yüzüne çıkarılacak olması da motivasyon vericidir.

Çalışmanın ikinci adımı elde edilen veriler dahilinde 3D modelleri hazırlamaktır. Bu adım toplanan bütün bilgileri derlemeyi gerektirmektedir. Dolayısıyla bu adımda somut bilgileri derleyerek doğru bir sonuç ürün çıkarmak son derece önemlidir. Doğru sonuç ürün çıkarmanın yanında bu sonucun nasıl paylaşıldığı da önemlidir. Örneğin bir tarihi yapının kaplamaları ile paylaşılması gerçek haline en yakın görüntüyü oluşturmakta gerekli olabilir ama mevcut yapının nerede bitip dijital olanın nerede başladığını görmek açısından da kaplama olmayan modeller daha etkili olabilir.

Çalışma sürecinde üçüncü adım, akıllı telefonlar için bir mobil uygulamanın geliştirilmesidir. Bu aşamada bir miktar yazılım geliştirme bilgisi gerekmiştir. Unity gibi yazılım geliştirme programları bu süreci hızlandırmıştır. Mobil uygulamada görüntülenen modelin kararlı olması ve akıllı telefon karekodu görmediğinde de konumunu koruması, önemli özelliklerdendir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen mobil uygulamada, bu özelliğin iyileştirilmesi üzerinde çalışmalar sürdürülmüştür. İlerleyen süreçlerde yazılım geliştiriciler

ile iş birliği yapılarak bu özelliğin daha da güçlendirilmesi sağlanabilir ve performansın artırılmasına yönelik ek araçlar kullanılabilir.

Mobil uygulama geliştirildikten sonra, kullanıcıya sunulmadan önce test edilmesi gerekmektedir. Test aşamasında işaretçi konumu ve yönüne göre modeli dijital ortamda konumlandırmak ve bu konumlandırmanın da akıllı telefon ekranlarında yapı üzerine denk gelmesini ayarlamak önemlidir. Bu aşamada tarihi alanda çalışmak gerekmektedir. Tüm geliştirme süreçlerinin yasal zeminlerde ilerlemesi gerektiği için gerekli izinler alınmalıdır ve bu da uygulama geliştirme sürecini uzatmaktadır. Geliştirilen uygulamanın;

- Çalışma alanı bağlamında sunumu gelişmiş bir yöntem olduğu için algılamayı kolaylaştırdığı,
- Kullanıcıyı bilgilendirme konusunda başarılı olduğu,
- Kullanımı eğlenceli bir araç olduğu için ilgi topladığı,
- Geçmişe dönük bilgileri paylaşmasıyla tarihi alan ve kullanıcı arasında bir bağ kurduğu,
- Kullanıcı merakını tetiklediği,
- Kültürel mirası kolayca tanıtabildiği için farkındalık oluşturduğu,
- Kültürel mirasın korunumunu sağlamaya yardımcı olduğu,
- AG'nin kullanıcı tabanını genişletip, bilinirliğine katkı sunduğu ve
- Kızlar Manastırı özelinde literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

Anket sonuçlarına göre kullanıcılar, mobil uygulamanın fonksiyonelliği, kültürel mirasın korunmasına katkısı, sürdürülebilirliği ve estetik içeriği konularında olumlu görüşler bildirmiştir. Ankete katılanların %79,9 gibi bir genel memnuniyet ortalaması göstermesi, artırılmış gerçeklik uygulamasının başarılı bir deneyim sunduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle işlevsellik, kültürel miras ve süreklilik başlıklarında yüksek memnuniyet seviyelerine ulaşıldığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, teknik sorunlar ve mobil uygulama içeriği başlıklarında, bazı katılımcıların olumsuz görüş bildirdiği ve bu alanlarda gelişim gereksinimleri olduğu ortaya çıkmıştır. Teknik aksaklıklar yaşayan kullanıcıların oranı düşük olmakla birlikte, bu tür deneyimler, mobil uygulamanın geniş bir cihaz yelpazesinde iyileştirilmesi gerektiğini işaret etmektedir. Ayrıca, görselleştirme modları ve kullanıcı arayüzü ile ilgili bazı kullanıcıların net bir tercih yapamaması, içerik ve sunum stratejisinin daha fazla geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Araştırmanın bulgularına göre, AG teknolojisi turistik alanlarda kullanıcı deneyimini önemli ölçüde artırma potansiyeline sahiptir. Kullanıcıların büyük bir kısmı AG'nin tarihi

yapı hakkında bilgi edinmelerine yardımcı olduğunu ve bu sayede ziyaret deneyimlerinin daha eğitici ve etkileyici hale geldiğini belirtmiştir. Dolayısıyla AG'nin interaktif ve görsel yönleri, turistik alanlarda kullanıcı memnuniyetini ve bilgi edinme sürecini zenginleştirecek şekilde kullanılabilir.

Bulgulara göre katılımcılar, akıllı telefonların tarihi yapıların dijital canlandırılmasında yeterli performans sunduğunu belirtmiştir. Ancak, bazı kullanıcılar teknik sorunlar yaşadığını ifade etmiş, bu da cihazların performans farklılıklarının AG deneyimini etkileyebileceğini göstermiştir. Dolayısıyla daha iyi performans ve cihaz uyumluluğu sağlamak adına optimizasyon çalışmaları yapılmalıdır.

Katılımcılar, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olabileceğini düşünmektedir. AG, yıkılmış ya da tahrip olmuş tarihi yapıların dijital olarak yeniden canlandırılması yoluyla, bu yapıların gelecek nesillere aktarılmasına katkıda bulunabilir. Bu teknoloji, kültürel mirasın sadece korunmasında değil, aynı zamanda bu mirasın geniş kitlelere tanıtılmasında da önemli bir rol oynayabilir.

Mobil uygulama içindeki etkileşimli içerikler ile kullanıcılar, yapı hakkında daha fazla bilgi edinebilir ve bu mirasa daha derin bir bağ kurabilirler. Böylece bu teknoloji, tarihi yapıların estetik ve kültürel değerlerini yaşatarak, onların modern dünyada da anlam kazanmasını sağlar. Ek olarak etkinliği sağlamak için mobil uygulama içine eklenecek bilgilendirici metinler yapı-kullanıcı arasındaki bağı artırmada etkili olabilir. Bu sayede kullanıcı gördüğü sanal objenin ne amaçla kullanıldığını daha kolay anlayabilir.

Bulgular, artırılmış gerçeklik kullanılarak geliştirilen mobil uygulamaların sürekli bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Katılımcılar, mobil uygulamanın tarihi yapıları hem eğitici hem de eğlenceli bir şekilde sunmasından memnun kalmışlardır. Bu da gelecekte bu tür uygulamalarda kullanılmaya devam edeceğini göstermiştir.

Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda, artırılmış gerçeklik teknolojisinin mimarlık ve kültürel miras alanlarındaki kullanımını daha da geliştirecek öneriler sunulabilir:

- **Teknik Geliştirmeler:** Mobil uygulamanın farklı cihazlarda daha optimize çalışabilmesi için teknik altyapısının iyileştirilmesi önem arz etmektedir. Bazı kullanıcılar deneyim sırasında performans sorunları yaşamıştır. Gelecekteki uygulamalarda bu tür sorunların azaltılması için performans testlerinin daha geniş bir cihaz yelpazesinde yapılması önerilmektedir.
- **İçerik Zenginleştirilmesi:** Anket sonuçlarına göre, bazı kullanıcılar içerik stratejisi konusunda kararsız kalmıştır. Bu durum, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının

sadece estetik ve teknik açıdan değil, aynı zamanda içerik anlamında da kullanıcı beklentilerini karşılaması gerektiğini göstermektedir. Gelecekte, daha fazla interaktif özellik eklenerek ve görselleştirme modları arasındaki farklılıkların daha net bir şekilde vurgulanması ile kullanıcı deneyimi iyileştirilebilir. Ayrıca yapının geçmiş dönemlerine ait kademeli gelişimini göstermek gibi uygulamalar kullanıcılara bağlamı daha iyi gösterebilir ve yapının daha iyi anlaşılması sağlanabilir.

- **Kültürel Mirasın Korunması:** AG teknolojisinin, kültürel mirası daha geniş kitlelere ulaştırma ve koruma süreçlerine katkı sağlama potansiyeli oldukça yüksektir. Gelecekte, farklı tarihi yapıların dijital canlandırılması projelerinde de bu teknoloji daha sık kullanılabilir. Ayrıca, mimarlık öğrencilerine ve profesyonellerine yönelik eğitim programlarına dahil edilmesi, teknolojinin kullanım alanlarını genişletecektir.
- **Mimarlık Eğitime Entegrasyon:** AG teknolojisinin mimarlık eğitime entegrasyonu, öğrencilerin tarihi yapılarla ilgili daha derinlemesine bir anlayış geliştirmelerine yardımcı olabilir. Mobil uygulamanın hem akademik hem de profesyonel eğitim programlarında kullanılabileceği ve bu sayede öğrencilere teorik bilgilerin yanı sıra görsel ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunulabileceği değerlendirilmektedir.
- **Gelecekteki Araştırmalar:** Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, AG'nin mimarlık alanında farklı kullanım olanaklarını araştıran çalışmaların yapılabileceğini göstermektedir. Özellikle, teknolojinin daha büyük ve karmaşık yapılar üzerindeki etkisi, kullanıcı deneyiminin uzun vadede nasıl geliştiği ve AG'nin mimari tasarım süreçlerine nasıl entegre edilebileceği üzerine yeni araştırmalar yapılabilir.

Sonuç olarak çalışmada, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi kullanılarak tarihi yapılar üzerinde kullanıcı deneyimini artırmaya yönelik bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Bu tür mobil uygulamalar, korunması gereken kültür varlıklarının sunumunu ve anlatımını iyileştirerek bilinirliği artırmakta ve koruma çalışmalarını kolaylaştırmaktadır. Artırılmış gerçeklik, somut olmayan kültürel varlıkların da kayıt altına alınmasına olanak tanır. Bu sayede sanal karakterler aracılığıyla bu varlıklar yeniden canlandırılabilir ve kullanıcılara birinci elden deneyimleme fırsatı sunulabilir. Dolayısıyla AG, mimarlık ve kültürel mirasın korunması alanında güçlü bir araç olarak öne çıkmakta ve tarihi yapıların kültürel değerlerinin korunması konusunda potansiyelini göstermektedir. Bu potansiyelin tam anlamıyla kullanılabilmesi için, teknik gelişmelerin yanı sıra kullanıcı deneyimi ve içerik stratejilerinin de dikkatlice planlanması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Adrianto, D., Hidajat, M., & Yesmaya, V. (2016). Augmented reality using Vuforia for marketing residence. 2016 1st International Conference on Game, Game Art, and Gamification (ICGGAG),
- Aggarwal, R., & Singhal, A. (2019). Augmented Reality and its effect on our life. 2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence),
- Ahunbay, Z. (1996). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*.
- Alp, N. C., Yazici, Y. E., & Oner, D. (2023). Augmented reality experience in an architectural design studio. *Multimedia tools and applications*, 82(29), 45639-45657.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), 34-47.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Baarspul, M. (1990). A review of flight simulation techniques. *Progress in aerospace Sciences*, 27(1), 1-120.
- Basso, A. (2017). Advantages, Critics and Paradoxes of Virtual Reality Applied to Digital Systems of Architectural Prefiguration, the Phenomenon of Virtual Migration. Proceedings,
- Basu, A. (2019). A brief chronology of Virtual Reality. *arXiv preprint arXiv:1911.09605*.
- Beldiceanu, N., & Năşturel, P. (1985). Le monastère de la Théosképastos à la lumière d'un recensement ottoman de Trébizonde. *Byzantion*, 55(1), 269-331.
- Berk, O. N. (2020). Akıllı Turizm Uygulamalarının Artırılmış ve Sanal Gerçeklik Kapsamında Değerlendirilmesi. *Multidisipliner Perspektiften Turizm*, 294.
- Bertol, D. (1996). *Designing digital space: an architect's guide to virtual reality*. John Wiley & Sons.
- Bichlmeier, C., Heining, S. M., Feuerstein, M., & Navab, N. (2009). The virtual mirror: a new interaction paradigm for augmented reality environments. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 28(9), 1498-1510.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, 25(5), 745-753.

- Bimber, O., Gatesy, S. M., Witmer, L. M., Raskar, R., & Encarnação, L. M. (2002). Merging fossil specimens with computer-generated information. *Computer*, 35(9), 25-30.
- Blascovich, J., & Bailenson, J. (2011). *Infinite reality: Avatars, eternal life, new worlds, and the dawn of the virtual revolution*. William Morrow & Co.
- Boboc, R. G., Băutu, E., Gîrbacia, F., Popovici, N., & Popovici, D.-M. (2022). Augmented reality in cultural heritage: an overview of the last decade of applications. *Applied Sciences*, 12(19), 9859.
- Bordier, J. (1934). *Relation d'un voyage en Orient*. Hestia.
- Brooks Jr, F. P., Ouh-Young, M., Batter, J. J., & Jerome Kilpatrick, P. (1990). Project GROPEHaptic displays for scientific visualization. *ACM SIGGraph computer graphics*, 24(4), 177-185.
- Bryer, A., & Winfield, D. (1985). *The Byzantine Monuments and Topography of the Pontos*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection. <https://books.google.com.tr/books?id=54kVAQAAMAAJ>
- Bryer, A., & Winfield, D. C. (1970). *Nineteenth-century Monuments in the City and Vilayet of Trebizond: Architectural and Historical Notes*. <https://books.google.com.tr/books?id=e4oyAQAAMAAJ>
- Burns, P. (2010). The history of the discovery of cinematography. *After his disappearance, the Le Prince family led by his wife and son went to court against Edison in what became known as Equity*, 6928.
- Bzhshkean, M., & D Andreasyan, H. (1969). Karadeniz kıyıları tarih ve coğrafyası, 1817-1819. (No Title).
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: an overview. *Handbook of augmented reality*, 3-46.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia tools and applications*, 51, 341-377.
- Chatzopoulos, D., Bermejo, C., Huang, Z., & Hui, P. (2017). Mobile augmented reality survey: From where we are to where we go. *Ieee Access*, 5, 6917-6950.
- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in psychology*, 9, 2086.
- Corrêa, A. G. D., Ficheman, I. K., do Nascimento, M., & de Deus Lopes, R. (2012). Contributions of an augmented reality musical system for the stimulation of motor skills in music therapy sessions. *Learning Disability, InTech, Publishing*, 275-289.

- Craig, A. B. (2013). Understanding augmented reality: Concepts and applications.
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V., & Hart, J. C. (1992). The CAVE: Audio visual experience automatic virtual environment. *Communications of the ACM*, 35(6), 64-73.
- Daponte, P., De Vito, L., Picariello, F., & Riccio, M. (2014). State of the art and future developments of the Augmented Reality for measurement applications. *Measurement*, 57, 53-70.
- Darley, R. (2017). *David Talbot-Rice Trebizond*. BEMA. Retrieved 23 Nisan 2024 from <https://birminghameastmedarchive.com/2017/07/19/david-talbot-rice-trebizond/>
- Das, P., Zhu, M. o., McLaughlin, L., Bilgrami, Z., & Milanaik, R. L. (2017). Augmented reality video games: new possibilities and implications for children and adolescents. *Multimodal Technologies and Interaction*, 1(2), 8.
- De Angelo, J. (2000). The Link Flight Trainer: A Historic Mechanical Engineering Landmark, Roberson Museum and Science Center, Binghamton, New York, June 10, 2000.
- Dolenc, M. (2023). Augmented Reality in AEC Industry. In *Applications of Augmented Reality-Current State of the Art*. IntechOpen.
- Erolin, C. (2019). Interactive 3D digital models for anatomy and medical education. *Biomedical Visualisation: Volume 2*, 1-16.
- Estrella, J., & Mendoza, B. (2019). Voice Controlled Augmented Reality: A Comparison of Speech Recognition Tools for AR Applications. Proceedings of the 2019 Fall ASEE Midatlantic Conference, New York, NY, USA,
- Evangelista, A., Ardito, L., Boccaccio, A., Fiorentino, M., Petruzzelli, A. M., & Uva, A. E. (2020). Unveiling the technological trends of augmented reality: A patent analysis. *Computers in Industry*, 118, 103221.
- Fallmerayer, J. P. (1827). *Geschichte des Kaiserthums von Trapezunt* (Vol. 2). Anton Weber.
- Fallmerayer, J. P. (2002). *Doğu'dan fragmanlar* (H. Salihoğlu, Trans.). İmge Kitabevi.
- Garrido-Jurado, S., Muñoz-Salinas, R., Madrid-Cuevas, F. J., & Marín-Jiménez, M. J. (2014). Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion. *Pattern Recognition*, 47(6), 2280-2292.
- Gelenbe, E., Hussain, K., & Kaptan, V. (2005). Simulating autonomous agents in augmented reality. *Journal of Systems and Software*, 74(3), 255-268.
- Giunta, L., O'Hare, J., Gopsill, J., & Dekoninck, E. (2018). A review of augmented reality research for design practice: looking to the future. *DS 91: Proceedings of NordDesign 2018, Linköping, Sweden, 14th-17th August 2018*.

- Gürer, T. K., & Yücel, A. (2010). Bir paradigma olarak mimari temsilin incelenmesi. *itüdergisi/a*, 4(1).
- Hakim, I. N. A., & Mohamad, U. H. (2023). Augmented Reality Frameworks for Object Recognition in Learning Application Domain: A Systematic Review. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 32(2), 175-188.
- Heilig, M. (1962). Sensorama simulator, us patent no. 3050870. *US Patent and Trademark Office*. <https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>.
- Henderson, S., & Feiner, S. (2010). Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 17(10), 1355-1368.
- Hoşgör, H. (2022). Sağlık Alanında Sanal Gerçekliğin Kullanımı: Türkiye ve Dünyadan Örnekler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 647-660.
- Huang, J. (2016). Accelerating ai with gpus: A new computing model. *NVIDIA*, <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/01/12/accelerating-ai-artificial-intelligence-gpus>.
- Hugues, O., Fuchs, P., & Nannipieri, O. (2011). New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment. *Handbook of augmented reality*, 47-63.
- IJsselsteijn, W. A. (2005). History of telepresence. *3D Videocommunication: Algorithms, Concepts and Real-Time Systems in Human Centred Communication*, 5-21.
- İnan, F. (2022). *ANTİK ÇAĞ'DA DOĞU KARADENİZ'DE MİTHRA KÜLTÜ'NÜN VARLIĞI KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ*. TRABZON.
- İpek, A. R. (2023). Karma gerçeklik sorunları. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*(Ö13), 755-770.
- Jones, B. R. (2015). *Content creation for seamless augmented experiences with projection mapping* University of Illinois at Urbana-Champaign].
- Kalkofen, D., Mendez, E., & Schmalstieg, D. (2008). Comprehensible visualization for augmented reality. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 15(2), 193-204.
- Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and hmd calibration for a video-based augmented reality conferencing system. *Proceedings 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99)*,
- Kersten-Oertel, M., Jannin, P., & Collins, D. L. (2013). The state of the art of visualization in mixed reality image guided surgery. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 37(2), 98-112.

- Kharvari, F., & Kaiser, L. E. (2022). Impact of extended reality on architectural education and the design process. *Automation in construction*, 141, 104393.
- Kim, H., Matuszka, T., Kim, J.-I., Kim, J., & Woo, W. (2017). Ontology-based mobile augmented reality in cultural heritage sites: information modeling and user study. *Multimedia tools and applications*, 76, 26001-26029.
- Kleftodimos, A., Evagelou, A., Triantafyllidou, A., Grigoriou, M., & Lappas, G. (2023). Location-based augmented reality for cultural heritage communication and education: the Doltso district application. *Sensors*, 23(10), 4963.
- Klein, G., & Murray, D. (2007). Parallel tracking and mapping for small AR workspaces. 2007 6th IEEE and ACM international symposium on mixed and augmented reality,
- Kobayashi, L., Zhang, X. C., Collins, S. A., Karim, N., & Merck, D. L. (2018). Exploratory application of augmented reality/mixed reality devices for acute care procedure training. *Western Journal of Emergency Medicine*, 19(1), 158.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Koutamanis, A. (1998). Information systems and the Internet: towards a news counter-revolution. 4th Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning Conference,
- Kraus, S., Kanbach, D. K., Krysta, P. M., Steinhoff, M. M., & Tomini, N. (2022). Facebook and the creation of the metaverse: radical business model innovation or incremental transformation? *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 28(9), 52-77.
- Krueger, M. W. (1977). Responsive environments. Proceedings of the June 13-16, 1977, national computer conference,
- Künüçen, H. H., & Samur, S. (2021). Dijital çağın gerçeklikleri sanal, artırılmış, karma ve genişletilmiş gerçeklikler üzerine bir değerlendirme. *Yeni Medya*, 2021(11), 38-62.
- Langlotz, T., Grubert, J., & Grasset, R. (2013). Augmented reality browsers: essential products or only gadgets? *Communications of the ACM*, 56(11), 34-36.
- LaValle, S. M. (2023). *Virtual reality*. Cambridge university press.
- Lawson, B. (2004). Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise. *Design studies*, 25(5), 443-457.
- Lawson, B. (2006). How designers think. In: Architectural Press.
- Lawson, B., & Dorst, K. (2013). *Design expertise*. Routledge.

- Lecakes Jr, G. D. (2021). *The matrix revisited: A critical assessment of virtual reality technologies for modeling, simulation, and training*. Rowan University.
- Lee, H. Y., & Lee, W. H. (2014). A study on interactive media art to apply emotion recognition. *International Journal of Multimedia & Ubiquitous Engineering*, 9(12), 431-442.
- Lee, N. (2013). Volkswagen develops augmented reality service manual for the XL1. *Engadget*. Dostupnosta: [https://www.engadget.com/2013/10/01/volkswagenaugmented-reality-ipad-manual-xl1/\[pristupljeno: 08.08. 2019.\]](https://www.engadget.com/2013/10/01/volkswagenaugmented-reality-ipad-manual-xl1/[pristupljeno: 08.08. 2019.]).
- Lehning, J. R. (2016). Technological innovation, commercialization, and regional development: Computer graphics in Utah, 1965–1978. *Information & Culture*, 51(4), 479-499.
- Leigh, J., Johnson, A., Renambot, L., Peterka, T., Jeong, B., Sandin, D. J., Talandis, J., Jagodic, R., Nam, S., & Hur, H. (2012). Scalable resolution display walls. *Proceedings of the IEEE*, 101(1), 115-129.
- Liu, P., Georganas, N. D., & Boulanger, P. (2002). Designing real-time vision based augmented reality environments for 3D collaborative applications. IEEE CCECE2002. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. Conference Proceedings (Cat. No. 02CH37373),
- Luetzenburg, G., Kroon, A., Kjeldsen, K. K., Splinter, K. D., & Bjørk, A. A. (2024). High-resolution topographic surveying and change detection with the iPhone LiDAR. *Nature Protocols*, 1-22.
- Mayer, R. (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In: *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*/Cambridge University Press.
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). History, applications, technology and future. *Virtual Reality*, 72(4), 486-497.
- McMorrough, J. (2015). *Drawing for architects: How to explore concepts, define elements, and create effective built design through illustration*. Rockport Publishers.
- Mendoza-Ramírez, C. E., Tudon-Martinez, J. C., Félix-Herrán, L. C., Lozoya-Santos, J. d. J., & Vargas-Martínez, A. (2023). Augmented reality: survey. *Applied Sciences*, 13(18), 10491.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Telemanipulator and telepresence technologies,

- Minerva, R., Lee, G. M., & Crespi, N. (2020). Digital twin in the IoT context: A survey on technical features, scenarios, and architectural models. *Proceedings of the IEEE*, 108(10), 1785-1824.
- Murphy-Chutorian, E., & Trivedi, M. M. (2010). Head pose estimation and augmented reality tracking: An integrated system and evaluation for monitoring driver awareness. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, 11(2), 300-311.
- Myers, B. A. (1998). A brief history of human-computer interaction technology. *interactions*, 5(2), 44-54.
- Newman, R. L., & Greeley, K. W. (1997). Helmet-mounted display design guide.
- Nick, E. (2017). How Gensler Is Using Microsoft Hololens and Mixed Reality to Develop Its Projects. *DRIVENxDESIGN*.
- Nihra, M., Mohamad, H., & Ismail, N. (2007). Overview of open source augmented reality toolkit. 1 st International Malaysian Educational Technology Convention (IMETC 2007),
- Oufqir, Z., El Abderrahmani, A., & Satori, K. (2020). ARKit and ARCore in serve to augmented reality. 2020 International Conference on Intelligent Systems and Computer Vision (ISCV),
- Panguru, B. S. R., & Madhineni, H. C. (2023). Comprehensive Evaluation of Augmented Reality for Visualizing Building Exteriors. In.
- Panou, C., Ragia, L., Dimelli, D., & Mania, K. (2018). An architecture for mobile outdoors augmented reality for cultural heritage. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(12), 463.
- Papagiannakis, G., Ponder, M., Molet, T., Kshirsagar, S., Cordier, F., Magnenat-Thalmann, M., & Thalmann, D. (2002). LIFEPLUS: revival of life in ancient Pompeii, virtual systems and multimedia. *Proceedings of VSMM 2002*.
- Papagiannakis, G., Schertenleib, S., O'Kennedy, B., Arevalo-Poizat, M., Magnenat-Thalmann, N., Stoddart, A., & Thalmann, D. (2005). Mixing virtual and real scenes in the site of ancient Pompeii. *Computer animation and virtual worlds*, 16(1), 11-24.
- Peng, H., Ding, C., Geng, T., Choudhury, S., Barker, K., & Li, A. (2024). Evaluating emerging ai/ml accelerators: Ipu, rdu, and nvidia/amd gpus. Companion of the 15th ACM/SPEC International Conference on Performance Engineering,
- Permana, F., Tolle, H., Utaminingrum, F., & Dermawi, R. (2019). Development of augmented reality (AR) based gamelan simulation with leap motion control.
- Petrucchio, C., & Agostini, D. (2016). Teaching cultural heritage using mobile augmented reality. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(3).

- Pierce, S. (2010). AFS8078, Human Systems Integration Division Virtual Environment Documentation and Equipment, 1986-1993. In.
- Prabhu, S. (2017). Types of Augmented Reality (for Me and My Business)–ARreverie Technology. In: December.
- Psotka, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instructional science*, 23(5), 405-431.
- Purushottam, K., Chandramouli, K., Sree Naga Chaitanya, J., & Gowreswari, B. (2021). A Review on Virtual Reality and Augmented Reality in Architecture. *Engineering and Construction Industry, Int. J. Modern Trends Sci. Technol*, 7, 28-33.
- Quirk, V. (2017). Disrupting reality: How VR is changing architecture's present and future. In.
- Raskar, R., & Low, K.-L. (2001). Interacting with spatially augmented reality. Proceedings of the 1st international conference on Computer graphics, virtual reality and visualisation,
- Raskar, R., Welch, G., Cutts, M., Lake, A., Stesin, L., & Fuchs, H. (1998). The office of the future: A unified approach to image-based modeling and spatially immersive displays. Proceedings of the 25th annual conference on Computer graphics and interactive techniques,
- Rauschnabel, P. A., Rossmann, A., & tom Dieck, M. C. (2017). An adoption framework for mobile augmented reality games: The case of Pokémon Go. *Computers in human behavior*, 76, 276-286.
- Rice, D. T. (1929). Notice on Some Religious Buildings in the city and vilayet of Trebizond. *Byzantion*, 5(1), 47-81.
- Roger, N., Erach, D., Jeffrey, Y., & Otto, L. (2023). The Total Economic Impact™ Of Microsoft HoloLens 2 With Mixed Reality Applications. *FORRESTER*, 49.
- Rolfe, J. M., & Staples, K. J. (1988). *Flight simulation*. Cambridge University Press.
- Rose, E., Breen, D., Ahlers, K. H., Crampton, C., Tuceryan, M., Whitaker, R., & Greer, D. (1995). Annotating real-world objects using augmented reality. In *Computer graphics* (pp. 357-370). Elsevier.
- Scarfe, P., & Glennerster, A. (2019). The science behind virtual reality displays. *Annual review of vision science*, 5(1), 529-547.
- Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.
- Schmandt, C. (1983). Spatial input/display correspondence in a stereoscopic computer graphic work station. *ACM SIGGraph computer graphics*, 17(3), 253-261.

- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). Understanding virtual reality. *San Francisco, CA: Morgan Kauffman.*
- Shushan, P. (2018). Learning-Oriented augmented reality technology. *European science review*, 1(11-12), 42-46.
- Siriborvornratanakul, T. (2018). Enhancing User Experiences of Mobile-Based Augmented Reality via Spatial Augmented Reality: Designs and Architectures of Projector-Camera Devices. *Advances in Multimedia*, 2018(1), 8194726.
- Sirror, H., Abdelsattar, A., Dwidar, S., & Derbali, A. (2021). A review on virtual reality for architecture education. 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, IEOM 2021,
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's reality-virtuality continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2, 647997.
- Spence, C., Obrist, M., Velasco, C., & Ranasinghe, N. (2017). Digitizing the chemical senses: Possibilities & pitfalls. *International Journal of Human-Computer Studies*, 107, 62-74.
- Sutherland, I. E. (1964). Sketch pad a man-machine graphical communication system. Proceedings of the SHARE design automation workshop,
- Sutherland, I. E. (1965). The ultimate display. Proceedings of the IFIP Congress,
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I,
- Takatori, H., Hiraiwa, M., Yano, H., & Iwata, H. (2019). Large-scale projection-based immersive display: The design and implementation of largespace. 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR),
- Tanyeli, U. (2002). Mimarlıkta temsiliyet. *Arredamento Mimarlık Tasarım Kültürü Dergisi*, 146, 76.
- Tavani, S., Billi, A., Corradetti, A., Mercuri, M., Bosman, A., Cuffaro, M., Seers, T., & Carminati, E. (2022). Smartphone assisted fieldwork: Towards the digital transition of geoscience fieldwork using LiDAR-equipped iPhones. *Earth-Science Reviews*, 227, 103969.
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). ARQuake: An outdoor/indoor augmented reality first person application. Digest of Papers. Fourth International Symposium on Wearable Computers,
- Thomas, P. C., & David, W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. Hawaii international conference on system sciences,

- Ünal, M. (2021). *Mimaride Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları: Alexandria Troas Podyumlu Tapınağın Kullanıcı Deneyimine Sunumu Örneği* [Eskişehir Osmangazi Üniversitesi].
- Vlahakis, V., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Almeida, L., Stricker, D., Gleue, T., Christou, I. T., Carlucci, R., & Ioannidis, N. (2001). Archeoguide: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites. *Virtual Reality, Archeology, and Cultural Heritage*, 9(10.1145), 584993-585015.
- Vries, B. d., Leeuwen, J. v., & Achten, H. (1997). Design studio of the future. Proceedings of the CIB W78 Conference Information Technology Support for Construction Reengineering, Cairns, Australia,
- Wang, X., Love, P. E., Kim, M. J., Park, C.-S., Sing, C.-P., & Hou, L. (2013). A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. *Automation in construction*, 34, 37-44.
- Werge, J. (1890). *The Evolution of Photography: With a Chronological Record of Discoveries, Inventions, Etc., Contributions to Photographic Literature, and Personal Reminiscences Extending Over Forty Years*. Piper & Carter and J. Werge. <https://books.google.com.tr/books?id=bmfzAAAAMAAJ>
- Wheatstone, C. (1838). XVIII. Contributions to the physiology of vision.—Part the first. On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*(128), 371-394.
- Wither, J., DiVerdi, S., & Höllerer, T. (2009). Annotation in outdoor augmented reality. *Computers & Graphics*, 33(6), 679-689.
- Yengin, D., & Bayrak, T. (2017). Sanal Gerçeklik-VR.
- Zlatanova, S. (2002). Augmented reality technology. *GIST Report*, 17(72).
- Φιλίππιδης, X. (1933). *Η Εκκλησία Τραπεζούντος, Αρχαῖον Πόντου* 4-5
- URL-1. (2024, Ağustos 21). Virtual and augmented realities [https:// tr.dmgmori .com/ resource /blob/704334 /53e6dca458d4eb843f 8cc8abcc0f9052/ vr-1-data. jpg](https://tr.dmgmori.com/resource/blob/704334/53e6dca458d4eb843f8cc8abcc0f9052/vr-1-data.jpg) adresinden alınmıştır.
- URL-2. (2024, Ağustos 22). Testing the Virtuix Omni: a walk on the virtual side [https://cdn.vox-cdn.com/ thumbor/ NuAjcfx3qe2PIdBFCr3K3ZvV4=/8x0:1015x6 71/2050x1367/cdn.vox-cdn.com/assets/2762531/omni-e3-02.jpg](https://cdn.vox-cdn.com/thumbor/NuAjcfx3qe2PIdBFCr3K3ZvV4=/8x0:1015x671/2050x1367/cdn.vox-cdn.com/assets/2762531/omni-e3-02.jpg) adresinden alınmıştır.
- URL-3. (2024, Ağustos 31). The Intersection of Technology and Reality: VR, AR, MR <https://www.42interactive.com/blog/virtual-reality-augmented-reality-and-mixed-reality-what-are-they> adresinden alınmıştır.

- URL-4. (2024, Ağustos 31). Karma Gerçeklik Nedir? Dijital ve Gerçek Dünyanın Buluştuğu Nokta <https://teknovr.com/wp-content/uploads/2023/10/kapak-fotograf.png> adresinden alınmıştır.
- URL-5. (2024, Ağustos 31). 2030 Yılında Bizi Neler Bekliyor? <https://baslangicnoktasi.org/2030-yilinda-bizi-neler-bekliyor/#> adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2024, Ağustos 31). Intro to XR <https://studiox.lib.rochester.edu/intro-to-xr/> adresinden alınmıştır.
- URL-7. (2024, Eylül 1). An Introduction to Augmented Reality https://adamrtomkins.github.io/AR-Architecture/Introduction_To_AR/ adresinden alınmıştır.
- URL-8. (2024, Eylül 2). 5 types of AR to implement in eCommerce + use cases <https://www.storyblok.com/mp/types-of-ar> adresinden alınmıştır.
- URL-9. (2024, Eylül 2). Is India Ready for a Real Estate Revolution? Exploring the Impact of AR/VR Innovation <https://abirpothi.com/is-india-ready-for-a-real-estate-revolution-exploring-the-impact-of-ar-vr-innovation/> adresinden alınmıştır.
- URL-10. (2024, Eylül 2). Eğitim ve Öğretimde Artırılmış Gerçeklik Olgularının Kullanımı <https://educathub.com/egitim-ve-ogretimde-artirilmis-gerceklik-olgularinin-kullanimi/> adresinden alınmıştır.
- URL-11. (2024, Eylül 2). Perakende Sektöründe Artırılmış Gerçeklik: Alışveriş Deneyiminde İnovasyon <https://blog.markergrupe.com/tr/perakende-sektorunde-artirilmis-gerceklik-alisveris-deneyiminde-inovasyon/> adresinden alınmıştır.
- URL-12. (2024, Eylül 3). Welcome to AR City: Beta of Augmented Reality Maps and Navigation <https://www.blippar.com/blog/2017/11/06/welcome-ar-city-future-maps-and-navigation> adresinden alınmıştır.
- URL-13. (2024, Eylül 3). Apple ARKit ve AR Code Teknolojileri <https://ar-code.com/tr/blog/arkit> adresinden alınmıştır.
- URL-14. (2024, Eylül 3). Bulut Bilişim Nedir? <https://www.mysoft.com.tr/bulut-bilisim> adresinden alınmıştır.
- URL-15. (2024, Eylül 6). Link Trainer <https://prairieaviationmuseum.org/exhibits/displays/link-trainer/> adresinden alınmıştır.
- URL-16. (2024, Eylül 6). The Ultimate Display: Revisiting The World's First VR Headset #Infographic <https://www.visualistan.com/2017/07/the-ultimate-display-revisiting-the-worlds-first-vr-headset.html> adresinden alınmıştır.

- URL-17. (2024, Eylül 8). ‘Pokémon Go’ developer Niantic is laying off 230 employees <https://www.engadget.com/pokemon-go-developer-niantic-is-laying-off-230-employees-180438129.html> adresinden alınmıştır.
- URL-18. (2024, Eylül 8). how gensler is using microsoft hololens and mixed reality to develop its projects <https://www.designboom.com/architecture/gensler-microsoft-hololens-virtual-mixed-reality-06-25-2017/> adresinden alınmıştır.
- URL-19. (2024, Eylül 8). Experience 3d Projects in Augmented Reality <https://www.darfdesign.com/arki.html> adresinden alınmıştır.



7. EKLER

Ek 1: ANKET ÇALIŞMASI – BİLGİLENDİRME SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİNİN MİMARLIKTA DİJİTAL
CANLANDIRMA AMACIYLA KULLANILMASI: TRABZON KIZLAR MANASTIRI
ÖRNEĞİ

Anıl EMİR

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Serbülent VURAL



Bu Yüksek Lisans Tez çalışması kapsamında, yukarıdaki karekodlardan “Uygulama” adlı olan okutulup .apk uzantılı Android akıllı telefonlarla uyumlu mobil uygulama indirildikten sonra kurulacaktır.

Uygulama testi gerçekleştirildikten sonra “Anket” adlı karekod okutularak açılan anket testi gerçekleştirilecektir.

TÜM KATILIMCILARA KATKILARINDAN DOLAYI TEŞEKKÜR EDERİZ.

Ek 2: ANKET ÇALIŞMASI – ANKET SORULARI

Bu anket, demografik etkenlerden bağımsız olarak AG uygulaması hakkındaki görüşlerinizi almaya çalışmaktadır.

1/10. Artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi ile oluşturulan dijital canlandırma, tarihi yapı hakkında daha fazla bilgi edinmemi sağladı.

- Kesinlikle katılmıyorum
- Katılmıyorum
- Kararsızım
- Katılıyorum
- Kesinlikle katılıyorum

2/10. AG teknolojisi, tarihi yapının orijinal halini anlamamda bana yardımcı oldu.

3/10. Akıllı telefonlar, tarihi yapıların AG ile canlandırılmasında yeterli performans gösterdi.

4/10. AG deneyimi sırasında teknik sorunlar yaşamadım (örneğin, donma, gecikme).

5/10. AG teknolojisi, kültürel mirasın korunumu konusunda farkındalığımı artırdı.

6/10. AG teknolojisi, kültürel mirasın korunumu için etkili bir araç olabilir.

7/10. AG deneyimi, tarihi yapıdaki ziyaretimi daha eğlenceli hale getirdi.

8/10. Gelecekteki tarihi yapı ziyaretlerimde AG teknolojisini kullanmak isterim.

9/10. AG deneyimi sırasında kullanılan görselleştirme modları (wireframe ve şeffaf mod) arasında tercihim netti.

10/10. AG uygulamasının genel estetik tasarımı, kullanıcı arayüzü ve sunumu, tarihi yapıyı anlamamı ve deneyimlememi kolaylaştırdı.

Ek 3: ANITLAR KURULU İZİN DİLEKÇESİ**22.10.2022**

**T.C.
KÜLTÜR VE TURİZM BAKANLIĞI
RÖLÖVE VE ANITLAR MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı'na 393288 numara ile kayıtlı öğrenciyim. Prof. Dr. Serbülent VURAL danışmanlığında yürüttüğüm “Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimarlıkta Dijital Canlandırma Amacıyla Kullanılması: Trabzon Kızlar Manastırı Örneği” başlıklı tez çalışmamda Trabzon Kızlar Manastırı'na ait restorasyon projesine ihtiyaç duymaktayım. Bu hususta gerekli proje dosyalarının verilmesi için gereğini arz ederim.

Anıl EMİR

İletişim Bilgileri

Adres : Maraş Caddesi İnönü Mahallesi Bolluk 1 Nolu Sokak No: 3 Daire No: 4
Ortahisar/Trabzon
Cep Telefonu : +90 536 646 89 81
E-posta : anlemir063@gmail.com

Ek 4: KÜLTÜR İŞLERİ DAİRESİ BAŞKANLIĞI İZİN DİLEKÇESİ

10.07.2024

**TRABZON BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
KÜLTÜR VE SOSYAL İŞLER DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

Karadeniz Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde Prof. Dr. Serbülent VURAL danışmanlığında yüksek lisansımı yapmaktayım. "Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimarlıkta Dijital Canlandırma Amacıyla Kullanılması: Trabzon Kızlar Manastırı Örneği" konulu yüksek lisans tezim kapsamında Boztepe mevkiinde bulunan Kızlar Manastırı'nda temmuz ve ağustos aylarında fotoğraf tabanlı bir inceleme ve uygulama yapmayı içeren bir alan çalışması yapmam gerekmektedir. Çalışma için gerekli iznin tarafıma verilmesini arz ederim.

Danışman
Prof. Dr. Serbülent VURAL

Öğrenci
Anıl EMİR

Ek 5: T.C. KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ETİK KURULU İZİN BELGESİ



HİZMETE ÖZEL

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu



Sayı : E-26014373-050.01.04-559114
Konu : Anıl EMİR'in Etik Kurul Kararı

16.09.2024

REKTÖRLÜK MAKAMINA
Hukuk Müşavirliği

İlgi : 05.09.2024 tarihli ve E-35674802-399-10651 sayılı yazı.

Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü yüksek lisans öğrencisi Anıl EMİR'in, "Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Mimarlıkta Dijital Canlandırma Amacıyla Kullanılması: Trabzon Kızlar Manastırı Örneği" adlı tez çalışması kapsamında "Etik Kurul Belgesi" ile ilgili olarak kurulumuza yaptığı başvuru değerlendirilerek etik açıdan uygun bulunmuş ve sonucu Ek'te gönderilmiştir.

İlgili öğrencinin bilgilendirilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Prof. Dr. Tuncay BAYRAM
Başkan

Ek: Toplantı Tutanağı (3 Sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imzalarla onaylanmıştır.
Doğrulama Kodu: ICC20F79-17AB-457B-913B-630A18A7DE3C HİZMETE ÖZEL Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/karadeniz.teknik.universitesi.ebys>

61080 – Trabzon /
TÜRKİYE
Tel: 0 (462) 377 43 36

Faks: 0 (462) 325 32 05

www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Nurcan ŞAHİN
genelsekreterlik@ktu.edu.tr

Sayfa
1 / 1



ÖZGEÇMİŞ

Anıl EMİR, İlköğrenimini Kaledibi İlkokulu'nda bitirdikten sonra lise eğitimini 2015 yılında Gazi Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2015-2016 öğretim yılında Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Mimarlık bölümünde lisans eğitimine başladı. 2019 yılında bölüm birincisi olarak okuduğu Mimarlık bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde yabancı dil eğitimi aldı. 2020-2021 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim dalında tezli yüksek lisans programına başladı.

