Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü

Grafik Anasanat Dalı

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE BİR MOBİL UYGULAMA: ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ÖRNEĞİ

Özgür Alican

Sanatta Yeterlik Tezi

Ankara, 2017

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE BİR MOBİL UYGULAMA: ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ÖRNEĞİ

Özgür Alican

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü

Grafik Anasanat Dalı

Sanatta Yeterlik Tezi

Ankara, 2017

KABUL VE ONAY

Özgür Alican tarafından hazırlanan "ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE BİR MOBİL UYGULAMA: ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ÖRNEĞİ" başlıklı bu çalışma, 22/06/2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Sanatta Yeterlik Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Serdar Pehlivan (Danışman)

Prof. Dr. Arif Altun (Başkan)

Doç. Özden Pektaş Turgut

Doç. Tevfik İnanç İlisulu

Yrd. Doç. Şansal Erdinç

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Türev BERKİ

Enstitü Müdürü

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

☐ Tezim/Raporum sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

☒ Tezimin/Raporumun 3 yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

[22/06/2017]

Özgür Alican

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orjinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullanıldığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- ○ **Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.**
  (Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etseniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

- ☒ **Tezimin/Raporumun 22/06/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.**
  (Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

- ○ **Tezimin/Raporumun ……. tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.**

- ○ **Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi**

22/06/2017

Özgür Alican

ÖZET

ALİCAN, Özgür. *Artırılmış Gerçeklik ile Bir Mobil Uygulama: Anadolu Medeniyetleri Müzesi Örneği*, Sanatta Yeterlik Tezi, Ankara, 2017.

Bu tez çalışmasında Artırılmış Gerçeklik teknolojisi genel hatları ile araştırılmıştır. Birinci bölümde problem, çalışmanın amacı ve önemi ile çalışmanın sonunda varılmak istenen hedefler ortaya konmuştur. İkinci ve üçüncü bölümlerde Artırılmış Gerçeklik tarihçesi, uygulama ve müzecilikte uygulama alanları irdelenmiştir. Müzecilik özelinde yaklaşımlar ve bugüne kadar yapılan çalışmalardan dikkat çeken bazı uygulama örneklerinden bahsedilmiş, yazılım, donanım ve takip teknolojilerinde gelinen noktalar, dış mekan ve iç mekan AG uygulamalarında yaklaşım farklılıkları ve tüm disiplinin mücadele etmekte olduğu kısıtlamalar derlenmiştir. Genel bakışın ardından dördüncü bölümde Anadolu Medeniyetleri Müzesi Taş Eserler Salonu özelinde bir mobil AG uygulaması tasarlanmış, uygulama; akıllı telefon ekranları kapsamında tüm katmanları ile kullanıcıya sunulabilecek bir noktaya getirilmek istenmiştir. Uygulamada kullanılacak iki ve üç boyutlu görseller hazırlanmış ve arayüz içine yerleştirilmiştir. Bu süreçte modellemeden uygulama yazılımına kadar yapılan çalışmalar ve güncel teknolojik altyapıdan bahsedilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler

artırılmış, gerçeklik, grafik, tasarım, mobil, uygulama, anadolu, medeniyetler, müze,

ABSTRACT

ALİCAN, Özgür. *A Mobile Application with Augmented Reality*: *An Example for The Museum of Anatolian Civilizations*, Proficiency Thesis in Art, Ankara, 2017.

In this thesis the Augmented Reality technology is researched with its all general aspects. In the first section, the problem, the aim of the study and the goals to be achieved at the end of working with the precaution are revealed. In second and third section, the history and the fields of application of the subject are studied with its range of application in museum studies. It is mentioned as an example of application, the most significant approaches and the studies which are carried out until today specific to the museum studies in addition to the compilation of the achievements at the software, hardware and tracking, the approach variations in the AR application for outdoors and the indoors and the limitations which are still being struggled by the whole discipline. After the general overview, in fourth section, it is designed a mobile AR application specific to the Stone Artifacts Hall of the Museum of Anatolian Civilizations and this application is tried to bring to a point which permits an offer to the users with all its layers with the scope of the smart phone's displays. In this process it is tried to mention about the studies and the technological infrastructure which are carried out from the modeling till the software of the application.

Key Words

augmented, reality, graphic, design, mobile, application, anatolian, civilization, museum

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY ..... **v**

ÖZET ..... **iii**

ABSTRACT ..... **iv**

İÇİNDEKİLER ..... **v**

KISALTMALAR TABLOSU ..... **vii**

GÖRÜNTÜLER DİZİNİ ..... **ix**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **xii**

TEŞEKKÜR ..... **xiii**

1. BÖLÜM - GİRİŞ **1**

1.1 PROBLEM 2

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ 3

1.3 HEDEFLER 4

2. BÖLÜM - ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK NEDİR? **6**

2.1 GİRİŞ 6

2.2 TARİHÇE 9

2.3 UYGULAMA ALANLARI 10

2.4 MOBİL UYGULAMA YAZILIM TEKNOLOJİLERİ 18

2.5 OYUN MOTORU YAZILIM TEKNOLOJİLERİ 20

2.6 GEREKLİLİKLER 21

2.6.1 Yazılım 25

2.6.2 Donanım 27

2.6.3 Takip 30

2.7 KISITLAMALAR 35

3. BÖLÜM - MÜZECİLİKTE AG UYGULAMALARI **44**

3.1 MÜZECİLİKTE AG UYGULAMALARI 44

3.2 AG MÜZECİLİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ 45

4. BÖLÜM - UYGULAMA 54
4.1 GİRİŞ 54
4.2 MODELLEME 55
4.4 AG UYGULAMA İÇİ GEZİNİM VE İKON YAPISI 68
4.5 AG MOBİL UYGULAMA ARAYÜZÜ 77
5. BÖLÜM - SONUÇ 90
5.1 VARSAYIMLAR 90
5.2 ÖNERİLER 93
5.3 SONUÇ 95
KAYNAKÇA 98
Ek 1 SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu 105
ÖZGEÇMİŞ 109
ORJİNALLİK RAPORU 110

KISALTMALAR TABLOSU

2B	İki Boyutlu
2D	Two Dimensional - İki Boyutlu
2DOF	Two Degrees of Freedom - 2 Eksenli Serbestlik
3B	Üç Boyutlu
3D	Three Dimesional - Üç Boyutlu
5N1K	Ne, Neden, Nerede, Ne Zaman, Nasıl, Kim
6DOF	Six Degrees of Freedom - 6 Eksenli Serbestlik
AG	Artırılmış Gerçeklik
AR	Augmented Reality
BT	Bilgi Teknolojileri
D	Dış Mekan
DMX	Digital Multiplex - Sayısal Çoklayıcı
DMX Chain	Digital Multiplex Cahin - Sayısal Çoklayıcı Zinciri
DOF	Degrees of Freedom - Eksen Serbestliği
DSL	Digital Subscriber Line - Sayısal Abone Hattı
FOV	Field of View - -Görüş Açısı
GARS	Global Augmented Reality Summit - Küresel Artırılmış Gerçeklik Zirvesi
Ghz	Gigahertz
GPRS	General Packet Radio Service - Genel Paket Radyo Servisi
GPS	Global Positioning System - Küresel Konumlama Sistemi
GSM	Global System for Mobile Communications - Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HCI	Human Computer Interaction – İnsan Bilgisayar Etkileşimi
HMD	Head Mounted Display - Kafa Üstü Ekran
HTML5	Hypertext Markup Language 5 - Hiper Metin İşaretleme Dili 5
I	İç Mekan
I/D	İçmekan/Dış Mekan
IMMR	Interactive Model Refinement and Rendering - Etkileşimli Model Düzeltme ve Hesaplama
KG	Karıştırılmış Gerçeklik
LCD	Liquid Crystal Display - Sıvı Kristal Ekran

M.Ö.	Milattan Önce
MAR	Mobile Augmented Reality - Mobil Artırılmış Gerçeklik
MARCH	Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage - Kültürel Miras için Mobil Artırılmış Gerçeklik
MARS	Mobile AR Systems - Mobil AG Sistemleri
MatLab	Matrix Laboratory - Matris Laboratuvarı
Mbps	Mega Bits Per Second - Saniyede Megabit
Mhz	MegaHertz
MR	Mixed Reality - Karıştırılmış Gerçeklik
MR	Mixed Reality - Karıştırılmış Gerçeklik
OGRE3D	Object-Oriented Graphics Rendering Engine - Nesne Tabanlı Grafik Hesaplama Motoru
OpenAL	Open Audio Library - Açık Ses Kütüphanesi
OpenCV	Open Source Computer Vision - Açık Kaynak Bilgisayar Görüşü
PC	Personal Computer - Kişisel Bilgisayar
POI	Point of Interesets - İlgi Noktası
RFID	Radio Frequency Identification - Radyo Frekans Tanımlama
SDK	Software Development Kit - Yazılım Geliştirme Kiti
SG	Sanal Gerçeklik
TV	Television - Televizyon
UMPC	Ultra Mobile Personal Computer - Ultra Mobil Kişisel Bilgisayar
UMTS	Universal Mobile Telecomunication System - Evrensel Mobil İletişim Sistemi
UWB	Ultra Wide Band - Ultra Geniş Bant
VR	Virtual Reality - Sanal Gerçeklik
VRML	Virtual Reality Modeling Language - Sanal Gerçeklik Modelleme Dili
WiFi	Wireless Fidelity - Kablosuz Bağlantı Alanı
WIMP	Windows, Icons, Menus, Pointers - Pencereler, Simgeler, Menüler, İşaretleyiciler
WLAN	Wireless Local Area Network - Kablosuz Yerel Alan Ağı
WLANs	Wireless Locak Area Networks - Kablosuz Yerel Alan Ağı
WPANs	Wireless Personel Area Networks - Kablosuz Kişisel Alan Ağı
WWAN	Wireless Wide Area Network - Kablosuz Geniş Alan Ağı
XML	eXtensible Markum Language - Genişletilebilir İşaretleme Dili

GÖRÜNTÜLER DİZİNİ

Görüntü **Sayfa**

1 Milgram'ın gerçeklik-sanallık süreci 2
2 AG sistem çatısı görev tanımları 7
3 AG Sistemine Genel Bir Bakış 8
4 ARQuake oyunu için tasarlanan taşınabilir donanım (solda) ve HMD içinden oyuncunun gördüğü birleştirilmiş görüntü 9
5 Disney Infinity AG uygulaması ile kullanıcılara sağlanan görseller 11
6 Magic Leap firmasının uygulamalarından örnekler 12
7 BBC ve Discovery Channel tarafından hazırlanan Frozen Planet AVM etkinliği görselleri 13
8 Zombie ShootAR oyunu ekran görselleri 13
9 Microsoft HoloLens HMD ürünü görseli 14
10 Microsoft HoloLens ile MineCraft oyunu 15
11 AG ile oluşturulan tematik park örnekleri 16
12 Sol üst, golf turnuvası puanlaması, sağ üst, futbolcu hakkında bilgilendirme grafikleri alt, Amerikan Futbolu sayı infografiği 17
13 Mobil uygulama geliştirme iş akışı 19
14 Soldan sağa, kafa üzeri, elde kullanılan ve uzamsal ekran kullanımları 28
15 Nielsen ve Landauer kullanılabilirlik çalışması grafiği 42
16 Archeoguide HMD kullanımı ve Hera Tapınağının mekana yerleştirildiği sonuç görseli 45
17 Noh vd.'e sanal miras AG yapısı 48
18 Chang vd.'nin hazırladığı sanat galerisi AG uygulaması arayüzü 48
19 Lee ve Park'ın oluşturdukları müze rehberi arayüz görselleri 49
20 Damala vd.'nin oluşturdukları müze rehberi arayüz görselleri 50
21 Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri 51
22 Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri 52

23 Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri 53
24 Karkamış şehrinden çıkarılan bazalt Fırtına Tanrısı heykeli ve müzede sergilenen kaidesi 56
25 Kargamış şehrinden çıkarılan bazalt uzun duvar ortostatı 57
26 Fırtına Tanrısı heykeli referans kesit çizimi 58
27 Photoscan görüntü konumlandırması.....59
28 Photoscan yoğunluk hesaplaması.....60
29 Photoscan ızgara yapısı hesaplaması 61
30 Photoscan kaplama hesaplaması 62
31 Photoscan kaplama resim dosyası.....63
32 Cinema 4D programına çağırılan Photoscan modeli.....63
33 Uzun ortostat duvarı kabartma detayı ölçüleri.....64
34 Fırtına Tanrısı heykel kaidesinin ölçüleri 65
35 Düşük poligonlu model çalışması 66
36 Poligon sayısı yükseltilmiş model çalışması.....66
37 3B Fırtına Tanrısı heykeli görsellerin gerçek mekan ile bilgisayar ortamında birleştirilmiş hali 67
38 2B ortostat görsellerin gerçek mekan ile bilgisayar ortamında birleştirilmiş hali 68
39 Müze mobil AG uygulaması uygulama ağacı 69
40 Çember ikonlar gizle-göster düğmesi.....71
41 CorfuAR'da kullanılan POI kategorilerini görselleştiren ikonlar 73
42 Kare ikon kullanımında ortaya çıkan atıl alanlar.....73
43 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikon şablonu.....74
44 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikonları 75
45 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikonlarının uygulama içinde yerleşimi 76
46 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması arayüz tasarımı. Soldan sağa anasayfa, hamburger menü, bilgi penceresi 77
47 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması arayüz tasarımı. Soldan sağa foto galeri, video galeri, sesli betimleme 79

48 Taş eserler salonu krokisi 81
49 Yönlendirme ikonlarının ekran üzerinde konumlandırılmaları 82
50 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay anasayfa 86
51 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay hamburger menü 87
52 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay bilgi penceresi 87
53 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay foto galeri 88
54 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay video galeri 88
55 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay sesli betimleme 89
56 Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay yönlendirme ikonları kullanımı 89

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo **Sayfa**

1 White vd.'e göre sanal müzede kullanıcı gereksinimleri 22

2 CorfuAR altyapısında tasarım esaslarının uygulanması ve bulguların özeti tablosu 23

3 Görsel ekran karakteristikleri karşılaştırmaları 29

4 Takip teknolojileri kıyaslama tablosu 34

5-a Kültürel miras alanında gerçekleştirilmiş AG çalışmaları karşılaştırması 46

5-b Kültürel miras alanında gerçekleştirilmiş AG çalışmaları karşılaştırması 47

6 Ortak zorluklar ve benzer tasarım uygulamaları ile MAR'ın etkileşimli tasarım esasları özet tablosu 85

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, kültürel ve tarihi değerler açısından oldukça zengin olan ülkemizin müzecilik yaklaşımlarına bir grafik tasarım çerçevesinde katkı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Ülkemizdeki en önemli müzelerden birisi olan Anadolu Medeniyetleri Müzesi bu konuda bir çalışma sahası olarak seçilmiş ve müzede yer alan eserlerden seçilenler özelinde çalışma hayata geçirilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte desteğini esirgemeyerek gerekli izinleri sağlayan müze müdürü Sayın Enver Sağır'a, yorumları, bilgilendirmeleri ve projeye sahip çıkması ile müze müdür yardımcısı Sayın Halil Demirdelen'e, tez yazım sürecinde destekleri ve yönlendirmelerinden dolayı başta danışmanım Doç. Sayın Serdar Pehlivan'a, tez izleme sürecinde yorumları ile çalışmanın zenginleşmesini sağlayan tez izleme kurulu üyeleri Prof. Dr. Sayın Arif Altun ve Doç. Sayın Özden Pektaş Turgut'a teşekkürü bir borç bilirim. Bu çalışmanın müzecilik faaliyetleri, grafik tasarım eğitimi ve çoklu disipliner yaklaşımlar üzerine akademik ve saha çalışmaları konusunda bir katkı sağlayacağını umuyorum.

1. BÖLÜM - GİRİŞ

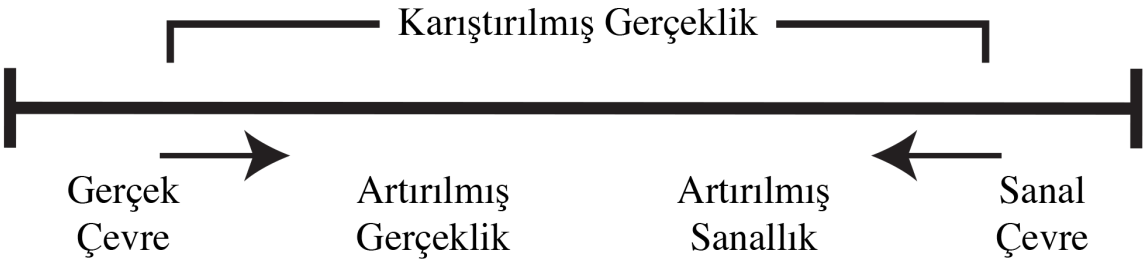
Bilgi teknolojilerinde hız ve içerik insanların gündelik hayatında daha önemli bir yer işgal etmeye başladı. Kullanıcılar akıllı telefonları, tabletleri ile iş yapmanın ötesine geçerek sosyal etkinliklerini düzenlemeyi istemeyi, yakın gelecek için yaptıkları tatil planlarında ulaşım, konaklama, fiyat bilgilerine anında sahip olmayı, bulundukları coğrafi konumun özelliklerini öğrenmeyi ve bu bilgileri anlık olarak sanal ortamlarda paylaşmayı gündelik hayatın rutini olarak görmeyi bir alışkanlık haline getirdi. İnsanlık tarihinin en hızlı yayılan teknolojisi olan akıllı telefon/tablet teknolojileri (Chaffey, 2017) de bu alışkanlıkta bir başrol oyuncusu gibi insanoğlunun her zaman ve her yerde yanında olma kararlılığını sergileyecek gibi görünmektedir (Henrysson ve Ollila, 2004).

Bilginin bu kadar önemli olduğu bir dönemde, bu bilginin aktarım şekli ve teknolojisi, yeni biçemlerin yaratıldığı laboratuvarlardan çıkarak gündelik hayata sızmaya başlamaktadır.

Bilgi; bu yeni biçemlerden bir tanesi olan Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi ile kullanıcıya ulaşmaktadır. Kullanıcı, özellikle son dönemlerde, mobil cihazları ile, gerçek dünya görseli üzerine anlık olarak bindirilebilen bilgisayar tabanlı görsel, metin, ses gibi unsurlarla ulaşmak istediği bilgi, eğlence, eğitim konularını içselleştirmeye ve kullanmaya başlamaktadır. Bolter'e göre teknoloji; insanın algı şeklini değiştirdiği gibi basit çıkarımla açıklanamaz çünkü kişi bu etkileşim sürecinde pasif bir konumda değildir. Gerek bireysel gerekse tüm medeniyet olarak insanlar çevreleri ile yeni ilişkiler tanımlayan yeni teknolojik formlar ve tasarımlar yaratmaktadırlar (Bolter, Engberg, ve MacIntyre, 2013). Artırılmış Gerçeklik; bilgisayar tabanlı iki ve üç boyutlu (2B-3B) görsel oluşturmadan, anlık görüntü/ses işleme becerilerine kadar pek çok farklı dalda oldukça kapsamlı bir mühendislik, tasarım ve yazılım bilgilerini bir arada kotaran bir disiplin olma yolundadır.

Sanal gerçeklik, zaman içinde eğitimden eğlence endüstrisine kadar pek çok farklı alanda bir yer edinmiş ve amaca yönelik faydalar sunmuştur. Ancak gelinen yazılım ve donanım teknoloji altyapısında bilim ve iş dünyası kullanıcılara daha fazlasını sunmaya çalışmakta, yaratılan bu arz doğrultusunda

kullanıcı alışkanlıklarında da değişimlere sebep olmaktadırlar. Bununla birlikte bu teknoloji ve iş modeli kitlesel kullanım için henüz yeterince kolay ulaşılabilir ve ucuz değildir (Carpenter, 2009).



Görüntü 1, Milgram'ın gerçeklik-sanallık süreci (Carmigniani ve Furht, 2011)

Artırılmış Gerçeklik teknolojilerinin öncülerinden Milgram ve Kishino, AG ortamlarındaki olası geçişkenliği 'sanallık sürekliliği' şemasında ortaya koymaya çalışmışlardır (Görüntü 1). Milgram, her iki çevrede yer alan nesnelerin aynı ekran üzerinde kullanıcıya ulaştırıldığı tüm ortamları karıştırılmış gerçeklik olarak tanımlarlar. Azuma ve diğerlerine göre ise, gerçek çevreden gerçek nesnelerin gizlenmesine yönelik AG uygulamaları, '*aracılı*' veya '*azaltılmış gerçeklik*' olarak tanımlanır. Bir nesnenin gerçek dünyadan çıkartılması, kullanıcıya verilecek bilginin/izlenimin sıralaması ile o nesnenin yerine gelecek sanal bilgilendirmenin kullanıcıya sağlayacağı değer ile ilintilidir (Carmigniani ve Furht, 2011).

1.1 PROBLEM

Kültür; nesiller boyunca aktarıldıkça biriken bir olgudur. Kentlerin, toplumların, hafızaları bu ortak payda ile biçimlendirilmekte, korunmakta ve sonraki nesillere aktarılmaktadır. Bu aktarımdaki en önemli enstrümanlardan bir tanesi de müzelerdir. Konularına/kapsamlarına göre müzeler sahip oldukları içeriği kullanıcıya en doğru ve eğitici bir ortamda aktarmayı amaçlarlar. Teknolojide gelinen nokta müzeciliğin, hemen her konuda içeriklerini paylaşırken teknolojik donanımlardan destek almasına olanak vermeye başlamıştır.

Carr'a göre müze, bizi nasıl davrandığımızı ve yaşam deneyimleri dünyasındaki becerilerimizi yeniden gözden geçirmeye çağırır. Bir müze neyi içerdiğiyle değil, ayrıca neyi mümkün kıldığıyla da ilgilidir (Karatay, 2015). Özellikle tarihi eserler konusunda koleksiyona sahip müzeler, antik şehirler geçmişten bu yana sahip oldukları her öğeyi aynen günümüze taşıyamamışlardır. Doğal afetler, kaçakçılık, bilinçsiz yeniden kullanım gibi sebeplerle bazı önemli tarihi eserler belki de artık geri dönülemez şekilde 'eksik' olarak gelecek nesillere aktarılmaya mahkum olmuştur.

Bilimsel bilginin birikimi ile tarihi eserlerin mahkum olduğu bu eksiklik belli bir noktaya kadar aşılabilmekte, farklı kaynaklardan beslenen bilgi o eksikliği gidermede kullanılabilmektedir. Bu şekilde müzeler; barındırdığı varlıklar kişiye zevk vermek, bilgi ve bilinç kazandırmak, eğitmek, duyarlılık ve heves aşılamak amacıyla inceleyen; içeriklerini açıklayan, araştıran, gelecek kuşaklara aktaran ve onları sergileyip tanıtan, kar ve kazanç beklentisi olmayan, tarihsel zenginliği motive eden, bilimsel ve kültürel devamlı kuruluşlar olarak ziyaretçilerine görsel, eğitsel, bilimsel olarak daha derin bir içerik sağlama konusunda ileriye gidebilme şansına sahip olabilmektedirler (Vardar, 1997).

Kullanıcılara/ziyaretçilere sunulacak bir AG mobil uygulaması, ekran boyutlarına göre değişkenlik gösteren grafik çözümler içermek zorunda olan bir mücadele alanıdır. Dokunmatik ekranlar üzerinde kullanıcıları doğru yönlendirebilecek arayüz çözümleri henüz emekleme aşamasında olan bir çalışma alanı olarak yeni yaklaşımları beklemektedir.

Bilimsel bilginin; hemen her kullanıcının sahip olduğu akıllı cihazların da içine katılabildiği doğru teknoloji ile buluşturulması müzecilik yaklaşımında yeni bir kapının aralanmasına şans tanıyacaktır.

1.2 ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Akıllı mobil cihazlar gündelik hayatın her alanında daha fazla yer kaplamaya başladığından beri kendi grafik tasarım disiplinini de oluşturmaya başlamıştır. Bu çalışma; müze deneyimi yaşayan ziyaretçilere mobil ekosistem altyapısı ile yeni deneyimler sunmayı amaçlamaktadır (Atasoy, 1999) (Keleş, 2003).

Ziyaretçilerin sadece kendilerinin görebildiklerini değil, baktıkları eserin ilk günlerinde ona bakanların görebildiklerini sunmayı amaçlayan bir mobil uygulama ve buna bağlı alt kırılımlarında 3B AG verilerini, infografikleri, metin, video ve ses içeriklerini sunmak, bu sunum sırasında kullanıcı dostu bir arayüz oluşturulmasında gerekli olan ergonomik sorunları ve çözümleri ortaya koymak çalışmanın öncelikli amaçlarındandır.

Dünya üzerinde AG uygulamaları ile içeriklerini kullanıcılarına ulaştıran müze sayısı giderek artmaktadır. Dünya üzerinde zengin ve gerektiği gibi korunan içeriğe sahip müzeler dahi var olanı olduğu gibi devam ettirmek yerine onu daha iyi şekilde kullanıcılarına ulaştırma yolları sağlamaya çalışmaktadır. Tarihi dokusu oldukça kuvvetli olan ülkemizde müzeler; zaman zaman bilgi eksikliğinden kaynaklı, büyük hatta geri dönülemez yanlışlar ile içeriklerini geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu çalışma kapsamı ile var olan tarihi eserlerin hiç bir dokusuna zarar verilmesi gerekmediği gibi her zaman güncellenebilir, çeşitlendirilebilir bir alt yapı da kazanılmasına yardımcı olacaktır.

1.3 HEDEFLER

Anadolu coğrafyası ile ilgili Türkiye'nin, belki de dünyanın en önemli bilgi ve birikim merkezlerinden biri sayılabilecek, bu çalışmada atölye olarak kullanılabilecek altyapıyı sağlayabilmesi sebebiyle Anadolu Medeniyetleri Müzesi hedef kurum olarak düşünülmüştür.

Tezin uygulama bölümünde, müze yönetimi tarafından onay verilecek salon içinde seçilecek eksik parçası olan eserler belirlenerek kullanıcıya ilk günkü halleri ile sunulması için gerekli modelleme, görselleştirme, bilgilendirme çalışmaları yapılacaktır. Bu süreçte belirlenen eserler, müzenin yönetiminin yönlendirmesi doğrultusunda, öncelikle eksik parçalarının tamamlanması için gerekli modelleme çalışmaları yapılacaktır.

Bu oluşturulan modellemeler gerçek zamanlı 3B motor tarafından tekrar işlenerek, diğer sözlü, yazılı, görsel içerikler ile birlikte, mobil uygulamanın yorumlayabileceği bir kütüphaneye kaydedilecektir. Kütüphaneye kaydedilen içerikler, kullanıcıların istekleri doğrultusunda mobil cihazın kamerasından

alınan görüntü üzerine bindirilerek, gerçek görüntü üzerinde gerçek zamanlı olarak kullanıcıya sunulacaktır.

Tüm bu süreçlerde öncelikli hedef; kullanıcının mobil cihaz ekranı üzerinde doğru ve en az uğraş ile yönlendirilmesidir. Ekran boyutlarının (telefonlarda) küçük olmasından kaynaklı kullanım sorunları yanında farklı ekran büyüklüklerinde aynı içeriğin kullanıcı dostu olarak sunulması ile göstergelerin, ikonların, yazı karakteri seçiminin amaca uygun olması, uygulama içi yönlendirmenin (navigasyon) doğru tasarlanması grafik tasarım anlamında pek çok disiplini içinde barındırabilecek bir uygulama alanıdır. Bu çoklu disiplin içerisinde kullanıcıyı yanıltmadan, estetikten de taviz vermeden bir arayüz tasarımı ile uygulamanın tamamlanması hedeflenmektedir.

2. BÖLÜM - ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK NEDİR?

2.1 GİRİŞ

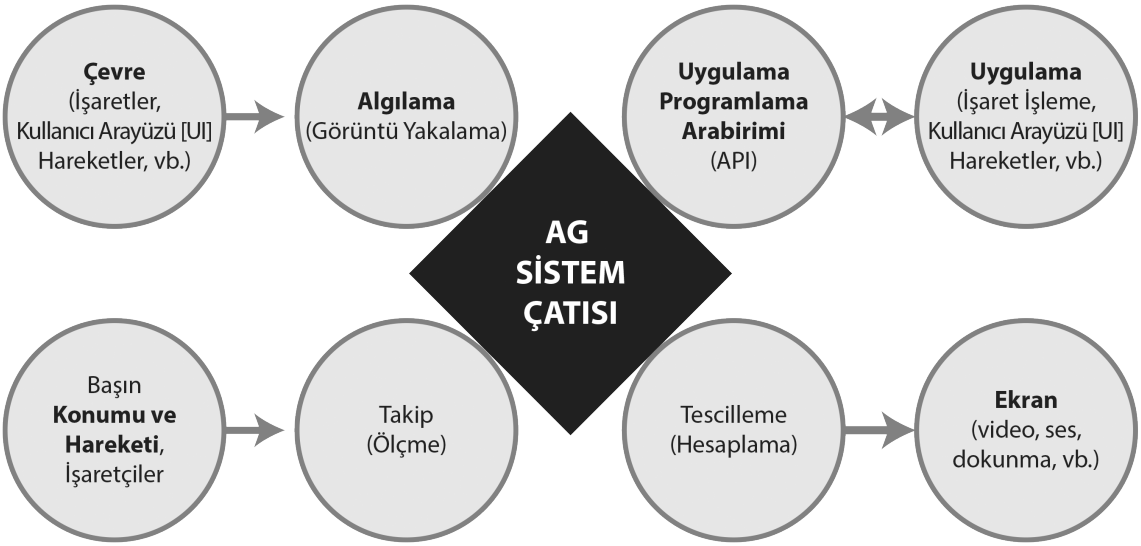
Artırılmış Gerçeklik; gerçek dünyayı tamamen değiştirmek yerine onu destekler (Azuma, 1997). Artırılmış Gerçeklik (AG); fiziksel gerçek dünya üzerine bilgisayar ortamında yaratılmış bilgilendirmelerin, görsellerin, sesin doğrudan ya da dolaylı olarak anlık eklenmesi olarak tanımlanabilir (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Şu anda net bir çalışma olmamakla birlikte ileri bir tarihte bu bilgilendirmelere koku ve tat alma duyularını da eklemek ihtimaller dahilindedir (Krevelen ve Poelman, 2010). Artırılmış Gerçeklik sayesinde gerçek dünya görüntüsü üzerine, bilgisayar ortamında yaratılmış, resim, ses, video veya diğer duyusal uyarıcılar eklenebilmekte; yapay ve gerçek öğelerin bu üst üste binmesi sayesinde etkileşimli bir çevre ve gerçeklik algısında bir artış yaşanmaktadır (Hirsen, 2015). Bilgilendirme Wikitude ya da diğer AG mobil uygulamalar gibi sadece eğlence amaçlı olabilir. Bunun dışında tıbbi görüntüleme, reklam, bakım ve tamir gibi pek çok AG uygulama türü bulunmaktadır (Carmigniani ve Furht, 2011).

Grubert'e göre AG yapısı, çevresel-fiziksel unsurlar, sayısal unsurlar ve altyapı unsurları olarak 3 alt gruba (alana) ayrılabilir. Çevresel unsurlar ortamdaki nesneler, ışık, ses veya ortama yerleştirilen etiketler olabilir. AG sistemi, sayısal unsurları fiziksel bağlam unsularının tersine sistemi girdiye göre uyarlamak için sayısal çevreyi bağlamsal kaynak olarak kullanır; örneğin bir AG sistemi ortamda sunulan sayısal bilgilendirmelere (POI - Point of Interesets miktarı). Bilgilendirmenin miktarına göre sunulan bilgi öğeleri (etiket ya da görsel) artar ya da aşırı yükleme engel olmak için sayısal unsurlar yeniden düzenlenir (Grubert, 2015).

Bu teknoloji sayesinde 3B film karakterleri izleyicinin önünde, yanında ya da arkasında belirebilir. Hikaye, izleyicinin etkileşime geçeceği bir şekilde sunulabilir (Hirsen, 2015). Artırılmış gerçeklik ile; tamirciler bilmedikleri parçaların tamiri ile ilgili yönlendirmeleri görebilir, cerrahlar operasyon sırasında doku taramalarını görerek müdahalede bulunabilir, itfaiye çalışanları yangınla mücadele ederken binanın yapısı hakkında bilgi sahibi olabilir, askerler insansız

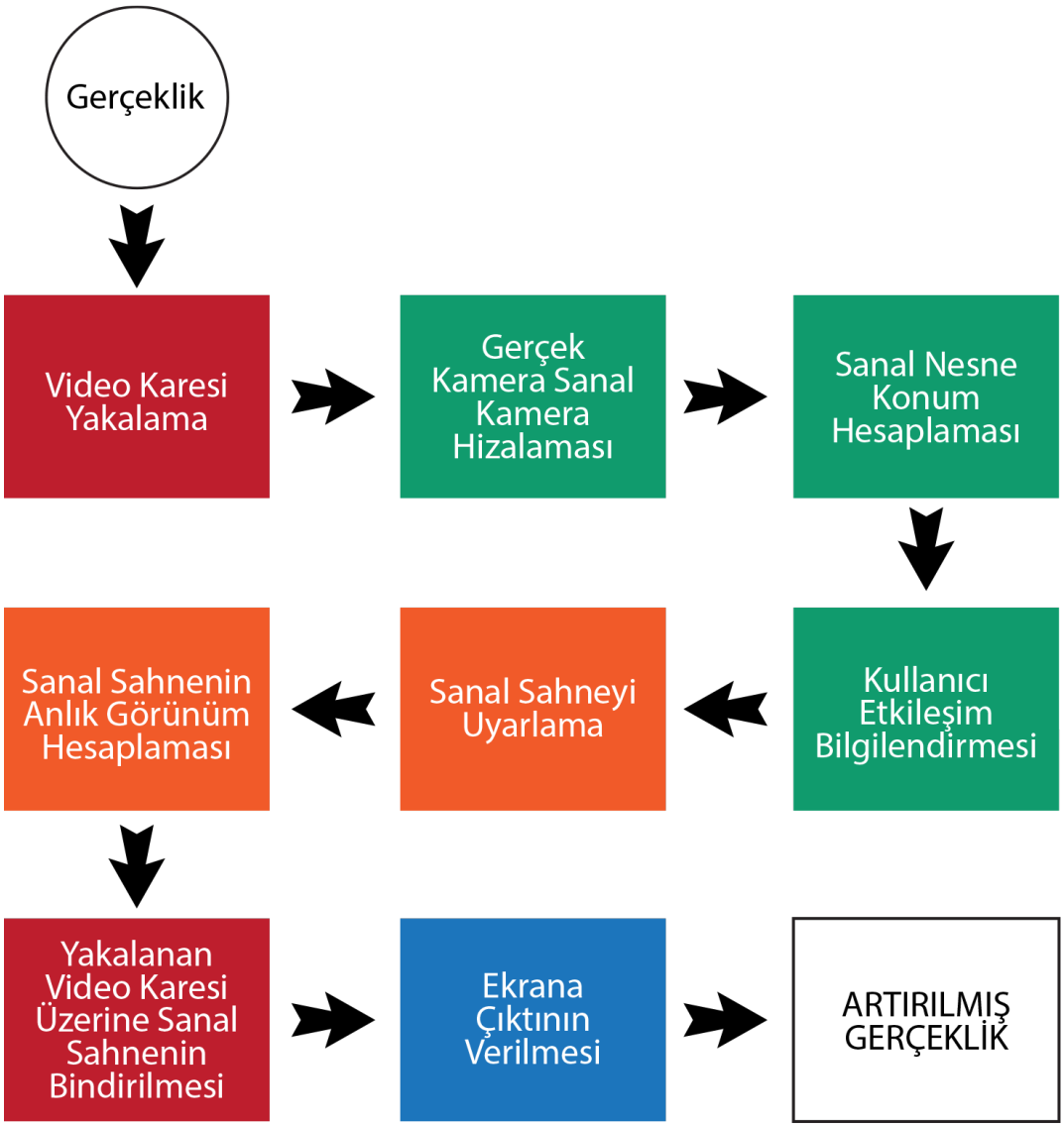
hava araçları tarafından işaretlenmiş düşman keskin nişancılarının yerlerini bilebilir, kişi bilmediği bir sokakta yürürken sokakta yer alan turistik mekanlar konusunda bilgi alabilir ya da işe giderken gerçek mekan üzerine bindirilmiş 4 metre uzunluğunda canavarlarla savaşarak oyun oynayabilir (Krevelen ve Poelman, 2010).

Görüntü 2'de AG sistem çatısı üzerine bir akış grafiği sunan Van Krevelen ve Poelman; AG'nin olasılık olarak, duyma, dokunma, ve koku duyuları da dahil olmak üzere, tüm duyu organlarına hitap edebileceğini belirtir (Krevelen ve Poelman, 2010). AG endüstriyel bir alandan çıkıp kitlesel bir teknoloji haline gelmektedir (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Son yıllarda AG araştırmaları, temel takip ve hesaplama algoritmalarından, tüketici ve endüstriyel bağlamda insan merkezli sorunların araştırılmasına geçiş yapmıştır (Grubert, 2015).



Görüntü 2, AG sistem çatısı görev tanımları (Krevelen ve Poelman, 2010).

AG teknolojisi teknolojik ve gözleme dayalı olmak üzere iki eksende incelenebilir/gözlemlenebilir. Teknolojik eksen içinde bu yapı üç ana sütun üzerine kurgulanır; donanım teknolojileri, yazılım teknolojileri, veri ve bu veriyi (data) yorumlama. Gözlemlemeye dayalı eksen ise kullanıcı ve makina arasındaki 'arayüz' olarak tanımlanabilir (Hugues, Cieutat, ve Guitton, 2011).



Görüntü 3, AG Sistemine Genel Bir Bakış (Asghar ve Nauman, 2010)

Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ile kıyaslandığında açık farkla avantajlara sahiptir. Gerçek mekan ile sanal çevrenin organik birleşiminden oluşan daha iyi bir gerçeklik algısı, bu avantajın anahtar unsurudur (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Görüntü 3'te görüldüğü üzere teknik seviyede kullanıcının uzam içinde konum ve yönelimi, nesnelere yakınlığı ve etrafındaki konular, vb. bilgisayar altyapısı tarafından çok yüksek bir öngörü seviyesinden tanımlanmaktadır (Kjeldskov, 2003).

2.2 TARİHÇE

1950'lerde bir kameraman olan Morton Heilig, sinemanın, izleyicinin beyaz perde üzerinde çizimler yapabileceği yeterlilikte bir sanat dalı olduğuna inanıyordu (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Bilgisayar teknolojileri tarihinde ilk AG örneği, 1966 yılında, bilgisayar grafikleri öncülerinden Ivan Sutherland ve öğrencileri tarafından Harvard ve Utah Üniversitelerindeki çalışmalarında görülmektedir. Bu çalışmalarını optik-görüşlü bir HMD (Head Mounted Display) kullanarak gerçekleştirmişlerdir (Krevelen ve Poelman, 2010). Bu tarihten sonra, 1975 yılında Myron Krueger video evi adı altında yapay gerçeklik laboratuvarı kurmuştur. 1990'ların başlarında AG bir çalışma alanı haline gelmiştir. Ronald Azuma, 1997 yılında, geniş anlamda AG'nin tanımının yapıldığı ilk incelemeyi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmasında Azuma AG'yi sanal ve gerçek çevrenin, gerçek zamanlı, 3B ve etkileşimli olarak bir arada kaydedilmesi olarak tanımlamıştır. 2000 yılında Bruce Thomas ilk mobil AG oyununu *Uluslararası Giyilebilir Bilgisayar Sempozyumu*'nda tanıtmıştır. Bu tarihten sonra pek çok AG uygulaması hayata geçirilmiştir. 2007'de Apple firması ilk akıllı telefonu tanıtmış, 2008 yılında uygulama mağazasını yayına açmıştır. Sonrasında Google firması Android tabanlı cihazlar için uygulama mağazasını devreye sokmuş bulunmaktadır.

Görüntü 4, ARQuake oyunu için tasarlanan taşınabilir donanım (solda) ve HMD içinden oyuncunun gördüğü birleştirilmiş görüntü (Piekarski ve Thomas, 2002)

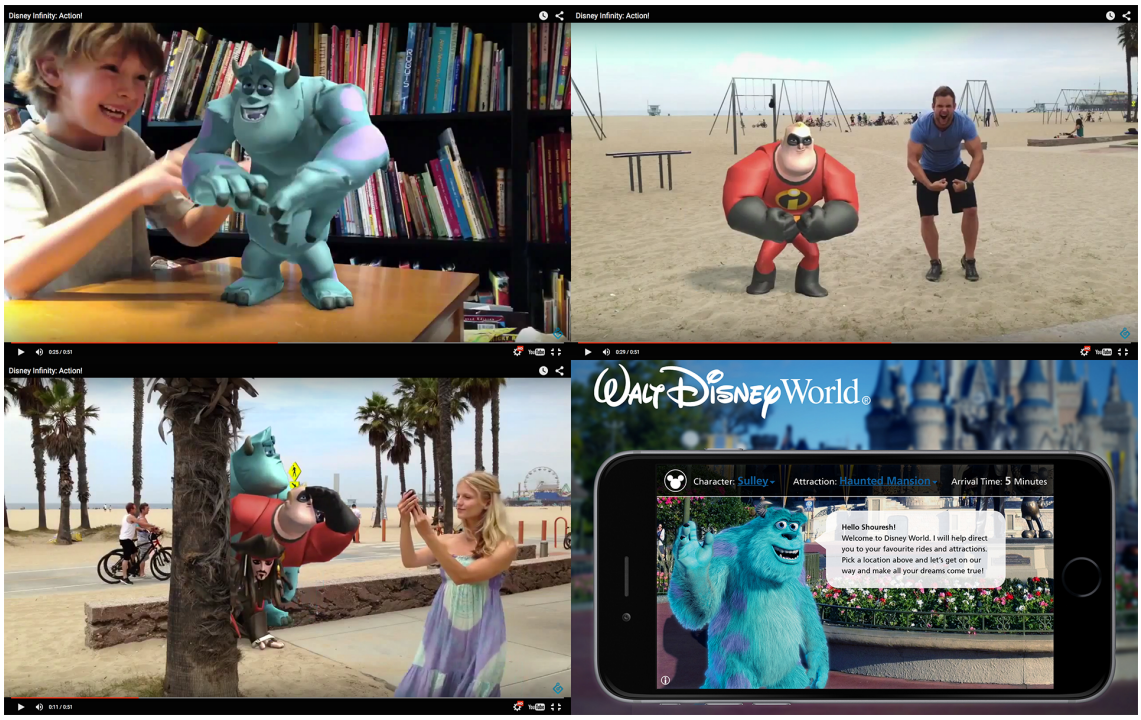
Bu mağazanın açıldığı yıl, etiket veya sembol gibi grafik öğeleri kullanan, konum tabanlı AG tarayıcılar (uygulamalar) yayılmaya başlamıştır. Bu tür tarayıcılar kullanıcılar tarafından çok çabuk kabul görmüş ve milyonlarca indirme rakamlarına ulaşmıştır (Grubert, 2015). Gartner Inc. Şirketi, 2008 yılında AG'nin en zorlu ilk 10 teknolojisi arasında yer alacağını bildirmiştir. Ayrıca şurası kesindir ki ulaşılabilecek AG uygulama sayısı, sadece konum tabanlı aramaya yönelik değil, sosyal ağ, oyunlar, yapı sektörü, yaşam tarzı ve sağlık konularında da hızlı bir şekilde artmıştır (Alkhamisi ve Monowar, 2013).

2.3 UYGULAMA ALANLARI

AG ile bir mühendislik çalışmasında veri tabanında yer alan yönergeler yer ve bütçe tasarrufu sağlarken, bir kütüphanede raflarda yer alan kitapların içerikleri konusunda bilgilendirme sağlayabilir (Azuma, 1997). Bir mimar için yapılacak bir gökdelenin penceresinden görülecek olan manzaranın nasıl olacağı ya da bina içi elektrik veya su tesisatlarının nasıl olduğu konusunda bir fikir sahibi olmasını sağlayabilir (Azuma, 1997). Son birkaç yılda çeşitli AG hesaplamaları konusunda; kablosuz teknolojiler, mobil cihazlar, ağ esasları, dağıtılmış hesaplama güçleri bir artış patlaması yaşanmaktadır (Papagiannakis, Singh, ve Magnenat-Thalmann, 2008).

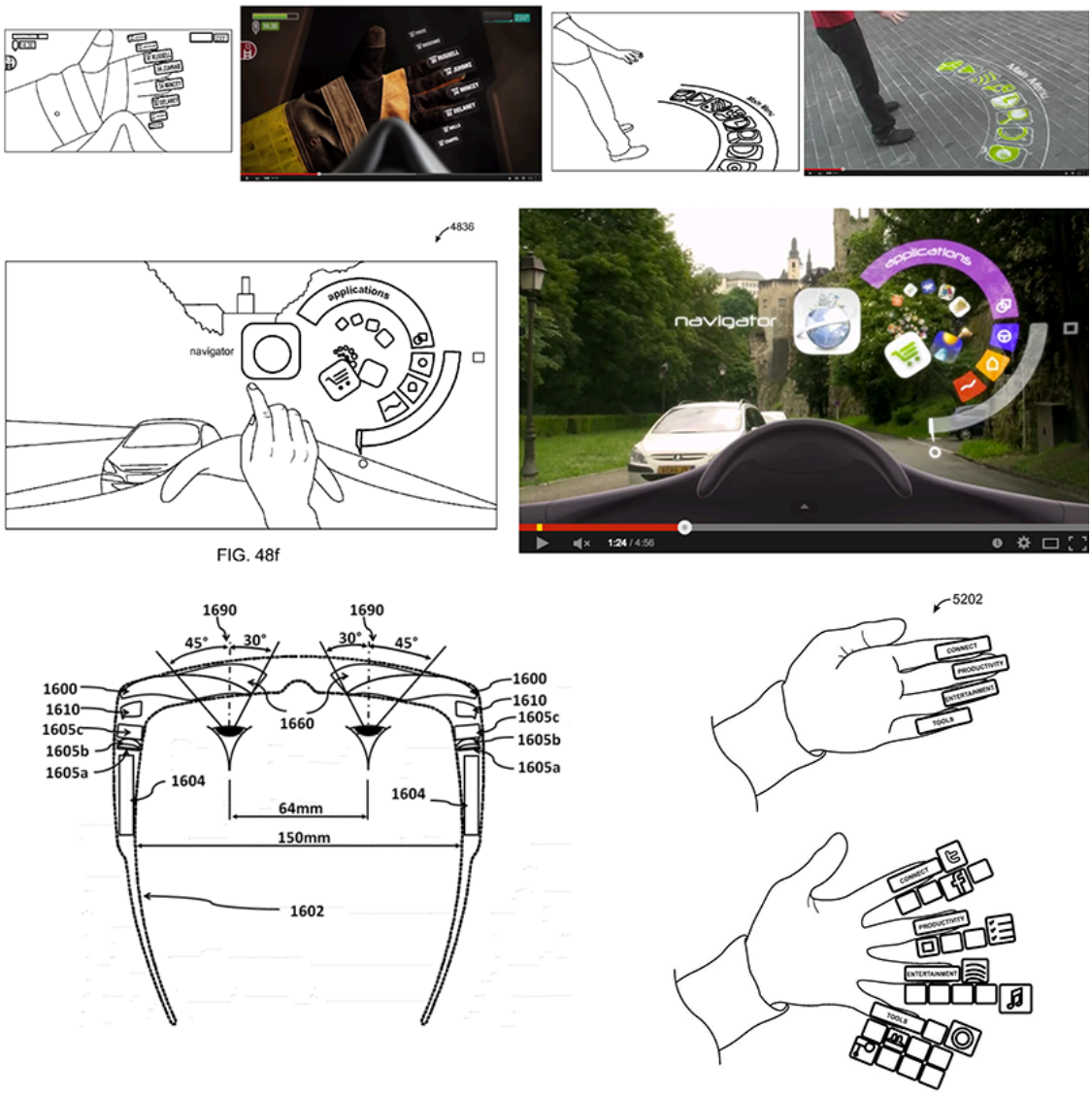
Oyun sektöründe ilk mobil AG oyun denemesi Piekarski ve Thomas tarafından, 1996 yılında piyasaya sürülen 'Quake' oyununun, 2000 yılında *Uluslararası Giyilebilir Bilgisayar Sempozyumu*'nda (International Symposium on Wearable Computers) *ARQuake* adıyla izleyicilere sunulması ile olmuştur (Aktaran Carmigniani ve Furht, 2011)(Carmigniani ve Furht, 2011). Bu çalışmada Piekarski ve Thomas üniversite yerleşkesinin yaklaşık 350'ye 450 metre ölçülerinde bir bölümünü genel hatları ile modellemiş, taşınabilir hale getirilmiş bir bilgisayar kostümü ve bir optik-görüşlü (see-through) bir HMD (Head Mounted Display) ile bilgisayar ortamında oluşturdukları varlıkların gerçek mekanda avlanabilmesini sağlamışlardır (Piekarski ve Thomas, 2002). Görüntü 4'te ARQuake oyunu için tasarlanan taşınabilir donanım ve oyun içinden bir görsel verilmiştir.

“Disney Infinity: Action!” mobil uygulaması ile kullanıcılar, çektikleri gerçek akar görüntüler üzerine “*İnanılmaz Aile”, “Karayip Korsanları; Jack Sparrow”* ya da “*Canavarlar”* filmi karakterleri ile aynı karelerde yer alabilme şansını yakalayabilmekte, Görüntü 5’te görüldüğü gibi, çektikleri görüntülere gerçek zamanlı bindirdikleri 3B karakterler ile oluşturdukları filmleri sosyal medya hesaplarında paylaşabilmektedirler (Econocom Design, 2013).



Görüntü 5, Disney Infinity AG uygulaması ile kullanıcılara sağlanan görseller.

Mobil marketlerde “*Wikitude World Browser”, “Layar”, “Yelp Monocle”, “Augment”* gibi ücretsiz AG tarayıcıları ve uygulamaları bulunmaktadır. Bu tarayıcılar üzerinden, kullanıcı; gezinmekte olduğu sokakta/caddede yer alan menkullerin kiralık/satılık durumlarını görebilir, teknik özellikleri ve fiyat bilgileri hakkında bilgi edinebilir. Ya da “Ikea” firmasının yaptığı gibi 3B ürünleri mobil cihazları aracılığı ile gerçek mekanlara ekran üzerinde yerleştirerek satın alındığında nasıl duracağını daha satın almadan görebilir (Topaloğlu, 2014).



Görüntü 6, Magic Leap firmasının uygulamalarından örnekler.

Econocom firmasının internet günlüğünde verdiği, ABI Araştırma firmasının verilerine göre, AG konusunda yapılacak araştırma bütçesi 2018 yılında 2.5 milyar dolara ulaşacaktır. *Küresel Artırılmış Gerçeklik Zirvesi* (Global Augmented Reality Summit – GARS) bildirisine göre 2016 yılına kadar AG teknolojisi 600 milyon dolarlık bir gelir altyapısı sunacağı düşünülmektedir. Yine GARS'a göre 2020 yılında 2.5 milyar adet mobil AG uygulaması indirilmiş ve dünya üzerinde 103 milyon otomobilde AG teknolojisi yer almış olacağı öngörülmektedir (Econocom Design, 2013). Olson vd. kullanıcı deneyimi

hoşnutluğu (veya hoşnutsuzluğu) üzerine bir anket hazırlamışlardır. Bu anket sonuçlarına göre AG tarayıcıları genelde halen yeniliklerine göre kullanılmaktadırlar (Grubert, 2015).

Görüntü 7, BBC ve Discovery Channel tarafından hazırlanan Frozen Planet AVM etkinliği görselleri.

Magic Leap firmasının retina üzerinde yansıttığı, gerçek dünya ile etkileşime geçen, üç boyutlu alternatif karakterler stereo 3D teknolojisine bir alternatif olabilmektedir. El ve parmak hareketleri ile verilen bilgisayar komutlarını algılayabilen bu teknoloji, nesneleri oldukça doğru bir şekilde gerçek dünya ile ilişkilendirebilmektedir (Hirsen, 2015). Görüntü 6'da firmanın uygulamalarından örnek görülmektedir.

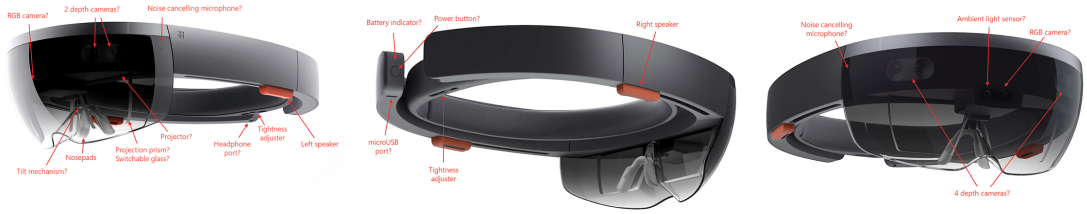
Görüntü 8, Zombie ShootAR oyunu ekran görselleri.

BBC ve Discovery Channel'ın kutup vahşi hayatını anlattığı Frozen Planet DVD serisinin alışveriş merkezi tanıtımda, Görüntü 7'de örneklerinden görülebileceği üzere, ziyaretçiler ekran üzerinde kutup ayısı, penguen ya da deniz canlıları ile gerçek zamanlı etkileşime geçebilecekleri eğlence etkinlikleri düzenlenebilmektedir (Econocom Design, 2013). Artırılmış Gerçeklik de Sanal Gerçeklik gibi AG oyunları oluşturularak eğlence sektörüne uyarlanabilir. Ayrıca spor karşılaşmalarında görselliği desteklemek ve arttırmak için televizyon

yayıncılığında kullanılabilir. Bu tür oluşumlar ile geniş kitlelere ulaşılabilir. AG ile ayrıca ürün yerleştirme özelliği kullanılarak sanal reklam alanları oluşturulabilir (Krevelen ve Poelman, 2010).

Kişisel eğlence donanımları, video oyun konsolları, taşınabilir oyun konsolları ve mobil cihazlar olarak sınıflandırılabilir. Sony firmasının PlayStation, Microsoft'un Xbox 360 ve Nintendo firmasının Wii oyun konsolları, kendi sınıfları içerisinde ilk üçte yer almaktadır. Son zamanlarda çeşitli oyunlar piyasaya sürülmüştür ve daha iyileri de geliştirilme aşamasındadır. Yayınlanan 'The Eye of Judgment' isimli ilk AG oyunu, PlayStation3 oyun konsolu için, 2007 yılında çoklu kullanıcı desteği piyasaya sürülmüştür (Huang, Jiang, Liu, ve Wang, 2011).

Oyun endüstrisindeki en iyi örneklerden Zombie ShootAR uygulamasında kullanıcılar mobil cihazlarının kamerasını gerçek çevrelerindeki gerçek zamanlı optik takibi ile heyecan verici bir deneyim yaşayabilmektedirler (Görüntü 8). Mutfaklarında ya da caddede, silahlarını kullanarak, oyunun radar bilgisi ile zombileri gerçek mekan üzerinde avlayabilmektedirler (Jackson, Angermann, ve Meier, 2011).

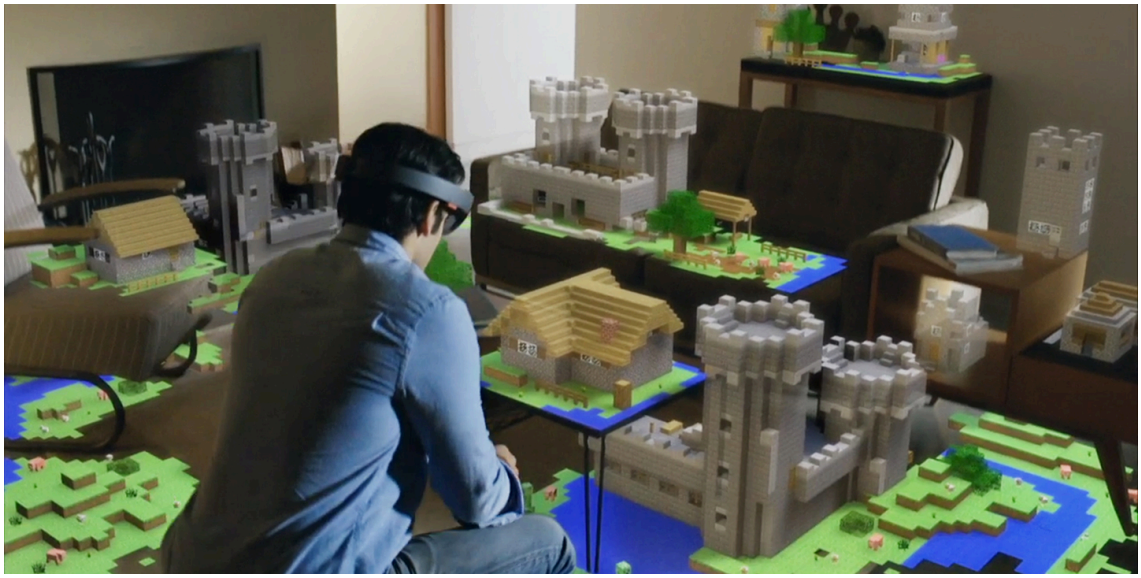


Görüntü 9, Microsoft HoloLens HMD ürünü görseli

Son dönemde çıkan ve henüz pazarlama aşamasında olan Microsoft Holo, AG konusunda geliştirilen en yeni ve etkin HMD olarak diğerleri karşısında bir fark yaratacak görünmektedir (Görüntü 9). Cihaz, gerçek mekanda kullanıcının tanımlayabildiği alanlara belli özellikler (video, konuşma, müzik dinleme alanı, vb.) atanmasını sağlayan, kendi dahilinde sanal bir alet çantası ile 3 boyutlu modelleme yapma ve bu modelleri 3B yazıcıdan çıktı alma imkanı sağlayan, sesli komutlarla da yönlendirilebilen, önceki örneklerine göre oldukça

küçültülmüş bir HMD'dir (Microsoft). Holo dahilinde kullanıcıya sunulan MineCraft oyunu, kullanıcının seçtiği bir gerçek düzlemde oyunu istediği gibi oynamasına imkan sağlamaktadır (Görüntü 10).

Bugünlerde sayısal eğlence oyunları, finansal dünyanın da yeni gelişmekte olan bir unsuru olarak, günlük hayatta giderek daha önemli bir noktaya gelmektedir. Çoklu kullanıcılı AG tematik oyun parkları ve kişisel eğlence araçları hızlı bir geliştirilme sürecine girmiştir (Görüntü 11). Yirmi birinci yüzyılda, bilim ve teknolojinin birlikteliği ile, geniş ölçekli eğlence ekipmanları, tek yönlü hareketten çoklu medyanın belirlediği faklı konumlandırmalardaki hareketli ekipmanlara doğru aşamalı olarak değişmeye başlamışlardır (Huang vd., 2011). Hareket kabiliyeti (mobility) 3 farklı bileşene ayrılabilir: Kişilerin hareket kabiliyeti, altyapı ve bilgilendirme. Bu bileşenler bağımsızdır ve her biri tekrar alt bileşenlere (örn. kullanıcı, cihaz, uygulama) ayrıştırılabilir (Antoniac, 2005).



Görüntü 10, Microsoft HoloLens ile MineCraft oyunu

2005 yılında Japonya'da Aichi Fuarındaki Hitachi fuar alanında ilk çoklu kullanıcılı AG oyunu izleyicilere sunulmuştur. 2008 yılında Çin'de bulunan Guandong Bilim ve Teknoloji Merkezi'nde, Çin'de halkın kullanımına açık ilk etkinlik olarak, Guangzhou şehrinde AG macera oyunu adıyla, çoklu kullanıcılı ve halkın kullanımına açık olarak gerçekleştirilmiştir. Geniş-alan görüntü-tabanlı

takip teknolojisine sahip oyunda, mekanlardaki duvarlar ve tavan, yazılım destekli kızılötesi işaretlerle (marker) kaplanmış, takip ve sahne kameraları bir HMD üzerine sabitlenmiştir. Başlangıçta mekanda serbestçe gezinebilen kullanıcılar daha sonra güvenlik gerekçeleri sebebiyle belli bir noktada oturtulmak zorunda kalmışlardır. Koltuklarında oturan 4 kullanıcı, bir mini tren ile tekne turu, denizaltı macerası ve Guangzhou şehri uçuşu isimli üç farklı sahnede seyahat etmektedirler. Bu seyahatleri esnasında HMD ekranları üzerinde sanal ve gerçek dünya görüntülerinin birleşiminin zevkini çıkarmaktadırlar (Huang vd., 2011).

Görüntü 11, AG ile oluşturulan tematik park örnekleri

AG uygulamaları son yıllarda, mobil telefonlar sayesinde, taşınabilir ve pek çok alanda kullanılabilir hale gelmiştir. Ayrıca haber, spor ve eğlence sektörlerinde insanların görsel-işitsel mecralarından bir olmuştur (Alkhamisi ve Monowar, 2013). AG sistemleri üç karakteristiğe sahiptir,

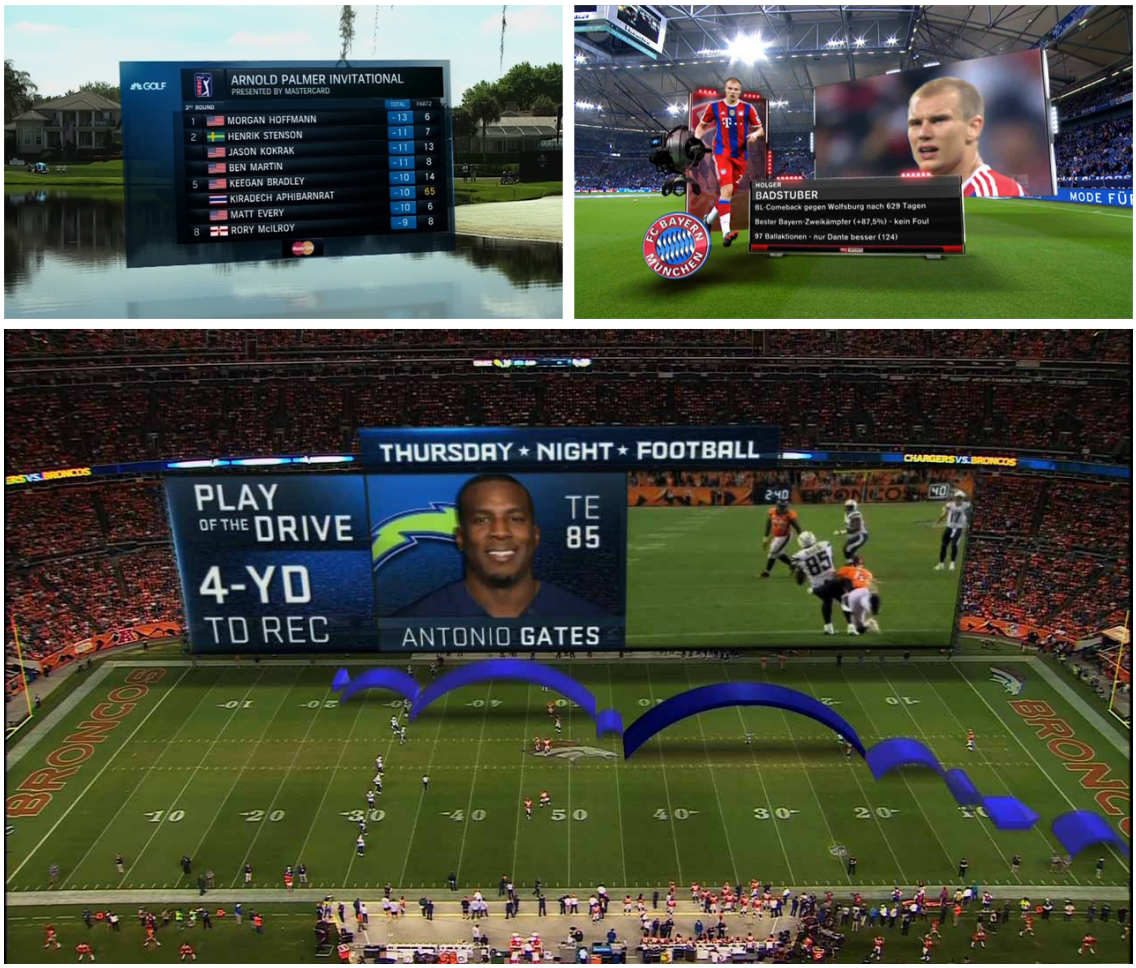
1- Sanal ve gerçek ortamları birleştirir,

2- Gerçek zamanlı etkileşime sahiptir,

3- 3B tanımlamalara sahiptir (Azuma, 1997).

Bir alışveriş merkezinde gerçek insanlarla sanal görüntüleri (örneğin bir dinazor ya da astronot) ekran üzerinde gerçek zamanlı bir ekranda tanıtım amaçlı birleştirmek, gerçek çevre görüntüsü üzerinde eklenmiş sanal karakter ile savaş

oyunu oynamak, cep telefonunun kamerasından bir sokağı göstererek ekranda o sokakta yer alan mekanlar hakkında anlık bilgi alabilmek ya da bir spor müsabakasında gerçek saha üzerinde sahanın bulunduğu uzama uygun bilgilendirmelerin eklenmesi (örneğin serbest vuruş mesafesi gösterimi) veya karşılaşma ile ilgili skor, ceza, kalan süre gibi bilgilerin verilmesi (Görüntü 12) artırılmış gerçeklik için birer örnek olarak verilebilir.



Görüntü 12, Sol üst, golf turnuvası puanlaması, sağ üst, futbolcu hakkında bilgilendirme grafikleri alt, Amerikan Futbolu sayı infografiği

Huang, kişisel cihaz ve çoklu kullanıcı uygulama alanlarını eğlence ve sergi amaçlı olmak üzere ikiye ayırırlar. Bu durum; gerçek ve sanal dünyayı birleştirirken, konuya odaklanma ve ilgi çekme olasılıklarını arttırabilir. Eğlence ve sergileme alanları konusunda AG farklı gerekliliklere sahiptir. Sergileme

konusunda işlevler ve kullanıcının kullanım uygunluğuna odaklanırken eğlence alanında oynanabilirlik kavramını dikkate alır (Huang vd., 2011).

Papagiannakis vd.; Mobil AG uygulama alanlarını;

- AG İçin Sanal Karakter Tabanlı Uygulamalar
- Kültürel Miras
- Eğlence Amaçlı Eğitim ve Oyunlar
- Gezinim ve Yön Bulma
- Ortaklaşa Kurulum ve Tasarım
- Endüstriyel Bakım ve Kontrol

sınıflarına ayırmıştır (Papagiannakis vd., 2008).

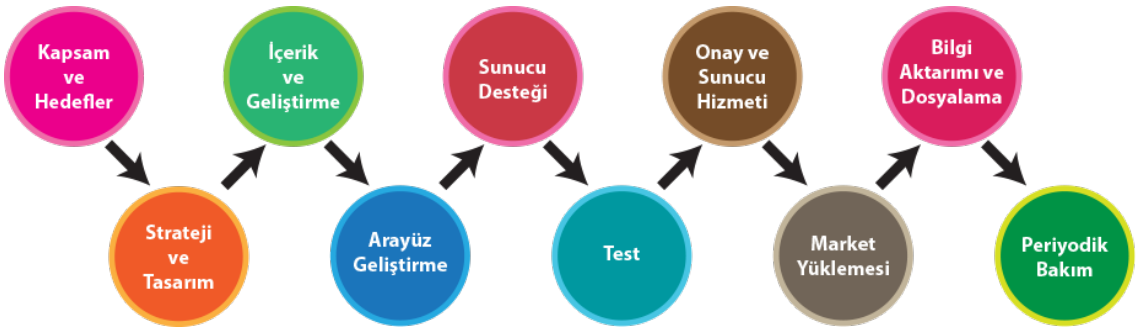
Tek bir ideal AG sistem yaklaşımı yoktur. Ancak konuma (iç mekan, dış mekan), ekran türlerine (mobil cihaz ya da HMD), içerik zenginleştirme türlerine (statik 3B, sanal karakterler) göre oluşturulan uygulama yaklaşımları vardır (Papagiannakis vd., 2008).

2.4 MOBİL UYGULAMA YAZILIM TEKNOLOJİLERİ

Mobil cihaz pazarı sadece bir donanımın satıldığı bir pazar değildir. İnternet bağlantısı ve ek içeriklerin yüklendiği uygulama marketleri olmadan akıllı telefonlar Grahambell'in bulduğu ilk cihazların sadece biraz daha gelişmişi olarak kalırlar. Ancak internet bağlantısı ve uygulama marketlerin sunduğu beceriler, mobil ekosistemin insanlık tarihinin en hızlı gelişen teknolojisi olmasındaki asıl unsurlardır. Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 2 milyar mobil cihaz satılmış bulunmaktadır. Bu mobil cihazlar üreticilerinden ziyade işletim sistemleri ile pazarda kendilerine bir yer edinmektedirler. Son dönem istatistiklerine göre dünya genelinde mobil cihaz kullanıcılarının %65'i Android, % 31'i iOS, % 1.6'sı Windows, geri kalan yaklaşık % 2.5'i ise diğer işletim sistemlerine ait mobil cihazlar kullanmaktadırlar (NetmarketShare, 2017).

Mobil işletim sistemleri (özellikle Android için) temel prensipler aşağıdaki gibi sıralanabilir. En iyi uygulama hatasız çalışan uygulamadır. Uygulama geliştiricileri uygulamalarını yayına almadan önce hata kontrolü yapmalıdırlar. Var olan SDK'lar olası hataların azaltılması için pek çok önceden denenmiş aracı bünyesinde barındırır. Akıllı telefon gibi yükleme ve depolama kısıtları olan cihazlarda geliştiriciler sürdürülebilirlik ve etkinliğe odaklanırlar. Eğer uygulama etkin çözümler ile oluşturulmamışsa donanımın pil ömrünü olumsuz yönde etkileyecektir. Dolayısı ile uygulamanın performansının pil ömrünü azaltmayacak şekilde elden geçirilmesi geliştiriciler tarafında önemle tavsiye edilir. Uygulama için gerekli ya da anlamı olmayan öğelerin ayıklanması uygulamanın daha iyi şekilde kurgulanmasını sağlar. Arayüz mümkün olduğunca yalın tutulmalıdır (Wills).

İşletim sistemlerinin gerekliliklerine belli farklılıklar gösterse de temelde mobil uygulama geliştirme süreci hemen hemen aynıdır. Uygulamanın amacı ve özelliklerine göre farklılıklar gösterse de fikir aşamasından market yüklemesine kadar geçen süreçte işleyen yapı Görüntü 13'te verildiği gibidir.



Görüntü 13, Mobil uygulama geliştirme iş akışı (Pepper Square)

Son dönemde işaretsiz (markerless) görüntü yorumlama yöntemleri daha gündemdedir. AG uygulamalarının herhangi özel bir karekod yerine doğal ortam görüntüsü ile tetiklenerek bir içerik sunmasına çalışılmaktadır. AG için gerçek mekana yerleştirilmiş etiketlerin olmaması izleyicinin esere daha yakından odaklanmasını sağlar. Etiketsiz (markerless) AG yaklaşımları sadece eserlerin

teşhir edildiği ortamda oluşabilecek bir görüntü kirliliğinin önüne geçmez, sergilenen eser ile ziyaretçi arasındaki etkileşimin azalmasını da engeller (Chang vd., 2014)

2.5 OYUN MOTORU YAZILIM TEKNOLOJİLERİ

Artırılmış Gerçeklik, etkileşimli sistem ve fiziksel çevre arasındaki ince uzamsal bağdır (Grubert, 2015). Çalışma alanı genişledikçe performans düşer. Ayrıca öznel ölçümleme göstergeleri ve düşük bilişsel gereklilik AG için daha iyi bir kullanıcı deneyimi ortaya konmasını sağlar (Grubert, 2015). AG uygulamaları genellikle takip bileşeni, hesaplama (render) bileşeni ve etkileşim bileşeni olmak üzere üç bileşen içinde gruplandırır. Tüm bu bileşenler de vazgeçilmez unsurlardır. Takip bileşeni kullanıcının ve cihazın 6DOF (6 degrees of freedom) olarak uzam içindeki yerini tanımlar. Takip bileşeninin sayısal verilerine göre çevresel unsurlar ve sayısal görsellerle hesaplama bileşeni nihai görüntüyü oluşturur. Son olarak da etkileşim bileşeni kullanıcının fiziksel ya da sayısal bilgilendirmeler ile etkileşime geçmesini sağlar (Grubert, 2015). Oyun motoru, şirketlerin veya kişilerin oyun yapmak için kullandıkları ücretli ya da ücretsiz olan programlara verilen isimdir. Unreal Engine, CryEngine ya da Unity gibi isimlerle adlandırılmış ve gerek platform gerekse amaca yönelik özelleşmiş oyun motorları mevcuttur (intel.com, 2016).

Oyun motoru, kişilerin veya şirketlerin oyun yapmak amacıyla kullandığı programlara verilen isimdir. Bu program, esasında kütüphanelerden oluşmuş bir yapıdır. Bu kütüphanelerin içinde bilgisayar programlama dilleri ile tanımlanmış fonksiyonlar, sınıflar vb. veriler bulunmaktadır. Kişi oyun motorunu kullandığında, başkası tarafından önceden tanımlanmış olan bu verileri kullanarak oyununu yapar. Bu oyun motoru denilen yapının kişiye sağladığı fayda, kişiyi önceden başkası tarafından kodlanarak tanımlanmış olan bu verileri tekrar kodlama zahmetinden kurtarması ve bunun sonucunda daha az kod ve bunun getirdiği daha az karmaşıklık ve aynı zamanda, vakitten tasarruf etmesini sağlamaktır (Yazılım Her Yerde). Burada esas olan, oyun motoru

aracılığı ile sahnede gösterilmesi planlanan her öğenin, ışık, gölge, parlaklık, vb. değerler açısında nasıl görüneceğinin hesaplanması, sunucu ya da cihaza ek bir hesaplama yükü getirmeden görselin kullanıcı ile buluşturulmasıdır. Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) belli bir yazılım paketi, yazılım çatısı, donanım platformu, bilgisayar sistemi, oyun konsolu, işletim sistemi veya bunlara benzer bir platform için uygulama üretmeyi sağlayan yazılım geliştirme araçlarından oluşan yazılımdır (Wikipedia (a) t.y.). Software Development Kit, programcıların özel bilgisayar uygulamaları geliştirebilmesini ve bu programları çeşitli işletim sistemlerine adapte edebilmelerini sağlayan programlama araçları setlerine verilen genel isimdir. SDK, programcının başvurabileceği bir çeşit kütüphanedir ve bu kütüphanede içerik olarak şunlar bulunur:

• Programlamaya destek olacak yardım ve geliştirme dokümanları

• Programlama araçları ve gelişmiş yardımcı araçlar

• Ekstra eklenti (plug-in), işlev ve yazılım araçları

Örnek olarak Android SDK' dan bahsedilmesi gerekirse andorid işletim sistemli cihazlar üzerinde yazılım geliştirmeyi sağlayan takım çantasıdır (Nedir.com).

AG uygulamaları için kabul gören SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu Ek-2’de yer alan Tablo 8’de görülebilir.

2.6 GEREKLİLİKLER

Asghar ve Nauman’a göre kullanıcılar aktif etkileşimde, pasif etkileşime oranla uygulamayı kullanmayı bırakmayı daha fazla tercih etmişlerdir. Pasif etkileşimde kullanıcılar daha hızlı öğrenmekte, daha az oranda uygulamayı kullanmayı bırakmaktadırlar. Pasif etkileşimde işarete yaklaşarak modeli gören kullanıcılar 3B modele daha fazla yaklaşma eğilimi göstermektedirler. Gerçeklik, modelin görünümündeki detaylara ve arayüzün (uygulamanın) tablet ve işaret hareketlerine karşı tepkisine bağlıdır. Kullanıcılar aktif etkileşimde gördükleri modelleri pasif etkileşime göre daha gerçekçi bulmaktadırlar. Dolayısı ile

modelin görünümündeki detaylar kullanıcıların genel gözlemlerinde bir gerçeklik farklılığı yaratmamaktadır (Asghar ve Nauman, 2010). Tablo 1'de White'a göre kullanıcının bir AG Müzecilik uygulaması kapsamında ihtiyaçları sıralanmıştır.

	Açıklama
1	Kullanıcı web tabanlı etkileşimli müze ortamında daha fazla eser keşfedebilmelidir.
2	Kullanıcı fiziksel etkileşimli müze ortamında daha fazla eser keşfedebilmelidir.
3	Kullanıcı turlama esnasında eserleri keşfedebilmelidir (örn, döngü, çeviri, vb.)
4	Kullanıcı görsel olmanın yanısıra dokunsal his olarak da keşif yapabilmelidir.
5	Kullanıcı eserlerin yüzeylerini hissedebilmelidir.
6	Kullanıcı arayüzden eserler ile ilgili uygun formatta bilgilendirmeye (metin, ses, 3B, film, vb.) ulaşabilmelidir.
7	Kullanıcı fiziksel eserlere dokunamamalıdır.

Tablo 1, White vd.'e göre sanal müzede kullanıcı gereksinimleri. (White, Petridis, Liarokapis, ve Plecinckx, 2007)

El-halim vd.'e göre sanal kültürel miras uygulama geliştirmelerinin, yüksek geometrik doğruluk, tüm detayların yakalanması, foto-gerçekçilik, yüksek animasyon becerisi, düşük maliyet, taşınabilirlik, uygulama esnekliği ve model boyut verimliliği olmak üzere sekiz ana gerekliliği vardır (Aktaran Noh, Sunar, ve Pan, 2009).

Uzamsal özelliklere göre yerleşim içinde insan hareketlerinden çıkarımda bulunan nitel ve nicel pek çok yaklaşım mevcuttur (Grubert, 2015). Uzamsal ya da geçici unsurların birleşimi, sahne içinde yaratılan görsellerin (eserlerin) oluşturulması (ya da gizlenmesi) konusunda öncülük eder. Varlık öğesi değişkenliğin çokluk derecesine göre özellikle mobil bağlam konusunda etkili bir unsurdur. Fiziksel mekanda gerçek öğeler üzerinde değişkenlikler olabilir. Mobil AG sistemleri bu değişkenliklerle baş edebilmeye hazır olmalıdır (Grubert, 2015).

Tasarım Esasları	CorfuAR'daki Uygulama	Bulguların Özeti
#1 Sunulan içerik için bağlamı kullan	• Kullanıcıları çevre içinde konumlandırma ve bulundukları ortama göre içerik sağlamak için GPS algılayıcı (enlem ve boylam) verisi • Kullanıcı etkileşimleri ve fiziksel hareketlerinin takip desteği	• Bu prensibin uygulanması yüksek derecede kullanılabilirlik ve performans sağladı. • Novice MAR kullanıcıları bu teknolojiden etkilendiler. • Sistem, mobil benzetim hesaplamalarına göre daha fazla sezgisel ve kullanıcı dostu bir yapı sağladı.
#2 Göreve bağlı içerik sunumu	• Dünya Turizm Organizasyonu tarafından önerilen bölümleme ve kümelenmeye dayalı (kişiselleştirilmiş sürüme karşı kişiselleştirilmemiş sürüm) iki sürümün uygulanması • POI'lerin tanımlanması ve kullanıcı tercihlerine dayanan bilgi filtrelenmesi	Bu uygulamanın kullanılması daha iyi bir kullanıcı deneyimi yaşanmasına öncülük etti. Kullanıclar uygulamanın kişiselleştirilmiş sürümüne (kişiselleştirilmemiş sürüme göre), kullanılabilirlik,ihtiyaçlarına cevap verecek bilgilerin bulunması ve kullanıcı-sistem etkileşimi kapsamlarında daha olumlu yaklaştılar.
#3 İçerik mahremiyeti hakkında bilgilendirme	• Kişiselleştirilmiş ve kişiselleştirilmemiş sürümler arasında kişisel bilgilerin işlenmesi arasındaki ayrımlar. • Kişiselleştirilmemiş sürümde herhangi bir tercih, öneri ya da başka herhangi bir verinin kullanıcılara açıklanmaması. POI önerileri kişiselleştirilmiş sürümde aynı kümede bulunan kullanıcılar tarafından görülebilmesi.	• Mahremiyet kaygılarının en aza indirilmesini sağladı • Kişiselleştirilmemiş sürüm kullanıcları kişiselleştirilmiş sürüm kullanıcılarına nazaran bir miktar daha hoşnut kaldılar. • Her iki grup da kişisel bilgilerin kullanımı ile ilgili kontrolü aynı derecede elinde tuttu.
#4 Altyapının hareket tarzı hakkında geri bildirim sağlanması	Talep edilen bilginin yüklenme durumu ve bağlantı sorunları yaşanması durumunda açılır uyarı ekranları sağlanması	• Kullanıcı hayal kırıklığının önüne geçilmesi sağlandı • CorfuAR kullanıcıları sağlanan geri bildirim mesajları karşısında memnuniyetlerini dile getirdiler.
#5 Yöntemsel ve anlamsal belleğin desteklenmesi	• İlgili yapılarda (örn. tur rehbeleri) yaygın şekilde kullanılan simge ve ikon tasarımları ve kullanıcının bilişsel yapısında anlamsal ilişkiler oluşturulması • Kullanıcılara simgeler hakkında basit açıklamaların sağlanması	• Kullanıcı-sistem etkileşimi geliştirilmiştir. • Kullanıcılar, sistemle açık ne anlaşılabilir bir etkileşimin kendi öğrenme eğrilerini yükselttiğini belirtmişlerdir.

Tablo 2, CorfuAR altyapısında tasarım esaslarının uygulanması ve bulguların özeti tablosu (Kourouthanassis, Boletsis, ve Lekakos, 2015).

Kourouthanassis, gelişmekte olan teknolojilerde, kullanıcının bilgisinin teknolojinin potansiyelleri karşısında yetersiz kalması sebebiyle kullanıcı merkezli MAR (Mobile Augmented Reality) uygulaması yaratım sürecinin oldukça zorlaştığını belirtir (Kourouthanassis vd., 2015). Yapılan çalışmalar, artan uygulama karmaşıklığından, kullanıcının zorlanmasından ve bağlam farkındalığına bağlı içerik sınırlamasından kaynaklanan sorunlar olduğunu ortaya çıkarmaktadırlar. Tablo 2'de Kourounthanassis vd'nin CorfuAR uygulaması geliştirilmesi sürecinde MAR altyapısının tasarım temelleri görülmektedir. Özel hayat kaygıları ve yetersiz altyapı geri bildirimi sebepleriyle düşük kullanıcı kabulleri ve kişiselleştirme ya da filtreleme hatalarından kaynaklanan aşırı bilgi yüklemeleri gene bağlam farkındalığı kaynaklı içerik eksikliklerinin birer sebebi olarak tespit edilmektedir (Kourouthanassis vd., 2015).

Geleneksel dokunmatik harita arayüzleri ile kıyaslandığında AG arayüzlerinde bilgilendirmenin büyüklüğü kullanıcı deneyimi açısından kritik olabilir (Grubert, 2015).

1- Kullanıcıların artırılmış yüzeylerden uzakta iken de bilgilere ulaşması sağlanmalıdır. Bu şekilde fiziksel yüzeyin referans olarak çerçevesi korunmuş olur.

2- Eğer karmaşık bir 3B sahne söz konusu ise alternatif bir çözüm (görünüm) ile nasıl bir etkileşim sağlanacağı dikkatli bir şekilde kurgulanmalıdır.

Etkileşimli mekanlar arasındaki geçiş esnasında bilişsel çabayı en düşük seviyede tutmak gerekir (Grubert, 2015).

Artırılmış Gerçeklik, görevlerin ve değişken bağlamların doğasına bağımlıdır. Değişken kullanım durumlarında kullanıcının hedeflerine ulaşması için melez (hibrid) kullanıcı arayüzleri ile tamamlayıcı anlamda bağlı (entegre) olmalıdır (Grubert, 2015). Donald Norman'a göre insanların nesneler ile etkileşiminde duygular önemli bir rol oynar (Gong ve Tarasewich, 2004). Dey vd.'e göre bir

girdi oluşturmak için herhangi bir bilgilendirme kullanılabilir. Kullanıcı ve bir uygulama arasında etkileşimi sağlamak için, kullanıcının kendisi ve uygulama da dahil olmak üzere, bir kişi, nesne veya mekan etkileşime etki eden bir varlık olabilir (Grubert, 2015).

Şu dikkat çekmektedir ki yapılan çalışmaların çoğu bağlam kaynağının sistem içine yerleştirilmesine odaklanmakta ancak hangi bağlam hedefinin uyarlanacağını tartışmamaktadır. Bu durum pek çok sistemin tamamlanmadığının bir göstergesidir. Bağlam farkında sistemlerde, bir yapının (binanın) kapalı döngü yaklaşımı ile kendini sürekli olarak kullanıcının konumuna göre ayarlamasını sağlayabilir (Grubert, 2015). Fiziksel çevrenin ana öğelerini kapsayan sayısal sunumlar vasıtasıyla referans çerçevenin korunması gereklidir. Sanal uzay içinde tüm gezinimin kolaylaştırıldığı bir dolaşım sağlanmalıdır. Etkileşimli mekanlar arasında geçişlerde bilişsel çaba en aza indirilmelidir. Güneş gözlükleri bir akıllı telefonun kamerası olarak kullanılabilir ve bu sayede çevrenin telefon tarafında algılanması sağlanabilir (Grubert, 2015).

Mobil cihazla görsel yönelimi ve dokunsal ilişkiyi azaltmak için sesli etkileşimin kullanıldığı araştırmalar ile grafik arayüz kılavuzları ve içerik-bağlam ilişkisi yeniden düşünülmüştür. Mobil cihaz ekranlarına sıkışan arayüzlerde kullanılan görsellerin kalitesi ve çözünürlükleri ile görsel-grafik sunumlar, anlamsal değer ve bilgilendirmelerinden en az miktarda kayıp vermeleri için fazlalıklarından arındırılmaktadırlar. Bu durum, daha karmaşık ve alt bölümlere sahip yapılara yönelinmesini zorunlu kılar (Kjeldskov, 2003).

2.6.1 Yazılım

Gerçek ve referans nesneler arasında pek çok farklılık olabilir, ziyaretçiler sahnede görülebilir, yeni ışık koşulları (güneş açısı ya da bulut durumuna göre) oluşabilir ve bu durum görseller üzerinde yeni parlamalara ya da gölgelere sebep olabilir. Bu sebeple kısmi nesne özellikleri yerine genel nesne özellikleri tanımlanması tercih edilmelidir (Vlahakis vd., 2002). AG sistemleri gerçek dünya görselini sayısallaştırabildiğinden beri çevre görselleri üzerindeki özellikleri

tanımlamak mümkün olmaya başlamıştır. Mike Bajura ve Ulrich Neumann bu duruma kapalı-döngü (closed-loop) demişlerdir (Azuma, 1997).

Hughes vd. kendi KG (Karıştırılmış Gerçeklik) yazılım geliştirmelerinde; grafikler için Open Scene Graph, ve Cal3D, ses için Port Audio, özel efekt cihazları için de DMX Chain olmak üzere 4 farklı hesaplama (render) motoru kullanmışlardır (Papagiannakis vd., 2008). Hesaplama (render) bileşeninin ana görevi artırılmış yapıyı hesaplamaktır. Ancak aynı zamanda resim, ses, video, 3B nesneler gibi diğer içeriklerin çalıştırılmasını (oynatılmasını) sağlamaktadır (Dähne ve Karigiannis, 2002). Hughes ve diğerlerine göre her bir gerçek nesne, maskeleme amaçlı ya da hayalet sanal nesnelerle etkileşim halinde olabilir. Maskeleme amaçlı nesneler ile görünmez hesaplamalar (render) ile oluşturulmuş nesneler, uzam içinde arkalarında kalan nesnelerin gizlenmesini sağlarlar. Bu sayede çok katmanlı bir sahne kolay bir şekilde oluşturulabilir (Hughes, Smith, Stapleton, ve Hughes, 2004). AG için bilgilerin sunulma şekli önemli bir alt gruptur. AG'nin ana hedefi grafiksel temsil olan görsel zenginleştirmeye yönelik bir vurgusu vardır. Etiket (ya da işaret) yerleştirme, görünüm değişkenlikleri (şeffaflık, opaklık), içerik miktarını filtreleme (etiket yok etme) ya da detay seviyesini ayarlama (girdi-çıktı) gibi unsurlar birer örnek olarak söylenebilir (Grubert, 2015).

Ağ yapısından ekranlara, takipten tanımlamaya, algılayıcı ve görsel tabanlı bileşenlerin geçişken (hibrid) yöntemler ile oluşturulduğu çok farklı AG uygulamaları ortaya çıkmaktadır. MARS (Mobile AR Systems), MARCH (Mobile Augmented Reality for Cultural Heritage), Archeoguide gibi çalışma çerçeveleri, Java, Java 3D, C++, XML, vb. pek çok yazılım dili kullanılarak geliştirilmektedir (Papagiannakis vd., 2008). Son dönemde HTML5, WebGL, JavaScript gibi web standardı olan çalışma çerçeveleri, bilgisayar ortamındaki algoritmalar üzerinde web tarayıcıları için tam bir AG uygulamaları konusunda desteklerini yükseltmektedirler. Nihai olarak cep telefonları özelinde bir hakimiyet üzerine odaklanmışlardır. Ancak karmaşık bir yapıyı yönetme işinin kendisi de karmaşık bir iştir (Seichter, Grubert, ve Langlotz, 2013).

2.6.2 Donanım

Şu ana kadarki çalışmalarda pek çok görsel ekran çeşidi tasarlanmış, kullanılmıştır. Ayrıca işitsel ekranlardan da bahsetmek mümkündür. İşitsel ekranlar; tek (mono - 0 boyutlu), çift (stereo - 1 boyutlu), ve çevresel (surround - 2 boyutlu) ekranlar olarak ayrıştırılabilir (Krevelen ve Poelman, 2010). Görsel ekranlar ise video-görüşlü, optik-görüşlü ve yansıtmalı olarak ayrılabilir. Video görüşlü ekranlar, kafa hareketlerinin takibi sonucu tanımlamalar ve gerçek ile sanal görüntünün eş zamanlı olarak kullanıcı karşısına getirilmesi konusunda oldukça olumlu sonuçlar verirken, çözünürlük sıkıntıları, kısıtlı görüş alanı ve HMD'deki kameraların konumu ile insan gözünün konumu arasındaki fark yüzünden oluşan kaydırma (paralax) etkisi gibi sorunları da yaşatabilmektedirler.

Optik-görüşlü ekranlar; ucuz olmalarının yanı sıra gerçek dünya çözünürlüğünde görsel sunabilmeleri, video-görüşlü kameralarda yaşanan kaydırma (paralax) sorunu yaşatmamaları, enerji kesintisine uğrasa bile en azından gerçek dünya görselini sağlayabilmesi ile daha güvenli olmaları açılarından başarılı sayılabilirler. Ancak görüntüde parlaklık ve kontrastı (en azından şu anda) yeterince sağlayamamaları, gerçek görüntü üzerine binen sanal görüntülerin kullanılan ayna ya da merceklerin kenarlarında kesilmesi, dış mekanda iç mekan kullanımlarına göre daha zayıf görsel sunmaları olumsuz yönleri olarak sıralanabilir. Optik-görüşlü HMD'ler, tıp bilimi için yeni olasılıklar sağlayan teknolojilerden biri olabilir. Örneğin bir doktor bilgisayar taraması sonuçlarını, hasta üzerinde 3B olarak görerek teşhis koymada yardımcı bir öğe olarak kullanabilir (Hua, Brown, ve Zhang, 2011). Geniş görüş alanlı (Field of View – FOV) ekran sorunları, Sanal Gerçeklik (SG) tarafından çözülmüş bir teknik durum olsa da optik-görüşlü ekranlar için geniş görüş alanı (>100°) hala çözülmesi gereken bir sorunlar bütünüdür (Kiyokawa, 2016).

Yansıtmalı ekran çözümleri, bir aparat olarak ekrana ihtiyaç duymamaları, büyük yüzeyler üzerinde geniş bir görüş alanı sağlayabilmeleri ile bir fark yaratmaktadırlar. Optik-görüşlü ekranlarda olduğu gibi bu yaklaşımda da, doğrusal olmayan etkileşimler için bazı ek donanımlara ihtiyaç duymakta, yüzey

değişikliklerinden kaynaklı kaymaların önüne geçmek için yansıtıcılar her seferinde ayarlama (kalibrasyon) gerektirmektedirler. Ayrıca bu tür ekran kullanımları sadece iç mekanlar için düşünülebilmektedirler (Krevelen ve Poelman, 2010).

Alkhamisi ve Monowar'a göre ise sahne yakalamada donanım yapısı temelde ikiye ayrılır; video-görüşlü ve optik-görüşlü cihazlar. Video kameralar ve akıllı telefonlar ilk kategoride, HMD cihazlar ise ikinci kategoride yer alırlar (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Teknik bir cihaz kullanım deneyimi sırasıyla kullanıcı, cihaz ya da sistem ve çevre olarak üç ana unsura ayrılabilir (Hugues vd., 2011). Ekran türleri dışında, ekranların kullanıldığı konumların da sonuca etkileri bulunmaktadır. İzleyici ile gerçek dünya arasında yer aldıkları konumlarına göre, Görüntü 14'te görüldüğü üzere, kafa üzeri, elde kullanılan ve uzamsal olmak üzere 3 türe ayrılabilirler (Krevelen ve Poelman, 2010). Burada ekranların konumları ileri seviye mühendislik bilgileri ile tezin amacından uzaklaştığı için kabaca aktarılmıştır.

Görüntü 14. Soldan sağa, kafa üzeri, elde kullanılan ve uzamsal ekran kullanımları.

Koku ve tat alma duyularına yönelik ekran çeşitleri/düşünceleri, en azından şimdilik pratikte henüz var olmayan AG yaklaşımlarıdır. Bu sebeple Tablo 3'de van Krevelen ve Poelman'ın ait, sadece görsel ekranların karşılaştırılmalı özellikleri verilmiştir.

Artırılmış Gerçeklik, üç boyutlu görüntü eksikliği, düşük görüntü çözünürlüğü ve renk derinliği, parlaklık ve kontrast yetersizliği gibi teknik kısıtlamalarla mücadele etmektedir. Eğer gerçek çevre çok parlaksa sanal görselleri örter. Eğer gerçek ortam çok karanlıksa sanal görseller gerçek dünya görsellerini örter (Azuma, 1997). Özellikle son dönemde oldukça yaygınlaşan mobil cihazların donanım yetersizliğinden kaynaklı gerçek zamanlı hesaplama sorunları

yaşanmaktadır (Krevelen ve Poelman, 2010). Mobil AG sisteminin bileşenleri a) dikey/yatay hesaplanabilir ortam b) ekran c) takip d) kablosuz ağ e) giyilebilir girdi cihazı ve etkileşim f) yazılım olarak sıralanabilir. Başarılı bir mobil AG sistem kullanıcıyı donanımdan çok sistemin kullanımına odaklanmasını sağlayabilmelidir (Papagiannakis vd., 2008).

Konum	Baş Bölgesi				El Cihazı	Uzamsal		
Teknoloji	Retina	Optik	Video	Yansıtma	Tümü	Video	Optik	Yansıtma
Teknoloji	+	+	+	+	+	-	-	-
Açık Hava Kullanımı	+	±	±	+	±	-	-	-
Etkileşim	+	+	+	+	+	Uzaktan	-	-
Çoklu-Kullanıcı	+	+	+	+	+	+	Kısıtlı	Kısıtlı
Parlaklık	+	-	+	+	Kısıtlı	+	Kısıtlı	Kısıtlı
Kontrast					Kısıtlı	+	Kısıtlı	Kısıtlı
Çözünürlük	Gelişmekte	Gelişmekte	Gelişmekte	Gelişmekte	Kısıtlı	Kısıtlı	+	+
Görüş Alanı	Gelişmekte	Kısıtlı	Kısıtlı	Gelişmekte	Kısıtlı	Kısıtlı	+	+
Yüksek Renk	+	+	+	+	+	+	+	+
Streoscopic	+	-	-	+	-	-	+	+
Dinamik Yeniden Odaklama	+	-	-	+	-	-	+	+
Kapanma	±	±	+	Kısıtlı	±	+	+	+
Enerji Tasarrufu	+	-	-	-	-	-	-	-
Fırsatlar	Gelecekte üstünlük	Günümüzde üstünlük			Gerçekçi kitle pazarlaması	Ucuzluk, satışa hazır olması	Ayarlanabilirlik, ergonomi	
Sakıncalar		Ayarlanabilme Takip edebilme	Gecikme	Retro-Yansıtmalı Malzeme	İşlemci, bellek kısıtları	Şeffaf Benzetim* Yokluğu	Kırpma	Kırpma, gölgelenme
	*Benzetim: Eğretileme, metafor							

Tablo 3, Görsel ekran karakteristikleri karşılaştırmaları (Krevelen ve Poelman, 2010)

2.6.3 Takip

AG çalışmalarında, gerçek dünya ile ek/bindirme izi belli olmayan 3B modelleme görselleri kullanmak/oluşturmak hala oldukça zorlayıcı bir çalışmadır (Krevelen ve Poelman, 2010). AG sistemlerin, sanal nesneleri gerçek çevre görüntüsü içerisinde kullanıcıya sunabilmesi için, kullanıcının göreceli konumu ve altı serbestlik derecesi (6DOF - Six Degrees of Freedom) verilerine göre çevreyi algılaması ve takip etme (tracking) becerisi ile olabilmektedir. Bu altı serbestlik derecesi, x, y, z koordinatları ile sapma, eğim ve dönme bilgileridir. Bu sebeple, AG tanımlamalarının yapılabilmesi için, çalışma sahasının bir modelinin oluşturulması gerekir (Krevelen ve Poelman, 2010). Hangi açı serbestlik derecesinin (DOF) sanal görünüm içerisinde kullanılacağı sayısal içeriğin karmaşıklığına ve bu içeriğe atanan görevlere bağlıdır. Sayısal içerik uzam içerisinde çok karmaşıksa farklı gezinim seçenekleri tercih edilebilir. Örneğin sanal uzayda ayrıntılı bir şehir sahnesinde 6DOF kullanmak yerine gezinimi kolaylaştırmak için özellikleri daha kısıtlı yön bulma teknikleri uygulanabilir (Grubert, 2015). Kullanıcının hareket bilgileri mekanik, ultrasonik, manyetik veriler, GPS (Global Positioning System) verileri ile, RFID (Radio Frequency Identification) dalgaları ile, ivme ölçer (accelerometer) ve denge sağlayıcılardan (gyroscope) gelen veriler, işaretlerin (marker) tetiklemeleri ile (işaretsiz görüntü tanımlama yaklaşımları giderek hız kazanan bir çalışma alanıdır) ve bu veri kaynaklarının birlikte kullanıldığı melez (hybrid) kaynaklarla sağlanmaktadır (Krevelen ve Poelman, 2010).

Görüntü Tabanlı Modelleme

Mimari nesnelerin geometrik yüzeyleri ya da kesin arazi modellemeleri için kullanılır. Görüntüdeki gölge, kontur, malzeme dokusu ya da ışımalardan alınan verilerle 3B model bilgisi oluşturulur. Tasarım (algılayıcı ya da ağ geometrisi), ölçme (nokta, küme, çizgi), yapılanma/modelleme (geometri, malzeme) ve görselleştirme/analiz adımlarından oluşmaktadır. İsteğe bağlı geometrik esneklik sağlamasıyla görsel sunumlarda bir avantaj sağlar. Bu yöntem gerçek dünyadan yakalanan görüntüler üzerindeki görsel etkileri işleyebilir ancak genel grafik teknikleri ile üretilmesi güçtür (Noh, Sunar, ve Pan, 2009).

Aralık Tabanlı Modelleme

Bir nesnenin 3B bilgisinin tamamıyla yakalanabildiği, pahalı algılayıcı ekipmanların kullanıldığı, nesnenin tüm şekilsel özelliklerinin yakalanabildiği ancak malzeme bilgisinin alınamadığı bir yöntemdir. Bununla birlikte malzeme ya da renk bilgisi ayrı bir sayısal kamera ile renk kanalı üzerinden yakalanabilir. Malzemenin nesne üzerine doğru şekilde kaplanması için farklı noktalardan birden çok tarama gerektirebilir. Aralık tabanlı modelleme, insan boyutları büyüklüklerine kadar olan orta ve küçük boyutlardaki modellemelerde kesin ve tam detaylı sonuçlar sağlamaktadır (Noh vd., 2009).

Görüntü Tabanlı Hesaplama (Rendering)

Görüntü tabanlı hesaplama görüntülerin temel nesnelerin modellenmesi ve hesaplanması için kullanılır. Bu yöntemin temel amacı modelleme sürecini kolaylaştırarak hızlı ve gerçekçi hesaplamalar elde etmektir. Çeşitli nesnelerin yer aldığı özel kamera hareketleri ve sahne ortamlarında sanal bir görüş elde etmek için doğru bir teknik sayılabilir. Genel olarak sadece kısıtlı görsellik ihtiyacı olan uygulamalarda kullanılır. Geometrik verinin bulunmadığı, birbirine yakın yüksek sayıda görselin bulunduğu sahnelerde, doğru kamera konumu veya işlevine bağlı olarak çift kanallı (stereo) eşleştirme yöntemine dayanır (Noh vd., 2009).

Fotogrametrik (Photogrammetric)

Fotogrametrik yöntemle, tüm nihai geometrik detayları yakalamadan da yüksek geometrik doğruluğa ulaşılabildiği topografik ya da tematik haritalama uygulamalarında etkin ve doğru kazanımlar sağlayan bir yöntemdir. Gösterilmek istenen nesnelerin geometrisi ve malzemesinin eş zamanlı olarak gösterilebilmesi bu tekniğin asıl kazanımıdır (Noh vd., 2009).

Görsel ve Aralık Tabanlı Modellemenin Birleşimi

Tek bir teknik ile bitmiş bir nesne sunmadığı için büyük yapı ve sahnelerin modellenmesi konusunda kullanımı gerektirir. Tutarlı bir sonuç için görsel

tabanlı yöntemle nesnelerin, lazer kullanımı ile (aralık tabanlı hesaplama) detayların tanımlandığı bir yöntemdir (Noh vd., 2009).

Yapılan pek çok çalışmada ortaya çıkan genel kanı, takip kalitesindeki hassasiyetin grafik arayüze uyarlanması, nesnelerinin konum tahmininin hata payına bağlıdır (Grubert, 2015). Özellikle çevresel unsurlar ve fiziksel unsurlar bağlam farkındalığı konusunda önemli bir rol oynarlar. Bağlam kaynağı olarak sistem unsurlarını kullanan çalışmaların çoğalması, özellikle AG için vazgeçilmez olan takip hassasiyeti konusunda, AG sistemlerini özgün kılacaktır. Çoklu takip algılayıcılarının bir arada kullanılması yüksek takip hassasiyetine ulaşılmasına yardımcı olacaktır. Takip bilgilendirmesinde konum bilgisi gibi girdileri bağlam kaynağı olarak kullanan uygulamalarda takip verisi daha az boyutlu (6DOF yerine 2DOF) ya da daha az doğrudur (milimetre yerine metre) (Grubert, 2015). Odak uyumu, kullanıcının açı serbestlik miktarına (DOF) etki eder. Daha geniş bir odak alanı kullanıcının daha fazla açı serbestliğine sahip olmasını sağlar (Kourouthanassis vd., 2015).

AG sistem gereklilikleri üç alt sistem olarak başlıklandırılabilir. Sahne Oluşturucu (Scene Generator), 2- Ekranlar, 3- Takip ve Algılama. AG'de sanal nesneler sadece gerçek dünyayı desteklemektedirler. Sahneler oluşturulurken sanal nesneler, uygulamanın amacına göre, düşük ya da yüksek kalitede ancak yeterli miktarda oluşturulmuş olmalıdırlar (Azuma, 1997). Sahne oluşturma ve ekranlar konusunda AG, SG ortamına göre daha düşük gereklilikler ortaya koyarken takip ve algılama konusunda bu durum tersine dönmektedir. Takip ve algılama konusunda AG çok daha katı gereklilikler ortaya koymaktadır (Azuma, 1997).

AG teknolojisi, sanal nesnelerin gerçek dünya üzerinde, son derece doğru konum, açı ve hizalama takibi ile yer almasını gerektirir (Papagiannakis vd., 2008). Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklikten çok daha kesin tanımlamalara ihtiyaç duymaktadır (Azuma, 1997). Tanımlama (registration) sanal ve gerçek nesnelerin hizalanması anlamına gelmektedir. Doğru tanımlama yapamayan bir AG uygulaması, hedeflenen sonuçları veremeyeceği için kabul edilemez (Noh vd., 2009).

Takip (tracker) bileşeni o anki video görseli ile referans görsel seti içinden hangisinin en doğru şekilde uyduğunu belirler. Ardından sistem, eğer gerekli ise referans görselin video görsele uyması için gerekli olan dönüştürmeleri gerçekleştirir. Her görüntü üstüne bindirilecek görselin konumu kesin olarak bilinmektedir (Dähne ve Karigiannis, 2002).

Azuma vd., Holleler, Piekarski takip yöntemlerini; a) doğruluk, b) çözünürlük, c) gecikme, d) güncelleme hızı, e) altyapı ve operasyon aralığı, f) maliyet, g) açı serbestliği, h) taşınabilirlik ve enerji tüketimine göre karşılaştırmışlardır (Papagiannakis vd., 2008).

Takip esnasında çıkan hatalar en zorlu statik tanımlardan biridir. Takip esnasında oluşan çarpıtmaların ölçümlenmesi ve bertaraf edilmesi oldukça zordur (Azuma, 1997). Tanımlama hataları temel olarak ikiye ayrılabilir; statik ve dinamik. Kullanıcının bakış açısının ve çevresel öğelerin tamamen sabit olduğu durumlarda oluşan tanımlama hataları statik, kullanıcının bakış açısının değişmesi ile ortaya çıkan hatalar da dinamik hatalar diye tanımlanabilir. Optik çarpıtmalar, takip sistemindeki hatalar, mekanik hiza hataları, hatalı görüş katsayıları statik hataların oluşmasındaki temel sebepler olarak gösterilebilir (Azuma, 1997). HMD cihazlar üzerinden yer alan kafa takip ünitesinin göz hizasından yukarıda konumlanması durumunda nesnelerin dikey kaydırma (offset) tanımlamaları, olması gerekenden düşük bir değerde tanımlanırsa tüm sanal nesneler ekran üzerinden olması gerekenden daha aşağıda görünürler. Bu durum hatalı görüş katsayıları oluşması konusundaki sebeplerden birisidir (Azuma, 1997). Takip teknolojilerinde kullanılan teknolojiler ve bunların kıyaslamaları Tablo 4’te görülmektedir.

Bir kamera ile görüntünün yakalanması ile oluşan takip; dışarıdan-içeri (outside-in), bir cihazın (HMD ya da mobil cihaz) hareketlerindeki değişiklikler (açı, konum, vb.) ile nesnelerin takibine içeriden-dışarı (inside-out) takip denir (Papagiannakis vd., 2008). Takip; algılayıcı tabanlı, görsel tabanlı ya da melez olarak türlere ayrılabilir (Asghar ve Nauman, 2010). Görsel tabanlı takip teknikleri, takip bilgilendirilmesinde kullanılan özelliklere bağlı olarak işaret (marker) tabanlı ve biçimsel özellik tabanlı olarak ayrılabilir. İşaretler, kağıda ya

sahnenin bir yerine konumlandırılmış, genelde kare formuna sahip, ön tanımlı şekilleridir. Geçerli pek çok uygulama kendi işaretlerini oluşturma seçeneği sunmaktadır (Asghar ve Nauman, 2010).

Teknoloji	Aralık (mm)	Kurulum (saat)	Çözünürlük (mm)	Zaman (s) (kullanılabilir takip sonucu örn: kaydırmadan önce)	Çevre
Manyetik	1	1	1	∞	İ/D
Ultrasound	10	1	10	∞	İ
Durağan	1	0	1	10	İ/D
İvmeölçer	1000	0	100	1000	İ/D
Geniş bant (UWB)	100	10	500	∞	İ
Optik: dışarıdan-içeri	10	10	10	∞	İ
Optik: işaret tabanlı	10	0	10	∞	İ/D
Optik. İşaretsiz	50	0-1	10	∞	İ/D
Melez (Hybrid)	10	10	1	∞	İ
GPS	∞	0	1000	∞	D
WiFi	100	10	1000	∞	İ/D

I/D: İçmekan/Dış Mekan I: İç Mekan D: Dış Mekan

Tablo 4, Takip teknolojileri kıyaslama tablosu (Papagiannakis vd., 2008).

İşaretsiz (markerless) optik takip karmaşık bir süreçtir. Tüm özellikleri bir kerede kullanılabilir olan kapalı devre uygulamalarda iyi sonuçlar doğuran farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bununla beraber gerçek zamanlı uygulamalarda tahmin edilemeyen kamera hareketleri sahne kurgularını hedeflenenden uzaklaştırır. Bu sebeple kullanıcının bakış açısından yakalanabilecek, ön ayarlamaları yapılmış referans nesneler kullanılır. Bu yöntem, kullanıcının görüşünden

(gerçek video görüntüsü) tüm referans nesneleri kıyaslar ve bir bağıntı değeri hesaplar. Bu hesaplama en iyi değeri korur ve anlık video ile referans nesneler arasında 2D dönüştürmeler yapar. Daha sonra artırılmış dünyayı oluşturmak için bu hesaplamayı, görüntüleme (render) sistemine aktarır (Vlahakis vd., 2002).

Tanımlama ancak takipçi kadar doğrudur (Azuma, 1997). AG, gerçek uzamdaki görüntünün tanımlanması ya da sanal nesnelerin gerçek görüntü üzerine hizalanması için çok doğru bir konum ve yönlendirme bilgisine ihtiyaç duyar. Açık alan takibinde en yaygın teknik, en az 4 uydudan sinyal alarak veri toplayan, zaman ölçüm tabanlı GPS'tir (Global Positioning System) denilebilir. GPS, AG için uzun mesafeli takiplerde kullanışlı bir teknoloji olabilir. Ancak tek başına yeterli değildir. Belirlenen en iyi doğruluk sapması 1 cm'dir (Azuma, 1997). Kablosuz ağ; gecikme, bant genişliği, dalgalanma ve kullanılabilirliği ile kablolu ağdan farklılık gösteren WWAN (Wireless Wide Area Network), GPRS (General Packet Radio Service), UMTS (Universal Mobile Telecomunication System), WLANs (Wireless Local Area Networks), WPANs (Wireless Personel Area Networks) gibi farklı kablosuz ağ yapıları mevcuttur (Papagiannakis vd., 2008).

Görsel işaret, algılayıcı (RFID) ve kablosuz ağ tabanlı takipler mevcuttur. Bunlara ek olarak giderek yaygınlaşmakta olan, kameradan yakalanan görüntünün cihaz tarafından tanındığı, bu sebeple yüksek veri işleme ve enerji sarfiyatı zorluklarını beraberinde getiren 'işaretsiz' takip tekniği geliştirilmektedir (Papagiannakis vd., 2008).

2.7 KISITLAMALAR

Artırılmış Gerçeklik mimarisi 4 dala ayrılabilir; görüntü yakalama, görüntü tanımlama (doğru bilgilerin taşınması amacıyla), görüntü işleme ve görselleştirme (artırılmış görselin kullanıcıya sunulması) (Alkhamisi ve Monowar, 2013). Milgram'a göre AG, Sanal Gerçeklik (tamamen sentetik) ile görünen gerçeklik (tamamen gerçek) arasındaki bir 'orta katman' olarak düşünülebilir (Azuma, 1997). İçinde bulunulan çevreden kaynaklı algılama sorunları mevcuttur. Bunların en sık karşılaşılanlarından bir tanesi ışık ve hava

şartlarıdır. Işığın yapısı sebebiyle oluşan gölgeler ya da hava durumu sebebiyle şekillerin köşe ve kenarlarının farklı algılanması bu sorunu oluşturmaktadır. Yetersiz ışığa sahip ortamlarda, cihazın kamera kalitesi ve ışık kullanımı ile beraber görüntü sağlama yetkinliklerinin seviyesi, kullanımı tercih edilen popüler cihazların da yetersiz kalmasına sebep olabilmektedir. Resimler netlikten uzaklaşabilmekte, renklerde önemli sapmalar olabilmektedir. Bir diğer sorun da renk yapısı ve çeşitliliğinin doğru algılama süreci ile birlikte oluşan doğru sonucu/görseli oluşturamamasıdır. Hava ve ışık durumu ile birleşen, yüksek renk doygunluğuna sahip yüzeyler, yansıtmalı kamera sistemlerinde yansıtılan görüntü üzerinde istenmeyen etkilere sebep olabilmektedir.

İnsan unsuru başlığı, kişisel ve toplumsal unsurları bağlam kaynağı olarak kullanan kavramlar arasında ayrım yapar. Sosyal unsurlar farklı kişiler arasındaki etkileşime odaklanırken kişisel unsurlar tekil kullanıcıya odaklanan bağlam kaynaklarıdır (Grubert, 2015).

Kişisel unsurlar duygusal olduğu kadar anatomik, psikolojik, algısal ve bilişsel alanları da kapsar. Sosyal unsurlar sosyal ağ ve mekanlar olarak iki alt grupta tanımlanabilir. Sosyal ağ; kişi ya da kurumların ikili ilişkilerinden oluşan bir bütün, mekan ise içinde bulunulan uzamın anlam bilimsel yapısı olarak düşünülmelidir. Sosyal ve kültürel tavırlar kullanıcının bir mekan ve bir fiziksel konumu nasıl algıladığına etki eder (Grubert, 2015).

Çevresel unsurlar; kullanıcının ya da AG sistemin kontrolü dışında olan fiziksel ya da teknik unsurlar olarak anlaşılmalıdır. AG sistemleri, insanların duyularına hitap edecek şekilde gruplanmış ya da yorumlanmış, gerçek ya da sanal olarak oluşturulmuş ‘sahne’ fikrine dayanmaktadır. Sahne bilgilerinin işlenmesi kaba ölçümlemeden türetilmiş/yorumlanmış ölçümlemeye kadar sistemin farklı katmanlarında işlenecek şekilde yapılandırılabilir. Kaba ölçümleme mobil AG sistemin algılayıcıları tarafından oluşturulurken yorumlanmış ölçümleme jiroskop, manyetometre, açı tahminleri gibi birden fazla kaba ölçümlemenin birleştirilmesi ile oluşturulur (Grubert, 2015).

Çevre kaynaklı bu tür sorunlar video-görüşlü ekranlardan daha çok optik-görüşlü ekranlarda kendilerini hissettirmektedirler (Alkhamisi ve Monowar,

2013). Bu tür sorunların çokluğundan dolayı AG teknolojisinin henüz başında olunduğu söylenebilir. Alkhamisi ve Monowar, bu teknolojinin akıllı telefonlarla gündelik hayatta sıklıkla kullanımının şimdilik mümkün olmadığını belirmektedir (Alkhamisi ve Monowar, 2013). AG tarayıcılarının kullanılabilirliği ve esnekliği tam olarak hiç incelenmemiştir. Eski çalışmalar genel olarak laboratuvar ortamında insan unsuru üzerine bileşen ve özelliklerin denenmesi konusunda kısıtlı kalmıştır (Grubert, 2015).

Furth ve Carmigniani'ye göre çoğunlukla oyun, eğlence ve eğitim amacıyla kullanılan iOS ve Android tabanlı telefon ve tabletler AG teknolojisi içinde yeterince kullanılamamaktadırlar (Carmigniani ve Furht, 2011). Bununla birlikte eğitim ve eğlenceyi olumlu anlamda birleştirerek (edutainment) AG disiplini içinde uygulama oluşturan çalışmalar da mevcuttur (Juan ve Beatrice, 2011). Mobil uygulama arayüz tasarımı, görece kısıtlı hesaplama ve iletişim gücü, küçük boyutlar, her zaman değişen bağlam ve daha düşük miktarda kullanıcı dikkati sebebiyle masaüstü arayüz tasarımından daha fazla kısıtlayıcıdır (Gong ve Tarasewich, 2004).

Bununla birlikte eğlence ve pazarlama sektörleri, mobil cihazlar kapsamında en çok gelecek vaad eden sektörler olarak gözükmektedirler (Hirakawa vd., 2011). Bilgi teknolojilerinin öğrenime dahil edilmesi ana akım haline gelmiştir ancak mobil AG konusunda pek az araştırma mevcuttur (Chang vd., 2014). Etkileşimli ortamlar, sesli rehber ve diğer cihazlar ilgi çekici olabilir ancak her zaman sergilemelerde bulunmayabilirler ve izleyicinin yakın gözlemleri, anlık sanat eseri kıyaslamaları ve ziyaret süreleri konularında bir engel oluşturabilirler. Ayrıca sayısal rehberler ziyaretçilerin rehber cihazlara fazla yoğunlaşmalarına, bunun sonuncunda sergilenen eserlere yüzeysel odaklanmalarına sebep olabilirler. Bu tarz ziyaretçi yaklaşımları sanatsal takdir konusunda ideal olan yaklaşımın yakalanma oranlarını düşürebilmektedirler (Chang vd., 2014). Bugünlerde akıllı telefonlar için markette pek çok uygulama yayına çıkmaktadır. Hesaplama becerileri ile kişisel bir cihaz olarak pek çok olasılığa esin kaynağı olmakta, kitleler için AG konusunda parlak bir gelecek barındırmaktadır (Huang vd., 2011).

Artırılmış Gerçeklik tarayıcıları şu anda farklı mekanların bilgilendirmeleri dışında GPS veya ekran ölçüleri uyumsuzluğunun getirdiği kısıtlar sebebiyle basit metin mesajları görüntülemeleri, ilgi alanlarının (POI-Point of Interests) coğrafi bilgilerini sunabilmektedirler. Geçmişte sosyal unsurlar (mekan ya da sosyal ağlar gibi) bağlam farkında AG uygulaması çalışmalarında etkin bir rol oynamamıştır. Sadece bir kaç çalışma sayısal bağlam unsuruna odaklanmıştır. AG çalışmalarının büyük çoğunluğu takip algılayıcılarının karakteristiğine, bir kısmı ise kullanıcı girdi ve çıktı unsurlarına yoğunlaşmıştır. Kullanıcı deneyimi üzerinde bağlam farkındalığının etkileri konusunda kullanıcı çalışmaları oldukça azdır (Grubert, 2015). Yakın bir gelecekte, gerçek zamanlı algılama, yüzlerce ilgi alanı bilgilendirmesine özelleşmiş mobil AG uygulama olasılıkları, artırılmış gerçeklik konusunda yeni imkanlar sunacak gibi görünmektedirler (Jackson vd., 2011). Ancak POI'ler ile ilgili dikkat edilmesi gereken nokta kullanıcının aynı doğrultuda yer alan noktalara ekranda karışıklığa sebep olmadan dokunabilmesidir. Geiger vd. bu POI'lerin kümelenerek kullanıcılara sunulabildiği algoritmalar üzerine çalışmaktadırlar (Geiger, Schickler, Pryss, Schobel, ve Reichert, 2014). Sayısal bilgilendirmenin, karakteristiği gereği nitel ve nicel olarak AG sistemler üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Sayısal bilgilendirme genellikle fiziksel çevre gibi diğer bağlamsal kaynaklara bağımlıdır. İçinde bulunulan konumla ilgili ulaşılabilecek Wikipedia makalelerinin miktarı, o konumun örneğin turistik olarak çok ya da az ziyaret edilmesine bağlıdır. AG sistemi; sayısal verinin niceliğine ya da niteliğine göre bazı filtreler oluşturularak (kalite, dağınıklık, vb.) kurgulanabilir (Grubert, 2015). Nitel ve nicel verilerin incelenmesi, seyrek içerik, zayıf kullanıcı arayüzü tasarımı ya da yetersiz sistem performansı, bu teknolojiyi evvelden beri kullanan kullanıcıların kullanım sürekliliğine etki etmektedir (Grubert, 2015). Şurası kesindir ki; gelecekteki kablosuz ağları zorlayacak olan uygulama türü eğlence amaçlı kurgulananlar olacaktır. Gündelik kullanımı yaygın oyunlar, sanal bir alan adı ile sınırlanmış kalmayacaklar, gerçek dünyanın fiziksel ve sosyal yönleri ile kullanılacaklardır (Ferreira ve Boavida, 2011).

Papagiannakis vd.'e göre; kısıtlı işlem gücü, boyutlar, pil ömrü, sağlamlık, takip ve tanımlama, 3B grafikler ve gerçek zamanlı performans, toplumsal kabul

edilebilirlik ve taşınabilirlik, ağ üzerinden aktarılan medya; AG alanında çalışma yapanların mücadele etmeleri gereken ana başlıklardır (Papagiannakis vd., 2008). AG sistemleri sanal nesnelerin nerede olduğunu bilir çünkü modeller sistem içinde oluşturulmuştur. Ancak AG; gerçek ortamdaki tüm gerçek nesnelerin nerede olduğunu bilemeyebilir. Bununla birlikte bazı kullanışlı uygulamalar, gerçek nesnelerin hareket ettiği, dolayısıyla gerçek zamanlı takiplerin yapılabildiği, dinamik bir çevre tanımı yapabileceklerdir (Azuma, 1997). Gerçek ve sanal nesneler arasındaki şekilsel (geometrik) tanımlamalar zayıf olduğunda gerçek ve sanal nesneler arasındaki anlamsal bağ belirsizleşir (Grubert, 2015).

Pratik AG uygulamaları için sayısal veriler gibi unsurların sürdürülebilir bir ağ üzerinden aktarılması yüksek öneme sahiptir (Grubert, 2015). Gerçek dünyanın özellikleri ile 3B nesneler ya da donanımın özellikleri arasındaki tutarsızlıklar mekanik hatalara sebep olur. Örneğin optik görüşlü bir HMD bileşenlerinden mercekler ve ekran, birbirleri ile uyumlu çalışabilecek mesafe ve konumlamada olmayabilir (Azuma, 1997). Optik hatalar genelde sistemden kaynaklı hatalardır. Edwards'a göre bu durum ayrıca eklenen merceklerle (HDM için) çözülebilir. Bir diğer yaklaşım, sorunu sayısal ortamda çözmektir. Sayısallaştırılmış video ve grafik görseller, görsel çarpıtma yaklaşımı ile düzenlenebilir. Başka bir çözüm ise nesnelerin poligon köşelerine ön çarpıtma işlevinin tanımlanmasıdır. Bu durum; ekranda geniş alanlar üzerinde poligonların alt bölümler ile tanımlanmasını gerektirir (Azuma, 1997).

Dinamik hatalar sistem bileşenlerinin gecikmeleri sebebiyle oluşur. AG sistem bileşenleri; gerçek zamanlı hesaplamalar yapmak durumunda oldukları için bir işlem süresine ihtiyaç duyarlar. Uçtan-uca gecikme, sistemin ortamı tanımlaması, ölçmesi, kullanıcının bakış açısını tanımlaması ve doğru nesneleri ekranda kullanıcı ile buluşturması süreci içinde oluşan gecikme olarak tanımlanabilir. Azuma; 100 ms'lik. bir gecikmenin kendi döneminde kullanılan donanım için göz ardı edilebilecek bir gecikme olduğunu belirtir. Ancak AG sistemi karmaşıklaştıkça yavaş veya aşırı yüklü ağ yapılarında bu gecikme süresi 250 ms.'ye kadar çıkmaktadır. Uçtan-uca sistem gecikmeleri sadece AG sistemi hareket ettirildiğinde tanımlama hatalarına sebep olur. Saniyede 50

derecelik bir kamera hareketinde açısal hataları 0,5 derecenin altında tutabilmek için sistem gecikmesi 10 ms veya altında olmak durumundadır. Ancak 60 Hz yenileme hızında bir ekranın sadece bir kareyi tarayarak ön belleğe atma süresi 16.67 ms'dir. (Azuma, 1997). Video tabanlı sistemde; sanal ve gerçek görseller HMD ya da ekran tarafından aynı uzaklıkta yansıtılırlar (aktarılırlar). Ancak video kameranın alan derinlik tanımlarına bağlı olarak gerçek dünya görsellerinde netleştirememe sorunu yaşanabilir (Azuma, 1997).

Artırılmış Gerçeklik, bireyler tarafından algılanan dünyayı bir takım sayısal veriler ekleyerek değiştirir. Diğer taraftan AG sanal gerçekliğin tersi olarak değil, gerçek ve sanal bilgilerin aynı sahne üzerinde harmanlandığı bir uzantısı olarak görülmelidir. Hughes ve diğerlerine göre, teknik, yöntem (metodoloji), değerlendirme, güvenlik ve kullanılabilirlik olmak üzere aşılması gereken beş engel bulunmaktadır (Hughes vd., 2004). Azuma ve diğerlerine göre ideal bir AG sistem, yüksek çözünürlüklü 3B grafik becerileri, kablosuz ağ destekli bilgisayara sahip olan stil sahibi bir güneş gözlüğü ve 6 Derece Serbestliği (6DOF) içermelidir. Holleler'e göre ise mobil AG deneyiminde kullanıcı herhangi bir cihaz taşımamalı ya da giymemelidir (Papagiannakis vd., 2008).

Gong ve Tarasewich'e göre mobil AG uygulamalarında aşağıda bahsi geçen esaslar dikkate alınmalıdır.

Tutarlılık

- Görünüm ve hissiyat çoklu cihaz ve platformlarda aynı olmalıdır.

- İsim, renk skalası ve bilgi ekranları gibi mobil arayüz unsurları uygulamanın masaüstü sürümü ile aynı olmalıdır.

- Girdi/çıktı yöntemleri cihazdan bağımsız oluşturulmalı, mobil cihaz ortamlarına özgü yöntemlerden kaçınılmalıdır.

Eylemlerin Tersine Çevrilmesi

Mobil uygulamalar ağ bağlantısı üzerine mümkün olduğunca az dayandırılmalıdır.

Hata Engelleme ve Basit Hata Yönetimi

Potansiyel olarak çok basit bir eylem sonucu tetiklenerek zarar yaratacak unsurlar olmamalıdır.

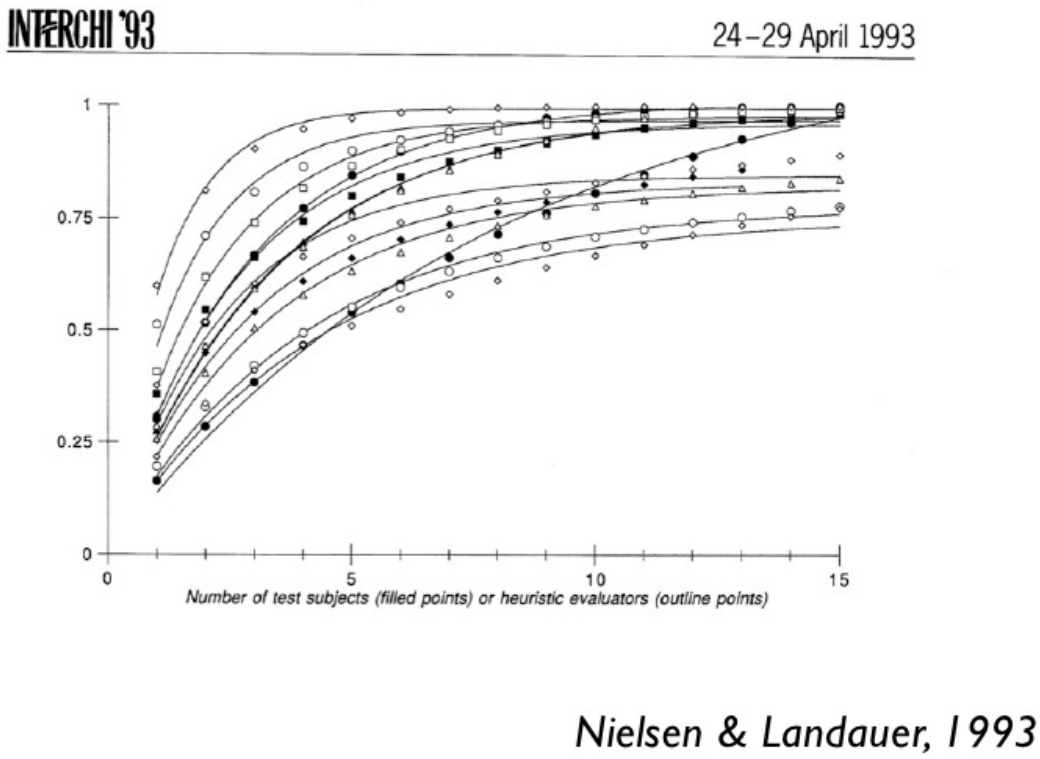
Kısa Dönem Bellek Yüklemesinin Azaltılması

Komutlar bellekte tutulmak yerine işlev seçimlerinin anlaşılması üzerine dayandırılmalıdır. Bilginin uygun olduğu (örn. ses) taşıma yöntemleri kullanılmalıdır (Gong ve Tarasewich, 2004).

Gong ve Tarasewich'in bahsettikleri esaslar yazılarının yazıldığı yıllarda mümkün olan ağ erişim hızları ile bir gereklilik arz ederken bu gerekliliklerden bazıları artık teknik altyapının gelişmesi ile geçerliliğini kaybetmeye başlamıştır. Örneğin DSL ağ erişim hızları 2004 yılında dünya ortalamasına göre 861 Kbps ile 1 Mbps'den az iken (comScore, 2004), 2016 yılında dünya ortalaması olarak ağ erişim hızı 6.3 Mbps'e kadar yükselmiştir. Bu rakam gelişmiş ülkelerde 20 Mbps hızlarını geçmektedir (Akamai, 2016). Aynı durum cihaz donanımları için de geçerlidir. 2000'li yılların başlarında cep telefon donanımları bugünkü donanımlar karşısında oldukça zayıf kalmaktadır. Dönemin en iyi mobil cihazlarında yer alan işlemci gücü 100'lü rakamlarla ve Mhz birimiyle ifade edilirken (GSM Arena) üzerinden daha 20 yıl geçmeden bu durum bir çekirdekten çok çekirdekli Ghz hızlarında cihazlara dönüşmüştür (GSM Arena). Dolayısı ile ağ (sunucu) üzerinde çok daha fazla veri trafiği sağlanırken cihaz üzerinde de daha kapsamlı, karmaşık ya da çoklu görevler yerine getirilebilmekte, AG uygulamaları için ortaya konan kısıtlar yavaş yavaş azalmaktadır.

Çarpıtılmamış (undistorted) gerçek dünya üzerine konumlandırılmış çarpıtılmış (distorted) kaplamalara sahip sanal görseller, kamera ve ekran gibi optik ortamlarda doğrusal olmayan çarpıtmalar statik hatalara sebep olmaktadırlar (Azuma, 1997). Gerçek ve referans nesneler arasında pek çok farklılık olabilir, ziyaretçiler sahnede görülebilir, yeni ışık koşulları (güneş açısı ya da bulut durumuna göre) oluşabilir ve bu durum görseller üzerinde yeni parlamalara ya

da gölgelere sebep olabilir. Bu sebeple kısmi nesne özellikleri yerine genel nesne özellikleri tanımlanması tercih edilmelidir (Vlahakis vd., 2002).



Görüntü 15, Nielsen ve Landauer kullanılabilirlik çalışması grafiği (Asghar ve Nauman, 2010)

Çevresel etkilerin kontrol edilemediği ve yüksek ölçekli modellerin (bina, tapınak, vb.) işaretler aracılığıyla gerçek boyutlarında görselleştirilmesinin sorunlu olduğu açık hava müzeleri ya da arkeolojik siteler yerine iç mekan sergilemelerde işaret kullanmak daha iyi kullanıcı deneyimi sunacaktır (Asghar ve Nauman, 2010).

Kılavuz ve kurallar belirlenirken oluşabilecek olası sorun, teorik ve analitik önermelerin sonuca varmayan özel çözümler konusunda yaptırım uygulamaları olabilir. Bu sebeple yaratıcı ve buluşa dayalı yaklaşımı kısıtlayan ya da tamamen yaratıcılığa dayalı ancak kullanım sürecinde işlev ve odak kontrolünün kaybedildiği durumlar ortaya çıkabilir (Kjeldskov, 2003). Mobil AG uygulamalarda kullanım problemleri konu başlıklarının artışına bağlı olarak artmaktadır. Görüntü 15'te görülen grafikte aktarıldığı üzere, konu başlıklarının

8 ve üstü sayıda olması durumunda kullanım zorluğu konusunda belirgin bir farklılık gözlenmemektedir (Asghar ve Nauman, 2010).

Pek çok araştırma bu teknolojinin potansiyelinin mobil cihazlarda artırılmasına odaklanmıştır. Bu da mobil cihaz teknolojilerinin yarattığı kısıtlamalar ile ilgili yeni çözümler bulmayı gerektirmektedir. Bu kısıtlamalar, küçük ekranlar, düşük bant genişliğine sahip ağ yapısı ve etkileşimdeki kısıtlılıklar olarak sıralanabilir (Kjeldskov, 2003). Buxton'a göre AG sistemleri, SG'e göre daha çok çeşitlilikte algılayıcıya ve daha çok bant genişliği gerektiren girdiye ihtiyaç duyar (Azuma, 1997). Küçük ve kısıtlı ekranlar, tasarımcıların yeni çözümlerle yaklaşmalarını gerektiren mobil ortamlardır. Fiziksel alan, mobil cihaza sağlanan bir girdi olarak insan-bilgisayar arayüzünün (HCI - Human Computer Interaction) bir parçası olmaktadır (Kjeldskov, 2003). Girdi, çıktı ve sistemin kendi yapısı gibi ana unsurlar bir AG sistemi içinde uyarlanabilir. Bir AG sistemine girdi yöntemi, kullanıcı profili ya da çevresel unsurlara da (kamu ya da özel alan) bağlı kalınarak sesli komut yönteminden hareket tanımlamalı komut yöntemine çevrilebilir. Diğer girdi yaklaşımları (örn. dokunsal) görüntünün konumuna ya da etkileşimli girdi öğelerinin türüne göre benimsenebilir (Grubert, 2015). İşlenmiş bilgi kategorisi ekranın teknik yapısı (çözünürlük, kontrast, vb.) ya da kullanıcının algısal ve bilişsel yeterliliği gibi diğer kategorilerle bağıntılıdır (Grubert, 2015). Temel problemlerin AG tarafından çözülmesinden sonraki nihai hedef sanal nesnelerin gerçek ortamdan ayırt dilemeyecek kadar yüksek gerçeklikle tanımlanmaları olacaktır (Azuma, 1997).

3. BÖLÜM - MÜZECİLİKTE AG UYGULAMALARI

Müzecilik üzerine Artırılmış Gerçeklik denemeleri her geçen gün artmaktadır. Özellikle Avrupa ve Uzakdoğu üniversitelerinde konunun farklı bölümlerine odaklanan çalışmalar görülmektedir. Dış mekan veya iç mekan AG çalışmalarında teknik ve yaklaşım farkları ortaya konmakta, çalışma sahasının getirdiği zorluklara çözümler üretilmeye çalışılmaktadır.

3.1 MÜZECİLİKTE AG UYGULAMALARI

Kültürel miras sektörü var olan geleneksel ekonomik yapısının, somut (nesneler, yapılar) ve soyut (seremoniler, töreler, mitler) gösterim biçimlerinin sayısal ortamda birlikte gösterilmesine izin verildiği AG uygulama girişimlerinin artışı ve birleştirilmesi süreci ile karşı karşıyadır (Papagiannakis vd., 2008). 2000'lerin sonunda akıllı telefonlar; çoklu dokunmatik ekranlar, artan algılayıcılar, 3B takip ve 3B grafik gösterim becerileri ile mobil AG için çaba göstermeye değecek bir platform haline gelmişlerdir (Grubert, 2015). Müze ve sergilerde işaret ve metin tabanlı anlatımlar sergi ve mekan ile ilgili yeterli bilgilendirme sunmamaktadır (Lee ve Park, 2007). Örneğin fiziksel ortam ve bilgisayar arayüzünde, bağlamsal bilgi servisleri ya da bir araç eğer özel amaçlı bir mekan içinde (örn. bir konser salonu), mekan hakkında özelleştirilmiş bir bilgilendirme sağlarsa kişi bulunduğu ortam içerisinde konumunu algılayabilir ve bu arayüze yansıtabilir (Kjeldskov, 2003).

Fällman vd'e göre AG; ziyaretçilerin kültürel miras deneyimini artırmak için kullanılmaktadır. Ayrıca etkileşimli, gerçekçi ve detaylı bir AG sistemi, özellikle gösterimi güç ya da imkansız olan tarihsel olguların öğreniminde, öğrencilerin farkındalığını ve izlediği konuda şevkini geliştirici bir etkiye sahiptir (Noh vd., 2009). Bilgisayar kullanımının tersine mobil cihazlar karakteristik olarak fiziksel bir mekanda dolaşım ve o mekan içindeki konu veya nesnelerle etkileşim içinde olacak şekilde düşünülmüşlerdir. Bu durum, kullanım olarak zaman, mekan ve sosyal topluluk bağlamında bilgilendirme ve işlevsellik farklılıkları yaratır (Kjeldskov, 2003). AG sistemlerinin, sanal ve gerçeğin birleşmesi, gerçek

zamanlı etkileşim ve 3B tanımlama olarak üç ana esası mevcuttur (Noh vd., 2009).

Sanal nesneler gerçek üretimlerine göre çok daha güvenli ve ucuzdurlar ve kullanıcının hareketlerine bağlı olarak hareketlendirilebilir, dönüştürülebilir, diğer mecralarla (ses, vb.) etkileşebilir ve fizik kurallarından bağımsız şekilde kullanılabilirler (Woods, Billinghurst, Aldridge, ve Garrie, 2004). Bir AG uygulaması ile ziyaretçilerin her bir eser karşısında harcadıkları zaman ve ziyaretçi alışkanlıkları değerlendirilebilir. Bu şekilde ziyaretçi tercihleri AG sistemi üzerinden istatistiklendirilebilir (Chang vd., 2014).

3.2 AG MÜZECİLİK UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Mobil uygulamada, birden farklı mobil işletim sisteminde, aynı işlevselliğin sağlanmak istenmesi başlı başına bir mücadele alanıdır. Son dönem AG sistemleri kullanıcıların kültürel miras alanlarında antik dönem hayatının canlandırılmasına şahit olmalarına imkan tanımaktadır (Papagiannakis vd., 2008). Müzecilik alanında AG uygulamalarının sayısı giderek artmaktadır. Üniversiteler ve müzelerin çatıları altında yer alan AG uygulamalarından öne çıkanlar Tablo 5-a ve Tablo 5-b'de verilmiştir.

Görüntü 16, Archeoguide HMD kullanımı ve Hera Tapınağının mekana yerleştirildiği sonuç görseli (Vlahakis vd., 2002)

Dähne ve Karigiannis yaptıkları Archeoguide AG uygulamasında Denetçi (Controller) için tüm sahanın, saha içinde yer alan tüm olası bakış açısı noktaları üzerinden bir modellemesini yapmıştır. Tüm noktaların enlem, boylam ve kullanıcının bakış yüksekliği tekil olarak tanımlanmıştır. Her bir nokta için de

video takip ve nesne bindirerek görüntüleme amacıyla referans görseller tanımlanmıştır. Her bir nokta da veri tabanında kendine ait görsel, video, ses ve VRML bilgisine sahiptir. Arkeolojik alan içinde her bir nokta için birer 3B görsel koleksiyonu oluşturulmuştur. Günün farklı saatlerine göre oluşturulan bu görseller zaman içinde çeşitlenmiş ve kullanıcıya ziyaret saatine göre doğru görselin sunulabileceği bir altyapıya kavuşmuştur (Dähne ve Karigiannis, 2002). Görüntü 16'da HMD ile Archeoguide uygulamasının tarihi sahada kullanımı ve tarihi Hera Tapınağının gerçek mekan üzerine bindirilmesi görülmektedir.

Sistem Türü	Kullanılan Yazılım Teknolojisi	İçmekan / Dışmekan	Kullanılan Cihaz	Tanımlama Metodu	Etkileşim Metodu	Evrim/Analiz Metodu
AR Guide, Rennes Güzel Sanatlar Müzesi, Fransa						
Prototip	Magic Engine Software	İç Mekan	Ultra Mobile PC (UMPC) Samsung Q1	Eserlerin etiket olarak tanımlanması	Düğmeler ya da dokunmatik ekranlar	Video mülakatlar ile görev gözlemi
	Framework		Archos 04			Yargılar
	(OpenCV ARToolkitPlus					Çalıştay
	OGRE3D					Etüt
	OpenAL					Anket
	XERCES					
MR System, Sürüngenlerin Hayatı, Orlando Bilim Merkezi						
Tüm Sistem	MR Sistem	İç Mekan	HMD	İşaret Tabanlı	Hikaye anlatımı	
	Open Scene Graph Cal3D		Aktarıcılar		Bireysel yaklaşım	
	Port Audio		Takip Cihazları			
	DMX Chain		Ses Cihazları			
Kırık ya da Zarar Görmüş Nesne Görselleştirimi (ARCO ile kısmi işbirlikteliği)						
Gösterim / Sunum	IMMR Aracı	İç Mekan	cy-visor	İşaret Tabanlı	Buluntuların artırılmış model ile yeniden inşası.	
	AG Arayüz Araç Seti		Optik Görüşlü HMD		Masa üzeri artırılmış sergileme	
	EOS üzerinden Fotomodelleme		Web Kamera			
	MatLab Kamera Ayarlaması		Sayısal Kamera (Canon EOS-D30)			
	Toolbox		HP İş İstasyonu Bilgisayar			

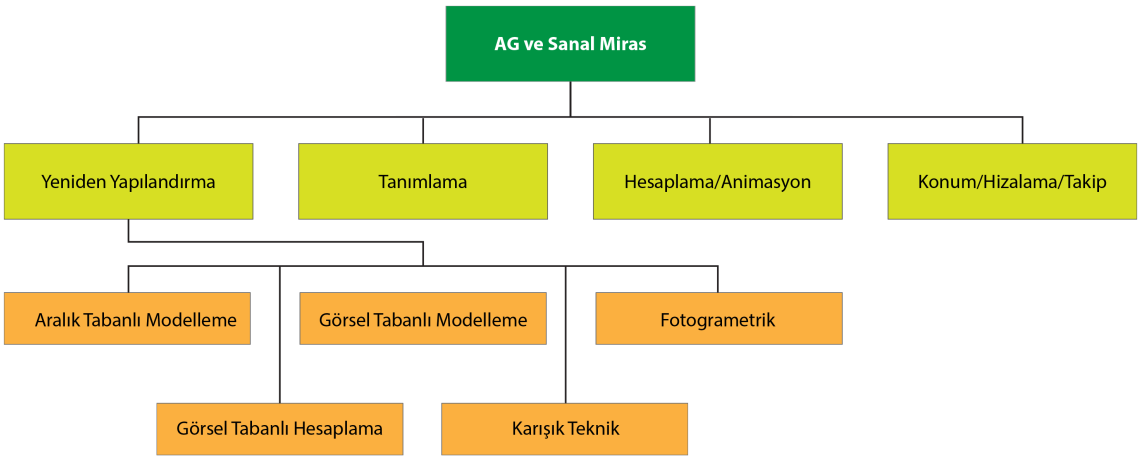
Tablo 5-a, Kültürel miras alanında gerçekleştirilmiş AG çalışmaları karşılaştırması (Asghar ve Nauman, 2010)

Sistem Türü	Kullanılan Yazılım Teknolojisi	İçmekan / Dışmekan	Kullanılan Cihaz	Tanımlama Metodu	Etkileşim Metodu	Evrim/Analiz Metodu
AG Müze Rehberi (Louvre - DNP Müze Laboratuvarı)						
Tüm Sistem	Unifeye SDK, C#, ActiveX kontrolleri	İç Mekan	Kamera Eklenmiş, Kablo ile Bilgisayara Bağlanmış LCD Ekran	İşaretsiz Takip	Etkileşim ve rehberlik için hareketlendirilmiş sanal karakter.	İşitsel, Anket, Gözlem, Hareket, Günlükleme
			Fujitsu BIBLO LOOX-P 8,9" Ekran	Hibrid Takip	İlgi noktalarında sanal konuşma balonları	
ARCO						
Tüm Sistem	Arco Bileşenleri	İç Mekan	SG için Ağ Tarayıcısı	İşaret Tabanlı	İzleyiciyi etkileşimli senaryolar, egzersizler, küçük yazılılar masa üzeri AG oyunlara yönlendirmek.	Müze ziyaretçilerind en geri dönüş,
SG+AG			Ag için AG Tarayıcısı			Deneme uygulaması ziyaretçi deneyimleri
AG Sergileri HIT Lab Yeni Zelanda						
Bağımsız Kurulmuş Sergiler	ARToolKit	İç Mekan	AR Visor	İşaret Tabanlı	Normal GUI ile masa üzerinde etkileşimler	Gözlem
						Çalıştaylar
ARCHEOGUIDE						
Tüm Sistem	Archeoguide Site Bilgilendirme Sunucusu	Dış Mekan	WLAN, HMD, Dizüstü Bilgisayar, GPS Cihazı, Kalemli Tablet, Avuç İçi Bilgisayar	Hibrid Teknik	Çoklu Model,	Kullanıcı görüşleri: rastgele ziyaretçiler, saha çalışanları, arkeologlar ve teknoloji uzmanları
	JAVA, VRML				Saha İçinde Gezinim	

Tablo 5-b, Kültürel miras alanında gerçekleştirilmiş AG çalışmaları karşılaştırması (Asghar ve Nauman, 2010)

Dähne ve Karigiannis; Archeoguide projesiyle Yunanistan'ın Olympia antik şehir AG çalışmasında, tapınak görüntüleri üzerine 2B video görselleri bindirmişlerdir (Dähne ve Karigiannis, 2002). Dähne ve Karigiannis Archeoguide projesinde üste binen görselin yumuşak bir şekilde transparanlığının değiştirilebildiği, tarihi yapının farklı kısımlarının işaretlenebildiği (kullanıcı artırılmış gerçekliği izlerken ses dosyası ayrıca bilgilendirme sağlayabilmektedir), durağan resim görselleri dışında video görsellerinin de bindirilebildiği özellikler geliştirmişlerdir. Archeoguide sisteminde kullanıcının kendisi kullanıcı ara yüzü olarak konumlandırılmıştır. Buna göre kullanıcı ağırlıklı olarak kendisinin konumu ve bakış açısına göre sistemi kontrol etmektedir. Archeoguide arayüzünde

kullanıcının bir TV ya da video oynatıcı kullanır gibi menü ve kaydıraçlarla (sliders) arayüzü kullanması hedeflenmiştir (Dähne ve Karigiannis, 2002).

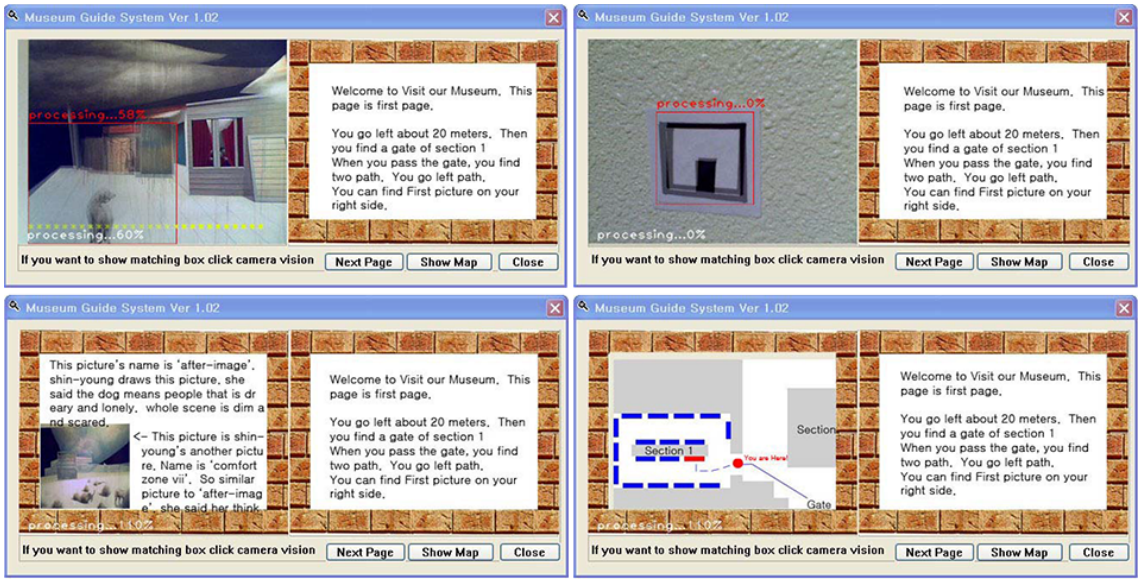


Görüntü 17, Noh vd.'e sanal miras AG yapısı (Noh vd., 2009)

Chang vd. oluşturdukları sanat müzesi AG uygulamasında iki sistem işlevi tanımlamışlardır. Bunlardan birincisi resim (eser) rehberi, ikincisi ise resim (eser) gözlemlemesidir. Görüntü 18'de de görülmekte olan resim rehberi işlevinde ziyaretçi eserin karşısında durur ve cihazın kamerasını eseri görecek şekilde konumlandırır. Cihaz tüm resmi tanır. İzleyici eser hakkında anlatımları, eserin arka planı, esin kaynağı gibi tanımlamaları izleyebilir ya da dinleyebilir. Eser gözlemleme işlevinde ise ziyaretçiye eserin içinden kısımlar hakkında bölgesel bilgiler aktarılır. Ziyaretçi yaklaşıp uzaklaşma hareketi ile detay alınan bölge hakkında daha özelleştirilmiş bilgiye sahip olabilir. Bu işlev ayrıca eserin biçimsel analizi, kullanılan nesnelerin anlamları hakkında aktarımlarda bulunur (Chang vd., 2014).

Görüntü 18, Chang vd.'nin hazırladığı sanat galerisi AG uygulaması arayüzü (Chang vd., 2014)

Chang vd. AG'yi sadece sayısal bir rehber olarak değil, kullanıcının görüş alanı içinde kalan eserler hakkındaki ek bilgileri de ekranda o eserin üzerine konumlandırılmış şekilde sunan bir yapı olarak değerlenmek gerektiğinden bahseder. Bu şekilde kullanıcı esere bakmaya devam ederken AG sistemi ile eser hakkında bilgileri ve kıyaslamaları eş zamanlı ve sürekli olarak alabilir. Bu şekilde ziyaretçi sanal-gerçek çevre ile izlediği eserin özelliklerinin farkındalığına daha uzun süre yoğunlaşarak daha iyi varabilir (Chang vd., 2014).



Görüntü 19, Lee ve Park'ın oluşturdukları müze rehberi arayüz görselleri (Lee ve Park, 2007)

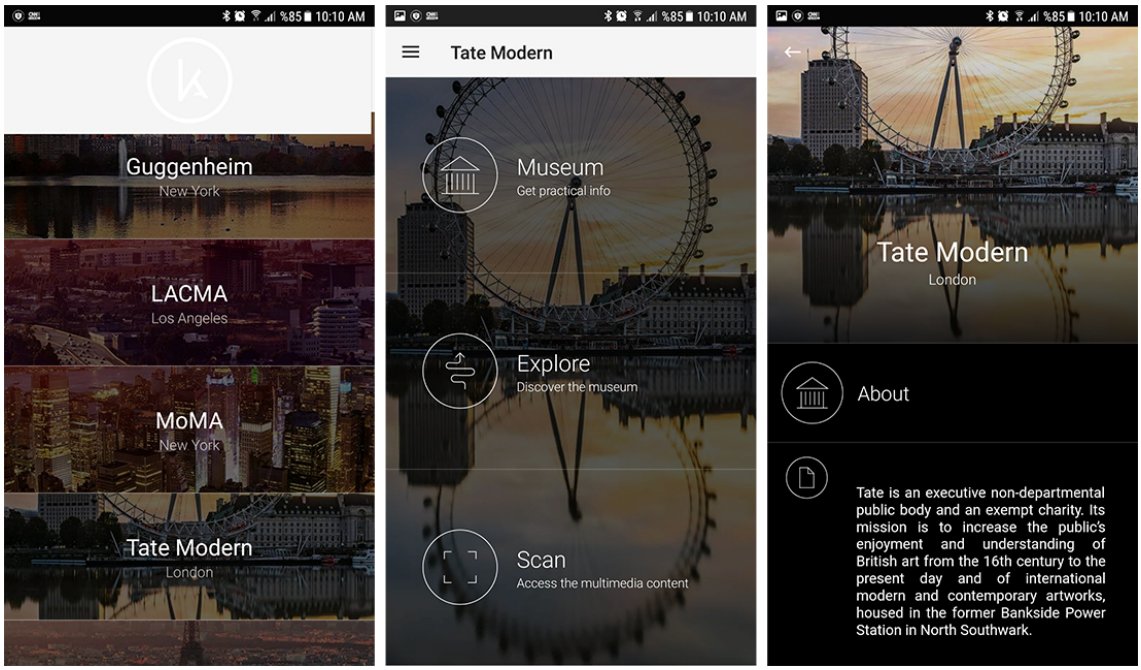
Lee ve Park, AG tabanlı, görüntü seçimine dayalı bir müze rehberi oluşturmuşlardır. Çalışmaları sadece çoklu medya bilgilendirmesi sağlamaya yönelik değil, kullanıcıları ayrıca bulundukları konumda ilgilerini çekebilecek sergilere yönlendirecek şekilde oluşturulmuştur. Kullanıcı kaybolduğunda sistem bulundukları konumu bilerek yön gösterici girmek isteyecekleri sergiye ekran üzerinden göstergeler aracılığı ile yönlendirebilmektedir. Sistem bir UMPC cihaz üzerine sabitlenmiş bir takip algılayıcısı ve kameranın bütünleşik kullanımı ile oluşturulmuştur. Tekil bir yapı olarak herhangi bir RFID okuyucu, bluetooth ya da kablosuz iletişim gibi bir altyapı gerektirmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Görsel bilgilendirme rehberlik yapması ve bilgi sağlaması amacıyla işlenmiştir.

Uygulamayı kullanan kullanıcı başlangıçta kendi tercihlerini uygulama menüsü aracılığı ile sisteme tanıtmaktadır. Bu aşamadan sonra sistem kullanıcıya gidilecek yön, mesafe bilgisi ve hedeflenen içeriklere ulaşılması konularında rehberlik etmeye başlamaktadır. Kullanıcı ulaşmak istediği içeriğe yaklaştığında ve ekrandaki kare ile içeriği eşleştirdiğinde sistem gerekli bilgilendirmeleri kullanıcıya sunmaktadır. Kullanıcı başka içeriklere ulaşmak istediğinde ulaşmak istediği içeriğe nasıl gideceği konusunda yönlendirmektedir. Görüntü 19'da Lee ve Park'ın oluşturdukları AG uygulaması arayüzleri görülmektedir (Lee ve Park, 2007).

Damala vd., AG tabanlı bir çoklu ortam müze rehberi oluşturmuşlardır. Burada, gerçek görüntüyü gerçek zamanlı yakalayabilecek olan, müze tarafında sunulacak UMPC, PDA'lar ya da özel amaçlı gözlükler üzerinden ziyaretçileri yönlendirmeyi hedeflemişlerdir. Cihazın kamerası tarafında bir kere yakalanan görüntü, sistemin eser ile ilgili görseller, menüler ve butonlar aracılığı ile kullanıcıya zengin bir içerik sunmasını sağlamaktadır. Uygulamada, ziyaret esnasında kullanıcının diğer ziyaretçiler ile iletişime geçebileceği, ziyaret edilen mekana diğer ziyaretçiler tarafında da görülebilecek yorumlar bırakabileceği düşünülmüştür. Ziyaretçi aynı zamanda diğer ziyaretçilerin de mekana bıraktıkları yorumları görebilmektedir. Damala vd. ayrıca müze yönetiminin ziyaret esnasında bu mesajlar aracılığıyla, ziyaretçiler ile iletişim kurabileceğini öngörmektedir. Uygulamadaki kişiselleştirilebilme özelliğinin, içeriğin uyarlanmasında ve ziyaretçi profiline uygun özelleştirilmiş ilgi çekici içeriklerin kullanıcıya ulaştırılmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir (Damala, Marchal, ve Houlier, 2007).

Görüntü 20, Damala vd.'nin oluşturdukları müze rehberi arayüz görselleri (Damala vd., 2007; Lee ve Park, 2007)

Bir diğer müze uygulaması da ARM23 firması tarafından geliştirilen KeyARt AG Müzecilik uygulamasıdır. ARM23 firması, dünya üzerinde çeşitli müzelerin veri tabanlarına erişerek ziyaretçilerin birden çok müzeyi aynı uygulama ile gezebilmesini sağladıkları bir uygulama geliştirmişlerdir. Ziyaretçiler, Görüntü 21'de görüldüğü üzere, uygulamada yer alan bir müzeyi ziyaret etiklerinde listeden ilgili müzeyi seçerek AG olanaklarından faydalanabilmektedirler.

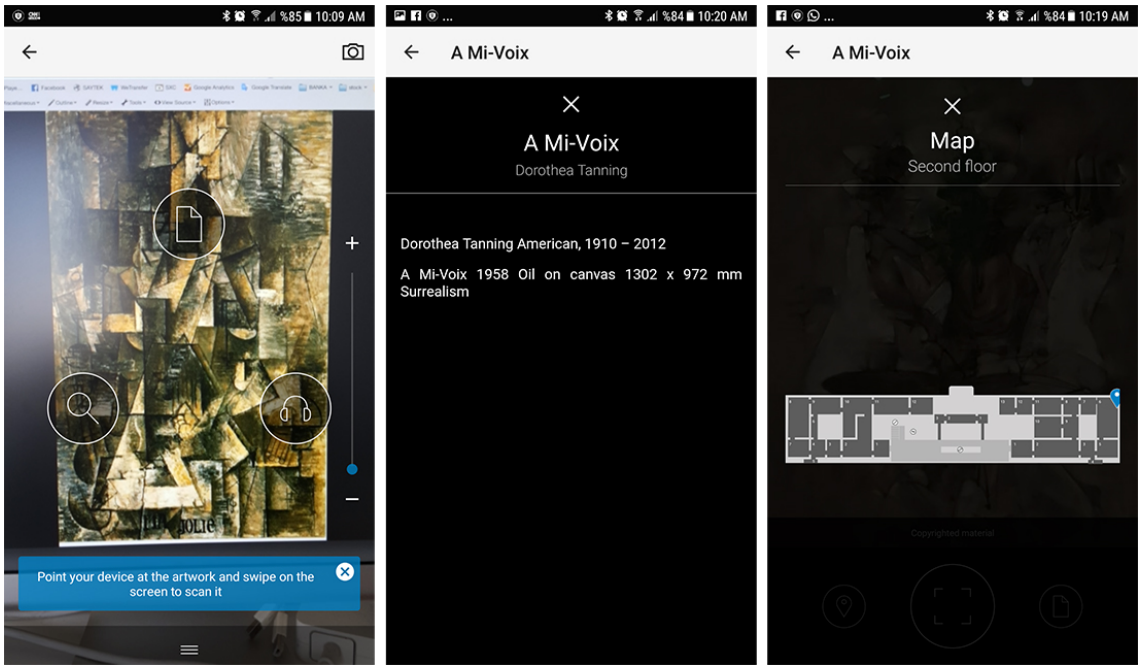


Görüntü 21, Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri

Kullanıcı ziyaret ettiği müzeyi listeden seçtiğinde 'Müze', 'Keşfet', 'Tara' bölümlerinin olduğu müze başlangıç sayfasına geçmektedir. Müze kısmına dokunduklarında, müze ismi ve görselinin olduğu sayfa geçiş yapmaktadır. Bu sayfada aynı zamanda aşağı doğru akan sayfa yapısında müze hakkında genel bilgilere ulaşabilmektedir.

Keşfet kısmına dokunan kullanıcı, müzeye ait veri tabanına ulaşarak müzede sergilenen eserlerin görselleri ile birlikte listesine ulaşabilmektedir. Listeden eser seçen kullanıcı bu bölümün alt kırılımlarında, Görüntü 21'de görüldüğü üzere eserin sergi binası içerisinde hangi kat ve galeri içerisinde nerede olduğu ve eser hakkında kısa bilgiye ulaşabilmektedirler. Aynı kısımda yer alan vizör

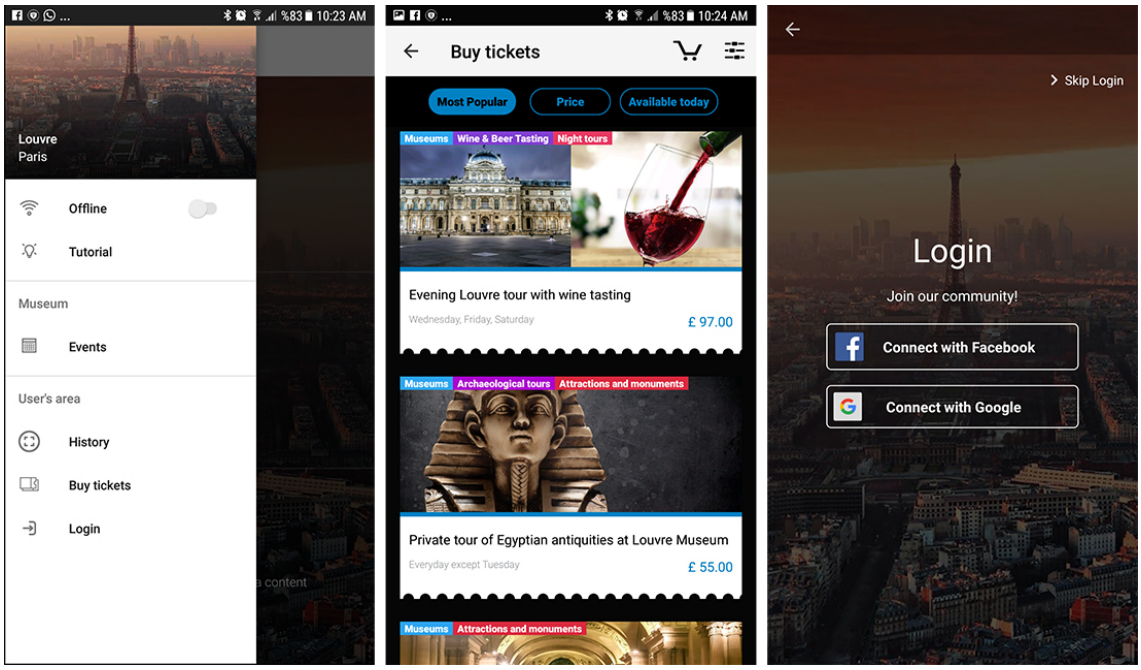
ikonu ile kullanıcı eserin karşısına geçerek uygulamaya eseri tarama komutunu verebilmektedir. İşaretsiz olarak cihaz kamerası tarafından taranan eser uygulama tarafından tanınmaktadır. Görüntü 22'de gösterildiği üzere kullanıcı esere bakarken sayfa ikonuna dokunarak eser hakkında kısa bilgiye ulaşabilir, büyüteç ikonu ile ekran üzerinde parmağını gezdirerek, belli bir büyüklükte alan içindeki kısımları daha detaylı görebilir, kulaklık ikonuna dokunarak eser hakkında sesli betimlemeye ulaşabilir.



Görüntü 22, Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri

Ayrıca kullanıcı hamburger menü içerisinde yer alan kategoriler aracılığı ile uygulamayı çevrim dışı çalıştırabilir, uygulamayı nasıl kullanacağı konusunda yüzer (pop-up) bilgilendirme baloncuklarına ulaşabilir, o müzede yer alan etkinlikler hakkında bilgi alabilir. Hamburger menüde yer alan 'Tarihçe' kategorisinden kendi geziniminde uygulama ile hangi eserlere baktığını görebilir, diğer müzeler için bilet satın almak üzere sepetine ekleyebilir, sosyal medya hesapları ile sisteme giriş yaparak kendi sosyal medya hesaplarında paylaşımlarda bulunabilir. Görüntü 23'de ve önceki ilgili görsellerde görüldüğü üzere uygulamanın tamamında ikon ile yönlendiren bir yapı kullanılmıştır. Hamburger menü gibi yazı ile kullanıcıyı yönlendirebilecekleri kısımlarda ise

kategorilerin isimlerinin yanında kategori ya da komutla ilgili bir ikona yer verilmiştir.



Görüntü 23, Arm23 firmasının oluşturduğu KeyARt AG uygulaması arayüzleri

KeyARt uygulaması birden çok müze düşünülerek oluşturulmuş bir AG uygulaması olduğu için tüm müzelerde ortak olan yapıları kucaklayacak bir şekilde tasarlanmıştır. Kullanıcıya ya da müzeye yönelik bir kişiselleştirme ya da özel ayar seçeneği mevcut değildir. Uygulamada yatay kullanım seçeneği sunulmamıştır.

4. BÖLÜM - UYGULAMA

4.1 GİRİŞ

Artırılmış Gerçeklik, sadece görme duyusuna değil tüm duyulara karşı oluşturulabilir (Azuma, 1997). AG konusunda yapılan pek çok çalışma henüz mobil cihazlardaki ergonomi konusuna odaklanmamaktadır. AG'ye özel tasarım önerileri, Google Glass gibi zengin girdi-çıktı olanaklarına sahip, gelişmekte olan HMD cihazlarını ıskalamaktadırlar. Örneğin mobil cihaz ve HMD arasındaki ekran bölümleme ve etkileşim farkları henüz keşfedilmemiş bir alandır (Seichter vd., 2013).

Pek çok akademisyen ve uygulamacının birleştiği ortak noktalardan birisi, AG disiplininin henüz olgunlaşma sürecinde olan bir teknoloji olduğudur. Bu durum, gelişen teknoloji ve değişen kullanıcı alışkanlıkları konusunda tasarım bağlamında her geçen gün yeni reçetelerin ortaya çıkmasına ya da o güne kadar kullanılan tasarım prensiplerinin çöpe atılmasına sebep olabilmektedir. 1950'lerde fikir olarak ortaya çıkıp, 1970'lerde laboratuvar ortamlarında deneysel çalışmalar ile geliştirilmeye başlanan bu teknoloji, akıllı mobil cihazların herkes tarafından ulaşılabilir şekilde insan hayatına girmesiyle hızlanan bir ivmelenmeyle daha çok kullanıcıya ulaşabilir hale gelmiştir. Ancak bu durum, daha mobil dünyanın esasları değişkenlik gösterirken belli kurallar oluşturmaya çalışan AG teknolojisinin de zaman zaman belirsizliklere çözümler bulmasını gerektirmektedir.

Kjeldskov, mimar ve tasarım filozofu Christopher Alexander'ın, iyi tasarımın biçim ve bağlam arasındaki doğru uyumu sağlaması olduğu iddiasından bahseder. Biçimin kontrol edebildiğimiz ve değiştirebildiğimiz dünyanın çözümü, bağlamın biçimden kaynaklı ortaya çıkan sorun ve oluşumların tanımladığı ortamın bir parçası olduğunu söyler. Bu sebeple tasarım tek başına sadece bir biçim (ya da bağlam) sorunu değil, biçim ve bağlamın birlikte oluşturduğu bütünün birbiri ile uyum içinde olabildiği bir yaratıcılığın tanımlanabildiği bir sorun olduğundan bahseder (Kjeldskov, 2003).

Karanlık bir salonda film izlemek sürükleyici bir deneyimdir. İzleyicinin dış dünya ile ilişkisi kesilmiş ve tamamen hikayenin içine çekilmiştir. Bu durum bilinen pek

çok filmde tasarım estetiği sayesinde mümkün olur ve bu estetik yaklaşım sanal gerçekliğe pek çok kere uyarlanmıştır. Ancak bu yaklaşım tarzı AG yapısında egemen kılınamaz çünkü AG kullanıcıyı aynı anda hem ‘burada’ hem de ‘orada’ (perdede) tutar (Bolter vd., 2013).

Bolter’in bahsettiği yapıda insan, mobil dünyada bir içerik ya da eser karşısında edilgen olmaktan çıkmıştır. Artık kullanıcı önünde durduğu ekranın çift taraflı çalışabilmesini sağlayan ‘diğer taraf’ konumundadır. Kişi içeriği tüketirken var olan içeriği değiştirebilir, bir yandan yeni içerikler üretebilir ve bu ürettiklerini yayabilir konuma gelmiştir. Mobil yapının her yerde ve her zaman olma durumu, kullanıcının içinde bulunduğu mekan ve koşullarla birlikte bu teknolojiyi kullanma zorunluluğunu beraberinde getirmektedir. Mobil uygulamanın kullanılacağı mekan, kullanılırken hareketli ya da durağan olunması, kullanıcının yaşı, cinsiyeti ya da etnik kökeni veya uygulamaya ayırabileceği öngörülen zaman, uygulama tasarımında bağlamlarla birlikte bir yapı oluşturulmasını beraberinde getirmektedir. Bu bağlam farkındalığına göre hareket etme zorunluluğu, AG uygulamalarda, özellikle mekan kullanımında daha da belirgin olmak zorundadır. Gerçek dünya ile göz arasına bir film şeridi çekilir gibi bindirilen içerikler, mekanın karakteristiği (iç-dış), mekandaki ışık yapısı (yüksek-düşük), kullanıcının boy ortalaması (çocuk-yetişkin) gibi etkenler göz önünde bulundurularak oluşturulmak zorundadırlar. Mobil uygulama tasarımı konusunda çalışan geliştiriciler ve tasarımcılar, kullanıcıya sundukları AG çalışmalarında tüm bu bağlam farkındalığı gerektiren çabayı hedef kitlenin yönelimlerini de dikkate alarak ortaya koymalıdırlar.

4.2 MODELLEME

Artırılmış Gerçeklik, gerçek dünya görüntüsü üzerine nesneler ekleme yetisine sahip olduğu gibi gerçek dünyada olan nesneleri yok etme potansiyeline de sahiptir. Gerçekleştirilmekte olan çalışmalar daha çok gerçek çevre görüntüsü üzerine sanal nesneler eklemek üzerinedir. Ancak AG uygulamalarında grafik bindirmeler, gerçek dünyadan nesnelerin kaldırılması ya da gizlenmesi için de kullanılabilir (Azuma, 1997).

Tez kapsamında AG uygulaması yapılması planlanan Anadolu Medeniyetleri Müzesi Taş Eserler salonundan iki eser, iki ve üç boyutlu bindirmelere örnek teşkil edecek bir çalışma için seçilmişlerdir. Bunlardan ilki Gaziantep'e bağlı Karkamış'ta bulunmuş olan, M.Ö. 1200-700 yıllarına tarihlenen, Fırtına Tanrısı heykeli kaidesidir. Kazı sonrası fotoğrafta heykeli kaide üstünde iken görülebilmektedir. Sonrasında çeşitli kaynaklara göre ağır hasar görmüş olan üst bölümün parçaları Ankara'da müze deposundadır. Görüntü 24'de de görülebileceği üzere bugün çift aslanlı kaidenin üstünde Fırtına Tanrısına ait heykelin bir parçası bulunmaktadır.

Görüntü 24, Karkamış şehrinden çıkarılan bazalt Fırtına Tanrısı heykeli ve müzede sergilenen kaidesi

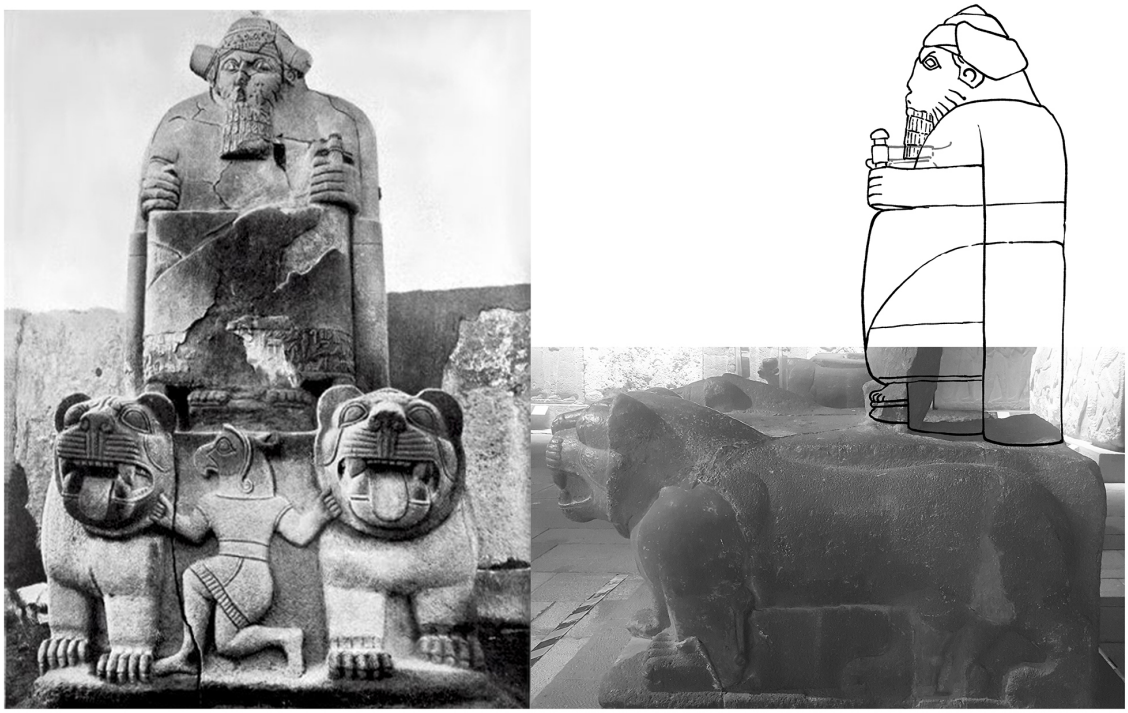
Görüntüde kazıdan hemen sonra çekilen fotoğrafı (solda) ve bugün müzede teşhir edilen kral heykelinin yok olduğu hali (sağda) görülebilir. Bazalt heykel 1,6 m. yüksekliğindedir. Asıl yeri Kral Kapısı'nda olan heykel ve kaidesi Birinci Dünya Savaşı yıllarında yağmalanarak parçalanmıştır. Heykelin alt bölümündeki yazıt tanrıya adak sunmayanları lanetler. Arslanlardan birinin başı (sağdaki aslan başı) British Museum'dadır. Luhas sülalesinden Kral Katuva'nın hükümdarlık dönemi olan M.Ö. 10. yy. veya 9.yy.'ın başlarına aittir. Kaide kısmı Ankara Anadolu Medeniyetleri Müzesi'nde görülebilir (Bilgin, 2006). Karkamış'ta Fırtına Tanrısı heykeli ve ortostatların bulunduğu kazılar 1911-1914 yılları

arasında D.G. Hogarth ve Leonard Woolley tarafından yapılmıştır. Hitit İmparatorluğunun M.Ö. 1200'lerde çökmesinden sonra da Hitit kültürü Türkiye ve Suriye'nin belli bölgelerinde yaşamaya devam etmiştir. Fırtına Tanrısı heykeli, Fırat Nehri kıyısında yer alan yüksek kaleye çıkan merdivenlerin olduğu yerde iç ve dış şehir arasındaki duvarların yanında konumlandırılmıştır. Fırtına Tanrısı heykeli ve ortostatlar bazalt ve kalker taşlarından yapılmışlardır (The British Museum).

Görüntü 25, Karkamış şehrinden çıkarılan bazalt uzun duvar ortostatı

Diğer seçilen eser ise gene Karkamış bölgesinden çıkarılan, M.Ö. 900-700 yıllarına tarihlenen uzun duvar ortostat kabartmasından bir parçadır. Bulunduğu dönemde yarıdan yukarısı kayıp olan kabartmanın sol tarafında bulunan figürün üst tarafı 1960'larda restoratörler aynı dönem başka kabartmalar örnek alınarak aslının dokusuna uygun olarak tamamlanmıştır. Görüntü 25'de görüleceği üzere kabartmanın sağ üst tarafı mevcut değildir.

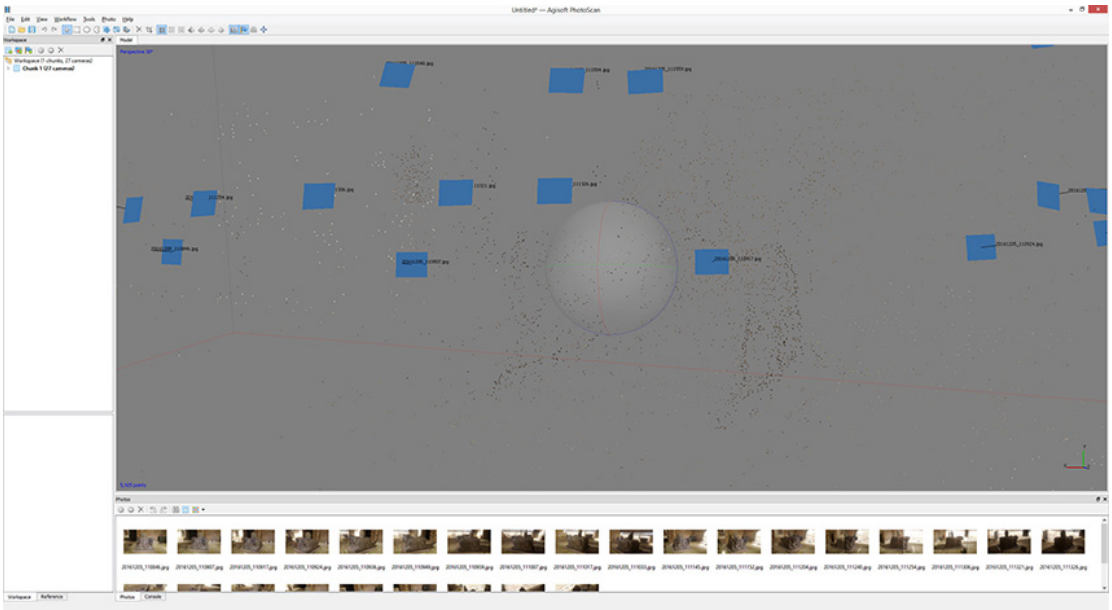
Her iki eser de asıl parçaları ilk günkü hallerine yakın şekilde sergilenebilirlerken çeşitli sebeplerden bir kısımları eksik olarak izleyici ile buluşabilmektedirler. Ayrıca eksik parçaları kazı anında arkeologlar tarafından doğru ya da tam olarak envantere geçirilmediği için restorasyon çalışmaları aynı dönem benzer eserler esas alınarak yapılmış, yazılı ve görsel arşivde çıkış noktası teşkil edebilecek kayıtlar konusunda bir varlık sağlanamamıştır. Bu sebeple bu çalışmada da gerek iki boyutlu gerekse üç boyutlu modelleme için yakın dönem diğer çalışmalardan ve mevcut fotoğrafların verdiği bilgilerden faydalanılmaya çalışılmıştır.



Görüntü 26, Fırtına Tanrısı heykeli referans kesit çizimi

Fırtına Tanrısı heykeli için yapılacak 3B model çalışmasında önden çekilmiş tek fotoğrafı esas alınmış ve ortografik çizim için yandan görünümü çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kazı sonrası çekilen fotoğraf ile müzede teşhir edilen kaidenin bilgisayar ortamında yaklaşık boyut eşleştirmesi yapılmış, eski fotoğraftaki görsele göre modelleme için Görüntü 26'da görüleceği üzere derinlik oluşturabilecek referans bir çizim ortaya çıkarılmıştır.

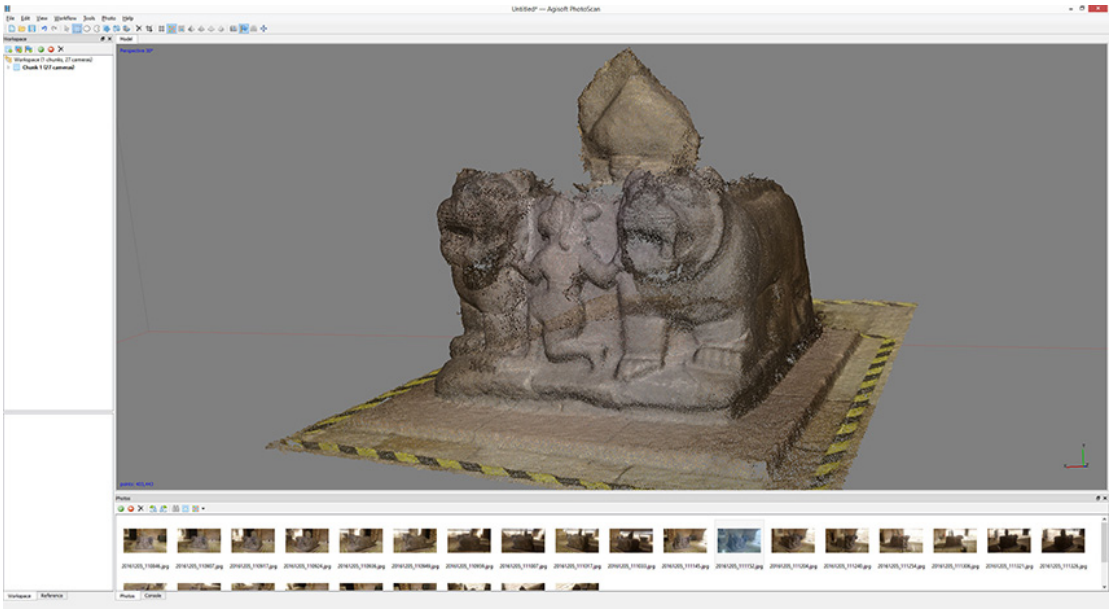
Müzede Fırtına Tanrısı heykelinin kaidesinin çevresinde pek çok açıdan 27 kare fotoğraf çekimi yapılmıştır. Bu yapılan çekimler Agisoft Photoscan programına tanıtılarak program tarafından, her bir noktadan merkeze yansıtılan bir projeksiyon makinesi gibi tanımlanmıştır. Görünt 27'de her bir çekim açısı çekilen fotoğrafın dosya adı kamera adı olarak görülmektedir. Resim dosyaları seçildikten sonra programa görüntüleri hizalaması (align photos) komutu uygulanmıştır. Bu süreçte kaidenin sadece bir referans olması hedeflendiğinde doğruluk hassasiyeti çok yüksek tutulmamıştır.



Görüntü 27, Photoscan görüntü konumlandırması

Görüntülerin hizalanmasında sonra program mekanda görünen tüm nesnelerin ayırt edici noktalarını gösteren bir nokta bulutu ortaya çıkarmıştır. Bu aşamada dosyanın ağırlaşmasını engellemek ve görüntü kirliliğinin önüne geçmek

amacıyla kaide dışında kalan noktalar seçim araçları ile seçilerek el ile temizlenmiştir.

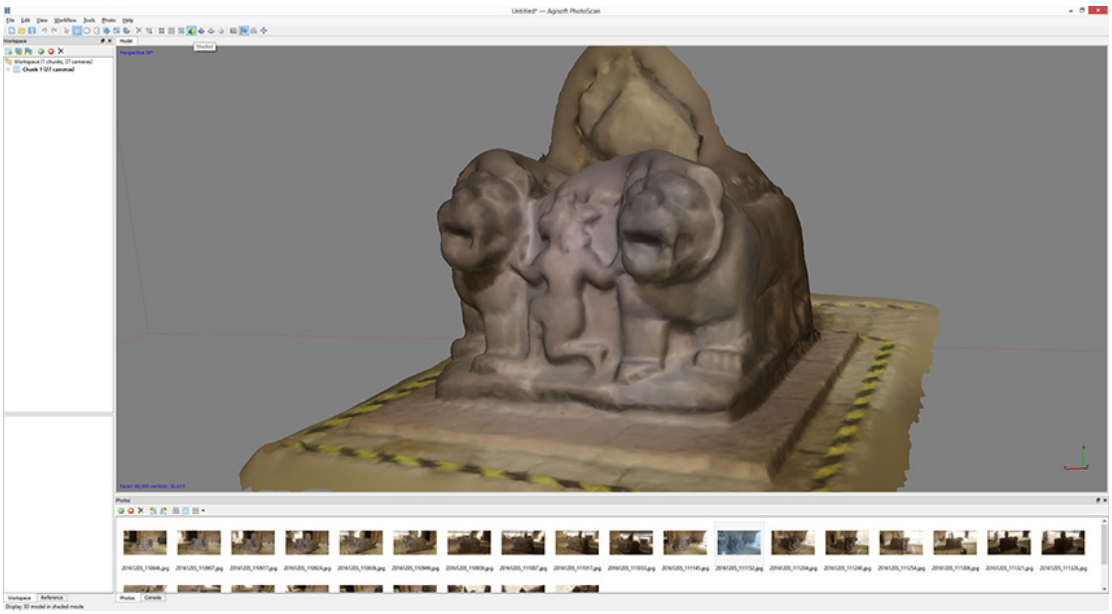


Görüntü 28, Photoscan yoğunluk hesaplaması

Görüntülerin hizalanmasından sonra ikinci aşama olarak dosyaya yoğunluk bulutunu oluşturma (build dense cloud) komutu uygulanmıştır. Bu komut ile referans noktalar üzerinden nesnenin yoğunluk yapısı ortaya çıkarılmıştır. Bu süreçte, ilk aşamada olduğu gibi çok yüksek yoğunlukta bir hesaplama süreci olmaması için orta hassasiyette bir hesaplama istenmiştir. Görüntü 28'de görüleceği üzere, burada ortaya çıkan yapı, asıl poligonal üç boyutlu çizimin hesaplanmasından önce ortaya çıkan vertex yapısının temelini oluşturmaktadır.

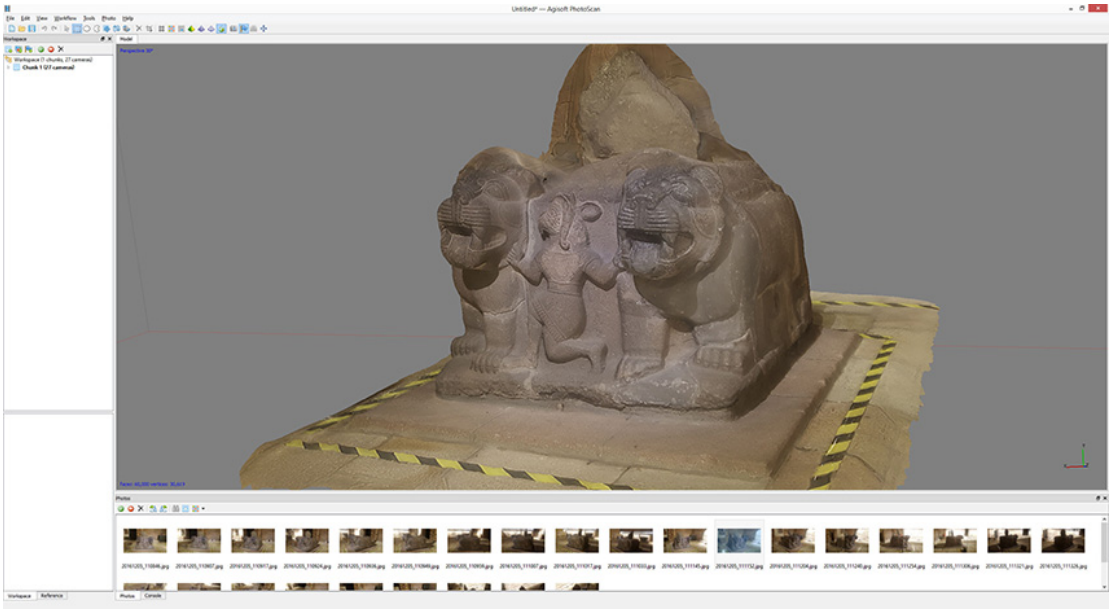
Yoğunluğun hesaplanmasından sonra ızgara yapısı oluştur (build mesh) komutu uygulanmış ve modelin topografik olarak hesaplanması sağlanmıştır. Izgara yapısı oluşturma seçeneklerinde kaynak yapı bir önceki adımda programa hesaplatılan yoğunluk bulutu olarak belirlenmiştir. Poligon sayısı gene programın standart değeri olan 60.000 poligon sayısında bırakılmıştır. Görüntü 29'da ızgara yapısı oluşturulmuş model görülmektedir.

Izgara yapısının hesaplanması ile programın oluşturduğu vertex ve bunların poligonları ile birleştirilmesi ile ortaya çıkan model bu aşamada bir kaplama ile gösterilmektedir. Ancak bu kaplama hatların kabaca görülerek kullanıcıya referans olması için ortaya konulan bir görüntüdür. Bu süreçten sonra Cinema 4D programına alabilmek için kaplamasının da hesaplanması gerekmektedir. Modelin tamamlanması için son komut olan kaplama oluştur (build texture) komutu dosyaya uygulanmış ve fotoğrafların birleşimi ile ortam ışığına göre gölgeleri, aydınlanmaları ve varsa parlamaları ile birlikte hesaplanarak bilgisayar ortamına ayrı bir resim dosyası olarak kaydedilmiştir. Görüntü 30'da kaplaması hesaplanmış model yapısı görülmektedir.



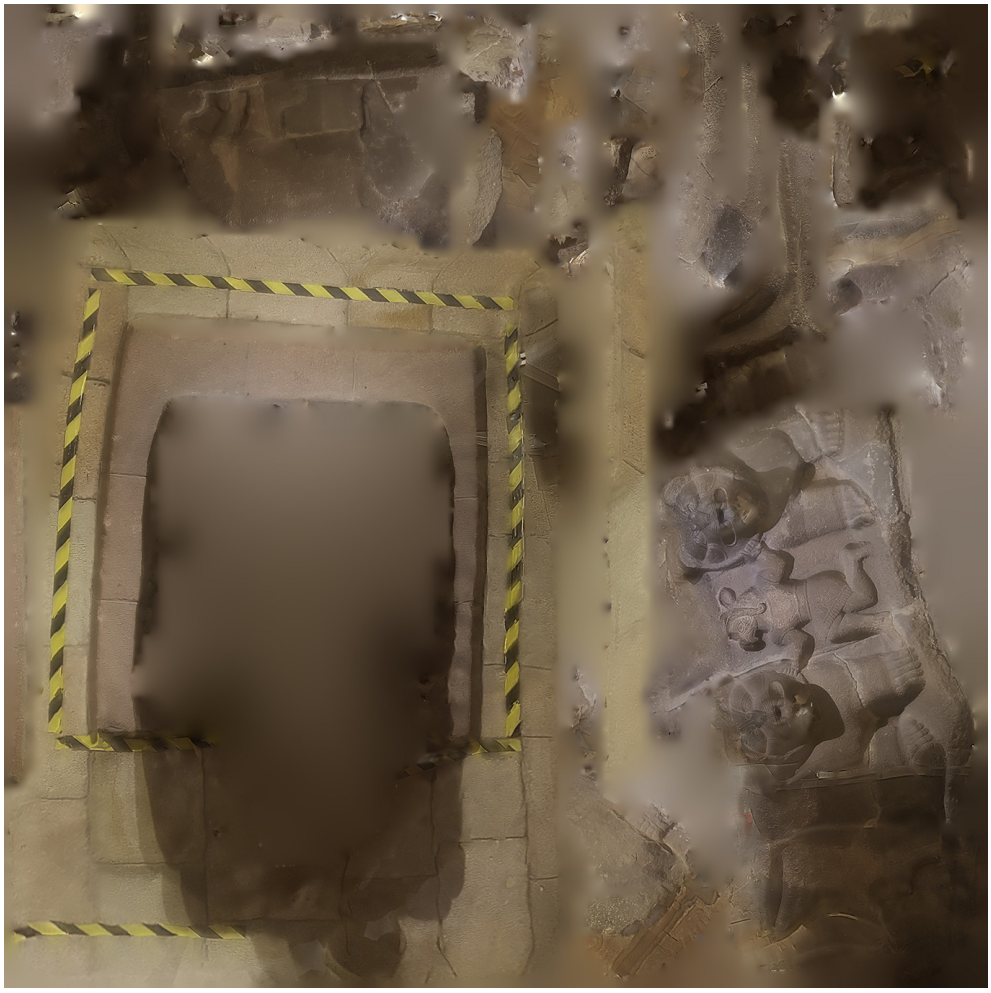
Görüntü 29, Photoscan ızgara yapısı hesaplaması

Agisoft Photoscan programı ile oluşturulan kaplama, model üzerine sıvanacak haritalama bilgisi ile saklanmaktadır. Cinema 4D'ye (ya da başka bir 3B programa) doğru şekilde aktarıldığında yeniden bir kaplama çalışması gerektirmemektedir. Kaplamanın resim dosyası olarak açılmış hali Görüntü 31'de görüldüğü gibidir.

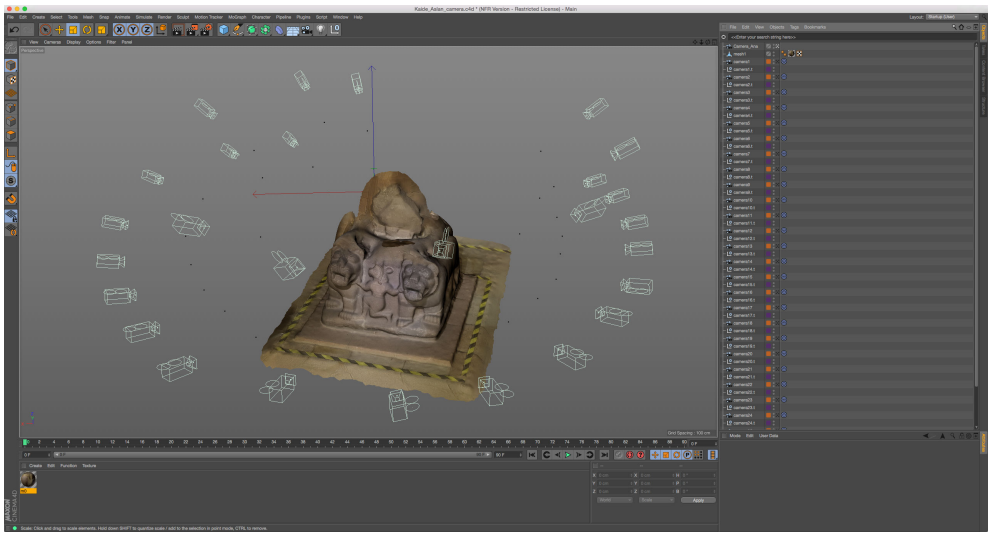


Görüntü 30, Photoscan kaplama hesaplaması

Agisoft Photoscan programında oluşturulan model ve kaplama Cinema 4D programına alınmak üzere 3DS formatında dışarı aktarılmıştır (export). 3DS formatında oluşturulan dosya Cinema 4D programına çağrıldığında tüm görüntülerin çekildiği açılara yerleştirilmiş birer kamera bilgisi ile gelmiştir. Model üzerinde kaplama tanımları bulunmaktaysa da kaplanacak görüntünün adresinin yeniden tanımlamak gerekebilmektedir. Bu süreçten sonra yapılan, varsa model üzerinde eksenlerin doğrulanması ve ölçülendirilerek model eklenecek dosyaya alınmasıdır. 3B modelin Cinema 4D dosyasına alındığı hali Görünt 32'de görüldüğü gibidir.

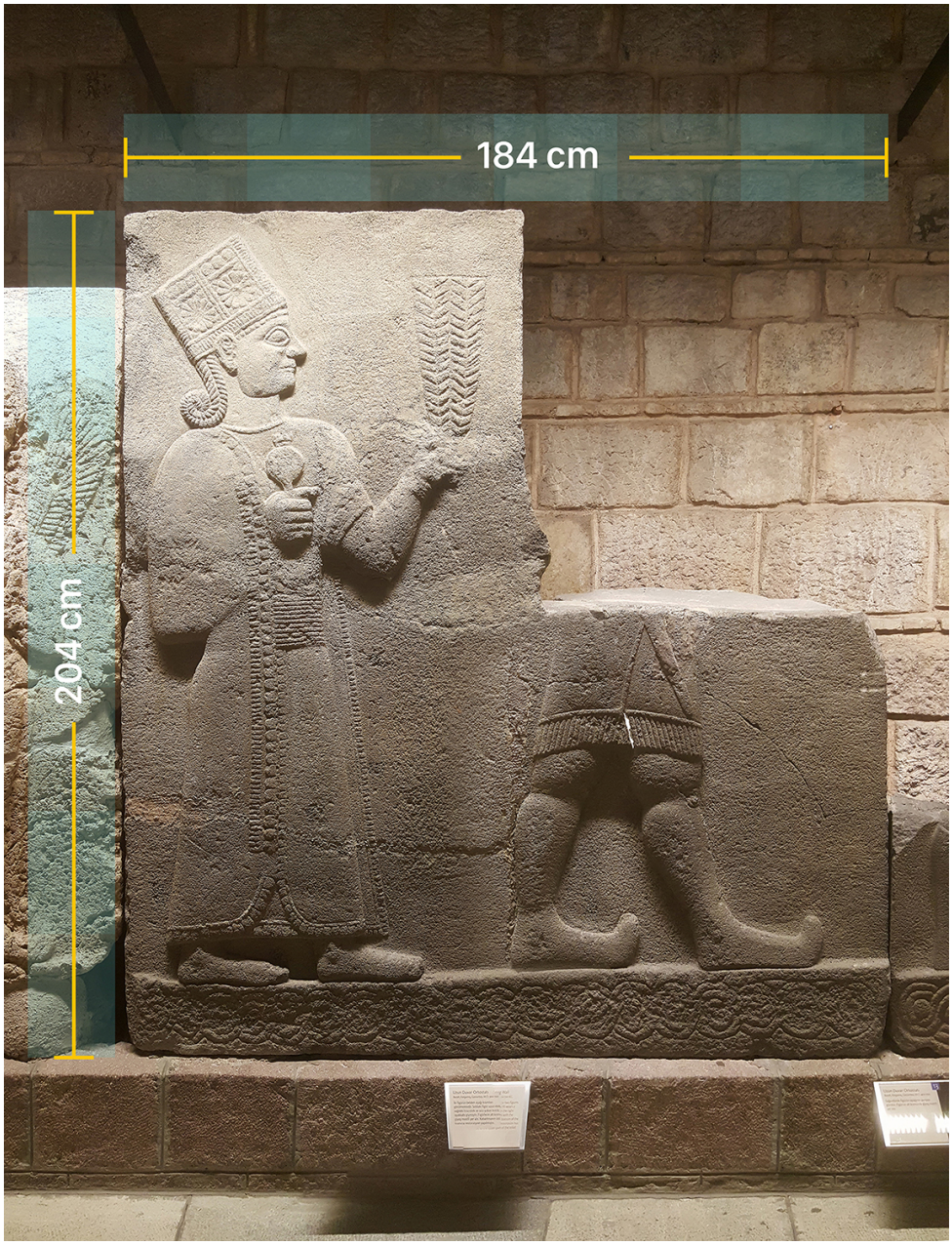


Görüntü 31, Photoscan kaplama resim dosyası



Görüntü 32, Cinema 4D programına çağırılan Photoscan modeli

Müzede fotoğraflama sırasında AG uygulaması için sonrasında gerekli olabilecek eser ölçümlemeleri ve AG ile gerçek mekana yerleştirilecek nesneler için zemin yüzeyinden olan uzaklık ölçümleri yapılmıştır.

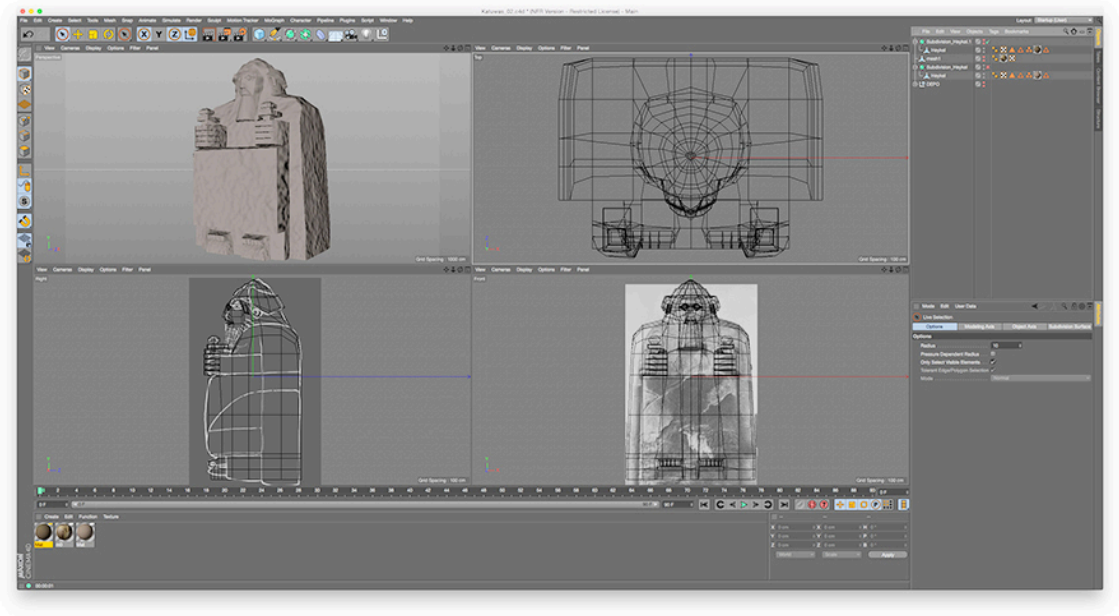


Görüntü 33, Uzun ortostat duvarı kabartma detayı ölçüleri

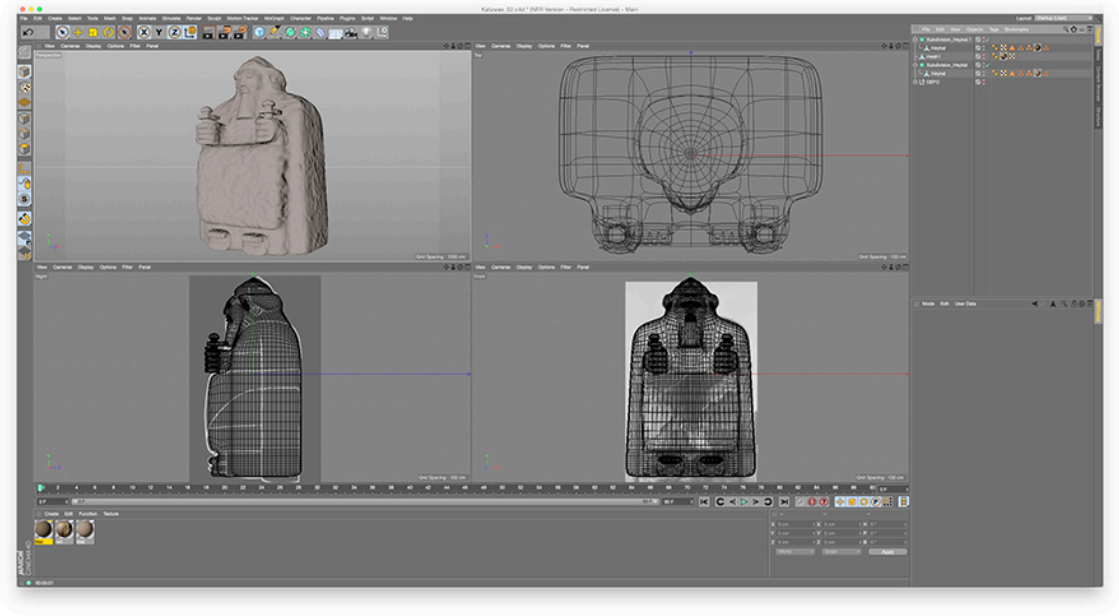
Bu ölçüm sonuçları, yapılacak bir AG çalışmasında gerçek uzayda kondurulacak nesnelerin boyutları ve uzay içindeki konumları için referans olarak kullanılacak bilgilerdir. Eserlerin ölçüleri Görüntü 33'de ve 34'de verildiği gibidir.

Görüntü 34, Fırtına Tanrısı heykel kaidesinin ölçüleri

Fırtına Tanrısı heykelinin modellemesi Cinema 4D üç boyutlu modelleme ve animasyon programında oluşturulmuş ve benzer dönem etkisini yansıtacak bir malzeme dokusu ile kaplanmıştır. Üç boyutlu modellemenin esasları gereği düşük bir poligon sayısı ile modelin genel hatları oluşturulmuş, daha sonra modele daha yumuşak hatlar kazandırması amacıyla poligon sayısı istendiğinde tekrar düşürme seçeneği saklı tutularak yükseltilmiştir. Burada poligon sayısının düşük saklanmasındaki temel unsur AG uygulamasını çalıştıracak mobil cihazın işlem gücü olarak zorlanması durumunda düşük poligonal bir yapı ile devam edebilme düşüncesidir. Görüntü 35'de ve Görüntü 36'da aradaki poligonal fark görülebilir.



Görüntü 35, Düşük poligonlu model çalışması



Görüntü 36, Poligon sayısı yükseltilmiş model çalışması

Modelleme ve çizim sürecinde bu tezin esas alanı arkeoloji olmadığı için detay bezemeler ya da incelikli ölçümler göz ardı edilmiş, özellikle 3B modellemede müzenin sergi alanında var olan ışık düzeneğine göre bir ışık konumlandırılmaya çalışılmıştır. Bu ışık yapısı sonrasında malzemenin sabitlenmesi sürecinde anlık görüntüleme (render) işlemlerinde gölgenin de hesaplanması gerekliliğini ortadan kaldıracak, donanımın anlık hesaplamaları yaparken daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır. Kaide üzerindeki 3B heykel

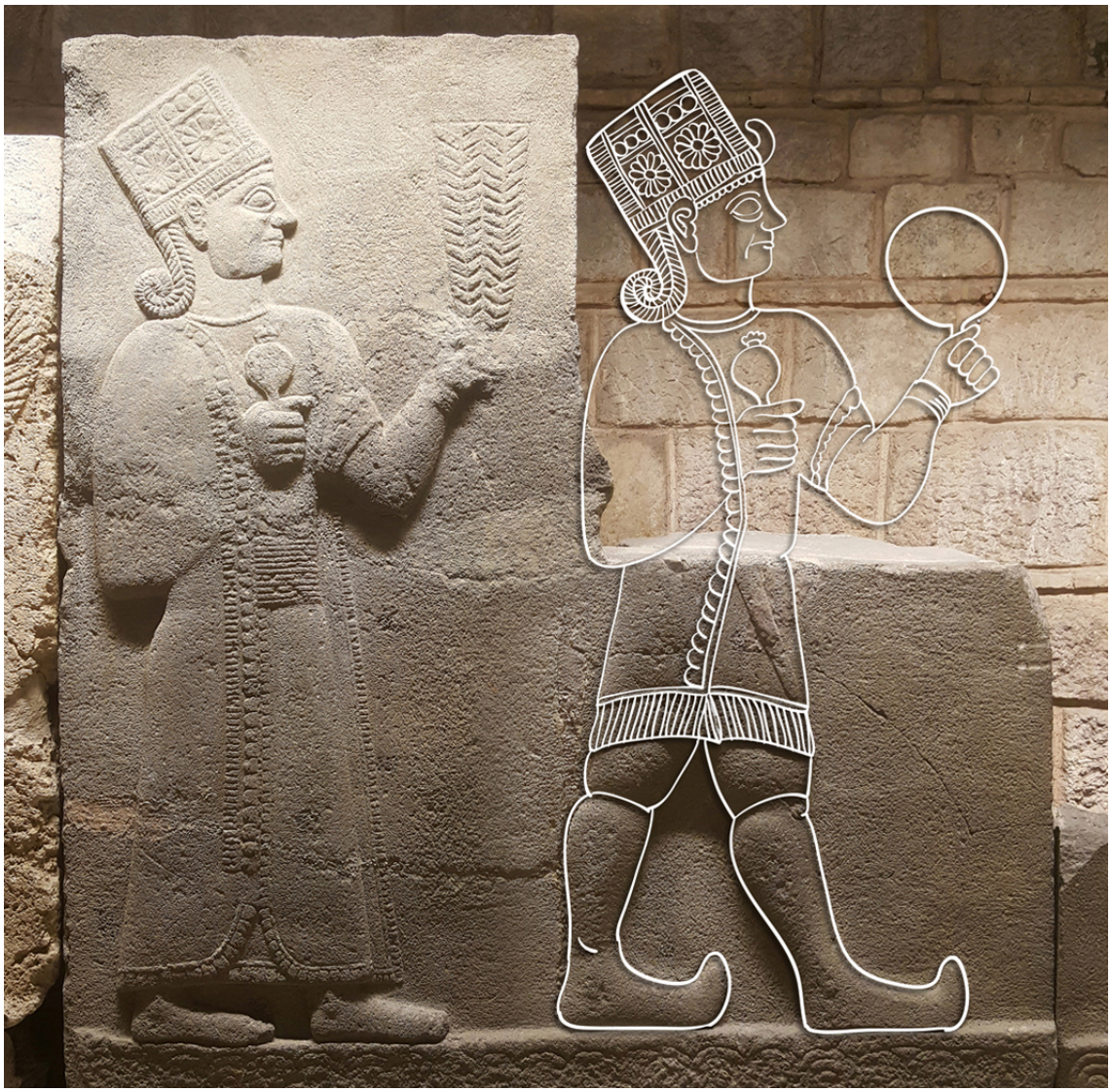
ve taş kabartma üzerinde yer alacak 2B çizimin son halleri Görüntü 37 ve 38'de görüldüğü gibidir. Görseller bırakacakları etkinin nasıl olacağı bilgisini vermeleri için bilgisayar ortamında bir araya getirilmişlerdir.

Görüntü 37, 3B Fırtına Tanrısı heykeli görsellerin gerçek mekan ile bilgisayar ortamında birleştirilmiş hali

Görüntü 38'de bilgisayar ortamında birleştirilmiş duvar kabartması ve çizim görülmektedir. Ortostatta yer alan rölyef kabartma üzerine iki boyutlu bir çizim oturtulması hedeflenmiştir. Burada amaç 3B bir AG bindirmesinin yanında 2B bir bindirmenin etkilerinin araştırılmasıdır. Cepheden görünüm dışında açılı izlemelerde de AG kullanımı ile nasıl bir sunum oluşturulabileceği incelenmek istenmiştir.

Fiziksel nesne ile ona bağlı içerik arasında uzamsal bağıntı konusunda bir varsayım yapılmamıştır. Aslında somut ve sayısal nesneler arasındaki bağıntı, zengin ve albenili kullanıcı deneyiminin çekirdek karakteristiğidir. Mobil cihazlarda bu ilişki hem arayüz içinden yapılan gerçekçi çevresel sunum hem

de uzay içerisindeki fiziksel gezinim konusunda kendini belli eder (Grubert, 2015).

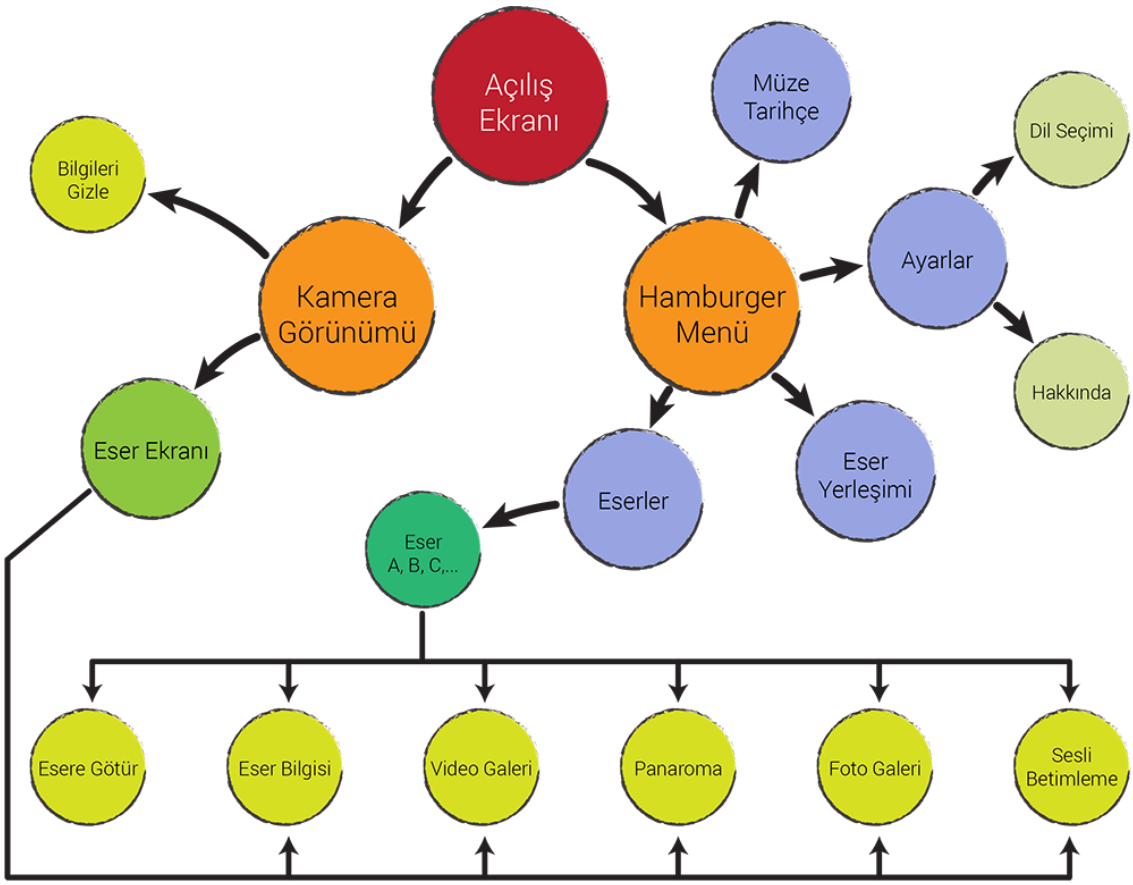


Görüntü 38, 2B ortostat görsellerin gerçek mekan ile bilgisayar ortamında birleştirilmiş hali

4.3 AG UYGULAMA İÇİ GEZİNİM VE İKON YAPISI

McLuhan, sayısal teknolojilerin insan algı ve düşünme biçimlerini yeniden şekillendirdiğini ileri sürmektedir (Bolter vd., 2013). İnternet ağ yapısının güçlenmesi, dünya üzerinde akıllı mobil cihaz sayısının 2 milyarı geçmesi (Curtis, 2014) ve bu ağ ile entegre mobil cihazların yapılan sorgu sonuçlarını doğrudan çıktı olarak sunabilmesi gündelik sohbetlerde dahi herkesin sıklıkla

başvurduğu birer kişisel asistana sahip olmasını sağlamıştır. Özellikle bu teknolojinin içine doğan yeni kuşağın, memleketinde yaşayan akrabaları ile olan mesafesi, dünyanın başka bir köşesinde yaşayan başka bir ülke vatandaşı bir yaşıtından daha fazla olabilmektedir. Doğrudan bir çıktı alabilme becerisi insanların bilgi edinme alışkanlıklarını ve beklentilerini değiştirmekte daha düne kadar hayatlarında olmayan bir sunuş şekli, o deneyimi yaşadıktan sonra hayatlarının bir rutini olmakta, hatta yoksunluğu hayal kırıklıklarına sebep olabilmektedir.



Görüntü 39, Müze mobil AG uygulaması uygulama ağacı

Uygulama içi gezinim ve yönlendirme konusunda tasarım süreci bir uygulama ağacı ile başlatılmıştır. Müze AG uygulamasını kullanan bir kullanıcının uygulamayı açtıktan sonraki süreçte nelere ihtiyaç duyabileceği, uygulama tarafından sunulan içeriğe nasıl ulaşacağı, olası senaryolar çerçevesinde kurgulanmaya çalışılmıştır. Burada kullanıcının olası talepleri dışında uygulama

içi ergonomisi ve arayüz tasarımı sürecinde de, normal bir mobil uygulama tasarımında kullanılabilecek ancak bir AG uygulamasında memnuniyetsizlik yaratabilecek bir takım unsurlar giderilerek Görüntü 39'de görülen uygulama ağacına ortaya çıkarılmıştır.

Bu yapıda taş eserler salonunun tamamının uygulama içine yerleştirildiği kurgusu üzerinden hareket edilmiş, tüm eserlerin ziyaretçi tarafından izlenmek isteyeceği, ayrıca uygulama aracılığı ile eserlere yönlendirilebileceği düşünülmüştür.

Kourouthanassis vd.'in MAR araştırmaları göstermiştir ki içerikle ilintiyi destekleyen ilk gösterge MAR tabanlı kullanıcı deneyiminde önemli bir unsurdur (Kourouthanassis vd., 2015). Mobil uygulama içi gezinimde bütün yapının şeklinden dolayı sektör jargonu olarak yerleşen 'hamburger' menü içinde bulundurulması, mobil kullanıcının da geçmiş deneyimleri ile farklı bir işlev arayışına gireceğinde bu menü üzerinden tümden gelim yöntemi ile hedeflediği bilgiye ulaşacağı öngörülmüştür. Burada hamburger menü tüm içeriği sağlarken çok kullanılacağı düşünülen bazı özellikler (işlevler) akıllı telefonlarda artık bir esas haline gelmiş tek tuşun merkez alındığı sanal bir çember üzerine yerleştirilmişlerdir. Kullanıcıların baş parmaklarının neredeyse her zaman dokunduğu bu tuşun orta nokta sayıldığı bir çember üzerine sık kullanılan özellikler eklenerek kullanıcının istediği içeriğe daha hızlı ulaşması amaçlanmıştır. Kullanıcı, gerçek mekan içinde tekil bir nesne için bilgilendirme isteyebilir ya da uygulama üzerinden ticari bir süreç başlatabilir. Tekil nesnelere yönelik işlevler Kourouthanassis vd.'nin MAR sistemi içerisinde içerik harici servis sağlayıcılar tarafından sunulmaktadır. Altyapıdaki bu çeşitlilik, etkileşime etki edebilir ve aynı zamanda vazgeçilmez olarak etkileşim türleri ve arayüz tasarımı da altyapıya etki etmektedir (Kourouthanassis vd., 2015). Görüntü 40 ve 45'de da görüldüğü üzere bu çember üzerine yerleştirilebilecek istenen miktarda ikon kullanıcının sadece başparmağı ile içeriğe erişebileceği kısa yollara kolayca ulaşmasını sağlayacaktır.

Bu yapıda kullanıcının kameradan takip edeceği ve ulaşacağı içeriğin önüne en az sayıda uygulama öğesinin gelmesi amaçlanmıştır. Kullanıcının eli altında

bulundurulan çember ikonlar grubu ayrıca ekranın alt ortasında yer alan ve dikkat çekmesi için müze taş eserler salonunda neredeyse hiç bulunmayan yeşil-turkuaz bir renkle belirtilen gizle-göster düğmesi ile ekrandan kaldırılabilir olarak tasarlanmıştır. Bu düğme; ekrandaki içerikten rol çalmaması için ortalama bir işlev düğmesinden çok daha ufak boyutlandırılmış ancak kenar boşlukları fazla tutularak dokunma esnasında bir başka ikona temasın önüne geçilmek istenmiştir. Gizleme butonu üzerine dokunulduğunda nasıl bir işlevi yerine getireceği fikrini vermesi amacıyla ikonlar görünür halde iken aşağı, ikonlar gizli halde iken yukarı gösteren bir ok görseli ile kurgulanmıştır. Görüntü 40'te butonun ekranda her iki durumda da nasıl göründüğü görülebilir.

Görüntü 40, Çember ikonlar gizle-göster düğmesi

Kourouthanassis vd.'nin MAR uygulaması; sayısal veriler ışığında gerçek dünyayı dönüştürür. Dönüştürülen dünya AG uygulamasının işlevlerini ve etkileşimini sağlayan bir çalışma yüzeyi içerir. Menü ve seçenek içeriklerini bir araya toplamak etkin bir tasarım tercihi olmayabilir. Tasarımcılar; kullanıcıya geçerli verinin değişken gerçek dünya üzerinde, aşırı bilişsel yükleme yapmadan düzenlenmesi ve sunulması konularında mücadele vermektedirler (Kourouthanassis vd., 2015).

Değişen bağlam sorunlarını çözmenin tek yolu uygulamada bağlam farkındalığı ve kendi kendine uyarlayan işlevlerin ortaya konmasıdır. Bu durum potansiyel olarak kullanıcı çabasını ve hayal kırıklıklarını azaltır, uygulamanın kullanılabilirliğini arttırır (Gong ve Tarasewich, 2004). Arayüz içi gezinim oluşturulurken kullanıcının olası ihtiyaçları ve bu ihtiyaçları karşılayabilecek işlevler ekranda bir kirlilik yaratmadan konumlandırılmak istenmiştir. Ancak

ekran boyutları ve ihtiyaçlar sıralaması düşünülerek el altında duran işlevlerde bir ayıklamaya gidilmiş, sık kullanılabilecek bir kaç işlev dışındakiler hamburger menü içinde konumlandırılmışlardır. Bu sayede az ihtiyaç duyulabilecek ya da seyrek kullanılabilecek işlevler (örn. müze tarihçesi ya da ayarlar menüsü) kullanıcı deneyimine zarar vermeyecek şekilde bir veya bir kaç dokunuş daha uzakta konumlandırılmışlardır. Sık kullanılabilecek bir işlevin ikonunun daha zahmetli bir şekilde ulaşılabileceği bir uygulama içi gezinimin kullanıcı tarafında hayal kırıklığına sebep olabileceği öngörülmüştür. Kourouthanassis vd. MAR araştırmaları AG uygulamalarının kişiselleştirilebilen sürümünün heyecan duygularını tetiklediğini ve genel sürümden daha yüksek bir memnuniyet sağladığını göstermiştir (Kourouthanassis vd., 2015). Kullanıcının müze uygulamasını kişiselleştirebilmesi için ileri bir yazılım çalışması ile hamburger menü içerisinde yer alan Ayarlar bölümünden kullanıcının uygulamada belli bölümleri kendine göre uyarlayabileceği düşünülmüştür. Uygulama içinde yer alan Ayarlar kısmı, bu bölüme gelen bir kullanıcının çember ikonları değiştirebileceği, olası paylaşımlar için sosyal medya hesapları tanımlayabileceği bir bölüm olarak tasarlanmıştır. Bu değişiklikler ile kişiselleştirilebilen bir uygulamanın kullanıcı memnuniyetini yükselteceği düşünülmektedir.

Kourouthanassis vd. MAR uygulamalarının hem teknoloji odaklı (kullanılabilirlik ve sistem performansı) hem de deney odaklı (keyif, canlandırma ve hakimiyet hissiyatlarından yola çıkarak uygulama kullanımından gelen etkiler) iki ana yapıda değerlendirilmişlerdir. Bu değerlendirmede, bir grup kişiselleştirilmiş diğeri ise kişiselleştirilmemiş sürümleri kullanmışlardır. Kourouthanassis vd. kullandığı simgeler (ikonlar) kolayca algılanabilmiş, anlamını aktarabilmiş ve arayüz kullanımı ve öğrenimini desteklemişlerdir (Kourouthanassis vd., 2015). Kourouthanassis, Görüntü 41'de görüldüğü üzere, CorfuAR ugulamasında otoyol, havaalanı, alışveriş merkezi gibi gündelik hayatta insanların vakit geçirdiği mekanlardaki piktogramlarla benzerlik arzeden bir görsel dil kullanmıştır. Bunun sonucunda yeni bir teknoloji olmasına rağmen AG uygulaması kullanıcılar tarafndan beğeni toplamış, kullanılabilirliğini ve kullanıcı memnuniyetini arttırmıştır.

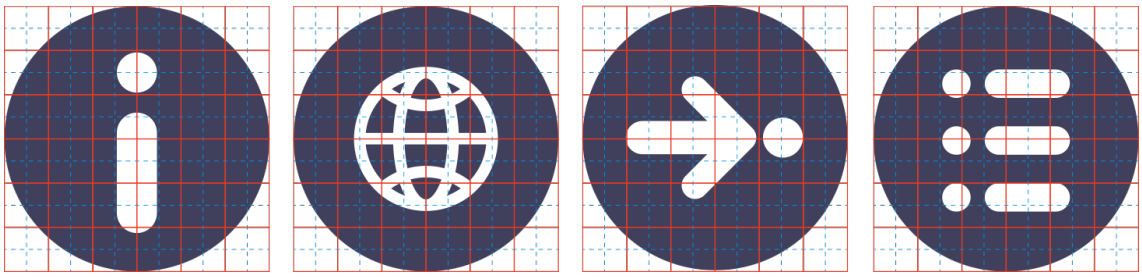
Görüntü 41, CorfuAR'da kullanılan POI kategorilerini görselleştiren ikonlar (Kourouthanassis vd., 2015)

Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması için tasarlanan ikonlar, her türlü görüntü üzeri bindirmelerde algılanabilir olmaları için bir zeminle birlikte tasarlanmışlardır. Bu sayede ikonlar; kameradan gelen anlık arka plan görüntüsünün açık ya da koyu tonlarda olmasına bağlı olmadan algılanabilir olacaklardır. Arayüz tasarımında müze ortamındaki ışık yapısı düşük kuvvette olduğu için ikonların zemini açık, kendileri koyu tonlarda kullanılmışlardır. Bir tutarlılık sağlaması amacı ile (yönlendirme ikonları hariç) tüm ikonlar aynı yuvarlak alan içinde konumlandırılmışlardır. Bu sayede arayüz içinde kullanılan ikonlar arasında bir dil birliği sağlanması hedeflenmiştir.

Yuvarlak biçimin tercih edilmesinin sebebi alan içinde yer alan ikonun kapladığı alan dışında kalan atıl alanları en aza indirme amacıdır. Kourouthanassis vd'nin CorfuAR uygulamasında kullandıkları ikon setinde dörtgenlerin köşelerine doğru oluşan atıl alanlar Görüntü 42'de görüldüğü üzere yuvarlak zeminde ortaya çıkmamakta, ikonlar aynı etkiyle daha az alan kaplayarak görevlerini yerine getirmekte kameradan gelen gerçek görüntüye daha fazla alan bırakabilmektedirler.

Görüntü 42, Kare ikon kullanımında ortaya çıkan atıl alanlar

İkonların bulundukları alan içinde kapladıkları alanlar 2 ve 3'ün katlarına göre sorunsuz tanımlanabilmeleri amacıyla 6x6 birimlik bir kareli düzlem üzerinde çalışılmışlardır. Görüntü 43'te de görülebildiği üzere tam ya da yarım birimlik kareler içinde kalan kalınlıklar ya da uzunluklar oluşturulmuştur. Ancak tüm mesajların aynı matematiksel bölümleme ile çözümlenmeleri mümkün görülmediğinden çok farklı formlara sahip ikonlarda optik tutarlılıklar sağlanması amacıyla bazı uyarlamalara gidilmiştir. Burada sadece ikonların daire bir alan içinde kenarlardan olan uzaklıkları ya da uzun kenarlarının kaç birim olacağı değil aynı zamanda yuvarlak alan içinde kapladıkları birim kare alan da optik olarak tutarlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu sebeple yer yer, Görüntü 43'te görülen dikey, yuvarlak, kare ve yatay formlardaki çizgi kalınlığı ya da uzunluklarda farklılıklara gidilmiştir.

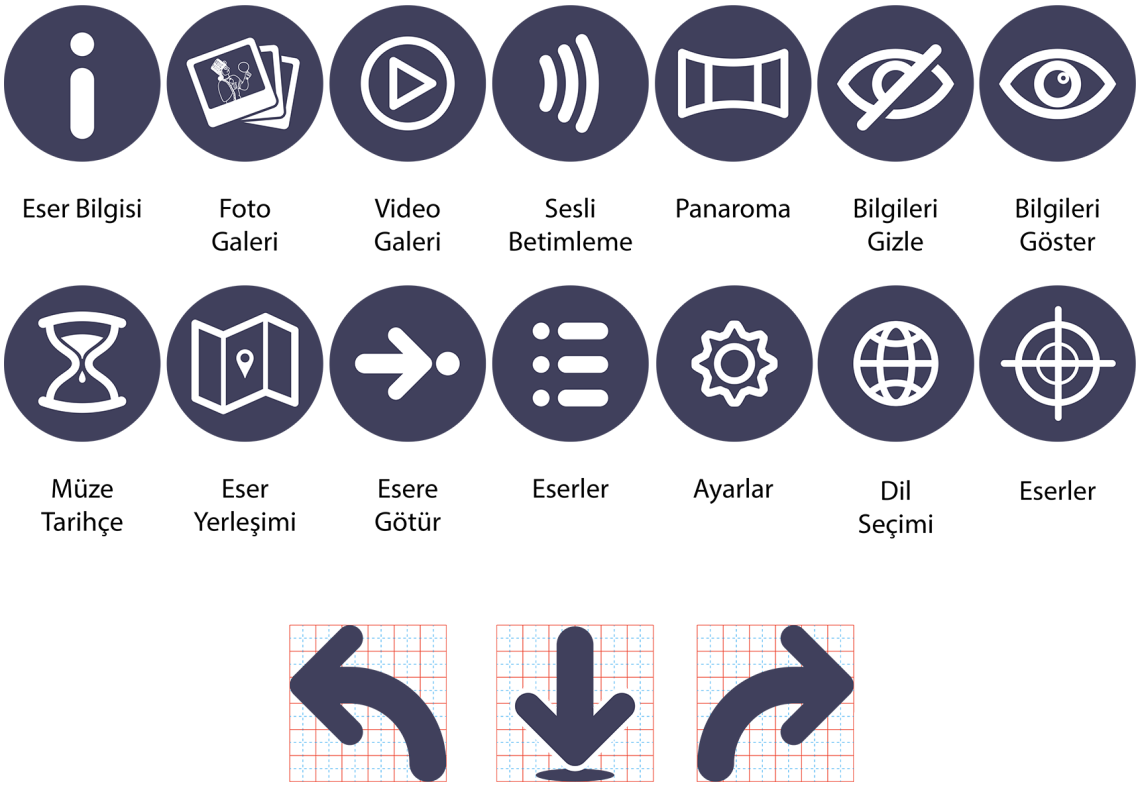


Görüntü 43, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikon şablonu

Görüntü 44'de AG uygulaması için tasarlanan tüm ikon seti görülmektedir. Bu set oluşturulurken başlangıcından bu yana internet teknolojilerinde kullanılan simgesel üslup, kullanıcı alışkanlıklarının dikkate alınması gerekliliğinden yola çıkılarak korunmaya çalışılmıştır. Eser Bilgisi ikonunda 'i' harfinin, Foto Galeri ikonunda polaroid fotoğraf görselinin ya da Eser Yerleşimi ikonunda katlanır bir harita görselinin kullanılmalarının temelinde yatan düşünce; kullanıcının Kjeldskov'un çalışmalarında bahsettiği anlamsal değerden en az miktarda kayıp verme kaygısı ve kullanıcının uygulamaya daha hızlı uyum sağlamasının önünü açmaktır.

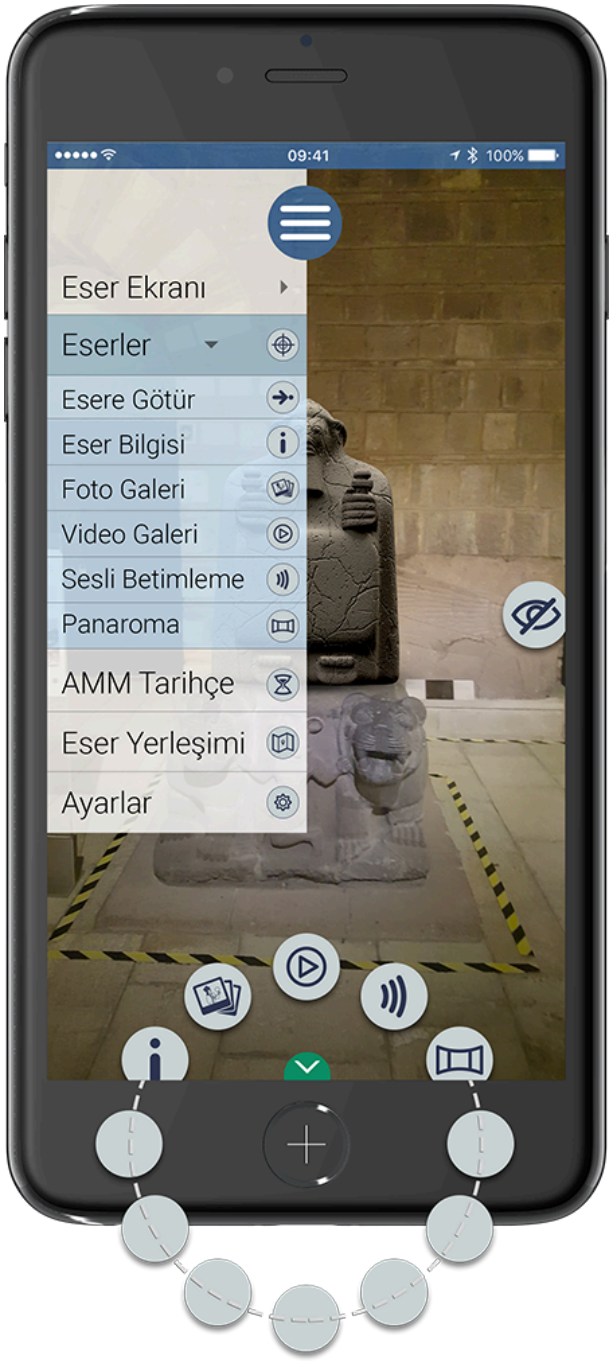
Çember menüde yer alan ikonların üzerinde bir açıklama olmadan yer almalarının kullanıcı için bir zorluk teşkil edebileceği düşüncesi ile hamburger menüde yer alan tüm yazılı açıklamaların yanına varsa ilgili ikon da

yerleştirilmiştir. Bu sayede uygulama menüsü içinden bir bilgiye ulaşmak isteyen bir kullanıcı ikonlara aşina oldukça çember menü üzerinden ilgili içeriğe daha hızlı ulaşabileceği düşünülmüştür.



Görüntü 44, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikonları

Uygulamada yer alan tüm işlevlerin ikonları hamburger menüde yer alan ana ve alt kategorilerde konumlandırılmıştır. Tüm komutların isimlerinin yanına, yazısız bir kullanımda da (örn. çember ikonlar) gerekli geri beslemeyi sağlaması amacıyla, ikon görselleri konumlandırılmıştır. Bu sayede ikon görseli dışında yazı ile de o komutun ne amaçla orada yer aldığı şüpheye bırakmayacak şekilde kullanıcıya aktarılmak istenmiştir.

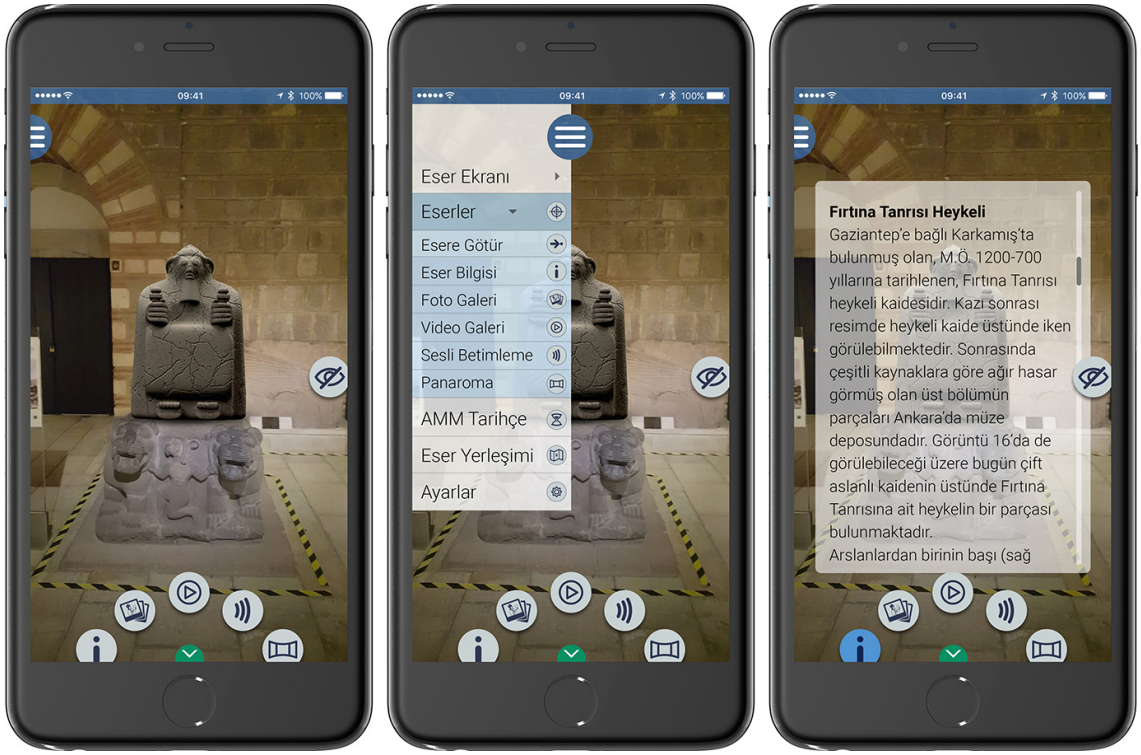


Görüntü 45, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ikonlarının uygulama içinde yerleşimi

Görüntü 45'de uygulama ekranı üzerinde ikiye bölünmüş ikon yerleşimi görülmektedir. İkonlar hamburger menü içinde yazılı, çember ikonlarda ise yazısız olarak arayüze yerleştirilmişlerdir.

4.4 AG MOBİL UYGULAMA ARAYÜZÜ

Beyin, hissettiklerinden ya da duyduklarından çok gördüklerine inanmaya eğilimlidir. Bu sebeple görsel bilgilendirme tüm diğer duyuların üzerinde yer almaktadır (Azuma, 1997). Tasarım teorisinde kullanıcı ihtiyaçları analizi, kullanım senaryosu tarafından yeniden şekillenen güncel ihtiyaçlar ile başlar. Yeniden şekillendirme, kullanıcı (tüketici) ile kavramsal yapıyı oluşturmayı öğrenmeye ve vazgeçilmez özü ve öncelikleri konularında nihai sorunların çözülmesine yardımcı olur (Seichter vd., 2013).



Görüntü 46, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması arayüz tasarımı. Soldan sağa anasayfa, hamburger menü, bilgi penceresi

AG arayüz çalışmaları son yıllarda akıllı telefon ve tablet ekranlarını hedeflemişlerdir. Bunların pek azı konumlama kalitesi ve takip algoritmalarının kalitesine göre uyum sağlayan görselleştirme ve etkileşim tekniklerine sahiptir (Seichter vd., 2013). Nitel ve nicel veriler göstermiştir ki erken dönem araştırmacılar tarafından ortaya konan zayıf ve seyrek içerik, kötü arayüz

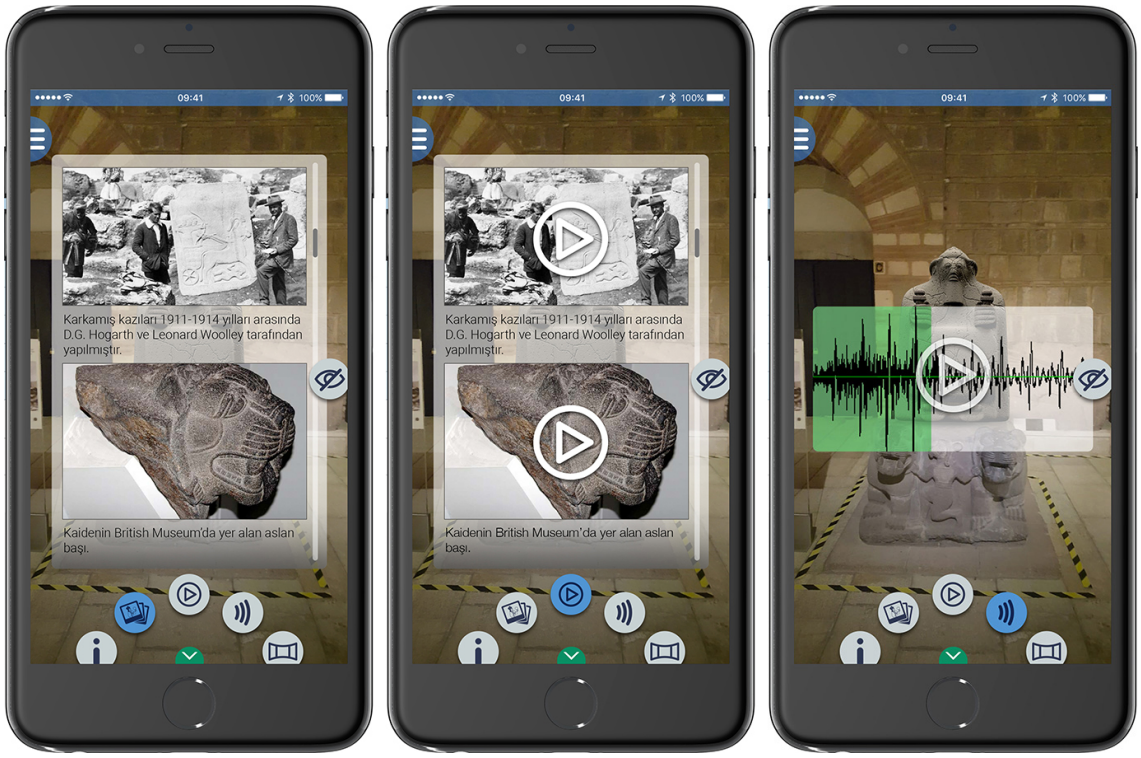
tasarımı ve yetersiz sistem performansları, uzun süreli kullanımın önüne geçen unsurlardır (Grubert, 2015).

Tasarım teorileri bilgilendirme sistemlerinin geliştirme süreçlerini iki katmanlı bir perspektif ile tanımlamaya çalışmaktadırlar; BT (Bilgi Teknolojileri) bileşenleri ve tasarım sürecinden geliştirmeye uzanan bileşenler (Kourouthanassis vd., 2015).

Nardi'ye göre AG (ya da bağlam farkındalığına sahip olan) uygulama arayüzlerinde tasarımcı insan-bilgisayar arayüzü tasarımında iki genel sorun ile karşı karşıyadır. Bunlardan ilki var olan WIMP (windows, icons, menus, pointers) tabanlı tasarımlarla ilgili kılavuzlar, teknoloji yazınında geniş bir şekilde yer almasına rağmen fiziksel mekan ile bütünleşmiş arayüz tasarımları konusunda çok fazla girdiye sahip değildir. Grafik arayüzleri, mantıksal modelleme, kaplama, geri besleme gibi kaygılarla kavramsal kılavuzlara dikkat edilerek oluşturulurlar. Ancak insan-bilgisayar etkileşimli arayüzler, arayüzün fiziksel ortam ile ilgili rolü üzerine odaklanır. İkincisi, yapılan HCI araştırmaları, var olan sistemlerdeki kalite yeterliliği (ya da yetersiz kalite) açısından genel-geçer ölçümleme ve açıklama destekleri kapsamında ve yeni iyi arayüzler konusunda verimli oluşumlar sunmaması kapsamında eleştirilebilir (Kjeldskov, 2003). Görsel algı sorunları üzerine insan unsuru ile ilgili yapılan az miktarda çalışma, kullanıcının AG sistem uyarlaması konusunda önemli bir rol oynamadığını göstermiştir (Grubert, 2015). Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulama arayüzünde kullanılan öğeler Kjeldskov'un söyleminden yola çıkılarak ancak ekranda yer alan görselle bir uyum yerine bir tezat oluşturacak şekilde, iki boyutlu, ara değerlerden mümkün olduğunca arındırılmış opak ikonlar ve yarı transparan menü arka planları ile tasarlanmışlardır. İkonların opak kullanılmaları, en küçük görsel öğe olduklarından dolayı arka planda kontrol edilemeyen her türlü renk üzerinde görünebilir olmalarını sağlamak, menü arka planının yarı transparan olması ise kısıtlı telefon ekranında en geniş yüzeyi kaplayan bu arayüz öğesinin kullanıcının o bölgede ekran görüntüsünden tamamen kopmasına bir miktar da olsa engel olmak içindir. Kültürel ve sosyal katmanda fiziksel mekanın kullanımı ve özellikleri, mekanın kullanıldığı veya desteklendiği özelleştirilmiş arayüzler tarafından, görüntü yakalama sıralaması ve kısıtları dikkate alınarak analiz edilmeli ve tanımlanmalıdır (Kjeldskov, 2003).

Çember ikonlar ekranın alt ortasında yer alan yeşil renkli gizleme çubuğu ile ekrandan kaldırılabilir olarak tasarlanmış, hamburger menü ise her zaman orada olduğunu belli edecek ancak ekranda az yer kaplamasını sağlayacak şekilde yarım olarak konumlandırılmıştır.

Kjeldskov, bilgisayar ortamına göre tasarlanan bir yapının (bağlamın), mobil ortama uyumunu sağlamak için karşılığı gelen biçimsel değişikliklerini sağlamak bir gerekliliktir der (Kjeldskov, 2003). Ancak gelinen noktada mobil cihazlar internet erişimi, oyun, eğlence, eğitim gibi pek çok alanda sektörü yönlendiren bir teknoloji olmaya başlamıştır. Masaüstü bilgisayarlar gündelik hayatın içinde gene bir yekün tutsalar da her yerde ve her zaman olamamaları, haber, sosyal medya gibi bir yapıda mobil cihazların çok daha hızlı tepki verebilme yeteneği, mobil ekosistemi tüm Yenimedya çatısı altında daha öncelikli bir noktaya getirmiştir. Grafik tasarımın ve kullanıcı alışkanlıklarının temel esasları değişmez diye düşünülse de artık masaüstü ve mobil platformlar arasında içerik dışında paralellik kurma gerekliliği mobil cihaz öncelikli olacak şekilde ve kurumsal duruş gereklilikleri sebebiyle yapılmaktadırlar.



Görüntü 47, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması arayüz tasarımı. Soldan sağa foto galeri, video galeri, sesli betimleme

Kullanıcılar, mobil cihazları ile küçük bir uzamdaki daha çok etkileşim içinde olan, daha hızlı ve daha özgür hareket edebildikleri AG arayüzlerini tercih edebilirler (Grubert, 2015). Arayüz tasarımında etkileşim anlamında bağlama ait olan tasarım yaklaşımı, biçim alanının bir parçası olmaya başlamıştır. Tasarım anlamında masaüstü bilgisayarlarda bağlam olarak çok uyumlu olan bir yapı mobil ortamda daha az uyumlu bir hale gelebilir (Kjeldskov, 2003).

Gong ve Tarasewich'e göre:

1- Yoğun kullanıcıların kısa yollar kullanmasını sağlanmalıdır

Düzenli görevlerin gerektirdiği işlemleri azaltmak mobil cihazın kullanım kolaylığını sağlamak açısından anahtar unsurdur.

2- Bilgilendirme geri beslemesi sağlanmalıdır

Bir butona basıldığı ya da yanlış bir girdi değeri tanımlandığı her kullanıcı hareketinde 'bip' sesi gibi sistem uyarıları tanımlanmalıdır

3- Görevin (bölümün) sonlandırılacağına dair etkileşimler tasarlanmalıdır.

Hareket sahneleri başlangıç, orta ve bitiş olarak gruplandırılmalıdır.

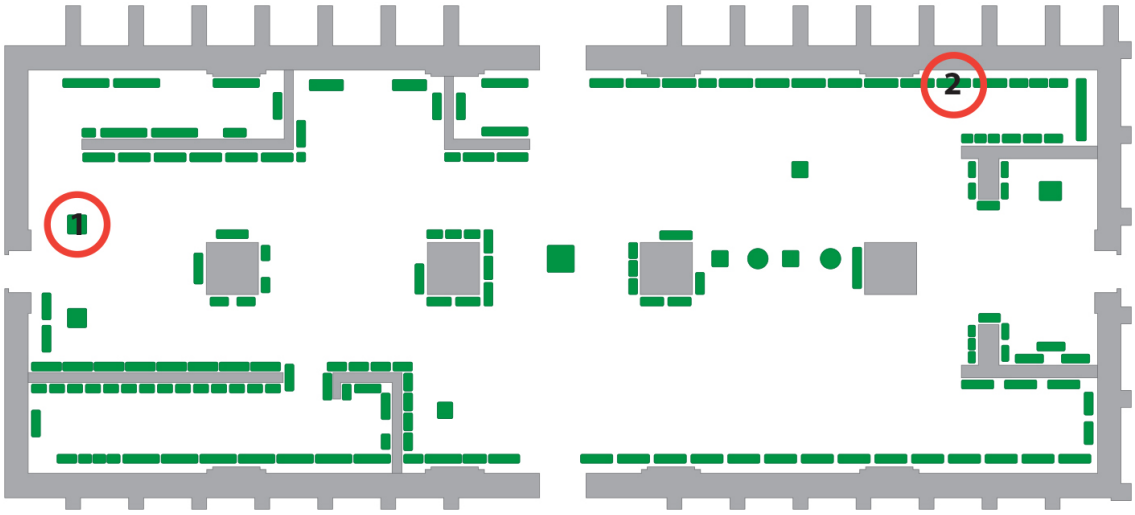
4- Dahili denetim noktaları oluşturulmalıdır

Sistem, kullanıcının hareketlerine (komutlarına) cevap vermek yerine onlara önayak olacak şekilde tasarlanmalıdır (Gong ve Tarasewich, 2004).

Gong ve Tarasewich'in çalışmalarında bahsettikleri esaslar uygulama arayüzünde yerine getirilmeye çalışılmış, çember ikonlar grubu kısa yollar olarak oluşturulmuştur. Ayarlar menüsünden uygulamanın kişiselleştirilebileceği öngörülmüş, anlam karmaşası yaratmamak için her bir ikona tek bir görev atanmıştır. Birden çok görev tanımlaması gerektiği durumlarda görev (komut) grubu bir araya toparlanarak bir üst başlık altında birleştirilmiştir.

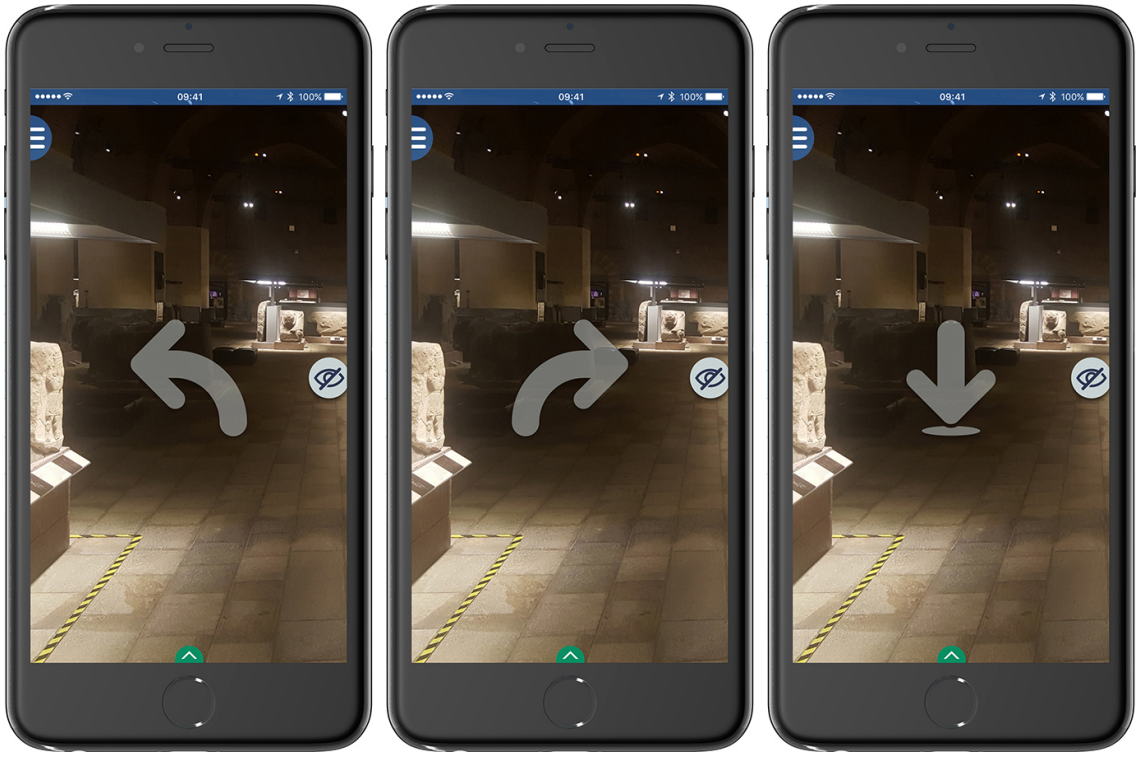
Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG uygulaması ağacında taş eserler salonu (Görüntü 48) içinde gezinen bir ziyaretçinin eserler listesinden seçeceği bir eseri bulmak isteyeceği düşünülerek 'Esere Götür' işlevi tasarlanmıştır. Bu işlevi kullanan ziyaretçi salon içinde bulunan eserler listesinden seçeceği bir esere uygulamanın kendisini götürmesini isteyebilir. Bu seçeneğin etkinleştirilmesi ile uygulama salon koordinatları içinde yer alan esere izleyicinin ulaşabilmesi için

ekran üzerine bindirdiği yönlendirme ikonları ile ziyaretçinin esere gitmesi için rehberlik edecektir. Ziyaretçinin yürüyüşü sonrasında kamera görüşü içine giren eser varış noktası ikonu ile ziyaretçiye gösterilecektir. Görüntü 49'da yönlendirme ikonlarının ekran üzerindeki kullanımı görülmektedir.



Görüntü 48, Taş eserler salonu krokisi

Arayüz çalışmasında Google'ın piyasaya sürdüğü Roboto yazı karakteri kullanılmıştır. Roboto, Google'ın, Android 4.0 "Ice Cream Sandwich" işletim sistemi ile birlikte tanıtılmış olan tırnaksız yazı tipi ailesidir. Google, Roboto'nun modern, cana yakın ve duygusal bir yazı karakteri olduğunu açıklamıştır. Bu yazı karakteri, tamamen; Google'da arayüz tasarımcısı olan Christian Robertson tarafından yüksek çözünürlüklü ekranlarda kullanılması için geliştirilmiştir. Roboto yazı karakteri, Google Fonts ağ sitesinde gerek yenimedya ortamlarında, gerekse basılı işlerde kullanılmak üzere açık kaynak olarak kullanıcılara ücretsiz olarak sunulmaktadır (Wikipedia (b), 2011).



Görüntü 49, Yönlendirme ikonlarının ekran üzerinde konumlandırılmaları

Mobil ve diğer alternatif AG arayüzleri performans kaynaklı çalışmalarla evrimleşmiştir. Hangi bağlama göre arayüz seçiminin yapılması ya da hangi alternatif arayüzlerin seçilmesi gerektiği halen net değildir. Dahası kullanıcının kullanım keyfi konusunda hangi arayüzlerin artı değer oluşturduğu konusunda da yeterli bir bilimsel veri mevcut değildir (Grubert, 2015). Mobil AG ve KG tasarımcıları, var olan ve inşa edilmiş çevreler arasındaki ilişkileri yeniden tanımlama imkanına sahiptirler (Bolter vd., 2013). Gerçek dünya bağlamında, AG çalışmalarında faydaya ve eğlenceye dayalı kullanıcı deneyimi bilgisi eksikliği söz konusudur (Grubert, 2015). Thevenin ve Coutaz ‘esneklik’ (plasticity) kavramını ortaya atmıştır. Kullanıcı arayüzünün kullanılabilirliğini sağlarken sistemin fiziksel özellikleri ve çevrenin değişkenlerine karşı koyma becerisine ’esneklik’ demişlerdir (Grubert, 2015).

Chang vd’nin oluşturduğu AG uygulamasında estetik (arayüzün) beğeni toplaması için, teşhir edilen eserler hakkında sanatsal kısa tanımlama, tekniklerin analizi, anlamın yorumlanması ve değerler yargısı olmak üzere dört

adımdan bahsedilebilir. Bu dört adım eserlerin öğrenilmesi sürecinde izleyicilere rehberlik eder. Chang'a göre bu dört adım, her bir serginin, sanatsal eğitim sürecinde, kendi yapısına odaklanması, sergilenen eserler ve ziyaretçiler arasında eserlerdeki tekil değerlerin anlaşılması bağlamında ziyaretçinin ilk adımı atması için önemli aşamalardır (Chang vd., 2014).

Müze AG uygulaması arayüzünde hamburger menü ve çember ikonlardan bağımsız olarak dikeyde ekranın sağ ortasında, yatayda ise ekranın üst ortasında konumlanacak şekilde gizle/göster butonu yerleştirilmiştir. Cihazın kamerasından devamlı olarak aktarılan gerçek mekan ve üzerine bindirilen sanal görüntü ile ilgili kullanıcı çeşitli ek bilgilere ulaşmak isteyebilir, ekrandaki görüntü ya da müze hakkında ek bilgiler edinirken zaman zaman ekranda sadece AG içeriğini görmek isteyebilir düşüncesi ile bu ikon tasarlanmış ve konumlandırılmıştır. Gerek dikey gerekse yatay pozisyonda tek el kullanımı ile ulaşılabilecek bir nokta olan ekranın sağ ortası konum olarak belirlenmiştir. Kullanıcı yazılı, sesli veya görüntülü içeriğine ulaştığı eserin kendisini görmek istediğinde bu buton yardımı ile ekran üzerinde konumlanmış tüm buton, yazı veya resmi gizleyerek AG uygulaması ile baş başa kalabilecektir. Tekrar bu butona basarak gizlediği en son içeriğin tekrar ekranda belireceği öngörülmüştür.

Süregiden sürükleyiciliğin estetiği ile kıyaslandığında AG deneyimi karışık görülebilir. AG uygulamaları kullanıcının okumak ya da görmezden gelmek isteyebileceği melez bilgi ve görsel katmanlarından oluşmaktadırlar. 20. Yüzyılın modernist tasarım yaklaşımı, unsurların mükemmel şekilde birleştirilerek tek bir formda bir araya getirilmesine vurgu yapar (Bolter vd., 2013).

Bağlam farkındalığıyla AG yaklaşımları ilk olarak çoklu etkenlerin oluşturduğu grupların entegrasyonu yerine tek bir özel bağlama odaklanır. İkinci olarak yeni dağılımın hassas ayrıntı düzeyi özellikle bağlam farkında çalışmalarında keşfedilmemiş alanların tanımlanmasına müsaade eder. Örneğin bilgi dağılımı çevresel bir unsur olarak görülebilir (çevrenin karakteristiği olarak) ancak aynı zamanda bir insan öğesi (örn. bilgi dağılımının sebep olduğu dikkat eksikliği) olarak da işlenebilir. Böylece unsurlar (öğeler) arasında başka bir geçerli öncelik

(hiyerarşi) mümkün olabilir. İnsan unsuru, çevresel unsurlar ve sistem unsurlarının hepsi birbirlerinin alt kategorileridir (Grubert, 2015).

Arayüz yapısında kullanıcının talep edilebileceği ek bilgilerin sadece izlemekte olduğu eser hakkında olacağı öngörülmüştür. Dolayısı ile mekan ve eser bağlamında farklı bir içeriğe ulaşmasının ve kafa karıştıracak bir durumun önüne geçilmeye çalışılmıştır. Eser hakkında bilgi alan kullanıcı ancak ‘Esere Götür’ gibi o anki seyrinden uzaklaşabileceği taleplerde bir üst bağlam olan ‘Taş Eserler Salonu’ krokisi çerçevesinde gitmeyi talep ettiği esere yönlendirilmektedir. Bu noktadan sonra kullanıcı taş eserler salonu krokisi ve sonrasında uygulamanın yönlendireceği yönlendirme ikonları ile baş başa kalarak hedeflediği esere yönlendirilecektir. Bu yönlendirmede, gezinim sırasında görebileceği olası diğer eserler dikkati dağıtacağı ve kavram karmaşası yaratabileceği gerekçesi ile yok sayılmışlardır.

Örneğin MAR uygulamalarında bilgi, kullanıcının seçeceği ya da göz ardı edeceği şekilde katmanlı bir yaklaşımla sunulmaktadır. Akıllı telefonların küçük ekranları kapsamlı ve kullanışlı arayüzlerin karmaşıklığını arttırır, bu sebeple filtrelenen bir yapı gereklidir. Her iki elini de kullanarak uygulama ile etkileşim içinde olan kullanıcıya, daha az fiziksel çaba gerektirmek gibi kolaylıklar sağlayan tasarım özellikleri sunmak gerekir (Kourouthanassis vd., 2015). Tablo 6’da MAR uygulamasında AG uygulamalarında ortak zorluklar ve benzer tasarım uygulamaları ile MAR'ın etkileşimli tasarım esasları özet tablosu görülmektedir.

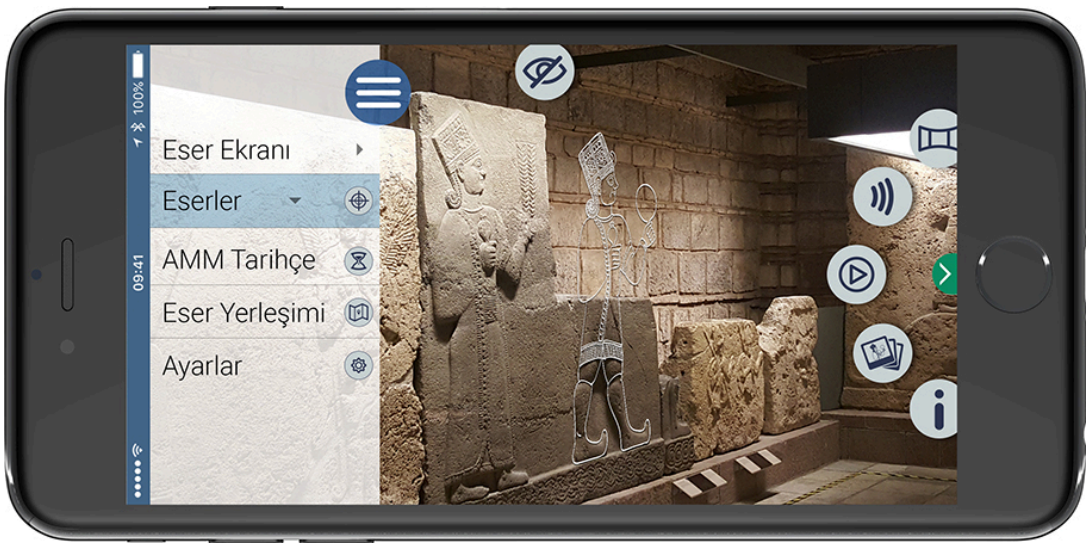
Tasarım Esasları	Tanımlama	MAR'da Ele Alınan Zorluklar	Göstergesel Tasarım Uygulamaları
Sunulan içerik için bağlamı kullan	Bağlamsal bilgilerle gerçek dünya nesnelerini artırmak için algılayıcı ve işaret teknolojilerini (kullanıcı konumu, kullanıcı yönlendirme, odaktaki nesne özellikleri, mevcut görev) kullan.	• Bilişsel ve bilgilendirme amaçlı yükü en aza indir • Odaktaki nesneye ilişkin hedeflenen arama aralığını genişlet.	• Nesne özelliklerini tanımlamak için somut ve referans işaretlerin kullanımı. • Hareket tabanlı etkileşimler için parmak takibi kullanımı • Etkileşimli odak ve bağlam görselleştirimi.
Göreve bağlı içerik sunumu	Çoklu bağlamsal esaslara dayanan etkileşimli içeriğin filtrelenmesi (ya da kişiselleştirilmesi)	• Odaktaki nesneye ilişkin hedeflenen arama aralığını genişlet. • Uygulamanın tek elle kullanımını ve küçük ekranlarda ikonların etkileşim zorluklarını geliştir.	• Şekillendirilmiş etkileşim aracılığı ile içerik kişiselleştirme. • Yapay zeka algoritmalarına dayalı kullanıcı uyumlu arayüz geliştirmeleri. • Kamera ve hareket tabanlı etkileşimlere dayalı kullanıcı uyumlu arayüz geliştirmeleri.
İçerik mahremiyeti hakkında bilgilendirme	Farklı mahremiyet alanları kapsamında işlev tasarımları (örn. kamusala karşı özel içerik)	Olumsuz kullanıcı duygularının (endişe, şaşkınlık ve tatminsizlik) oluşmasını en aza indir.	• Kullanıcı mahremiyetini korumak için mühendislik tabanlı yaklaşım • Kullanıcıya kişisel bilgilerinin görülebilirlik derecesi konusunda yetki verme.
Altyapının hareket tarzı hakkında geri bildirim sağlanması	Uygulama, mevcut durumu veya durumundaki değişiklikler hakkında kullanıcıları bilgilendirmelidir.	• Sistem kullanımındaki öğrenim eğrisini artır. • Kullanıcı etkileşimi esnasında sistem yavaşlaması ya da beklenmeyen uygulama tepkilerinden kaynaklı hayal kırıklıklarını en aza indir.	• Sistem ve kullanıcı etkinlik bildirimlerine ilişkin gerçek zamanlı geri bildirim sağlama. • Servis kalitesi görüşlerine gerçek zamanlı geri bildirim sağlama ve kullanıcı hareketlerine rehberlik etme.
Yöntemsel ve anlamsal belleğin desteklenmesi	Uygulamaya yönelik işlevselliği iletmek ve düzgün bir kullanıcı etkileşimi sağlamak için tanıdık simgeler ve / veya etkileşim benzetimleri kullanılmalıdır.	• Sistem kullanımındaki öğrenim eğrisini artır. • Sistemle olan aşinalığı arttır • Olumsuz kullanıcı duygularınının (örn. şaşkınık ve hayal kırıklığı) belirmesini en aza indir.	• Sıklıkla kullanılan görevlerde (kaydırma, nesneye odaklanma, nesne seçme, vb.) çok bilinen benzetimler kullanma. Sistem işlevselliği ile iletişim kurdurmak için tanıdık, kullanıcının yabancılık çekmeyeceği simgelerin (benzer uygulamalarda ve çokca kullanılan simgeler) kullanımı

Tablo 6, Ortak zorluklar ve benzer tasarım uygulamaları ile MAR'ın etkileşimli tasarım esasları özet tablosu (Kourouthanassis vd., 2015)

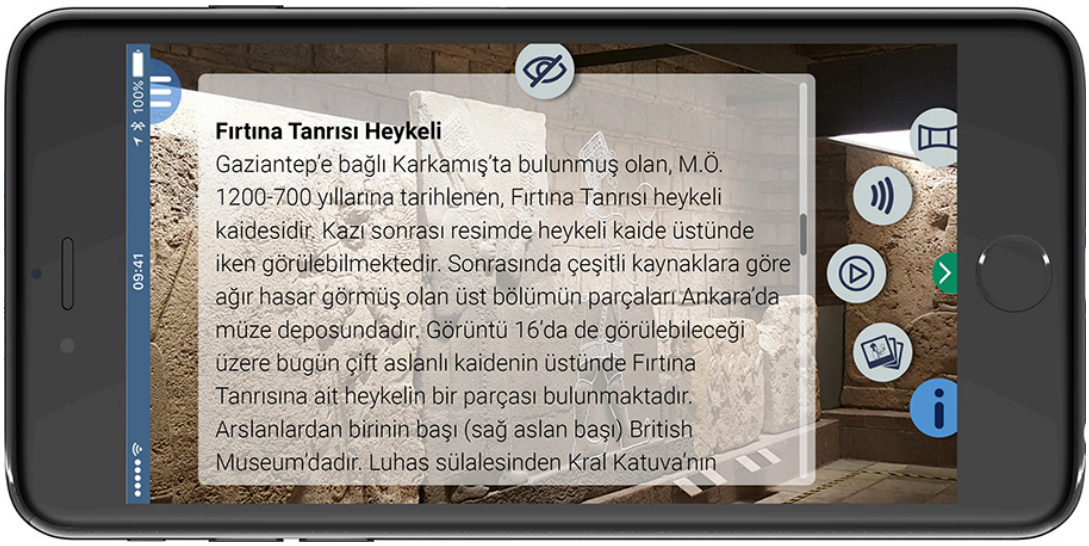
Görüntü 50den Görüntü 56'ya kadar Anadolu Medeniyetleri Müzesi, Taş Eserler Salonu, Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının yatay ekran arayüzleri görülmektedir. Yatay kullanımda açılış ekranında tüm ikonlar aynı yerde kalmakta, kullanıcıya düz gözükecek şekilde cihazın çevrildiği yönün tersinde dönmektedirler. Hamburger menü yatay ekranda da sol üstte yarım gözükecek şekilde konumlandırılmıştır. Bu şekilde yatay kullanımda daha çok devreye giren ikinci el için ekranı kapatmayacak ergonomik bir şekilde konumlandırılmıştır.

Eserleri gizle/göster ikonu yatay kullanımda ekranın üst ortasında konumlanarak tek elle kullanımda da gerekirse baş parmağın ulaşabileceği bir mesafede tutulmuştur. Hamburger menüye dokunulduğunda ekranın sol kısa kenarından içeri kayarak gelip kategorilerini gösterecektir. Ana kategorilerde yer alan alt kategoriler akordiyon menü olarak açılıp içeriklerini kullanıcıya göstereceklerdir. Gerek çember ikonlarda gerekse hamburger menüde seçilen bilgi, foto ve video galeri gibi ek içerikler ekranın yatay yapısına göre genişleyerek içeriklerini göstereceklerdir. Burada dikey ekrandan farklı olarak ekranı dikeyde kullanmak amacıyla foto ve video galerilerde resim altı yazıları resimlerin yanında konumlandırılmışlardır.

Görüntü 50, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay anasayfa

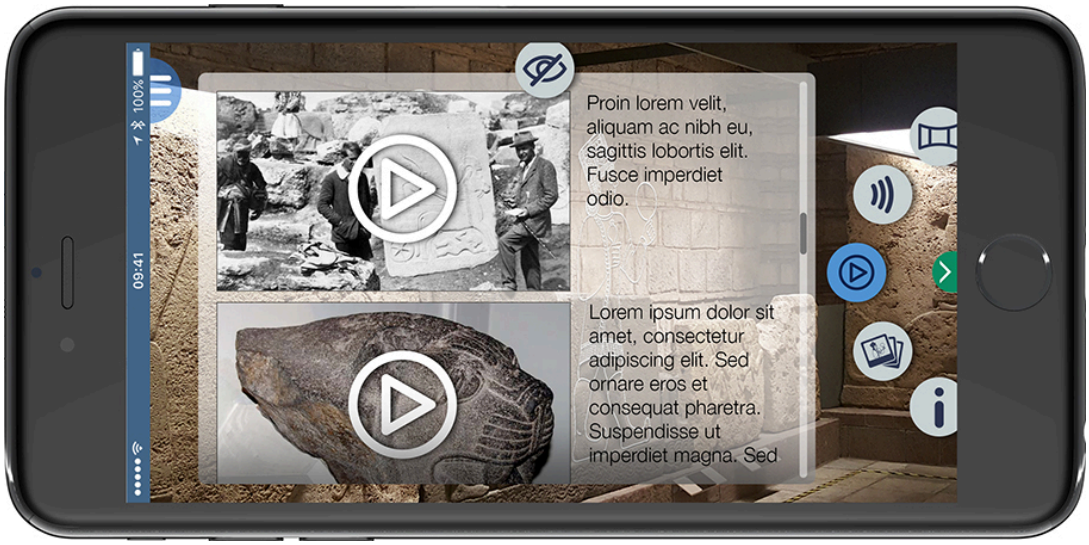


Görüntü 51, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay hamburger menü



Görüntü 52, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay bilgi penceresi

Görüntü 53, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay foto galeri



Görüntü 54, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay video galeri

Görüntü 55, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay sesli betimleme

Görüntü 56, Anadolu Medeniyetleri Müzesi AG Uygulaması yatay yönlendirme ikonları kullanımı

5. BÖLÜM - SONUÇ

Gündelik hayatın bir parçası olan mobil cihazlar her zaman ve her yerde kişilerin ulaşmak istedikleri bilgi, eğlence ve iletişim konularında ilk başvurdukları cihazlar olmuşlardır. Kullanılan cihaz ve aslında onun arka planında yer alan devasa bilgi ağı ile insan ve bilgisayar arasındaki etkileşim her geçen gün katlanarak artmaktadır. HCI (Human Computer Interaction – İnsan Bilgisayar Etkileşimi) alanında, fikir üretme, hatta uygulayıcılar için kılavuzlar üretme konusunda, teorinin çalışma çerçevesine uygulanmasının amaçlandığı (bilişsel bilimlerden, bilişsel psikolojiden ve diğer disiplinlerden) iş akışlarında teori ve pratik arasındaki ilişki oldukça farklıdır. Etkileşimli tasarım, kritik tasarımı ve deneyim tasarımları arasındaki çeşitli yaklaşımlarda odak, teori ve pratik arasındaki üretken ilişkiye yakındır. Bolter vd. medya çalışmalarının üretim teorisine göre ve pratiğe dökülecek şekilde yeniden yorumlanıp yorumlanmayacağını sorgular. Medya çalışmalarının doğrudan tasarım kuralları ya da kılavuzları oluşturmasalar da üretken olabileceklerini öne sürer (Bolter vd., 2013).

Farklı görsel aktarımlar her zaman insanların ilgisini çekmişlerdir. Her yeni ise keşfedilecek kuralları ile yeni disiplinler yaratır. 19. yüzyılda panaroma izleyiciye, içeriğin görülebilmesi için, ziyaret edilmesi mecburi olan bir sergi alanında, tekil, izleyiciyi çevreleyen bir deneyim sunar. Bugün AG panaromaları izleyiciyi çevreleyen bir deneyim yerine melez bir görsel deneyime davet eder. Sesten videoya kadar çoklu panaromalar birbirleriyle ilşkilendirilebilir. AG panaromalar, diğer pek çok mobil uygulama gibi, tasarım uzayını görüş, duyuş, dokunuş ve içgörülerin birlikteliği ile tanımlamaktadırlar. Bu birliktelik tasarım estetiği konusunda zengin ve keşfedilmemiş bir alan sunar (Bolter vd., 2013). Teknolojinin ilerlemesi, yeni bilgisayar formatları, küçültülen veri boyutları, vb. pek çok bileşen bir araya geldiğinde gerçekle ayırt edilemeyecek kalitede görseller AG ekranlarında kullanıcı ile buluşabileceklerdir.

5.1 VARSAYIMLAR

İnsan unsuru kişisel ve sosyal unsurlar olarak ikiye ayrılabilir. Kişisel unsurlar da anatomik ve psikolojik bölümler, algısal ve bilişsel bölümler ve etkinlik olarak

üçe ayrılabilir. Örneğin Sinclair ve Martinez, kendini yaş gruplarına göre (çocuk ya da yetişkin) uyarlayan bir müze rehberi geliştirmişlerdir. Uygulama kullanıcını türüne göre ekran bilgilendirmelerinin miktarını azaltır (çocuk) ya da arttırır (yetişkin). Sistem yetişkinlerin daha fazla detayı tercih edeceklerini varsayar (Grubert, 2015). Grafik tasarımla ilgili her çalışmada sunulacak içerik ile o içeriğin ulaşacağı hedef kitleyi doğru belirlemek, yapılacak tasarımın da doğru olması açısından önemlidir. Icograda 2011 yılı tasarım eğitimi manifestosunda tasarım eğitiminde artık disiplinler arası geçirgenlikler olduğundan bahseder (Icograda, 2011) Bu bağlamda mobil dünyada uygulama tasarımcısı artık sadece bir arayüz oluşturmaktan değil kullanıcı deneyiminden de (UX) sorumlu olmak, içerik, bağlam ve teknik kısıtları da düşünerek bir bütün ortaya koymak zorundadır.

Hedef kitle içeriğe göre oluşur. İçerik kendi değerlerini ortaya koyabildiği oranda hedef kitlesini genişletir. İçeriğin kendi değerini ortaya koyma becerisi mobil dünyada içerikle ve kullanıcı deneyimi konusunda doğru bağlamsal farkındalıkları yaratabilmesi ile ilgilidir. Mobil dünya, her zaman ve her yerde olma becerisi sebebiyle bağlamlar ile anlam kazanan bir yapıdır. Hong vd. kullanıcı temelli yapıyı kim, ne zaman, nerede, ne, nasıl ve neden (5N1K) olmak üzere altı temel bağlama göre şekillendirir. Ayrıca Hong vd. bağlam yapısını ön bağlam (kaba algılayıcı çözümlemesi), geçişli (entegre) bağlam (algılayıcı etkisiyle tanımlanan özellikler) ve nihai bağlam (bilgilerin uygulama tarafından işlendiği, kullanıcı isteklerinin değerlendirildiği) olarak üçe ayırır (Aktaran Grubert, 2015). Daima bir mekan içinde yer alan insan için de mekan türü ve kullanım şekli arayüzün oluşumunda en önemli etkenlerden biri olacaktır. Mekanların anlamı yoktur, kullanımı vardır. Mekanlara yüklenen anlam daha önceki kişisel ya da tarihsel kullanımlarından gelir. Sokakta yürüyen bir insan ile müze ortamında gezinen bir ziyaretçi için mekanın bağlamsal farkındalığı ve bu bağlam farkının mobil uygulama arayüzüne yansıması farklı olacaktır. Sokak gibi genel kullanım alanı olan bir ortamda alt bağlamlar çok daha geniş bir yelpazede olacağı için bir mobil uygulamanın cevap vermek zorunda kalacağı istekler, bir müze ortamına göre çok daha geniş olacaktır. Örneğin bir sokakta AG uygulaması kullanan bir kullanıcıya sunulan içerik , türüne göre (yeme-içme,

alışveriş, kültür, vb.) algılanmasının kolay olması için farklı renk kodları ile aktarılırken bir müze ortamında bu kodlama o kadar gerekli olmayabilir. Ya da sokakta tempolu bir yürüyüş esnasında kullanılan bir mobil uygulamanın arayüz öğelerini daha büyük kullanmak gerekebilirken müze içindeki rahat gezinimde bu öğeler küçültülebilir ve içeriğe daha fazla yer bırakılabilir.

Mobil cihazlardaki mikro dünya içinde yer alan mobil benzetimler (simülasyonlar) ile farklı katılımcı rolleri üstlenerek öğrenme ve gerçek dünyada insanlarla etkileşime geçmek kavramsal bilginin anlaşılmasını kuvvetlendirir (Page, 2014). Mobil AG önceki mecra ve mecra biçimleri ile ilintilidir. AG'nin öncülleri yanı sıra konumunu anlamak bu yeni biçim üzerine daha etkin tasarımların oluşturulmasına yardımcı olacaktır (Bolter vd., 2013). Kullanıcının hareketlerine daha iyi uyum sağlayan AG sistemleri çalışmaları konusunda geniş bir potansiyel olduğu görülmektedir. Örneğin arayüz öğeleri kullanıcının hareketine göre (kullanıcının hareket hızına göre büyüklüğü ayarlanan etiketler) uyarlanabilir (Grubert, 2015).

Gelişmekte olan bir başka donanım (ve akabinde yazılım) teknolojisi de giderek çeşitlenmekte olan giyilebilir mobil cihazlar teknolojisidir. Google Glass gibi ürünler beklenen çıkışı yakalayamamış olsalar da giderek hafifleyen, küçülen, hatta vücuda monte edilen (lens gibi) mobil donanımlardan, en azından test aşamasında olan sürümlerinden, bahsedilmeye başlanmıştır. Olası en ileri seviye olarak kabul edilebilecek birer 'mobil' lensin insan hayatına dahil olması ile AG gibi teknolojiler artık her zaman kullanıcısının yanında yer alabilecek, gerçek 3B (stereo) teknolojiler olacaklardır. Burada teknolojinin geleceği en ileri nokta insan fizyolojisinin sınırları kabul edilecektir. Teorik olarak milyonlarca renk desteği olan hassaslıkta görseller üretilebilecek iken insan retinasının sınırı olan 16.7 milyon rengin ötesi bir şey ifade etmeyecektir. Aynı durum duyma, tatma, dokunma gibi diğer duyu organları için de geçerli olacaktır. Her ne kadar bu kadar ileri bir becerinin bu kadar küçük bir donanım ile insan vücuduna sabitlenmesine biraz daha zaman var gibi gözükse de, AG teknolojisinde atılan her adım kendi parasal kaynağını ve akabinde AR-GE çalışmasını hızlanarak peşinden sürüklemektedir.

Artırılmış gerçeklik, sahip olduğu altyapı gereklilikleri sebebiyle yoğun emek gerektiren, yüksek bütçeli bir uygulama alanıdır. Bu yüksek bütçenin karşılanması, tabanına ulaşan bir oluşumlar sayesinde mümkün olabilecektir. 2016 sonu itibarı ile 40 milyar dolarlık bir hacme ulaşan mobil oyun sektörü AG disiplinin gelişeceği sektörlerden biri olarak öngörülebilir (Haber Türk, 2017). Geniş kitlelere ulaşmaya çalışan ve bu geniş kitlelerden beslenen sektörler rekabetin gerektirdiği yenilikçi yaklaşım ve tabandan aldıkları motivasyonla AG disiplinini ileri taşıyacak maddi altyapıyı ortaya koyacaklardır. Dolayısı ile AG teknolojisinin öncelikle eğlence ve oyun sektörlerinde ilerleyeceğini söylemek çok gerçek dışı sayılmaz. Bu sektörler dışında dünya genelinde en büyük sektörlerden ikisi olan eğitim ve sağlık sektörleri, gerek tüzel, gerekse kamusal maddi desteklerle kendi altyapısını oluşturacak ilerlemeyi kaydedecektir (Gaudiosi, 2015).

AG teknolojisinin çok daha hızla yayılmasını sağlayacak bir diğer önemli unsur mobil cihaz ağ tarayıcılarının AG desteği vermeleridir. Üç boyutlu ağ sitesi geliştirilmekte olan bir alandır. Güncel ve ücretsiz tarayıcıların WebGL, X3D, VRML gibi yazılım altyapılarına destek vermeye başlamış olmaları (Andersson ve Göransson, 2012), Web3D.org gibi birliklerin kurulması ve üç boyutlu ağ yapısının esaslarını belirleyecek olmaları (Web3D Consortium) bir uygulamaya ihtiyaç duymadan tarayıcı içinden AG içeriklerinin sunulmasına kapı aralayacaktır.

5.2 ÖNERİLER

Chang vd.'e göre AG sistem tasarımı sürecinde eser algılama hassasiyeti iyi yönetilmeli, arayüz tasarımları geliştirilmeli, açıklamaların miktarı ve uzunlukları arttırılmalıdır. Etkinlik düzenlemelerinde, ziyaret zamanı ve ziyaretçi sayısı kontrol altında tutulmalı, taşınan cihazlar basitleştirilmeli ve daha kolay taşınabilir olmalıdır (Chang vd., 2014)

Yenimedya dünyasındaki jargonda 'içerik kraldır' denmektedir. Yaklaşık on yıllık akıllı telefon ve tablet teknolojisi tarihinde web siteleri ve mobil uygulamalar, arayüz öğelerinin giderek sadeleştiği, içerikten rol çalacak her unsurun ortadan kaldırıldığı bir tasarım anlayışına doğru evrilmişlerdir. Artırılmış gerçeklik ise

anlık gerçek zamanlı görsellerle içeriğin gerçek anlamda ‘kral’ olduğu bir disiplindir. Dolayısı ile arayüzün içerikten hiç bir şekilde rol çalmayan bir sadelikte işlevlerini yerine getirmesi önemlidir. Cihazı ve kullanıcıyı yormayacak, ulaşılmak istenen içeriğe en fazla bir kaç adımda ulaşılabilen bir uygulama yapılandırması ile arayüz tasarımı ekranın içinde en az şekilde yer kaplayacağından içeriğin en yüksek oranda ön planda olmasını sağlayacaktır.

İçerik ve sıralaması konusunda tutumlu davranmak ve uygulamanın öncelikli amaçlarına hizmet edecek ikincil içeriklerden gerekirse feragat ederek başat içeriklerin ön plana çıkmasını sağlamak da uygulamayı basit tutmak konusunda projeyi bir adım öne taşıyacaktır. Hedef kitlenin yaş, eğitim seviyesi, cinsiyet gibi özellikleri de kullanıcının uygulamayı benimsemesinde önemli bir unsur olarak düşünülebilir. Örneğin ilkokul çağında çocuklara, eğitimlerine destek amaçlı yapılan bir müze uygulaması, çocukların boy ortalamasından, ortalama konsantrasyon sürelerine, ekrandaki öğe sayısından içeriğin yoğunluğuna (çokluğuna) kadar pek çok unsur, hedef kitlenin yapısı dikkate alınarak kurgulanmalıdır. Bu sayede zorluklarla dolu bu disiplinin uygulamaları amaçlarına daha iyi hizmet edebileceklerdir.

Mobil ekosistem konusunda reçeteler ve çözümler belli bir noktaya gelmişken AG konusunda aynı şey söylemek çok da mümkün değildir henüz. AG konusunda bilinmezlerden oluşan bu büyük yumağı çözmenin yolu kuşkusuz bu konuya özelleşmiş eğitim yaklaşımlarından geçmektedir. Güzel sanatlar ve iletişim fakültelerinin ilgili bölümlerinde, bilgisayar teknolojileri konusunda eğitim veren bölüm ve/veya fakülteler ile dirsek temasında olan, derslerin konulması bu eksikliğin giderilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. Altyapı ile ilgili (gerek donanım, gerekse yazılım) çalışmaların en uç noktası olan grafik tasarım süreci daha iyi çözümlenerek kullanıcıya daha doğru ve estetik uygulamaların ulaştırılmasında bu sayede daha hızlı yol alınmış olunacaktır.

Bu eğitim sürecinin müzeler ile dirsek temasında sürdürülmesi ise gerek müze yönetimlerinin bu konu ile ilgili farkındalıklarının artmasına, gerekse müzelerde sunulan içeriğin farklı bir boyutunun ziyaretçilere sunulmasına imkan tanıyacaktır.

5.3 SONUÇ

Pek çok AG arayüzü, sayısal ve gerçek nesneler arasındaki uzamsal ilişki, gerçek nesneler ve sayısal bilgilendirme ilişkisi gibi mücadele alanlarında yeterince uyumlu bir arayüz yapısına sahip değildir ve gerçek mekandaki nesnelerin ne kadar uzak oldukları ile ilgilenmeden bilgilendirme sağlamaya çalışmaktadırlar. Yalnızca pek az AG uygulamasında mobil bağlam ve arayüz tasarımında doğru konumlandırma yaklaşımı mevcuttur. Ancak henüz esnek (adaptive) AG tasarımı konusunda reçete haline gelmiş tanımlamalar oluşturulmamıştır (Seichter vd., 2013). Web teknolojilerinde olduğu üzere AG teknolojileri de donanım ve yazılım olarak ilerlediği gibi yaklaşım olarak da ilerleyecektir. Güçlenen donanım ve yazılım kaynakları, ortama, kişiye ve bağlama göre kendini uyarlayan AG sistemleri ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Bu noktada yaş, cinsiyet, bulunulan mekan, günü saati gibi unsurlar AG altyapısında tanımlı olacağından kullanıcının karşısına doğru zaman ve mekan bilgileri ile içerik getirilebilecektir.

Chang vd'nin oluşturduğu resim sergisi AG uygulamasında toplanan veriler, AG uygulamalarının sanat eseri izleme ve öğrenim becerisinde olumlu bir katkı sağladığını ve ilerleyen yıllarda müzelerde göz ardı edilemeyecek bir rehber araç olacağını göstermiştir (Chang vd., 2014). Gerekli sadeleştirmelerin sağlandığı, kullanıcı ile eser arasına girip rol çalmayan rafinelikte AG uygulamaları/arayüzleri hayata geçirildiğinde bir müzede eser takibi, eserin gözlemlenmesi esnasında pek çok ek bilgiyi de kullanıcıya aktararak öğrenimin daha ileri seviyelere taşınmasını sağlayacaktır. Bu sayede eser başında geçirilen zaman başka mekandaki ek kaynaklara/bilgilendirmelere başvurma zorunluluğu olmadan daha rafine bir şekilde harcanacaktır. Dolayısı ile ziyaret süresince edinilen kazanımlar artacaktır.

Felsefe ve sanat tarihi boyunca geliştirilen bir estetik tanımı olmuştur. Ancak son dönemlerde tasarım ve HCI alanlarında etki ve duygu üzerine araştırmalar dikkate değer şekilde artmaktadır. Bunların içinde Don Norman'ın 'Duygu ve Tasarım' isimli çalışması çekici ya da güzel bir şeyin estetik olarak duygusal tepkilerine odaklanır (Bolter vd., 2013). Norman'a göre duygu ve duyum

anlayışımızdaki ilerlemeler, tasarım bilimi için imalar taşır. Etkileşim, bilimin çalışma parametrelerini değiştirir: olumlu etki, yaratıcı, geniş kapsamlı ilk düşünceyi geliştirirken, olumsuz etki, bilinci yoğunlaştırır, derinlik ilk işlemeyi geliştirir ve dikkat dağıtıcı unsurları en aza indirir. Bu nedenle, stres altındaki kullanım için tasarlanan ürünlerin insan odaklı tasarımı takip etmesi esastır çünkü stres, insanları zorluklarla baş etmek için daha az becerikli kılar ve problem çözme yaklaşımında daha az esnektir. Olumlu etki, insanları küçük güçlüklere karşı daha hoşgörülü yapar ve çözüm bulmada daha esnek ve yaratıcı olur. Daha rahat, keyifli vakitler için tasarlanmış ürünler hoş ve estetik bir tasarımla kullanılabilirliklerini artırabilir. Estetiğin dikkate aldığı şey ise: çekici şeylerin daha iyi çalıştığı düşüncesidir (Norman, 2002). Norman işlevsellikle sonuç arasındaki bağıntıyı estetik üzerinden kurarken grafik tasarımda bu yaklaşımın artık doğruluk ve sadelik üzerinden kurulması gerekmektedir. Bir çay demleyen kişi suyun kaynar derecede olmasında çekinirken demlik tasarımının doğru tasarlanması ile kaynar su riskinin kendisinden daha uzak olduğunu düşünebilir. Aynı zamanda masada estetik olarak duran bir demlik gerek sosyal durum gerekse genel insani yönelim olarak içilen çayın keyfini olumlu yönde etkileyebilir. AG arayüzlerinde ise kamera görselinden devamlı olarak aktarılan bir görüntü bombardımanı olduğundan asıl içerik olan bu görüntüler üzerine binebilecek görsellerin görüntüden rol çalmayacak sadelikte ve kişiye istediği bilgiyi sağlayabilecek doygunlukta ayarlanması gerekmektedir. Çünkü kameradan ekrana yansıyan görselin eksilmesi demek içeriğe ulaşmaya çalışan kullanıcıya içerik konusunda bir ket vurmak anlamına gelmektedir. AG tasarım yaklaşımlarının olgunlaşması ile arayüz tasarımları kendi görsellerinden giderek daha çok uzaklaşacak, tıpkı işletim sistemi özellikleri olan ekranın aşağısı veya yukarısı ya da hamburger menü gibi bir takım alt başlıklar içerdiği öğrenilmiş unsurlar arayüz esasları haline gelecektir. Bu noktada ekranın kenarları, köşeleri ya da ortası, kaydırma, dokunma ya da basılı tutma hareketine göre farklı tepkiler vererek kullanıcıya ulaşmak istediği ek içeriği sağlayacaktır. Bundan yola çıkarak akıllı telefonlarda arayüz kavramının ‘yokluk’ üzerine kurgulanacağı, daha ileri mobil ortamlarda (giyilebilir mobil cihazlar) ise arayüz unsurunun daha çok yazı ile vücut hareketleri ve zihinsel etkileşim üzerine kurgulanacağı öngörülebilir. Zira giyilebilir mobil cihazlarda (örn. kontak lens)

artık insanın algı alanı yaklaşık 5 inçlik mobil cihaz ekranları değil tam bir göz açıklığı kadar olacaktır. Bu kadar geniş bir algı alanına sığamayan bir grafik öğe yok sayılabilir. Çünkü insanın algı alanını dışında kalmaktadır.

KAYNAKÇA

Akamai. (2016). Akamai's [state of the internet] Q3 2016 report. In D. Belson (Ed.). ABD.

Alkhamisi, A. O. ve Monowar, M. M. (2013). Rise of Augmented Reality: Current and Future Application Areas. *International Journal of Internet and Distributed Systems*, 25-34.

Andersson, S. ve Göransson, J. (2012). *Virtual Texturing with WebGL.* (Master Tezi), Chalmers University of Technology, Sweden.

Antoniac, P. (2005). *Augmented Reality Based User Interface for Mobile Applications and Services.* (Doktora Tezi Doctoral Dissertation), Oulu Üniversitesi.

Asghar, T. ve Nauman, A. A. (2010). *Augmented Reality in Museum Environments.* (Master Tezi), Lund Üniversitesi, Lund.

Atasoy, S. (1999). *Müzecilikten Yansımalar* (Vol. 1). İstanbul: Anka Yayınları.

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Teleoperators and Virtual Environments 6,*.

Bilgin, T. (2006). Fırtına Tanrısı Heykeli. *Hitit Anıtları.* Erişim: 12 Ocak 2016, Ağ Linki: https://http://www.hittitemonuments.com/karkamis/kargamis11-t.htm

Bolter, J., Engberg, M. ve MacIntyre, B. (2013, Ocak-Şubat 2013). Media Studies, Mobile Augmented Reality, and Interaction Design. *Interactions, 20,* 9.

Carmigniani, J. ve Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. In B. Furht (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 3-46). Londra: Springer Science+Business Media.

Carpenter, T. K. (2009, 18 Kasım 2009). Interactive Entertainment using Augmented Reality. Erişim: 25 Nisan 2017, Ağ Linki: http://thomaskcarpenter.com/2009/11/18/interactive-entertainment-using-augmented-reality/

Chaffey, D. (2017, 01.03.2017). Mobile Marketing Statistics compilation. Erişim: 19 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.smartinsights.com/mobile-marketing/mobile-marketing-analytics/mobile-marketing-statistics/

Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L. ve Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education, 71*, 12.

comScore. (2004). MEDIA ADVISORY: comScore Releases National Average Download Speed Ratings Across Leading Internet Connection Types. Erişim: 05 Mayıs 2017, Ağ Linki: https://http://www.comscore.com/Insights/Press-Releases/2004/04/National-Average-Download-Speeds

Curtis, S. (2014). Quarter of the world will be using smartphones in 2016. *The Telegraph*. Ağ Linki http://www.telegraph.co.uk/technology/mobile-phones/11287659/Quarter-of-the-world-will-be-using-smartphones-in-2016.html

Dähne, P. ve Karigiannis, J. N. (2002). *Archeoguide: System Architecture of a Mobile Outdoor Augmented Reality System.* Bildir yapılan konferans International Symposium on Mixed and Augmented Reality.

Damala, A., Marchal, I. ve Houlier, P. (2007, 1-6 Ekim 2007). *Merging Augmented Reality Based Features in Mobile Multimedia Museum Guides.* Bildir yapılan konferans XXI International CIPA Symposium, Atina.

Econocom Design. (2013). Real And Virtual In The Entertainment Industry. Erişim: 3 Mart 2017, Ağ Linki: http://blog.econocom.com/en/blog/real-and-virtual-in-the-entertainment-industry

Ferreira, P. ve Boavida, F. (2011). Network Middleware for Large Scale Mobile and Pervasive Augmented Reality Games. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 541-587). Londra: Springer Science+Business Media.

Gaudiosi, J. (2015). How augmented reality and virtual reality will generate $150 billion in revenue by 2020. Erişim: 22 Nisan 2017, Ağ Linki: http://fortune.com/2015/04/25/augmented-reality-virtual-reality/

Geiger, P., Schickler, M., Pryss, R., Schobel, J. ve Reichert, M. (2014). *Location-based Mobile Augmented Reality Applications: Challenges, Examples, Lessons Learned*. Paper presented at the 10th Int'l Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2014), Barcelona.

Gong, J. ve Tarasewich, P. (2004). *Guidelines for Handheld Mobile Device Interface Design.* Bildir yapılan konferans DSI Annual Meeting, Boston.

Grubert, J. (2015). *Mobile Augmented Reality for Information Surfaces.* (Doktora Tezi), Graz Teknoloji Üniversitesi, Graz.

GSM Arena. Nokia 7650. Erişim: 05 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.gsmarena.com/nokia_7650-288.php

GSM Arena. Samsung Galaxy S8. Erişim: 05 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.gsmarena.com/compare.php3

Haber Türk. (2017). Dünya mobil oyun pazarı 41 milyar dolara ulaştı. *HT Teknoloji.* Erişim: 17 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.haberturk.com/ekonomi/teknoloji/haber/1460784-dunya-mobil-oyun-pazari-41-milyar-dolara-ulasti

Henrysson, A. ve Ollila, M. (2004, 27 Ekim 2004). *UMAR Ubiquitous Mobile Augmented Reality.* Bildir yapılan konferans MUM '04 Mobile and Ubiquitous Multimedia

Hirakawa, M., Asai, S. n., Sakata, K., Kanagu, S., Sota, Y. ve Koyama, K. (2011). Enhancing Interactivity in Handheld AR Environments. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 273-288). Londra: Springer Science+Business Media.

Hirsen, J. (2015). The Future of Entertainment: Augmented Reality. Erişim: 25 Haziran 2015, Ağ Linki: http://www.newsmax.com/Hirsen/Future-Entertainment-Augmented-Reality/2015/03/23/id/631923/

Hua, H., Brown, L. D. ve Zhang, R. (2011). Head-Mounted Projection Display Technology and Applications. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 123-155). Londra: Springer Science+Business Media.

Huang, Y., Jiang, Z., Liu, Y. ve Wang, Y. (2011). Augmented Reality in Exhibition and Entertainment for the Public. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 707-720). Londra: Springer Science+Business Media.

Hughes, C. E., Smith, E., Stapleton, C. ve Hughes, D. E. (2004, 22-24 Kasım 2004). *Augmenting Museum Experiences with Mixed Reality.* Bildir yapılan konferans Knowledge Sharing and Collaborative Engineering, St. Thomas, US Virgin Islands.

Hugues, O., Cieutat, J.-M. ve Guitton, P. (2011). GIS and Augmented Reality: State of the Art and Issues. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 721-740). Londra: Springer Science+Business Media,.

Icograda. (2011). *Icograda Design Education Manifesto 2011* (A. G. Bennett ve O. Vulpinari Eds.). Taipei.

intel.com. (2016). Tutkunu Olduğunuz Oyunların Arka Planındaki 10 Önemli Oyun Motoru! Erişim: 18 Mayıs 2017, Ağ Linki: https://iq.intel.com.tr/tutkunu-oldugunuz-oyunlarin-arka-planindaki-10-onemli-oyun-motoru/

Jackson, T., Angermann, F. ve Meier, P. (2011). Survey of Use Cases for Mobile Augmented Reality Browsers. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 409-431). Londra: Springer Science+Business Media.

Juan, M. C. ve Beatrice, F. (2011). Augmented Reality Applied To Edutainment. In B. Furth (Ed.), *Handbook of Augmented Reality* (pp. 501-512). Londra: Springer Science+Business Media.

Karatay, A. (2015). *Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Müze İçi Eser Bilgilendirme ve Tanıtımlarının Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Yordamıyla Yapılması.* (Master Tezi), Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.

Keleş, V. (2003). Modern Müzecilik ve Türk Müzeciliği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1-2*.

Kiyokawa, K. (2016). Head-Mounted Display Technologies for Augmented Reality. In W. Barfield (Ed.), *Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality* (2 ed., Vol. 25, pp. 59-81). New York: CRC Press.

Kjeldskov, J. (2003). Lessons From Being There: Interface Design for Mobile Augmented Reality. In L. Q. Peter Andersen (Ed.), *Virtual Applications* (pp. 159-188). Londra: Springer London.

Kourouthanassis, P. E., Boletsis, C. ve Lekakos, G. (2015). Demystifying the Design of Mobile Augmented Reality Applications. *Multimedia Tools and Applications, 74*(3), 21. doi: 10.1007/s11042-013-1710-7

Krevelen, R. V. ve Poelman, R. (2010). A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality, 9*, 20.

Lee, D.-H. ve Park, J. (2007, 10-12 Aralık 2007). *Augmented Reality Based Museum Guidance System for Selective Viewings.* Bildir yapılan konferans Second Workshop on Digital Media and its Application in Museum & Heritage, Chongqing, China.

Microsoft. Microsoft HoloLens Erişim: 12 Temmuz 2015, Ağ Linki: https://http://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us

Nedir.com. Erişim: 16 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.nedir.com/sdk - ixzz4hSbpfcbQ

NetmarketShare. (2017). Mobile/Tablet Operating System Market Share. Erişim: 22 Mayıs 2017, Ağ Linki: https://http://www.netmarketshare.com/operating-system-market-share.aspx?qprid=8&qpcustomd=1

Noh, Z., Sunar, M. S. ve Pan, Z. (2009). A Review on Augmented Reality for Virtual Heritage System. In R. K. Maiga Chang, Kinshuk, Gwo-Dong Chen, Michitaka Hirose (Ed.), *Learning by Playing. Game-based Education System Design and Development* (Vol. 5670, pp. 50-61). Berlin Heidelberg: Springer.

Norman, D. A. (2002). Emotion & design: attractive things work better. *Interactions, 9*(4), 6. doi: 10.1145/543434.543435

Page, T. (2014). Application-based mobile devices in design education. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 17. doi: 10.1504/IJMLO.2014.062347

Papagiannakis, G., Singh, G. ve Magnenat-Thalmann, N. (2008). A Survey of Mobile and Wireless Technologies for Augmented Reality Systems. *Computer Animation & Virtual Worlds, 19*(1), 19. doi: 10.1002/cav.v19:1

Pepper Square. Mobile application development workflow. Erişim: 22 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.peppersquare.com/our-approach/process/mobile-application-development-workflow.php

Piekarski, W. ve Thomas, B. (2002). The Outdoor Augmented Reality Gaming System. *Communication of the ACM, 45*(1), 3. doi: 10.1145/502269.502291

Seichter, H., Grubert, J. ve Langlotz, T. (2013, 27-30 Ağustos 2013). *Designing Mobile Augmented Reality.* Bildir yapılan konferans MobileHCI '13, Münih.

SocialCompare. (2017). Augmented Reality SDK Comparison. Erişim: 15 Haziran 2016, Ağ Linki: http://socialcompare.com/en/comparison/augmented-reality-sdks

The British Museum. Basalt Lion Head. Erişim: 14 Ocak 2017, Ağ Linki: http://culturalinstitute.britishmuseum.org/asset-viewer/basalt-lion-head/QQHtX7aemwVHeQ?hl=en

Topaloğlu, C. (2014). Yeni Bir Pazarlama Modeli: Augmented Reality. Erişim: 16 Temmuz 2015, Ağ Linki: https://http://www.linkedin.com/pulse/20141128162658-121751331-yeni-bir-pazarlama-modeli-augmented-reality

Vardar, N. A. (1997). *Müze ve Müzecilik Kültürü.* Bildir yapılan konferans Kuruluşunun 150.Yılında Türk Müzeciliği Sempozyumu III, Bildiriler, Ankara.

Vlahakis, V., Ioannidis, N., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D., . . . Almeida, L. (2002). Archeoguide: An Augmented Reality Guide for Archaeological Sites. *IEEE Computer Graphics and Applications, 22*(5), 8. doi: 10.1109/MCG.2002.1028726

Web3D Consortium. About Web3D Consortium. Erişim: 19 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.web3d.org/about

White, M., Petridis, P., Liarokapis, F. ve Plecinckx, D. (2007). Multimodal Mixed Reality Interfaces for Visualizing Digital Heritage. *International Journal of Architectural Computing (IJAC) in Cultural Heritage, 5*(2), 16. doi: 10.1260/1478-0771.5.2.322

Wikipedia (a) t.y. Yazılım Geliştirme Kiti. Erişim: 18 Mayıs 2017, Ağ Linki: https://tr.wikipedia.org/wiki/Yazılım_geliştirme_kiti

Wikipedia (b). (2011). Roboto. Erişim: 15 Mayıs 2017, Ağ Linki: https://tr.wikipedia.org/wiki/Roboto

Wills, E. 9 Golden Rules to Effective Android Application Development. Erişim: 22 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.selfgrowth.com/articles/9-golden-rules-to-effective-android-application-development

Woods, E., Billinghurst, M., Aldridge, G. ve Garrie, B. (2004, 15 Haziran 2004). *Augmenting the Science Centre and Museum Experience.* Bildir yapılan konferans 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia, Yeni Zelanda.

Yazılım Her Yerde. Dünya'daki En Pahalı Oyun Motorları. Erişim: 18 Mayıs 2017, Ağ Linki: http://www.yazilimheryerde.com/2014/05/dunyadaki-en-pahal-oyun-motorlar.html

Ek 1 SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu

	Tür	iOS	Unity (3D)	İşaret	Doğal Özellik	Windows Mobile	Web	PC/Mac/Linux	3B Nesne Takibi	GPS	IMU Algılayıcı	Görsel Arama	Yüz Takibi	İçerik API
Metaio SDK (now Apple inc)	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓	✓		✓	PC/Mac	✓	✓	✓	✓ Müsteri tabanlı 100+ tekil nesne, bulut tabanlı sürekli görsel arama motoru	✓	✓ OpenGL desteği, dahili 3-D görüntüleme
XZIMG Augmented Face	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓	✓		✓ HTML5	Unity aracılığı ile ya da yerel					✓	✓
XZIMG Augmented Vision	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓	✓		✓ HTML5	Unity / Native	✓ alfa					
ALVAR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği			Takip, çoklu işaretler; 256 olası işaret			✓ Flash, Silverlight							
AndAR	Ücretsiz			✓										
ARcrowd	Ücretsiz	- HTML5 Tarayıcı	×	✓ Siyah / Beyaz	✓	HTML5 Tarayıcı	✓ HTML5 Tarayıcı			×	×	×		
ARLab	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓		✓ QR code						✓	✓	✓ havuzda bulunan 50-60 görsel için binlerce görsel desteği	✓	
ARmedia	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓	✓	- Soon	✓	ARmedia PC/Mac ve Linux desteği	✓	✓	✓		×	
ARMES	Sadece Ticari SDK			✓	✓			PC						
ARPA	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓		✓			Unity eklentisi aracılığı ile		✓			✓ Yakında	
ARToolkit	Açık Kaynak	✓	✓	✓ Temel	✓	✓		PC/Mac/Linux	×					
ArUco	Açık Kaynak			✓										
Augmented Pixels	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓		✓										
Aurasma	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓			✓							✓		
Awila	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	Geliştirme aşamasında								✓				✓
BazAR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği				✓									

Tablo 8-a, SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu (SocialCompare, 2017).

	Tür	iOS	Unity (3D)	İşaret	Doğal Özellik	Windows Mobile	Web	PC/Mac/Linux	3B Nesne Takibi	GPS	IMU Algılayıcı	Görsel Arama	Yüz Takibi	İçerik API
Beyond Reality Face	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓ Adobe AIR (ANE) üzerinden					✓ Flash-tabanlı ve HTML5/JS	PC/Mac Adobe AIR üzerinden					✓	
BeyondAR	Açık Kaynak	×			✓					✓	✓			
Catchoom	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓ İşaretsiz	✓		✓	PC/Mac/Linux				✓ Bulut ve cihaz üzerindeki yüzlerce görselden oluşan geniş kütüphane desteği (çevrim dışı çalışma)		✓
Cortexia		✓				✓						✓		
D'Fusion	Sadece ticari SDK	✓	✓	✓	✓		✓ Flash			✓	✓	✓	✓	
Designers ARToolkit (DART)	Ücretsiz			✓										✓
DroidAR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği			✓	✓				✓	✓	✓	opencv üzerinden eklenebilir	×	✓ OpenGL veya jMonkey Motoru
flare*	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği			✓	✓									
FLARToolkit	Açık Kaynak			✓			✓							
Goblin XNA	Açık Kaynak	×		✓		✓								✓
Google Goggles		✓										✓		
HoloBuilder	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓ Yerel Unity uygulaması	✓	✓ QR code	✓	✓	✓ (HTML 5 tarayıcı)	PC/Mac/Linux (HTML 5 tarayıcı)	✓	✓	✓	✓	×	✓
HOPPALA	Ücretsiz													✓
idee												✓		
IN2AR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓ via Adobe ANE	✓		✓		✓ Flash-tabanlı, Unity3D	PC/Mac Adobe AIR üzerinden						
instantreality	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği												✓	
Koozyt	Sadece ticari SDK	✓		✓										
LibreGeoSocial	Açık Kaynak									✓	✓			
LinceoVR	Sadece ticari SDK				✓									✓
linkme														
Luxand FaceSDK	Sadece ticari SDK												✓ Yüz tanıma	

Tablo 8-b, SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu (SocialCompare, 2017).

	Tür	iOS	Unity (3D)	İşaret	Doğal Özellik	Windows Mobile	Web	PC/Mac/Linux	3B Nesne Takibi	GPS	IMU Algılayıcı	Görsel Arama	Yüz Takibi	İçerik API
MAXST AR SDK 2.0	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓		✓			PC/Mac						
Microsoft Read/Write World											✓	✓		
Minerva	Açık Kaynak			✓										✓
mixare	Açık Kaynak	✓								✓				
Morgan														
MXR Toolkit	Açık Kaynak			✓				PC						
NyARToolkit	Açık Kaynak		✓	✓				PC						
Obvious Engine	Sadece ticari SDK	✓	✓		✓									
omniar.com	Sadece ticari SDK											✓		
osgART	Açık Kaynak			✓	✓									✓
PanicAR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓								✓	✓			
PRAugmentedReality	Açık Kaynak	✓				×	×							
PTAM	Diğer							PC						
Kudan AR Engine	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓ With SLAM	✓	✓	✓	×	Çapraz platform geliştirme Unity3D	✓ SLAM	✓	✓	✓ Sınırsız yerel görsel arama (ağ bağlantısı gerektirmez)	FT/FR eklentileri ile genişletilebilir	
Vuforia	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓ İleri Seviye + VUMark	✓	✓ Vuforia artık Windows uygulaması ve MS Hololens için kullanılabilir	×		✓Sadece küp ve silindirlerde ve küçük boyutlu 3B nesneler üzerinde	✓	✓	✓	×	✓ Vuforia bulut ile
Robocortex	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓	✓	✓		PC/Mac/Linux	×		✓	✓		
SLARToolkit	Açık Kaynak	×		✓		✓								
snaptell		✓										✓		
SSTT	Diğer	✓		✓	✓	✓								
String	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓	✓										
Studierstube	Açık Kaynak													✓
Studierstube Tracker		✓		✓	✓	✓								
UART	Açık Kaynak	✓		✓										
Viewdle	Sadece ticari SDK	✓											✓	
Wikitude	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓	✓ 3B Takip Dahil	✓ İleri Seviye	✓	✓			✓ Beta	✓	✓	✓ Bulut tanıma ve çevrimdışı (cihaz üzerinde)	Yüz tanıma	✓ Wikitude Stüdyo ve Bulut Tanıma ile

Tablo 8-c, SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu (SocialCompare, 2017).

	Tür	iOS	Unity (3D)	İşaret	Doğal Özellik	Windows Mobile	Web	PC/Mac/Linux	3B Nesne Takibi	GPS	IMU Algılayıcı	Görsel Arama	Yüz Takibi	İçerik API
Win AR	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği				✓									✓
windage	Diğer			✓	✓									
Xloudia	Sadece ticari SDK	✓	✓	✓ İşaretsiz	✓	✓	✓	PC/Mac/Linux via Unity3D	✓	✓ Seçenek olarak	✓ Seçenek olarak	✓	✓ fakat mobil için değil	✓ REST
xpose visual search	Sadece ticari SDK	✓				✓						✓		✓ rweb sitesi veya API üzerinden
yvision	Ücretsiz + Ticari SDK seçeneği	✓		✓		✓								✓
Zenitum Feature Tracker	Sadece ticari SDK	✓		✓	✓					✓				
ARLab														

Tablo 8-d, SDK (Software Development Kit) karşılaştırma tablosu (SocialCompare, 2017).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özgür Alican

Doğum Yeri ve Tarihi : Ankara, 1974

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : H.Ü. G.S.F. Grafik Anasanat Dalı

Yüksek Lisans Öğrenimi : H.Ü. G.S.F. Grafik Anasanat Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri :

İş Deneyimi

Stajlar : Reklam Ajansları

Projeler : TRT Ulusal Kanal Siteleri

Ulusal Lansman Kampanyaları

Yerel Lansman Kampanyaları

Çalıştığı Kurumlar : TRT, Dörtgöz Tasarım Stüdyosu, Baydas Tanıtım, Fil Tanıtım, Dora Reklam, Kano Reklam, Signum TTT

İletişim

E-Posta Adresi : alicanozgur@gmail.com

Tarih : 21/06/2017

ORJİNALLİK RAPORU

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE BİR MOBİL UYGULAMA: ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ÖRNEĞİ

Yazar Özgür Alican

DOSYA	AG_TEZ_2017_HAZIRAN_TIK_SAVUNMA.PDF (36.62M)		
GÖNDERILDIĞI ZAMAN	06-TEM-2017 02:20PM	KELIME SAYISI	22535
GÖNDERIM NUMARASI	829284245	KARAKTER SAYISI	158536

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE BİR MOBİL UYGULAMA: ANADOLU MEDENİYETLERİ MÜZESİ ÖRNEĞİ

ORIJINALLIK RAPORU

%4	%3	%0	%2
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	%1
2	www.yazilimheryerde.com İnternet Kaynağı	<%1
3	sdk.nedir.com İnternet Kaynağı	<%1
4	www.hittitemonuments.com İnternet Kaynağı	<%1
5	tr.wikipedia.org İnternet Kaynağı	<%1
6	aregem.kultur.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
7	lup.lub.lu.se İnternet Kaynağı	<%1
8	Submitted to Dumlupinar University Öğrenci Ödevi	<%1