T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT ANA BİLİM DALI
İNTERAKTİF MEDYA TASARIMI PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜZE DENEYİMİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBERLERİN İNCELENMESİ VE YENİ BİR MODEL ÖNERİSİ

ZEYNEP FEYZA YÜCEBAŞ
22720014

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. ERTAN TOY

2025

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SANAT ANA BİLİM DALI
İNTERAKTİF MEDYA TASARIMI PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MÜZE DENEYİMİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBERLERİN İNCELENMESİ VE YENİ BİR MODEL ÖNERİSİ

ZEYNEP FEYZA YÜCEBAŞ
22720014
ORCID NO: 0009-0004-1106-3020

TEZ DANIŞMANI
DOÇ.DR. ERTAN TOY

TEMMUZ 2025

Zeynep Feyza YÜCEBAŞ tarafından hazırlanan “Müze Deneyiminde Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehberlerin İncelenmesi Ve Yeni Bir Model Önerisi” başlıklı çalışma, **08/07/2025** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından Sanat Ana Bilim Dalı İnteraktif Medya Tasarımı Programında **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**İmza**
Doç. Dr. Ertan TOY	……

Jüri Üyeleri	**İmza**
Doç. Dr. Dide AKDAĞ SATIR	……
Dr. Öğr. Üyesi İrem ÇOBAN	……

ÖZET

MÜZE DENEYİMİNDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBERLERİN İNCELENMESİ VE YENİ BİR MODEL ÖNERİSİ

Bu araştırmanın amacı, artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisinin müze deneyimlerine entegrasyonunu incelemek ve bu bağlamda İstanbul Modern Sanat Müzesi için artırılmış gerçeklik destekli bir sanal rehber prototipi tasarlayarak dijital rehberlik sistemlerine yönelik işlevsel bir model önermektir. Çalışma kapsamında, ziyaretçilerin bilgiye erişim biçimlerini dönüştüren ve etkileşim düzeyini artıran sanal rehberlerin kültürel mekânlarda ne tür katkılar sağlayabileceği araştırılmıştır.

Araştırma, nitel araştırma yöntemine dayalı olarak yürütülmüştür. Literatür taramasının ardından, müzelerde kullanılan artırılmış gerçeklik destekli rehberlik sistemleri incelenmiş; kullanıcı odaklı bir sanal rehber tasarımı oluşturulmuştur. Geliştirilen prototip, Blender yazılımı ile üç boyutlu olarak modellenmiş, Mixamo üzerinden animasyonlar eklenmiş, Figma ile kullanıcı arayüz tasarımı yapılmış ve Adobe Aero aracılığıyla artırılmış gerçeklik ortamında çalışacak şekilde entegre edilmiştir. Kullanıcılar, mobil cihazlarıyla fiziksel sanat eserlerini tarayarak rehberin animasyonlu anlatımıyla bilgi edinebildikleri bir deneyim yaşamışlardır.

Çalışma kapsamında, prototipin kullanılabilirliğini değerlendirmek amacıyla beş katılımcı ile kullanıcı testi uygulanmış; sesli düşünme yöntemi ve anket-görüşme araçlarıyla nitel ve nicel veriler toplanmıştır. Nielsen'in kullanılabilirlik heuristikleri temelinde yapılan değerlendirmeler sonucunda, uygulamanın genel olarak sezgisel, anlaşılır ve kullanıcı dostu bulunduğu gözlemlenmiştir. Kullanıcılardan alınan geri bildirimlere göre prototipte çeşitli arayüz ve yönlendirme revizyonları yapılmıştır.

Araştırma sonucunda, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehberlerin kullanıcıya bilgi sunmanın ötesinde mekânsal farkındalığı artırdığı, kişiselleştirme olanakları sunduğu ve ziyaretçilerin müzeyle kurduğu etkileşimi güçlendirdiği görülmüştür. Çalışma, dijital teknolojilerin müzecilik pratiklerinde yaratıcı ve işlevsel kullanımına yönelik bir örnek sunarak alandaki tasarım temelli yaklaşımlara katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Sanal Rehber, Etkileşimli Rehberlik Sistemleri, Dijital Deneyim, Kültürel Miras

ABSTRACT

AN EXAMINATION OF AUGMENTED REALITY-SUPPORTED VIRTUAL GUIDES IN MUSEUM EXPERİENCE AND A NEW MODEL PROPOSAL

The aim of this study is to examine the integration of augmented reality (AR) technology into museum experiences and, in this context, to propose a functional model for digital guidance systems by designing an AR-supported virtual guide prototype for Istanbul Modern Art Museum. The study investigates how virtual guides, which transform visitors' access to information and enhance the level of interaction, can contribute to cultural spaces.

The research was conducted using a qualitative design-based approach. Following an extensive literature review, existing AR-supported guidance systems in museums were examined, and a user-centered virtual guide design was developed. The prototype was modeled in 3D using Blender, animated via Mixamo, the user interface was designed in Figma, and the experience was integrated into an augmented reality environment using Adobe Aero. The designed system allowed users to obtain information about selected artworks by scanning them with their mobile devices, triggering an animated virtual guide.

A usability test was conducted with five participants to evaluate the prototype. Both qualitative and quantitative data were collected through the think-aloud protocol and a post-experience survey and interviews. Based on Nielsen's usability heuristics, the evaluation revealed that the prototype was generally perceived as intuitive, understandable, and user-friendly. Based on user feedback, several interface and guidance-related revisions were made.

The findings show that AR-supported virtual guides not only present information but also enhance spatial awareness, offer personalization opportunities, and strengthen visitors' engagement with the museum. This study provides an example of the creative and functional use of digital technologies in museology and contributes to design-oriented approaches in the field.

Keywords: Augmented Reality, Virtual Guide, Interactive Guidance Systems, Digital Experience, Cultural Heritage

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında bilgi birikimi, yol göstericiliği ve akademik rehberliğiyle bana büyük katkı sağlayan danışmanım Doç. Dr. Ertan Toy'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, artırılmış gerçeklik ve dijital tasarım çalışmalarımı gerçekleştirme sürecinde altyapı ve olanaklarıyla destek sağlayan YTU Reality Lab'e teşekkür ederim. Hayatım boyunca sevgileri, sabırları ve güvenleriyle yanımda olan aileme, her koşulda en büyük destek kaynağım oldukları için gönülden minnettarım. Yüksek lisans sürecim boyunca hem zihinsel hem de duygusal olarak yanımda olan, dostluğu ve sürekli desteğiyle bana güç veren, bu yolculuğu daha değerli ve sürdürülebilir kılan sevgili Görkem Gümüşcan'a içten teşekkür ederim. Zorlu anlarda sabrı ve varlığıyla bana güç veren, düşünceleri ve desteğiyle yolumu aydınlatan, her daim yanımda olduğunu hissettiren Umut Can Süzen'e, bu sürecin anlamını derinleştirdiği için minnettarlığımı sunarım. Son olarak, yüksek lisans serüvenimin başında hayatıma katılan kedim Nova'ya sessiz varlığı, huzur veren mırlamaları ve sadık eşlikçiliğiyle bu sürece kattığı anlam için içten teşekkür ederim.

Zeynep Feyza YÜCEBAŞ

Temmuz, 2025; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖN SÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ x
KISALTMALAR LİSTESİ xii

1. GİRİŞ 1
1.1. Problemin Tanımı 2
1.2. Çalışmanın Kapsamı 3
1.3. Yöntem 4

2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ 5
2.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Temel Kavramlar 5
2.2. Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Tarihsel Gelişimi 7
2.3. Kullanım Teknolojilerine Göre Artılımış Gerçeklik Türleri 11
2.3.1. Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik 12
2.3.2. Mobil Tabanlı Artırılmış Gerçeklik 13
2.3.3. İşaretleyici (Marker) Tabanlı Artırılmış Gerçeklik 13
2.3.3.1. QR Kodlar 14
2.3.3.2. Görüntü İzleme (Image Tracking) 16
2.3.3.3. Nesne Takibi (Object Tracking) 17
2.3.4. İşaretleyicisiz (Markerless) Artırılmış Gerçeklik 17
2.3.4.1. Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Location-based Augmented Reality) 18
2.3.4.2. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Projection-based Augmented Reality) 19
2.3.4.3. Anahat Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Outline-Based Augmented Reality) 19
2.3.4.4. Vücut Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Body Tracking Based Augmented Reality) 20
2.3.4.5. Yüz Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Face Tracking Based Augmented Reality) 21
2.3.4.6. Yüzey Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Surface Tracking Based Augmented Reality) 22

2.4. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Donanımlar 23
2.4.1. Başa Takılan Cihazlar (Head-mounted display - HMD)..... 23
2.4.2. Taşınabilir / Mobil Cihazlar (Hand-Held Display – HHD) 24
2.4.3. Projeksiyon Bazlı / Mekansal Sistemler (Spatial Augmented Reality - SAR) 25
2.5. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Yazılımlar 26
2.5.1. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Platformları 28
2.5.1.1. ARToolkit 28
2.5.1.2. Vuforia 29
2.5.1.3. Google ARCore..... 29
2.5.1.4. Adobe Aero 30
2.5.1.5. BlippAR 31
2.5.1.6. Artivive 31
2.6. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanım Alanları..... 32
2.6.1. Eğitim..... 34
2.6.2. Askeri 35
2.6.3. Sağlık 37
2.6.4. Oyun ve Eğlence 39
2.6.5. Reklam ve Pazarlama..... 41
2.6.6. Engelli Bireyler 44
2.6.7. Mimari..... 45
2.6.8. Kültürel Miras ve Turizm..... 47
2.6.9. Müzeler 51
2.6.9.1. Sakıp Sabancı Müzesi 51
2.6.9.2. Whitney Amerikan Sanat Müzesi 52

3. MÜZELERDE REHBERLİK VE SANAL REHBERLER 54
3.1. Müze Rehberliği Kavramı..... 54
3.2. Müze Rehberlik Sistemlerinin Türleri 55
3.2.1. İnsan Rehberler 56
3.2.2. Sesli Rehberler 57
3.2.3. İnsansı Robot Rehberler..... 58
3.2.4. Duvar Ekranları..... 60
3.2.5. Kağıt Tabanlı Rehberler..... 61
3.2.6. Sanal Rehberler 62
3.2.6.1. Sanal Rehber Sisteminin İşlevsel Özellikleri..... 64
3.3. Sanal Rehberlerin Geliştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar..... 66

4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBER UYGULAMALARI VE ÖRNEK ÇALIŞMALAR 72
4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehber Uygulamalarına Örnekler 73
4.1.1. Taiwan Lantern Festivali 73
4.1.2. Institute Of Contemporary Art San Diego 75
4.1.3. Singapur Turizm Kurulu 76
4.2. Genel Değerlendirme ve Yorumlar 78

5. İSTANBUL MODERN MÜZESİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBER PROTOTİPİ 83
5.1. İstanbul Modern Sanat Müzesi Üzerine Genel Bilgiler 83
5.2. Sanal Rehber Karakter Tasarımı 84
5.2.1. Tasarım Amacı ve Kavramsal Arka Plan 84
5.2.2. Biçimsel Özellikler ve Materyal Kullanımı 85
5.2.3. Kullanıcıyla Etkileşim Biçimi 88
5.3. Arayüz ve Bilgi Sunumu Tasarımı 89
5.3.1. Kullanıcı Arayüzü Unsurları 89
5.3.2. Eser Bilgilendirme Yöntemi 92
5.4. Artırılmış Gerçeklik Entegrasyonu 98
5.4.1. İşaretleyici Kullanımı ve Yerleştirme 99
5.4.2. Artırılmış Gerçeklik Deneyim Akışı 100
5.4.3. İçerik ve Etkileşim Tasarımı 100
5.5. Uygulama Süreci ve Yöntemsel Yaklaşım 101
5.5.1. Kullanıcı Testi Tasarımı ve Kuramsal Temelleri 102
5.5.2. Kullanıcı Testi Uygulama Süreci 104
5.5.3. Veri Toplama Yöntemi ve Kapsamı 105
5.5.4. Kullanıcı Testi Bulguları ve Değerlendirme 106
5.5.4.1. Likert Anket Sonuçları 106
5.5.4.2. Tematik Nitel Analiz 107
5.6. Genel Değerlendirme ve Yorum 110
5.7. Prototip Üzerine Yapılan Revizyonlar 111
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 115
KAYNAKÇA 117
EKLER 135

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.Seçilen Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehber Uygulamalarının Tasarım Özelliklerine Göre Karşılaştırması..... 79
Tablo 2. Nielsen Heuristiklerine Dayalı Kullanıcı Anketi Sonuçları 106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Milgram ve Kishino'nun *Gerçek-Sanal Sürekliliği* Diyagramı 6
Şekil 2. Ikea Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Örneği 7
Şekil 3. Morton Heilig'in Sensoraması 8
Şekil 4. Demokles'in Kılıcı 8
Şekil 5. Videoplace Sisteminin Çalışma Sistemine Ait Bir Diyagram 9
Şekil 6. KARMA Sistemi İle HMD Üzerinden Yazıcı Bakım Talimatlarının Artırılmış Gerçeklik İle Sunulması 10
Şekil 7. Wikitude Uygulamasından Bir Örnek 11
Şekil 8. İşaretleyici Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 14
Şekil 9. Örnek İşaretleyici Görselleri 15
Şekil 10. Görüntü İzleme Özelliğini Gösteren Artırılmış Gerçeklik Örneği 16
Şekil 11. Nesne Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 17
Şekil 12. Pokemon Go Oyunundan Bir Kare. 18
Şekil 13. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 19
Şekil 14. Anahat Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 20
Şekil 15. Vücut Takibi Örneği 20
Şekil 16. Sephora'nın Yüz Takibi Teknolojisini Kullandığı Uygulama 22
Şekil 17. Yüzey Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 22
Şekil 18. Hololens 2 24
Şekil 19. Tablet ve Akıllı Telefonlar Aracılığıyla Sunulan Taşınabilir Artırılmış Gerçeklik Uygulama Örnekleri 25
Şekil 20. Projeksiyon Bazlı Artırılmış Gerçeklik Örneği 26
Şekil 21. ARCore Tarafından Desteklenen Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulaması 30
Şekil 22. Adobe Aero Uygulamasından Bir Ekran Görüntüsü 30
Şekil 23. Blippar Uygulaması, The Music Walk Of Fame: David Bowie (2016) Projesi 31
Şekil 24. Artivive Uygulaması 32
Şekil 25. MagicBook 34
Şekil 26. Aspen Movie App Deneyimi 36
Şekil 27. Medivis Surgicalar Uygulaması 38
Şekil 28. Evena Glasses 39
Şekil 29.Pokemon Go Oyunu 40
Şekil 30. Ingress Oyunundan Ekran Görüntüleri 40
Şekil 31. Müşteri Satın Alma Aşamaları 42
Şekil 32. Coca Cola'nın *Zero Sugar* Adlı Artırılmış Gerçeklik Reklamı 42
Şekil 33. Vodafone'un *Elf And Seek* Adlı Artırılmış Gerçeklik Reklamı 43
Şekil 34. XRAI Glass 45
Şekil 35. *Arthur* Adlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması 46
Şekil 36. *Cityviewar* İsimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması 47
Şekil 37. *ARCHEGUIDE* Uygulaması 50
Şekil 38. *ETIPS* Adlı Uygulama 50
Şekil 39. Sakıp Sabancı Müzesi Artırılmış Gerçeklik Deneyimi 52

Şekil 40. Whitney Amerikan Sanat Müzesi'nde Artırılmış Gerçeklik İle Oluşturulan *CENTO* İsimli Eser 52
Şekil 41.Müzelerde Uygulanan Rehberlik Yöntemlerini Gösteren Akış Diyagramı. 56
Şekil 42. Japonya'da Kullanılan Asimo İsimli Robot Müze Rehberi 59
Şekil 43. Smithsonian Amerikan Sanat Müzesi'nde Kullanılan Pepper İsimli Robot Rehber 60
Şekil 44. Duvar Ekranı Örneği 61
Şekil 45. Kağıt Tabanlı Rehber Örneği 62
Şekil 46. Sanal Rehber Sistemlerinin İşlevsel Özellikleri 66
Şekil 47. *House of Olbrich* Adlı Uygulamadan Sahneler 67
Şekil 48. Archeoguide Artırılmış Gerçeklik Baş Üstü Ekranı ve Dizüstü Bilgisayar Kullanan Gezici Bir Kullanıcı Örneği 68
Şekil 49. *Laguna QR* Uygulamasından Görüntüler 69
Şekil 50. *Ecomuseu* Adlı Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehberi Uygulamasının Ekran Görüntüleri 70
Şekil 51. *Marq+* Adlı Uygulamadan Ekran Görüntüleri 73
Şekil 52. *Unity in Variety* Adlı Sergiden Bir Kare 75
Şekil 53. ICA San Diego Uygulamasından Ekran Görüntüleri 76
Şekil 54. *Visitsingapore Travel Guide* Adlı Uygulamadan Ekran Görüntüleri 77
Şekil 55. *Visitsingapore Travel Guide* Uygulaması Merli Karakteri 78
Şekil 56. Sanal Rehber Avatarının Blender Ortamında Oluşturulmuş Genel Görünümü 86
Şekil 57. Modelin Wireframe Görünümü 87
Şekil 58. Mixamo Platformu Üzerinde Sanal Rehber Avatarına Uygulanan Animasyon Süreci 88
Şekil 59. Tasarımda Kullanılan İleri İkonu 90
Şekil 60. Tasarımda Kullanılan Geri İkonu 90
Şekil 61. Tasarımda Kullanılan Durdur İkonu 91
Şekil 62.Tasarımda Kullanılan Tekrar İkonu 91
Şekil 63.Tasarımda Kullanılan Bilgi İkonu 91
Şekil 64. Sanal Rehber Uygulamasının Kullanıcı Yolculuğunu Gösteren Genel Akış Diyagramı 92
Şekil 65. Bilgilendirici Arayüz Ekranları 93
Şekil 66. Tanıtım ve Seçim Ekranları 94
Şekil 67. Sıralı Deneyimde Yönlendirme, Eser Tanıtımı, Sonraki Esere Geçme ve Geri Gitme Ekranları 95
Şekil 68. Hata Ekranı Örneği 96
Şekil 69. Serbest Deneyim Ekranında Yönlendirme, Eser Tanıtımı ve Geri Gitme Ekranları 97
Şekil 70. Deneyim Sonu Ekranı 98
Şekil 71. Artırılmış Gerçeklik Deneyiminden Örnek Görüntüler 99
Şekil 72. Bilgi İkonuna Eklenen Yenilikler 112
Şekil 73.Yenilenen Geri ve İleri Butonu 112
Şekil 74. Prototip İçin Güncellenen Sıralı Deneyim Ekranı 113
Şekil 75. Güncellenen Karşılama Ekranı 114

KISALTMALAR LİSTESİ

AG : Artırılmış Gerçeklik
AMM : Aspen Movie Map
API : Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)
AAM : Active Appearance Model (Aktif Görünüm Modeli)
ARS : Augmented Reality System (Artırılmış Gerçeklik Sistemi)
BARS : Battlefield Augmented Reality System (Savaş Alanı Artırılmış Gerçeklik Sistemi)
CERN : Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi)
CLM : Constrained Local Model (Kısıtlı Yerel Model)
DARPA : Defense Advanced Research Projects Agency (ABD Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı)
DIY : Do It Yourself (Kendin Yap)
FBX : Filmbox (3D Model Dosya Formatı)
GPS : Global Positioning System (Küresel Konumlandırma Sistemi)
HCI : Human-Computer Interaction (İnsan-Bilgisayar Etkileşimi)
HHD : Hand-Held Display (Elde Taşınan Ekran)
HMD : Head-Mounted Display (Başa Takılan Ekran)
HWD : Head-Worn Display (Başa Takılan Görüntüleme Cihazı)
HUD : Head-Up Display (Baş Üstü Ekran)
IR : Infrared (Kızılötesi)
KG : Karma Gerçeklik
KLT : Kanade-Lucas-Tomasi (Optik Akış Algoritması)
LBS :Location-Based Service (Konum Tabanlı Hizmet)
MIAR : Medical Imaging and Augmented Reality (Tıbbi Görüntüleme ve Artırılmış Gerçeklik)
MP3 :MPEG-1 Audio Layer III (Ses Dosyası Formatı)
PDA :Personal Digital Assistant (Kişisel Dijital Asistan)
QR :Quick Response (Hızlı Yanıt)
RFID :Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
SAR :Spatial Augmented Reality (Mekânsal Artırılmış Gerçeklik)
SDK :Software Development Kit (Yazılım Geliştirme Kiti)
SG :Sanal Gerçeklik
SLAM :Simultaneous Localization and Mapping (Eş Zamanlı Konumlandırma ve Haritalama)
STM :Short-Term Memory (Kısa Süreli Bellek)
UI :User Interface (Kullanıcı Arayüzü)
UV Mapping :UV Mapping (Doku Koordinatlandırması)
UX :User Experience (Kullanıcı Deneyimi)
WLAN :Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)

XM	:Exotic Matter (Egzotik Madde)
YZ	:Yapay Zeka

1. GİRİŞ

Müzeler, kültürel mirasın korunması, eğitimi ve topluma aktarımı gibi çok yönlü işlevleri üstlenen önemli kurumlardır. Geleneksel müze ziyaretleri çoğunlukla pasif bilgi edinimine dayalı deneyimler sunarken, dijital teknolojilerle birlikte bu deneyim anlayışı dönüşüm geçirmeye başlamıştır (Antlej vd., 2018). Özellikle artırılmış gerçeklik (AG) teknolojisi, fiziksel çevreye dijital katmanlar ekleyerek kullanıcıya daha etkileşimli ve kişiselleştirilmiş bir ziyaret imkânı sunmaktadır. Artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber sistemleri, müzelerde eserler hakkında detaylı bilgiler sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda görsel, işitsel ve etkileşimli unsurlar aracılığıyla kullanıcıları daha fazla içine çeken deneyimler oluşturabilmektedir. Literatürde, artırılmış gerçeklik tabanlı rehberlik sistemlerinin, kullanıcıların mekânsal farkındalıklarını artırarak müze içerisinde daha bilinçli ve yönlendirilmiş bir keşif süreci yaşamalarına olanak tanıdığı vurgulanmaktadır (Damala & Stojanovic, 2012).

Son yıllarda artırılmış gerçeklik, kültürel miras alanında yaygın biçimde benimsenen bir teknoloji hâline gelmiş; müzelerde bilgi sunum yöntemlerinden, sergi tasarımlarına kadar pek çok uygulama alanı bulmuştur (Trunfio vd., 2020; Schaper vd., 2018). Artırılmış gerçeklik destekli sistemler, yalnızca sergilenen eser hakkında zenginleştirilmiş bilgi sunmakla kalmayıp, aynı zamanda ziyaretçinin dikkatini yönlendiren ve mekânsal farkındalığını artıran deneyimlere de olanak tanımaktadır (Keil vd., 2013). Bu doğrultuda geliştirilen sanal rehberler, fiziksel rehberlerin işlevlerini üstlenen; artırılmış gerçeklik, yapay zeka ve konum tabanlı teknolojilerle desteklenen dijital sistemler olarak öne çıkmaktadır (Ardissono vd., 2012; Kopp vd., 2005).

Sanal rehberler, müze ziyaretçilerinin ihtiyaçlarına göre uyarlanabilir, çoklu ortam içerikleriyle etkileşimi artıran ve öğrenme süreçlerini daha verimli kılan araçlardır. Örneğin, QR kodlar ya da görüntü tanıma teknolojileri ile entegre edilen artırılmış gerçeklik uygulamaları, ziyaretçiye konumuna ve ilgisine göre içerik sunabilmekte; bu sayede daha sezgisel bir keşif süreci oluşmaktadır (Liu vd., 2010). British Museum, Louvre ve Smithsonian gibi müzelerde uygulanan bu sistemlerin, ziyaret süresini

artırdığı ve kullanıcı memnuniyetine olumlu katkılar sağladığı çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Kopp vd., 2005).

Bununla birlikte, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehberlerin yalnızca bilgi aktarımı sağlayan bir araç olmanın ötesine geçtiği; aynı zamanda kültürel mirasın sürdürülebilirliğine katkı sunduğu da vurgulanmaktadır (Fenu & Pittarello, 2018). Fiziksel olarak zarar görmüş ya da erişimi kısıtlı yapıların ve eserlerin dijital olarak yeniden sunulması, artırılmış gerçeklik uygulamalarının gelecek kuşaklara aktarım açısından kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir.

Bu tez çalışmasında, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber sistemlerinin müze deneyimindeki rolü incelenmekte; İstanbul Modern Sanat Müzesi özelinde geliştirilen bir sanal rehber prototipi üzerinden bu sistemlerin tasarım, işlev ve deneyim katkıları analiz edilmektedir. Çalışmanın amacı, dijital rehberlik sistemlerinin kullanıcı odaklı biçimde nasıl yapılandırılabileceğine ve kültürel miras deneyimini nasıl zenginleştirebileceğine dair bütüncül bir değerlendirme sunmaktır.

1.1. Problemin Tanımı

Günümüzde müzeler, yalnızca sergileme ve bilgi aktarma işlevlerinin ötesine geçerek ziyaretçilere daha etkileşimli, kişiselleştirilmiş ve sürükleyici deneyimler sunmayı hedeflemektedir. Ancak hâlâ pek çok müze, ziyaretçilere bilgi sunma konusunda geleneksel yöntemlere bağlı kalmaktadır. Basılı broşürler, etiketler, insan rehberler ve sabit sesli rehber sistemleri, bilginin sınırlı ve tek yönlü aktarımına dayalıdır (Schwarzer, 2001; Jamison vd., 2002). Bu durum, özellikle dijital çağda yetişen bireylerin daha interaktif ve dinamik bilgi edinme beklentileriyle örtüşmemekte, kullanıcı deneyimini kısıtlamaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, fiziksel ortam ile dijital içerikleri bütünleştirerek kullanıcıya hem görsel hem de işitsel olarak zenginleştirilmiş bilgiler sunma kapasitesine sahiptir. Bu yönüyle artırılmış gerçeklik, müze rehberliği alanında etkileşim düzeyini artırabilecek, mekânsal bilgi sunumunu güçlendirecek ve ziyaretçinin sergiyle daha derin bir bağ kurmasını sağlayabilecek önemli bir teknolojik araç olarak öne çıkmaktadır (Damala vd., 2008; Flavián vd., 2019).

Ancak, Türkiye'de artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber uygulamalarına yönelik yeterli sayıda akademik çalışma bulunmamakta; mevcut uygulamaların kullanıcı

deneyimi, erişilebilirlik, içerik kalitesi ve teknolojik altyapı açısından detaylı analizleri yapılmamaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Modern Müzesi özelinde bir artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipi geliştirilerek, söz konusu boşluğun giderilmesine katkı sunulması amaçlanmaktadır. Çalışma, aynı zamanda sanal rehberlerin eğitimsel, yönlendirici ve bilgilendirici rollerini artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla nasıl daha etkili hale getirebileceğini incelemektedir.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma, artırılmış gerçeklik teknolojisinin müze rehberliği alanındaki kullanım potansiyelini ele almakta ve sanal rehber uygulamaları üzerinden bu teknolojinin sunduğu katkıları değerlendirmektedir. Çalışma kapsamında, özellikle artırılmış gerçeklik destekli sanal rehberlerin ziyaretçi deneyimi üzerindeki etkileri, bilgi aktarımındaki etkinliği ve etkileşim düzeyi açısından incelenmektedir. Literatür taramasında geleneksel rehberlik yöntemleri (insan rehberler, sesli rehberler vb.) ile dijital rehberlik sistemleri (mobil uygulamalar, sanal karakterler, artırılmış gerçeklik entegrasyonları) karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır.

Bu bağlamda tez, artırılmış gerçeklik teknolojisinin sanal rehberlik sistemleriyle nasıl bütünleştiğini anlamaya çalışmakta ve bu entegrasyonun özellikle müze deneyiminde nasıl bir fark yarattığını analiz etmektedir. Uygulama alanı olarak İstanbul Modern Müzesi seçilmiş olup, bu kurum özelinde geliştirilecek bir pilot artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipi üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Uygulama sürecinde kullanıcı arayüzü, içerik sunumu, etkileşim düzeyi ve teknolojik altyapı gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışma, yalnızca kültürel miras ve müzecilik alanı ile sınırlıdır ve diğer turizm destinasyonlarını kapsamamaktadır. Aynı şekilde, yalnızca artırılmış gerçeklik teknolojisine odaklanılmış; sanal gerçeklik (SG), karma gerçeklik (KG) ve diğer dijital uygulamalar kapsam dışı bırakılmıştır. Tezin amacı, mevcut örnek uygulamalar ve geliştirilen prototip aracılığıyla artırılmış gerçeklik teknolojisinin müze deneyimini nasıl dönüştürdüğünü somut olarak ortaya koymaktır.

1.3. Yöntem

Bu tez çalışmasında, İstanbul Modern Sanat Müzesi için artırılmış gerçeklik destekli bir sanal rehber prototipi geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla ziyaretçilere rehberlik edebilecek dijital bir çözüm sunmak ve sanal rehber sistemlerinin kültürel mekânlarda nasıl yapılandırılabileceğine dair bir model oluşturmaktır. Bu doğrultuda izlenen yöntem nitel bir tasarım araştırması yaklaşımına dayanmaktadır.

Uygulama süreci dört aşamada yürütülmüştür: literatür taraması, sistem tasarımı, prototip geliştirme ve kullanıcı testi uygulaması. İlk aşamada, artırılmış gerçeklik teknolojileri, sanal rehber uygulamaları ve müze bağlamındaki örnekler detaylı şekilde incelenmiş, alan yazından elde edilen veriler doğrultusunda sistem için bir içerik ve teknoloji planlaması yapılmıştır.

İkinci aşamada, müze içeriğine uygun sanal rehber tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte müze koleksiyonları ve kullanıcı ihtiyaçları göz önünde bulundurularak rehberin sunacağı metinsel ve görsel içerikler belirlenmiştir. Rehberin temel işlevleri konumlandırma, içerik sunumu ve yönlendirme olarak tanımlanmıştır.

Üçüncü aşamada, sanal rehberin teknik prototipi geliştirilmiştir. Blender yazılımı ile rehberin üç boyutlu modeli oluşturulmuş, Adobe Mixamo aracılığıyla animasyonlar entegre edilmiştir. Ardından, artırılmış gerçeklik deneyimi Adobe Aero platformu üzerinde yapılandırılmış, kullanıcı arayüz tasarımı ise Figma kullanılarak prototiplenmiştir. Proje kapsamında artırılmış gerçeklik içeriği, seçilen sanat eserleri üzerine dijital katmanlar olarak yerleştirilmiş, kullanıcıların mobil cihazlar üzerinden bu içeriklere erişebilmesi sağlanmıştır.

Son aşamada ise, geliştirilen prototip hem görsel arayüz (Figma) hem de artırılmış gerçeklik ortamında (Adobe Aero) kullanıcı testlerine tabi tutulmuştur. Bu test sürecinde hem sesli düşünme yöntemi hem de yarı yapılandırılmış anket ve görüşmeler yoluyla kullanıcı geri bildirimleri toplanmıştır. Böylece hem kullanıcı arayüzünün sezgisel yapısı hem de artırılmış gerçeklik uygulamasının algılanabilirliği değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ

2.1. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Temel Kavramlar

Artırılmış gerçeklik için literatürde birden fazla tanım mevcuttur. Artırılmış gerçeklik, dijital materyalleri gerçek nesnelere yansıtan teknolojiyi ifade etmektedir. Bu tanım, tamamen sanal ortamlardan gerçek ortamlara kadar geniş bir yelpazedeki teknolojileri tanımlamak olarak özetlenebilmektedir (Milgram ve Kishino, 1994).

Artırılmış gerçeklik, dijital ortam ile gerçek dünyanın birleştiği yeni bir teknoloji dalıdır (Berryman, 2012). Başka bir deyişle artırılmış gerçeklik, gerçek dünyanın ve bilgisayar tarafından oluşturulan ortamın ortak bir temsilidir (Walsh, 2011). Azuma, artırılmış gerçeklik teknolojisini, doğal çevrenin algılanması zor bilgilerle çoğaltılması ve geliştirilmesi olarak tanımlamıştır (Azuma, 1997). Bu teknolojinin verimli ve pratik kullanımı, mobil cihaz, kamera ve tetikleyici görselin aynı anda bulunmasını gerektirmektedir (Çankaya, 2019).

Höllerer ve Feiner (2004), artırılmış gerçekliği, gerçek ve bilgisayar tarafından üretilen bilgileri etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak gerçek ortamda birleştiren, sanal ve fiziksel nesneleri uzlaştıran bir sistem olarak tanımlamaktadır. Ludwig ve Reimann (2005), artırılmış gerçekliği, bir video kameranın gerçek zamanlı olarak sağladığı gerçeklik hissine sanal nesneleri ekleyen bir insan-bilgisayar etkileşimi (Human-Computer Interaction-HCI) olarak kavramsallaştırmaktadır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, gerçek dünyanın daha iyi algılanması için sezgisel bilgileri sağlamaktadır. Bu teknoloji, sanal nesnelerin ya da bilgi ipuçlarının gerçek dünyaya yerleştirilmesi yoluyla kullanıcının algısını iyileştirmeyi mümkün hale getirmektedir (Behringer, Mizell & Klinker, 2001). Artırılmış gerçeklik, normal koşullarda insanların duyuları ve bilişsel süreçleri tarafından saptanabilir olmayan bilgileri sağlayarak, gerçekliğin güçlendirilmesini ve desteklenmesini kapsamaktadır (Azuma, 1999).

Artırılmış Gerçeklik, bilgisayar tarafından üretilen bilgilerin gerçek zamanlı bir ortamda fiziksel dünyayla birleştirilmesini sağlamaktadır (Kipper & Rampolla, 2012).

Bu tür bilgiler; metin, görsel, video, ses veya dokunsal içerik biçiminde sunulmakta olup, fiziksel ortama dijital bir katman ekleyerek gerçekliğe genişletilmiş bir boyut kazandırmaktadır. Artırılmış gerçeklik, insanların fiziksel dünyada gördüklerini dijital içeriklerle zenginleştirir ve gerçek ile sanal nesneleri aynı ortamda bir araya getirmektedir. Ayrıca, sanal öğeler, kullanıcının görüş açısına göre gerçek dünyanın bir parçasıymış gibi doğru bir şekilde konumlandırılmaktadır (Manuri & Sanna, 2016).

Bazı araştırmacılar, artırılmış gerçekliği yalnızca başa takılan ekranlar (Head-Mounted Displays-HMD) ile kullanılabilen bir teknoloji olarak tanımlamaktadır. Ancak Azuma (1997), artırılmış gerçeklik sistemlerini şu üç özelliği taşıyan sistemler olarak tanımlanmıştır:

1. Gerçek ve sanalı birleştirme,
2. Gerçek zamanlı etkileşim,
3. 3D olarak konumlandırma.

Şekil 1'de yer alan Milgram ve Kishino'nun (1994) geliştirdiği Gerçek-Sanal Sürekliliği diyagramı, artırılmış gerçeklik ve sanal ortamlar arasındaki ilişkiyi daha ayrıntılı bir şekilde anlamaya olanak tanımaktadır. Bu diyagramda, gerçek ve sanal dünyalar arasındaki geçiş bir süreklilik içinde ele alınmıştır. Diyagramın en solunda tamamen gerçek ortam yer alırken, sağa doğru ilerledikçe sanal nesnelerin miktarı artmakta ve gerçek dünya ile olan bağlantı azalmaktadır. Gerçek dünyaya dijital unsurların eklenmesiyle artırılmış gerçeklik, tamamen sanal bir ortamın içerisine gerçek unsurların dahil edilmesiyle ise artırılmış sanallık ortaya çıkmaktadır.

Şekil 1. Milgram ve Kishino'nun *Gerçek-Sanal Sürekliliği* Diyagramı



Kaynak: Milgram ve Kishino, 1994

Bu sürekliliğin her iki ucunun arasında yer alan durumlar ise karma gerçeklik olarak adlandırılmaktadır. Karma gerçeklik, gerçek ve sanal unsurların farklı oranlarda bir

araya geldiği bir yapı sunar ve bu yapı, artırılmış gerçeklik ya da artırılmış sanallık olarak sınıflandırılmaktadır.

Şekil 2. Ikea Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Örneği



Kaynak: Lewalter & Szymanski, 2017

Şekil 2'de yer alan örnekte olduğu gibi, artırılmış gerçeklik teknolojisi, sanal nesnelerle gerçek nesnelerin bir arada bulunduğu bir ortam sunmaktadır ve kullanıcıya bu iki dünyayı birleştiren bir deneyim sağlamaktadır. Bu teknoloji yalnızca sanal ve gerçek nesneleri bir araya getirmekle kalmayarak, aynı zamanda gerçek nesnelerin gizlenmesi veya tamamen ortadan kaldırılması amacıyla da kullanılabilmektedir. Bu teknoloji, yalnızca görme duyusuna hitap etmekle kalmaz; harici olarak kullanılan kulaklıklar ve eldivenler sayesinde işitme ve dokunma gibi diğer duyuları da harekete geçirerek kullanıcıya çeşitli geri bildirimler sağlayabilmektedir. Bu sayede oluşturulan ortam, kullanıcılar için daha zengin, etkileyici, dikkat çekici ve farklı bir deneyim sunma potansiyeline sahiptir (Uğur ve Apaydın, 2014).

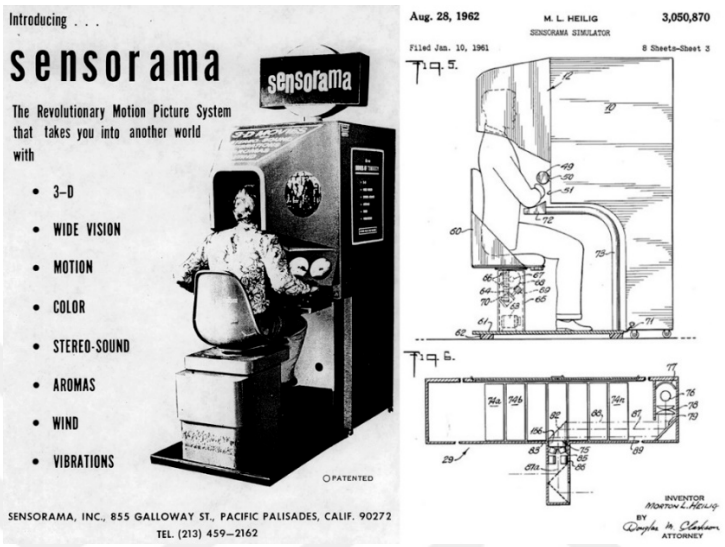
Birçok alanda kullanılabilen artırılmış gerçeklik, küresel konumlandırma sistemi (Global Positioning System-GPS) tabanlı haritalama sistemlerinden barkod teknolojilerine, mobil uygulamalardan akıllı gözlüklere kadar geniş bir yelpazede kendini göstermektedir. Fiziksel dünyaya eklenen sanal bilgi yalnızca görsel ve işitsel içerikle sınırlı kalmayıp, koklama, tatma ve dokunma gibi duyuları da içerebilir (Craig, 2013).

2.2. Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Tarihsel Gelişimi

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının kökeni 1950'li yıllara kadar uzanmaktadır. 1950'lerin sonlarında, genç sinematograf Morton Heilig tarafından Sensorama simülatörü (Bkz. Şekil 3.) icat edilmiştir. Bu simülatörde üç boyutlu filmler, stereo

ses, mekanik titreşim, fan ve koku bir araya getirilerek eşzamanlı olarak sunulmuştur (Bimber ve Raskar, 2005). O dönemde geliştirilen *Sensorama* adı verilen cihaz, bu teknolojinin ilk örneği olarak karşımıza çıkmaktadır (H.Altınpulluk ve M. Kesim, 2015).

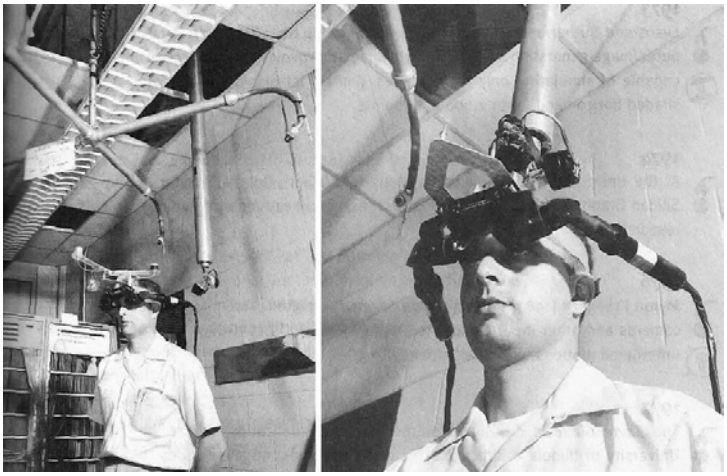
Şekil 3. Morton Heilig'in Sensoraması



Kaynak:Derks,2020

1960'lı yıllarda, bilgisayar grafikleri alanında öncü isimlerden Ivan Sutherland, artırılmış gerçeklik teknolojisinin ilk uygulamasını geliştirmiştir. Şekil 4'te gösterildiği gibi, 1970 ve 1980'ler boyunca Amerikan Hava Kuvvetleri Armstrong Laboratuvarı'nın, NASA ve North Carolina Üniversitesi ile iş birliği içinde yürüttüğü araştırmalar sonucunda başa takılan bir görüntüleme sistemi prototipi geliştirilmiştir. (Krevelen ve Poelman, 2010).

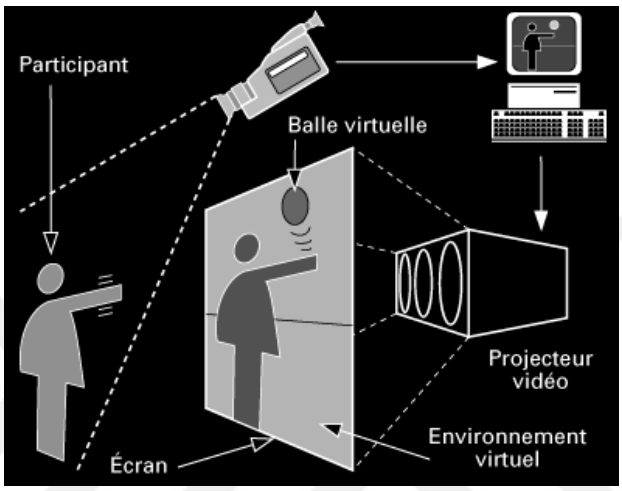
Şekil 4. Demokles'in Kılıcı



Kaynak: Assemblr,2018

1975 yılında, sanal gerçeklik alanında önemli isimlerden biri olan Myron Krueger, artırılmış gerçeklik sistemlerinin sanal objelerle etkileşimli bir şekilde kullanılmasını sağlayan ilk çalışmayı gerçekleştirmiştir. Videoplace adlı sistem aracılığıyla, perde önünde bulunan kullanıcı, aşağıda sunulan diyagramda açıklandığı üzere (Bkz. Şekil.5), ekrandaki görsel çıktıya göre konumlanarak sanal içeriklerle etkileşim kurabilmektedir (Carmigniani vd., 2011).

Şekil 5. Videoplace Sisteminin Çalışma Sistemine Ait Bir Diyagram



Kaynak: Krueger,2025

Bu dönemde Sony Walkman (1979), dijital saatler ve kişisel dijital organizatörler gibi taşınabilir teknolojik cihazların ortaya çıkışı, 1990'lı yıllarda kişisel bilgisayarların giyilebilir forma evrilmesinin önünü açmıştır (Matysczok vd., 2004).

1990'ların başlarında, Boeing Corporation bünyesindeki bilim insanları Caudell ve Mizell, çalışanların kablolama süreçlerine yardımcı olmak için deneysel bir artırılmış gerçeklik sistemi geliştirmiştir (Caudell ve Mizell, 1992). Gerçek anlamda taşınabilir bir artırılmış gerçeklik istemi henüz ortaya çıkmamıştı, ancak birkaç yıl sonra görme engelliler için navigasyon yardımını içeren, GPS tabanlı ve uzaysal ses desteği sunan bir dış mekan sistemi tasarlanmıştır (Mann, 1997). Kısa bir süre sonra, işlemci ve izleme cihazları, mobil ortamlarda grafik entegrasyonunu destekleyecek kadar güçlü ve kompakt hale gelmiştir (Feiner, 1997).

Steven Feiner, Blair MacIntyre ve Doree Seligmann, yazıcıların bakım ve kullanım talimatlarını gösteren bilgi temelli bir artırılmış gerçeklik sistemi olan KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) prototipini geliştirmiştir (Bkz. Şekil 6.). Bu sistem, artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak

kullanıcıların bakım işlemlerini gerçekleştirmesine olanak tanımıştır. KARMA ile birlikte kullanılan giyilebilir optik görüntüleme cihazı sayesinde, kullanıcılar talimatları adım adım takip ederek ilgili işlemleri kolayca yerine getirebilmiştir (Carmigniani vd, 2011; İçten & Bal, 2017; Schmalstieg & Höllerer, 2016).

Şekil 6. KARMA Sistemi İle HMD Üzerinden Yazıcı Bakım Talimatlarının Artırılmış Gerçeklik ile Sunulması



Kaynak: Schmalstieg & Höllerer, 2016

Feiner, ziyaretçilerin binaları ve kültürel nesneleri keşfetmelerine olanak tanıyan ve üç boyutlu grafiklerle desteklenen bir tur rehberi prototipi geliştirmiştir. 1990'ların sonuna gelindiğinde, artırılmış gerçeklik, önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmıştır. Bu alandaki ilerlemeler, uluslararası atölyeler ve sempozyumlar, karma gerçeklik temalı etkinlikler ve tasarım odaklı konferanslarla desteklenmiştir.

2000'lere gelindiğinde, Nokia, mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları alanında öncülük etmiştir. Bu prototip uygulama, kamerayla entegre bir şekilde sürekli görüntü yakalayıp, grafikler ve metinlerle gerçek zamanlı olarak kullanıcı çevresini analiz edebilmektedir. Aynı dönemde, Bruce Thomas ve ekibi, Quake adlı popüler oyunun artırılmış gerçeklik uyarlamasını geliştirmiştir (Kipper & Rampolla, 2012).

2007 yılı, Klein ve Murray'in eş zamanlı konumlandırma ve haritalama (SLAM–Simultaneous Localization and Mapping) sistemini geliştirmesiyle artırılmış gerçeklik alanında bir dönüm noktası olmuştur. Bu sistem, hareketli görüntülerin belirlenen hedef konumda sabit kalmasını sağlayarak mobil cihazlarda artırılmış gerçeklik deneyimini daha gerçekçi hale getirmiştir (Klein & Murray, 2007). SLAM, kitap gibi bir yüzeyi algılayıp üzerinde tasarlanan görüntüleri eş zamanlı olarak yansıtarak imaj tabanlı uygulamalara öncülük etmiştir.

Bu ilerleme, Artırılmış Gerçeklik 2.0 kavramını ortaya çıkarmış ve kullanıcıların içeriklerle etkileşim kurabildiği, içerik düzenlemesi yapabildiği işbirlikçi platformların gelişimini hızlandırmıştır. Bu süreçte Wikitude, artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirmek ve yayınlamak için altyapı sunarak öne çıkmıştır. 2008 yılında geliştirilen Wikitude platforumda kullanıcılar, kendi artırılmış gerçeklik projelerini oluşturma ve paylaşma imkanı bulmuştur (Terkhedkar, 2019). Bununla birlikte, 2024 yılı itibariyle Wikitude platformunun kapatıldığı görülmektedir.

Şekil 7. Wikitude Uygulamasından Bir Örnek



Kaynak:Taylor,2011

2013 yılında ise Google, Google Glass adlı gözlükleri geliştirmiş ve sanal dünya ile gerçek dünyayı bir araya getiren bir teknolojiyi kullanıcıların hizmetine sunmuştur. Günümüzde ise artırılmış gerçekliği destekleyebilecek birçok mobil cihaz, örneğin kişisel dijital asistanlar (PDA'lar), tablet bilgisayarlar ve akıllı telefonlar, yaygın olarak kullanılmaktadır (Uğur ve Apaydın, 2014).

2.3. Kullanım Teknolojilerine Göre Artılımış Gerçeklik Türleri

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin gelişimi süresince çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır. Bu sınıflandırmalardan biri, artırılmış gerçeklik deneyimini sağlayan cihazlara dayanmaktadır. Artırılmış gerçeklik, giyilebilir ve giyilmeyen cihazlarla gerçekleştirilebilmektedir. Giyilebilir cihazlar başlıklar ve kasklar iken, giyilmeyen cihazlar arasında mobil cihazlar (akıllı telefonlar, tabletler), sabit cihazlar (televizyonlar, bilgisayarlar) yer almaktadır. Cheng ve Tsai (2013), artırılmış gerçeklik sistemlerini kullandıkları teknolojik altyapıya göre, konum tabanlı ve görüntü tabanlı sistemler olmak üzere iki ana kategoriye ayırmıştır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik

sistemleri, kullanıcının bulunduğu yerin belirlenmesi amacıyla GPS (Küresel Konumlama Sistemi), WLAN (Kablosuz Yerel Alan Ağı) gibi teknolojilerden yararlanır. Bu sistemlerde, elde edilen konum bilgisi sayesinde gerçek dünya görüntüsünün üzerine dijital içerikler entegre edilir. Görüntü tabanlı artırılmış gerçeklik sistemlerinde, gerçek dünya görüntüsüne üç boyutlu dijital nesneler entegre edilir. Bu nesnelerin doğru bir şekilde yerleştirilmesi için ise görüntü tanıma yöntemlerinden faydalanılarak, sanal öğelerin konumlandırılması sağlanır. Görüntü tabanlı yöntemler ise kendi içerisinde işaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik ve işaretleyici tabanlı olmayan artırılmış gerçeklik sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır (Katiyar, Kalra, & Garg, 2015).

2.3.1. Web Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

Web tabanlı artırılmış gerçeklik, kullanıcıların akıllı telefonları aracılığıyla doğrudan artırılmış gerçeklik deneyimlerine ulaşmasını sağlayan bir teknolojidir. Ek bir uygulama indirmeye gerek kalmadan, farklı işletim sistemleri, mobil cihazlar ve web tarayıcıları üzerinden artırılmış gerçekliğin etkileyici ve etkileşimli yapısı kolaylıkla deneyimlenebilir (Platt, 2025).

Web tabanlı artırılmış gerçeklik, kullanıcıların ürünleri çevrimiçi ortamda üç boyutlu ve ayrıntılı biçimde incelemelerine olanak tanıyarak, özellikle ürün görselleştirme süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu teknoloji sayesinde tüketiciler, bir ürünü satın almadan önce, kendi yaşam alanlarında nasıl görüneceğini simüle ederek değerlendirme yapabilmektedir. Bu yönüyle, giyim, aksesuar, sanat eserleri, mobilya ve ev eşyaları gibi fiziksel nitelikleri görselleştirmenin önemli olduğu ürünleri sunan çevrimiçi mağazalar açısından oldukça işlevseldir (Jun-Phil Uhm vd., 2022, akt. McNally vd., 2024).

Kültürel miras ve müze deneyimleri de web tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisinin katkısıyla yeniden şekillenmektedir. Tarihi eserlerin dijital rekonstrüksiyonları, etkileşimli sergi unsurları ya da ek bilgi katmanları sayesinde kullanıcılar, kültürel içeriklerle daha derinlemesine etkileşim kurabilmektedir. Üstelik bu deneyimler, herhangi bir uygulama indirme zorunluluğu olmaksızın mobil cihazlar üzerinden kolayca erişilebilir hâle gelmiştir (Pavlik vd., 2013, akt. McNally vd., 2024).

2.3.2. Mobil Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

Mobil artırılmış gerçeklik, akıllı telefonlar ve tabletler gibi mobil cihazlar aracılığıyla gerçek dünya üzerine bilgisayar üretimi görsel ve bazen işitsel içeriklerin yerleştirilmesini sağlayan etkileşimli bir teknolojidir. Bu teknoloji genellikle mobil cihazlar üzerinden kullanılmakta olup, hem erişilebilirliği hem de maliyet etkinliği nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak Meta Quest gibi artırılmış gerçeklik gözlükleriyle de desteklenebilir ve bu sayede daha zengin ve etkileyici deneyimler sunabilmektedir (Carmigniani vd., 2011, akt.Ranasinghe vd., 2025).

Mobil cihazların donanım ve yazılım açısından gelişimi, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin bu platformlarda uygulanabilirliğini önemli ölçüde artırmıştır. Özellikle akıllı telefonlar gibi taşınabilir cihazlar; yüksek çözünürlüklü ekranları, güçlü işlemcileri ve geniş depolama kapasiteleri sayesinde mobil tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesini kaçınılmaz bir yönelim haline getirmiştir. Mobil artırılmış gerçeklik sistemleri, yalnızca teknik yeterlilikleriyle değil, aynı zamanda taşınabilirlik, hareketlilik ve kullanıcıyla doğrudan etkileşim kurulabilen arayüzleriyle de dikkat çekmektedir. Bu özellikler, özellikle eğitim ve öğrenme odaklı mobil uygulamaların yaygınlaşmasına da katkı sağlamaktadır (Li, 2014).

Mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları, kullanıcının fiziksel ortamda bulunduğu konumu ve cihazın yönelimini izleyerek bu verilere dayanarak sanal içeriklerin ekran üzerindeki konumlarını belirlemektedir. Böylece, sanal nesneler ile gerçek dünya görüntüleri arasında konum ve yön açısından hassas bir eşleşme sağlanabilmektedir (Vavoula vd., 2002, akt. Li, 2014). Bu doğrultuda, mobil artırılmış gerçeklik sistemlerinin geliştirilmesi; konum takibi, yönelim algılama ve sanal-gerçek görüntü kaydının tutarlılığı gibi birçok temel teknolojinin bütüncül bir biçimde değerlendirilmesini gerektirmektedir. Ancak, bu sistemlerin başarısında belirleyici olan temel unsur, doğru ve kararlı bir takip ve kayıt (tracking and registration) altyapısının sağlanmasıdır (Li, 2014).

2.3.3. İşaretleyici (Marker) Tabanlı Artırılmış Gerçeklik

İşaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik, önceden tanımlanmış işaretleyicilerle tetiklenerek çalışmaktadır. Kullanıcının sanal nesneyi nereye yerleştireceğini seçmesine olanak tanımaktadır. Barkodlar ve QR kodları, düz yüzeylere yerleştirilen resimler veya fotoğraf sembolleri olarak yaygın şekilde kullanılır. Program, mobil

cihaz hedef görüntüyü odakladığında işaretleyiciyi tanımaktadır (Estrada vd., 2022). QR kodlar, basılı görüntüler veya gerçek dünya nesneleri gibi görsel işaretleyicilerle tetiklenmektedir. İşaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik sistemi görüntü tanıma olarak da adlandırılır çünkü özel bir görsel nesne ve onu taramak için bir kamera gerektirmektedir. Bu, basılı bir QR kodundan özel işaretlere kadar her şey olabilmektedir (Estrada vd., 2022).

Şekil 8. İşaretleyici Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Ledesma, 2020

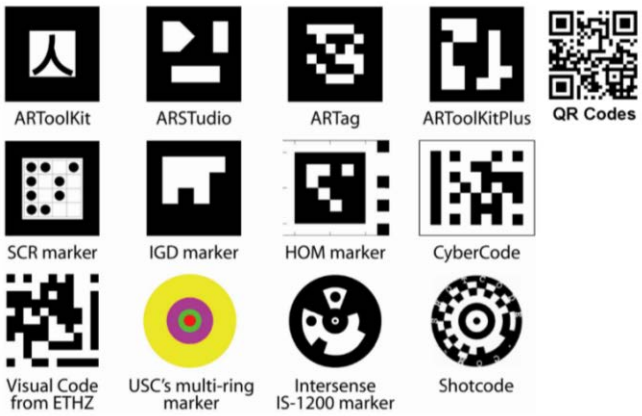
2.3.3.1. QR Kodlar

QR (Quick Response – Hızlı Yanıt) kodları, 1994 yılında Denso Wave adlı otomotiv firması tarafından araç üretim süreçlerini izlemek amacıyla geliştirilen iki boyutlu barkod teknolojisidir. Geleneksel tek boyutlu barkodlara göre çok daha hızlı tanıma süresi ve yüksek veri saklama kapasitesi sunması, QR kodları zamanla pek çok alanda yaygınlaştırmıştır (Scanzio vd.,2024).

QR kodlarının temel çalışma prensibi, bir yüzeye siyah-beyaz karelerden oluşan bir matris şeklinde veri kodlayarak bu bilgilerin kamera ile okunmasını sağlamaktır. Genellikle akıllı telefonlar veya tabletler gibi yaygın kullanılan mobil cihazların kameralarıyla okunabilen bu kodlar, görüntü alındıktan sonra yazılım tarafından analiz edilerek ikili veri formatına dönüştürülmektedir. Kodun doğru bir şekilde tanımlanabilmesi için belirli desen yapıları içermektedir. Şekil 9'da gösterildiği gibi köşelerde yer alan yön bulma desenleri ve hizalama desenleri, cihazın QR kodun konumunu ve yönünü algılamasına yardımcı olmaktadır. Bu sayede, QR kod hangi açıdan taranırsa taransın sistem tarafından doğru şekilde çözümlenebilmektedir

(Scanzio vd.,2024). Bu yapı, QR kodlarının hem teknik açıdan güvenilir hem de kullanıcı açısından pratik bir veri taşıyıcı araç olarak çeşitli dijital uygulamalarda kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Şekil 9. Örnek İşaretleyici Görselleri



Kaynak: Soares de Lima, t.y.

Artırılmış gerçeklik sistemlerinde marker tabanlı uygulamalar uzun süredir kullanılmakta olup, sanal nesnelerin fiziksel çevreyle hizalanarak kullanıcıya sunulmasını sağlamaktadır. Ancak bu sistemler, marker ve sanal nesne arasında önceden tanımlanmış sabit bağlantılar üzerinden çalıştığından esneklik açısından bazı kısıtlamalar barındırmaktadır (Dickmann vd., 2021, akt. Lin vd., 2021). Bu bağlamda, QR kod teknolojisinin AG ile bütünleştirilmesi, daha esnek, erişilebilir ve kişiselleştirilebilir deneyimler sunmak adına dikkat çeken bir yaklaşımdır. Bu yapısı sayesinde, içerik bilgisi QR kod içine gömülebilir ve mobil cihazlar aracılığıyla hızlı biçimde okunarak işlenebilir. QR kodların bu özellikleri, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla birlikte kullanıldığında önemli avantajlar sağlar. Artırılmış gerçeklik sistemleri içerisinde QR kod, hem tetikleyici unsur hem de veri taşıyıcı olarak işlev görür. Marker olarak kullanılan QR kodun açısal yönelimi ve konumu, sistem tarafından takip edilerek ilgili 3B nesneler fiziksel ortama hizalanabilmektedir (Kan vd., 2019, akt. Lin vd., 2021).

Kan ve diğerleri (2019), QR kodu bir AG marker olarak kullanarak, kodun uzamsal koordinatlarını analiz etmiş ve üzerine üç boyutlu sanal nesneleri doğru şekilde yerleştirmiştir. QR kodların yalnızca fiziksel marker olarak değil, aynı zamanda bir bağlantı noktası (URL) veya veri paketi taşıyıcısı olarak kullanılabilmektedir. Kullanıcı, mobil cihazla QR kodu taradığında, sistem anlık olarak marker konumunu

tespit eder ve kodda yer alan veriyi çözümleyerek sanal nesneye erişim sağlamaktadır. Bu işlem sırasında kullanıcıların herhangi bir ön kayıt işlemi yapmasına da gerek kalmamaktadır.

2.3.3.2. Görüntü İzleme (Image Tracking)

Görsel tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi, bir görsel hedefin mobil cihaz kamerası aracılığıyla tespit edilmesini ve bu hedefin üzerine sanal bir üç boyutlu nesnenin yerleştirilmesini sağlayan bir sistem mimarisi sunmaktadır. Bu teknoloji, kameradan elde edilen her kareyi analiz ederek, görüntü hedefinin konum bilgilerini belirlemek üzere desen tanıma (pattern recognition) sürecini kullanmaktadır (Chiu vd., 2018).

Görüntü izleme özelliği sayesinde, artırılmış gerçeklik uygulamaları iki boyutlu bir görseli tanımlayabilir ve bu görselin algılanmasıyla birlikte videolar, slayt gösterileri, 360° panoramalar, ses, metin veya üç boyutlu animasyonlar gibi dijital içerikleri ekrana yansıtabilmektedir (Gaikwad, 2020). Kamera görüntüsünde hedef bir görsel tespit edildiğinde, sistem önceden tanımlı sanal nesneyi bu görüntü üzerine konumlandırmaktadır (Bkz. Şekil 10). Elde edilen öznitelik açıklamaları üzerinden yapılan eşleştirmelerle bir homografi matrisi oluşturulur ve bu matris, sanal içeriğin fiziksel dünya ile doğru hizalanmasını sağlamaktadır. Kamera görüntüsünde bir hedef algılandığında, AG sistemi bu hedefin koordinatlarına göre daha önceden tanımlanmış sanal nesneyi görüntünün üzerine bindirmektedir. Böylece kullanıcı, fiziksel dünyada belirli bir görselin yerini alan dinamik bir dijital içeriği gerçek zamanlı olarak deneyimleyebilmektedir (Chiu vd., 2018). Bu yapı, özellikle mobil cihazlarla uyumlu çalışması ve gerçek zamanlı işlem kapasitesi sayesinde interaktif artırılmış gerçeklik uygulamaları açısından önemli bir temel oluşturmaktadır.

Şekil 10. Görüntü İzleme Özelliğini Gösteren Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Yazara aittir.

2.3.3.3. Nesne Takibi (Object Tracking)

Nesne takibi tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal içeriği gerçek dünyadaki bir nesnenin üzerine bindirmektedir. Kullanıcının ortamındaki bir nesneyi kısmen veya tamamen dijital bir görüntü ile değiştirmek için nesnenin türünü belirlemek için nesne tanıma gereklidir. Nesne takibi tabanlı artırılmış gerçeklik genellikle eğitim, ürün görselleştirme ve sağlık hizmetlerinde kullanılmaktadır. Şekil 11'de gösterildiği gibi, HoloLens gözlüklerini kullanan cerrahlar, operasyon sırasında hastanın vücudunda tarayıcılar veya X-ışınları aracılığıyla önceden toplanan görüntüleri üst üste bindirebilmektedir. Bu yaklaşımı kullanarak olası sorunları önceden tahmin edebilmektedirler (Estrada vd., 2022).

Şekil 11. Nesne Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Kobylski, 2020

2.3.4. İşaretleyicisiz (Markerless) Artırılmış Gerçeklik

İşaretleyicisiz artırılmış gerçeklik, işaretleyici tabanlı artırılmış gerçekliğe göre daha çok yönlüdür. Önceden tanımlanmış işaretleyicilere gerek kalmadan gerçek nesneyle etkileşime girerek kullanıcıya özgürlük tanımaktadır. Bu, kullanıcıya örneğin sanal bir nesneyi gerçek bir nesnenin üzerine istediği herhangi bir şekilde yerleştirme imkânı vermektedir. Kullanıcılar, çevrelerinde hiçbir şeyi hareket ettirmeden farklı stiller ve konumlarla dijital olarak denemeler yapabilmektedir (Vidya vd., 2014). İşaretleyicisiz artırılmış gerçeklik coğrafi konum tabanlı veya pozisyon tabanlı artırılmış gerçeklik olarak bilinir ve kullanıcının konumuna dayalı veri sağlamak için GPS, pusula, jiroskop ve ivmeölçer gibi cihazları kullanılmaktadır (Saxena, 2015). Bu veriler, belirli bir alandaki hangi artırılmış gerçeklik içeriğini bulacağınızı veya alacağınızı belirlemektedir. Akıllı telefonların yaygınlaşmasıyla birlikte, bu tür artırılmış

gerçeklik genellikle yakın çevredeki işletmelerin haritalarını ve yönlendirmelerini oluşturur veya belirli bir konumun etkinlik ve bilgilerini içeren uygulamalar sağlamaktadır. İşaretleyicisiz artırılmış gerçeklik uygulamaları, nesneleri ayırt etmek için bilgisayarla görme algoritmalarına dayanarak, belirli işaretleyiciler olmadan gerçek dünyada işlev gösterebilmektedir (Beier vd., 2003).

2.3.4.1. Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Location-based Augmented Reality)

Bu tür artırılmış gerçeklikte, kullanıcıların konumunu izlemek ve harita oluşturulup güncellenirken SLAM teknolojisi kullanılmaktadır (Batuwanthudawa & Jayasena, 2020). Fiziksel ortamda artırılmış gerçeklik içeriği görüntülemek için kullanıcı, bir yüzeyi mobil cihazla tespit etmelidir (Argotti vd., 2002). Google Haritalar, kullanıcılara yol tarifi ve ilgi çekici noktalar hakkında bilgi sağlamak için konum tabanlı artırılmış gerçeklik sistemlerini kullanmaktadır (Kuhail vd., 2022). Kullanıcı, mobil cihazıyla fiziksel yüzeyleri tarayarak bu içeriklere erişebilmektedir. Örneğin, dünya çapında ünlü artırılmış gerçeklik tabanlı oyun uygulaması Pokémon Go (Bkz. Şekil 12), kullanıcılarının coğrafi konumlarına dayalı olarak üç boyutlu etkileşimli nesnelerle savaşmalarına, gezinmelerine ve arama yapmalarına olanak tanıyan SLAM teknolojisini kullanmaktadır (Ketchell vd., 2019). SLAM, sistemin çevrenin özelliklerini algılayıp haritasını oluşturan ve kullanıcıların konumunu takip eden bir teknolojidir. Son yıllarda akıllı telefonlarla yaygınlaşan SLAM, artırılmış gerçeklik uygulamalarında nesne takibini geliştirir ve sanal nesneleri gerçek dünyaya daha doğru şekilde yerleştirmektedir (Chi, 2020).

Şekil 12. Pokemon Go Oyunundan Bir Kare



Kaynak: Informaticsinc, 2016

2.3.4.2. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Projection-based Augmented Reality)

Projeksiyon tabanlı artırılmış gerçeklik, fiziksel dünyadaki nesneleri ve ortamları iyileştirmek amacıyla 3 boyutlu görüntüleri yüzeylere yansıtmaktadır. Şekil 13'te de gösterildiği gibi bu artırılmış gerçeklik sistemi, sanal içeriği duvar veya masa gibi fiziksel yüzeylere yansıtarak projektörler veya projektör donanımlı gözlükler aracılığıyla sunmaktadır (Estrada vd., 2022). Sanal içerik, fiziksel yüzeyle hizalanarak etkileşimli bir deneyim yaratır. Bu artırılmış gerçeklik sistemi genellikle reklam, eğlence ve sanat enstalasyonlarında kullanılmaktadır.

Şekil 13. Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Poghosyan, 2019

2.3.4.3. Anahat Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Outline-Based Augmented Reality)

Anahat tabanlı artırılmış gerçeklik türü, görüntü tanıma teknolojisi kullanarak konturlar ve formlar oluşturarak gerçek dünya nesnelerini vurgulamaktadır (Estrada vd., 2022). Özellikle bir alanın veya nesnenin boyutlarını ölçme süreçlerinde yaygın olarak kullanılan bu artırılmış gerçeklik türü, sanal içeriğin nesne kenarlarıyla hizalanarak gerçek dünyanın zenginleştirilmiş bir versiyonunu sunmaktadır. Şekil 14'te de görüldüğü gibi anahat tabanlı artırılmış gerçeklik genellikle mimarlık, iç tasarım ve şehir planlamasında kullanılmaktadır.

Şekil 14. Anahat Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Open Culture, 2018

2.3.4.4. Vücut Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Body Tracking Based Augmented Reality)

Vücut takibi, sanal ortamlarda bir bireyin tüm bedensel hareketlerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve bu hareketlerin dijital ortama yansıtılması sürecidir. Bu süreçte, başa takılan ekranlar ve çeşitli hareket kontrol cihazları aracılığıyla kullanıcının fiziksel konumu ve hareketleri sürekli olarak kaydedilmektedir. Elde edilen bu veriler, sanal ortamda yer alan avatarın gerçekçi biçimde hareket etmesini ve kullanıcının fiziksel etkileşimlerinin dijital dünyada karşılık bulmasını sağlamaktadır (XRSI, t.y.). Vücut takibi, özellikle sürükleyici deneyimlerin hedeflendiği artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarında, kullanıcıyı çevreyle daha doğal bir biçimde bütünleştirmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Şekil 15. Vücut Takibi Örneği



Kaynak: Pterneas, 2019

2.3.4.5. Yüz Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Face Tracking Based Augmented Reality)

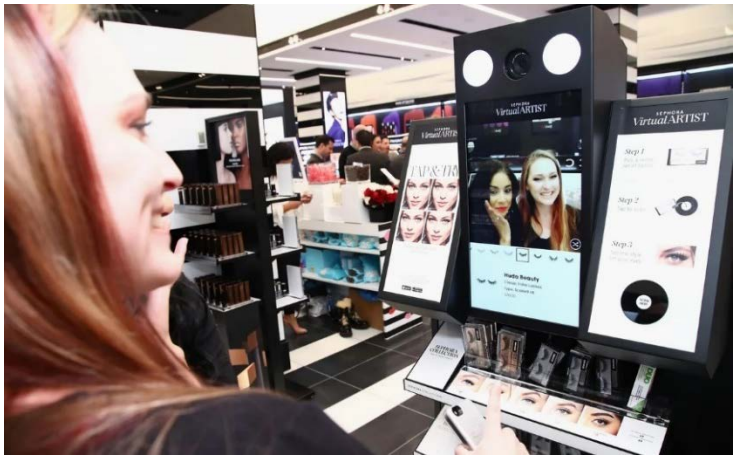
Artırılmış gerçeklik, sanal içeriklerin gerçek dünya üzerine bindirilerek kullanıcıların algısal deneyiminin zenginleştirilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, özellikle kullanıcının yüzü gibi kişisel düzeydeki alanlara sanal ögelerin entegre edilmesini mümkün kılan uygulamalarda öne çıkmaktadır. Günümüzde birçok marka, kullanıcıların kendi yüzleri üzerinde sanal olarak gözlük ya da takı gibi ürünleri denemelerine olanak tanıyan uygulamalar geliştirerek AG teknolojisinden faydalanmaktadır (Welivita vd., 2017). Örneğin şekil 16'da gösterilen Sephora'nın makyaj uygulaması, kullanıcıların farklı makyaj stillerini sanal olarak denemelerini sağlarken; Warby Parker, çeşitli gözlük modellerinin yüz üzerinde denenmesini mümkün kılmaktadır. Bu uygulamalar, yüz takibi ve yüz segmentasyonu teknolojilerinin pratik kullanımlarına örnek teşkil etmektedir (Oikonomou vd., 2021).

Bu tür uygulamaların başarılı bir şekilde çalışabilmesi için, sanal modellerin gerçek dünyadaki konum ve yönelimlerine doğru biçimde yerleştirilmesi gerekmektedir. Nesne ya da çevreye yönelik artırma işlemleri genellikle işaretleyici tabanlı sistemlerle sağlanabilirken, insan yüzüne yönelik artırmalar için işaretleyicisiz izleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, gerçek zamanlı olarak insan yüzünü tespit edebilen, baş pozisyonunu belirleyebilen ve hareketleri doğru şekilde takip edebilen algoritmalar büyük önem taşımaktadır.

Yüz takibi için geliştirilen yöntemler, özellik tabanlı ve model tabanlı izleyiciler olarak iki gruba ayrılmaktadır. Özellik tabanlı izleyicilerden Kanade-Lucas-Tomasi (KLT) algoritması, görüntüdeki belirgin noktaların zaman içindeki hareketlerini izleyerek yüzün konumunu takip etmektedir (Tomasi & Kanade, 1991). Öte yandan, model tabanlı yöntemler arasında yer alan Aktif Görünüm Modeli (Active Appearance Model-AAM) ile Kısıtlı Yerel Model (Constrained Local Model- CLM), yüz yapısının önceden tanımlanmış modeller üzerinden analiz edilmesini sağlar ve bu modeller aracılığıyla yüz hareketleri tahmin edilmektedir (Cootes, Edwards & Taylor, 2001).

Bu tür algoritmalar sayesinde artırılmış gerçeklik uygulamaları, kullanıcıların yüzleriyle doğal ve gerçek zamanlı bir etkileşim kurma olanağı sunar. Bu da hem kullanıcı deneyimini artırmakta hem de uygulamanın etkileşimli yapısını güçlendirmektedir.

Şekil 16. Sephora'nın Yüz Takibi Teknolojisini Kullandığı Uygulama

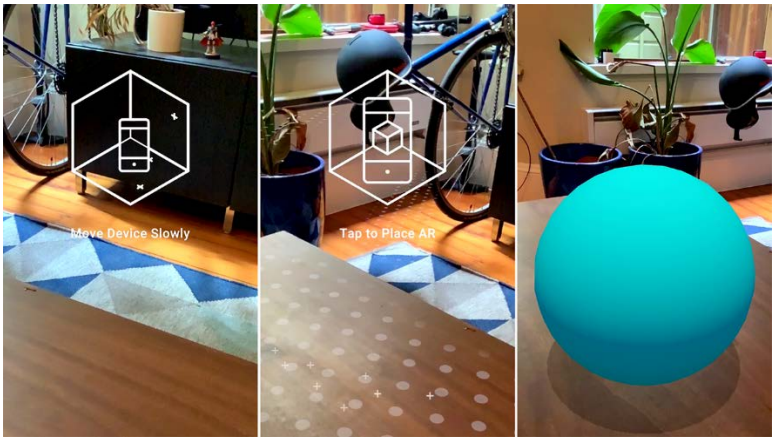


Kaynak: DeNisco Rayome, 2018

2.3.4.6. Yüzey Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Surface Tracking Based Augmented Reality)

Yüzey takibi, artırılmış gerçeklik uygulamalarında fiziksel ortamdaki düz yüzeylerin (örneğin zemin ya da masa) algılanarak sanal içeriklerin bu yüzeylere yerleştirilmesini sağlayan bir teknolojidir. Şekil 17'de de gösterildiği gibi bu yöntem, kullanıcıya içerikleri kendi ortamında konumlandırma özgürlüğü sunar ve özellikle mobilya, araç ya da büyük ölçekli nesnelerin gerçek boyutlarıyla sergilenmesi gereken senaryolarda tercih edilmektedir. Derinlik algısı ve yüzey tanıma teknolojileriyle çalışan yüzey takibi, sanal ve gerçek dünya arasında daha bütünleşik bir etkileşim sağlamaktadır (Onirix, t.y.). Yüzey takibi sayesinde kullanıcı, sanal objeleri çevresindeki gerçek düzlemler üzerine serbestçe yerleştirebilmektedir. Bu da, deneyimi daha kişiselleştirilmiş ve etkileşimli hale getirmektedir.

Şekil 17. Yüzey Takibi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Miller D., t.y.

2.4. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Donanımlar

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin çeşitli sektörlerde ve günlük yaşamda benimsenmesi, ekranlar, projektörler ve başa, ele ya da vücuda takılabilen cihazlar gibi farklı donanım bileşenlerinin kullanımını beraberinde getirmiştir. Bu donanımların yazılım bileşenleriyle entegrasyonu, artırılmış gerçeklik deneyimlerinin hem kalitesini hem de kullanılabilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir (Carmigniani vd., 2011; Billinghurst & Duenser, 2012). Teknolojinin tarihsel ve teknik gelişimiyle birlikte, görüntüleme sistemleri kullanıcı deneyimini iyileştirmek için sürekli olarak geliştirilmektedir.

Artırılmış gerçeklik görüntüleme sistemleri literatürde belirgin bir şekilde kategorize edilmemiş olsa da, Azuma ve diğerleri (2001), başa takılan ekranları iki ana başlık altında incelemiştir: optik görme ekranları (optical see-through display) ve video görme ekranları (video see-through display). Bunların dışında, projeksiyon tabanlı sistemler ve taşınabilir mobil görüntüleme cihazları da artırılmış gerçeklikte yaygın olarak kullanılmaktadır (Bimber & Raskar, 2005; Azuma vd., 2001). Kipper ve Rampolla (2012) görüntüleme sistemlerini temel olarak üç kategoriye ayırmıştır:

- Başa takılan ekranlar,
- Taşınabilir/mobil sistemler,
- Projeksiyon tabanlı/mekansal sistemler.

Devam eden bölümlerde, artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanılan görüntüleme sistemleri başa takılan ekranlar, taşınabilir/mobil sistemler ve projeksiyon tabanlı/mekansal sistemler olarak üç ana başlık altında ele alınacaktır.

2.4.1. Başa Takılan Cihazlar (Head-mounted display-HMD)

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin önemli bir bileşeni olan başa takılan cihazlar, kullanıcıların sanal ve gerçek dünya arasında etkileşim kurmasını sağlayarak yenilikçi donanımların gelişimine öncülük etmiştir. Bu cihazlar, göz hizasında bulunan özel optik sistemler ve kameralar aracılığıyla sanal nesnelerin gerçek zamanlı olarak fiziksel dünyaya entegre edilmesine olanak tanımaktadır. Kullanıcıların çevresine görsel, işitsel ve dokunsal geri bildirimler ekleyerek gerçek ve sanal dünya arasındaki etkileşimi artırmaktadır (Azuma, 1997; Kipper & Rampolla, 2012).

Başa takılan ekranlar genel olarak ikiye ayrılır: optik tabanlı ve video tabanlı sistemler. Optik tabanlı sistemler, kullanıcıların şeffaf ekranlar sayesinde fiziksel dünyayı

gözlemlerken sanal içeriklere ulaşabilmesine imkân tanımaktadır. Video tabanlı sistemler ise kameralarla yakalanan gerçek dünya görüntülerinin üzerine sanal içeriklerin eklenerek kullanıcıya sunulmasını sağlamaktadır (Azuma vd., 2001; Bimber & Raskar, 2005). Her iki yöntem de artırılmış gerçeklik deneyimini geliştirmek için farklı özellikler sunmaktadır.

Microsoft HoloLens, başa takılan cihazların en dikkat çekici örneklerinden biridir. İlk olarak 2015 yılında piyasaya sürülen bu cihaz, Windows Holographic platformunda çalışır ve artırılmış gerçekliği günlük kullanım ve endüstriyel uygulamalar için erişilebilir kılmıştır. HoloLens 2, 2018 yılında tanıtılarak sanal ve artırılmış gerçekliği birleştiren ilk karma gerçeklik gözlüğü olmuştur (Bkz. Şekil 18.). Geliştirilmiş özellikleri arasında gerçek zamanlı uzamsal haritalama, stereoskopik üç boyutlu görüntüleme, mekânsal ses tasarımı ve hareket algılama yer almaktadır. Bu özellikler, özellikle endüstriyel, askeri ve eğlence sektörlerinde geniş kullanım alanları sunmuştur. Örneğin, Amerikan ordusu ile yapılan anlaşma kapsamında, HoloLens'in güvenilir veri sağlama ve hızlı karar verme süreçlerini desteklemesi hedeflenmiştir (Karthika vd., 2017; Park vd., 2021).

Şekil 18. Hololens 2



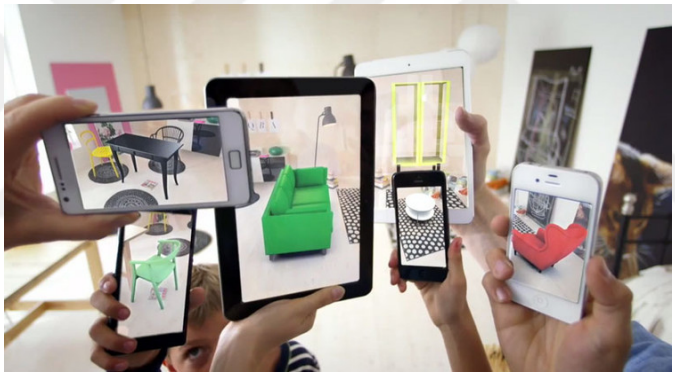
Kaynak: Developer Support, 2015

2.4.2. Taşınabilir / Mobil Cihazlar (Hand-Held Display–HHD)

Artırılmış gerçeklik uygulamaları için taşınabilir görüntüleme sistemleri, minimal tasarımları ve mobil özellikleri sayesinde başa takılan cihazlara kıyasla daha pratik bir alternatif sunar. Ayrıca, toplumsal kabul açısından daha avantajlı olmaları, bu tür sistemlerin kullanımını daha yaygın hale getirmektedir (Şahin, 2015). Mobil artırılmış

gerçeklik uygulamalarında sıklıkla akıllı telefonlar ve tablet bilgisayarlar tercih edilmektedir. Akıllı telefonlar, taşınabilirlikleri ve yaygın kullanım oranları ile artırılmış gerçeklik uygulamaları için etkili bir platform sunmaktadır (Bkz. Şekil 19). Güçlü kameraları, SLAM gibi teknolojiler kullanması ve GPS özellikleri, bu cihazların artırılmış gerçeklik deneyimini desteklemesini kolaylaştırmaktadır. Kullanıcı, cihazını etkileşim alanına doğru tutarak artırılmış bir görünüm elde etmektedir. Ancak, küçük ekran boyutları, kullanıcı ara yüzlerinde bazı zorluklara neden olabilmektedir veya tablet gibi cihazların iki elle tutulması gerektiğinde ergonomik dezavantajlar oluşturabilmektedir. Buna karşılık, tablet bilgisayarlar daha büyük ekranlara ve genellikle daha güçlü işlemcilere sahiptir. Bu özellikler, tabletlerin artırılmış gerçeklik uygulamalarında daha geniş bir kullanım alanına sahip olacağını düşündürmektedir (Carmigniani vd., 2011).

Şekil 19. Tablet ve Akıllı Telefonlar Aracılığıyla Sunulan Taşınabilir Artırılmış Gerçeklik Uygulama Örnekleri



Kaynak:Argo Project, 2018

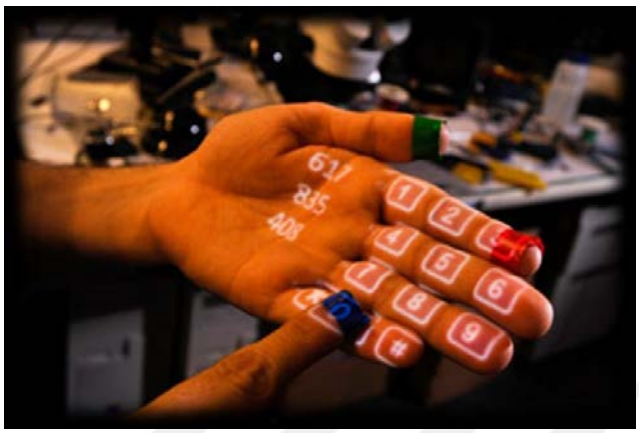
2.4.3. Projeksiyon Bazlı / Mekansal Sistemler (Spatial Augmented Reality-SAR)

Projeksiyon bazlı görüntüleme sistemleri, bilgisayar tarafından oluşturulan görsellerin herhangi bir görüntüleme cihazına ihtiyaç duymadan, doğrudan fiziksel nesnelerin yüzeyine yansıtılmasını sağlayan teknolojilerdir (Furht, 2011). Mekânsal artırılmış gerçeklik olarak da bilinen bu sistemler, tasarlanan renk, doku veya grafiklerin fiziksel modellere yansıtılmasına ve fiziksel olarak gözlemlenmesine olanak tanımaktadır.

Bu sistemler, aynı anda birden fazla kullanıcının yüksek çözünürlükte görselleri deneyimlemesini sağlayarak daha geniş bir sunum imkanı sunmaktadır. Bu özellik, tasarımların bir ekip tarafından cihaz taşımadan değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Ancak projeksiyon bazlı sistemlerin en önemli dezavantajları arasında

taşınabilir olmamaları ve mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarını desteklememeleri yer almaktadır. Genellikle sabit bir konuma ihtiyaç duyan projeksiyon cihazları, bu açıdan kullanım alanını sınırlayabilmektedir (Zhou vd., 2008).

Şekil 20. Projeksiyon Bazlı Artırılmış Gerçeklik Örneği



Kaynak: Yazdani Nezhad, (2019)

2.5. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinde Kullanılan Yazılımlar

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin hızla gelişmesi ve farklı sektörlerde yaygınlaşması, bu alanda kullanılan yazılımların çeşitlenmesine neden olmuştur. Farklı ihtiyaçlara yönelik olarak geliştirilen platformlar, kullanıcıların artırılmış gerçeklik sistemlerini eklenti tabanlı ya da web tabanlı yapılar aracılığıyla oluşturabilmelerine imkân tanımaktadır (Türker, 2022). Bu sistemler aracılığıyla kullanıcılar, çeşitli veri türlerini ve ortamları kullanarak artırılmış gerçeklik uygulamaları üretebilmektedirler.

Söz konusu uygulamaların geliştirilmesinde tercih edilen yazılım araçları, kullanım alanı, hedef kullanıcı profili ve teknik gereksinimler gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Her yazılım geliştirme kiti (SDK–Software Development Kit) ya da açık kaynak kitaplık, her cihaz ya da platformla tam uyumlu çalışmamaktadır (Türker, 2022). Örneğin bazı SDK'lar yalnızca belirli işletim sistemlerinde (Android, iOS gibi) çalışabilirken, bazıları ise web tabanlı olarak daha geniş erişim sunabilmektedir. Bu nedenle geliştiricilerin, proje özelinde donanım özellikleri, işlemci mimarisi ya da sensör desteği gibi unsurları dikkate alarak uygun yazılım altyapısını belirlemeleri gerekmektedir.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanılan yazılımlar genellikle; algılama, analiz, veri girişi ve render işlemlerini gerçekleştiren bir uygulama motoru etrafında

şekillenmektedir. Bu süreçte, çevreden sensörler aracılığıyla toplanan veriler belirli tetikleyiciler yardımıyla tanımlanmakta ve dijital içerikler bu veriler üzerine entegre edilmektedir (Craig, 2013). Uygulamanın sürdürülebilirliği ve geliştirilebilirliği açısından yazılım altyapısının esnek, ölçeklenebilir ve modüler yapıda olması önem taşımaktadır.

Bu bağlamda, artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan yazılım motorlarından biri Unity'dir. Unity oyun motoru, çok yönlü özellikleri ve geniş geliştirici topluluğu sayesinde bu alanda önemli bir yer edinmiştir. Güçlü bir editör altyapısına ve kapsamlı bir betik (scripting) uygulama programlama arayüzüne (API–Application Programming Interface) sahip olan Unity, iOS, Android ve Windows gibi farklı işletim sistemlerini desteklemekte; böylece akıllı telefonlar, tabletler ve HoloLens gibi başa takılabilir cihazlar (HMD) için artırılmış gerçeklik deneyimlerinin geliştirilebilmesine imkân tanımaktadır (Lee vd., 2018).

Unity'nin en önemli avantajlarından biri, kişisel kullanımda ücretsiz olarak sunulmasıdır. Bu özellik, geniş bir kullanıcı kitlesinin platforma erişimini kolaylaştırmakta; buna bağlı olarak kullanıcı topluluğu tarafından üretilen dökümantasyon ve destek materyallerinin sayısı da artmaktadır. Ayrıca, çoklu platform desteği sayesinde Unity ile geliştirilen projeler; Windows, iOS, Android, macOS, Linux, Nintendo Switch, Xbox ve Playstation gibi birçok farklı sistemde çalıştırılabilmektedir (Amaguaña vd., 2018).

Unity dışında artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesinde kullanılan bir diğer güçlü oyun motoru Unreal Engine'dir. Özellikle yüksek grafik işleme gücü, gerçek zamanlı ışık hesaplamaları ve fotogerçekçi görselleştirme yetenekleri sayesinde, Unreal Engine artırılmış gerçeklik projelerinde giderek daha fazla tercih edilmektedir. Başlangıç düzeyindeki projelerden büyük ölçekli, AAA kalitesindeki deneyimlere kadar geniş bir yelpazede kullanılabilen bu motor, geliştiricilere hem varlık yönetimi hem de ekip çalışması açısından güçlü araçlar sunmaktadır (Kushnir & Koman, 2018).

Unreal Engine tarafından sunulan artırılmış gerçeklik çerçevesi, hem iOS hem de Android tabanlı mobil cihazlar için kapsamlı ve birleşik bir geliştirme altyapısı sunmaktadır. Bu birleşik yapı sayesinde, geliştiriciler her iki platform için tek bir kod tabanı üzerinden uygulama geliştirebilmekte ve platformlar arası uyumluluk süreci

büyük ölçüde kolaylaşmaktadır. Unreal Engine içerisinde yer alan Handheld AR Blueprint şablonu, artırılmış gerçeklik işlevlerinin uygulamalarda nasıl kullanılabileceğine dair kapsamlı bir örnek proje sunmaktadır. Bu yapı, temel AG özellikleri olan hizalama (alignment), ışık tahmini (light estimation), nesne sabitleme (pinning), oturum durumu yönetimi (session state), izleme sonuçları (trace results) ve nesne takibi (tracking) gibi işlevleri desteklemektedir (Kushnir & Koman, 2018).

Ayrıca bu yazılımların büyük çoğunluğu, işlemciler ve sensörlerle iletişim kurmak amacıyla uygulama programlama arayüzleri üzerinden çalışmaktadır. Bu durum, işlemci üreticilerinin API'larla uyumlu çalışacak özel aygıt sürücüleri geliştirmesini gerekli kılmaktadır. Dolayısıyla yalnızca yazılım altyapısının yeterliliği değil, aynı zamanda kullanılacak donanım ile yazılım arasındaki uyumluluk da dikkate alınmalıdır (Coşkun, 2020).

Sonuç olarak, geliştirilecek uygulamanın alanı, kullanıcı profili, platform uyumluluğu ve donanım gereksinimleri gibi faktörler, hangi yazılımın kullanılacağı konusunda belirleyici olmaktadır. Her artırılmış gerçeklik kütüphanesi ya da geliştirme aracı, her sensör ya da veri türü ile aynı düzeyde uyum göstermeyebilir. Bu nedenle yazılım seçimi, uygulamanın işlevsel ihtiyaçlarını karşılayacak ve kullanılacak veri yapısıyla uyumlu olacak şekilde yapılmalıdır.

2.5.1. Artırılmış Gerçeklik Yazılım Platformları

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının yazılımsal bileşenleri kadar, bu uygulamaların geliştirildiği platformların nitelikleri de önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulamalarının geliştirilmesinde sıkça kullanılan platformlar değerlendirilecektir.

2.5.1.1. ARToolkit

ARToolKit, artırılmış gerçeklik alanında açık kaynak kodlu olarak geliştirilen ilk yazılım kütüphanelerinden biridir. 1999 yılında Hirokazu Kato tarafından geliştirilen ve Washington Üniversitesi HIT Laboratuvarı tarafından yayımlanan bu kütüphane, özellikle işaretleyici tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamaları için kullanılır. Bu sistem, kamera görüntüsünü analiz ederek fiziksel işaretleyicilerin konumunu gerçek zamanlı olarak hesaplayabilir ve bu işaretleyiciler üzerine sanal içerikler yerleştirebilmektedir. C dili ile yazılmış olması ve farklı programlama dillerine destek

sunması sayesinde çok çeşitli projelerde kullanılabilmektedir (İçten & Bal, 2017). Bugün daha modern SDK'lar tarafından büyük ölçüde geçilmiş olsa da, ARToolKit hâlâ araştırma ve eğitim amaçlı projelerde tercih edilen bir araç olma özelliğini korumaktadır.

2.5.1.2. Vuforia

Vuforia, artırılmış gerçeklik uygulamaları geliştirmek için en yaygın kullanılan platformlardan biridir. İki boyutlu düzlemsel görsellerin yanı sıra kutu, silindir gibi üç boyutlu nesneleri, metinleri, çevresel verileri ve VuMark adı verilen özel işaretleyicileri tanıyabilmektedir. VuMark'lar, geleneksel QR kodlarının gelişmiş bir versiyonu olup hem veri içerebilir hem de görsel olarak özelleştirilebilmektedir (Hanafi vd., 2019).

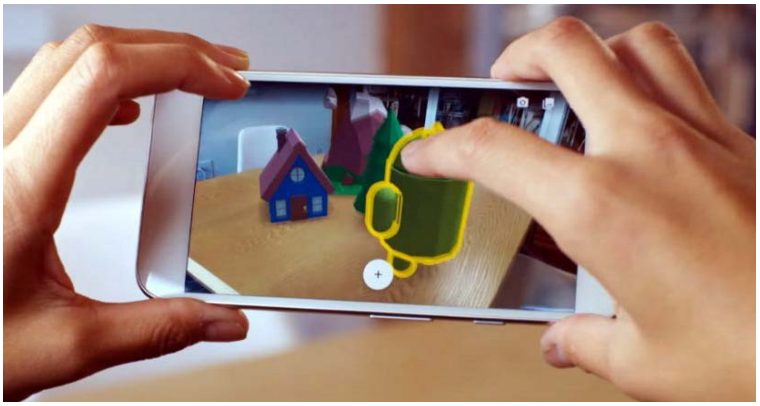
Vuforia, artırılmış gerçeklik uygulamaları oluşturmak için Unity ile entegre edilebilen bir artırılmış gerçeklik geliştirme platformudur (Llerena, Andina, & Grijalva, 2018). Görüntü ve nesne tanıma ve üç boyutlu modeller ve animasyonlar için destek gibi çeşitli özellikler sunmaktadır. Vuforia ayrıca geliştiricilerin artırılmış gerçeklik işlevselliğini Unity projelerine kolayca entegre etmelerine olanak tanıyan Unity için bir SDK içermektedir (Liu, Sohn, & Park, 2018).

2.5.1.3. Google ARCore

Android tabanlı cihazlar için geliştirilen ARCore, artırılmış gerçeklik uygulamalarının geniş bir cihaz yelpazesinde kullanılabilmesini sağlamaktadır. ARCore, sanal içeriği fiziksel dünyaya entegre edebilmek için üç temel teknoloji kullanır: hareket takibi, çevresel algılama ve ışık tahmini. Cihaz hareket ettikçe konumunun takibi sağlanır; telefonun kamerası ve sensörleri yardımıyla etrafındaki alanın üç boyutlu bir temsili oluşturulmaktadır.

ARCore, masa, zemin gibi düz yüzeyleri algılayabilmektedir ve ortamdaki ışık seviyesini tahmin ederek sanal öğelerin daha gerçekçi görünmesini sağlamaktadır (Bkz. Şekil 21). Android 7.0 ve üzeri sürümleri destekleyen lisanslı cihazlarda çalışan bu platform, etkileşimli ve konuma duyarlı artırılmış gerçeklik deneyimleri için güçlü bir altyapı sunmaktadır (Çobanoğlu, 2021).

Şekil 21. ARCore Tarafından Desteklenen Bir Artırılmış Gerçeklik Uygulaması

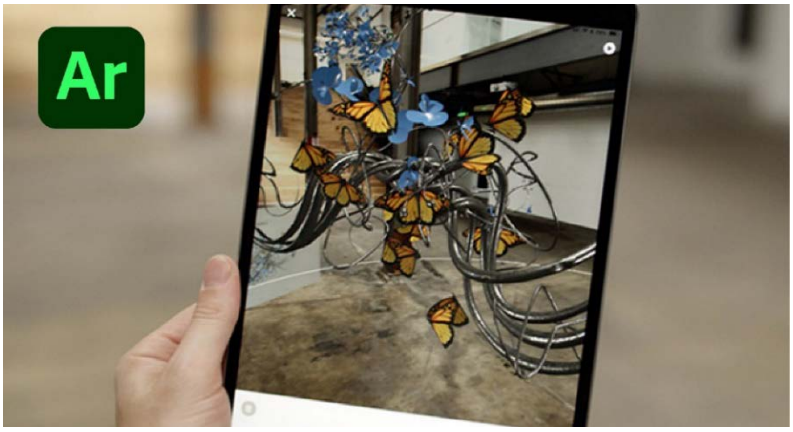


Kaynak: Kartal, 2018

2.5.1.4. Adobe Aero

Adobe Aero, Adobe Inc. tarafından geliştirilen ve artırılmış gerçeklik deneyimleri oluşturmayı, paylaşmayı ve görüntülemeyi sağlayan bir yazılım platformudur (Bkz. Şekil 22). Creative Cloud ekosisteminin bir parçası olarak, tasarımcıların ve geliştiricilerin kodlama bilgisi olmadan etkileşimli artırılmış gerçeklik içerikleri üretmelerine olanak tanımaktadır (Adobe, t.y). Adobe Aero, kullanıcıların iki boyutlu ve üç boyutlu dijital varlıkları (örneğin, görseller, sesler, animasyonlar) sürükleyip bırakma yöntemiyle sahneye yerleştirip, etkileşimli davranışlar eklemelerini sağlar. Kullanıcılar, tetikleyiciler (örneğin, dokunma, yakınlık) ve animasyonlar aracılığıyla artırılmış gerçeklik içeriklerine etkileşim ekleyebilirler. Aero, iOS cihazlar için mobil uygulama olarak sunulurken, macOS ve Windows için masaüstü beta sürümleri de mevcuttur (Adobe, t.y). Oluşturulan artırılmış gerçeklik deneyimleri, QR kodları veya paylaşılan bağlantılar aracılığıyla paylaşılmaktadır.

Şekil 22. Adobe Aero Uygulamasından Bir Ekran Görüntüsü

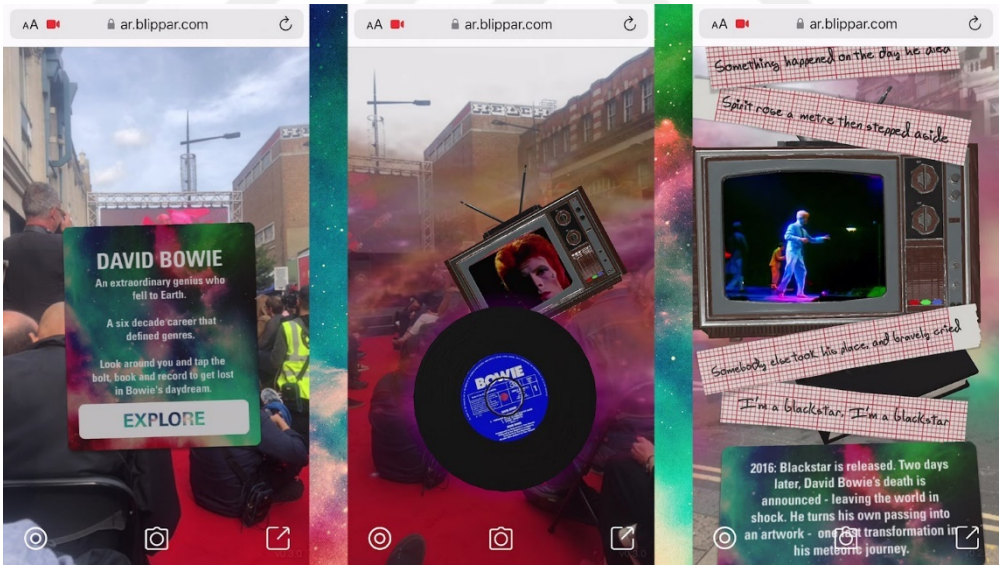


Kaynak: Adobe, 2021

2.5.1.5. BlippAR

BlippAR, artırılmış gerçeklik teknolojisini tarayıcı tabanlı bir altyapıyla sunması sayesinde benzerlerinden ayrılır. Gerçek dünya nesneleri BlippAR üzerinden taratılabilir ve bu nesneler üzerine üç boyutlu modeller, animasyonlar ve etkileşimli sahneler yerleştirilebilir. 2011 yılında kurulan platform, yapay zeka destekli nesne tanıma sistemleriyle donatılmıştır. BlippAR, milyonlarca nesneyi PASCAL VOC sistemi sayesinde tanıyabilir ve kullanıcıya ilgili görsel, metinsel ya da bağlantısal içerikler sunabilmektedir (Türker, 2022). Bir görsel tanındığında, uygulama bu görüntüye sanal nesneler, bağlantılar ya da bilgi katmanları entegre ederek artırılmış gerçeklik deneyimi oluşturmaktadır. Şekil 23'te de gösterildiği gibi; günlük yaşamda karşılaşılan objeler, tarihi yapılar ya da ünlü kişilere ait fotoğraflar gibi çok çeşitli içeriklerin tanınması ve hakkında bilgi sunulması mümkündür. Bu yönüyle BlippAR, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yapay zekayı birleştiren güçlü bir platform olarak değerlendirilmektedir.

Şekil 23. Blippar Uygulaması, The Music Walk Of Fame: David Bowie (2016) Projesi



Kaynak:BlippAr ,t.y.

2.5.1.6. Artivive

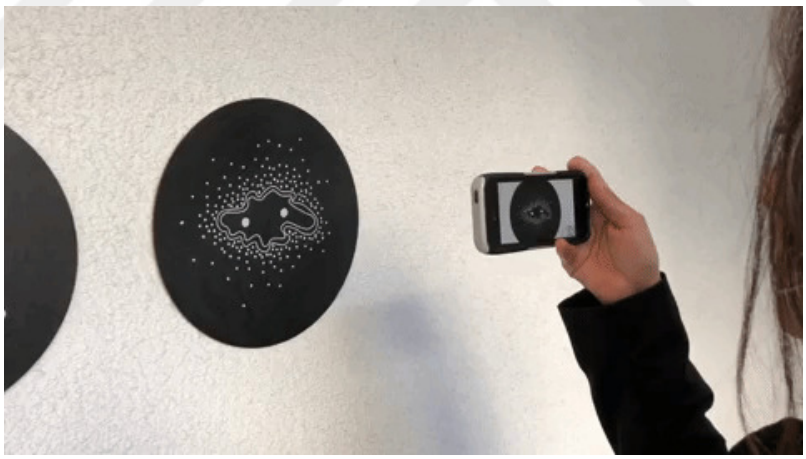
Artivive, 2017 yılında Avusturya'nın Viyana kentinde kurulmuş ve özellikle sanatçılar ile tasarımcıları hedefleyen artırılmış gerçeklik çözümleri geliştiren bir platformdur. Kuruluşun temel amacı, sanatın hem üretim biçimini hem de izleyiciyle kurduğu

etkileşimi dönüştürerek, artırılmış gerçeklik teknolojisi etrafında yeni bir sanat deneyimi oluşturmaktır (Yıldırım, 2019, akt. Türker, 2022).

Artivive, iki boyutlu sanat eserlerini dijital katmanlarla zenginleştirerek izleyiciye üç boyutlu ve dinamik bir deneyim sunmaktadır. Geliştirilen uygulamalar sayesinde geleneksel sanat eserleri, artırılmış gerçeklik aracılığıyla yeniden canlandırılmakta ve izleyiciyle daha etkileşimli bir bağ kurmaktadır. (Artivive, 2025).

Özellikle sanat müzeleri, galeriler ve festivallerde aktif olarak kullanılan Artivive, kurumsal sergileme alanları için özelleştirilmiş çözümler de sunmaktadır. Kullanıcılar, akıllı telefon veya tablet yardımıyla artırılmış gerçeklik katmanlarını görüntüleyebilirken, bazı sergilerde ziyaretçilere sabit olarak yerleştirilmiş tabletler aracılığıyla da bu deneyim sağlanmaktadır. Platform, hem bireysel sanatçılar hem de kurumlarla ortak projeler geliştirerek artırılmış gerçekliğe dayalı sergiler düzenlemekte; bu kapsamda Viyana, Şangay ve Boston gibi kentlerde etkinlikler gerçekleştirmektedir (Türker, 2022).

Şekil 24. Artivive Uygulaması



Kaynak:Artivive, 2025

2.6. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanım Alanları

Günümüzde hızla değişen ve küresel çapta gelişim gösteren dünyamızda, teknolojik yenilikler birçok endüstriyi dönüştürmekte ve bu endüstriler, varlıklarını sürdürebilmek için yeni teknolojilere adapte olmak zorunda kalmaktadır. Bu yenilikçi teknolojiler arasında, artırılmış gerçeklik teknolojisi önemli bir yere sahiptir. Artırılmış gerçeklik, dijital ve fiziksel dünyayı birleştirerek, çeşitli sektörlerdeki süreçleri iyileştiren ve kullanıcı deneyimini dönüştüren çözümler sunmaktadır. Bu

bölümde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanım alanları detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

Artırılmış gerçeklik teknolojisi ilk başlarda savunma sanayi, endüstri ve tıp alanlarında uygulanmıştır (Caudell, & Mizell, 1992). Bu alanlardaki uygulamaların faydalı ve etkili olması ve bunlara ek olarak teknolojinin ucuzlamasıyla mobil telefonlar/tabletler gibi çeşitli cihazların yaygın olarak kullanılmaya başlanması, artırılmış gerçeklik teknolojisinin farklı alanlarda kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Günümüzde teknolojik gelişmelerin olağanüstü hızla ilerlemesi artırılmış gerçeklik teknolojilerinin ulaşılabilirliğini artırmış ve birçok alanda kullanılmasını sağlamıştır (Morales, Arenas, Delgado ve Huamani, 2022).

Son yıllarda, birçok küratör ve sanatçı; teknolojinin hızla gelişmesiyle, özellikle artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımıyla çeşitli etkinliklere, turistik yerlere, müzelere ve sergilere yeni teknolojiler uygulamıştır (Moorhouse vd., 2019).

Özellikle eğitim ve kültürel mirasın korunmasında, artırılmış gerçekliğin sunduğu deneyimsel öğrenme fırsatları dikkat çekicidir (Damala vd. ,2008 ve Klopfer ve Squire, 2008) gibi araştırmacılar, artırılmış gerçekliğin öğretim ortamlarına da yenilikçi bir boyut kattığını vurgulamışlardır. Ayrıca eğlence, sanat, pazarlama ve reklamcılık alanlarında da artırılmış gerçeklik, kullanıcıların etkileşimli ve sürükleyici deneyimler yaşamalarına olanak tanımaktadır (Moltenbrey, 2011).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanım alanlarına bakıldığında, birçok farklı sektör ve alt sektörün bu teknolojiden faydalandığı görülmektedir. Günümüzde çoğunlukla eğlence ve oyun alanında kullanılan bu uygulamalar, sanat, inşaat ve mimari, reklamcılık, turizm ve spor gibi alanında da oldukça kullanılmaktadır (Karatay, 2015). Bu başlık altında ise kullanımı en yaygın olan alanlar hakkında bilgi verilmiştir. Bunlar:

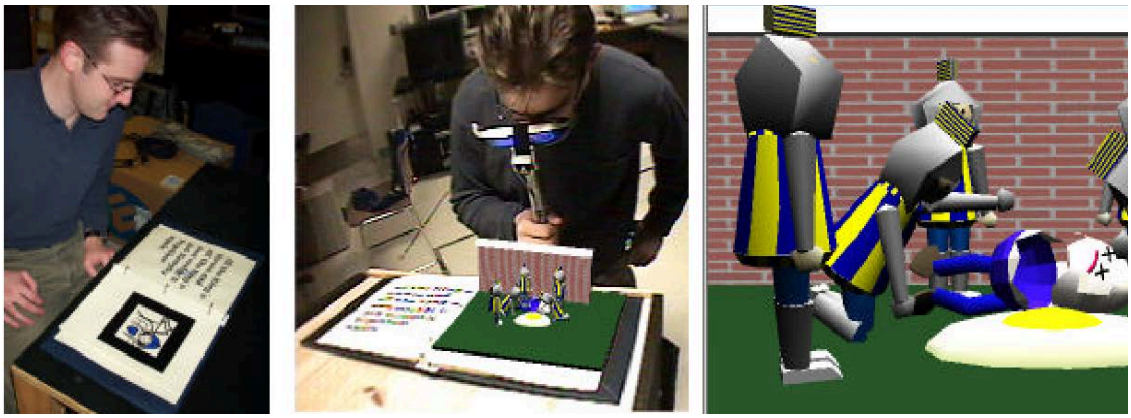
- Eğitim
- Askeri
- Medikal
- Oyun ve Eğlence
- Reklam ve Pazarlama
- Engelli Bireyler
- Mimari
- Kültürel Miras ve Turizm

2.6.1. Eğitim

Eğitim süreçlerinde daha etkileşimli, görsel odaklı ve deneyime dayalı öğrenme ortamları talep eden öğrenciler için, öğrenme motivasyonlarını artıran ve yaratıcılıklarını geliştirmelerine destek olan en yeni teknolojilerden biri artırılmış gerçeklik sistemleridir (Persefoni & Tsinakos, 2016). Eğitimde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı öğrencilerin derslere ilgisini ve motivasyonunu artırırken öğrenme sürecini de kolaylaştırmaktadır. Öğrenciler, bu teknolojiyle sanal nesneleri deneyimlemenin akademik başarılarını olumlu etkilediğini belirtmektedir (Durak ve Karaoğlan Yılmaz, 2019). Öğretmenler ise artırılmış gerçekliğin zaman tasarrufu sağladığını vurgulamaktadır (Rizov ve Rizova, 2015).

Wu ve diğerleri (2013), eğitimde artırılmış gerçeklik ile ilgili literatürü incelemiş ve bu alandaki çalışmaların genellikle oyun tabanlı öğrenme, konum tabanlı öğrenme, problem tabanlı öğrenme, simülasyon, ve rol oynama gibi öğretim tekniklerine dayandığını tespit etmişlerdir. Başka bir araştırmada, MagicBook adlı bir uygulama geliştirilerek kitaptaki nesne ve çizgi film karakterlerinin üç boyutlu görüntüleri işaretleyiciler ve taşınabilir cihazlar aracılığıyla çocuklara sunulmuştur (Bkz. Şekil 25). Bu çalışma, çocukların hikayeye katılmaktan keyif aldıklarını ve artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde motivasyonlarının arttığını göstermektedir (Billinghurst, 2002).

Şekil 25. MagicBook



Kaynak: Billinghurst, 2001

Liu, Tan ve Chu (2009) tarafından yapılan bir başka çalışmada, doğa bilimleri eğitimi için radyo frekansı ile tanımlama (RFID–Radio-Frequency Identification) ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini bir araya getiren bir uygulama geliştirilmiştir. Tayvan'daki Guandu Doğa Parkı'nda ilkokul öğrencileri ve öğretmenleriyle yapılan etkinlikte, bu

uygulamanın öğrencilerin öğrenme süreçlerini geliştirdiği gözlemlenmiştir. Benzer şekilde, İngiltere'de gerçekleştirilen bir araştırmada, artırılmış gerçeklik tabanlı bir öğrenme deneyimi ile geleneksel eğitim karşılaştırılmış ve artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin öğrenme üzerinde olumlu etkileri olduğu sonucuna varılmıştır (Kerawalla, Luckin, Seljeflot ve Woolard, 2006).

Literatürde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitimde doğru bir şekilde kullanılmasının hem akademik başarıyı hem de motivasyonu artırdığına dair çok sayıda çalışma bulunmaktadır (örn. Gün, 2014; Abdüsselam, 2014). Bu bulgular, artırılmış gerçekliğin eğitimde kabul gördüğünü ve giderek daha fazla benimsendiğini göstermektedir. Yakın gelecekte eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamalarının daha yaygın hale geleceği öngörülmektedir.

2.6.2. Askeri

Askeri alanda artırılmış gerçeklik uygulamaları, eğitimden operasyonel faaliyetlere kadar birçok alanda önemli yenilikler sunmaktadır. Livingston ve diğerlerinin (2011) çalışmalarında; Süper Kokpit, Aspen Film Haritası ve Savaş Alanı Artırılmış Gerçeklik Sistemi (Battlefield Augmented Reality System–BARS) gibi uygulamalara yer verilmiştir. Bu uygulamaların temel amacı, askeri personelin eğitim süreçlerini desteklemek ve orduya operasyonel etkinlik, hız ve kolaylık sağlamaktır.

Ivan Sutherland tarafından ortaya atılan gerçeklikten ayırt edilemeyen bir görüntüleme sistemi fikri, görsel duyular için tasarlanmış *Ultimate Display* konseptiyle somutlaşmıştır (Sutherland, 1968). Bu sistem; başa takılan bir görüntüleme cihazı (Head-Worn Display–HWD), bir görüntü oluşturma alt sistemi ve kullanıcı başı ile el hareketlerini izleyen bir takip alt sisteminden oluşmaktaydı. Bu sistem, hem sanal gerçeklik hem de artırılmış gerçeklik araştırmalarının başlangıç noktası olarak kabul edilir. İlk HWD'nin tamamen kapsayıcı bir sanal ortam yerine artırılmış bir gerçeklik ekranı olması dikkat çekicidir (Swan, 2011).

İlk askeri artırılmış gerçeklik projelerinden biri, 1960'ların sonlarında Wright-Patterson Hava Kuvvetleri Üssü'nde geliştirilen Super Cockpit sistemidir. Bu sistem, pilotların gece uçuşlarında ve karmaşık hava koşullarında, uçuş ve hedef verilerini görsel alanda doğrudan görmelerine olanak tanımaktadır. Bu sistem, modern savaş uçaklarında kullanılan baş üstü ekranların (Head-Up Display–HUD) öncüsü olmuştur (Swan, 2011).

Aspen Movie Map (AMM), günümüzde yaygın olarak kullanılan Google Street View gibi araçların öncüsü olarak kabul edilen ilk etkileşimli haritalardan biridir. ABD Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı (Defense Advanced Research Projects Agency–DARPA) tarafından finanse edilen bu proje, topografik kağıt haritaların dinamik bir alternatifi olarak geliştirilmiştir (Lippman, 1980). Aspen Movie Map, askerlerin operasyon yapılacak çevreyi önceden deneyimlemesini sağlamak amacıyla tasarlanmış bir artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. Bu sistem, 1970'lerin optik video disk teknolojisini kullanarak, bir bölgenin etkileşimli bir şekilde incelenmesine olanak tanımıştır. Şekil 26'da gösterildiği gibi kullanıcı, harita üzerinde rota çizebilir, belirli bir yapıya ilişkin bilgi slaytlarına erişebilir ve mevsimleri değiştirebilmektedir. Kullanıcı testlerinde, sistemin Aspen, Colorado'yu ziyaret etmeyen kişilerde bile yer bilgisi oluşturduğu gözlemlenmiştir. Ancak kullanıcıların mesafe ve yön tayininde belirsizlikler yaşadığı rapor edilmiştir (Swan, 2011).

Başka bir askeri uygulama olan Savaş Alanı Artırılmış Gerçeklik Sistemi (Battlefield Augmented Reality System–BARS), şehir içi operasyonlar sırasında mobil kullanıcılar arasında iş birliği ve durum farkındalığı sağlamayı amaçlamaktaydı. Bu tür projeler, askeri eğitim ve operasyonlarda artırılmış gerçekliğin etkinliğini göstermektedir. BARS, Süper Kokpit'in savaş pilotlarına sağladığı avantajları piyadeler için sunmayı hedeflemiştir. Bu sistem, karmaşık üç boyutlu ortamlar ve dinamik savaş koşulları gibi zorlukları ele almak amacıyla geliştirilmiştir. Sistem, kullanıcılar arasında veri paylaşımını sağlayarak ekip koordinasyonunu artırmayı hedeflemiştir. Ayrıca, kullanıcıların rotalarını harita üzerinde çizmelerine ve paylaşmalarına olanak tanımıştır (Swan, 2011).

Şekil 26. Aspen Movie App Deneyimi



Kaynak: Inventing Interactive, 2010

2.6.3. Sağlık

Literatürde, artırılmış gerçeklik uygulamalarının büyük ölçüde sağlık sektörü ve tıp eğitimi alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölümde örnek olarak bazı çalışmaların özeti ve çeşitli uygulamalar verilmiştir.

Bir çalışmada, araştırmacılar endoskopik cerrahide kullanılmak üzere hassas bir üç boyutlu algı sistemiyle entegre edilen bir artırılmış gerçeklik navigasyon sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, üç boyutlu ultrason görüntüleri ile segmentasyonu ve işlenmesi tamamlanmış bilgisayarlı tomografi tabanlı görüntüleri, yakalanan laparoskopik canlı görüntülerin üzerine bindirerek artırılmış gerçeklik görselleştirmesi sağlamaktadır. Geliştirilen sistem, geleneksel navigasyon yöntemleri olmaksızın görselleştirilemeyen gerçek zamanlı anatomik bilgileri sunabilmekte ve çeşitli klinik vakalarda başarıyla uygulanmıştır (Konishi vd., 2005). Çalışmada, bu tür destekleyici teknolojilerin insan hatalarını azaltmada önemli bir katkı sunduğu vurgulanmaktadır.

Juan ve Perez'in (2011) yaptığı çalışmaya göre, artırılmış gerçeklik teknolojisinin akrofobi (yükseklik korkusu) yaşayan hastaların tedavisinde fayda sağladığı kanıtlanmıştır. Artırılmış gerçeklik, özellikle tıp eğitimi, tedavi süreçleri ve cerrahi operasyonlar gibi alanlarda başarı oranlarını artırmış; bununla birlikte verimlilik, güvenilirlik ve etkinlik açısından da önemli katkılar sunmuştur (Samset vd., 2008; Bingöl, 2018).

Medivis'in SurgicalAR platformu, cerrahların üç boyutlu holografik görselleştirme ile hastaların anatomisini gerçek zamanlı olarak incelemelerine olanak tanır (Bkz. Şekil 27). Hololens 2 gözlüğüyle entegre çalışarak, cerrahların daha doğru ve etkili bir şekilde ameliyat öncesi plan yapmalarını sağlar. Yapay zeka tabanlı otomatik kayıt ve manuel izleme gibi işlevlerle desteklenen bu platform, cerrahların daha hassas planlamalar yapmasına ve tıbbi verileri güvenli bir biçimde kullanmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, hasta bilgilendirme süreçlerini ve klinik eğitim uygulamalarını da zenginleştirerek, sağlık profesyonelleri ve öğrenciler için etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunmaktadır (Medivis, t.y).

Şekil 27. Medivis Surgicalar Uygulaması



Kaynak: Medivis, t.y.

Brown ve Hua (2006), artırılmış gerçeklik ortamı olan ve karmaşık nesnelerin görselleştirilmesini kolaylaştıran bir Magic Lenses çerçevesi geliştirmiştir ve bu cihazın tıp eğitiminde etkin bir şekilde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Görüntüleme ve görüntü işleme sistemleri, tıp alanında oldukça önemli bir yer tutmakta olup bu kapsamda çeşitli akademik çalıştaylar da düzenlenmektedir (örneğin, MIAR–Medical Imaging and Augmented Reality). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin sağlık alanındaki uygulamalarına; Google Glass'ın cerrahi operasyonlarda kullanımı, genç cerrahlar için geliştirilen Medicar rehber uygulaması, hemşirelere yönelik olarak tasarlanan Evena Glasses akıllı gözlükleri, endoskopi işlemleri için geliştirilen başa takılan görüntüleme cihazları ile Vuzix akıllı gözlüklerine entegre edilmiş tıbbi yazılımlar örnek olarak verilebilmektedir (Uluyol, 2016).

Şekil 28. Evena Glasses



Kaynak: Business Wire, 2015

2.6.4. Oyun ve Eğlence

Bugüne kadar yapılan çalışmalar, artırılmış gerçeklik kullanımının çeşitli açılardan faydalı olduğunu ortaya koysa da, bu faydaların nasıl ortaya çıktığı konusunda net bir çerçeve oluşturulmuş değildir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi genellikle oyun senaryolarında kullanılmakta ve oyunlaştırma, kullanıcıların etkileşimini artırmak için önemli bir araç olarak görülmektedir. Bununla birlikte, bilimsel araştırmaların artırılmış gerçeklik ve oyunların başarısını nasıl değerlendirdiği konusunda eksiklikler bulunmaktadır. Bu eksiklikleri gidermek amacıyla yapılan sistematik bir inceleme, en çok referans verilen artırılmış gerçeklik oyunlarından biri olan Pokémon Go üzerine çeşitli akademik çalışmaların gerçekleştirildiğini göstermektedir (Koh vd., 2017; Bueno vd., 2020). Son on yılda artırılmış gerçeklik oyunları, bilim dünyasında giderek daha fazla ilgi gören bir konu haline gelmiştir. Etkileşim ve memnuniyet gibi faktörlerin oyunlarla güçlü bir bağlantısı olduğu da yapılan sistematik incelemelerle ortaya konmuştur (Raptis vd., 2018).

Ciddi oyunlar üzerine yapılan önceki araştırmalar, bilimsel eğitim amaçlı geliştirilen oyunlara yönelik önemli bulgular sağlamıştır (Furió vd., 2015). Ancak bu araştırmaların kapsamı sınırlıdır ve farklı oyun türlerinin analiz edilerek daha doğru ve kapsamlı sonuçlara ulaşılması gerekmektedir. Mobil cihazlarla oynanan artırılmış gerçeklik tabanlı oyunların, oyuncular için yeni bir deneyim sunduğu ve sürükleyicilik hissini artırdığı belirtilmektedir (Cidota vd., 2016).

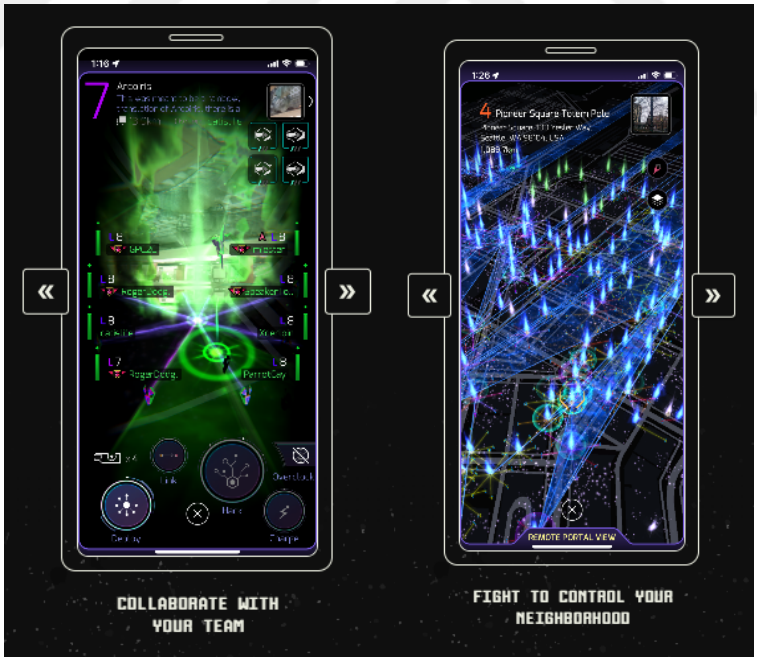
Şekil 29.Pokemon Go Oyunu



Kaynak:Reynolds,2020

Koh ve diğerleri (2017), Pokemon Go oyununun yürüme sırasında oynanması üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bulgular, sürükleyiciliğin yürürken oynama niyetini olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermiştir.

Şekil 30. Ingress Oyunundan Ekran Görüntüleri



Kaynak:Ingress, t.y.

Ingress, Niantic Lab tarafından geliştirilen, konum tabanlı bir mobil strateji oyunudur. (Bkz. Şekil 30) Oyuncular, Direnişçiler (Resistance) ve Aydınlanmışlar (Enlightened) olmak üzere iki fraksiyondan birini seçmekte ve gerçek dünyadaki önemli noktaları ziyaret ederek portal adı verilen sanal konumları ele geçirmeye çalışmaktadır. Oyunun

anlatısı, CERN'de keşfedilen Egzotik Madde (Exotic Matter–XM) üzerine kuruludur. Bu bağlamda, Aydınlanmışlar söz konusu maddeyi insanlığın evrimsel gelişimi için kullanmayı savunurken, Direnişçiler ise bu gücün zihinsel manipülasyon riski taşıdığı gerekçesiyle karşı durmaktadır. Oyuncuların amacı, portalları ele geçirerek birbirine bağlamak ve bu sayede kendi fraksiyonlarının hâkimiyet alanını genişletmektir (Tokgöz, 2017).

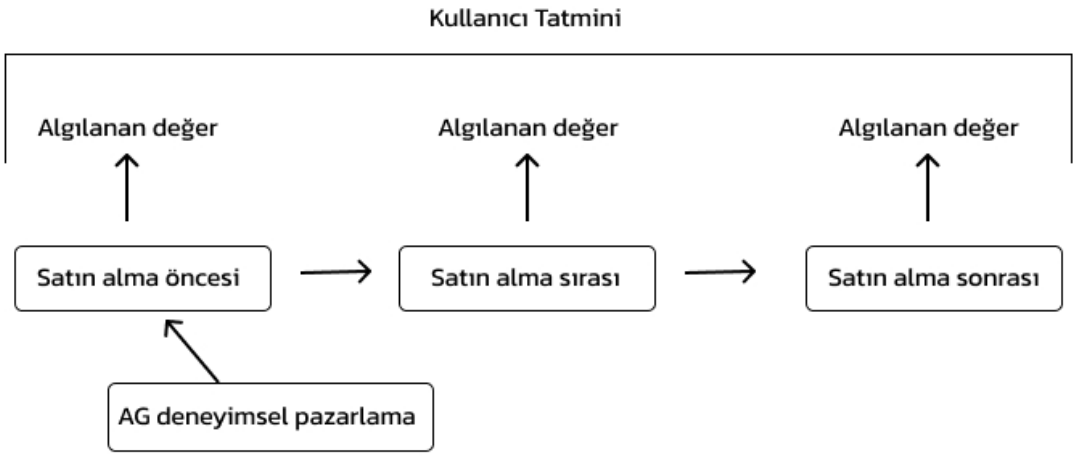
2.6.5. Reklam ve Pazarlama

Artırılmış Gerçeklik reklamcılığı alanındaki hızlı gelişmeler, akademi ve endüstrinin büyük ilgisini çekmektedir. Gerçek dünya ortamlarını bilgisayar tarafından üretilen bilgilerle zenginleştirme yeteneği, tüketicilerle etkileşim kurmak için yenilikçi bir platform sunmaktadır (Carmigniani vd., 2011).

Artırılmış gerçeklik reklamcılığı, yenilikçi ve sürükleyici bir pazarlama yöntemi olarak tüketicilerin duygusal ve bilişsel tepkileri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Gerçek dünya ortamını dijital unsurlarla zenginleştiren bu teknoloji, tüketicilerin markalarla etkileşimini güçlendirerek unutulmaz deneyimler sunabilmektedir (Carmigniani vd., 2011).

Sanal ürün deneyimi ve etkileşimli reklamcılık, tüketicilerin ilgisini çeken önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Markalar, artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak ürünlerinin algılanan değerini yükseltebilir ve tüketicilerin ürünle doğrudan etkileşime girmesine olanak tanıyabilir (Li, Daugherty ve Biocca, 2022). Artırılmış gerçeklik, yüksek düzeyde duyusal bilgi sunan bir teknoloji olarak, tüketicilerin reklamda gösterilen ürün hakkında daha fazla bilgi edinme isteğini artırarak merak duygusunu tetikleyebilmektedir (Yang, Carlson & Chen, 2020). Deneyimsel pazarlama kapsamında, artırılmış gerçeklik teknolojisinin özellikle satın alma öncesi aşamada tüketici üzerindeki etkisi belirgin olup, bu durum satın alma kararlarını doğrudan etkileyebilmektedir (Bkz. Şekil 31). Tüketicilere ürünü fiziksel olarak deneyimleme imkânı sunarak, ürünü daha yakından tanımalarını sağlamakta ve satın alma eğilimlerini güçlendirmektedir (Bulearca & Tamarjan, 2010).

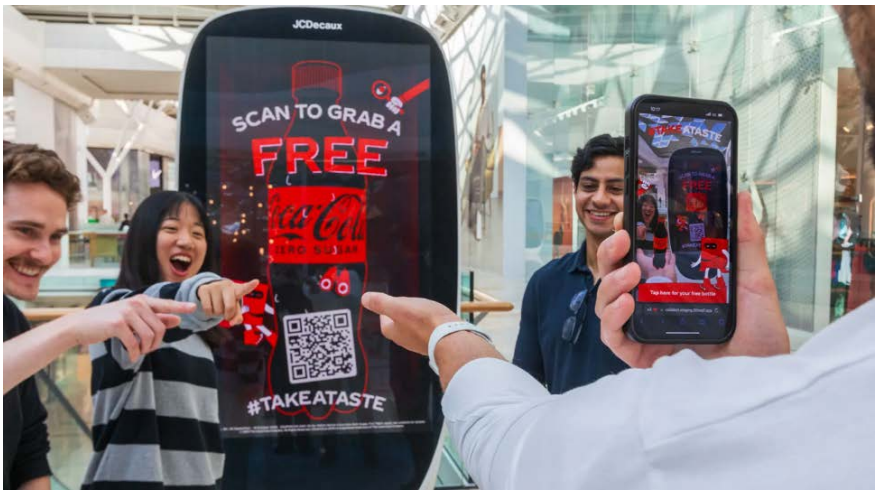
Şekil 31. Müşteri Satın Alma Aşamaları



Kaynak: Bulearca ve Tamarjan, 2010

Araştırmalar, artırılmış gerçeklik reklamlarının tüketicilerde güçlü duygusal tepkiler uyandırabildiğini göstermektedir. Örneğin, Poushneh ve Vasquez-Parraga (2017), artırılmış gerçeklik deneyimlerinin olumlu duygular yaratarak satın alma niyetini artırdığını ve marka sadakatini güçlendirdiğini belirlemiştir. Benzer şekilde, Yim, Chu ve Sauer (2017), artırılmış gerçekliğin etkileşimli ve sürükleyici yapısının tüketicilerde merak ve keyif duygusunu tetiklediğini, bunun da alışveriş deneyimini iyileştirerek marka algısını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Şekil 32. Coca Cola'nın *Zero Sugar* Adlı Artırılmış Gerçeklik Reklamı



Kaynak: Newsroom, 2023

Bilişsel açıdan bakıldığında, artırılmış gerçeklik reklamlarının tüketicilerin karar verme süreçlerini ve bilgi işleme becerilerini etkilediği görülmektedir. Artırılmış gerçekliğin sunduğu gerçekçi ve etkileşimli sunumlar, tüketicilerin ürünleri sanal

ortamda deneyimlemesine olanak tanıyarak daha bilinçli kararlar vermelerini sağlamaktadır (Javornik, 2016). Ayrıca, artırılmış gerçekliğin interaktif yapısı tüketicilerin dikkatini artırarak reklamın hatırlanabilirliğini güçlendirmektedir (Wiedmann, Hennigs, Langner ve Wuestefeld, 2021). Hilken, Heller, Chylinski ve Keeling'in (2021) çalışması, artırılmış gerçekliğin reklamların akılda kalıcılığını artırarak marka bilinirliğini güçlendirdiğini göstermektedir.

Şekil 33. Vodafone'un *Elf And Seek* Adlı Artırılmış Gerçeklik Reklamı



Kaynak: Ocean Outdoor, 2023

Örneğin şekil 33'te gösterilen Elf and Seek, Vodafone'un VeryMe ödül programı kapsamında sunulan ve artırılmış gerçeklik ile desteklenen interaktif bir hazine avı deneyimidir. Kullanıcılar, mobil cihazlarını kullanarak dijital elfleri yakalamaya teşvik edilmekte ve bu sayede çeşitli ödüller kazanma fırsatı elde etmektedir. Oyunun tasarımında artırılmış gerçeklik, coğrafi etiketleme ve medya teknolojileri bir araya getirilerek, kullanıcıya bütünlüklü ve etkileşimli bir deneyim sunulmuştur. Kampanya kapsamında 245.000'den fazla kullanıcı uygulamayı deneyimlemiş; toplamda 270.000 elf yakalanmış ve yaklaşık 20.000 ödül dağıtılmıştır (Ocean Outdoor, 2023). Yenilikçi bir uygulama örneği olarak Vodafone, bu kampanyayı Westfield London'daki Ocean Outdoor etkileşimli ekranları, Liverpool Medya Duvarı, Manchester'daki Printworks ve Nottingham'daki The Screen gibi dijital reklam alanlarında da uygulamaya geçirmiştir. Ayrıca, marka elçileri oyunculara rehberlik ederek, interaktif reklam panoları üzerinden ek elflerin yakalanmasına ve ödül kazanımına yönelik deneyimler sunmuştur (Ocean Outdoor, 2023).

Markalar, artırılmış gerçeklik teknolojisini sanal deneme, ürün eğitimi ve müşteri deneyimini geliştirme amacıyla kullanırken, aynı zamanda oyunlaştırma

yöntemleriyle tüketicilerle daha güçlü bir etkileşim kurmayı hedeflemektedir (Rese, Baier, Schulz & Schreiber, 2017). Tüketicilerin artırılmış gerçeklik uygulamalarına dâhil olması, markaların fark edilme, akılda kalma ve olumlu değerlendirilme oranlarını artırmaktadır (Uğur & Apaydın, 2014).

Bununla birlikte, artırılmış gerçekliğin sağladığı yoğun bilgi ve görsel uyaranlar tüketicilerde bilişsel yük oluşturabilmektedir. Rese ve diğerleri (2017), aşırı bilgi akışının tüketicilerde kafa karışıklığı ve hayal kırıklığına yol açarak deneyimi olumsuz etkileyebileceğini belirtmiştir.

2.6.6. Engelli Bireyler

Gupta ve diğerleri (2019), artırılmış gerçeklik teknolojisini akıllı telefon kameraları aracılığıyla kullanarak, disleksiye sahip bireylerin günlük yaşamlarını kolaylaştırmaya yönelik bir sistem geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada, arka plan metin kontrast oranlarının ayarlanabilmesi ve metinlerin kişiselleştirilebilmesi gibi özelliklerin geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır (Gupta,2019). Bu yöntem, metin algılamada yardımcı olabilecek çözümler sunmasına rağmen, engelli kullanıcıların biyometrik kimlik doğrulama gibi giriş süreçlerinde karşılaştıkları sorunları ele almamaktadır.

Yenioğlu ve diğerleri (2021), özel eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımını sistematik bir literatür incelemesi ile araştırmıştır. Bu çalışmada, artırılmış gerçekliğin özel ihtiyaçları olan öğrencilerin eğitimine etkileri ele alınmıştır. İnceleme sonuçları, artırılmış gerçekliğin özellikle soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırdığı ve öğrencilerin öğrenme sürecinde motivasyonlarını artırdığına işaret etmektedir.

Smith ve diğerleri (2017), artırılmış gerçekliğin zihinsel engelli üniversite öğrencilerinin yön bulma becerilerini geliştirmek için nasıl kullanılabileceğini incelemiştir. Çalışma, bu bireylerin bilişsel ve fiziksel zorluklarını hafifletmek amacıyla destekleyici çözümler sunmayı amaçlamıştır. Araştırma, artırılmış gerçekliğin günlük yaşamda karşılaşılan zorlukları azaltarak bu bireylerin bağımsızlıklarını artırabileceğini göstermektedir.

XRAI Glass, işitme engelli bireyler ve genel olarak iletişimde zorluk yaşayan kişiler için geliştirilmiş artırılmış gerçeklik tabanlı akıllı gözlüklerdir (Bkz. Şekil 34). Akıllı gözlüklerle uyumlu olarak çalışan sistem, etkinliklerde, toplantılarda veya performanslarda gerçek zamanlı altyazılar, çeviriler ve konuşma özetleri sunmkatadır.

140'tan fazla dili destekleyen bu platform, kişisel ve profesyonel kullanım için uygundur (XRAI Glass,t.y.).

Şekil 34. XRAI Glass



Kaynak: Xrai Glass, t.y.

McMahon ve diğerleri (2016), artırılmış gerçeklik teknolojisinin otizm ve zihinsel engelli bireylerde fen bilimleri terminolojisini öğrenmedeki etkinliğini incelemiştir. Araştırma sonucunda, katılımcıların artırılmış gerçeklik kullanarak daha fazla bilimsel terim öğrendiklerini ifade ettiği görülmüştür. Huang ve diğerleri (2020) ise görme engelli bireylerin yön bulma becerilerini geliştirmek amacıyla artırılmış gerçeklik tabanlı bir yazılım uygulaması geliştirmiştir. Araştırma, bu uygulamanın, düşük görme yetisine sahip bireylerin yön bulma sırasında özgüvenlerini artırarak rahatlık ve kolaylık sağladığını ortaya koymuştur.

2.6.7. Mimari

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, mimarlık alanında yenilikçi bir tasarım yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, mimari tasarım sürecine katkıda bulunmak amacıyla artırılmış gerçeklik üzerine çeşitli araştırmalar ve çalışmalar yapılmaktadır (Phan & Choo, 2010). Artırılmış gerçeklik, mimarlıkta tasarım aşamasından inşaat sürecine, restorasyon çalışmalarından iç mekân düzenlemelerine kadar geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Webster vd., 1996; Craig, 2013; Billinghurst vd., 2015).

Örneğin, bir evin duvar rengini değiştirmek isteyen kullanıcılar, artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde, boyama işlemi gerçekleşmeden önce farklı renk seçeneklerini akıllı cihaz ekranlarında görselleştirebilirler. Benzer şekilde, mimari tasarım sürecinde

oluşturulan üç boyutlu modeller aracılığıyla yapının tamamlanmış hâli incelenebilir ve gerekli değişiklikler inşaat başlamadan önce uygulanabilir. Geçmişte mümkün olmayan bu tür ön deneyimleme olanakları, artırılmış gerçeklik sayesinde tasarım aşamasında bile sağlanarak süreci daha verimli hâle getirmektedir.

Teknolojinin sürekli gelişmesiyle birlikte, artırılmış gerçeklik kullanımının yaygınlaşması, yalnızca tasarım süreçlerine değil, aynı zamanda işçi verimliliği ve iş güvenliği gibi unsurlara da olumlu katkılar sunmaktadır (Chi vd., 2013).

Broll ve diğerleri (2004), geliştirdikleri *Arthur* adlı artırılmış gerçeklik uygulaması ile hem kullanıcıların hem de mimarların sistemle etkileşimini incelemişlerdir (Bkz. Şekil 35). Araştırma sonuçları, *Arthur*'un yapıların daha iyi anlaşılmasını sağladığını ve mimarlar arasındaki iş birliğini destekleyerek ekip çalışmalarını kolaylaştırdığını göstermiştir.

Şekil 35. *Arthur* Adlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması



Kaynak: Broll vd., 2004

Mimarlıkta artırılmış gerçeklik, mevcut yapıların dijital çizimlerini oluşturmanın yanı sıra, binaların sanal görüntülerini doğrudan inşaat alanında üretme yeteneğine sahiptir. Bu teknoloji, tasarım sürecini hızlandırarak projelerin doğrulanmasını kolaylaştırırken, ayrıca binaların doğal afetler karşısındaki tepkilerini gözlemlemek amacıyla da kullanılabilmektedir (Balakrishna, 2013).

Örneğin, 2010 yılında Yeni Zelanda'nın Christchurch şehrinde meydana gelen yıkıcı depremler sonucunda pek çok bina ağır hasar almış veya tamamen yıkılmıştır. Deprem sonrası, şehirde yaşayan insanlar, yıkılan yapıların yerlerini tespit etmekte ve yönlerini

bulmakta güçlük çekmiştir. Bu soruna çözüm olarak, bilim insanı Mark Billinghurst ve ekibi, *CityViewAR* adlı bir mobil artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmiştir. Şekil 36'da gösterilen bu uygulama, kullanıcıların yıkılmış binaların bulunduğu alanları telefon kamerası aracılığıyla taramalarına ve bu yapılarla ilgili geçmiş bilgileri görüntülemelerine olanak sağlamıştır. Böylece, şehir sakinleri hem kaybolan binaların eski hâllerini inceleyebilmiş hem de görsel ve yazılı bilgilere ulaşarak tarihî dokuyu yeniden keşfetme imkânı elde etmiştir.

Şekil 36. *Cityviewar* İsimli Artırılmış Gerçeklik Uygulaması



Kaynak: Lee vd., 2012

2.6.8. Kültürel Miras ve Turizm

Artırılmış gerçekliğin uygulama alanlarından biri, kültürel miras ve turizmdir (Papagiannakis vd., 2008). Artırılmış gerçeklik, kültürel miras için kritik bir konudur çünkü özellikle tarihi yapıları fiziksel zarar vermeden sanal olarak yeniden inşa edebilir ve ziyaretçilere daha ilgi çekici içerikler sunar. Literatürde, eski bir yapının yeniden inşasından müzelerdeki oyunlara kadar kültürel miras için birçok uygulama sunulmuştur (Dahne & Karigiannis, 2002).

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının, turistlerin deneyimlerini zenginleştirme ve gerçek dünyayı dijital içeriklerle destekleyerek daha etkileyici hale getirme potansiyeli bulunmaktadır (Fritz vd., 2005). Bu nedenle, artırılmış gerçeklik teknolojisinin turizm sektöründe önemli bir kullanım alanına sahip olduğu söylenebilir (Dieck & Jung, 2018). Turizm endüstrisinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının giderek yaygınlaşması, destinasyonlara ve turizm işletmelerine, turistlerin memnuniyetini artırmak amacıyla işaretleyici tabanlı, GPS destekli ve diğer artırılmış gerçeklik teknolojilerini kullanma fırsatı sunmaktadır (Fritz vd., 2005).

Artırılmış gerçekliğin farklı sektörlerde kullanımının yaygınlaşması, turizm alanında da farkındalık oluşturarak turistler için unutulmaz deneyimler yaratmaktadır (Leue vd., 2014). Artırılmış gerçeklik teknolojisi genellikle mobil cihazlar aracılığıyla turistlere sunulduğundan, onlara hareket özgürlüğü kazandırarak turistik keşif süreçlerini kolaylaştırmaktadır. Bu teknoloji, özellikle konum tabanlı veri sağlama sistemleri ve mobil seyahat rehberleri gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinde son yıllarda yaşanan gelişmeler, artırılmış gerçekliğin daha erişilebilir hale gelmesini sağlamış, turistlerin hızlı ve pratik bir şekilde yeni deneyimler kazanmasına olanak tanımıştır. Bu teknoloji aynı zamanda kültürel miras ögeleri ve turizm faaliyetlerinde de etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Fino vd.,2013).

Turizm pazarlamacıları, özellikle teknolojiye ilgi duyan genç gezginleri çekmek amacıyla artırılmış gerçeklik uygulamalarını bilinçli şekilde kullanabilir. Şehir turları, sosyal seyahat oyunlaştırması, etkileşimli otel odaları, interaktif seyahat rehberleri, müze içi etkileşim, gerçek zamanlı navigasyon ve yönlendirme, artırılmış dil çevirisi, artırılmış ulaşım, restoranlarda artırılmış hizmetler, eğlence ve yeme-içme merkezlerine artırılmış erişim, otel ortamında artırılmış deneyimler, destinasyon yönetimine katılım, tarihi yerleri ve olayları yeniden canlandırma ve artırılmış gerçeklik tarayıcılarının destinasyonlara entegre edilmesi, artırılmış gerçeklik uygulamalarının sunduğu yenilikçi deneyimler arasındadır (Shabani vd., 2022).

Yabancı bir ülke ya da şehre seyahat eden bireyler, artırılmış gerçeklik tabanlı uygulamalar sayesinde ziyaret ettikleri bölgedeki turistik cazibe merkezleri, tarihi yapılar, müzeler ve sergiler hakkında detaylı bilgilere erişebilmektedir (Engelbart, 2014).

Mobil cihazların ve internet erişiminin yaygınlaşması, turizm sektöründe köklü değişimlere yol açarak turistlere seyahatle ilgili bilgi edinme, turistik ürün ve hizmetleri satın alma, diğer gezginlerin görüşlerine ulaşma gibi pek çok avantaj sunmaktadır (Ukpabi & Karjaluoto, 2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi, turizm alanında sosyal ağlar veya özel uygulamalar aracılığıyla coğrafi olarak konumlandırılmış multimedya içeriklerinin sunulmasını mümkün kılmaktadır. Bu doğrultuda, destinasyonlar ve turizm alanlarında kullanılan çeşitli artırılmış gerçeklik tabanlı uygulamalar geliştirilmiştir.

Yagol ve diğerleri (2018), artırılmış gerçeklik uygulamalarının turizmi yeniden şekillendiren yenilikçi bir alan olduğunu ve turistlerin mobil ekranlarında yer alan bilgilerin, artırılmış gerçekliğin bindirme yöntemiyle daha ilgi çekici hale getirildiğini belirtmektedir. Bu uygulamalar, turist deneyimini geliştirmeyi, eğlenceyi en üst seviyeye çıkarmayı ve turistlerin destinasyonlar hakkında daha fazla bilgi edinmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Kounavis vd., 2012). Ayrıca, artırılmış gerçeklik teknolojisi sayesinde keşfedilmemiş bölgeler eğlenceli ve etkileşimli bir şekilde tanıtılmakta, destinasyonlar ve turizm işletmeleri için ziyaretçi deneyimini geliştirme fırsatı sunulmaktadır (Dieck & Jung, 2016).

Han ve arkadaşları (2014), turizm destinasyonlarının rekabetçi ve ilgi çekici kalabilmesi için modern teknolojilere yönelmesi gerektiğini vurgulayarak, giderek artan artırılmış gerçeklik kullanımının bu süreçte önemli bir rol oynayacağını belirtmektedir. Bununla birlikte, bu teknolojinin henüz istenilen potansiyele ve yaygınlığa ulaşmadığını, ancak gelecekte turizm sektöründe merkezi bir konuma sahip olacağını ifade etmektedir. Yovcheva ve diğerleri (2012), artırılmış gerçeklik ile gelişen yeni paradigmaların turist deneyimini üst seviyeye taşıma potansiyeline sahip olduğunu ve her koşulda turistlere bilgi sunabilen yenilikçi teknolojilerin artık geleceğe yönelik bir hayal olmaktan çıktığını belirtmektedir.

Turizm sektöründe artırılmış gerçeklik tabanlı pek çok uygulama bulunmaktadır. Örneğin, CorfuAR, Yunanistan'daki Korfu Adası için geliştirilmiş, kişiselleştirilmiş öneriler sunan bir mobil artırılmış gerçeklik tur rehberidir (Kourouthanassis vd., 2015).

Vlahakis ve diğerleri (2001) tarafından geliştirilen *ARCHEOGUIDE* adlı proje, kültürel miras alanlarında turizmle entegre edilmiş bir artırılmış gerçeklik uygulaması olarak öne çıkmaktadır. Avrupa'daki tarihi ve arkeolojik alanları ziyaret eden turistler için kişisel bir elektronik rehber ve tur asistanı işlevi gören bu uygulama, kullanıcılarına restorasyon süreçleri, sanal turlar ve arkeolojik araştırmalara dair kapsamlı bilgiler sunmaktadır. Uygulamanın kültürel miras alanlarında nasıl kullanıldığını gösteren örnekler Şekil 37'de yer almaktadır; bu yönüyle hem eğlence hem de profesyonel kullanım amacıyla kültürel turizmle ilgilenen bireylerin ihtiyaçlarına hitap etmektedir.

Şekil 37. *ARCHEGUIDE* Uygulaması

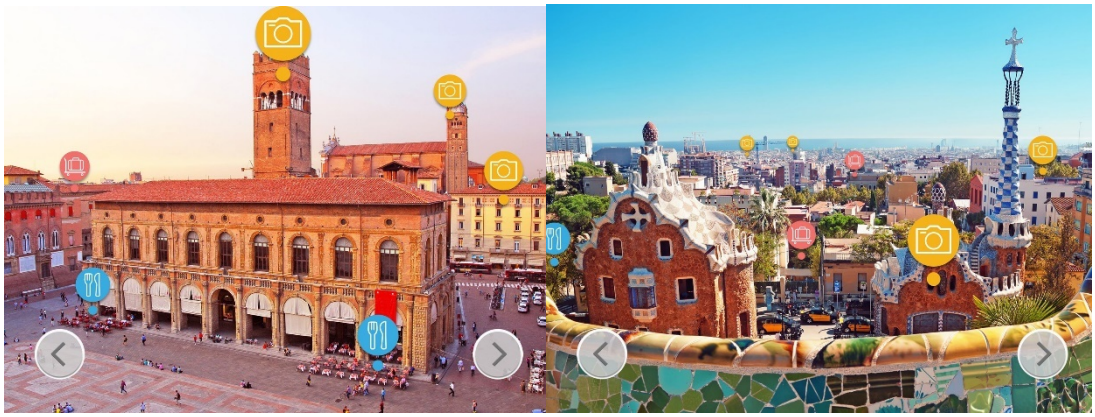


Kaynak: Vlahakis vd., 2001

Urban Sleuth, artırılmış gerçeklik ve şehir keşfini birleştiren bir uygulama olup, kullanıcıların bir şehirde gizemleri çözerek görevler tamamlamasına olanak tanımaktadır. Bu uygulama, sanal dünya ile gerçek dünyayı entegre ederek turistlerin interaktif bir deneyim yaşamasını sağlamaktadır.

Ayrıca, artırılmış gerçeklik teknolojisinin turizm ve konaklama sektöründeki uygulamalarına ilişkin çeşitli dikkat çekici örnekler literatürde yer almaktadır. Bu bağlamda, 2009 yılında akıllı telefonlar ve tabletler için geliştirilen *ETIPS* adlı artırılmış gerçeklik tabanlı seyahat uygulaması öne çıkmaktadır (Bkz. Şekil 38). Söz konusu uygulama, kullanıcıların mobil cihazlarını kullanarak bulundukları çevreyi taramaları yoluyla tarihi bilgilere erişmelerine ve restoranlar, oteller gibi turistik mekânlara ilişkin ipuçlarına ulaşmalarına olanak tanımaktadır. (ETIPS, t.y).

Şekil 38. *ETIPS* Adlı Uygulama



Kaynak:ETIPS, t.y

2.6.9. Müzeler

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, müze ziyaretlerinde turistlerin öğrenme isteğini artırmanın yanı sıra eğlence, kültürel etkinlikler ve sosyalleşme açısından da çeşitli fırsatlar sunmaktadır (Palumbo vd., 2013). Günümüzde hem dünyada hem de Türkiye'de artırılmış gerçeklik teknolojisini entegre eden birçok müze bulunmaktadır.

Günümüzde turistler, eğlence, kültür, eğitim ve sosyalleşmeyi bir araya getiren bilgi-kültür-eğlence (info-cultural-tainment) deneyimleri talep etmektedir (Palumbo vd., 2013). Bu doğrultuda, turist çekim merkezleri ziyaretçi etkileşimini artırmak ve çevresel algıyı güçlendirmek amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojisini giderek daha fazla kullanmaya başlamıştır (Roesner vd., 2014).

Teknolojinin turistleri cezbettiği ve onlara katma değer sunduğu savunulmaktadır (Lashkari vd., 2010). Bununla birlikte, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanıcıların çevrelerini daha akıcı bir şekilde keşfetmesini sağladığı ve öğrenme deneyimini genişlettiği ifade edilmektedir. Aynı zamanda, artırılmış gerçekliğin turistik destinasyonları daha canlı hale getirerek ziyaretçilere beklentileri hakkında daha net bir fikir verdiği, böylece karar alma ve planlama süreçlerine katkıda bulunduğu öne sürülmektedir (Yovcheva vd., 2013).

Müze ve sergi alanlarında kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde ziyaretçiler eserler hakkında hem yazılı hem de görsel bilgilere erişebilir. Özellikle tarihi eserlerin yalnızca günümüze ulaşan bölümlerinin değil, orijinal hallerinin de üç boyutlu olarak sunulabilmesi, bu teknolojinin en dikkat çekici yönlerinden biridir (Engelbart, 2014).

2.6.9.1. Sakıp Sabancı Müzesi

Sakıp Sabancı Müzesi, ziyaretçilerine yenilikçi bir deneyim sunmak amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojisini entegre etmiştir (Bkz. Şekil 39). Müzenin Atlı Köşk bölümünde sergilenen nadir el yazmaları ve sanatsal eserler, dijital ortama aktarılmış ve artırılmış gerçeklik destekli tabletler aracılığıyla detaylı şekilde incelenebilir hale getirilmiştir (Sucaklı & Güzel, 2020). Özellikle dokunulması yasak eserlerin sayfa sayfa görüntülenebilmesi, ziyaretçilerin eserlerle daha etkileşimli bir bağ kurmasını sağlamaktadır.

Şekil 39. Sakıp Sabancı Müzesi Artırılmış Gerçeklik Deneyimi



Kaynak: Kaygusuz,2014

Müze, geleneksel sanatları teknolojiyle buluşturarak ziyaretçilerine etkileşimli bir keşif sunmaktadır. Örneğin, minyatür sanatı artırılmış gerçeklik sayesinde dijital olarak canlandırılmakta, böylece hem sanata dair bilinç artırılmakta hem de eserler daha geniş kitlelere ulaştırılmaktadır. Ayrıca, Sakıp Sabancı ailesinin geçmişine ait fotoğraflar, ziyaretçilerin tabletleri belirlenen alanlara yönlendirmesiyle orijinal mekânlarında görüntülenebilmektedir (Sucaklı & Güzel, 2020).

2.6.9.2. Whitney Amerikan Sanat Müzesi

Nancy Baker Cahill'in *CENTO* adlı artırılmış gerçeklik eseri, Whitney Amerikan Sanat Müzesi'nde sergilenen, izleyicinin katkısıyla dönüşen interaktif bir sanat çalışmasıdır. Şekil 40'ta da görüldüğü üzere sekizinci kat terasında konumlanan bu dijital yaratık, farklı türlerden unsurlar taşıyan kolaj niteliğinde bir varlık olarak tasarlanmıştır. (Whitney Museum, t.y.).

Şekil 40. Whitney Amerikan Sanat Müzesi'nde Artırılmış Gerçeklik İle Oluşturulan *CENTO* İsimli Eser



Kaynak: Whitney Museum, t.y.

CENTO projesinin temelinde, izleyicilerin artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla yaratığa işlevsel özellikler kazandıran tüyler eklemesi fikri yer almaktadır. 4th Wall AG uygulaması üzerinden gerçekleştirilen bu etkileşimde, kullanıcılar hafıza, enerji dönüşümü, navigasyon ve iletişim gibi farklı işlevleri temsil eden on iki tüy arasından seçim yaparak *CENTO*'nun evrimsel gelişimine aktif biçimde katkı sunabilmektedir. Mobil cihazlar aracılığıyla karekod taratılarak kullanıcıların eserlerle etkileşime girmesine olanak tanınmaktadır. Sanatçı, eserin adını edebiyatta farklı şairlerin dizelerinden oluşan c*ento* adlı kolaj şiir türünden esinlenerek belirlemiştir. Bu isim, hem yaratığın farklı türlerden öğeler taşıyan bedensel yapısını hem de izleyicilerin katılımıyla sürekli değişen doğasını temsil eder (Whitney Museum, t.y.).

3. MÜZELERDE REHBERLİK VE SANAL REHBERLER

Son yıllarda artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin kültürel miras alanlarında yaygınlaşması, müze deneyiminde önemli değişimlere yol açmıştır (Fenu & Pittarello, 2018; Schaper vd., 2018). Bu teknolojiler, geçmişle kurulan bağı yeniden şekillendirmenin yanı sıra, ziyaretçilere etkileşimli ve katmanlı bir deneyim sunma potansiyeli taşımaktadır (Trunfio vd., 2020). Özellikle müzelerde uygulanan artırılmış gerçeklik çözümleri, eserlerle ilgili bilgilerin daha görsel, dinamik ve kullanıcı dostu biçimlerde aktarılmasını sağlamakta; ziyaretçilerin içerikle daha yoğun bir biçimde etkileşim kurmasına olanak tanımaktadır (Antlej vd., 2018).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin sunduğu bu olanaklar, ziyaretçilerin müze içinde geçirdiği zamanı artırmakta ve daha etkili öğrenme süreçlerinin önünü açmaktadır (Keil vd., 2013). Bu bağlamda geliştirilen sanal rehberler, yalnızca bilgi aktaran araçlar değil; aynı zamanda ziyaretçi katılımını ve sosyal etkileşimi artıran dijital yardımcılar olarak öne çıkmaktadır. Araştırmalar, bu tür uygulamaların hem müze ziyaretçi sayısını hem de deneyim kalitesini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Burgard vd., 1999; Rzayev vd., 2019). Ayrıca, kültürel turizme katkı sunarak müzeleri sadece kültürel ve eğitsel alanlar değil, aynı zamanda sürdürülebilir gelir kaynakları hâline getirmektedir.

Geleneksel müze iletişim sistemleri çoğu zaman içerikle ziyaretçi arasında dolaylı bir bağ kurarken, artırılmış gerçeklik tabanlı sanal rehberler daha kişiselleştirilmiş ve etkileşimli bir bilgilendirme süreci sunmaktadır. Bu bölümde, müze rehberliği kavramı, kullanılan rehberlik sistemleri ve sanal rehberlerin gelişimi üzerine yapılan çalışmalar ele alınacaktır.

3.1. Müze Rehberliği Kavramı

Müzeler, toplumu kendine çekme ve ziyaretçilerin bilgi edinmesini sağlama gibi önemli roller üstlenmektedir (Doering & Pekarik, 1996). Bu doğrultuda müzeler, ziyaretçilerin etkileşime geçebileceği çeşitli uygulamalar geliştirmiştir. Bu uygulamalardan biri de rehberlik hizmetidir. Müze rehberliği, ziyaretçilere müze

içerisinde sözlü veya sözsüz yönlendirme sağlayarak bilgi aktaran bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Fine & Speer, 1985). Ancak Best'e (2012) göre müze rehberliği, yalnızca bilgi aktarımı değil, aynı zamanda ziyaretçileri eğlendiren, eğiten ve deneyimlerini yapılandıran bir süreçtir; bu bağlamda müze rehberleri, ziyaretçilerin eserler hakkında bilgi edinmesini ve sergi alanında yön bulmasını sağlayan sözlü veya sözsüz sistemler olarak işlev görmektedir. Günümüzde gelişen dijital teknolojilerle birlikte bu rehberlik hizmeti farklı formlarda sunulabilmektedir. Bu bağlamda, fiziksel rehberlerin yerini alabilen etkileşimli sistemler ön plana çıkmıştır.

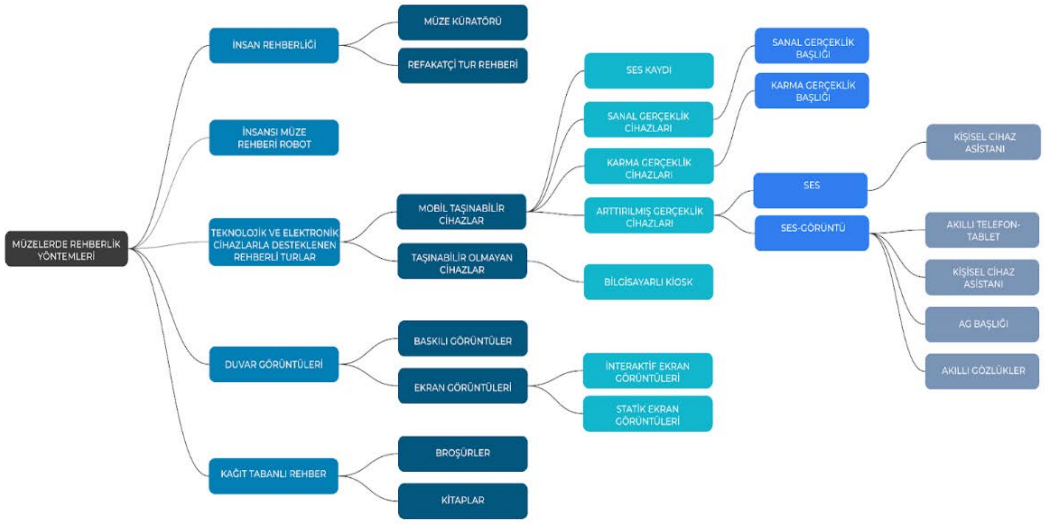
Bu çalışmada sanal rehber kavramı, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve yapay zeka teknolojilerinden yararlanarak fiziksel rehberlerin yerini alan etkileşimli dijital sistemleri tanımlamak üzere kullanılmaktadır. Bazı kaynaklarda bu tür sistemler dijital rehber ya da akıllı rehber olarak da adlandırılsa da, tez kapsamında bu terimlerin tümü sanal rehber üst başlığı altında birleştirilmiştir. Bu şekilde kavramların çerçevesi netleştirilmiş ve ilgili uygulamalar disiplinlerarası bir bağlamda tutarlı biçimde analiz edilmiştir.

3.2. Müze Rehberlik Sistemlerinin Türleri

Müzelerde kullanılan rehberlik sistemleri, zaman içinde teknolojik gelişmeler doğrultusunda çeşitlenmiş ve işlevsel açıdan zenginleşmiştir. Ziyaretçilere bilgi sunma, yönlendirme sağlama ve etkileşimi artırma amacıyla geliştirilen bu sistemler; geleneksel insan rehberlerden dijital, sanal ve artırılmış gerçeklik destekli rehberlik çözümlerine kadar uzanan geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Aşağıda yer alan akış şeması, müze rehberlik sistemlerine genel bir çerçeve sunmakta olup, Ramy Hammady'nin (2019) çalışmasında yer alan model esas alınarak yazar tarafından Türkçeye uyarlanmıştır (Bkz. Şekil 41). Bu çalışmada, şemada yer alan tüm rehberlik türleri ayrıntılı biçimde ele alınmamış; yalnızca tez kapsamında önem taşıyan sistem türleri, alt başlıklar altında detaylandırılmıştır.

Şekil 41.Müzelerde Uygulanan Rehberlik Yöntemlerini Gösteren Akış Diyagramı



Kaynak: Hammady, 2019 (Yazar tarafından Türkçeye çevrilmiştir.)

3.2.1. İnsan Rehberler

Müze rehberliği söz konusu olduğunda en yaygın kullanılan yöntemlerden biri insan rehberlerdir. İnsan rehberler, hem avantajlara hem de bazı dezavantajlara sahiptir. Öncelikle, bu rehberler ziyaretçilerin ilgisini çeken unsurları gözlemleyerek, onların ihtiyaçlarına yönelik anlık uyarlamalar yapabilmektedir. Örneğin, bir ziyaretçinin sergilenen bir esere yoğun ilgisi olduğunu fark eden bir rehber, o eser hakkında daha fazla bilgi vererek etkileşimi artırabilir (Best, 2012). Ayrıca, insan rehberler sözlü ve sözsüz iletişim araçlarını (beden dili, jestler ve mimikler gibi) kullanarak bilginin daha etkili bir şekilde aktarılmasını sağlayabilmektedir (Best, 2012).

Bununla birlikte, insan rehberlerin bazı sınırlamaları da bulunmaktadır. Mason ve McCarthy (2006), genç ziyaretçilerin insan rehberlerin yönlendirdiği turları sıkıcı ve fazla öğretici bulduğunu belirtmiştir. Günümüz genç nesli, eğitim sistemlerindeki dönüşümlerle birlikte daha fazla interaktif ve katılımcı deneyimlere alışkın olduklarından, geleneksel rehberlik yöntemlerine karşı daha az ilgi gösterebilmektedir (Best, 2012). Jamison ve diğerleri (2002), insan rehberlerin bazı durumlarda ziyaretçilerin beklentilerini karşılayamayabileceğini belirtmektedir. Ziyaretçilerin müze gezileri sırasında belirli bir eseri görme veya önceden belirlenmiş rotanın dışına çıkma talepleri olabilmektedir. Ancak, insan rehberlerin genellikle önceden yapılandırılmış güzergâhları takip etme zorunluluğu, bu tür bireysel yönelimlere yeterince esnek yanıt verememektedir. Bununla birlikte, bazı ziyaretçilerin rehberin

anlatımındaki yorumlayıcı yaklaşımı ya da anlatım tarzını tercih etmemesi, deneyimden alınan memnuniyeti olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Öte yandan, McLoughlin ve diğerleri (2007), insan rehberlerin her turda aynı düzeyde performans sergileyemeyebileceğini belirtmektedir. Rehberlerin kişisel anlatım biçimleri ve enerji düzeylerindeki değişkenlik, ziyaretçi deneyiminde tutarsızlıklara neden olabilmektedir. Jamison ve diğerleri (2002), bazı ziyaretçilerin belirli mekânları keşfetme isteğinin, rehberin önceden belirlenmiş rotasıyla örtüşmemesi halinde, bu yöntemin yetersiz kalabileceğini vurgulamaktadır.

Bu gibi nedenlerden dolayı, insan rehberlerin yerine geçecek alternatif rehberlik yöntemleri geliştirilmiştir. McLoughlin ve diğerleri (2007), geleneksel turların bir alternatif olarak sesli rehber sistemleri ile sağlanabileceğini öne sürmektedir. Jamison ve diğerleri (2002), dijital multimedya rehberlerin, ziyaretçilere istedikleri bilgiyi istedikleri zaman sunan talep üzerine rehberlik (on-demand tour guide) sistemleri olarak çalışabileceğini belirtmektedir. Bu sistemler, ziyaretçilerin ilgi duydukları konular hakkında daha kişiselleştirilmiş içeriklere erişmelerine olanak tanımaktadır.

Ancak, insan rehberlerin en önemli avantajlarından biri, ziyaretçilerin anlık sorularına yanıt verebilme ve doğrudan etkileşim kurma yeteneğidir. Bu özellik, dijital rehber sistemlerinde tam anlamıyla sağlanamamaktadır. Bu nedenle, müzeler rehberlik hizmetlerini çeşitlendirerek hem insan rehberleri hem de dijital rehber sistemlerini bir arada sunmayı tercih etmektedir.

3.2.2. Sesli Rehberler

Müze ziyaretçilerine bilgi sağlamak amacıyla geliştirilen ilk teknolojik rehberlik sistemlerinden biri sesli rehberlerdir. 1980'lerden itibaren taşınabilir sesli rehber sistemleri müzelerde yaygınlaşmıştır (Vlahakis vd., 2003). Bu sistemler, ziyaretçilere önceden kaydedilmiş ses dosyaları aracılığıyla eserler hakkında detaylı bilgi sunmaktadır.

Sesli rehberlerin kökeni, 1957 yılında ABD'deki Franklin Roosevelt Evi için üretilen ve Eleanor Roosevelt tarafından seslendirilen teyp tabanlı rehberlere dayanmaktadır (Leigh, 2007). 1979 yılında Sony Walkman'in piyasaya sürülmesi, müzelerde sesli rehber kullanımını yaygınlaştırmıştır. Ancak bu dönemdeki rehberler, sınırlı süreli, doğrusal bir akışta ve tek dilde içerik sunmaktadır. Özellikle Berlin'deki Pergamon

Müzesi gibi büyük müzelerde, sesli rehberler dillere göre sınıflandırılarak saklanmaktadır (Damala, 2009).

1994 yılında analog sistemlerden dijital sistemlere geçiş, sesli rehber teknolojisinde devrim niteliğinde bir dönüşüm yaratmıştır (Proctor & Tellis, 2003). Dijital rehberler, ziyaretçilere içerikte esnek bir şekilde gezinebilme imkanı sunmuş ve birden fazla dilde zengin tematik turların oluşturulmasına olanak tanımıştır. Ticari sesli rehber sistemleri, yüksek depolama kapasitesi (550 saate kadar), çoklu dil desteği ve ziyaretçi verilerini analiz etme özellikleriyle öne çıkmaktadır. Ayrıca, kızılötesi (IR) ve radyo frekansı ile tanımlama (RFID) teknolojileriyle donatılmış rehberler, uygun içeriği otomatik olarak tetikleyebilmektedir. Sesli rehberlik alanında, MP3 turları ve podcast'ler gibi yeni yaklaşımlar da geliştirilerek ziyaretçilerin kendi cihazlarına içerik indirebilme imkanı sağlanmıştır (Samis & Pau, 2006; Nickerson, 2005).

Sesli rehberlerin avantajları arasında, ziyaretçilerin kendi hızlarında bilgi edinmelerini sağlaması, çok dilli içerik sunma imkânı ve fiziksel rehber ihtiyacını ortadan kaldırması yer almaktadır (Kortbek & Grønbæk, 2008). Ancak, bu sistemlerin ziyaretçileri pasif bir dinleyici konumuna getirmesi, grup içi etkileşimi azaltması ve sosyal izolasyona neden olabilmesi gibi dezavantajları bulunmaktadır (Bederson, 1995).

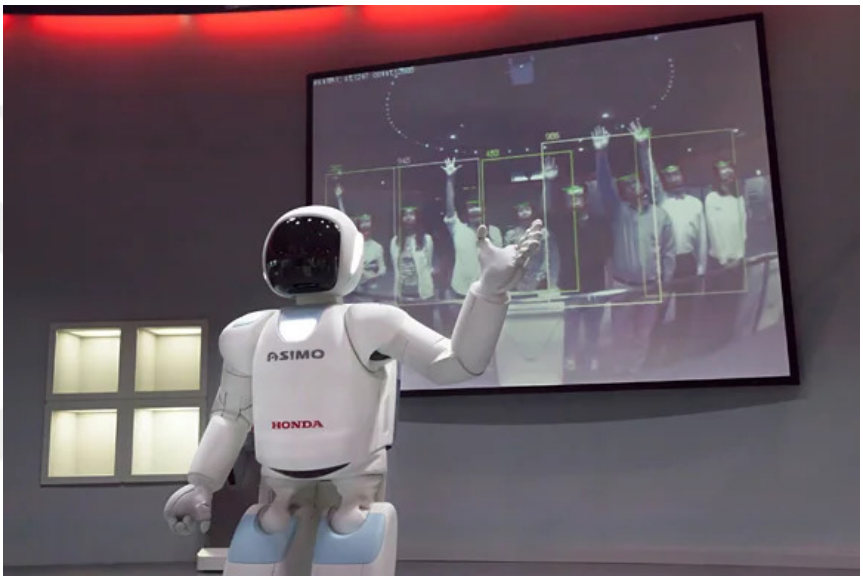
Sesli rehberler zaman içinde gelişerek yalnızca konum tabanlı otomatik oynatılan sistemlerden, sanal karakterlerin rehberlik ettiği sistemlere kadar genişlemiştir (Kopp vd., 2005). Karakterin görünümü, ziyaretçilerin eserleri takdir etme davranışını etkileyebilmektedir. Konuşma araları ve jestler, gecikme algısını azaltarak daha akıcı bir rehber deneyimi sunabilmektedir (Kum & Lee, 2022).

3.2.3. İnsansı Robot Rehberler

Müze rehberliğinde, robot rehberler ziyaretçi deneyimini zenginleştirebilecek yenilikçi yöntemlerden biridir. Robot rehberler, gelişen yapay zeka teknolojileri ile insan benzeri davranışlar sergileyebilecek şekilde evrilmiş ve bazı durumlarda insan yeteneklerinin ötesine geçebilecek seviyeye ulaşmıştır (Burgard vd., 1999). Günümüzde birçok müzede ziyaretçilere rehberlik etmek, eğitim vermek ve eğlenceli bir deneyim sunmak amacıyla robotlar kullanılmaktadır. Bu robotlar, ziyaretçileri ilgi duydukları sergilere yönlendirme ve her durakta multimedya sunumları yapma yeteneğine sahiptir (Nourbakhsh vd., 1999).

Burgard ve diğerleri (1999), robotların müzelerde bağımsız bir rehber olarak nasıl işlev görebileceğini ve yapay zeka ile robotik teknolojilerinin müzecilik alanına nasıl entegre edilebileceğini incelemiştir. Bu çalışmalar, robot rehberlerin insanlarla sistematik bir şekilde etkileşim kurabildiğini, ziyaretçilerin seslerini tanıyarak onlarla iletişim kurabildiğini göstermiştir (Alami vd., 2006). Ayrıca, bazı araştırmalarda, robot rehberlerin yalnızca sözlü iletişimle değil, jest ve mimik gibi sözsüz iletişim yöntemleriyle de etkileşim kurarak daha dostane bir kullanıcı deneyimi sunduğu belirtilmektedir (Kuno vd., 2007).

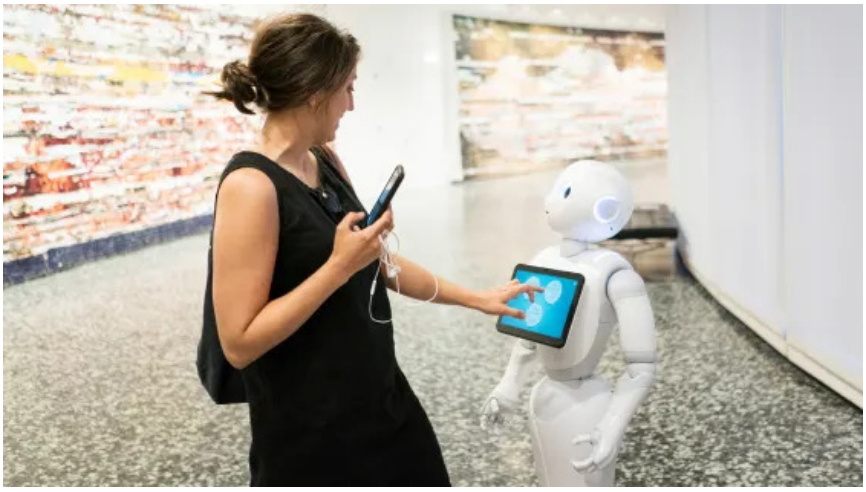
Şekil 42. Japonya'da Kullanılan "Asimo" İsimli Robot Müze Rehberi



Kaynak: Falconer, 2013

Robot rehberlerin müze ziyaretçilerinin deneyimini olumlu yönde etkilediği ve binlerce ziyaretçiyle etkili bir şekilde etkileşime girebildiği belirlenmiştir (Kuzuoka vd., 2007). Yapılan bir çalışmada, robot rehberlerin kullanılmasıyla müze ziyaretçi sayısının %50'den fazla arttığı ortaya konmuştur (Burgard vd., 1999). Ancak, robot rehberlerin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu sistemlerin maliyetli olması ve düzenli bakım gerektirmesi ek bütçe ihtiyacını doğurmaktadır. Bunun yanı sıra, robotlar çoğu zaman tamamen bağımsız çalışamamaktadır ve insan desteğine ihtiyaç duymaktadır.

Şekil 43. Smithsonian Amerikan Sanat Müzesi'nde Kullanılan Pepper İsimli Robot Rehber



Kaynak: Pangburn, 2018

3.2.4. Duvar Ekranları

Müzelerde bilgilendirme amaçlı kullanılan duvar ekranları temel olarak iki kategoride incelenmektedir: basılı posterler ve elektronik ekranlar. Geleneksel yöntem olarak basılı posterler, müze duvarlarına sabitlenmiş bilgi panoları şeklinde kullanılmaktadır. Elektronik ekranlar ise statik (sabit içerikli) ve etkileşimli olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Hammady, 2019). Araştırmalar, etkileşimli ekranların özellikle genç ziyaretçilere yönelik kişiselleştirilmiş sunumlar (televizyon benzeri deneyimler) sağlamak amacıyla kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Rocchi vd., 2004; Akt. Hammady, 2019). Bunun yanı sıra, Raptis vd. (2005) bazı tasarımcıların müzelerde akıllı masalar gibi etkileşimli cihazlar kullandığını belirtmiştir. Ancak, gerek basılı gerekse elektronik (statik veya etkileşimli) duvar ekranlarının taşınabilir olmaması ve ziyaretçilerin müze içinde çeşitli noktaları gezerken pratik kullanım sunmaması önemli bir sınırlılık olarak karşımıza çıkmaktadır (Hammady, 2019). Bu durum, ziyaretçilerin müze deneyiminde hareket özgürlüğünü kısıtlayabilmekte ve bilgiye erişim süreçlerini olumsuz etkileyebilmektedir.

Şekil 44. Duvar Ekranı Örneği



Kaynak: Kelley, 2021

3.2.5. Kağıt Tabanlı Rehberler

Kağıt tabanlı rehberler temel olarak iki ana türde sınıflandırılmaktadır: rehber kitaplar ve kataloglar (Hammady, 2019). Müzeler ve kültürel miras alanları, geleneksel olarak ziyaretçilerin ihtiyaç duyduğu içerikleri metin panoları ve etiketler şeklinde sunmaktadır (Xu vd., 2012). Ancak bu yöntemlerin kullanım pratiği açısından bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Müze yönetimleri tarafından etkili bir yöntem olarak değerlendirilen rehber kitaplar ve kataloglar, bazı araştırmacılar tarafından eleştirilmektedir. Sparacino (2002), bu materyallerin gezi sırasında taşınmasının zahmetli olduğunu ve katalogların tamamen okunmasının saatler alabileceğini belirtmektedir. Bu durum, özellikle yoğun ziyaretçi trafiğine sahip müzelerde, ziyaretçi deneyimini olumsuz etkileyebilmektedir. Kağıt tabanlı rehberlerin diğer bir dezavantajı ise içerik güncelleme zorluğudur. Müze koleksiyonlarında yapılan değişiklikler veya yeni edinilen eserler hakkında bilgi verme konusunda bu yöntemler yetersiz kalmaktadır. Ayrıca, görme engelli ziyaretçiler için erişilebilirlik sorunları da bu geleneksel yöntemlerin önemli eksiklikleri arasında yer almaktadır.

Şekil 45. Kağıt Tabanlı Rehber Örneği



Kaynak: The National Museum of Computing, t.y.

3.2.6. Sanal Rehberler

Son yıllarda kültürel miras alanında faaliyet gösteren müzeler, ziyaretçi deneyimini zenginleştirmek amacıyla artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçeklik gibi teknolojilere yönelmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen sanal rehber sistemleri, kullanıcıya yalnızca bilgi sunmakla kalmayıp, mekânla kurduğu etkileşimi de yeniden tanımlamaktadır. Özellikle mobil ve giyilebilir cihazlarla entegre edilen bu teknolojiler, kullanıcıların sergi alanlarında daha özgür, kişisel ve yönlendirilmiş bir deneyim yaşamalarını mümkün kılmaktadır (Hammady vd., 2021).

Sanal rehberler, fiziksel bir rehbere ihtiyaç duymadan yönlendirme, bilgilendirme ve etkileşimli içerik sunan dijital sistemlerdir. Artırılmış gerçeklik, yapay zeka ve konum tabanlı hizmetlerle desteklenen bu rehberler, kullanıcıların öğrenme hızına ve ilgi alanlarına göre içerikleri kişiselleştirme kapasitesine sahiptir (Ardissono vd., 2012). Bu yönüyle, geleneksel rehber sistemlerinden önemli ölçüde ayrılırlar.

Ancak literatürde, sanal rehberlerin insan rehberlerin sunduğu deneyimi bütünüyle ikame edemeyeceği de dile getirilmektedir. İnsan rehberlerin anlık tepkilere yanıt verme, doğrudan iletişim kurma ve anlatımı jest, mimik gibi sözsüz öğelerle destekleme gibi güçlü yönleri bulunmaktadır. Buna karşın, dijital rehber sistemlerinde kullanılan avatarlar da kullanıcıyla sosyal bir bağ kurabilmekte; beden dili, ses tonu ve görsel sunum gibi unsurlar yoluyla etkili iletişim sağlayabilmektedir (Rzayev vd., 2019).

Bu noktada, avatar tasarımında tercih edilen biçimsel ve işitsel unsurların kullanıcı deneyimini doğrudan etkilediği görülmektedir. Özellikle avatarın gerçekçiliği, ortamda bulunma hissini artırarak sergi içeriğine olan ilgiyi desteklemekte; insan benzeri seslerle yapılan anlatımlar, ziyaretçiyle kurulan bağın güçlenmesine katkı sunmaktadır. Ancak bazı çalışmalar, yüz ifadeleri gibi öğelerin aşırı gerçekçiliğinin rahatsızlık hissi yaratabileceğini de ortaya koymuştur. Bu nedenle avatar tasarımlarının, hedef kullanıcı kitlesine uygun sosyal modelleri esas alması önerilmektedir (Rzayev vd., 2019).

Schwarzer'in (2001, akt. Hornecker & Bartie, 2006) değerlendirmesine göre, dijital rehber sistemleri, rehber kitaplar ve sesli rehberlerden sonraki doğal evrimsel adım olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemler yalnızca bilgilendirme sunmakla kalmaz; kişiselleştirilmiş deneyimler ve daha yüksek hatırlanabilirlik gibi önemli katkılar da sağlamaktadır. Aynı zamanda engelli bireyler açısından erişilebilirliği artırmaları, bu sistemlerin kapsayıcılığını güçlendirmektedir.

Sanal rehberlerin müzelerdeki rolü yalnızca bilgilendirme ile sınırlı değildir. Bu sistemler aynı zamanda ziyaretçiyi aktif katılımcıya dönüştürerek, mekânla kurulan deneyimi dönüştürmektedir. İnsan rehberlerin grup içi dinamikleri destekleyen anlatım biçimlerinin yanı sıra, dijital rehberler de ölçeklenebilirlik ve sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu nedenle günümüzde hibrit rehberlik yaklaşımları, ziyaretçi deneyimini en üst düzeye çıkarmak için giderek daha fazla tercih edilmektedir.

Teknolojik gelişmeler, sanal rehberlerin çeşitliliğini ve işlevselliğini de artırmaktadır. Sanal gerçeklik temelli sergi deneyimlerinden, kullanıcıya özel rotalar sunan mobil uygulamalara kadar farklı biçimlerde karşımıza çıkan bu sistemler, kişiselleştirme kapasitesiyle öne çıkmaktadır (Silva vd., 2025; Sylaiou & Fidas, 2022). Örneğin SculptMate adlı bir mobil uygulama, dünya müzelerindeki heykel koleksiyonlarını keşfetmeyi bulanık mantıkla kişiselleştirilmiş hâle getirerek etkileşimli bir kullanıcı deneyimi sunmaktadır (Strousopoulos vd., 2023).

Kültürel miras alanında artan dijitalleşme eğilimiyle uyumlu olan sanal rehber uygulamaları, yalnızca bireysel kullanıcı deneyimini dönüştürmekle kalmaz; aynı zamanda müzelerin katılım oranlarını, geri dönme niyetini ve ziyaretçi memnuniyetini de artırmaktadır (Anastasovitis vd., 2024; Jung & Dieck, 2016). Bu yönüyle, sanal

rehberler hem ziyaretçiler hem de kültürel kurumlar açısından sürdürülebilir ve yenilikçi bir çözüm olarak değerlendirilmektedir.

3.2.6.1. Sanal Rehber Sisteminin İşlevsel Özellikleri

Sanal rehber sistemleri, yalnızca bilgi sunmakla kalmayıp, ziyaretçi deneyimini çok katmanlı biçimde zenginleştiren bir dizi işlevsel özelliğe sahiptir. Hammady (2019) tarafından önerilen kavramsal çerçeve doğrultusunda yapılandırılan bu işlevsel özellikler, görsel olarak Şekil 40'ta özetlenmiştir. İlgili sınıflandırma; rehberlik, kapsayıcılık, etkileşim, bağlamsallaştırma, kişiselleştirme, iletişim, görsel ve işitsel artırımlar ile sosyal etkileşim gibi başlıklar altında ele alınmaktadır. Bu yapı, sanal rehberlerin kullanıcı odaklı ve deneyimi derinleştiren yönlerini sistematik biçimde ortaya koymaktadır.

Kapsayıcılık (Immersion):

Sanal rehber sistemlerinin sunduğu kapsayıcı deneyimler, kullanıcının dijital içeriğe tam anlamıyla odaklanmasını sağlamaktadır. KG cihazları (örneğin HoloLens), ziyaretçilerin gerçek dünyadan soyutlanarak sanal unsurlarla bütünleşmesini mümkün kılar. Bu da geleneksel müze deneyimini dönüştüren daha derinlemesine bir katılım sağlamaktadır.

Katılım (Engagement):

Etkileşimli içeriklerle desteklenen sanal rehberler, ziyaretçilerin dikkatini çekmekle kalmaz, aynı zamanda deneyime bağlılıklarını da artırmaktadır. Bu katılım; dikkat çekici unsurlar (attractors), ilgiyi sürdüren içerikler (sustainers) ve ziyaretçiyle bağ kuran yapılar (relaters) aracılığıyla desteklenmektedir.

Bağlamsallaştırma (Contextualisation):

Dijital rehber sistemleri, sergilenen eseri tarihsel ve kültürel bir bağlama oturtarak anlamlandırma sürecini kolaylaştırmaktadır. Üç boyutlu modeller, animasyonlar ve görsel anlatımlar, eserin yalnızca biçimsel değil, anlamsal katmanlarını da izleyiciye sunmaktadır.

Kişiselleştirme (Personalisation):

Kullanıcının ilgi alanlarına, dil tercihlerine veya etkileşim düzeyine göre içeriklerin özelleştirilebilmesi, sanal rehber sistemlerinin öğrenme süreçlerini bireye özel hâle getirmesini sağlamaktadır.

İletişim ve Etkileşim (Communication / Interaction):

HoloLens gibi cihazlarla entegre çalışan sanal rehberler, sesli komutlar, el hareketleri, göz teması gibi etkileşim türlerini destekleyerek daha doğal ve kullanıcı dostu bir deneyim sunmaktadır. Bu iki yönlü etkileşim, yalnızca bilgi aktarımını değil, aynı zamanda kullanıcı geri bildirimini de mümkün kılmaktadır.

Görsel Artırımlar (Visual Augmentations):

Karma gerçeklik sistemleri, bilgi sunumunu görselleştiren grafikler, hologramlar ve artırılmış bilgi katmanları aracılığıyla kullanıcı algısını derinleştirir. Bu da soyut kavramların somutlaştırılmasına olanak tanır.

İşitsel Artırımlar (Audio Augmentations):

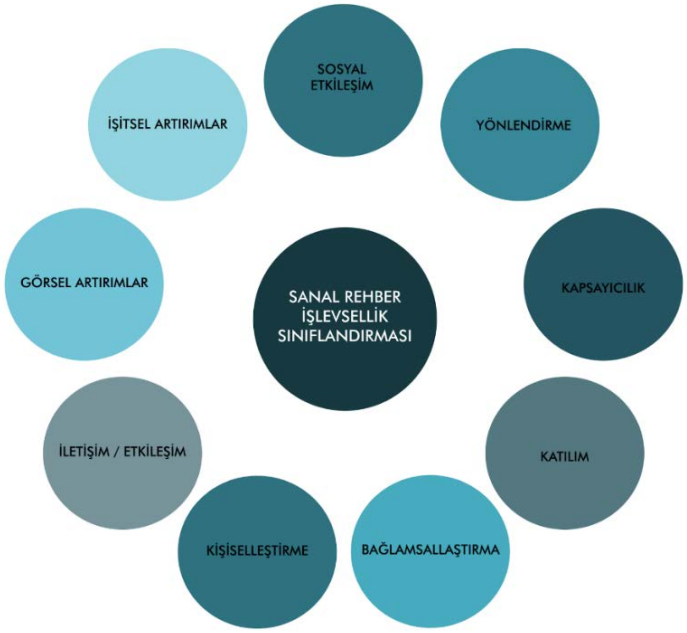
Hikâye anlatımı temelli sesli rehberlik, ziyaretçilerin dikkatini sürdürmesine ve içerikle duygusal bir bağ kurmasına olanak sağlamaktadır. Anlatılar, deneyimi yalnızca bilgilendirici değil, aynı zamanda eğitsel ve duygusal olarak da zengin kılmaktadır.

Sosyal Etkileşim (Social Interaction):

Sanal rehber sistemleri, kullanıcılar arasında doğrudan olmasa da ortak bir deneyim zemini sunarak sosyal bağlılık hissini güçlendirmektedir. Rehberli grup gezileri ya da avatarlar aracılığıyla sunulan içerikler, kolektif deneyimi destekleyen yapılarla bütünleşmektedir.

Bu unsurlar, sanal rehber sistemlerini yalnızca dijital bilgilendirme araçları olmaktan çıkararak, çok duyulu, kişiselleştirilmiş ve etkileşimli kültürel deneyimler sunan birer arayüz haline getirmektedir (Hammady, 2019).

Şekil 46. Sanal Rehber Sistemlerinin İşlevsel Özellikleri



Kaynak: Hammady, 2019

3.3. Sanal Rehberlerin Geliştirilmesi Üzerine Yapılan Çalışmalar

Müze ve kültürel miras alanlarında rehberlerin kullanımı, özellikle mentor ve Yol Gösterici gibi roller bağlamında ele alınmaktadır (Best, 2012; Cohen, 1985; Zhang & Chow, 2004). Bu bağlamda birçok çalışma, tur rehberlerinin rolüne ve ziyaretçilerin nasıl eğitilebileceğine odaklanmıştır (Hooper-Greenhill, 1999; Pond, 1993). Örneğin, Best (2012), müze ziyaretçilerinin eğitim deneyimini geliştirmek amacıyla artırılmış gerçeklik rehberlerini tercih ettiğini ortaya koymuştur.

Dijital rehber sistemlerinin gelişimi, artırılmış gerçeklik , yapay zeka ve konum tabanlı hizmetler gibi yeni teknolojilerle desteklenmektedir. Best (2012), çağdaş dijital rehberlerin geçmişteki ‘oynat, duraklat, oynat’ sesli rehberlerden çok daha ileri bir seviyeye geçtiğini belirtmektedir. Bu sistemler, kullanıcının tercihlerine göre kişiselleştirilmiş içerikler sunabilmekte ve konum teknolojileri kullanılarak ziyaretçinin galerideki veya bir turistik bölgedeki konumuna göre içerik sağlamaktadır. Örneğin, Tate Modern Multimedya Turu (Londra) ve BT MySpace uygulamaları, ziyaretçilere dinamik içerikler sunarak interaktif bir deneyim yaratmaktadır.

Bununla birlikte, yapay zeka destekli rehber sistemleri giderek daha fazla ilgi görmekte ve ziyaretçilerin davranışlarını analiz ederek onların ilgi alanlarına uygun öneriler sunmaktadır (Kopp vd., 2005). Örneğin, sanal rehberler, ziyaretçilerin önceki etkileşimlerine dayanarak onlara en çok ilgilendikleri sergileri önerebilmekte veya sesli komutlarla bilgi sağlamaktadır (Ardissono vd., 2012).

Sanal rehber sistemleri üzerine yapılan akademik çalışmalar, bu sistemlerin nasıl daha verimli hale getirilebileceğine dair çeşitli öneriler sunmaktadır. Örneğin, Bennewitz ve diğerleri (2005), müze rehberliğinde kullanılabilecek bir insansı robot sistemi geliştirmiştir. Bu sistem, sanal rehberlere benzer şekilde, kullanıcının sesli ve görsel girdilerine tepki vererek etkileşimi özelleştirmektedir.

Bir diğer çalışma olan Reitmayr ve Schmalstieg (2004), Viyana'da kullanılan konum tabanlı bir sanal tur rehberi uygulamasını incelemiştir. Bu sistem, ziyaretçilere navigasyon desteği sağlamakta, turistik alanlarda yönlendirme yapmakta ve kullanıcılar arasında etkileşim kurulmasına olanak tanımaktadır.

Keil ve diğerleri, *House of Olbrich* adında bir mobil rehber uygulaması geliştirmiştir. Bu yapı, II. Dünya Savaşı sırasında zarar görmüş ve yalnızca kısmen restore edilmiştir (Keil vd., 2011). Şekil 47'de de gösterilen uygulama, yüksek işlem gücü gerektiren görevleri bulut sistemlerine yönlendirerek güçlü ve güvenilir bir üç boyutlu özellik tanıma ve görselleştirme imkânı sunmuştur. Kullanıcılar, binanın fotoğrafını çekerek mimari tasarımı, tarihi ve eski fotoğraflar gibi detaylı bilgilere erişebilmişlerdir. Ayrıca, yapı cephesine eski fotoğraflar ve planlar eklenerek tarihsel süreç görselleştirilmiştir. Ancak, bu yaklaşım sürekli bir kablosuz bağlantı gerektirdiğinden, bağlantı maliyetleri ve iki ila üç saniyelik gecikmeler gibi teknik sınırlamalar barındırmıştır.

Şekil 47. *House of Olbrich* Adlı Uygulamadan Sahneler

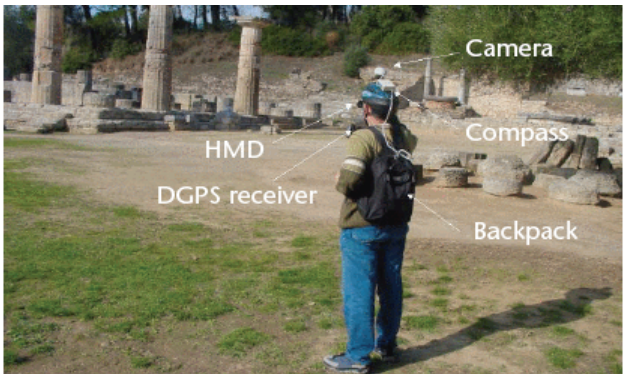


Kaynak: Igeedee, 2011

Bunun yanı sıra, sanal rehberlerin eğitim süreçlerinde nasıl daha verimli hale getirilebileceği de araştırmalarda ele alınmaktadır. Raptis ve diğerleri (2017), müzelerde artırılmış gerçeklik destekli rehber sistemlerinin oyunlaştırma öğeleriyle desteklendiğinde ziyaretçi katılımını artırdığını göstermiştir. Oyunlaştırma unsurlarının artırılmış gerçeklik rehberleri ile birleşmesi, kullanıcıların yalnızca bilgi edinmesini değil, aynı zamanda sürece aktif olarak dahil olmalarını sağlamaktadır.

Sanal tur rehberi konsepti, dijital teknolojilerin gelişimiyle birlikte uzun bir yol kat etmiş ve günümüzde yaygın bir uygulama alanı bulmuştur. Artırılmış gerçeklik teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, geniş alanlara yayılan tarihi mekânlarda sanal rehberlik sistemleri tasarlanmaya yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu konudaki ilk araştırmalar 2000'li yılların başlarına kadar uzansa da, günümüzde hala farklı sistemlerin geliştirildiği görülmektedir. Vlahakis ve diğerleri (2002) tarafından gerçekleştirilen Archeoguide adlı öncü çalışma, Yunanistan'daki Olympia arkeolojik alanında kapsamlı bir sesli ve görsel rehber altyapısının kurulmasını amaçlamıştır (Vlahakis vd., 2002). Bu sistemde ziyaretçilerin başa takılan ekranlar kullanarak ve sırt çantalarında taşıdıkları dizüstü bilgisayarlar aracılığıyla artırılmış gerçeklik teknolojisi ile yeniden inşa edilen alanı deneyimlemeleri hedeflenmiştir. Ancak, o dönemdeki teknolojik kapasitenin yetersizliği nedeniyle proje prototip aşamasında kalmıştır.

Şekil 48. Archeoguide Artırılmış Gerçeklik Baş Üstü Ekranı ve Dizüstü Bilgisayar Kullanan Gezici Bir Kullanıcı Örneği

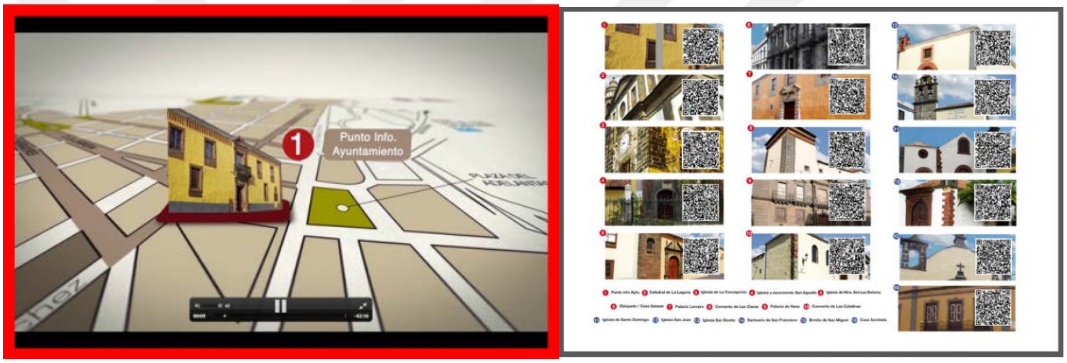


Kaynak:Vhalakis vd., 2001

Benzer şekilde, Fino ve diğerleri (2013), İspanya'nın San Cristóbal de La Laguna şehrinde, turistlerin şehir ziyaretlerinde kullanabilecekleri *Laguna QR* isimli mobil tabanlı bir tur rehberi geliştirmiştir (Bkz. Şekil 49). Çalışmada, Web 2.0, artırılmış gerçeklik ve QR kodlarını entegre eden bir sistem tasarlanmıştır. Uygulama, şehrin

tarihi ve kültürel mirasını tanıtmayı amaçlayarak, Dünya Miras Listesi'nde yer alan en önemli iki güzergâhı ele almıştır. Kullanıcılara, tarihi binaları gösteren bir rota ile üç boyutlu animasyonları içeren videolar sunulmuş, bu sayede ziyaretçilere daha zengin ve etkileşimli bir deneyim sağlanmıştır. Şehrin sembolik yapıları modellenerek, tarihi alan boyunca bir yürüyüş turu tasarlanmıştır. Ayrıca, her bina için oluşturulan QR kodları sayesinde, kullanıcılar akıllı telefonlarıyla kodları tarayarak, proje kapsamında geliştirilen web sitesinde yer alan metinsel ve multimedya bilgilere erişebilmekte ve artırılmış gerçeklik uygulaması aracılığıyla tur boyunca yönlendirilmektedir. Ancak, etkileşim yalnızca şehirdeki turizm ofisi tarafından sağlanan haritalardaki QR kodları ile sınırlı olduğundan, kullanıcıların gerçek dünya ile doğrudan etkileşime girmesi mümkün olmamıştır.

Şekil 49. *Laguna QR* Uygulamasından Görüntüler

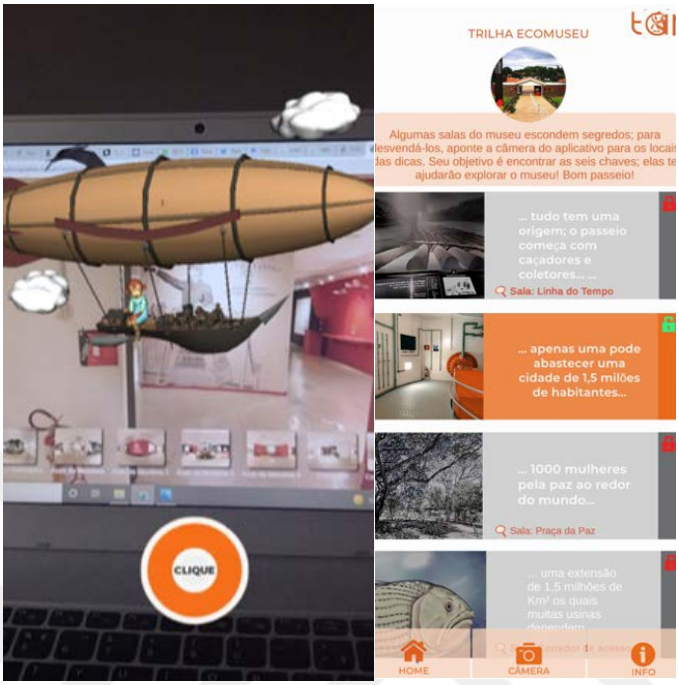


Kaynak:Fino vd., 2013

Teixeira ve diğerleri (2021), artırılmış gerçeklik tabanlı sanal rehberlerin müze ziyaretçileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmalarında, Foz do Iguaçu'daki Ecomuseu'da geliştirilen bir prototip üzerinden ziyaretçi deneyimini iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Bu sanal rehber, müzenin çeşitli noktalarına yerleştirilen artırılmış gerçeklik öğeleri ile ziyaretçilere etkileşimli bilgi sunarak öğrenme, dalma ve sergi ile etkileşim boyutlarını artırmayı hedeflemiştir. Uygulama, kullanıcıların giriş yaparak harici bir veritabanından bilgileri mobil cihazlarına yüklemeleriyle çalışır ve internet bağlantısı olmadan müze gezmelerine olanak tanır. Ziyaretçiler, belirli işaretleyicileri telefonlarının kamerasıyla tarayarak ilgili üç boyutlu modelleri görüntüler ve bu süreçte görevleri tamamlayarak bilgi edinirler. Oyunlaştırma unsurları arasında belirli görevlerin tamamlanması, sanal bir maskotun yakalanması ve görev sonrası soruların yanıtlanması yer alır. Bu etkileşimli mekanizmalar, ziyaretçilerin müzeyi keşfetmesini teşvik ederek deneyimlerini daha eğlenceli ve öğretici hale getirir. COVID-19

pandemisi nedeniyle uygulama sanal ortamda test edilmiş ve kullanıcılar tarafından olumlu geri bildirimler alınmıştır.

Şekil 50. *Ecomuseu* Adlı Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehberi Uygulamasının Ekran Görüntüleri



Kaynak: Teixeira vd., 2021

Zikky M. ve arkadaşlarının (2024) çalışması, Surabaya'daki miras alanlarına yönelik artırılmış gerçeklik tabanlı bir turizm rehberlik uygulaması geliştirmiş ve bu uygulamanın kullanıcı deneyimini nasıl dönüştürdüğünü incelemiştir. Çalışmada, COVID-19 pandemisinin turizm sektörüne getirdiği zorluklara çözüm olarak, GPS navigasyonu ve artırılmış gerçeklik oyunlaştırma özellikleriyle desteklenen bir mobil uygulama önerilmiştir. Sonucunda oyunlaştırma ve artırılmış gerçeklik unsurları sayesinde kullanıcıların uygulamaya olan ilgisi ve etkileşimi arttığı ve kullanıcıların, sanal nesneleri toplama ve görevleri tamamlama gibi oyunlaştırılmış öğelerle daha fazla motive olduğu ortaya konmuştur.

Turizm destinasyonları, küresel pazarda rekabetçi kalabilmek için mevcut mobil kullanım trendini takip ederek yeni teknolojilere sürekli yatırım yapmak zorundadır; Olsson ve Väänänen-Vainio-Mattila (2011) artırılmış gerçeklik teknolojilerinin geleneksel turistik rehberlerin yerini alarak, kişiselleştirilmiş rehberlik hizmetlerinin popülerleştiği hizmet sektöründe bir sonraki nesil rehber olarak konumlanabileceğini ileri sürmektedir. Nitekim, bu teknolojinin turizmdeki uygulamalarından biri olan

sanal rehberler, müzelerde ziyaretçilerin sergilerle daha etkileşimli bir deneyim yaşamasına olanak tanımakta ve sanat eserlerini farklı bakış açılarıyla keşfetmelerini sağlamaktadır (Damala vd., 2007).

4. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBER UYGULAMALARI VE ÖRNEK ÇALIŞMALAR

Artırılmış gerçeklik teknolojisi, son yıllarda kültürel miras alanında yeni anlatım biçimleri ve etkileşim olanakları sunarak müze deneyimini dönüştürme potansiyeli taşıyan bir araç haline gelmiştir. Özellikle sanal rehber uygulamaları, ziyaretçilere daha kişiselleştirilmiş, katılımcı ve katmanlı bir deneyim sunmak amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojilerinden faydalanmaktadır. Bu bağlamda, dünya genelinde farklı müze, sergi ve kültürel etkinliklerde uygulanmış artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber projeleri, hem teknolojik yenilikler hem de kullanıcı deneyimi açısından incelenmeye değer örnekler sunmaktadır.

Bu bölümde, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber uygulamaları kapsamında gerçekleştirilmiş bazı seçili projeler detaylı bir biçimde ele alınacaktır. Çalışmada incelenen projeler, kültürel veya sanatsal bağlamda konumlanmış olmaları, sanal rehber karakter ya da maskot içermeleri, kullanıcıyı mekânda yönlendiren interaktif bileşenler barındırmaları ve artırılmış gerçeklik teknolojisinden anlamlı bir şekilde yararlanmaları gibi temel ölçütler doğrultusunda seçilmiştir. Ayrıca bu projelerin, geliştirilecek pilot uygulama açısından ilham verici yönleri barındırması ve farklı coğrafi/kültürel bağlamlarda nasıl çözümler üretildiğini göstermesi açısından da değerli olduğu düşünülmektedir.

İncelemede her bir uygulama; kullanılan artırılmış gerçeklik teknolojisinin türü (örneğin marker tabanlı, konum tabanlı, yüz tanıma vb.), sanal rehber karakterin tasarımı (görsel stil, mizansen, yönlendirme biçimi), kullanıcıyla kurduğu etkileşim biçimi (dokunsal, sesli, görsel yönlendirme), içerik sunum yöntemleri (bilgilendirme, oyunlaştırma, hikâyeleştirme) ve genel kullanıcı deneyimi gibi başlıklar altında değerlendirilecektir. Bunun yanı sıra, uygulamaların görsel tasarım dili, arayüz sadeliği, hedef kitleye uygunluk ve erişilebilirlik gibi ölçütleri de dikkate alınacaktır.

Bu analizler aracılığıyla, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber uygulamalarının hangi yönlerinin etkili olduğu, hangi alanlarda geliştirmeye açık olduğu ve farklı bağlamlardaki uygulama stratejilerinin ne tür farklılıklar içerdiği ortaya konulacaktır.

Böylece hem alan yazındaki örneklerin sistematik bir biçimde değerlendirilmesi sağlanacak, hem de bu tez kapsamında geliştirilecek pilot uygulamanın tasarım süreci için sağlam bir zemin oluşturulacaktır.

4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehber Uygulamalarına Örnekler

4.1.1. Taiwan Lantern Festivali

Tayvan Fener Festivali, Tayvan'ın dünya çapında tanınan ve fener günü etkinlikleri arasında önemli bir yere sahip olan bir festivaldir. Fener Festivali, Bahar Festivali'nden sonraki ilk dolunayın görüldüğü gündür. Tayvan, 1990'dan beri her yıl Fener Festivali'nde fener sergileri düzenlemektedir (Tourism Bureau, t.y.). Festival, gerçekleştirildiği şehirlerin kültürel kimliğini yansıtmakta, turizmi canlandırmakta ve Tayvan'ın geleneksel fener kültürünü dünya çapında tanıtmaktadır. 2020 yılında düzenlenen festivalde, fener gösterisinin yanı sıra ışık performansları, kültürel geçit törenleri ve çeşitli etkileşimli öğeler içermiştir (Tourism Bureau, t.y).

Bu öğeler arasında, ziyaretçilerin katılımına olanak tanıyan sürükleyici projeksiyonlar ve sanal gerçeklik deneyimleri yer almaktadır. Bu deneyimsel aktiviteler, oyun dışı bir bağlamda oyun öğeleri ve mekanikleri içermektedir. 2020 yılının Çin takvimine göre fare yılı olması sebebiyle, festivale katılan ziyaretçilere bir fare feneri yapımı için kendin yap (Do It Yourself-DIY) seti sunulmuştur. Festival, 8-23 Şubat 2020 tarihleri arasında Taichung'da gerçekleştirilmiş olup, toplamda 11,82 milyon ziyaretçi çekmiştir (Tourism Bureau, t.y.).

Fener Festivali, aynı zaman diliminde gerçekleşen bir dizi etkinlikle ilgili bir turizm festivali olmuştur. Her festival, din, kültür ve eğlencenin kolektif bir etkinliğini temsil etmektedir. Bu kültürel koruma, somut olmayan gelenekler için önemli önlemler oluşturmuştur (Shih N.J., Chen T.Y., 2022).

Şekil 51. *Marq+* Adlı Uygulamadan Ekran Görüntüleri



Kaynak: ARPlanet SG, 2020

Teknolojik Altyapı ve Artırılmış Gerçeklik Kullanımı

Taiwan Lantern Festival 2020, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile gerçek zamanlı konum tabanlı hizmetleri (Location-Based Service-LBS) birleştirerek, *Mouse Gets Married* adlı klasik halk hikâyesi aracılığıyla teknolojik yenilik ile geleneksel folkloru özgün bir biçimde bütünleştirmiştir. Bu etkileşimli deneyimde, fare damat karakteri, ziyaretçilere festival alanında rehberlik ederek fare gelini bulmalarına yardımcı olmakta; deneyim, artırılmış gerçeklik aracılığıyla sunulan havai fişek gösterisi ile son bulmaktadır. Katılımcılar, festival temalı artırılmış gerçeklik fotoğraf çerçeveleri ile deneyimlerini belgeleme ve kişisel anılar oluşturma imkânı da elde etmektedir.

Festival alanını ziyaret eden katılımcılar, artırılmış gerçeklik tabanlı navigasyon sistemi aracılığıyla belirlenmiş on farklı manzara noktasının koordinatlarına erişim sağlamaktadır. Bunun yanı sıra, katılımcılar mobil cihazları üzerinden sisteme giriş yaparak hem hazine avı temelli görevleri tamamlamakta hem de ödül çekilişine katılma hakkı elde etmektedir.

Festivalde kullanılan artırılmış gerçeklik sistemi için marq+ adlı uygulama kullanılmaktadır. Festival alanında artırılmış gerçeklik sistemini destekleyen marq+ adlı uygulama, ziyaretçileri sadece belirli noktalar arasında yönlendirmekle kalmayıp, aynı zamanda oyunlaştırılmış mobil rehber sistemi ile festival hakkında bilgilendirme yapmıştır. Bu uygulama, gerçek zamanlı konum verilerini kullanarak ziyaretçilerin rotalarını optimize etmiş ve festival boyunca daha anlamlı bir deneyim yaşamalarına olanak tanımıştır. Bulmaca oyunundaki görev tasarımı, geleneksel bir hikayeye dayanmaktadır, tarihi bilgilerin anlaşılmasını artırmak için hikaye planlarını manzara noktalarına yerleştirmiştir. Hikaye anlatımı genellikle artırılmış gerçeklik uygulamalarında benimsenir. İnsanlar, bir hikaye aracılığıyla iletildiğinde bilgileri zihinsel olarak daha verimli bir şekilde işleyebilir ve düzenleyebilir (Evagelou vd., 2024). LBS sistemi, ziyaretçilerin mekana dair farkındalıklarını artırırken, etkileşimli görevler aracılığıyla festival alanında daha derin bir keşif yapmalarına olanak tanımıştır.

Bu deneyim, artırılmış gerçekliğin eğitimsel ve eğlenceli yönlerini birleştirerek katılımcıların deneyimini zenginleştirmiştir aynı zamanda ziyaretçilerin yalnızca izleyici değil, etkin bir katılımcı olmasını sağlamıştır.

4.1.2. Institute Of Contemporary Art San Diego

Another Reality Studio, Institute of Contemporary Art San Diego'daki *Gabriel Rico: Unity in Variety* sergisi için artırılmış gerçeklik tabanlı bir sanal tur rehberi geliştirmiştir. 24 Eylül 2021 - 23 Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleşen sergi, pandemi dönemini ve insanın doğa ile olan ilişkisini sorgulayan çarpıcı eserler içermektedir. Sanatçının kullandığı çeşitli materyaller, doğanın ve insanın bir araya gelmesiyle oluşan dengeyi görsel bir dil aracılığıyla yansıtmaktadır (ICAS San Diego, t.y.)

Sanatçı; çağdaş kültür, doğa, bilim, fizik, felsefe ve tarihten esinlenen heykelleri, enstalasyonları ve şiirsel derlemeleriyle tanınmaktadır. Dallar, kayalar, porselen çiçekler ve eski cep telefonları gibi çeşitli gibi malzemeleri kullanarak, insan ile doğa arasındaki ilişkiyi sorgulayan topluma yönelik duyarlı eserler üretmektedir (ICAS San Diego, t.y.)

Şekil 52. *Unity in Variety* Adlı Sergiden Bir Kare



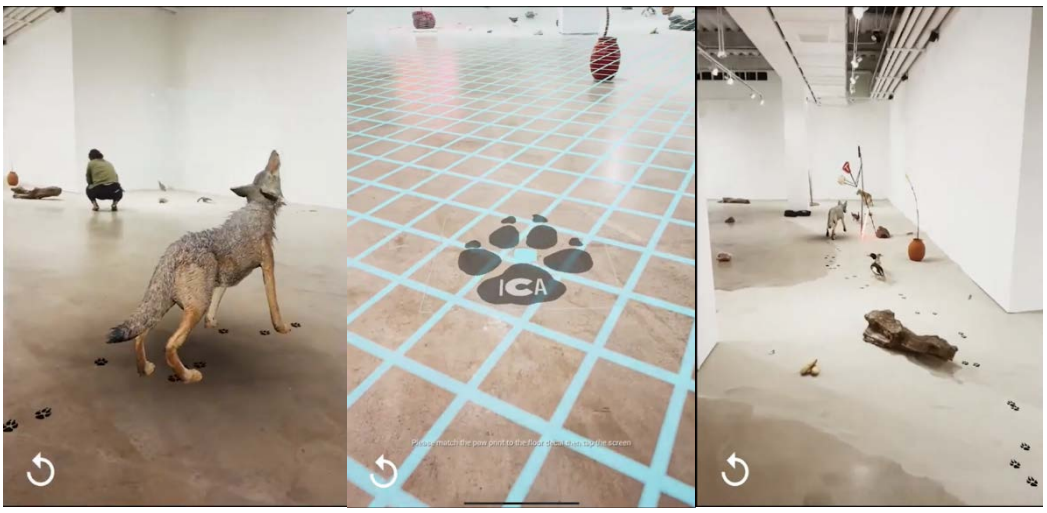
Kaynak: ICAS San Diego, t.y.

Another Reality Studio, bu sanat galerisindeki sergi için artırılmış gerçeklik rehberli turu geliştirmiştir. ICA San Diego adlı indirilebilir mobil uygulama, müşterileri bir sanat sergisinde yönlendiren dijital bir maskot içermektedir.

Teknolojik Altyapı ve Artırılmış Gerçeklik Kullanımı

Sanat galerisindeki artırılmış gerçeklik etkileşimi için ICA San Diego uygulamasını kullanmak gereklidir. Uygulama ilk olarak sahneyi kalibre etmek ve çakalın başlaması için sabit bir yol vermek üzere galeri zeminindeki fiziksel bir görüntüyü tanımaktadır. Tanındığında, çakal maskotu ortaya çıkmakta ve animasyonları entegre ederken sabit bir yolda hareket etmektedir.

Şekil 53. ICA San Diego Uygulamasından Ekran Görüntüleri



Kaynak: Another Reality Studio, 2022

Bu artırılmış gerçeklik rehber, ziyaretçilerin sergiyle etkileşime girmesine olanak sağlamak yerine, sergi alanında daha etkili bir şekilde dolaşmalarını amaçlamaktadır. Teknoloji, ziyaretçilere bir yön bulma kolaylığı sağlayarak fiziksel alanı daha verimli kullanmalarına imkan vermektedir. Ziyaretçilerin sergiyi keşfetme sürecini kontrol etmek, bu artırılmış gerçeklik rehberin asıl işlevi olarak öne çıkmaktadır. Sanat eserlerine dair doğrudan bilgi sunmasa da, sergi alanındaki bu yönlendirme, ziyaretçilerin mekânın içinde kaybolmadan, belirli bir rotada ilerlemelerine yardımcı olmaktadır.

Sanat eserleriyle doğrudan bir etkileşim veya eserler hakkında ek bilgi sunmaması, artırılmış gerçeklik destekli rehberin deneyimi daha çok mekânsal bir rehberlik düzeyinde tuttuğunu göstermektedir. Bu nedenle, artırılmış gerçeklik teknolojisinin burada sanat deneyimini derinleştirmekten ziyade, ziyaretçilere görsel bir yol gösterici olarak işlev gördüğü söylenebilir.

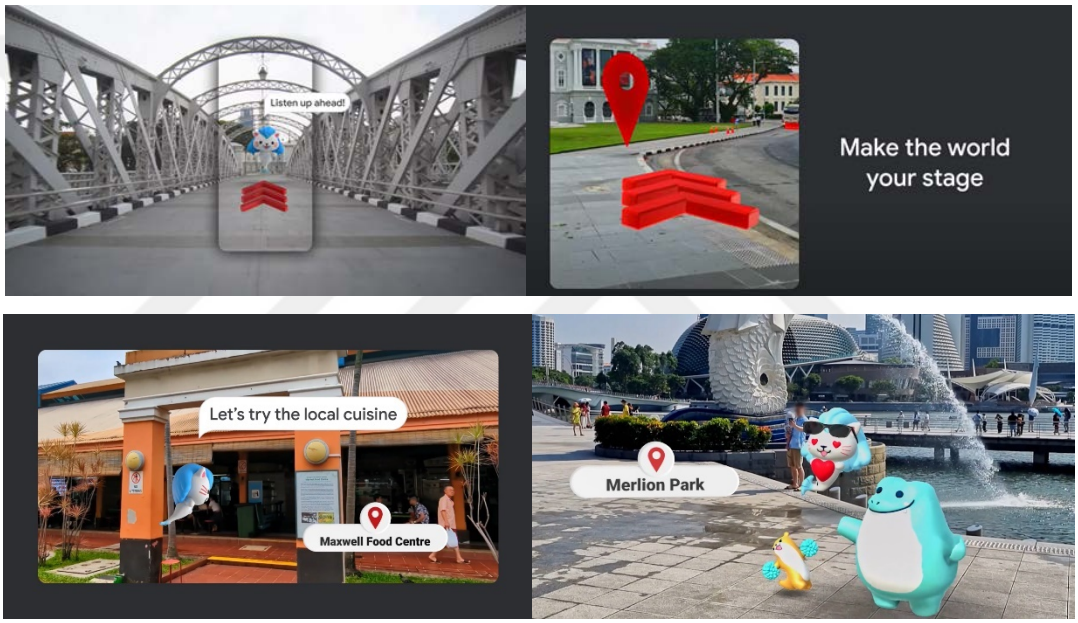
4.1.3. Singapur Turizm Kurulu

Singapur Turizm Kurulu (Singapore Tourism Board), artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanarak şehirdeki turistik deneyimi dönüştürmeyi amaçlayan yenilikçi bir proje oluşturmuştur. Google ARCore ve Unity platformları kullanılarak oluşturulan bu proje, ziyaretçilere Singapur'un önemli turistik noktalarını ve gizli kalmış değerlerini sanal bir rehber eşliğinde keşfetme fırsatı sunmaktadır. Kullanıcılar, VisitSingapore Travel Guide adlı uygulamayı telefonlarına indirerek Singapur'u sanal bir rehber aracılığıyla deneyimleyebilmektedirler (Silva, 2023).

Bu projeyle kullanıcılar hem kültürel hem de tarihi bilgiler edinirken, aynı zamanda yerel yemekler gibi turistik unsurları da interaktif bir şekilde deneyimleyebilmektedir. Rehberli tur boyunca, Singapur'un resmi turizm maskotu Merli, ziyaretçilere şehrin ikonik yapılarını tanıtarak kullanıcıya rehberlik etmektedir (Silva, 2023).

Singapur'un maskotu Merli, bu projede ziyaretçileri sanal bir rehber olarak yönlendirmektedir. Merli, ikonik Merlion Park'tan başlayarak Victoria Tiyatrosu ve Konser Salonu gibi önemli yapıları ziyaretçilere tanıtır (Silva, 2023). Bu rotada Merli, sadece mekanları gezdirmekle kalmaz, aynı zamanda ziyaretçilere artırılmış gerçeklik teknolojisiyle desteklenen kültürel ve tarihsel bilgileri aktarmaktadır.

Şekil 54. *Visitsingapore Travel Guide* Adlı Uygulamadan Ekran Görüntüleri

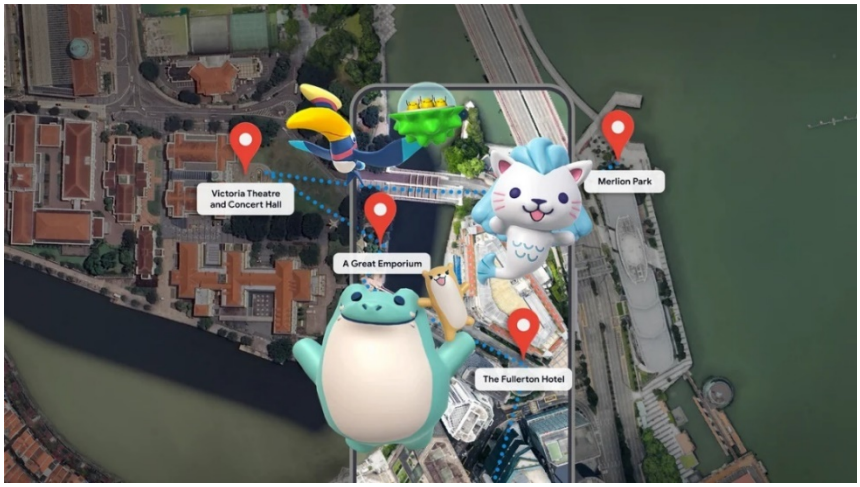


Kaynak: Google AR & VR, 2023

Teknolojik Altyapı ve Artırılmış Gerçeklik Kullanımı

Projenin temelini oluşturan teknolojiler Google ARCore ve Unity'nin Geospatial Creator aracıdır. Bu araçlar, şehirdeki önemli turistik alanların dijital olarak haritalanmasını ve artırılmış gerçeklik aracılığıyla bu mekanların ziyaretçilere sunulmasına imkan vermektedir. ARCore platformu, ziyaretçilerin bulunduğu konuma göre, gerçek dünya ile dijital içeriği entegre ederek sanal rehber Merli'nin belirli rotalarda kullanıcıya eşlik etmesini sağlamaktadır. Bu dijital rehberlik, fiziksel gezinti sırasında şehrin tarihi ve kültürel değerlerinin daha etkileşimli ve öğretici bir şekilde sunulmasına yardımcı olmaktadır (Silva, 2023).

Şekil 55. *Visitsingapore Travel Guide* Uygulaması Merli Karakteri



Kaynak: Lai, 2024

4.2. Genel Değerlendirme ve Yorumlar

Her bir proje, artırılmış gerçeklik teknolojisini farklı amaçlarla ve yöntemlerle entegre ederek kullanıcılarına etkileşimli deneyimler sunmaktadır. Bu bölüm, projelerin oyunlaştırma ve interaktivite, kullanılan teknolojiler, arayüz tasarımı ve görsel kullanım gibi dört temel kategori üzerinden incelenmesini içermektedir. Bu kategorilere dair bulgular şu şekilde özetlenmiştir:

Oyunlaştırma ve İnteraktivite:

- Taiwan Lantern Festival, oyunlaştırma unsurları (görevler, ödüller ve etkileşimli hikayeler) ile kullanıcıların katılımını artırmıştır.
- Institute of Contemporary Art San Diego, oyunlaştırma unsurları içermemekte, ancak mekânsal rehberlik sunarak sergi alanında ziyaretçilerin yönlendirilmesine odaklanmıştır.
- Singapore Tourism Board, Merli maskotu üzerinden oyunlaştırma ve interaktif rehberlik sunarak, turistlerin ilgi odağını artırmıştır.

Kullanılan Teknolojiler:

- Taiwan Lantern Festival'de konum tabanlı hizmetler LBS ve SLAM teknolojisi kullanılmıştır.
- ICA San Diego'da statik görüntü tanıma ve animasyon özellikleriyle artırılmış gerçeklik destekli rehberlik sağlanmıştır.
- Singapore Tourism Board, Google ARCore ve Geospatial Creator platformlarını entegre etmiştir.

Arayüz Tasarımı:

- Taiwan Lantern Festival ve Singapore Tourism Board uygulamaları, kullanıcı dostu arayüzleriyle kolay gezinme ve bilgilendirme sağlamıştır.
- ICA San Diego'nun mobil uygulaması, kullanıcıları yalnızca mekânsal olarak yönlendirmek üzerine bir tasarım benimsemiştir.

Görsel Kullanım:

- Taiwan Lantern Festival, artırılmış gerçeklik havai fişekler ve etkileşimli görsellerle görselliği ön planda tutmuştur.
- ICA San Diego, daha minimalist bir görsel yaklaşım benimsemiş ve odak noktası navigasyon olmuştur.
- Singapore Tourism Board, Merli maskotu ile görsel anlatımı zenginleştirmiştir.

Tablo 1.Seçilen Artırılmış Gerçeklik Destekli Sanal Rehber Uygulamalarının Tasarım Özelliklerine Göre Karşılaştırması

Kriterler	**Taiwan Lantern Festival**	**Institute Of Contemporary Art San Diego**	**Singapore Tourism Board**
Kullanılan Teknolojiler	AG, LBS, SLAM	AG, Surface Tracking	AG, LBS,SLAM
Oyunlaştırma	Evet. Görevler ve ödüllerle katılım artırılır; kullanıcı, etkileşimli görevler tamamlar.	Hayır. Oyunlaştırma unsurları içermez; yalnızca rehberlik sağlanır.	Evet. Etkileşimli görevler ve keşiflerle şehir içinde oyunlaştırılmış deneyim sağlar.
İnteraktivite	Kullanıcılar sanal rehber ile etkileşime geçer, yön bulma ve sanal ögelerle dolu dinamik bir deneyim sunar.	AG rehberiyle sanatsal bilgiye erişim sağlar; interaktif öğeler sınırlıdır.	Konum tabanlı içeriklerle kullanıcıların etkileşimde bulunabileceği artırılmış gerçeklik destekli rehberliği.
Arayüz Tasarımı ve Görsel Kullanımı	Aydınlatma, projeksiyon ve renkli üç boyutlu içeriklerle kullanıcıyı içine çeken tasarım.	Artırılmış gerçeklik destekli rehber basit arayüzle sanat eserlerine odaklanır; animasyon az.	Kullanıcı dostu arayüz, şehir rehberliği için simge yapılar ve yerel bilgilerle görsel odak.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Taiwan Lantern Festival, Institute Of Contemporary Art San Diego, ve Singapore Tourism Board projeleri, artırılmış gerçeklik teknolojisini farklı şekillerde kullanarak sanal rehberlik deneyimlerini zenginleştirmiştir. İncelenen projeler, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin farklı uygulama biçimlerini ortaya koymaktadır. Bu projelerde kullanılan teknolojiler, LBS, SLAM ve ARCore gibi yenilikçi çözümleri kapsamaktadır. Ancak, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kapsamı bu çalışmayla sınırlı değildir. Literatürde, artırılmış gerçekliğin yüz tanıma, artırılmış ses, holografik projeksiyon gibi daha geniş bir yelpazede kullanıldığı örnekler de bulunmaktadır.

Taiwan Lantern Festival'de, konum tabanlı hizmetler LBS ve SLAM teknolojisi kullanılarak kullanıcıların festival alanındaki konumları tespit edilmiştir. Bu, gerçek zamanlı rehberlik sağlamış ve kullanıcıların festival alanında yönlendirilmesine olanak vermiştir. Oyunlaştırma unsurlarıyla (örneğin, görevler ve ödüller) etkileşim artırılmıştır. Ziyaretçiler, görevler tamamlayarak hem kültürel mirasla etkileşimde bulunmuş hem de festival alanını keşfetmiştir. Bu, artırılmış gerçekliğin kullanıcıların deneyimlerini oyunlaştırma yoluyla daha ilgi çekici hale getirdiğini göstermektedir. Teixeira ve diğerlerinin (2021) çalışması, artırılmış gerçeklik teknolojisinin interaktif öğelerle nasıl oyunlaştırılabileceğini ve bunun kullanıcı katılımını artırmadaki etkilerini incelemiştir. Bu çalışma, görevler ve ödüller gibi oyunlaştırma unsurlarının kullanıcı etkileşimini artırdığına dair bulgular ortaya koymaktadır. Taiwan Lantern Festival örneği, oyunlaştırma ve etkileşimin artırılmasında teknolojisinin potansiyelini somut bir şekilde gözler önüne sermektedir. Festivalde kullanılan konum tabanlı hizmetler ve etkileşimli görevler, ziyaretçilerin kültürel mirasla bağlantı kurmasını sağlarken, katılımcıların oyunlaştırılmış deneyimlere olan ilgisini artırmıştır. Bu uygulama, önceki çalışmalarda belirtilen teorik temalarla paralellik göstermektedir ve artırılmış gerçekliğin kullanıcı deneyimini zenginleştirmedeki etkisini güçlendiren bir örnek sunmaktadır. Kullanıcıların festival alanını keşfetmeleri için basit ve sezgisel bir navigasyon arayüzü sunulmuştur. Artırılmış gerçeklik harita, görevlerin tamamlanmasında ve ödüllerin kazanılmasında yol gösterici bir işlev görür. Görseller ise, festivalin temasıyla uyumlu olarak, kullanıcıları görsel olarak cezbetmek için tasarlanmıştır. Artırılmış gerçeklik öğeleri, fiziksel mekanla entegrasyonlu bir şekilde görsel açıdan zenginleştirilmiştir.

Institute Of Contemporary Art San Diego projesinde, sanat galerisi bağlamında artırılmış gerçeklikteknolojisini kullanarak rehberli tur uygulaması oluşturulmuştur.

Bu projede oyunlaştırma unsurları bulunmamaktadır. Artırılmış gerçeklik, ziyaretçilere sergi alanında yönlendirme yapmak ve eserler hakkında bilgi sağlamak amacıyla kullanılmıştır. İnteraktivite sınırlı olmuştur. Artırılmış gerçeklik için daha basit bir uygulama kullanılmıştır. Rehber, kullanıcıları fiziksel sergi alanında yönlendirmeye odaklanmıştır. Burada kullanılan teknoloji, ziyaretçi deneyimini yönlendiren görsel bir araçtır ancak daha az etkileşim ve bilgi sunumu odaklıdır. Artırılmış gerçeklik rehberliği, sergi alanındaki yönlendirmeyi optimize etmek amacıyla kullanılmıştır. Burada arayüz daha minimaldir ve sanat eserlerine dair bilgi sunmaktan çok, mekânsal rehberlik sağlamaya yöneliktir.

Singapore Tourism Board ise artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanarak şehrin önemli kültürel ve tarihi noktalarının keşfedilmesine olanak tanımıştır. Oyunlaştırma unsurları ve interaktif rehberlik, turistlerin şehirdeki simge yapılar hakkında bilgi edinmelerini sağlarken, yerel kültür ve tarih hakkında da etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunmuştur. Artırılmış gerçeklik, şehrin önemli noktalarını keşfederken etkileşimli görevler ve turistik öğelerle zenginleştirilmiştir. Merli maskotu, kullanıcıları yönlendirirken şehrin tarihi ve kültürel bağlamını sunmaktadır. Bu da kullanıcıların aktif olarak katılmasını sağlamaktadır. Google ARCore ve Unity platformları kullanılarak şehrin önemli alanları dijital olarak haritalanmış ve artırılmış gerçeklik deneyimi sağlanmıştır. Bu, turistik noktaların keşfi için çoklu katmanlı bir artırılmış gerçeklik deneyimi sunmuş ve kullanıcıları şehri daha etkileşimli bir şekilde keşfetmelerine olanak tanıyan bir faktör olmuştur. Artırılmış gerçeklik navigasyonu ve interaktif tur, şehrin önemli yerlerine dair bilgi sunan bir arayüzle entegre edilmiştir. Merli maskotu, kullanıcıları yönlendirirken her nokta için bilgileri etkili bir şekilde sunmaktadır. Artırılmış gerçeklik görselleri, şehri daha çekici hale getirecek şekilde tasarlanmış ve simgesel yapılarla birleşmiştir. Merli maskotu, ziyaretçilere artırılmış gerçeklik üzerinden tarihsel bilgileri aktarırken görsel unsurlar şehri canlı ve çekici kılmaktadır.

Zikky ve arkadaşları (2024), artırılmış gerçeklik ve GPS gibi teknolojilerin bir arada kullanılmasının kullanıcı deneyimini geliştirdiğini ve miras alanlarında yönlendirme işlevini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Bu teknoloji kombinasyonu, Singapore Tourism Board'un konum tabanlı artırılmış gerçeklik rehberlik uygulamasına benzer şekilde, fiziksel mekan keşfini dijital bir deneyimle birleştiren etkili bir çözüm sunmaktadır.

Artırılmış gerçeklik projelerinde görsel unsurlar, dijital ve fiziksel dünyayı birleştiren bir köprü görevi görür. Azuma ve arkadaşlarının (2001) çalışmasında, artırılmış gerçekliğin gerçek dünyaya dijital içerik eklerken görsel tutarlılığı sağlamanın önemine vurgu yapılmıştır. Singapore Tourism Board'un Merli maskotunu kullanarak yerel kültürü görselleştirmesi, bu prensiplere uygun bir örnektir. Taiwan Lantern Festival'de kullanılan artırılmış gerçeklik havai fişek gösterisi ve Mouse Gets Married hikayesindeki görsel efektler, ziyaretçilerin dikkatini çekmeyi ve görsel bir hikaye sunmayı başarmıştır.

Bu bölümde, artırılmış gerçeklik teknolojisinin sanal rehber uygulamalarındaki kullanımına dair üç örnek proje incelenmiştir. Ele alınan projeler, artırılmış gerçekliğin nasıl entegre edildiğini, hangi amaçlarla uygulandığını ve kullanıcılara sunduğu etkileşimli deneyimleri analiz etmiştir. Singapore Tourism Board, Institute Of Contemporary Art San Diego ve Taiwan Lantern Festival projelerinin, artırılmış gerçekliğin kullanıcı deneyimlerini derinleştirmek, mekânsal farkındalığı artırmak ve kültürel hikayeleri dijital olarak sunmak gibi farklı yönlerde nasıl işlev kazandığını ortaya koymaktadır.

Artırılmış gerçekliğin sunduğu sürükleyici deneyimler, kullanıcıları fiziksel alanların ötesine taşımış ve etkileşimli rehberlik imkanlarıyla yeni bir keşif yöntemi sunmuştur. Bu anlamda artırılmış gerçeklik kullanımı, geleneksel rehberlik yaklaşımlarına yeni bir boyut kazandırmaktadır. Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların yalnızca bilgiyi pasif bir şekilde tüketmelerini değil, aktif katılım sağlayarak deneyimi daha anlamlı hale getirmelerini sağlamaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile dijital rehberlik, ziyaterçilere yalnızca bilgi sunmakla kalmayıp, kültürel mirası daha erişilebilir ve etkileşimli hale getirmektedir. Bununla birlikte, bu teknolojinin sunduğu avantajlar yanında kullanıcı geri bildirimleri ve teknik iyileştirmelerin de dikkate alınması gerekmektedir.

5. İSTANBUL MODERN MÜZESİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK DESTEKLİ SANAL REHBER PROTOTİPİ

Sanat müzeleri, yalnızca sanat eserlerini sergilemenin ötesinde, ziyaretçilere bilgi sunan, kültürel etkileşim sağlayan ve estetik bir deneyim yaşatan mekânlardır. Bu mekânlarda ziyaretçi etkileşimini artırmak, bilgi aktarımını daha ilgi çekici ve akılda kalıcı hale getirmek adına teknolojik çözümler giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle artırılmış gerçeklik teknolojileri, geleneksel müze anlatım biçimlerine alternatif olarak etkileşimli ve katılımcı deneyimler sunma potansiyeliyle öne çıkmaktadır.

Bu bölümde, İstanbul Modern Sanat Müzesi özelinde geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipi ele alınacaktır. Tasarlanan prototipin temel amacı, müze ziyaretçilerine dijital bir rehber aracılığıyla sergi alanında yönlendirme sağlamak, eserler hakkında bilgi vermek ve etkileşimli bir deneyim sunmaktır. Bu doğrultuda geliştirilen sanal rehber, kullanıcıyla görsel ve metinsel düzeyde iletişim kurabilen bir humanoid maskot olarak tasarlanmıştır.

Bölüm kapsamında öncelikle İstanbul Modern'in kurumsal yapısı ve sergi anlayışı tanıtılacak, ardından prototipin tasarım süreci, teknik altyapısı ve içerik kurgusu detaylı biçimde aktarılacaktır. Son olarak, geliştirilen uygulamanın kullanıcı deneyimi açısından sunduğu potansiyeller değerlendirilecektir.

5.1. İstanbul Modern Sanat Müzesi Üzerine Genel Bilgiler

İstanbul Modern Sanat Müzesi, Türkiye'de modern ve çağdaş sanatı kurumsal bir yapı altında toplamak amacıyla 2004 yılında Eczacıbaşı Holding öncülüğünde kurulmuştur. Türkiye'nin ilk modern sanat müzesi olma niteliğini taşıyan bu kurum, koleksiyon sergileri, süreli sergiler, eğitim programları ve çeşitli kültürel etkinliklerle çok disiplinli bir sanat ortamı sunmaktadır. Müzenin çekirdek koleksiyonunu Nejat Eczacıbaşı Vakfı koleksiyonu oluştururken, Oya ve Bülent Eczacıbaşı ile Ethem Sancak gibi isimlerin katkıları da müzenin oluşumunda önemli rol oynamıştır (Polat, 2008).

Kurulduğu ilk yıllardan itibaren yenilikçi bir koleksiyon politikası benimseyen İstanbul Modern, resim, heykel, video, enstalasyon gibi farklı disiplinlerden sanat eserlerine yer vererek Türkiye'de çağdaş sanat koleksiyonerliğine öncülük etmiştir. Aynı zamanda, video ve enstalasyon sanatını sürekli sergileyen ilk müze olmasıyla da dikkat çekmektedir (Polat, 2008).

İstanbul Modern, sergi alanlarında ziyaretçilerin eserlerle ilgili detaylı bilgiye ulaşabileceği farklı araçlar sunmaktadır. Eser etiketleri, açıklayıcı pano yazıları, broşürler ve sesli tur cihazları gibi farklı bilgilendirme yöntemleri, ziyaretçilerin eserleri daha derinlemesine anlamalarına olanak tanımaktadır. Özellikle sesli tur cihazları sayesinde, rehberli bir geziye katılmaksızın, kullanıcılar Türkçe veya İngilizce olarak yaklaşık 45 dakikalık sesli anlatımlarla sergiyi bireysel olarak deneyimleyebilmektedir (Şimşek, 2016).

Bunun yanında, İstanbul Modern'in sanatın her yaştan bireye erişilebilir olması yönündeki vizyonu, eğitim programları aracılığıyla da desteklenmektedir. Müze, çocuklara, gençlere, ailelere ve özel gruplara yönelik çok çeşitli atölye ve etkinlikler düzenlemekte, böylece sanatı geniş kitlelerle buluşturma hedefini hayata geçirmektedir (Polat, 2008).

Tüm bu yönleriyle İstanbul Modern, yalnızca bir sanat mekânı değil; ziyaretçileriyle etkileşime giren, bilgiyi erişilebilir kılan ve teknoloji destekli deneyimlere açık bir kültür kurumu niteliği taşımaktadır. Bu özellikleriyle, bu tez kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipinin uygulanabileceği uygun bir zemin sunmaktadır.

5.2. Sanal Rehber Karakter Tasarımı

5.2.1. Tasarım Amacı ve Kavramsal Arka Plan

Bu çalışma kapsamında geliştirilen sanal rehber avatarı, İstanbul Modern Sanat Müzesi'nin koleksiyon sergisinde yer alan çağdaş sanat yapıtlarını ziyaretçilere tanıtmak, yönlendirme sağlamak ve deneyimi bütüncül bir anlatı kurgusuyla desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Rehber, yalnızca bilgi aktaran bir arayüz değil; aynı zamanda serginin tematik yapısıyla bütünleşen, görsel ve kavramsal bir anlatıcı olarak kurgulanmıştır.

Koleksiyon sergisi, 1945 sonrası dönemde üretim yapmış sanatçıların eserlerini; toplumsal gerçekçilik, yeni figürasyon, dışavurumculuk, kavramsal sanat, feminist sanat, performans ve dijital eğilimler gibi geniş bir yelpazede ele almaktadır (İstanbul Modern, t.y.). Sergideki bu çoğulcu kurgu, rehberin biçimsel ve kavramsal tasarımına doğrudan yansıtılmıştır. Sanal rehber, farklı dönemlerin görsel estetiklerini ve ifade biçimlerini bir arada taşıyacak biçimde yapılandırılmış; parçalı formu, çok katmanlı yüzeyleri ve insan formunun sınırlarını zorlayan yapısıyla bu çeşitliliği temsil etmektedir.

Rehberin kavramsal altyapısı, çağdaş bireyin parçalanmış kimliği, malzemenin dönüştürücü etkisi, insan-doğa-makine ilişkisi gibi sergi temasına dâhil olan kavramlarla ilişkilidir. Ayrıca figürün post-hümanist bir görünüme sahip oluşu, ziyaretçiye yalnızca yön gösteren değil; serginin düşünsel çerçevesini somutlaştıran, yorumlayan ve dönüştüren bir karakter sunar.

Bu tasarım, çağdaş müzecilik anlayışı içerisinde izleyici ile dijital rehber arasındaki ilişkinin yeniden tanımlanması amacıyla oluşturulmuştur. Avatar, sergi bağlamı içinde fiziksel bir rehberin işlevini devralmakla kalmaz; aynı zamanda temsiliyetin görsel sınırlarını zorlayarak çağdaş sanatla doğrudan bir anlatı kurar.

Bu yönüyle rehber figür, küratöryel açıklamaları birebir tekrarlamak yerine, izleyicinin düşünsel ve duyusal katılımını destekleyen bir anlatım diliyle eşlik eder. Dijital anlatıcı, yalnızca içerik aktaran bir arayüz değil, aynı zamanda serginin kavramsal yapısıyla bütünleşen bir karakter olarak işlev görmektedir. Fiziksel mekânda başlayan deneyimi dijital ortamda sürdüren bu yapı, çağdaş müzecilik anlayışında anlatı ve rehberlik ilişkisini yeniden tanımlamaktadır.

5.2.2. Biçimsel Özellikler ve Materyal Kullanımı

Sanal rehber avatarının biçimsel yapısı, İstanbul Modern koleksiyon sergisinde yer alan çağdaş üretim çeşitliliğini yansıtacak şekilde çok katmanlı bir görsel dile sahiptir. Avatarın simetrik olmayan gövdesi, stilize edilmiş oranları ve parçalı formu, sergide öne çıkan disiplinler arası üretimlerin temsil gücünü dijital bir figür üzerinden yeniden inşa eder. Tasarımda bir bütünlükten çok, parçalanmışlık ve çeşitlilik ilkeleri benimsenmiştir. Bu yaklaşım, avatarın farklı bölümlerinde görülen yüzey geçişleri, malzeme çeşitliliği ve biçimsel ayrışmalarla desteklenmiştir. Örneğin; spiral formlu baş yapısı, rehberin klasik insan figüründen uzaklaşmasını sağlarken, bilgiyle ilişkili

olan dönüşüm, yönelim ve algı katmanları gibi soyut kavramlara gönderme yapmaktadır.

Şekil 56'da da gösterildiği üzere avatarın gövdesinde yer alan farklı yüzey türleri, sergide sıkça karşılaşılan malzeme odaklı yaklaşımlar ile ilişkilendirilmiştir. Doku çeşitliliği, elle boyanmış gibi görünen yüzeyler, ahşap benzeri formlar ve dijital efektli kolajlar biçiminde yapılandırılmış; doku boyama (texture painting) ve UV eşleme (UV mapping) teknikleri ile modellenen yüzeylere entegre edilmiştir. Bu kullanım biçimi, hem estetik bütünlüğü hem de sergi temasına kavramsal uyumu desteklemektedir.

Modelin genel yapısı, sadeleştirilmiş yüzeylerle oluşturulan üşük çokgenli (low poly) bir formda üretilmiştir. Bu tercih, hem stilize görselliğe katkı sağlamış hem de artırılmış gerçeklik uygulamalarında performans açısından verimli bir yapı ortaya koymuştur. Avatarın animasyonlu hale gelmesi, figürün etkileşim gücünü artırmak amacıyla planlanmıştır. Bu süreçte kullanılan hareketli yapı, rehberin durağan bir bilgi arayüzü yerine dinamik bir anlatıcı olarak algılanmasına olanak sağlamaktadır.

Şekil 56. Sanal Rehber Avatarının Blender Ortamında Oluşturulmuş Genel Görünümü



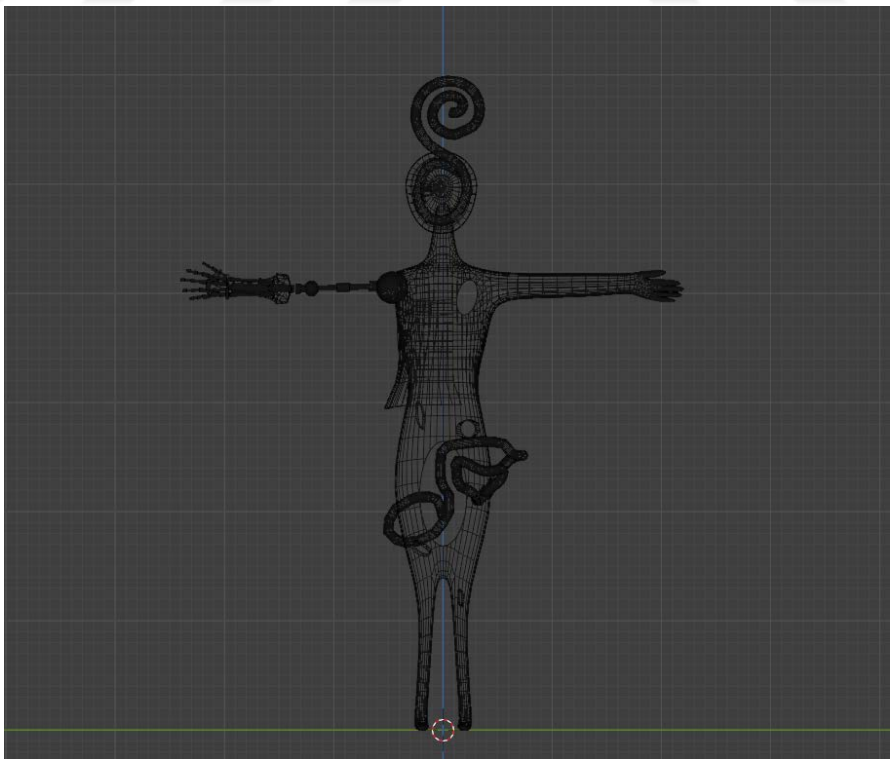
Kaynak: Yazara aittir

Modelleme sürecinin ardından, sanal rehber avatarına hareket kazandırmak amacıyla Adobe Mixamo platformu kullanılmıştır. Mixamo, statik üç boyutlu karakterlere otomatik rig (iskelet) sistemi entegre etme ve farklı animasyonları uygulama imkânı sunan bir çevrimiçi araçtır. Bu süreçte, Blender ortamında oluşturulan modelin FBX formatında dışa aktarımı gerçekleştirilmiş ve Mixamo platformuna yüklenerek iskelet sistemi otomatik olarak atanmıştır.

Avatar için seçilen animasyonlar, rehberlik deneyimini destekleyecek biçimde belirlenmiştir. Özellikle idle (bekleme), walk (yürüme) ve wave (selamlama) gibi temel hareketlerle rehberin izleyiciyle etkileşime açık bir karakter profili kazanması amaçlanmıştır. Animasyonlar, rehberin yalnızca bilgi aktaran bir nesne değil; aynı zamanda aktif, yönlendirici ve dikkat çekici bir dijital varlık olarak algılanmasını desteklemektedir.

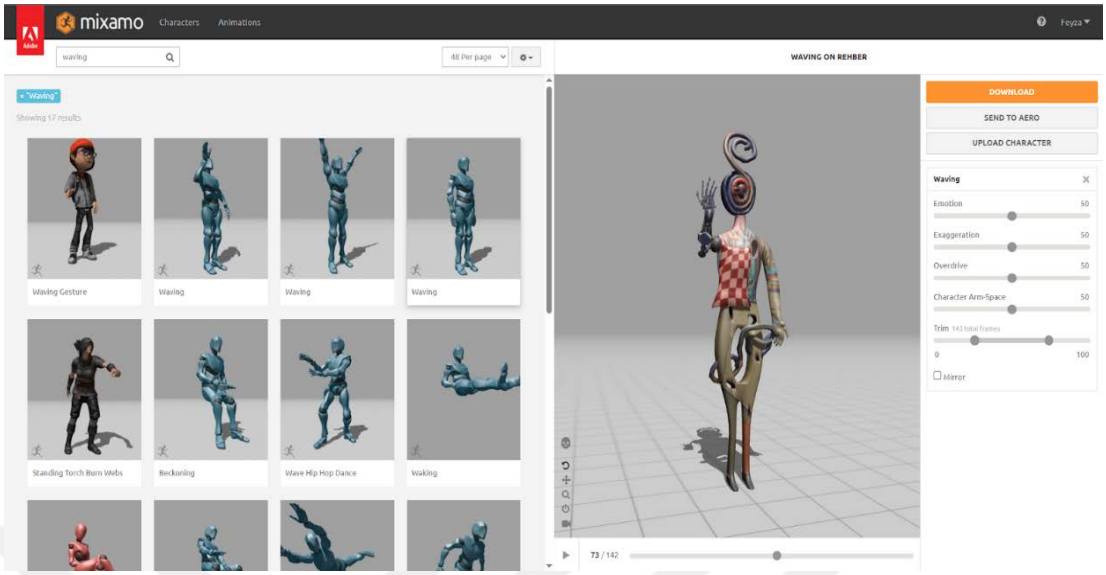
Mixamo'dan indirilen rigli ve animasyonlu model, yeniden Blender ortamına alınarak Adobe Aero uyumlu olacak şekilde optimize edilmiştir. Aero'da kullanılan olan bu avatar, artırılmış gerçeklik tabanlı deneyimlerde sahneye dinamik bir katkı sağlayacak şekilde hazırlanmıştır.

Şekil 57. Modelin Wireframe Görünümü



Kaynak: Yazara aittir

Şekil 58. Mixamo Platformu Üzerinde Sanal Rehber Avatarına Uygulanan Animasyon Süreci



Kaynak: Yazara aittir

5.2.3. Kullanıcıyla Etkileşim Biçimi

Geliştirilen sanal rehber avatarı, İstanbul Modern koleksiyon sergisini ziyaret eden kullanıcıların hem fiziksel hem dijital ortamda etkileşim kurabileceği bir yapı üzerine kurgulanmıştır. Bu başlık altında aktarılan süreç, kullanıcıların artırılmış gerçeklik deneyimini nasıl yaşayacaklarını betimleyen bir deneyim senaryosudur. Deneyim, sergi mekânının girişinde yer alacak yönlendirici bir afiş ile başlamakta; bu afişte yer alan karekod aracılığıyla ziyaretçilerin mobil cihazlarına uygulamayı indirmeleri sağlanmaktadır.

Uygulama açıldığında kullanıcı, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber avatarıyla karşılaşır. Rehber, izleyiciye sergi deneyiminin başlangıcında temel yönlendirmeler sunmakta, koleksiyonun genel çerçevesini aktarmakta ve ziyaretçiyi içeride bekleyen yapıtlarla ilgili hazırlayıcı bilgiler vermektedir.

Uygulama içinde ziyaretçilerin sergideki belirli eserlerle etkileşim kurabilmeleri için görüntü takibi (image tracking) özelliği de geliştirilmiştir. Uygulama içerisinde, sergide yer alan belirli eser görselleri önceden tanımlanmış görüntü işaretleyiciler (image marker) olarak tanımlanmıştır. Kullanıcı, mobil cihaz kamerasını doğrudan bir esere yönelttiğinde, sistem o eserin görselini tanıyarak ilgili bilgi panelini veya sanal rehberin açıklamalarını otomatik olarak tetiklemektedir. Bu yapı sayesinde kullanıcılar

yalnızca pasif izleyiciler değil; fiziksel eserin kendisini tanıyarak dijital içeriklere doğrudan erişen etkileşimli katılımcılar hâline gelmektedir.

Sanal rehber avatarı, belirli eserlerin tanıtımına eşlik eden temel animasyonlara sahiptir. Bu animasyonlar, Adobe Mixamo üzerinden entegre edilmiştir ve rehberin el sallama, yön gösterme ya da anlatı sırasında jest yapma gibi temel hareketlerle daha canlı ve dikkat çekici bir iletişim kurmasına olanak tanımaktadır.

Kullanıcı, deneyim sırasında ekranda yer alan butonlar aracılığıyla farklı işlevlere ulaşabilir: *Sıradaki Esere Geç, Tekrar Et, Önceki Esere Geri Dön* gibi kontroller sayesinde ziyaretçi uygulama içerisinde serbest gezinme, bilgi güncelleme veya deneyimi sonlandırma kararlarını kendisi verebilmektedir.

Bu yapı, geleneksel rehber anlatılarının ötesine geçerek ziyaretçinin dijital rehberle kurduğu ilişkiyi bireysel, etkileşimli ve çok katmanlı bir hale getirir. Sonuç olarak sanal rehber, sadece yönlendirme yapan bir figür değil; ziyaretçiye içerik aktaran, eşlik eden ve mekânsal deneyimi dijital olarak genişleten bir anlatıcıya dönüşmektedir.

5.3. Arayüz ve Bilgi Sunumu Tasarımı

Sanal rehber uygulamasında kullanıcı deneyiminin verimli ve anlaşılır bir şekilde sürdürülebilmesi için hem arayüz tasarımı hem de içerik sunum yöntemleri dikkatle yapılandırılmıştır. Arayüz unsurları, kullanıcıyı deneyim boyunca yönlendiren sade ve fonksiyonel bileşenlerden oluşurken; bilgi sunumu ise artırılmış gerçeklik teknolojisinin sunduğu olanaklarla zenginleştirilmiştir.

Bu bölümde, uygulamanın kullanıcı arayüzü bileşenleri ve eser bilgilerine erişim biçimleri ayrı alt başlıklar altında ele alınmaktadır. İlk olarak, kullanıcı ile doğrudan etkileşim kuran arayüz unsurları değerlendirilecektir.

5.3.1. Kullanıcı Arayüzü Unsurları

Sanal rehber uygulamasında kullanıcı arayüzü, ziyaretçilerin deneyimi sezgisel, yönlendirici ve etkileşimli bir şekilde sürdürebilmelerini sağlamak amacıyla katmanlı bir yapı ile tasarlanmıştır. Bu yapı, kullanıcıyı ilk temastan itibaren adım adım yönlendiren ve deneyimin bütünselliğini destekleyen ekran bileşenlerinden oluşmaktadır.

Bilgi sunumu tasarımında, sade ikonografik dil ve minimalist renk paleti tercih edilmiştir. Seçilen renk paleti ve fontlar İstanbul Modern Sanat Müzesi'nin Artırılmış Gerçeklik uygulamasında kullandığı kurumsal renk ve fontlardan referans alınarak tasarlanmıştır. Kullanıcı ekranında aşırı metin yükünden kaçınılmış; kısa bilgilendirme başlıkları, kısa metinler ve eser görselleriyle desteklenen dinamik içerik kutuları kullanılmıştır.

İkonlar

Sıralı deneyim modunda kullanıcıyı bir sonraki esere yönlendiren *İleri* ikonu, eseri ararken sonraki esere atlamaya yarayan bir geçiş butonudur. Rehberin eseri anlattığı ekranda yer alan ileri butonu ise sıradaki esere geçmeyi sağlamaktadır. Sağ yöne bakan düz hatlı bir ok simgesinden oluşan bu ikon, kullanıcıyı deneyim içerisinde yönlendirirken aynı zamanda kontrollü bir akışın parçası olmasını sağlamaktadır.

Şekil 59. Tasarımda Kullanılan İleri İkonu



Kaynak: Yazara aittir

Kullanıcının bir önceki esere dönüş yapabilmesini sağlayan *Geri* ikonu, deneyimin her anında erişilebilir olacak şekilde ekranın üst barında konumlandırılmıştır. Sol yöne dönük bir ok simgesinden oluşan ikon, geri basıldığında açılan pop-up penceresi ile kullanıcıya üç seçenek sunar: *Önceki esere dön, Serbest seçim ekranına dön, Vazgeç (bulunduğu eserde kal*). Bu etkileşimli yapı sayesinde deneyim akışı kullanıcı kontrolüne açık olsa da sistemin bütünlüğü korunmaktadır (Bkz. Şekil 60).

Şekil 60. Tasarımda Kullanılan Geri İkonu



Kaynak: Yazara aittir

Rehber anlatımı sırasında kullanıcıya anlatımı durdurma seçeneği sunan *Durdur* ikonu, özellikle anlatım sırasında dikkatini başka bir esere yöneltmek isteyen ziyaretçiler için geliştirilmiştir. Ekranınalt alt barında tam ortada yer alan bu ikon, iki dikey çizgiden oluşan evrensel *pause* simgesiyle temsil edilir. Tıklanması halinde

rehberin sesli ve görsel anlatımı duraklatılır; kullanıcı *devam et* komutuyla kaldığı yerden devam edebilir. İlgili ikonun görünümü şekil 61'de görülmektedir.

Şekil 61. Tasarımda Kullanılan Durdur İkonu



Kaynak: Yazara aittir

Rehber anlatımının kullanıcının talebi doğrultusunda tekrar dinlenebilmesini sağlayan *Tekrar* ikonu, anlatımın sona erdiği veya duraklatıldığı anlarda kullanılabilmektedir. Dairesel bir ok sembolüyle ifade edilen bu ikon, anlatımın baştan itibaren yeniden başlamasını sağlar. Kullanıcı, anlatımı kaçırdığı ya da tekrar dinlemek istediği durumlarda bu butona tıklayarak aynı içerikle yeniden etkileşime geçebilir. Bu ikon, özellikle bilgi yoğunluğunun yüksek olduğu eserlerde ziyaretçinin deneyimini pekiştirmesi adına tasarlanmıştır. Uygulamadaki yerleşimi *Durdur* ikonunun solunda olup, görsel olarak sade, dönüş yönlü bir ok simgesiyle ifade edilmiştir. İlgili ikonun temsili örneği şekil 62'de sunulmuştur.

Şekil 62.Tasarımda Kullanılan Tekrar İkonu



Kaynak: Yazara aittir

Uygulama arayüzünde, özellikle ilk kez deneyimleyen kullanıcılar için sistem işleyişiyle ilgili açıklamalar sunan *Yardım* ikonu, soru işareti simgesiyle temsil edilmektedir. Uygulamaya ilk girildiğinde açılan sergi tanıtım ekranına yerleştirilmiştir. Bu ikona tıklayan kullanıcıya, kamera izni ve uygulamanın kullanımına dair kısa bilgilendirme sunulur. Yardım ikonunun kullanım örneği şekil 63'te sunulmuştur.

Şekil 63.Tasarımda Kullanılan Bilgi İkonu



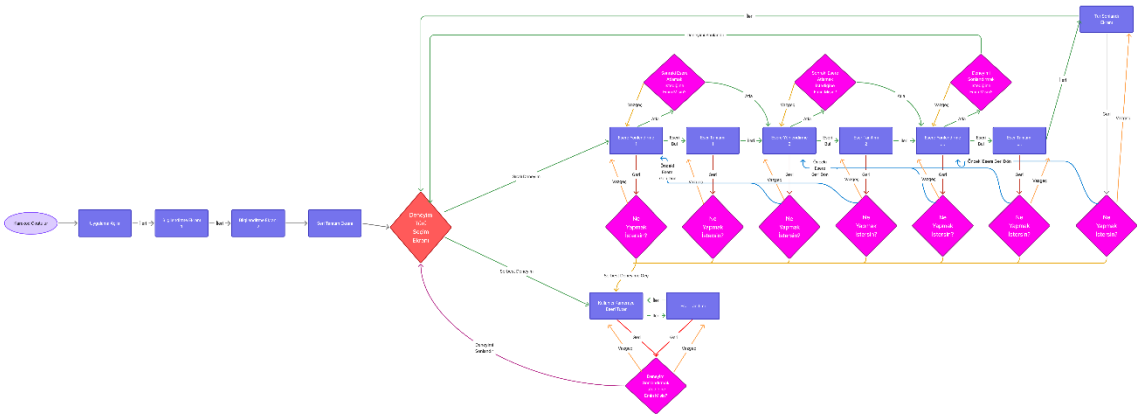
Kaynak: Yazara aittir

Tüm tasarım kararlarında artırılmış gerçeklik deneyiminin alan derinliği, görsel sabitleme ve kullanıcı yönelimi gibi temel prensipleri gözetilmiş; sahnede gereksiz öğe kalabalığından kaçınılarak bilgi akışı sade tutulmuştur. Böylece kullanıcı, fiziksel

sergi mekânında bulunmanın getirdiği görsel yükü artırmadan, dijital ortamda ek bilgi katmanlarına rahatça ulaşabilmektedir.

Şekil 64'te sanal rehber uygulamasının kullanıcı yolculuğunu gösteren genel akış diyagramı yer almaktadır. Bu diyagram, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipinin kullanıcı etkileşim akışını şematik olarak göstermektedir. Süreç; uygulamanın başlatılması, deneyim modunun seçilmesi (sıralı ya da serbest seçim), eser tarama veya görüntüleme adımları, bilgilendirme ekranlarının sunulması ve oturumun sonlandırılması gibi temel aşamalardan oluşmaktadır. Akış diyagramı, kullanıcı yolculuğunu adım adım tanımlayarak hem sistem mimarisinin hem de deneyim tasarımının bütüncül bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Bu şema aynı zamanda prototipin kullanıcı testi senaryolarının kurgulanmasında da temel referans olarak kullanılmıştır.

Şekil 64. Sanal Rehber Uygulamasının Kullanıcı Yolculuğunu Gösteren Genel Akış Diyagramı



Kaynak:Yazara aittir

5.3.2. Eser Bilgilendirme Yöntemi

Uygulama, kullanıcıların sergi mekânında yer alan karekodun taratmasıyla başlamakta, bu işlem ardından art arda gelen bilgilendirme ekranlarıyla deneyime hazırlık sağlanmaktadır. Şekil 65'te gösterildiği gibi ilk bilgilendirme ekranında, kamera izni ve eserleri nasıl artırılmış gerçeklik ile taratabileceklerine dair kısa ve anlaşılır bir açıklama sunulmakta, ikinci ekran ise kulaklık kullanımı hakkında kullanıcıyı bilgilendirmektedir. Bu yönlendirme, sesli anlatımların deneyime dahil olması açısından önemli bir ön hazırlık aşamasıdır.

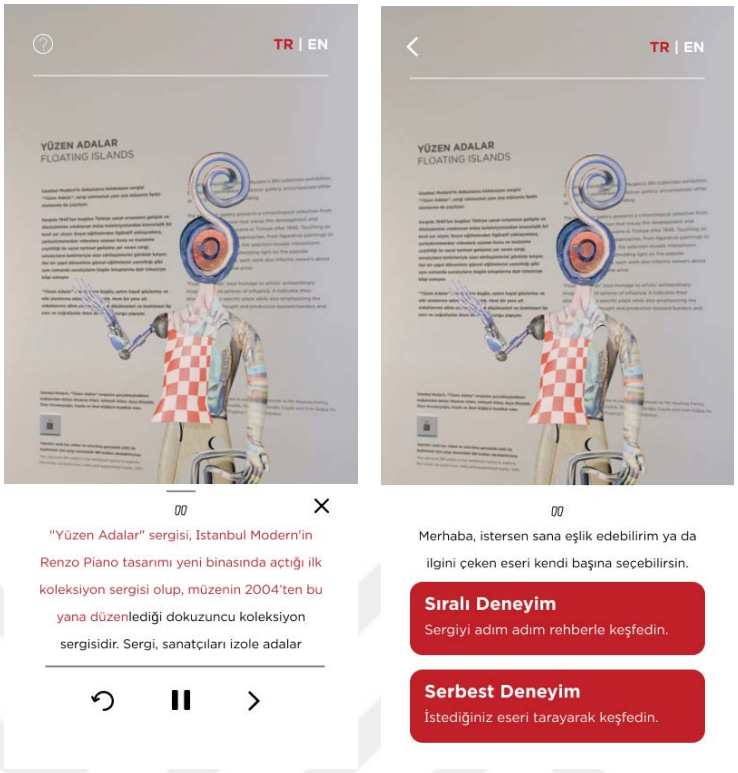
Şekil 65. Bilgilendirici Arayüz Ekranları



Kaynak: Yazara aittir

Ardından, serginin genel bağlamını tanıtan bir rehber ekranı kullanıcıyı karşılamaktadır. İstanbul Modern Sanat Müzesi'nin Koleksiyon sergisi olan *Yüzen Adalar* isimli sergi hakkında dair kısa bir tanıtım yapılmaktadır. Şekil 60'ta da gösterildiği gibi bu ekranın sonrasında kullanıcıya, deneyim biçimini belirlemesine olanak tanıyan bir seçim ekranı sunulmaktadır. Bu ekranda *sıralı deneyim ve serbest deneyim* seçenekleri yer almaktadır. Prototip deneyiminde kullanıcıya aktarılan metinlerin okunma durumunu daha iyi ifade etmek ve rehber sesli anlatımı hissini güçlendirmek amacıyla renk kodlaması uygulanmıştır. Bu kapsamda, henüz okunmamış metinler siyah renkte sunulurken, kullanıcının ilerlediği veya tamamladığı kısımlar kırmızı renge dönüşmektedir. Bu görsel ayrım sayesinde, kullanıcılar hangi bölümleri takip ettiklerini kolayca anlayabilmekte ve prototipte rehberin anlatım akışını daha bütüncül bir şekilde deneyimleyebilmektedir. Renk kodlaması, Figma prototipinin statik yapısına dinamik bir geri bildirim hissi kazandırmak üzere tasarlanmıştır.

Şekil 66. Tanıtım ve Seçim Ekranları



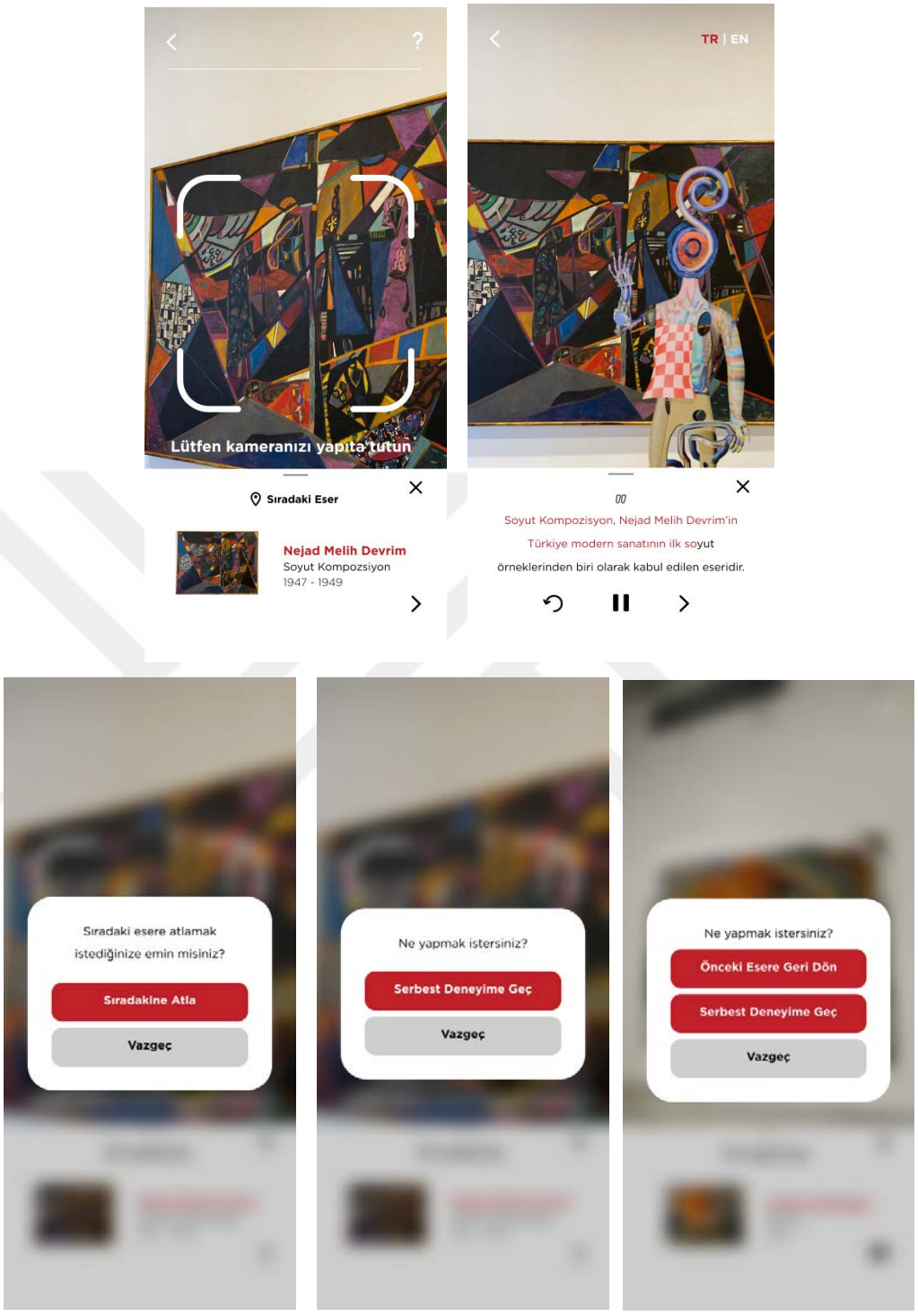
Kaynak: Yazara aittir

Sıralı Deneyim

Kullanıcıyı önceden belirlenmiş bir rota doğrultusunda yönlendirerek eserleri belirli bir sırayla incelemesini sağlamaktadır. Bu seçeneğe tıklayan kullanıcı, ilk eser alanına yönlendirilmekte, eseri algılamasının ardından artırılmış gerçeklik rehberi belirerek sesli ve görsel anlatım gerçekleştirmektedir. Her yönlendirme ekranında kullanıcıya bir *İleri* butonu sunulmakta, böylece sıradaki eseri atlamak isterse bir sonraki esere geçiş yapma olanağı sunulmaktadır. Aynı zamanda kullanıcı, arayüzde bulunan *Geri* butonunu kullanarak önceki eserlere dönme olanağına sahiptir. Ancak bu işlem, deneyim akışının kırılmaması adına kontrollü bir şekilde sunulmuştur. Özellikle ikinci eserden itibaren geri tuşuna basıldığında açılan pop-up penceresi, kullanıcının şu üç tercihten birini yapmasına imkân tanır:

- Önceki esere geri dön,
- Serbest seçim ekranına geri dön,
- Vazgeç (bulunduğu eserde kal).

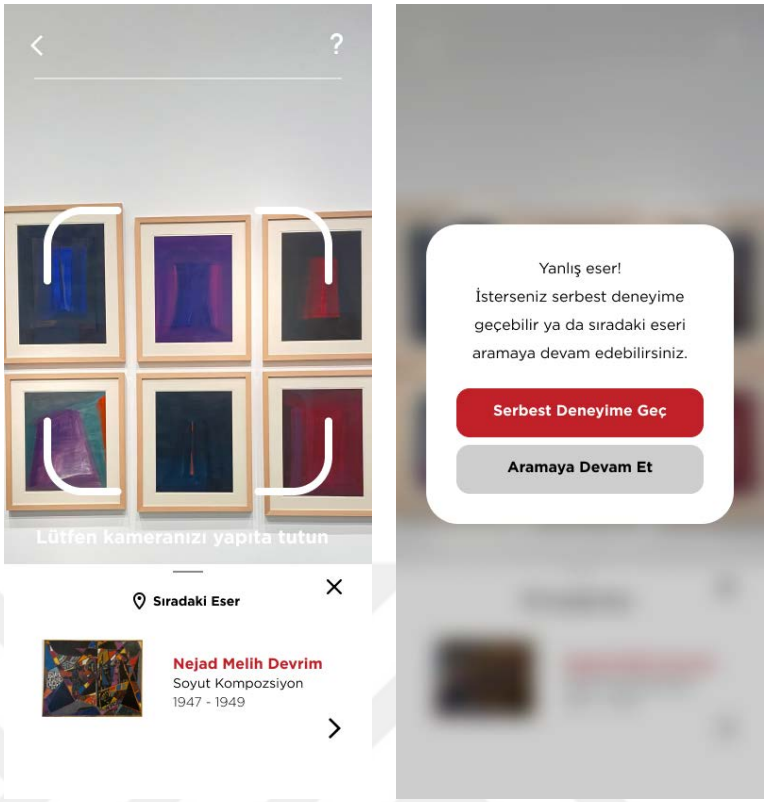
Şekil 67. Sıralı Deneyimde Yönlendirme, Eser Tanıtımı, Sonraki Esere Geçme ve Geri Gitme Ekranları



Kaynak: Yazara aittir

Eğer kullanıcı sıralı deneyimde kamerayı yanlış bir esere tutarak taratmaya çalışırsa, bir hata ekranı belirir. Bu hata ekranı kullanıcıya iki seçenek sunmaktadır. Kullanıcı serbest deneyime geçebilmekte veya sıradaki eseri aramaya devam edebilmektedir.

Şekil 68. Hata Ekranı Örneği



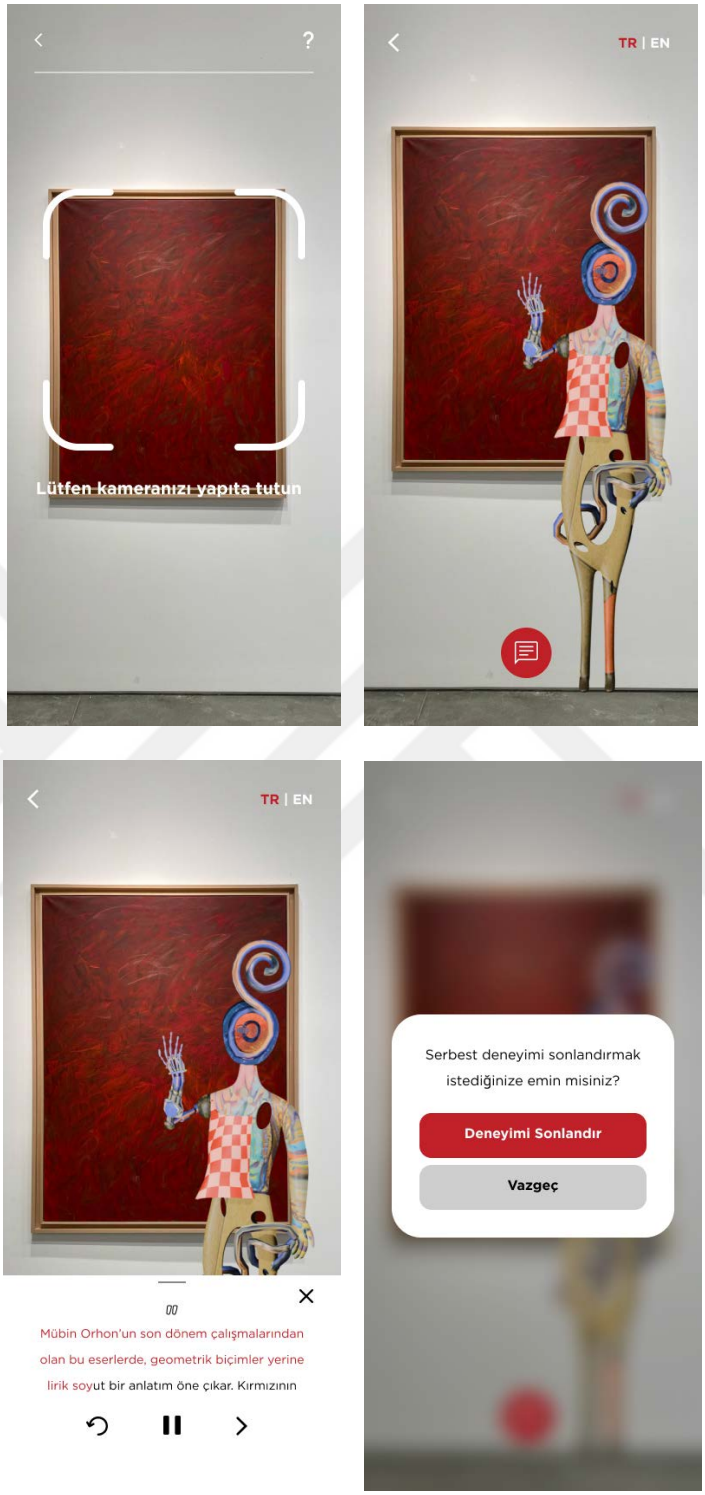
Kaynak: Yazara aittir

Serbest Deneyim

Kullanıcıya mekân içinde dilediği eseri seçerek bağımsız olarak etkileşime geçme özgürlüğü tanır. Bu mod, özellikle kullanıcıların kendi merakları ve zaman yönetimleri doğrultusunda bir deneyim yaşamalarına olanak sunmaktadır. Serbest deneyimde kullanıcı ileri butonuna bastığında kameraya yönlendirilmektedir. Geri butonuna basıldığında ise deneyimi sonlandır veya vazgeç seçeneklerinin yer aldığı bir pop-up ekranı açılmaktadır. Metin kutusu ise sıralı deneyimde olduğu gibi kapatılıp açılabilir şekilde tasarlanmıştır.

Bu yöntem, kullanıcının sergi deneyimini hem aktif katılımla yönlendirmesine hem de eserlere yönelik bilgiye dijital katmanlar aracılığıyla erişmesine imkân tanır. Bilgilendirme yapısı, geleneksel etiket sistemlerinin ötesine geçerek daha etkileşimli ve bütüncül bir anlatı deneyimi sunmaktadır.

Şekil 69. Serbest Deneyim Ekranında Yönlendirme, Eser Tanıtımı ve Geri Gitme Ekranları



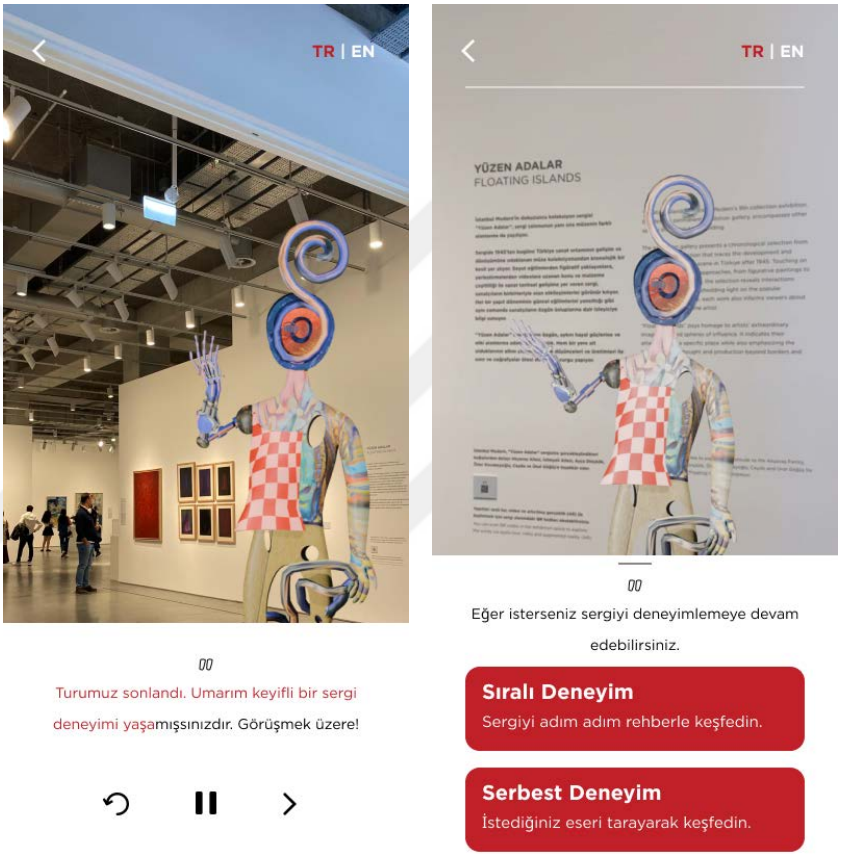
Kaynak: Yazara aittir

Arayüzde kullanılan ikonlar, sade bir görsel dil ile sunulmuş ve görsel yoğunluğu azaltmak amacıyla açık alan kullanımı önceliklendirilmiştir. Bu yapı, kullanıcıyı

yormadan yönlendirmeyi hedeflemektedir. Kullanıcı akışı, aşağıda yer alan uygulama akış diyagramında görselleştirilmiştir.

Deneyim sonu için ise bir çıkış ekranı tasarlanmıştır. Prototipte sıralı deneyimde üç eser kullanılmıştır. Üçüncü eserden sonra ileri ikonuna basıldığında bir çıkış ekranı belirmektedir. Bu ekranda sergi turunun sonlandığını bildiren bir metin yer almaktadır. Kullanıcı ileri tuşuna bastığında tekrar seçim sayfasına yönlendirilmiştir.

Şekil 70. Deneyim Sonu Ekranı



Kaynak: Yazara aittir

5.4. Artırılmış Gerçeklik Entegrasyonu

Bu çalışmada geliştirilen sanal rehber uygulaması, sergi deneyimini fiziksel mekândan dijital ortama genişletmek amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojisi ile entegre edilmiştir. Kullanıcıların fiziksel sergi mekânında mobil cihazları aracılığıyla hem bilgiye ulaşabilmeleri hem de etkileşim kurabilmeleri hedeflenmiştir.

Artırılmış gerçeklik entegrasyonu, ziyaretçilerin sergide yer alan eser görselleri üzerinden doğrudan içeriklere ulaşmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Bu

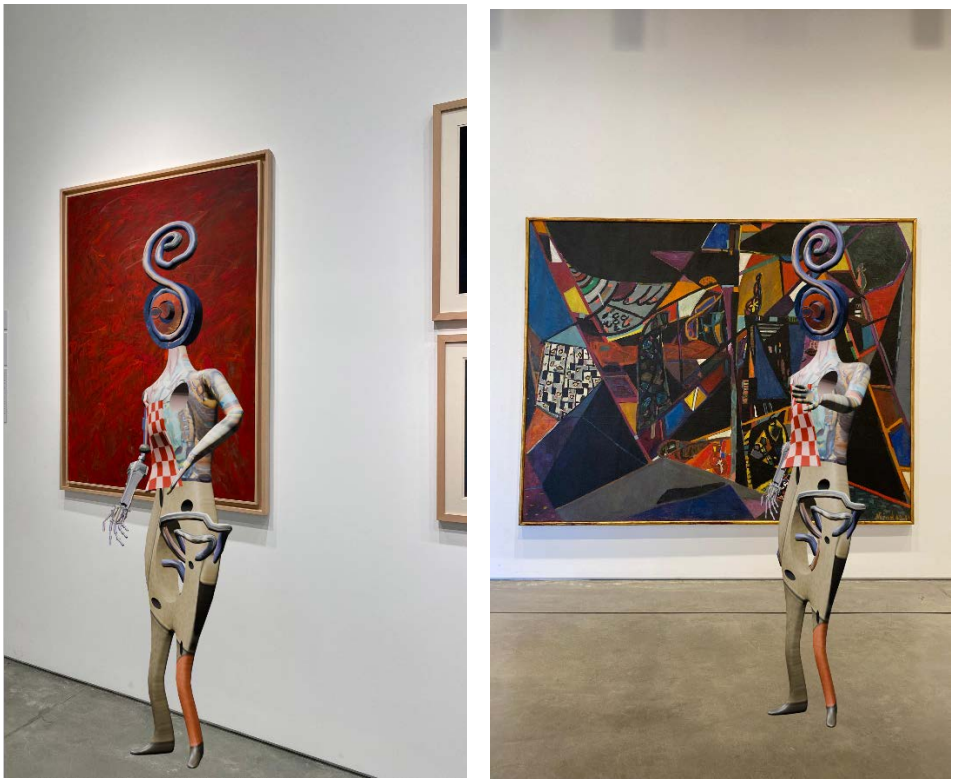
doğrultuda, image tracking teknolojisi kullanılarak eser görselleri sistemde işaretleyici olarak tanımlanmış; kullanıcıların kameralarını bu eserlere yönelttiklerinde, ilgili sanal içeriklerin tetiklenmesi sağlanmıştır.

Modelleme süreci Blender 4.2 üzerinde gerçekleştirilmiş, ardından artırılmış gerçeklik platformlarıyla uyumluluğu sağlamak amacıyla optimizasyon çalışmaları yapılmıştır. Uygulamanın artırılmış gerçeklik işlevselliği için Adobe Aero platformu tercih edilmiş ve sanal rehber avatar Aero üzerinde konumlandırılarak deneyim sahnesi oluşturulmuştur. Bu bölümde, işaretleyici kullanım süreci, artırılmış gerçeklik deneyim akışı ve içerik-etkileşim tasarımına ilişkin detaylar alt başlıklar altında ele alınacaktır.

5.4.1. İşaretleyici Kullanımı ve Yerleştirme

Uygulamanın artırılmış gerçeklik deneyimi, image tracking teknolojisine dayalı olarak kurgulanmıştır. Sergide yer alan belirli eser görselleri, Adobe Aero platformu üzerinden işaretleyici olarak tanımlanmıştır. Kullanıcılar, mobil cihazlarının kamerasını bir esere yönelttiklerinde, sistem bu görsel işaretleyiciyi tanımakta ve ilgili dijital içerik otomatik olarak sahnede tetiklenmektedir.

Şekil 71. Artırılmış Gerçeklik Deneyiminden Örnek Görüntüler



Kaynak: Yazara aittir

İşaretleyici seçimi sürecinde, eser görsellerinin çözünürlük, kontrast ve ayırt edilebilirlik özellikleri dikkate alınmıştır. Aero platformunda image marker tanımlamaları yapılırken, özellikle düşük ışık koşullarında veya yoğun desenli arka planlarda da güvenli tanıma sağlanabilecek görseller tercih edilmiştir. İşaretleyici yerleşimi, sergi mekânında doğal bir akışla kullanıcıların erişimine uygun olacak şekilde planlanmıştır. Bu yöntem sayesinde, kullanıcılar doğrudan sergilenen eserlere odaklanarak fiziksel-dijital deneyim arasında kesintisiz bir geçiş yaşamaktadır.

5.4.2. Artırılmış Gerçeklik Deneyim Akışı

Ziyaretçi deneyimi, müze girişinde yönlendirici bir afiş üzerinden mobil uygulamanın indirilmesiyle başlamaktadır. Uygulama açıldığında kullanıcı, iki moddan birini seçmektedir: *Sergiyi sırayla gez (rehberli mod)* veya *Eser seç (serbest mod).*

Rehberli modda, sanal rehber avatar, belirlenen sıraya göre eserler arasında kullanıcıyı yönlendirmektedir. Her durakta avatar belirir ve esere ilişkin açıklamalarda bulunur. Serbest modda ise kullanıcı, sergi alanında dilediği esere mobil cihazını tutarak image tracking yoluyla doğrudan bilgiye ulaşabilmektedir.

Her iki deneyim akışında da:

- Kullanıcı, eseri tanıttığında bilgi paneli veya avatarın anlatımı tetiklenmektedir.
- Deneyim sırasında durdurma, devam ettirme, tekrar etme gibi kontroller kullanıcıya sunulmaktadır.
- Avatar, image tracking yöntemiyle tanıtılan görselin üzerine ya da önüne yerleştirilmekte; kullanıcı, bu görseli kamerayla taradığı anda rehber avatar belirerek anlatıma başlamaktadır. Avatarın konumu, tanıtılan görselin konumuna sabitlenmiş olup, deneyim bu görsel etrafında gerçekleşmektedir.

Bu akış yapısı, ziyaretçiye hem rehberli hem de kişiselleştirilebilir bir sergi deneyimi sunmayı amaçlamaktadır.

5.4.3. İçerik ve Etkileşim Tasarımı

Artırılmış gerçeklik ortamında sunulan içerikler, sanal rehber anlatımları ve görsel destekli paneller aracılığıyla yapılandırılmıştır. Kullanıcı deneyiminin sürekliliğini sağlamak için, metin ağırlıklı uzun açıklamalardan kaçınılmış; bunun yerine kısa, vurucu cümleler ve başlıklar kullanılmıştır.

Sanal rehber avatar, yalnızca statik bir obje olarak değil; anlatımı güçlendiren bir dijital figür olarak konumlandırılmıştır. Mixamo üzerinden entegre edilen animasyonlar sayesinde avatar; kullanıcıya selam vermekte, eser yönlendirmesi yapmakta ve bilgi akışı sırasında küçük jestlerle anlatıyı desteklemektedir.

Etkileşim tasarımında temel hedefler aşağıdaki biçimde yapılandırılmıştır:

- Kullanıcının bilgiye aktif katılımla erişimini sağlamak,
- Eser tanıma sürecinin hızlı, akıcı ve kesintisiz bir şekilde gerçekleşmesini mümkün kılmak,
- Sanal rehberin deneyim süresince kullanıcıyla sürekli bir görsel bağ kurarak etkileşimi derinleştirmesini desteklemek.

5.5. Uygulama Süreci ve Yöntemsel Yaklaşım

Bu tez çalışmasında, İstanbul Modern Sanat Müzesi'nin koleksiyon sergisinde kullanılmak üzere artırılmış gerçeklik destekli bir sanal rehber prototipi geliştirilmiştir. Uygulama süreci, kavramsal çerçevenin belirlenmesiyle başlamış; serginin tematik yapısına uygun bir avatar karakteri oluşturularak arayüz ve artırılmış gerçeklik bileşenleriyle bütünleştirilmiştir.

Tasarım sürecinde, ilk olarak sanal rehberin işlevsel rolü tanımlanmış; yalnızca yönlendiren değil, aynı zamanda anlatan ve kullanıcıyla etkileşim kuran bir figür olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda, avatar modeli Blender 4.2 sürümünde low-poly bir yaklaşımla modellenmiş, UV mapping ve texture painting yöntemleriyle yüzey detaylandırmaları yapılmıştır. Animasyonlar, Mixamo platformundan temin edilerek karaktere hareket kabiliyeti kazandırılmıştır. Modelin artırılmış gerçeklik ortamında çalışabilirliğini sağlamak adına sadeleştirilmiş malzeme yapıları tercih edilmiş, Aero platformu ile uyumlu dosya formatlarında dışa aktarım gerçekleştirilmiştir.

Arayüz tasarımı Figma üzerinden kurgulanmış ve mobil cihaz kullanıcılarını hedefleyen basit, yönlendirici bir yapıda hazırlanmıştır. Kullanıcılar, uygulama içinde iki farklı deneyim modundan birini seçebilmekte; deneyim sırasında duraklatma, devam ettirme, yeniden dinleme veya sonlandırma gibi işlevlere erişebilmektedir. Görsel unsurlar sadeleştirilmiş, bilgi sunumunda metin yoğunluğu azaltılmış, görsel/işitsel anlatım önceliklendirilmiştir.

Uygulama sürecinde artırılmış gerçeklik deneyimi, image tracking teknolojisine dayandırılmıştır. Adobe Aero üzerinden tanımlanan görsel işaretleyiciler sayesinde kullanıcı, sergi alanındaki bir eseri mobil cihazına tanıttığında sahnede sanal rehber avatar belirerek anlatı sunmaktadır. Anlatım süreci sesli olarak gerçekleştirilmiş; farklı eserler için ayrı ses dosyaları hazırlanarak uygulamaya entegre edilmiştir.

5.5.1. Kullanıcı Testi Tasarımı ve Kuramsal Temelleri

Bu bölümde, geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber prototipinin kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesine yönelik olarak planlanan kullanıcı testi süreci ve bu süreci temellendiren kuramsal çerçeve ele alınmıştır.

Kullanıcı deneyimi (UX), özellikle artırılmış gerçeklik tabanlı etkileşimli sistemlerde, tasarımın etkinliğini değerlendirmek ve kullanıcıya sunulan değeri ölçmek açısından kritik öneme sahiptir. Artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber sistemleri, kullanıcıyla sürekli etkileşim hâlinde olan çok katmanlı yapılar sunduğundan, bu sistemlerde kullanılabilirlik testi yalnızca teknik işlevselliği değil, aynı zamanda algısal, duygusal ve yönlendirici öğelerin başarımını da kapsar.

Bu bağlamda prototipin kullanıcı tarafından nasıl algılandığı, etkileşim akışının ne derece sezgisel olduğu ve sunulan artırılmış gerçeklik deneyiminin ne ölçüde anlaşılabilir olduğu gibi sorulara yanıt bulmak üzere bir kullanıcı testi tasarlanmıştır. Testin temel hedefi, geliştirilen sanal rehber sisteminin tasarım ilkeleriyle uyumluluğunu değerlendirmek ve geliştirilmeye açık alanları ortaya çıkarmaktır. Bu amaçla, test süreci Jakob Nielsen'in (1993) tanımladığı kullanılabilirlik sezgisellikleri temelinde şekillendirilmiştir. Nielsen'in on temel ilkesine dayanan bu yaklaşım, insan-bilgisayar etkileşiminde sistemlerin sezgisel ve kullanıcı dostu olmasını sağlamak için önemli bir kuramsal çerçeve sunar. Bu ilkeler arasında şunlar yer almaktadır:

- **Basit ve Doğal Diyaloglar Sunma:** Kullanıcıya gereksiz veya nadiren ihtiyaç duyulan bilgi verilmemesi, bilgilerin doğal ve mantıksal bir sırayla sunulması;
- **Kullanıcının Dilini Konuşma:** Sistemin, kullanıcıların aşina olduğu kelimeler, kavramlar ve deyimlerle iletişim kurması;
- **Kullanıcının Bellek Yükünü Azaltma:** Kullanıcının diyaloglar arasında bilgi taşımak zorunda kalmaması ve talimatların gerektiğinde kolay erişilebilir olması;
- **Tutarlılık Sağlama:** Sistem içinde kullanılan terimlerin, durumların ve eylemlerin tutarlı olması;
- **Geri Bildirim Sağlama:** Sistem durumunu makul sürede kullanıcıya bildirerek bilgi akışını kesintisiz kılma;

- **Açıkça Belirtilmiş Çıkışlar Sunma:** Yanlış işlem yapıldığında kullanıcıların kolayca işlemden çıkabilmesini sağlama;
- **Kısayollar Sunma:** Deneyimli kullanıcılar için etkileşim hızını artıran kısayollar sağlama;
- **Anlaşılır Hata Mesajları Sunma:** Sorunları açık, yapıcı ve teknik terim içermeyen dille bildirme;
- **Hataları Önleme:** Hataların oluşmasını baştan engelleyen tasarım önlemleri alma;
- **Yardım ve Dokümantasyon Sağlama:** Sistem dokümantasyonsuz kullanılabilir olsa da gerektiğinde kolay erişilebilir ve kullanıcı görevine uygun yardım sunma.

Bu ilkeler, sanal rehber uygulamalarının sezgisel kullanılabilirliğini ölçmek ve kullanıcı odaklı tasarımı desteklemek için temel bir değerlendirme çerçevesi sunmaktadır. Test soruları bu ilkeler temelinde hazırlanmış olup, her bir soru belirli bir sezgisellikle ilişkilendirilmiştir. Örneğin*; Sistem size hangi aşamada olduğunuzu net bir şekilde gösterdi mi?* sorusu *sistem durumunun görünürlüğü* ilkesiyle; *Hata yaptığınızda sistem sizi uyardı mı?* sorusu ise *hata önleme* ilkesiyle ilişkilidir.

Bu kapsamda, kullanıcı testi sürecinde iki aşamalı bir yöntem tercih edilmiştir. İlk aşamada, katılımcılardan prototipi deneyimlerken düşüncelerini ve karar verme süreçlerini yüksek sesle ifade etmeleri beklenen *Sesli Düşünme* (Think-Aloud) yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemde katılımcılar, prototipi kullanırken karşılaştıkları durumlar ve verdikleri tepkiler hakkında anlık düşüncelerini sözlü olarak paylaşmaları yönünde yönlendirilmiştir. Think aloud yöntemi, katılımcıların arayüzle etkileşim hâlindeyken yaşadıkları kullanılabilirlik sorunlarını, karar alma süreçlerini ve zihinsel modellerini doğrudan gözlemlemeye olanak tanır (Lewis,1982; Nielsen,1993).

Nielsen, sesli düşünme yöntemini *belki de en değerli kullanılabilirlik mühendisliği yöntemi* olarak tanımlamaktadır (Nielsen,1993). Bu yöntemin avantajları arasında az sayıda katılımcıyla da etkili veri elde edilebilmesi, özel donanım veya karmaşık analiz süreçlerine ihtiyaç duyulmaması ve tasarımın herhangi bir aşamasında uygulanabilir olması yer almaktadır (Lewis,1982 ; Nielsen,1993; Wright ve Monk,1991).

Ancak, yöntemin uygulanma biçimi sonuçların geçerliliğini doğrudan etkilemektedir. Ericsson ve Simon'un geliştirdiği standardize sesli düşünme protokolü, düşünsel süreçlerin doğru biçimde aktarılabilmesi için yalnızca kısa süreli bellekte (STM) yer alan bilgilere odaklanmayı önermektedir (Ericsson ve Simon, 1993). Buna göre, katılımcı yalnızca yaptığı görevle ilgili olarak zihninde o an var olan bilgileri ifade etmeli, moderatör ise yalnızca *konuşmaya devam et* gibi yönlendirmelerle süreci

desteklemelidir. Aksi takdirde, katılımcının düşünme biçimi etkilenebilir; bu durum da *reaktivite* olarak tanımlanır ve görev performansında sapmalara neden olabilir (Ericsson ve Simon, 1993). Ayrıca, karmaşık görevlerde bu yöntem, katılımcının konuşurken aynı anda görevleri yerine getirmesini zorlaştırabilir. Bu nedenle, yapılan çalışmada sesli düşünme süreci dikkatle yapılandırılmış, moderatör yönlendirmelerini minimumda tutmuş ve katılımcıların doğrudan gözleme dayalı ifadeleri öncelikli olarak değerlendirilmiştir.

Testin ikinci aşamasında ise, deneyim sonrasında yarı yapılandırılmış bir anket formu ve görüşme soruları ile katılımcı görüşleri toplanmıştır. Katılımcılar, deneyimin ardından hem likert ölçekli hem de açık uçlu sorular içeren bir anketi yanıtlamışlardır. Açık uçlu sorular, Nielsen ilkeleri ile ilişkilendirilmiş ve katılımcıların tasarım hakkındaki sezgisel algılarını nitel olarak değerlendirmeyi hedeflemiştir.

Kullanıcı testi, farklı yaş gruplarından ve dijital sanat deneyimi bulunan 5 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcı sayısının belirlenmesinde Nielsen ve Molich'in (1990) gerçekleştirdiği çalışma temel alınmıştır. Bu çalışmada, sezgisel değerlendirme yönteminde tek bir değerlendiricinin sınırlı bulgu ürettiği, ancak değerlendirici sayısı artırıldıkça tespit edilen kullanılabilirlik sorunlarının hızla arttığı, ancak bu artışın yaklaşık beş katılımcıdan sonra durağanlaştığı belirtilmiştir. Bu bağlamda, 5 kişilik bir katılımcı grubu ile yapılacak testin yeterli içgörü sağlayacağı ve kaynakların etkin kullanılacağı öngörülmektedir (Nielsen ve Molich, 1990). Deneyim, mobil cihaz üzerinde Figma programında tasarlanan prototipin kullanılmasıyla yapılmış olup; test süreci ses kaydı ve not alma yöntemiyle belgelenmiştir. Ayrıca, katılımcılara test öncesi *Açıklayıcı Onam Formu* sunularak etik ilkeler doğrultusunda bilgilendirme yapılmıştır.

5.5.2. Kullanıcı Testi Uygulama Süreci

Kullanıcı testi, prototipin Figma platformu üzerinden görsel olarak sunulmasıyla gerçekleştirilmiştir. Test süreci çevrim içi olarak, video görüşmesi yoluyla yapılmış; katılımcılar prototipi ekran paylaşımı eşliğinde deneyimlemiştir. Görüşmeler sessiz ve dikkat dağıtıcı unsur içermeyen bir ortamda gerçekleştirilmiş, katılımcıların sesli düşünme yöntemiyle süreci aktarmaları teşvik edilmiştir. Bu süreçte katılımcıların yorumları gözlemci tarafından eş zamanlı olarak not alınmış, gerektiğinde takip soruları yöneltilerek geri bildirimlerin derinleştirilmesi sağlanmıştır.

Test sırasında, kullanıcıların etkileşim sırasındaki düşünce süreçlerini ortaya koymaları hedeflenmiş; tasarımın sezgisel olup olmadığı, bilgilendirici yönleri, olası kafa karışıklıkları ve arayüz etkileşimleri bu yöntemle değerlendirilmiştir. Elde edilen gözlem notları, test sonrasında uygulanan anket ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin analiziyle desteklenmiştir.

Test sürecinde artırılmış gerçeklik uygulamasının teknik olarak tam deneyimi mümkün olmamakla birlikte, Figma üzerinden hazırlanan prototip ekranları aracılığıyla sistemin genel işleyişi, arayüz yapısı ve sanal rehberin sunum biçimi değerlendirilmiştir. Bu durum, AG deneyiminin gerçek zamanlı boyutunu sınırlamakla birlikte; kullanıcı deneyimi, bilgi akışı, görsel yönlendirme ve içerik sunumu gibi tasarımsal unsurların test edilmesine olanak sağlamıştır. Dolayısıyla bu testin bulguları, sistemin kullanılabilirliği açısından anlamlı içgörüler sunmaktadır.

5.5.3. Veri Toplama Yöntemi ve Kapsamı

Kullanıcı testi kapsamında hem nicel hem de nitel verilerin toplanmasına yönelik bir veri toplama süreci kurgulanmıştır. Testin ardından katılımcılardan elde edilen geri bildirimler üç temel yöntemle belgelenmiştir: sesli düşünme esnasında alınan gözlem notları, Nielsen'in kullanılabilirlik sezgiselliklerine dayalı olarak hazırlanan likert ölçekli anket formu ve yarı yapılandırılmış bireysel görüşmeler.

Anket formu, kullanıcıların sistem durumunu kavrayabilme, bilgi sunumunun yeterliliği, hata önleme düzeyi, arayüz tasarımındaki tutarlılık gibi konularda görüşlerini nicel olarak ifade etmelerini sağlamıştır. Likert ölçekli sorular 1 (hiç katılmıyorum) ile 5 (tamamen katılıyorum) arasında derecelendirilmiştir. Bu ölçüm sayesinde, kullanıcıların sistemin temel kullanılabilirlik ilkeleriyle olan uyumu konusundaki değerlendirmeleri sayısal verilerle analiz edilebilir hâle gelmiştir.

Öte yandan, test sonrasında yürütülen yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla kullanıcıların deneyime dair daha derinlemesine yorumları toplanmıştır. Bu görüşmelerde açık uçlu sorular aracılığıyla sistemde karşılaşılan sorunlar, olumlu deneyim öğeleri ve geliştirme önerileri detaylı biçimde sorgulanmıştır. Katılımcıların deneyimleri, yorumları ve önerileri tematik analiz yaklaşımıyla değerlendirilmeye hazır hale getirilmiştir.

Tüm bu veriler, sistemin yalnızca teknik işleyişini değil, aynı zamanda kullanıcı algısı, sezgisel kullanım düzeyi ve rehber karakterin sunum biçimi gibi deneyimsel

boyutlarını da ortaya koymak amacıyla toplanmıştır. Teste katılan toplam beş katılımcı, farklı yaş gruplarından ve dijital tasarım deneyimi bulunan kişiler arasından seçilmiştir. Bu seçim, hem sezgisel kullanılabilirliğin hem de etkileşimsel kalite algısının daha çeşitli bir perspektifle değerlendirilmesine olanak tanımıştır.

Ek olarak, kullanıcıların artırılmış gerçeklik deneyimini doğrudan algılayabilmeleri amacıyla, Adobe Aero uygulaması üzerinden geliştirilen prototipin temel bir image tracking (görüntü tanıma) senaryosu test edilmiştir. Bu deneyim kapsamında kullanıcılar, artırılmış gerçeklik uygulamasını mobil cihazlarına indirip, belirli bir sanat eseri görselini kameraya tuttuklarında sanal rehber karakterin animasyonuyla karşılaşmış ve rehberin sesli olarak eseri tanıtmasıyla yönlendirilmişlerdir.

Deneyimin bu bölümü, prototipin gerçek dünya koşullarında çalışabilirliğini ve kullanıcı tarafından algılanabilirliğini ölçme amacı taşımıştır. Her ne kadar sınırlı bir etkileşim sunulmuş olsa da, bu deneyim kullanıcıların artırılmış gerçeklik teknolojisine olan ilgisini ve uygulamanın potansiyelini gözlemlemek açısından önemli niteliktedir.

5.5.4. Kullanıcı Testi Bulguları ve Değerlendirme

5.5.4.1. Likert Anket Sonuçları

Kullanıcı testi sonrası uygulanan anket, sistemin kullanılabilirliğini Nielsen'in (1993) tanımladığı on temel heuristik ilkeye göre değerlendirmeyi amaçlamıştır. Katılımcılar, her bir soruya 1 (hiç katılmıyorum) ile 5 (tamamen katılıyorum) arasında derecelendirme yapmıştır. Toplam 5 katılımcıdan elde edilen ortalamalar aşağıdaki gibidir:

Tablo 2. Nielsen Heuristiklerine Dayalı Kullanıcı Anketi Sonuçları

No	Değerlendirme Kriteri	Ortalama Puan	İlgili Heuristik İlke
1	Sistem, her aşamada ne yapıldığınızı açıkça gösterdi.	4.80	Sistem Durumunun Görünürlüğü
2	Arayüzde kullanılan terimler tanıdık ve anlaşılırdı.	5.00	Kullanıcı Dilinde Konuşma
3	Yanlış işlem yaptığımda bunu kolayca geri alabildim.	5.00	Açık Çıkışlar ve Kullanıcı Kontrolü

4	Tasarım öğeleri (ikon, yazı, renk vb.) birbiriyle tutarlıydı.	5.00	Tutarlılık
5	Sistem, hata yapmamı engelleyecek şekilde tasarlanmıştı.	4.60	Hata Önleme
6	Ne yapmam gerektiğini kolayca anlayabiliyor, hatırlamak zorunda kalmıyordum.	4.40	Kullanıcı Hafızasının Yükünü Azaltma
7	Deneyim, hızlı ya da yavaş ilerlemek isteyen kullanıcılar için esneklik sunuyordu.	4.60	Hızlandırıcılar (Shortcuts)
8	Görsel ve etkileşimli tasarım sade ve dikkat dağıtmayan şekilde sunulmuştu.	5.00	Sade ve Doğal Diyalog
9	Hata mesajları anlaşılır ve çözüm odaklıydı.	4.80	Anlaşılır Hata Mesajları
10	Gerekli yerlerde açıklayıcı bilgiler ve yardım yönergeleri yer alıyordu.	4.80	Yardım ve Belgelendirme

Kaynak: Yazara aittir

Anket sonuçları genel olarak sistemin yüksek düzeyde kullanılabilirlik özellikleri taşıdığını göstermektedir. Tüm soruların ortalama puanı 4.4 ile 5.0 arasında değişmektedir. Özellikle *kullanılan terimlerin anlaşılabilirliği*, *tasarımsal tutarlılık* ve *geri alınabilirlik* gibi kriterlerde tam puan (5.00) elde edilmiştir. Bu, kullanıcıların arayüzü dil açısından sezgisel bulduklarını ve tasarımsal bütünlükten memnun kaldıklarını göstermektedir.

En düşük ortalamaya sahip madde (4.40), *ne yapılması gerektiğini hatırlamak zorunda kalmadan anlayabilme* ile ilgilidir. Bu bulgu, sistemin yönlendirme kapasitesinin daha da geliştirilebileceğini göstermektedir. Öte yandan, hata önleme (4.60) ve esneklik (4.60) konularında da küçük ölçekte geliştirme potansiyeli olduğu gözlenmektedir.

Bu veriler, prototipin Nielsen'in kullanılabilirlik ilkeleriyle büyük ölçüde örtüştüğünü ve kullanıcıların temel etkileşim beklentilerini karşıladığını ortaya koymaktadır.

5.5.4.2. Tematik Nitel Analiz

Yapılan kullanıcı testlerinde, sesli düşünme yöntemi ve açık uçlu sorular yoluyla toplanan nitel veriler tematik analiz tekniğiyle değerlendirilmiştir. Analiz, Nielsen'in (1993) tanımladığı kullanılabilirlik heuristikleri temel alınarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda temalar hâlinde sunulmuştur:

Sistemin Kullanım Kolaylığı ve Anlaşılabilirliği

Kullanıcıların büyük çoğunluğu prototipi genel anlamda kolay ve sezgisel bulduklarını ifade etmiştir. Katılımcılardan biri, içerik detaylarına ulaşmak için görsel üzerine tıklanması gerektiğini başlangıçta fark etmediğini belirterek kısa süreli bir kafa karışıklığı yaşadığını belirtmiştir. Bu durum, bazı adımların kullanıcıya daha açık biçimde yönlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak kullanımı kolaydı ancak sıralı seçim adımında tıklama gerektiğini fark etmem biraz zaman aldı.

Arayüzün Görsel Tutarlılığı ve Sadelik

Tüm kullanıcılar arayüz tasarımının sade, dikkat dağıtmayan ve kullanıcı dostu olduğunu vurgulamıştır. Metinler, butonlar ve ikonların işlevsel olduğu ve görsel olarak uyum içinde çalıştığı ifade edilmiştir.

Arayüz tasarımı sade ve anlaşılırdı. Görsel öğeler dikkat dağıtmadan işlevini yerine getiriyordu.

Gerçek Mekân ile Dijital İçerik Uyumu

Katılımcılar, artırılmış gerçeklik içeriği ile fiziksel mekân arasında uyum olduğunu ve herhangi bir görsel yapaylık hissi yaşamadıklarını belirtmiştir.

Gerçek mekân ile dijital içerik arasında genel olarak uyum vardı.

Sanal Rehberin Bilgi Sunumu

Rehber karakterin sunduğu bilgiler, kullanıcılar tarafından yeterli ve anlaşılır bulunmuştur. Bilgilendirmenin sıkıcı olmadan, kısa ve etkili biçimde yapıldığı ifade edilmiştir.

Verdiği bilgiler yeterliydi ve sıkmadan eser hakkında bilgilendim.

Deneyimin Müze Gezisine Katkısı

Tüm katılımcılar, bu tür bir uygulamanın müze deneyimlerini daha verimli, anlamlı ve etkileşimli hale getireceğini belirtmiştir. Uygulamanın, izleyici ile eser arasındaki bağı güçlendirdiği ve öğrenme sürecini kolaylaştırdığı dile getirilmiştir.

Bu uygulama müze deneyimimi kolaylaştırır, eserleri daha iyi anlamamı sağlardı.

Geliştirilmesi Önerilen Yönler

Katılımcılar prototipi genel olarak yeterli bulmakla birlikte, daha iyi bir deneyim için bazı iyileştirme önerilerinde bulunmuştur:

- Mikro yönlendirmeler ve kullanıcıya rehberlik eden pop-up bilgilendirme kutucukları önerilmiştir.
- *Tekrar* ikonu bazı kullanıcılar tarafından anlaşılmamış, 5-10 saniye geri sarma mı yoksa yeniden oynatma mı olduğu netleşmemiştir.
- *Sıradaki esere atla* fonksiyonu için kullanılan ikon kafa karıştırıcı bulunmuş; kullanıcılar bunu *bir sonraki esere geç* olarak yorumlanmış, ancak ikonun asıl işlevi *anki eseri atla* idi. Bu ikonun daha açıklayıcı bir sembolle değiştirilmesi önerilmiştir.
- *Sıradaki esere geç ikonunu, atla olduğunu anlayamadım, normal geç butonuna benziyordu*.

Tematik analiz sonuçlarına göre, kullanıcılar prototipi genel olarak sezgisel, tutarlı ve işlevsel bulmuştur. Görsel tasarım unsurlarının sadeliği ve rehberin bilgi sunumu olumlu geri bildirim alırken, bazı küçük yönlendirme eksiklikleri ve ikon tasarımları kullanıcı deneyimini sınırlayan alanlar olarak tespit edilmiştir. Bu bulgular, prototipin kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda geliştirilmesine yönelik değerli girdiler sağlamaktadır.

5.6. Genel Değerlendirme ve Yorum

Bu çalışma kapsamında geliştirilen artırılmış gerçeklik destekli sanal rehber uygulaması, hem çağdaş sanat müzesi bağlamında içerik ile dijital anlatıcı arasındaki ilişkiyi kurmaya yönelik bir tasarım yaklaşımı sunmakta, hem de artırılmış gerçeklik teknolojisinin sergi deneyimine nasıl entegre edilebileceğine dair uygulanabilir bir örnek oluşturmaktadır. Uygulamanın tasarım sürecinde elde edilen bulgular, yalnızca teknik uygulamaya değil, aynı zamanda deneyim tasarımı, anlatı kurgusu ve görsel yönlendirme gibi disiplinlerarası alanlara da temas etmektedir.

Sanal rehberin görsel formu, koleksiyon sergisinin tematik çeşitliliğine uyum sağlayacak şekilde biçimlendirilmiş ve bu yaklaşım uygulama sürecinde avatarın anlatıcı figür olarak algılanmasını desteklemiştir. Avatarın yalnızca bilgilendirici değil, aynı zamanda serginin kavramsal atmosferini taşıyan bir unsur hâline gelmesi, ziyaretçi ile içerik arasında görsel ve anlatısal bir bağ kurma hedefi açısından olumlu bir sonuç doğurmuştur. Bu yönüyle avatar, klasik metin bazlı rehberlik biçimlerinden farklı olarak, anlatıyı kişiselleştirilmiş bir karakter üzerinden sunma imkânı sağlamıştır.

Uygulamanın image tracking teknolojisiyle çalışması, dijital içeriğin doğrudan fiziksel eserle eşleşmesini mümkün kılmış; bu durum, kullanıcının bilgiye ulaşım sürecini sadeleştirirken etkileşimi doğallaştırmıştır. Ancak image marker tanıma sürecinde kullanılan görsellerin ışık, kontrast ve yüzey yansımaları gibi dış etkenlerden etkilenebilir olması, deneyimin sürekliliğini zaman zaman sınırlayabilecek bir unsur olarak belirlenmiştir.

Adobe Aero platformunun tercih edilmesi, sahne kurulumunun görsel olarak kolayca yönetilmesini sağlarken; teknik anlamda platformun bazı sınırlılıkları (örn. ileri düzey etkileşimlerin kısıtlılığı, özel UI öğelerinin kullanılamaması) geliştirme sürecini yönlendirmiştir. Yine de Aero'nun marker tanıma, ses entegrasyonu ve animasyon senkronizasyonu gibi temel artırılmış gerçeklik özellikleri açısından işlevsel olduğu görülmüştür.

Yürütülen kullanıcı testi sonuçları, prototipin genel olarak olumlu bir kullanıcı deneyimi sunduğunu göstermiştir. Katılımcılar, arayüz tasarımının sade ve anlaşılır olduğunu, kullanılan terimlerin ve görsel unsurların kolayca kavrandığını ifade etmişlerdir. Likert ölçekli değerlendirmelerde ortalama puanların yüksek olması,

sistemin kullanılabilirlik açısından temel kriterleri büyük ölçüde karşıladığını ortaya koymaktadır. Özellikle hata önleme, görsel sadelik ve anlaşılabilir yardım yönergeleri konularında güçlü bir algı oluşmuştur. Bununla birlikte, tematik nitel analiz bulguları, bazı kullanıcıların navigasyon ikonlarının anlamını ilk etapta kavramakta zorlandığını ve yardım içeriklerinin daha detaylı olabileceğini ortaya koymuştur.

Bu doğrultuda prototipin son sürümünde, kullanıcı geri bildirimlerinden hareketle birtakım revizyonlar yapılmıştır. Navigasyon ikonları (ileri, geri, atla) daha açıklayıcı ve standart sembollerle değiştirilmiş, metin kutularına tahmini okuma süresi bilgisi eklenmiş ve yardım butonunun açılır penceresi kapsamlı hale getirilmiştir. Böylece kullanıcıyı daha fazla yönlendiren, belirsizliği azaltan bir deneyim hedeflenmiştir.

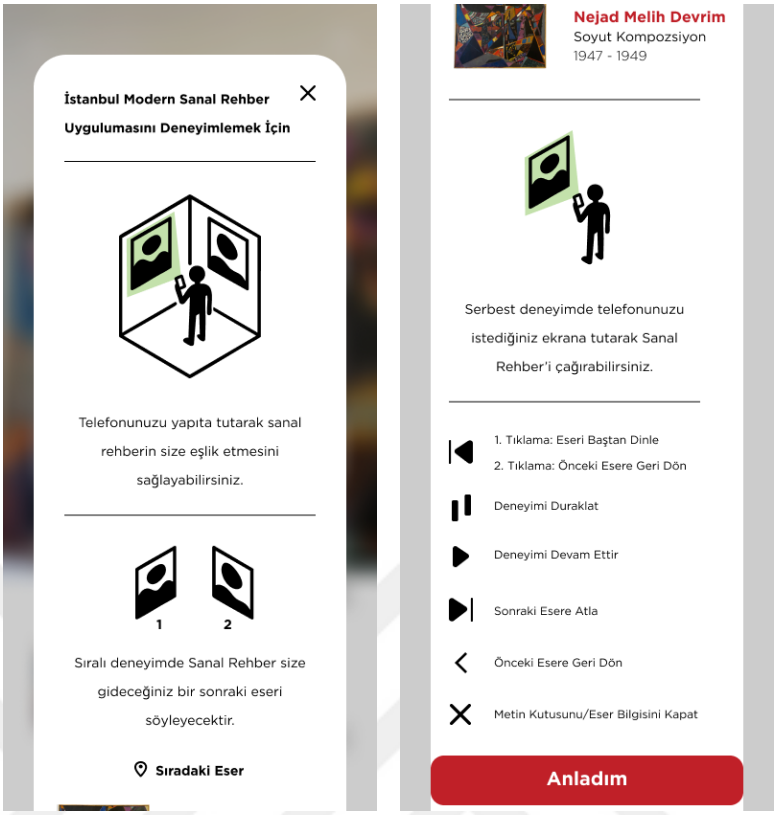
Elde edilen sonuçlar, artırılmış gerçeklik teknolojisinin müze deneyimini dönüştürme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Katılımcılar, sanal rehberin sunduğu bilgilerin anlaşılır olduğunu ve müze gezisini daha bilinçli hale getirdiğini belirtmiştir. Ayrıca, artırılmış gerçeklik uygulamasının mekânsal bağlamla uyumlu biçimde çalışmasının önemli bir katkı sağladığı görülmüştür.

5.7. Prototip Üzerine Yapılan Revizyonlar

Kullanıcı testi sürecinde elde edilen bulgular doğrultusunda prototip üzerinde çeşitli iyileştirme ve revizyonlar gerçekleştirilmiştir. Bu düzenlemeler, özellikle kullanıcı yönlendirmesini güçlendirmeyi, ikon dilinin daha anlaşılır olmasını ve etkileşim sürecindeki belirsizlikleri azaltmayı hedeflemiştir.

İlk olarak, kullanıcıların deneyim sırasında yönlendirmeye duyduğu ihtiyaç dikkate alınarak mikro yönlendirmeler ve açıklayıcı pop-up bilgilendirme kutucukları tasarlanmıştır. Bu kapsamda, bilgi ikonu bütün ekranlarda üst barda sağ tarafa konumlandırılmıştır. Normalde sağ üstte yer alan *TR|EN* yazan dil seçim butonu kaldırılmış, sadece uygulamanın ilk ekranı olan sergi tanıtım ekranına yerleştirilmiştir. Bilgi ikonu seçildiğinde açılan ekrana, kullanıcıya telefonun kamera konumunu nasıl ayarlayacağına dair betimleyici bir çizim görseli eklenmiş ve devamında arayüzdeki ikonların işlevlerini açıklayan bir tanıtım paneli hazırlanmıştır. Bu düzenlemenin, özellikle ilk kullanımlarda yaşanabilecek kafa karışıklıklarını azaltması amaçlanmıştır.

Şekil 72. Bilgi İkonuna Eklenen Yenilikler



Kaynak: Yazara aittir

Bir diğer revizyon, *tekrar* ikonuna ilişkin kullanıcı geri bildirimlerine dayanarak yapılmıştır. Bazı katılımcılar bu ikonun 5–10 saniyelik geri sarma mı yoksa içerikleri yeniden oynatma mı işlevi taşıdığını anlayamamıştır. Bu belirsizliği gidermek amacıyla, bilgi ikonunun alt menüsünde, ilgili butonun bir kere tıklandığında mevcut içeriği baştan oynattığı, iki kere tıklandığında ise bir önceki esere döndüğü açıkça belirtilmiştir. Ayrıca *sıradaki esere atla* fonksiyonuna ait ikonun işlevinin ilk bakışta anlaşılmaması üzerine de bir revizyon yapılmıştır. Önceki tasarımda kullanılan ikon, kullanıcılar tarafından *bir sonraki esere geç* anlamında yorumlanmıştır. Bu nedenle ikon dili güncellenmiş ve Spotify gibi yaygın dijital platformlardan aşinalık yaratacak şekilde ileri ve geri ikonlarına benzeyen yeni bir sembol eklenmiştir. Böylece ikonun gerçek anlamının daha net ifade edilmesi hedeflenmiştir.

Şekil 73.Yenilenen Geri ve İleri Butonu



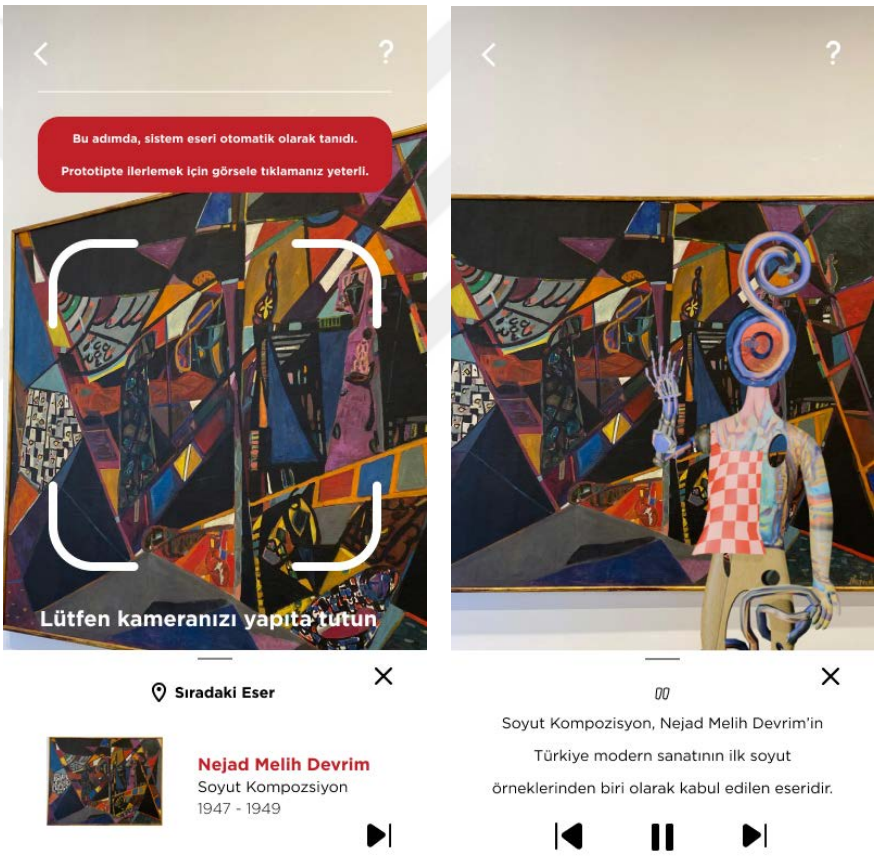
Kaynak: Yazara aittir

Sıralı deneyim modunda, kullanıcıların kamerayı esere tutarak tarama yaptığı ekrana bir uyarı bildirimi eklenmiştir. Bu bildirimin ekranın üst kısmında yer alması sağlanmış ve şu ifade kullanılmıştır:

Bu adımda sistem eseri otomatik olarak tanıdı. Prototipte ilerlemek için görsele tıklamanız yeterli.

Bu düzenleme, deneyim akışında kullanıcıların ne yapmaları gerektiğini daha kolay kavramalarına destek olmayı amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen bu revizyonlar, kullanıcı deneyiminin sezgisel şekilde ilerlemesini desteklemiş ve arayüz tasarımının kullanılabilirliğini artırmıştır.

Şekil 74. Prototip İçin Güncellenen Sıralı Deneyim Ekranı

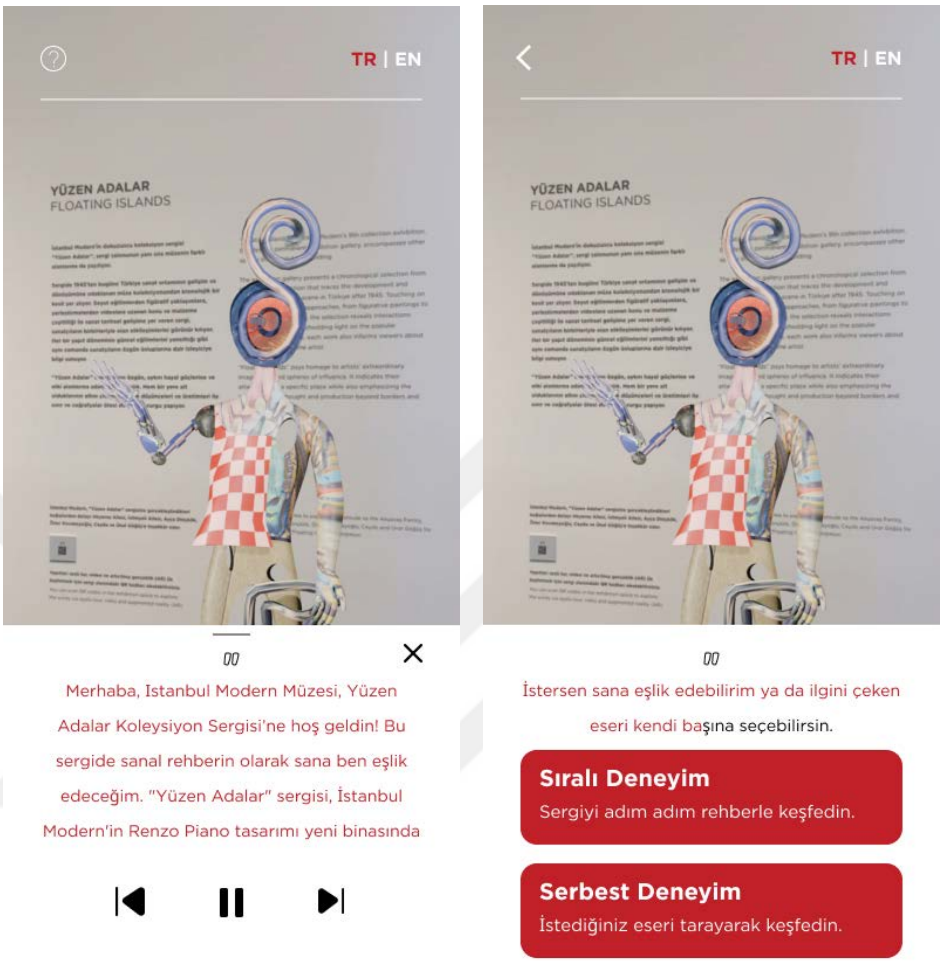


Kaynak: Yazara aittir

Son olarak, şekil 75'te de gösterildiği üzere prototipin sergi tanıtım ekranında içerik akışı güncellenmiştir. Önceki sürümde sanal rehber kullanıcıyı karşılamadan doğrudan sergiyi tanıtmaya başlamaktaydı. Bu durumun deneyimi daha mekanik ve ani başlatabileceği öngörülerek, yeni versiyonda rehberin kullanıcıyı selamlaması,

deneyimin dijital rehberi olduğunu ifade etmesi ve sonrasında sergi anlatımına geçmesi şeklinde daha sıcak ve kademeli bir açılış senaryosu tasarlanmıştır.

Şekil 75. Güncellenen Karşılama Ekranı



Kaynak: Yazara aittir

Böylece kullanıcı ile rehber arasında daha doğal ve samimi bir etkileşim algısı oluşturulması hedeflenmiştir. Gerçekleştirilen bu revizyonların, prototip deneyiminin daha sezgisel ilerlemesine katkıda bulunması, etkileşim süreçlerini sadeleştirmesi ve arayüz tasarımının genel kullanılabilirliğini geliştirmesi amaçlanmaktadır. Yapılan düzenlemelerin, nihai uygulama aşamasında kullanıcıların sistemi daha kolay kavramalarına ve rehberin yönlendirmelerini daha tutarlı bir şekilde takip etmelerine imkân sağlaması beklenmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması, çağdaş müze deneyimlerinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin anlatı ve bilgilendirme süreçlerine nasıl entegre edilebileceğine dair kavramsal ve uygulamalı bir çerçeve sunmayı amaçlamıştır. Özellikle İstanbul Modern Sanat Müzesi'nin koleksiyon sergisi bağlamında geliştirilen sanal rehber prototipi, fiziksel sergi alanı ile dijital içerikler arasında köprü kuran etkileşimli bir deneyim ortamı olarak kurgulanmıştır. Bu çalışma, geleneksel bilgilendirme araçlarının ötesine geçerek, kullanıcıyla ilişki kurabilen dijital figürler aracılığıyla sergi anlatısını yeniden yapılandırmayı hedeflemiştir.

Tez kapsamında ilk olarak artırılmış gerçeklik teknolojisinin tarihsel gelişimi, kullanım alanları, müzelerde rehberlik, sanal rehberler ve araştırmaları, müzecilikteki uygulama örnekleri detaylı biçimde ele alınmış, ardından İstanbul Modern Sanat Müzesi özelinde bir pilot uygulama tasarlanmıştır. Prototip geliştirme sürecinde sanal rehber karakterinin görsel kimliği, etkileşim senaryoları, arayüz unsurları ve artırılmış gerçeklik entegrasyonu aşamalı olarak planlanmıştır. Adobe Aero platformu üzerinde deneyimlenebilir artırılmış gerçeklik modülü hazırlanmış; Figma aracılığıyla kullanıcı arayüz prototipi oluşturulmuştur.

Uygulamanın kullanılabilirliğini değerlendirmek üzere beş katılımcı ile hem sesli düşünme yöntemi hem de anket ve yarı yapılandırılmış görüşme uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı testlerinden elde edilen veriler genel olarak tasarımın sade, anlaşılır ve işlevsel olduğu yönündedir. Katılımcılar, özellikle rehberin bilgilendirme kapasitesini yeterli bulmuş, arayüzün sade yapısını beğenmiş ve sistemin yönlendirmelerini çoğunlukla rahatlıkla takip edebilmiştir. Bununla birlikte test sürecinde bazı önemli geliştirme alanları da tespit edilmiştir. Özellikle ikon dilinin ilk etapta kafa karışıklığı yaratması, içerik akışının aniden başlaması ve yönlendirme eksiklikleri gibi unsurlar geri bildirimlerde öne çıkmıştır.

Bu bulgular doğrultusunda prototip üzerinde çeşitli revizyonlar yapılmıştır. Rehberin sergi tanıtımına başlamadan önce kullanıcıyı selamlaması ve deneyimi kısaca tanıtması sağlanmış; bilgi ikonuna basıldığında kullanıcıyı yönlendiren betimleyici

çizimler ve ikon açıklamalarını içeren pop-up paneller eklenmiştir. Ayrıca, *tekrar* ve *sıradaki esere atla* ikonları daha açıklayıcı sembollerle değiştirilmiş ve sıralı deneyim akışında kullanıcıların ne yapacaklarını anlamalarını kolaylaştıracak uyarı metinleri eklenmiştir. Bu düzenlemelerin, prototipin sezgisel kullanılabilirliğini ve kullanıcı rehberliğini güçlendirmesi hedeflenmektedir.

Çalışmanın sonucunda ortaya çıkan bulgular, artırılmış gerçeklik destekli sanal rehberlerin müze deneyiminde güçlü bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle genç ve dijital deneyime aşina kullanıcı grupları için bu tür uygulamalar, hem öğrenme süreçlerini kolaylaştırmakta hem de sergi alanlarıyla etkileşimi artırmaktadır. Öte yandan, sistem tasarımında ikon dili, mikro yönlendirmeler ve içerik akışının tutarlılığı gibi konuların titizlikle ele alınması gerektiği ortaya çıkmıştır. Geliştirilen prototipin yalnızca pilot ölçekli bir deneyim sunduğu ve daha geniş kullanıcı gruplarıyla gerçekleştirilecek testlere ihtiyaç duyduğu da önemli bir bulgudur. Gelecekte benzer uygulamaların geliştirilmesine yönelik olarak aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Geliştirilen prototip, farklı kullanıcı grupları (yetişkin, çocuk, yabancı ziyaretçi) ile test edilerek deneyim süreci kullanıcı merkezli olarak optimize edilebilir.
- Rehber figüre çoklu dil desteği, işaret dili veya görsel semboller gibi erişilebilirlik özellikleri eklenerek daha kapsayıcı deneyimler tasarlanabilir.
- Sahne içi geçişler, zamanlamalar ve etkileşimler daha gelişmiş artırılmış gerçeklik motorları (örneğin Unity AR Foundation veya 8thWall) ile yeniden yapılandırılabilir.
- Rehberin kullanıcıyla daha dinamik etkileşim kurabilmesi için yapay zeka destekli komut algılama ya da içerik kişiselleştirme seçenekleri entegre edilebilir.

Bu tez, artırılmış gerçeklik teknolojisinin sanal rehberlik kurgusu üzerinden sergi anlatısına entegre edilebileceğini ortaya koymakta ve müzecilik, deneyim tasarımı, dijital anlatı gibi disiplinlerarası alanlara uygulamalı bir katkı sunmaktadır. Geliştirilen model, yalnızca bir uygulama değil; aynı zamanda dijital kültürel anlatılar için yeni ifade olanaklarına işaret eden deneysel bir yaklaşımdır. Geliştirilen prototipin kullanıcı odaklı revizyonları ve elde edilen bulgular, benzer projelerin gelecekteki tasarım ve araştırma süreçlerine yol gösterici nitelikte olacaktır.

KAYNAKÇA

Abdüsselam, M. S. (2014). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi, 4(1), 59–74.

Adobe. (t.y.). *Artırılmış gerçeklik. Hayal ettiğiniz her şey*. Adobe. Erişim tarihi: 25 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.adobe.com/products/aero.html

Adobe. (2021, 24 Ağustos). *Adobe Aero | Common questions*. Adobe Help Center. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://helpx.adobe.com/tr/aero/faq.html

Akbaş, M. F., & Güngör, C. (2017). Artırılmış gerçeklikte işaretçi tabanlı takip sistemleri üzerine bir literatür çalışması ve tasarlanan çok katmanlı işaretçi modeli. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 19(56), 599–619.

Alami, R., Clodic, A., Montreuil, V., Sisbot, E. A., & Chatila, R. (2006, March). Toward Human-Aware Robot Task Planning. In *AAAI spring symposium: to boldly go where no human-robot team has gone before* (pp. 39-46).

Altınpulluk, H., & Kesim, M. (2015). Geçmişten günümüze artırılmış gerçeklik uygulamalarında gerçekleşen paradigma değişimleri. Akademik Bilişim 2015, 546–551. https://doi.org/10.13140/2.1.3721.2967

Anastasovitis, E., Georgiou, G., Matinopoulou, E., Nikolopoulos, S., Kompatsiaris, I., & Roumeliotis, M. (2024). Enhanced inclusion through advanced immersion in cultural heritage: A holistic framework in virtual museology. Electronics, 13(7), 1396.

Another Reality Studio. (2022, 9 Şubat). *Augmented reality guided art gallery tour* [Video]. YouTube. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=Io720xPShn8

Antlej, K., Horan, B., Mortimer, M., Leen, R., Allaman, M., Vickers-Rich, P., & Rich, T. (2018, October). Mixed reality for museum experiences: A co-creative tactile-immersive virtual coloring serious game. In 2018 3rd Digital Heritage International Congress (DigitalHERITAGE) held jointly with 2018 24th International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM 2018) (1–7). IEEE.

Amaguaña, F., Collaguazo, B., Tituaña, J., & Aguilar, W. G. (2018). Simulation system based on augmented reality for optimization of training tactics on military operations. In L. De Paolis & P. Bourdot (Eds.), Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics (Vol. 10850, pp. 394–403). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95270-3_33

ARPlanet SG. (2020, 13 Ağustos). *Augmented reality tour | Taiwan Lantern Festival 2020* [Video]. YouTube. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=LTqnoR45OdI

Ardissono, L., Kuflik, T., & Petrelli, D. (2012). Personalization in cultural heritage: the road travelled and the one ahead. *User Modeling and User-Adapted Interaction: The Journal of Personalization Research*, *22*(1–2), 73–99. https://doi.org/10.1007/s11257-011-9104-x

Argo Project. (2018, 23 Şubat). *Top 3 augmented reality trends 2018*. Medium. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://medium.com/@argoproject/top-3-augmented-reality-trends-2018-8b51afa7ec6f

Argotti, Y., Davis, L., Outters, V., & Rolland, J. P. (2002). Dynamic superimposition of synthetic objects on rigid and simple-deformable real objects. *Computers & Graphics*, 26(6), 919–930.

Artivive. (2025). *Why AR is better than VR for artists and creatives*. Artivive Blog. Erişim tarihi: 21 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.artivive.com/blog/ar-vs-vr-for-art

Assemblr. (2018, 11 Aralık). *Walking Through the Journey of Augmented Reality: A Brief History*. AssemblrWorld. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.assemblrworld.com/blog/history-of-augmented-reality

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4), 355–385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Azuma, R. T. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. In O. Thomas & M. Hirokazu (Eds.), Mixed reality: Merging real and virtual worlds (pp. 379–390). Springer.

Azuma, R. T., 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. http://dx.doi.org/10.1109/38.963459

Balakrishna, B., 2013, Augmented Reality: This Is The Future Calling, The Masterbuilder, June, pp.198-200.

Batuwanthudawa, B., & Jayasena, K. (2020). Real-time location based augmented reality advertising platform. In 2020 2nd International Conference on Advancements in Computing (ICAC) (Vol. 1, pp. 174–179). IEEE.

Bederson, B. B. (1995, May). Audio augmented reality: A prototype automated tour guide. In Conference companion on Human factors in computing systems (pp. 210–211).

Behringer, R., Mizell, D., & Klinker, G. (2001, August). International Workshop on Augmented Reality. VR News, 8(1).

Beier, D., Billert, R., Bruderlin, B., Stichling, D., & Kleinjohann, B. (2003). Marker-less vision based tracking for mobile augmented reality. In Proceedings of the Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 258–259). Tokyo, Japan.

Bennewitz, M., Faber, F., Joho, D., Schreiber, M., & Behnke, S. (2005, December). Towards a humanoid museum guide robot that interacts with multiple persons. In 5th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, 2005. (pp. 418–423). IEEE.

Berryman, D. R. (2012). Augmented reality: A review. Medical Reference Services Quarterly, 31(2), 212–218. https://doi.org/10.1080/02763869.2012.670604

Best, K. (2012). Making museum tours better: Understanding what a guided tour really is and what a tour guide really does. Museum Management and Curatorship, 27(1), 35–52.

Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. New Horizons for Learning, 12(5), 1–5.

Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. Foundations and Trends® in Human–Computer Interaction, 8(2-3), 73–272.

Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. Computer, 45(7), 56–63.

Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook: a transitional AR interface. *Computers & Graphics*, *25*(5), 745–753. https://doi.org/10.1016/S0097-8493(01)00117-0

Bimber, O., & Raskar, R. (2005). Spatial augmented reality: Merging real and virtual worlds (pp. 1–371). A K Peters/CRC Press. https://doi.org/10.1201/b10624

Bingöl, B. (2018). Yeni bir yaşam biçimi: Artırılmış gerçeklik (AG). Etkileşim, (1), 44–55.

Blippar. (t.y.). *The Music Walk of Fame: David Bowie* [Görsel]. Blippar. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.blippar.com/ar-creations/the-music-walk-of-fame-david-bowie

Brown, L. D., & Hua, H. (2006). Magic lenses for augmented virtual environments. IEEE Computer Graphics and Applications, 26(4), 64–73.

Broll, W., Lindt, I., Ohlenburg, J., Wittkamper, M., Yuan, C., Novotny, T., & Strothmann, A. (2004). ARTHUR: A collaborative augmented environment for architectural design and urban planning. JVRB - Journal of Virtual Reality and Broadcasting, 1–10.

Bueno, S., Gallego, M. D., & Noyes, J. (2020). Uses and gratifications on augmented reality games: An examination of Pokémon Go. Applied Sciences, 10(5), 1644.

Bulearca, M., & Tamarjan, D. (2010). Augmented reality: A sustainable marketing tool. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 2(2), 237–252.

Burgard, W., Cremers, A. B., Fox, D., Hähnel, D., Lakemeyer, G., Schulz, D., ... & Thrun, S. (1999). The museum tour-guide robot rhino. In Autonome Mobile Systeme 1998: 14. Fachgespräch Karlsruhe, 30. November–1. Dezember 1998 (pp. 245-254). Springer Berlin Heidelberg.

Business Wire. (2015, 16 Kasım). *Smart glasses with ultrasound for deep tissue vascular imaging*. Medical Design and Outsourcing. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/smart-glasses-with-ultrasound-for-deep-tissue-vascular-imaging/

Caudell, T. P., & Mizell, D. W. (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on (Vol. 2, pp. 659–669). IEEE.

Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). Augmented reality: An overview. In B. Furht (Ed.), Handbook of augmented reality (pp. 3–46). Springer.

Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. Multimedia Tools and Applications, 51(1), 341–377. https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6

Chi, H. C., Tsai, T. H., & Chen, S. Y. (2020, October). SLAM-based augmented reality system in interactive exhibition. In 2020 IEEE Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE) (pp. 258–262). IEEE.

Chiu, P.-H., Tseng, P.-H., & Feng, K.-T. (2018). Interactive mobile augmented reality system for image and hand motion tracking. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 67(10), 9995–10009. https://doi.org/10.1109/TVT.2018.2864893

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. Journal of Science Education and Technology, 22, 449–462. http://dx.doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9

Cidota, M., Lukosch, S., Datcu, D., & Lukosch, H. (2016). Comparing the effect of audio and visual notifications on workspace awareness using head-mounted displays for remote collaboration in augmented reality. Augmented Human Research, 1, 1–15.

Cohen, E. (1985). The tourist guide: The origins, structure and dynamics of a role. Annals of Tourism Research, 12(1), 5–29.

Cootes, T. F., Edwards, G. J., & Taylor, C. J. (2001). Active appearance models. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23(6), 681–685. https://doi.org/10.1109/34.927467

Coşkun, C. (2020). Sanat müzelerinde artırılmış gerçeklik uygulamaları, Hacettepe Sanat Müzesi için bir öneri (Sanatta Yeterlik Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Craig, A. B. (2013). Understanding augmented reality: Concepts and applications. Morgan Kaufmann.

Çankaya, B. (2019). The effect of the augmented reality applications on the success, attitude and motivation of secondary education students [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Çobanoğlu, Ö. (2021). Artırılmış gerçeklik ile üç boyutlu hareketli sanal afişlerin oluşturulması ve sergilenmesi [Yüksek lisans tezi, kurumu belirtilmemiş].

Dahne, P., & Karigiannis, J. N. (2002). Archeoguide: System architecture of a mobile outdoor augmented reality system. In Proceedings. International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 263–264). IEEE.

Damala, A. (2009). Interaction design and evaluation of mobile guides for the museum visit: A case study in multimedia and mobile augmented reality [Doctoral dissertation, Conservatoire National des Arts et Métiers–CNAM].

Damala, A., & Kockelkorn, H. (2006).A taxonomy for the evaluation of mobile museum guides. In Proceedings of the 8th Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services (pp. 273–274). https://doi.org/10.1145/1152215.1152283

Damala, A., Cubaud, P., Bationo, A., Houlier, P., & Marchal, I. (2008). Bridging the gap between the digital and the physical: Design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. In Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (120–127).

Damala, A., Marchal, I., & Houlier, P. (2007). Merging augmented reality based features in mobile multimedia museum guides. In Anticipating the Future of the Cultural Past, CIPA Conference 2007 (pp. 259–264).

Damala, A., & Stojanovic, N. (2012). Tailoring the Adaptive Augmented Reality (A^2R) museum visit: Identifying cultural heritage professionals' motivations and needs. In 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality–Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH) (pp. 71–80). IEEE.

Denso Wave. (t.y.). QR Code. https://www.qrcode.com/en/index.html (Erişim Tarihi 20.06 2025).

DeNisco Rayome, A. (2018, 15 Şubat). How Sephora is leveraging AR and AI to transform retail and help customers buy cosmetics. *TechRepublic*. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.techrepublic.com/article/how-sephora-is-leveraging-ar-and-ai-to-transform-retail-and-help-customers-buy-cosmetics/

Derks, L. (2020, 2 Kasım). How to explain ‘virtual reality’. *Medium*. Erişim tarihi: 20 Haziran 2025, Erişim adresi: https://ictlaurens.medium.com/how-to-explain-virtual-reality-415c2dc89277

Developer Support. (2015, 14 Ekim). *Hololens Development Edition and upcoming roadshows (US)*. Microsoft Developer Blogs. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://devblogs.microsoft.com/premier-developer/hololens-development-edition-and-upcoming-roadshows-us/

Dickmann, F., Keil, J., Dickmann, P. L., & Edler, D. (2021). The impact of augmented reality techniques on cartographic visualization. KN-J. Cartogr. Geogr. Inf., 1–11.

Durak, A., & Karaoğlan Yılmaz, F. G. (2019). ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN EĞİTSEL UYGULAMALARI ÜZERİNE ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNİN GÖRÜŞLERİ. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19(2), 468-481. https://doi.org/10.17240/aibuefd.2019.19.46660-425148

Durna, E. C. (2021). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin turist tatmini üzerine etkileri: Çanakkale tarihi yarımada örneği (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Engelbart, D. C. (2014, February). Artırılmış Gerçeklik. Bilim ve Teknik, 555, 34-37.

Ericsson, K. A., & Simon, H. A. (1993). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Rev. ed.). The MIT Press.

Estrada, J., Paheding, S., Yang, X., & Niyaz, Q. (2022). Deep-Learning-Incorporated Augmented Reality Application for Engineering Lab Training. *Applied Sciences*, *12*(10), 5159. https://doi.org/10.3390/app12105159

ETIPS. (t.y.). *eTips*. eTips web sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://etips.com/

Evagelou, A., Kleftodimos, A., & Lappas, G. (2024). Creating location-based mobile applications for tourism: A virtual AR guide for Western Macedonia. Digital, 4(1), 271–301. https://doi.org/10.3390/digital4010014

Falconer, J. (2013, 8 Temmuz). *Honda's ASIMO gets new job at museum but the robot has been misbehaving*. IEEE Spectrum. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://spectrum.ieee.org/honda-asimo-humanoid-robot-gets-new-job-at-museum

Feiner, S. K. (2002). Augmented reality: A new way of seeing. Scientific American, 286(4), 48–55.

Fenu, C., & Pittarello, F. (2018). Svevo tour: The design and the experimentation of an augmented reality application for engaging visitors of a literary museum. *International Journal of Human - Computer Studies*, *114*, 20–35. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.01.009

Fine, E. C., & Speer, J. H. (1985). Tour guide performances as sight sacralization. Annals of Tourism Research, 12(1), 73-95.

Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. Journal of Business Research, 100, 547–560. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.050

Furht, B. (Ed.). (2011). Handbook of augmented reality. Springer.

Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: A comparative study. Journal of Computer Assisted Learning, 31(3), 189–201.

Fritz, F., Susperregui, A., & Linaza, M. T. (2005). Enhancing cultural tourism experiences with augmented reality technologies. 6th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage (VAST).

Gaikwad, A. (2020, Aralık 20). Quick introduction to image tracking using AR Foundation. Medium. https://medium.com/dscvitpune/quick-introduction-to-image-tracking-using-ar-foundation-dea7d2fbdfe9 (Erişim Tarihi 20.06.2025)

Google AR & VR. (2023, 11 Mayıs). *Make the world your adventure with Singapore Tourism Board* [Video]. YouTube. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=zFxpXiAkT2k

Gupta, T., Sisodia, M., Fazulbhoy, S., Raju, M., & Agrawal, S. (2019, January). Improving accessibility for dyslexic impairments using augmented reality. In 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI) (pp. 1–4). IEEE.

Güzel, T., & Sucaklı, G. (2020). Müze turizminde artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulamaları; Dünya ve Türkiye örnekleri. Journal of Tourism Research Institute, 1(2), 71-82.

Han, D. I., Jung, T., & Gibson, A. (2014). Dublin AR: Implementing Augmented Reality (AR) in Tourism. In Z. Xiang & I. Tussyadiah (Eds.), Information and Communication Technologies in Tourism (pp. 511-523). Springer Computer Science: New York.

Hanafi, A., Elaachak, L., & Bouhorma, M. (2019, March). A comparative study of augmented reality SDKs to develop an educational application in chemical field. In Proceedings of the 2nd International Conference on Networking, Information Systems & Security (pp. 1–8).

Hammady, R. (2019). Virtual Guidance using Mixed Reality in Historical Places and Museums: MuseumEye—a HoloLens-based Mixed Reality Guide to the Egyptian Museum in Cairo.

Hammady, R., Ma, M., Al-Kalha, Z., & Gittens, D. (2021). A framework for constructing and evaluating the role of MR as a holographic virtual guide in museums. *Virtual Reality*, 25, 895–918. https://doi.org/10.1007/s10055-020-00497-9

Heller, J., Chylinski, M., de Ruyter, K., Keeling, D. I., Hilken, T., & Mahr, D. (2021). Tangible service automation: Decomposing the technology-enabled engagement process (TEEP) for augmented reality. Journal of Service Research, 24(1), 84–103.

Hooper-Greenhill, E. (Ed.). (1999). *The educational role of the museum*. Psychology Press.

Horn, A. L. (1980). A comparative study of two methods of conducting docent tours in art museums. Curator: The Museum Journal, 23(2), 105–117.

Hornecker, E., & Bartie, P. (2006). *Technology in tourism: Handheld guide systems and museum technologies*. Christchurch, New Zealand: Human Interface Technology Laboratory New Zealand.

Höllerer, T. H., & Feiner, S. K. (2004). Mobile augmented reality. In H. A. Karimi & A. Hammad (Eds.), Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services (pp. 392–421). CRC Press. https://doi.org/10.1201/b12395

Huang, L., & Lau, N. (2020). Enhancing the Smart Tourism Experience for People with Visual Impairments by Gamified Application Approach through Needs Analysis in Hong Kong. Sustainability, 12(15), 6213. https://doi.org/10.3390/su12156213

ICAS San Diego. (t.y.). *Gabriel Rico: Unity in Variety*. ICAS San Diego web sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://icasandiego.org/art/gabriel-rico/

Igeedee. (2011, 9 Haziran). *dARsein: Augmented reality tour through architectural history at House of Olbrich* [Video]. YouTube. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=LSWxrDrvDy8

Informatics Inc. (2016, 12 Temmuz). *Pokémon GO and the future of augmented reality*. Informatics Inc. Blog. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.informaticsinc.com/blog/2016/pokemon-go-and-future-augmented-reality

Ingress. (t.y.). *Ingress*. Niantic, Inc. web sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://ingress.com/

Inventing Interactive. (2010, 18 Mart). *Aspen movie map*. Inventing Interactive. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: http://inventinginteractive.com/2010/03/18/aspen-movie-map/

İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology, 5(2), 111–136.

Jamison, S. R., Devries, D. R. & Jamison, R. L. 2002. Automated touring information systems and methods. Google Patents.

Javornik, A. (2016). Augmented reality: Research agenda for studying the impact of its media characteristics on consumer behaviour. Journal of Retailing and Consumer Services, 30, 252–261.

Juan, M. C., & Pérez, D. (2011). Augmented reality in psychology. In *Handbook of augmented reality* (pp. 449-462). New York, NY: Springer New York.

Jung, T., tom Dieck, M. C., Lee, H., & Chung, N. (2016). Effects of virtual reality and augmented reality on visitor experiences in museum. In Information and communication technologies in tourism 2016: Proceedings of the international conference in Bilbao, Spain, February 2-5, 2016 (pp. 621-635). Springer International Publishing.

Kan, T. W., Teng, C. H., & Chou, W. S. (2019). Applying QR Code in augmented reality applications. In Proceedings of the International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications in Industry (pp. 253–257). Brisbane, Australia.

Karatay, A. (2015). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ve müze içi eser bilgilendirme ve tanıtımlarının artırılmış gerçeklik teknolojisi yordamıyla yapılması [Yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].

Kartal, B. (2018, 23 Şubat). Google, arttırılmış gerçeklik kiti ARCore V1.0'ı resmi olarak MWC 2018'de tanıtacak! *Webtekno*. Erişim tarihi: 20 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.webtekno.com/google-arttirilmis-gerceklik-kiti-arcore-v1-0-h41351.html

Karthika, S., Praveena, P., & GokilaMani, M. (2017). Hololens. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 6(2), 41–50.

Katiyar, A., Kalra, K., & Garg, C. (2015). Marker based augmented reality. Advances in Computer Science and Information Technology (ACSIT), 2(5), 441–445.

Kaygusuz, D. (2014, 29 Nisan). *Sakıp Sabancı Müzesi – Artırılmış Gerçeklik* [Video]. YouTube. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.youtube.com/watch?v=IDtdGwiL0t0

Keil, J., Pujol, L., Roussou, M., Engelke, T., Schmitt, M., Bockholt, U., & Eleftheratou, S. (2013). A digital look at physical museum exhibits: Designing personalized stories with handheld augmented reality in museums. In *2013 Digital Heritage International Congress (DigitalHeritage)* (Vol. 2, pp. 685–688). IEEE. https://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2013.6744836

Keil, J., Zollner, M., Becker, M., Wientapper, F., Engelke, T., & Wuest, H. (2011). The house of Olbrich—An augmented reality tour through architectural history. In Proceedings of the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality—Arts, Media, and Humanities (pp. 15–18). IEEE. https://doi.org/10.1109/ISMAR-AMH.2011.6093651

Kelley, G. (2021, 25 Ocak). *The advantages of touch screen technology*. Van Wyhe Photography. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.vanwyhephotography.com/the-advantages-of-touch-screen-technology/

Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. Virtual Reality, 10(3), 163–174.

Ketchell, S., Chinthammit, W., & Engelke, U. (2019). Situated storytelling with SLAM enabled augmented reality. In Proceedings of the 17th International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry (pp. 1–9). Brisbane, QLD, Australia.

Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). Augmented reality: An emerging technologies guide to AR. Syngress Publishing.

Klein, G., & Murray, D. (2007, November). Parallel tracking and mapping for small AR workspaces. In 2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 225–234). IEEE.

Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives—The development of an augmented reality platform for environmental simulations. Educational Technology Research and Development, 56, 203–228.

Kobylski, H. (2020, 6 Mart). Transforming veteran health care with HoloLens 2. *Microsoft in Business*. Erişim tarihi: 20 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.microsoft.com/en-us/industry/microsoft-in-business/customer-experience/2020/03/06/transforming-veteran-health-care-with-hololens-2/

Koh, H. E., Oh, J., & Mackert, M. (2017). Predictors of playing augmented reality mobile games while walking based on the theory of planned behavior: Web-based survey. JMIR mHealth and uHealth, 5(12), e8470.

Konishi, K., Hashizume, M., Nakamoto, M., Kakeji, Y., Yoshino, I., Taketomi, A., ... & Maehara, Y. (2005, Mayıs). Augmented reality navigation system for endoscopic surgery based on three-dimensional ultrasound and computed tomography: Application to 20 clinical cases. In International Congress Series (Vol. 1281, pp. 537–542). Elsevier.

Kopp, S., Gesellensetter, L., Krämer, N. C., & Wachsmuth, I. (2005). A conversational agent as museum guide–Design and evaluation of a real-world application. In Intelligent Virtual Agents: 5th International Working Conference, IVA 2005, Kos, Greece, September 12–14, 2005. Proceedings (pp. 329–343). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11550617_28

Kortbek, K. J., & Grønbæk, K. (2008, Ekim). Communicating art through interactive technology: New approaches for interaction design in art museums. In *Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Building Bridges* (ss. 229–238). ACM. https://doi.org/10.1145/1463160.1463185

Kounavis, C. D., Kasimati, A. E., & Zamani, E. D. (2012). Enhancing the tourism experience through mobile augmented reality: Challenges and prospects. International Journal of Engineering Business Management, 4, 10.

Kourouthanassis, P., Boletsis, C., Bardaki, C., & Chasanidou, D. (2015). Tourists responses to mobile augmented reality travel guides: The role of emotions on adoption behavior. Pervasive and Mobile Computing, 18, 71-87.

Kuhail, M. A., ElSayary, A., Farooq, S., & Alghamdi, A. (2022, September). Exploring immersive learning experiences: A survey. Informatics, 9(4), 75.

Kum, J., & Lee, M. (2022). Can gestural filler reduce user-perceived latency in conversation with digital humans? Applied Sciences, 12(21). doi: 10.3390/app122110972

Kuno, Y., Sadazuka, K., Kawashima, M., Yamazaki, K., Yamazaki, A., & Kuzuoka, H. (2007, April). Museum guide robot based on sociological interaction analysis. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 1191–1194).

Kushnir, V., Koman, B., & Shuvar, R. (2018). Development a software with augmented reality using Unreal Engine 4. In Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Electronics and Information Technologies". https://doi.org/10.30970/elit2018.A40

Krueger, M. (t.y.). *Videoplace*. Weebly. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html

Lai, E. (2024, 1 Şubat). *Discover Singapore through an immersive augmented reality tour*. Google Blog. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://blog.google/around-the-globe/google-asia/singapore-arcore-stb/

Lashkari, A. H., Parhizkar, B., & Mohamedali, M. A. (2010, May). Augmented reality tourist catalogue using mobile technology. In 2010 Second International Conference on Computer Research and Development (pp. 121-125). IEEE.

Lee, D., Kim, J., Lee, J., & Park, K. (2018). Augmented reality to localize individual organ in surgical procedure. Healthcare Informatics Research, 24(4), 394–401. https://doi.org/10.4258/hir.2018.24.4.394

Lee, G. A., Dünser, A., Kim, S., & Billinghurst, M. (2012, Kasım). CityViewAR: A mobile outdoor AR application for city visualization. In *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality—Arts, Media, and Humanities (ISMAR-AMH)* (ss. 57–64). IEEE. 10.1109/ISMAR-AMH.2012.6483989

Leue, M. C., Jung, T., & tom Dieck, D. (2014, December). Google glass augmented reality: Generic learning outcomes for art galleries. In Information and communication technologies in tourism 2015: proceedings of the international conference in Lugano,

Switzerland, February 3-6, 2015 (pp. 463-476). Cham: Springer International Publishing.

Leigh, E. (2007). The next generation of guiding technology. In Association of Interpretation Australia (Ed.) Building Blocks Conference. Darling Harbour, Australia. http://www.interpretationaustralia.asn.au/conference2007/downloadmanager/downloads/Maryanne_Leigh_paper.pdf

Lewis, C. 1982. Using the "Thinking-aloud" method in Cognitive Interface Design. Research No. 40713. IBM, Yorkton Heights, NY.

Li, H., Daugherty, T., & Biocca, F. (2002). Impact of 3-D advertising on product knowledge, brand attitude, and purchase intention: The mediating role of presence. Journal of Advertising, 31(3), 43–57. https://doi.org/10.1080/00913367.2002.10673675

Li, L. T. (2014). Augmented reality based on mobile phones. *Advanced Materials Research*, *926*, 1882-1885. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.926-930.1882

Lin, P.-Y., Wu, W.-C., & Yang, J.-H. (2021). A QR code-based approach to differentiating the display of augmented reality content. Applied Sciences, 11(24), 11801. https://doi.org/10.3390/app112411801

Lippman, A., & Maps, M. (1980). An application of the optical videodisc to computer graphics. In Proceedings ACM SIGGRAPH (pp. 14–18).

Liu, T.-Y., Tan, T.-H., & Chu, Y.-L. (2010). QR code and augmented reality-supported mobile English learning system. In X. Jiang, M. Y. Ma, & C.-W. Chen (Eds.), *Mobile multimedia processing: WMMP 2008* (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 5960, pp. 37–52). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12349-8_3

Liu, T. Y., Tan, T. H., & Chu, Y. L. (2009). Outdoor natural science learning with an RFID-supported immersive ubiquitous learning environment. Journal of Educational Technology & Society, 12(4), 161–175.

Liu, X., Sohn, Y.-H., & Park, D.-W. (2018). Application development with augmented reality technique using Unity 3D and Vuforia. International Journal of Applied Engineering Research, 13(21), 15068–15071.

Livingston, M. A., Rosenblum, L. J., Brown, D. G., Schmidt, G. S., Julier, S. J., Baillot, Y., ... & Maassel, P. (2011). Military applications of augmented reality. In B. Furht (Ed.), Handbook of augmented reality (pp. 671–706). Springer.

Ledesma, A. (2020). Spark AR world effects. *Medium*. Erişim tarihi: 25 Haziran 2025, Erişim adresi: https://arledesma97.medium.com/spark-ar-world-effects-cdacd16ee798

Lewalter, U., & Szymanski, P. (2017). Augmented Reality: IKEA bohrt iOS-App auf. *ComputerBild*. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.computerbild.de/artikel/cb-News-Internet-Augmented-Reality-IKEA-bohrt-iOS-App-auf-18386085.html

Llerena, J., Andina, M., & Grijalva, J. (2018, November). Mobile application to promote the Malecón 2000 tourism using augmented reality and geolocation. In 2018 International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS) (pp. 213–220). IEEE.

Ludwig, C., & Reimann, C. (2005). Augmented reality: information at focus. *Cooperative Computers and Communication Lab*, *4*(1), 1619–7879.

Mann, S. (1997). Wearable computing: A first step toward personal imaging. Computer, 30(2), 25–32.

Manuri, F., & Sanna, A. (2016). A survey on applications of augmented reality. ACSIJ Advances in Computer Science: An International Journal, 5(1), 18–27.

Mason, D. D., & McCarthy, C. (2006). 'The feeling of exclusion': Young peoples' perceptions of art galleries. Museum Management and Curatorship, 21(1), 20-31.

Matysczok, C., Radkowski, R., & Berssenbruegge, J. (2004). AR-Bowling: Immersive and realistic game play in real environments using augmented reality. In ACE'04: Proceedings of the International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (pp. 269–276). ACM Press.

McMahon, D. D., Cihak, D. F., Wright, R. E., & Bell, S. M. (2015). Augmented reality for teaching science vocabulary to postsecondary education students with intellectual disabilities and autism. Journal of Research on Technology in Education, 48(1), 38–56. https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1103149

McNally, K. F., & Kolivand, H. (2024). A web-based augmented reality system. EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems, 11(1), 1–8. https://doi.org/10.4108/eetsis.5481

Medivis. (t.y.). *About*. Medivis. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.medivis.com/about

Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1321–1329. https://www.alice.id.tue.nl/references/milgram-kishino-1994.pdf

Miller, D. (t.y.). *Dan Miller – GitHub profili*. GitHub. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://github.com/Danmillerdev

Moltenbrey, K. (2011). Thinking outside the box. Computer Graphics World, 34(5), 56–59. https://www.researchgate.net/publication/293398648_Thinking_outside_the_box

Moorhouse, N., tom Dieck, M. C., & Jung, T. (2019). An experiential view to children learning in museums with augmented reality. *Museum Management and Curatorship*, 34(4), 402–418. https://doi.org/10.1080/09647775.2019.1578991

Morales, S. A. H., Andrade-Arenas, L., Delgado, A., & Huamani, E. L. (2022). Augmented reality: Prototype for the teaching-learning process in Peru. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 13(1).

Newsroom. (2023, 25 Eylül). *Coca-Cola Zero Sugar launches first-of-its-kind, interactive augmented reality giveaway campaign inviting fans to '#TakeATaste Now'*. FAB News. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://fabnews.live/coca-cola-zero-sugar-launches-first-of-its-kind-interactive-augmented-reality-giveaway-campaign-inviting-fans-to-takeataste-now/

Ng Giap Weng, E., Parhizkar, B., Chai Hsiao Ping, L., & Habibi La Shkari, L. (2011). Augmented reality for museum artifacts visualization. International Journal of Computer Science and Information Security, 9(5), 174–185.

Nickerson, M. (2005). All the world's a museum: Access to cultural heritage audio anywhere, anytime. In X. Perrot (Ed.), ICHIM 2005, Digital culture and heritage. Paris: Bibliothèque Nationale de France. http://www.archimuse.com/publishing/ichim05/Nickerson.pdf

Nielsen, J. (1993). Usability Engineering (1st ed.). Morgan Kaufmann,San Francisco, CA.

Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90) (pp. 249–256). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/97243.97281

Nourbakhsh, I. R., Bobenage, J., Grange, S., Lutz, R., Meyer, R., & Soto, A. (1999). An affective mobile robot educator with a full-time job. *Artificial intelligence*, *114*(1-2), 95-124.

Ocean Outdoor. (2023, 19 Aralık). *Vodafone's Elf and Seek AR game returns bigger and better for Christmas 2023*. Ocean Outdoor. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.oceanoutdoor.com/blog/vodafones-elf-and-seek-ar-game-returns-bigger-and-better-for-christmas-2023/

Oikonomou, K., Chatzilari, E., Nikolopoulos, S., Kompatsiaris, I., Gavilan, D., & Downing, J. (2021). Snapwear: A Snapchat AR filter for the virtual tryon of real clothes. 2021 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 2021 IEEE International Symposium on, ISMAR-ADJUNCT, 46–51. https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct54149.2021.00019

Olsson, T., & Väänänen-Vainio-Mattila, K. (2011). Expected user experience with mobile augmented reality services. MobileHCI, Workshop on Mobile Augmented Reality.

Onirix. (t.y.). *Marker-based augmented reality with targets*. Onirix. Erişim tarihi: 24 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.onirix.com/learn-about-ar/marker-based-augmented-reality-with-targets/

Open Culture. (2018, 13 Nisan). *Watch ancient ruins get restored to their glorious original state with animated GIFs: The Temple of Jupiter, Luxor Temple & more*. Open Culture. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.openculture.com/2018/04/watch-seven-ancient-ruins-get-restored-to-their-glorious-original-state-with-animated-gifs.html#google_vignette

Palumbo, F., Dominici, G., & Basile, G. (2013, Haziran). Designing a mobile app for museums according to the drivers of visitor satisfaction. In *Recent Advances in Business Management and Marketing – Proceedings of the 1st International Conference on Management, Marketing, Tourism, Retail, Finance and Computer Applications (MATREFC'13)*. Dubrovnik, Hırvatistan: WSEAS Press.

Pangburn, D. J. (2018, 2 Ekim). *Meet the robotic museum guide that will turn art into sound for the visually impaired*. Fast Company. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.fastcompany.com/90243683/meet-the-robotic-museum-guide-that-will-turn-art-into-sound-for-the-visually-impaired

Papagiannakis, G., Singh, G., & Magnenat-Thalmann, N. (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems. Computer Animation and Virtual Worlds, 19(1), 3–22.

Park, S., Bokijonov, S., & Choi, Y. (2021). Review of Microsoft Hololens applications over the past five years. Applied Sciences, 11(16), 7259.

Pavlik, J. V., & Bridges, F. (2013). The emergence of augmented reality (AR) as a storytelling medium in journalism. Journalism & Communication Monographs, 15(1), 4–59. https://doi.org/10.1177/1522637912470819

Pekarik, A. J., Doering, Z. D., & Karns, D. A. (1999). Exploring satisfying experiences in museums. Curator, 42(2), 152-173

Persefoni, K., & Tsinakos, A. (2016). Augmented reality and dyslexia: A new approach in teaching students. [Conference paper, Nisan].

Phan, V. T., & Choo, S. Y. (2010). Interior design in augmented reality environment. International Journal of Computer Applications, 5(5), 16–21.

Platt, P. (2025, April 8). How does web-based augmented reality work? Rock Paper Reality. Erişim Tarihi: 13 Haziran, 2025, Erişim Adresi: https://rockpaperreality.com/insights/web-ar/how-does-web-based-augmented-reality-work/

Poghosyan, Ş. (2019, Şubat). *An example of projection-based AR in geography class* [Bir coğrafya sınıfında projeksiyon tabanlı AG örneği] [Görsel]. In *Learning-Oriented Augmented Reality Technology*. ResearchGate. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.researchgate.net/figure/An-example-of-Projection-based-AR-in-Geography-Class_fig3_331181344

Polat, M. (2008). Türkiye'deki özel müzelerde küratöryel etkinliğin incelenmesi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Pond, K. L. (1993). The professional guide: Dynamics of tour guiding. Van Nostrand Reinhold.

Poushneh, A., & Vasquez-Parraga, A. Z. (2017). Discernible impact of augmented reality on retail customer's experience, satisfaction and willingness to buy. Journal of Retailing and Consumer Services, 34, 229–234.

PROCTOR, N., & TELLIS, C. (2003). The state of the art in museum handhelds in 2003. In J. Trant & D. Bearman (Eds.), Museums and the Web 2003. Charlotte, Carolina: Archives and Museum Informatics. http://www.archimuse.com/mw2003/papers/proctor/proctor.html

Pterneas, V. (2019, 9 Temmuz). *Body tracking with ARKit on iOS (iPhone/iPad)*. Vangos Pterneas Web Sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://pterneas.com/2019/07/09/body-tracking-arkit/

Ranasinghe, D., Kankanamge, N., De Silva, C., Kangana, N., Mahamood, R., & Yigitcanlar, T. (2025). CityBuildAR: Enhancing Community Engagement in Placemaking Through Mobile Augmented Reality. *Future Internet*, *17*(3), 115. https://doi.org/10.3390/fi17030115

Raptis, G. E., Fidas, C., & Avouris, N. (2017). Cultural heritage gaming: Effects of human cognitive styles on players' performance and visual behavior. In Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization (pp. 343–346). Bratislava, Slovakia. https://doi.org/10.1145/3099023.3099090

Raptis, G. E., Fidas, C., & Avouris, N. (2018). Effects of mixed-reality on players' behaviour and immersion in a cultural tourism game: A cognitive processing perspective. *International Journal of Human-Computer Studies., 114*, 69–79. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.02.003

Reitmayr, G., & Schmalstieg, D. (2004). Collaborative augmented reality for outdoor navigation and information browsing. In *Symposium on Location Based Services and TeleCartography* (pp. 31–41).

Rese, A., Baier, D., Geyer-Schulz, A., & Schreiber, S. (2017). How augmented reality apps are accepted by consumers: A comparative analysis using scales and opinions. Technological Forecasting and Social Change, 124, 306–319.

Reynolds, S. (2020, 20 Temmuz). *Pokémon GO is changing the augmented reality game*. The Realizers. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://therealizers.com/pokemon-go-is-changing-the-augmented-reality-game/

Rizov, D., & Rizova, D. (2015). Augmented reality as a teaching tool in higher education. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 3(1), 7–16.

Rocchi, C., Stock, O., Zancanaro, M., Kruppa, M., & Krüger, A. (2004). The museum visit: Generating seamless personalized presentations on multiple devices. In *Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces* (ss. 316–318). ACM.

Rodríguez Fino, E., Martín-Gutiérrez, J., Meneses Fernández, M. D., & Armas Davara, E. (2013). Interactive tourist guide: Connecting Web 2.0, augmented reality, and QR codes. Procedia Computer Science, 25, 338–344. https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.040

Roesner, F., Kohno, T., & Molnar, D. (2014). Security and privacy for augmented reality systems. *Communications of the ACM, 57*(4), 88-96.

Rosenberg, L. B. (1993). Virtual Fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation. In Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium (pp. 76–82).

Rzayev, R., Karaman, G., Henze, N., & Schwind, V. (2019, October). Fostering virtual guide in exhibitions. In Proceedings of the 21st international conference on human-computer interaction with mobile devices and services (pp. 1-6).

Samset, E., Schmalstieg, D., Vander Sloten, J., Freudenthal, A., Declerck, J., Casciaro, S., ... & Gersak, B. (2008, February). Augmented reality in surgical procedures. In Human Vision and Electronic Imaging XIII (Vol. 6806, pp. 194–205). SPIE.

Samis, P., & Pau, S. (2006). Artcasting at SFMOMA: First year lessons, future challenges for museum podcasters. In J. Trant & D. Bearman (Eds.), Museums and the Web 2006: Proceedings (Toronto: Archives & Museum Informatics). http://www.archimuse.com/mw2006/papers/samis.html

Saxena, P., & S., P. (2015). Geo-location based augmented reality application (Tech. Rep., pp. 07).

Scanzio, S., Rosani, M., Scamuzzi, M., & Cena, G. (2024). QR codes: From a survey of the state of the art to executable eQR codes for the Internet of Things. IEEE Internet of Things Journal, 11(13), 23699–23710. https://doi.org/10.1109/JIOT.2024.3385542

Schaper, M. M., Santos, M., Malinverni, L., Berro, J. Z., & Pares, N. (2018). Learning about the past through situatedness, embodied exploration and digital augmentation of cultural heritage sites. International Journal of Human-Computer Studies, 114, 36–50.

Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). Augmented reality: Principles and practice. Addison-Wesley Professional.

Schwarzer, M. (2001). Art & gadgetry – The future of the museum visit. *Museum News*, Temmuz/Ağustos 2001. American Association of Museums. Erişim adresi:

http://www.cimi.org/whitesite/Handscape_Gadgets_Schwartze.htm (bağlantı şu anda aktif değildir)

Shabani, A., Skamantzari, M., Tapinaki, S., Georgopoulos, A., Plevris, V., & Kioumarsi, M. (2022). 3D simulation models for developing digital twins of heritage structures: Challenges and strategies. Procedia Structural Integrity, 37, 314-320.

Shih, N.-J., & Chen, T.-Y. (2022). Assessment of Lantern Festivals by government procurements. Sustainability, 14(9), 5147.

Silva, S. (2023, 10 Mayıs). *Create world-scale augmented reality experiences in minutes with Google's Geospatial Creator*. Google Developers Blog. Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024, Erişim adresi: https://developers.googleblog.com/en/create-world-scale-augmented-reality-experiences-in-minutes-with-googles-geospatial-creator/

Smith, C. C., Cihak, D. F., Kim, B., McMahon, D. D., & Wright, R. (2017). Examining augmented reality to improve navigation skills in postsecondary students with intellectual disability. Journal of Special Education Technology, 32(1), 3–11. https://doi.org/10.1177/0162643416681159

Soares de Lima, E. (t.y.). *Computer Graphics for Virtual and Augmented Reality Lecture 08 – Tracking Methods for Augmented Reality in Unity*. Edirlei Soares de Lima Web Sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://edirlei.com/aulas/vrar/VRAR_Lecture_08_Tracking_Methods_AR_2022.html

Sparacino, F. (2002). The Museum Wearable: Real-Time Sensor-Driven Understanding of Visitors' Interests for Personalized Visually-Augmented Museum Experiences.

Sutherland, I. (1968). A head-mounted three-dimensional display. In Fall Joint Computer Conference (Fall, Part I) (pp. 757–764). ACM Press.

Strousopoulos, P., Papakostas, C., Troussas, C., Krouska, A., Mylonas, P., & Sgouropoulou, C. (2023, June). SculptMate: Personalizing cultural heritage experience using fuzzy weights. In *Adjunct Proceedings of the 31st ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization* (pp. 397-407).

Swaminathan, A., Mao, Y., & Wu, M. (2006). Robust and secure image hashing. IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 1(2), 215–230.

Swan, E., Ai, Z., & Maassel, P. (2011). Military applications of augmented reality. In B. Furht (Ed.), Handbook of augmented reality (pp. 671–706). Springer.

Sylaiou, S., & Fidas, C. (2022). Virtual humans in museums and cultural heritage sites. Applied Sciences, 12(19), 9913.

Şahin, D. (2015). Ürün tasarım süreçlerinde artırılmış gerçeklik teknolojisi: Tasarımcı, firma ve kullanıcılar üzerinden kullanım imkanlarının araştırılması (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi.

Şimşek, F. (2016). *İstanbul Modern Müzesi* [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. Academia.edu. Erişim adresi: https://www.academia.edu/28644148/İstanbul_Modern_Müzesi_docx

Taylor, D. (2011, 2 Mayıs). Wikitude's augmented reality now installed on every BlackBerry device [Röportaj]. *The Next Web*. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://thenextweb.com/news/wikitudes-augmented-reality-now-installed-on-every-blackberry-device-interview

Teixeira, N., Lahm, B., Peres, F. F. F., Mauricio, C. R. M., & Xavier Natario Teixeira, J. M. (2021, October). Augmented reality on museums: the ecomuseu virtual guide. In *Proceedings of the 23rd Symposium on Virtual and Augmented Reality* (pp. 147-156).

Terkhedkar, T. (2019, 23 Nisan). Augmented reality tools. *Medium*. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://medium.com/@tanmayct/augmented-reality-tools-acba6c2e00a6

The National Museum of Computing. (t.y.). *Museum Guidebook*. The National Museum of Computing web sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.tnmoc.org/tnmocshop/museum-guidebook

Tokgöz, C. (2017). Konum tabanlı mobil oyunlar ve mekân algısı: Ingress üzerine etnografik bir araştırma. Ankara Üniversitesi İlef Dergisi, 4(2), 7–36.

Tomasi, C., & Kanade, T. (1991). Detection and tracking of point features. Carnegie Mellon University Technical Report CMU-CS-91-132.

Tourism Bureau, Taiwan. (2021). *2021 Taiwan Lantern Festival*. Tourism Bureau, Taiwan web sitesi. Erişim tarihi: 1 Temmuz 2024, Erişim adresi: https://theme.taiwan.net.tw/2021taiwanlantern/index.html

Türker, O. (2022). Müzelerde artırılmış gerçeklik: NFT uygulamaları bağlamında artırılmış gerçeklik destekli müze uygulaması (Bolu Müzesi örneği) (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Grafik Anasanat Dalı.

Trunfio, M., & Campana, S. (2020). A visitors' experience model for mixed reality in the museum. Current Issues in Tourism, 23(9), 1053-1058.

Trunfio, M., Campana, S., & Magnelli, A. (2020). Measuring the impact of functional and experiential mixed reality elements on a museum visit. Current Issues in Tourism, 23(16), 1990–2008.

Uğur, İ., & Apaydın, Ş. (2014). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının reklam beğeni düzeyindeki rolü. Humanities Sciences, 9(4), 145–156.

Ukpabi, D. C., & Karjaluoto, H. (2017). Consumers' acceptance of information and communications technology in tourism: A review. Telematics and Informatics, 34(5), 618-644.

Uluyol, Ç. (2016). Bir arttırılmış gerçeklik uygulamasının geliştirilmesi ve öğrenci görüşleri. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 20(3), 793–823.

Van Krevelen, D. W. F., & Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. International Journal of Virtual Reality, 9(2), 1–20. https://doi.org/10.20870/IJVR.2010.9.2.2767

Vavoula, G.N., & Sharples, M. (2002). KLeOS: A personal, mobile, Knowledge and Learning Organisation System. In Milrad, M., Hoppe, U. Kinshuk (eds.) Proceedings of the IEEE International Workshop on Mobile and Wireless Technologies in Education (WMTE2002), Aug 29-30, Vaxjo, Sweden, p. 152- 156.

Vidya, K., Deryl, R., Dinesh, K., Rajabommannan, S., & Sujitha, G. (2014, March). Enhancing hand interaction patterns for virtual objects in mobile augmented reality using marker-less tracking. In 2014 International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom) (pp. 705–709). IEEE.

Vlahakis, V., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Almeida, L., Stricker, D., Gleue, T., Christou, T. I., 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, Greece, November 28-30, 9.

Walsh, A. (2011). Blurring the boundaries between our physical and electronic libraries: Location-aware technologies, QR codes and RFID tags. The Electronic Library, 29(4), 429–437. https://doi.org/10.1108/02640471111156713

Webster, A., Feiner, S., MacIntyre, B., Massie, W., & Krueger, T. (1996, June). Augmented reality in architectural construction, inspection and renovation. In Proc. ASCE Third Congress on Computing in Civil Engineering (Vol. 1, p. 996).

Welivita, A., Nimalsiri, N., Wickramasinghe, R., & Pathirana, U. (2017). Unifying e-commerce and markerless mobile augmented reality using real-time face tracking and head pose estimation.

Whitney Museum. (t.y.). *Nancy Baker Cahill: CENTO*. Whitney Museum web sitesi. Erişim tarihi: 2 Haziran 2025, Erişim adresi: https://whitney.org/exhibitions/cento

Wiedmann, K. P., & Von Mettenheim, W. (2021). Attractiveness, trustworthiness and expertise–social influencers' winning formula? Journal of Product & Brand Management, 30(5), 707–725.

Wright, P. C., & Monk, A. F. (1991). The use of think aloud evaluation methods in design. *SIGCHI Bulletin*, *23*(1), 55–57. https://doi.org/10.1145/122672.122685

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education, 62, 41–49. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024

XRAI Glass. (t.y.). *About* [Hakkında]. XRAI Glass web sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://xrai.glass/about

XRSi (XR Safety Initiative). (t.y.). *Full-body tracking* [Tam vücut izleme tanımı]. XRSi Web Sitesi. Erişim tarihi: 27 Haziran 2025, Erişim adresi: https://xrsi.org/definition/full-body-tracking

Xu, Y., Stojanovic, N., Stojanovic, L., Cabrera, A., & Schuchert, T. (2012). An approach for using complex event processing for adaptive augmented reality in cultural heritage domain: Experience report. In *Proceedings of the 6th ACM International Conference on Distributed Event-Based Systems* (ss. 133–144). ACM.

Yagol, P., Ramos, F., Trilles, S., Torres-Sospedra, J., & Perales, F. J. (2018). New Trends in Using Augmented Reality Apps for Smart City Contexts. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(12), 478. https://doi.org/10.3390/ijgi7120478

Yang, S., Carlson, J. R., & Chen, S. (2020). How augmented reality affects advertising effectiveness: The mediating effects of curiosity and attention toward the ad. Journal of Retailing and Consumer Services, 54, 102020.

Yazdani Nezhad, H. (2019). *Projection based augmented reality* [Görsel]. ResearchGate. Erişim tarihi: 25 Haziran 2025, Erişim adresi: https://www.researchgate.net/figure/Projection-Based-Augmented-Reality-39_fig9_335590182

Yılmaz Yenioğlu, B., Ergüleç, F., & Yenioğlu, S. (2021). Augmented reality for learning in special education: A systematic literature review. Interactive Learning Environments, 12, 1–17. https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1976802

Yim, M. Y.-C., Chu, S.-C., & Sauer, P. L. (2017, August). Is augmented reality technology an effective tool for e-commerce? An interactivity and vividness perspective. Journal of Interactive Marketing, 39(1), 89–103. https://doi.org/10.1016/j.intmar.2017.04.001

Yovcheva, Z., Buhalis, D., & Gatzidis, C. (2012). Smartphone augmented reality applications for tourism. E-review of Tourism Research (ERTR), 10(2), 63-66.

Yovcheva, Z., Buhalis, D., & Gatzidis, C. (2013). Engineering augmented tourism experiences. In Information and Communication Technologies in Tourism 2013: Proceedings of the International Conference in Innsbruck, Austria, January 22-25, 2013 (pp. 24-35). Springer Berlin Heidelberg.

Zhang, H. Q., & Chow, I. (2004). Application of importance-performance model in tour guides' performance: Evidence from mainland Chinese outbound visitors in Hong Kong. Tourism Management, 25(1), 81–91. https://doi.org/10.1016/S0261-5177(03)00064-5

Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billinghurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (pp. 193–202). IEEE.

Zikky, M., Rishak, H. N., Nurindiyani, A. K., & Safira, L. A. (2024). Tourism guide application for heritage sites in Surabaya based on augmented reality and GPS gamification. Inform Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi, 9(2), 126–131. https://doi.org/10.25139/inform.v9i2.8317

EKLER

EK 1. Kullanıcı Testi Anket Formu

Bölüm 1 – Katılımcı Bilgileri

1. Yaş aralığınız nedir?
    - 18–25
    - 26–35
    - 36–45
    - 46 yaş ve üzeri
2. Eğitim durumunuz nedir?
    - Lise
    - Lisans
    - Yüksek Lisans ve üzeri
3. Dijital sanatla ilginiz/deneyiminiz var mı?
    - Evet
    - Hayır
4. Daha önce artırılmış gerçeklik teknolojisi kullandınız mı?
    - Evet
    - Hayır

Bölüm 2 – Kullanılabilirlik Değerlendirmesi

Lütfen aşağıdaki ifadeleri 1–5 ölçeğinde değerlendiriniz. (1: Kesinlikle Katılmıyorum – 5: Kesinlikle Katılıyorum)

1. Sistem size her aşamada ne yaptığınızı açıkça gösterdi mi?
2. Arayüzde kullanılan terimler size tanıdık ve anlaşılır geldi mi?
3. Yanlış işlem yaptığımda bunu kolayca geri alabilmem mümkündü.
4. Tasarım içinde kullanılan öğeler birbiriyle tutarlıydı. (ikonlar, yazılar, renkler vb.)
5. Sistem hata yapmamı engelleyecek şekilde tasarlanmıştı.
6. Ne yapmam gerektiğini kolayca anlayabiliyor, hatırlamak zorunda kalmıyordum.
7. Deneyim, hızlı ya da yavaş ilerlemek isteyen kullanıcılar için esnek seçenekler sundu.
8. Görsel ve etkileşimli tasarım sade, dikkat dağıtıcı olmayan bir şekilde sunulmuştu.
9. Hata mesajları anlaşılır ve çözüm odaklıydı.
10. Gerekli yerlerde açıklayıcı bilgiler ve yardım yönergeleri yer alıyordu.

EK 2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

1. Bu tür dijital rehber uygulamalarıyla daha önce deneyiminiz oldu mu?
2. Prototipi kullanmak sizin için kolay mıydı? Zorlandığınız yerler oldu mu?
3. Arayüzün tasarımı hakkında ne düşünüyorsunuz? (Metinler, butonlar, görsel öğeler…)
4. Gerçek mekânla dijital içeriğin uyumlu olduğunu düşündünüz mü?
5. Sanal rehberin verdiği bilgiler yeterli ve anlaşılır mıydı?
6. Bu tür bir uygulama müze deneyiminizi nasıl etkilerdi?
7. Sistemin geliştirilmesini istediğiniz yönleri var mı?