

**KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK
UYGULAMALARINDA KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI**

SÜMEYYE YOLDAŞ SEZGİN

**IŞIK ÜNİVERSİTESİ
OCAK, 2024**

KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK
UYGULAMALARINDA KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

SÜMEYYE YOLDAŞ SEZGİN

Işık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Görsel İletişim Tasarımı
Yüksek Lisans Programı, 2024

Bu tez, Işık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'ne Yüksek Lisans (MA)
derecesi için sunulmuştur.

IŞIK ÜNİVERSİTESİ
OCAK, 2024

İŞIK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GÖRSEL İLETİŞİM TASARIMI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINDA
KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

SÜMEYYE YOLDAŞ SEZGİN

ONAYLAYANLAR:

Prof. Banu İnanç UYAN DUR Işık Üniversitesi
(Tez Danışmanı)

Doç. Dr. Sibel AVCI TUĞAL Işık Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Yüksel BALABAN İstanbul Üniversitesi

ONAY TARİHİ: 30/01/2024

USER INTERFACE DESIGN IN LOCATION BASED AUGMENTED REALITY APPLICATIONS

ABSTRACT

The Augmented Reality technology integrates the real world with virtual objects to create interactive experiences. The evolution of the internet and technological devices has expanded the usage areas of augmented reality. This technology, used in many fields such as entertainment, education, gaming, marketing, industry, and healthcare, offers innovative and interactive experiences. Augmented reality is classified based on the technologies to be used in its application areas. The location-based augmented reality technology, included in this classification, enables users to interactively experience their surroundings based on their physical location data. Additionally, within the scope of the thesis, detailed explanations of concepts and technologies such as Augmented Reality and Location-Based Augmented Reality have proven effective for understanding the subject. Augmented reality facilitates users in socializing, exploring their environments, and providing guidance by offering information about their locations. In today's world, with the development of location technologies, it has become widespread in various fields such as gaming, marketing, industry, education, tourism, navigation, and military. In created location-based augmented reality applications, user interface design is of great importance for users to have an efficient experience. When designing the user interface for location-based augmented reality applications, it should be simple, functional, and understandable. Additionally, augmented reality interface designs may vary depending on content and location. The aim of this thesis is to examine existing location-based augmented reality technology user interfaces and design an efficient interface tailored to the content. In line with this objective, literature and examples have been reviewed, and a location-based augmented reality application has been created for the Istanbul Painting and Sculpture Museum using the Adobe Aero Geospatial Creator program. The application enriches the museum's architecture and collection with three-dimensional perception and interactive illustrations, enhancing

the interaction between users and the museum while providing information about the museum in the virtual and real worlds.

Keywords: Augmented Reality, Location Based Augmented Reality, Location Based Applications User Interface Design

KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINDA ARAYÜZ TASARIMI

ÖZET

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, gerçek dünyayı sanal nesnelere bütünleştirerek etkileşimli deneyimler oluşturur. İnternetin ve teknolojik cihazların evrimi, artırılmış gerçekliğin kullanım alanlarını genişletmiştir. Eğlence, eğitim, oyun, pazarlama, endüstri, sağlık gibi birçok alanda kullanılan bu teknoloji, yenilikçi ve etkileşimli deneyimler sunmaktadır. Artırılmış gerçeklik, uygulama alanlarında kullanılacak teknolojilere göre sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmada yer alan konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanıcının fiziksel konum verilerine bağlı olarak kullanıcıların etkileşimli bir şekilde çevreyi deneyimlemesini sağlamaktadır. Ayrıca tez kapsamında Artırılmış Gerçeklik, Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik gibi kavram ve teknolojilerin detaylı olarak açıklanması konunun anlaşılması için etkili olmuştur. Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların belirli noktalara giderek sosyalleşmelerini, çevrelerini keşfetmelerini ve yönlendirmelerini kolaylaştırarak, konumlarına dair bilgiler sağlar. Günümüzde konum teknolojilerinin gelişimiyle oyun, pazarlama, endüstri, eğitim, turizm, navigasyon, askeri gibi birçok alanda yaygınlaşmıştır. Oluşturulan konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanıcıların verimli bir deneyim yaşaması için kullanıcı arayüz tasarımı büyük önem taşımaktadır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanıcı arayüzü tasarlanırken basit, işlevsel ve anlaşılır olmalıdır. Ayrıca artırılmış gerçeklik arayüz tasarımları içeriğe ve konuma göre değişkenlik göstermektedir. Bu tezin amacı, mevcut konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanıcı arayüzlerinin incelenmesi ve bu doğrultuda içeriğe uygun, verimli bir arayüz tasarlamaktır. Bu amaç doğrultusunda literatür ve örnekler incelenmiş, İstanbul Resim ve Heykel Müzesi için Adobe Aero Geospatial Creator programında konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması oluşturulmuştur. Uygulama, müze mimarisini ve koleksiyonunu üç boyutlu bir algı ve etkileşimli illüstrasyonlarla zenginleştirerek tasarlanmıştır. Bu tasarım, kullanıcıların müze hakkında bilgilendirilmesini sağlarken, sanal ve gerçek dünya arasındaki etkileşimi güçlendirir.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik,
Konum Tabanlı Uygulamalarda Kullanıcı Arayüzü Tasarımı

TEŞEKKÜR

Çalıőmamda bana öncülük eden, değerli bilgi ve deneyimleriyle ışık tutan ve her zaman motive eden tez danıőmanım Prof. Banu İnanç UYAN DUR'a teőekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca ve en önemlisi bu süreçte beni cesaretlendiren ve her zaman destekleyen annem, babam ve kardeőlerime de teşekkür ederim. Son olarak bu uzun yolculuk boyunca bana gösterdiği sabır ve verdiği destek için değerli eőime teşekkür ederim.

Sümeyye YOLDAŞ SEZGİN

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	i
ABSTRACT	ii
ÖZET.....	iv
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM 1.....	1
1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.....	4
2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ.....	4
2.1 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi	6
2.2. Artırılmış Gerçeklikte Kullanılan Teknolojiler.....	22
2.2.1 Donanım Altyapısı	22
2.2.2 Yazılım Altyapısı	23
2.2.3 Görüntüleme Teknolojileri.....	25
2.2.3.1 Mobil Cihazlar	24
2.2.3.2 Başa Takılan Cihazlar	26
2.2.3.3 Projeksiyon ve Hologram Görüntü Sağlayıcıları.....	27
2.3 Artırılmış Gerçeklik Uygulama Alanları	30
2.3.1 Eğlence ve Oyun Alanlarında Kullanımı	30
2.3.2 Eğitim Alanında Kullanımı	32
2.3.3 Reklamcılık ve Pazarlama Alanında Kullanımı.....	33
2.3.4 Endüstriyel Alanda Kullanımı	36
2.3.5 Askeri Alanda Kullanımı	37
2.3.6 Tıbbi Alanda Kullanımı	38
2.3.7 Turizm ve Kültürel Miras Alanında Kullanımı.....	39

2.3.8 Mimarlık ve Tasarım Alanında Kullanımı.....	41
2.4 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Uygulama Türleri.....	42
2.4.1 İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Marker Based AR)	43
2.4.2 İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik (Markerless AR).....	44
2.4.2.1 Yüzey Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Surface-Based AR).....	43
2.4.2.2 Kontur Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Contour-based AR/Outlining AR).....	44
2.4.2.3 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Location-based AR).....	58
2.4.3 Üst Üste Bindirme Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Superimposition-based AR).....	48
2.4.4 Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Projection-based AR).....	49
BÖLÜM 3.....	51
3. KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK	51
3.1 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklikte Kullanılan Teknolojiler	55
3.1.1 GPS (Küresel Konumlandırma Sistemleri).....	57
3.1.2 Bluetooth.....	57
3.1.3 Wi-fi	58
3.1.4 Eş Zamanlı Konumlama ve Haritalama (SLAM)	59
3.2 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları.....	60
3.2.1 Eğlence ve Oyun Alanlarında Kullanımı	61
3.2.2 Eğitim Alanında Kullanımı	60
3.2.3 Reklamcılık ve Pazarlama Alanlarında Kullanımı.....	63
3.2.4 Endüstriyel Alanlarında Kullanımı	64
3.2.5 Turizm ve Kültürel Miras Alanlarında Kullanımı	65
3.2.6 Askeri Alanda Kullanımı	66
3.2.7 Navigasyon.....	67
BÖLÜM 4.....	69
4. KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI	69
4.1 İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (HCI)	69
4.2 Kullanıcı Deneyim Tasarımı (UX)	70
4.3 Kullanıcı Arayüz Tasarımı (UI).....	75
4.3.1 Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI- Graphic User Interface).....	80
4.3.2 Sesli Kullanıcı Arayüzü (VUI-Voice User Interface).....	84
4.3.3 Dokunsal Kullanıcı Arayüzü (TUI-Touch User Interface).....	86
4.3.4 Temassız Kullanıcı Arayüzü (Touchless User Interface)	90
4.3.5 Jest/hareket Tabanlı Kullanıcı Arayüzü (Gesture-based User Interface)..	91

4.3.6 Doğal Kullanıcı Arayüzü (NUI- Natural User Interface)	91
BÖLÜM 5.....	95
5. KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINDA KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI	95
5.1 Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarında Kullanıcı Arayüz Tasarımı.....	95
5.2 Konum Tabanlı AR Uygulamalarında Kullanıcı Arayüz Tasarımı	103
BÖLÜM 6.....	110
6. UYGULAMA PROJESİ: “İSTANBUL RESİM VE HEYKEL MÜZESİ” İÇİN KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI.....	110
6.1 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi.....	110
6.2 Tasarım Konsepti	112
6.3 Kullanılan Programlar	117
6.4 Tasarımve Kullanıcı Deneyim Değerlendirmesi.....	117
BÖLÜM 7.....	125
7. SONUÇ.....	125
KAYNAKÇA	128
ÖZGEÇMİŞ.....	143

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Gerçeklik Sanallik Sürekliliği (Milgram ve Kishino, 1994).	5
Şekil 2.2 “The Sword of Damocles” isimli ilk başa takılabilir ekranı, 1968.....	7
Şekil 2.3 Myron Krueger, Videoplace (Lee & Hyung, 2014).	9
Şekil 2.4 HUD'un bir uçak gövdesi için kullandığı uygulama (Caudell ve Mizzell, 1992).	10
Şekil 2.5 Araştırmacı Louis Rosenberg tarafından test edilen Sanal Sabitler sistemi, 2021	11
Şekil 2.6 Julie Martin, Dancing in Cyberspace, 1994.	12
Şekil 2.7 1st&Ten grafik sistemi ile yayınlanan ilk canlı NFL oyunu, 2019.	13
Şekil 2.8 Uzay araçları için Landform görüş sisteminin navigasyon için kullanımı	14
Şekil 2.9 ARToolKit yazılım kütüphanesinin uygulama üzerinde Olympus EyeTrek ekranı ile kullanımı, 1999.....	15
Şekil 2.10 Richie Carmichael, ArcGIS uygulama programlama arayüzü, 2011.	16
Şekil 2.11 Google Glass, 2013.....	17
Şekil 2.12 Microsoft Hololens, 2015.	18
Şekil 2.13 AG mobil oyunu Pokemon Go.	19
Şekil 2.14IKEA tarafından oluşturulan IKEA Place isimli mobil AG uygulaması, 2017.	20
Şekil 2.15 Magic Leap One AG Gözlüğü, 2019.	21
Şekil 2.16 Mobil cihaz AG'de 3 boyutlu nesne manipülasyonu teknikleri.....	26
Şekil 2.17 Apple Vision Pro ve Microsoft Hololens Başlıkları.	27
Şekil 2.18Projeksiyon görüntü sağlayıcısı ile endüstri alanında AG kullanımı (Rupprecht, vd., 2021).....	29
Şekil 2.19 Hologram görüntü sağlayıcılarının ‘Circus Roncalli’ sirkinde kullanımı, 2023.	30
Şekil 2.20Elton John ve Vodafone'nun iş birliği olan “I’m Still Standing” şarkısı sırasında gerçekleşen AR deneyimi, 2022.....	31

Şekil 2.21 Artırılmış Gerçeklik teknolojisiyle kullanılan Pokemon GO oyunu.	32
Şekil 2.22 McGrow Hill AG uygulamasının eğitimde kullanımı, 2023.	33
Şekil 2.23 DACIA mobil uygulamasında AG kullanımı, 2022.	34
Şekil 2.24 2023 NFT sezonu için SnapChat ve Los Angeles Rams iş birliğiyle hazırlanan AG uygulaması, 2023.	35
Şekil 2.25 Gucci'nin Snapchat platformunda AG kullanarak hazırladığı ürün kampanyası, 2020.	36
Şekil 2.26 Porsche Cars'ta Hololens başlığının kullanımı, 2023.	37
Şekil 2.27 Başa takılan cihaz içinden AG ile 3B savaş uçağı görüntüsü, 2023.	38
Şekil 2.28 Cerrahi AG Platformu NextAR ve Spinal cihazıyla gerçekleştirilen omurga ameliyatı	39
Şekil 2.29 Parthenon tapınağının AG uygulanmış İpad'de dijital görüntüsü, 2023. .	40
Şekil 2.30 Whitney müzesi'nde AG ile oluşturulan CENTO isimli sanat eseri, 2023	41
Şekil 2.31 Rebel sergisi için hazırlanan AG lensleri, 2023.....	42
Şekil 2.32 AG Uygulama Türleri Şeması, 2022.	43
Şekil 2.33 AG teknolojisinin karekod kullanarak gerçekleştirildiği reklam kampanyası, 2022.	44
Şekil 2.34 İşaretsiz tabanlı AG kullanımına IKEA örneği, 2017.....	45
Şekil 2.35 Yüzey Tabanlı AG'nin perakende sektöründe kullanımı, 2023	46
Şekil 2.36 Kontur Tabanlı AG tekniğinin gece görüş gözlüğünde kullanımı, 2021...47	
Şekil 2.37 Dijital rekonstrüksiyonların konum tabanlı AG'de kullanımı, 2021.....	48
Şekil 2.38 Üst üste bindirme tabanlı AG'ye Minecraft oyun örneği, 2020.....	49
Şekil 2.39 Projeksiyon tabanlı AG tekniğinin kullanımına örnek, 2019.	50
Şekil 3.1 Konum Tabanlı AG Çalışma Prensipleri (Kasbekar, Dharmani, Joshi, Kumar, & Pawar, 2015).....	53
Şekil 3.2 Wikitude yazılım geliştirme aracıyla hazırlanmış mobil uygulamanın ekran görüntüsü, 2019.	54
Şekil 3.3 Konum tabanlı AG mobil oyunu Pokemon Go arayüzü, 2017.....	55
Şekil 3.4 Wi-fi konumlandırma teknolojisinde RSSI parmak izi veri tabanı şeması (Valuyskyi, 2023).	59
Şekil 3.5 Konum tabanlı AG mobil oyunu Maguss arayüzü.	61
Şekil 3.6 Konum tabanlı AG mobil Geocaching oyunu arayüzü ve bulunan objeleri.	62
Şekil 3.7 AG yüzme gözlüklerinde gerçek zamanlı eğitim uygulaması, 2023.....	63
Şekil 3.8 Gap ve Barbie iş birliğiyle hazırlanan Times meydanında yer alan Konum Tabanlı AG mobil uygulaması.	64

Şekil 3.9 Audi markası Magic Leap 2 ile görüntülenen AG tabanlı arayüzü, 2023.	65
Şekil 3.10Artebinaria Açık Hava Müzesi için konum tabanlı AG teknolojisi ile hazırlanan önemli eserler, 2022.....	66
Şekil 3.11 Askeri alanda konum tabanlı AG teknolojisi kullanılan başa takılan cihaz, 2023.	67
Şekil 3.12 Google tarafından oluşturulan konum tabanlı AG navigasyonu, 2023.....	68
Şekil 4.1 1960 yılında Douglas Engelbert tarafından oluşturulan NLS sistemi.....	76
Şekil 4.2 IBM ve Macintosh kişisel bilgisayarları.....	77
Şekil 4.3 Apple Iphone 1 akıllı telefonunda dokunmatik ekran arayüzü.....	78
Şekil 4.4 Adidas grafik kullanıcı arayüzü örneği, 2023.	82
Şekil 4.5 Adidas grafik kullanıcı arayüzü IOS Mobil cihazında görünümü, 2023...	83
Şekil 4.6 Perlman'ın Tortis isimli robotu.	87
Şekil 4.7 Rectable isimli etkileşimli enstrüman aleti.....	88
Şekil 4.8 Ortam ses oluşturucusu SOUL cihazı, 2021.....	89
Şekil 4.9 SF-SO dokunmatik akıllı kapı kilidi, 2019.....	89
Şekil 4.10GestureTek Health şirketi tarafından oluşturulan video-hareket kontrollü fizyoterapi cihazı, 2023.	92
Şekil 4.11 Leap Motion'un oluşturduğu temassız kiosklar, 2021.	94
Şekil 5.1 Porsche AG arayüzü menüsü, 2018.	96
Şekil 5.2 Five Nights at Freddy's AG uygulaması kontrol menüsü. Kaynak: https://fnafar.com/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023.....	97
Şekil 5.3 Zome AG uygulaması.....	98
Şekil 5.4 Over uygulaması kullanıcı giriş paneli.....	99
Şekil 5.5 Over uygulaması arayüzünde talimatların gösterimi.....	99
Şekil 5.6 Basemark şirketi tarafından araçlar için oluşturulan AG navigasyon uygulaması.....	100
Şekil 5.7 Etsy e-ticaret uygulamasında AG arayüz tasarımı	101
Şekil 5.8 Amazon AG uygulamasında kullanıcı arayüzünün görülebilirliği.....	102
Şekil 5.9 Jig Space AG uygulamasında arayüz öğelerinin kullanımı.....	102
Şekil 5.10Munzee konum tabanlı AG oyununun arayüz tasarımı	104
Şekil 5.11 Konum tabanlı Five Nights at Freddy's AG oyun arayüz tasarımı.....	105
Şekil 5.12 Skyview Lite konum tabanlı AG uygulaması arayüzü	106
Şekil 5.13 Ingress Prime konum tabanlı AG oyununun arayüz tasarımı.....	107
Şekil 5.14 Leap Motion'un oluşturduğu temassız kiosklar, 2021.....	108

Şekil 6. 1 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin görünümü.....	112
Şekil 6. 2 Photoshop programında hazırlanan tasarımın çizgisel aşaması.....	113
Şekil 6. 3 Photoshop programında hazırlanan tasarımın düz renk aşaması.	113
Şekil 6. 4 Tasarımın ışık -gölge aşaması.....	114
Şekil 6. 5 Mimosalı Kadın tablosunun çalışma için yeniden resimlendirilmesi.....	114
Şekil 6. 6 Atom tablosunun tasarımda kullanılan görüntüsü.	115
Şekil 6. 7 Osman Hamdi Bey büstünün tasarım için yapılan illüstrasyonu.	115
Şekil 6. 8 Seramik eserin tasarımda kullanılan görüntüsü.	116
Şekil 6. 9 Tasarımda kullanılan hat çalışmasının görüntüsü.....	116
Şekil 6. 10 Çalışmada kullanılan buton tasarımları.	117
Şekil 6. 11 Çalışmada kullanılacak seramik eserin Blender uygulamasında modellenmiş görüntüsü.....	118
Şekil 6. 12 Hat çalışmasının Blender uygulamasında modellenmiş görüntüsü.	119
Şekil 6. 13 Adobe Aero Geospatial uygulamasında seçilen İstanbul Resim ve Heykel Müzesi konumu.	119
Şekil 6. 14 Adobe Aero Geospatial uygulamasında seçilen konumun çalışma ekranında görünümü.	120
Şekil 6. 15 Çalışmada kullanılan butonlar ve eserlerin animasyonu.	121
Şekil 6. 16 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulanacak yüzeyi.	123
Şekil 6. 17 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulama görüntüsü.	123

KISALTMALAR LİSTESİ

- AG : Artırılmış Gerçeklik
CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
HOE : Holografik Optik Elemanlar
KG : Karma Gerçeklik
SG : Sanal Gerçeklik

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik teknolojisi geçmişten günümüze kadar sürekli gelişen ve yenilenen bir teknolojidir. Günümüzde yapılan araştırmalar ve çalışmalar artırılmış gerçeklik teknolojisinde büyük ilerlemeler katedildiğini göstermektedir. Artırılmış gerçeklik, kullanıcının konum verilerini izleyebildiği bir teknolojik cihaz ile iki boyutlu ve üç boyutlu sanal nesnelere gerçek ortamda görüntülenmesini sağlamaktadır.

İnternetin yaygınlaşması ve teknolojik cihazların gelişimiyle artırılmış gerçeklik teknolojisi eğlence, eğitim, pazarlama ve reklamcılık, endüstriyel, askeri, tıbbi, turizm, mimarlık ve tasarım gibi birçok alanda tercih edilmektedir. Çalışmalar incelendiğinde bu teknolojinin, kullanıcıların günlük yaşamını kolaylaştırmak, bilgi edinme yöntemlerini değiştirerek akılda kalıcılığı artırmak, çeşitli kurumlarda kullanılarak iş yükünü hafifletmek, sağlık sektöründe operasyonları pratik hale getirmek, pazarlama alanında tüketici deneyimlerini geliştirmek, sanat alanında sürükleyici ve etkileyici deneyimler oluşturulması gibi birçok yarar sağladığı görülmektedir.

Bu çalışmada detaylı olarak ele alınan konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi ise kullanıcıların konum verilerini kullanarak sanal nesnelere gerçek ortam üzerinde eş zamanlı olarak görüntülenmesini sağlamaktadır. Henüz yaygınlaşmakta olan bu teknoloji hayatın birçok alanında kullanılmaya başlanmış ve GPS, Wi-fi, Bluetooth gibi birçok konum teknolojisinin de gelişimiyle kullanımı artmaktadır. Bu çalışmada incelenen konum tabanlı artırılmış gerçeklikte kullanıcı arayüzleri ise uygulama sırasında kullanıcının etkileşim sürecini verimli geçirmesini sağlaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde artırılmış gerçeklik teknolojisinin tarihsel gelişimi, artırılmış gerçeklikte kullanılan teknolojiler ve uygulama türlerine yer verilmiştir. Artırılmış gerçekliğin donanım ve yazılım alt yapısı, görüntülenme teknolojileri ve uygulama alanları örnekler verilerek incelenmiştir. Uygulama türleri de alt başlıklara ayrılarak detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Üçüncü Bölüm'de çalışmanın odağı olan konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılan teknolojilere göre GPS, Wi-fi, Bluetooth, Eş zamanlı Konumlama ve Haritalama olarak kategorilere ayrılmıştır. Kullanım alanlarına göre de alt başlıklar halinde ayrılarak örneklerle birlikte açıklanmıştır.

Dördüncü Bölüm'de yine çalışmanın odağı olan kullanıcı arayüz tasarımı ayrıca ele alınarak insan-bilgisayar etkileşimi, kullanıcı deneyim tasarımı ve kullanıcı arayüz tasarımı olarak alt başlıklar halinde incelenmiştir. Ayrıca kullanıcı arayüz tasarımı da alt başlıklara ayrılarak örneklerle birlikte detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Beşinci Bölüm'de konum tabanlı artırılmış gerçeklik ve kullanıcı arayüz tasarımı arasında bağlantı kurularak örnekler ile açıklanmıştır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik kullanıcı arayüzleri kuralları ve tasarım ilkelerine göre önce artırılmış gerçeklik kullanıcı arayüzleri daha sonra konum tabanlı artırılmış gerçeklik arayüzleri ele alınmıştır.

Altıncı Bölüm'de ise gerekli araştırma ve incelemeler yapıldıktan sonra uygulama çalışması anlatılmıştır. Araştırma konusu kapsamında geliştirilen uygulamanın amacı belirtilerek, süreç boyunca yapılan çalışmalar detaylı olarak ele alınmıştır. Uygulama çalışmasının sonucuna yer verilmiş, bu süreçte elde edilen bilgi ve deneyimler aktarılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanıcı arayüz tasarımının etkili bir şekilde kullanılması için çözüm üretilmesi gereken zorlukları belirlemektir. Bu çalışmada literatür ve uygulamalar incelenerek kullanıcı arayüzlerinin konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarına etkisi ile ilgili kapsamlı bir yaklaşım sunmak amaçlanmaktadır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarında arayüz tasarımlarına örnek olarak İstanbul Resim ve Heykel Müzesi için uygulama çalışması ile, ilgili

teknolojilerin kullanım şekillerinin gösterilmesi süreç içindeki deneyiminin aktarılması amaçlanmıştır.

Araştırmanın Problemi

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi geliştirmekte olan bir teknoloji olmasından dolayı kullanıcı arayüzlerinin de nasıl tasarlanması gerektiği konusunda araştırma eksikliği bulunmaktadır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulama arayüzlerinin geliştirmekte olmasından dolayı farklı yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisinin uygulanma alanlarına göre kullanıcı arayüzlerinin tasarım ilkelerine ve kuramlarına bağlı olarak nasıl oluşturulacağı sorun teşkil etmektedir.

Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisinin bileşenleri, uygulama alanları ve yapılan çalışma örneklerinin kullanıcı arayüz tasarımları incelenerek çıkarımlar yapılmıştır. Henüz geliştirmekte olan bu araştırma alanının literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir. İstanbul Resim ve Heykel Müzesi için yapılan uygulama çalışması ile kullanıcıların gerçek çevreyle sanal nesnelere arasında doğru bir etkileşim kurması, memnuniyet sağlanarak deneyimde sürekliliğin artması, bu teknolojinin sanat alanına katkı sağlayarak yapılacak çalışmalar için örnek olması açısından önemli bir yol gösterici olacaktır.

Araştırmanın Yöntemi

Araştırmada belirtilmiş olan problemin, amacına uygun bir şekilde çözüme ulaştırılması için literatür taraması yapılarak konu ile ilgili dijital kitap, makale, bildiri tezler ve internet ortamındaki verilerden yararlanılmıştır. Taramaların ardından ilgili konuların gruplandırılması ve açıklaması yapılmıştır. Literatür araştırması ile elde edilen veriler doğrultusunda Adobe Photoshop, Adobe Illustrator programlarında çizimleri yapılan uygulama Adobe Aero Geospatial Creator programının beta sürümünde konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamasına dönüştürülmüştür.

BÖLÜM 2

2. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ

Artırılmış Gerçeklik geçmişten günümüze kendini sürekli güncelleyen, birçok alanda yaygın olarak kullanılan ve insan hayatını kolaylaştıran bir teknolojidir. Artırılmış sözcüğünün kökeni bir şey eklemek veya artırmak anlamına gelen “augment” sözcüğünden türemiştir. Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality), bilgisayar tarafından üretilen video, görüntü, ses, GPS gibi sanal verilerin teknolojik cihazlar aracılığıyla gerçek dünyayı zenginleştirdiği bir teknolojidir.

Artırılmış Gerçeklik teknolojisi için son yıllarda uluslararası araştırma kurumları, üniversiteler ve şirketler çalışmalarını ileri taşımış, birçok makale ve bilimsel araştırma sonucu yayınlanmıştır. Literatür incelendiğinde Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin gelişmesiyle değişim gösterse de üzerinde çalışılan bu konu için yapılmış olan tanımlar arasında büyük farklılıklar görülmektedir.

Azuma (1997, s.2), tarafından yapılan bir çalışmada “Artırılmış Gerçeklik, gerçek dünyayı sanal bir şekilde görmeye olanak sağlayan ve kullanıcının sanal nesnelere ile gerçek dünya arasındaki etkileşimine katkı sağlayan teknolojiler” şeklinde tanımlanmıştır. Wojciechowski, Walczak, White ve Cellary (2004, s.1) tarafından yapılan benzer bir tanıma göre, “Artırılmış Gerçeklik, sanal gerçeklik ile birleştirilerek gerçek ortamlar ile sanal nesnelere sürükleyici bir şekilde etkileşime girmesini sağlar.”

Günümüz teknolojisinin ilerlemesiyle deneyimleme şeklinde değişerek Artırılmış Gerçeklik kapsamı genişlemiştir. Vizcarra, Luviano-Cruz, Perez-Dominguez, Mendez-Gonzalez, Garcia-Luna’ya göre (2023, s.2) “Artırılmış Gerçeklik, kullanıcının konumunu izleme işlevselliğine sahip bir cihaz ve gerçek senaryolara yerleştirilen işaretçiler kullanarak, 2B ve 3B dijital nesnelere gerçek

yaşam ortamında üst üste bindirilmesini sağlayan bir teknolojidir.” demiştir. Benzer şekilde Nagpal, Bansal, Kumar ve Mittal’a göre (2022, s.1058), Artırılmış Gerçekliği, "AG, insan deneyimlerini artırarak doğal çevreyi veya durumları zenginleştirmekte ve geliştirmektedir. Bilgisayar görüşü (computer vision), mobil telefonlardaki AG kameraları ve nesne tanıma teknolojileri kullanıldığında, çevredeki gerçek dünya son derece etkileşimli ve şekillendirilebilir hale gelmektedir" şeklinde tanımlamıştır. Önceki tanımlardan farklı olarak Qiao ve ark., (2019, s.2), Artırılmış Gerçeklik, “Varlığımızı başka bir yere aktaran Sanal Gerçekliğin aksine, kullanıcıların gerçek dünyada bulunmalarına ve bu dünyayla alakalı bilgiler sağlayarak varlık algımızın artmasını sağlayan bir teknolojidir” demiştir. Aynı şekilde Raskar ve Bimber’e (2005, s.2) göre, "Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçekliğin aksine insanı tamamen sanal bir dünyanın içine daldırmadan sanal nesnelere gerçek dünyaya yerleştirerek kullanıcıyı kendi haline bırakmaktır.” şeklinde karşılaştırmalı bir tanım yapmıştır.



Şekil 2.1 Gerçeklik Sanallik Sürekliliği.

Kaynak: (Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, E77-D, sy 12, 1321-1329. <https://doi.org/10.1.1.102.4646>).

Sanal Gerçeklik (SG) ve Artırılmış Gerçekliği (AG) bir araya getiren teknoloji Karma Gerçeklik (KG) olarak adlandırılır. Şekil 2.1’de görüldüğü gibi bir tarafta gerçek bir ortam bulunurken diğer tarafta tamamen sanal bir ortam vardır. Milgram’a göre KG, bu taraflar arasında bulunurken gerçek ve sanal dünya nesnelere birlikte sunulduğu bir alan, AG’yi ise kullanıcıların fiziksel gerçeklik içerisinde sanal öğeleri

gördüğü gerçek dünya olarak tanımlamaktadır. SG ise, kullanıcıların tamamen sanal bir dünyada bulunmasıdır (Milgram ve Kishino, 1994). AG ve SG, gerçek dünya da varlık algısını değiştirebilir ancak AG varlığını sanal ortama aktaran SG'nin aksine, kullanıcıların gerçek dünyada bulunurken sanal bilgiler edinerek varlık algısının artmasını sağlamaktadır.

Yukarıdaki tanımlardan yola çıkarak AG için bir tanım yapmak mümkündür: AG, kullanıcılar için gerçek dünyayı ve bilgisayar tarafından oluşturulan sanal öğeleri (2B-3B görüntüler, videolar, sesler ve grafikler) çeşitli teknolojik cihazlar (akıllı telefon, tablet, bilgisayar, başa takılan cihazlar (HMD), AG gözlükleri) aracılığıyla birleştirerek, kullanıcıyı gerçek dünyadan koparmadan etkileşimli deneyim sunan bir teknolojidir.

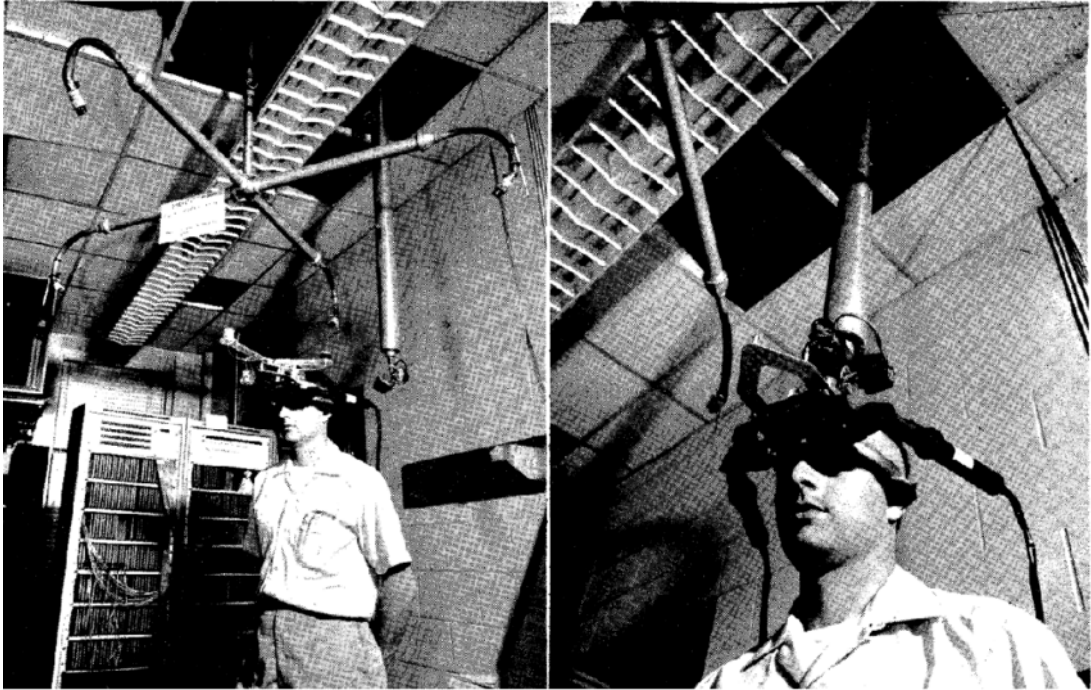
AG, dijital nesnelere ve bilgileri, baş üstü cihazlar (ör. Microsoft HoloLens), AG gözlükleri (ör. Xreal Air) ve yaygın olarak kullanılan akıllı telefonlar, tabletler gibi cihazlar kullanarak dijital nesnelere ve bilgileri gerçek dünyaya yansıtmaktadır. Ayrıca AG geliştirme araçlarının (ör. ARCore ve ARKit) gelişimi, mobil cihazlardaki performans artışı gibi teknolojik ilerlemeler AG'nin eğlence, reklam, eğitim, navigasyon gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır.

2.1 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

AG teknolojisinin gelişimi ve popülaritesi, mobil cihazlar ve giyilebilir teknolojinin gelişimi ile paralel olarak artmış ve bu, AG'nin geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından kabul görmesini sağlamıştır. 1968 yılında bilgisayar grafiklerinin öncüsü Ivan Sutherland ve ekibi tarafından "The Sword of Damocles" isimli ilk başa takılabilir ekran sistemi oluşturulmuştur. Bu ekran sistemi kullanıcı arayüzü ve gerçekçilik açısından ilkel bir yapıya sahiptir ve sanal ortamı oluşturan grafikler basit tel odalarından oluşmaktadır. Çalışma sisteminde ise kullanıcı hareket ettiğinde değişen perspektif görüntüleri oluşturmak için birçok ekipman barındırmaktadır. Kullanıcının başına takılan mekanik bir kol üzerinde bulunan ultrasonik ve mekanik sensörler kullanıcının başının pozisyonunu ölçmek için kullanılmaktadır. Kullanıcı başını hareket ettirdiğinde, bakış açısı odanın koordinat sistemi üzerinde hareket etmektedir (Şekil 2.2). Oda koordinatlarını göz koordinatlarına çevirmek için bir bilgisayar ile matris elemanları hesaplanmaktadır ve görüntü sonuçları matris çarpanı tarafından göz koordinat sistemine dönüştürülmektedir. Çevrilen koordinatlar ara

bellek üzerinden dijital kırpma bölücüye iletilmektedir. Kırpma bölücü kullanıcının görüş alanının dışındaki bilgileri ortadan kaldırarak perspektif görüntüyü hesaplar ve sonucu görüntü arabirimine iletmektedir. Son aşamada ise hesaplanan görüntüler ana belleğe aktarılarak ekran arayüzünde görüntülenmektedir. Kullanıcı başını her hareket ettirdiğinde bakış açısı odanın koordinat sistemi üzerinde hareket etmektedir ve gösterilen nesnelere ise kullanıcının etrafında havada asılı gibi görünmektedir. Bu şekilde kullanıcılar üç boyutlu bilgiyle etkileşimde bulunmaktadır (Sutherland, 1968)(Sutherland, 1968)

Bu ekran sisteminin çalışma prensibi, bugün bildiğimiz SG cihazlarının bileşenlerini oluşturmaktadır. Ayrıca sistem ünitesinin kısmen görünür olması kullanıcıları gerçek dünyadan koparmamaktadır. Bu sebeple çalışma prensip benzerlikleri ve ekran sisteminin yarı saydam olmasıyla AG teknolojisinin öncüsü olarak kabul edilmektedir.



Şekil 2.2 “The Sword of Damocles” isimli ilk başa takılabilir ekranı, 1968. Kaynak: <https://www.dsource.in/course/virtual-reality-introduction/evolution-vr/sword-damocles-head-mounted-display/> Erişim tarihi 24 Aralık 2023

1974 yılında Myron Kruger tarafından kullanıcıların başlık takmadan bilgisayar tarafından yapılan sanal nesnelere ile etkileşime girecekleri

“Videoplace” isimli sistemi oluşturmuştur. Kruger (1977, s.7), Videoplace sistemini şu şekilde açıklamıştır: “Videoplace, fiziksel bir varlığı olmayan kavramsal bir ortamdır. Aynı yerlerde bulunan insanları ortak bir görsel deneyimde bir araya getirir ve video aracılığıyla beklenmedik şekillerde etkileşimde bulunmalarını sağlar. “Videoplace” terimi, iletişim eyleminin, katılımcıların o anda paylaştığı tüm bilgilerden oluşan bir yer yarattığı varsayımına dayanmaktadır”.

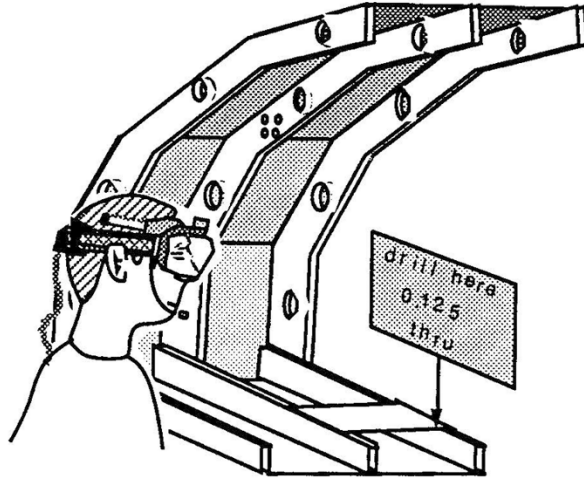
Videoplace, kullanıcı hareketlerini algılayan bir *yapay gerçeklik* ortamıdır. Bu sistemde aynı odalarda bulunan kullanıcıların görüntüsü projektörler ve kameralar ile ekran silüetlerini alarak diğer kullanıcılara aktarmaktadır. Kullanıcıların hem grafiksel nesnelere hem de diğer kullanıcıların silüetlerini ekranlarında görmesiyle etkileşim gerçekleştirilmektedir (Şekil 2.3). Bu etkileşimde dokunsal geri bildirim olmamasına rağmen görüntülerin üst üste binmesiyle ekrandaki diğer kullanıcılarla birlikte olma hissi oluşmaktadır. Kullanıcılar ekran üzerindeki görüntüleri hareket ettirebilir, küçültebilir veya renklendirebilmektedir (Krueger, 1977). Krueger, daha sonra Videoplace donanımlarını “Small Planet” çalışması için kullanmıştır. Bu çalışmada kullanıcılar bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu gezegen üzerinde hareketler yaparak uçuyormuş hissini yaşamaktadır. Krueger, insan-bilgisayar arasındaki ilişkiyi açığa çıkaran bu çalışmalar ile etkileşimli arayüz tasarımına odaklanarak etkileşimli sanatın temellerini atan isimlerden biri olmuştur. Videoplace, yapay gerçeklik ortamının oluşturulması ve bu ortamda mevcudiyet hissini yaşanması ile günümüz SG ve AG alanlarının öncülerinden biri olarak kabul edilmektedir (Lee ve Hyung, 2014).



Şekil 2. 3 Myron Krueger, Videoplace.

Kaynak: (Lee, H., & Hyung, W. (2014). A Study on Interactive Media Art to Apply Emotion Recognition. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9(12), 431-442. <https://doi.org/10.14257/ijmue.2014.9.12.37>)

Bu gelişmeler AG teknolojisinde öncü olsa da AG terimi ilk olarak Tom Caudell ve David Mizell tarafından 1990'lı yıllarda ortaya çıkarılmıştır. Caudell ve Mizell (1992, s. 660), “Bu teknoloji kullanıcının mevcut görevi gerçekleştirmek için gerekli bilgilerle görsel alanını ‘artırmak’ için kullanılır ve bu nedenle teknolojiyi ‘Artırılmış Gerçeklik’ olarak adlandırmaktayız.” şeklinde açıklamıştır. Boeing firması, uçaklarda kablo hatlarını döşeyen işçi ve teknisyenler için kablo bağlantılarını doğru şekilde yapılmasını sağlayan kompakt bir kılavuz talep etmiştir. Bunun sonucunda Caudell ve Mizell kablolama talimatlarının yer aldığı çok amaçlı bir Başüstü Gösterim (HUD, Head-Up Display) cihazını tasarlamışlardır. Başüstü gösterim cihazı, bu çalışmada başın konum hesaplaması, kayıp kaydını tespit etmek ve iş süresince tekrar kaydetmek gibi özelliklere sahiptir (Şekil 2.4). Bu sistemin elemanları görüntü kaynağı, röle optikleri ve ışık ayırıcılarıdır. Görüntüyü alan ışık ayırıcı, kullanıcının gerçek dünya görüntüsüyle birlikte sanal nesnelere görmesini sağlamaktadır. Röle optikleri ise sanal bir görüntü oluşturmaktadır (Caudell & Mizell, 1992). Bu buluş ayrıca AG teknolojisinin endüstriyel alanda da kullanılması için öncü olmuştur.



Şekil 2. 4 HUD'un bir uçak gövdesi için kullandığı uygulama.

Kaynak: (Caudell, T., & Mizell, D. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. 2, 659-669 c.2. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>)

1992 yılında ise Louis Rosenberg, Air Force Research Laboratory ve National Aeronautics and Space Administration (NASA) tarafından destek alarak ilk tam işlevsel Virtual Fixtures (Sanal Sabitler) sistemini oluşturmuştur. Sanal Sabitler, gerçek ve sanal nesnelere fiziksel olarak etkileşimde bulunmak ve insan performansının artırılmasını sağlamak amacıyla kullanıcının dokunabildiği ve hissedebildiği giyebilir ve kontrol edilebilir gerçek iki fiziksel robot koldan oluşmaktadır. Bu sistemde, kullanıcının gerçek kollarının olduğu yerde robot kolları görmesini sağlayan iki teleskoplu büyüteç içeren optik konfigürasyon ve simüle edilmiş alanlar, kılavuzlar gibi bilgisayar tarafından oluşturulan sanal nesnelere kullanılmaktadır. Robot kollar fiziksel görevleri yerine getirirken kullanıcıya yardımcı olacak şekilde tasarlanmıştır (Şekil 2.5). Bu sistemin eğitim, eğitim, bilimsel görselleştirme ve en önemlisi tıp alanlarında kullanılabilir olduğu keşfedilmiştir (Rosenberg, 2021).

Bu sistemin tıp alanında uygulanması için insan performansları ölçülmüştür. Bu ölçüm için seçilen *Fitts Yasası* isimli performans protokolünde metal mandalları ahşap bir pano üzerinde delikler arasında hareket ettirmelerini gerektirmektedir. Tamamlanan bu görev başarılı olmuş ve kullanıcıların görevleri daha hızlı ve hassasiyetle gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir (Rosenberg, 1993).



Şekil 2. 5 Araştırmacı Louis Rosenberg tarafından test edilen Sanal Sabitler sistemi, 2021. Kaynak: <https://spectrum.ieee.org/history-of-augmented-reality/> Erişim tarihi 24 Aralık 2023

1994 yılında ise yazar ve yapımcı Julie Martin, Avustralya Sanat Konseyi tarafından finanse edilen “Dancing in Cyberspace” isimli ilk AG tiyatrosunu ortaya çıkarmıştır. Bu gösteride dansçılar ve akrobatlar, performansın sergilendiği fiziksel alana yansıtılan sanal nesnelere gerçek zamanlı olarak hareket ettirebilir, sanal nesnelerin içinde ve çevresinde performansını sergilemektedir. Çalışmada üç boyutlu bilgisayar grafikleri oluşturan Silicon Graphics bilgisayarları ve üç boyutlu hareket izlemeyi sağlayan Polhemus algılama sistemi kullanılmıştır (Şekil 2.6). Julia Martin, bu tiyatro prodüksiyonuyla eğlence sektörüne ilk kez AG teknolojisini getiren isim olmuştur (Cathy, 2011).



Şekil 2. 6 Julie Martin, Dancing in Cyberspace, 1994.

Kaynak: <https://www.timetoast.com/timelines/the-history-of-augmented-reality-12327e46-8ff0-488e-aab7-05e9a40c8e3e/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

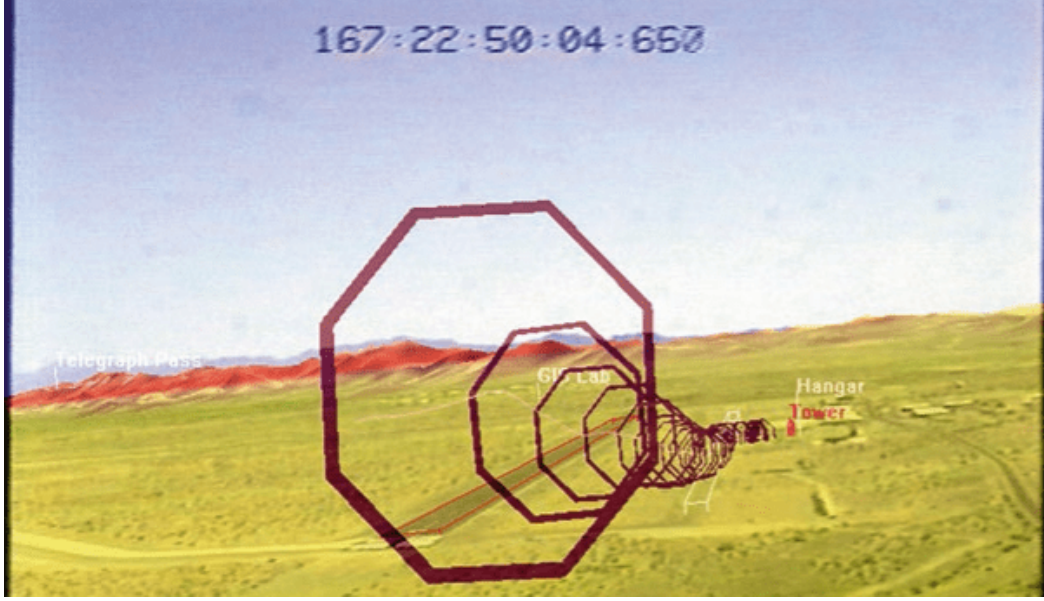
1998 yılında Sportvision tarafından 1st&Ten grafik sistemi ile ilk canlı National Football League (NFL) oyunu yayınlanmıştır. Bu sistem bir Amerikan futbol maçının canlı yayınında futbol sahasının üzerine boyanmış gibi görünen sarı çizgi eklenmiştir (Şekil 2.7). Bu çizgi lazer ölçüm araçları kullanarak üç kamera aracılığıyla oyun alanının koordinatları dahilinde sahada sabit kalmıştır. Hava ve ışık koşullarına göre sarı rengin kapsadığı kahverengi ve yeşil tonlarının nerelerde bulunacağını ve hatta oyuncu formalarında hangi renklerin bulunduğunu belirleyerek sarı rengin saha içinde kapatılmaması sağlanmıştır. Sarı çizgi sahada fiziksel olarak mevcut değildir ve sadece televizyon izleyicileri tarafından görülmektedir (Hofheimer, 2013). Bu sistem izleyicilerin maçı takip etmesini kolaylaştırmıştır. Ayrıca spor müsabakalarında kullanımı izleyicilerin spor izleme deneyimini geliştirmesi ve AG teknolojisinin farklı alanlarda yaygınlaşması için öncü olmuştur.



Şekil 2. 7 1st&Ten grafik sistemi ile yayınlanan ilk canlı NFL oyunu, 2019.

Kaynak: <https://www.vox.com/2016/2/6/10919538/nfl-yellow-first-down-line-espn/>
Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Aynı yıl içinde AG teknolojisinin ilk kez navigasyon için kullanımı NASA'nın X-38 uzay aracı modelinde uygulanmıştır. X-38 uzay aracında harita verilerini gerçek zamanlı olarak ekran üzerine yerleştirmek için Hibrit Sentetik Görüş sistemi kullanılmıştır. Bu sistem harita verilerini Landform FlightVision yazılımından almıştır. Bu görüş sistemi arazi, engel, jeopolitik ve diğer veri tabanlarını kullanarak operatörlere farkındalık sağlamaktadır ve bunu uçakta depolanan veri tabanlarını görüntü oluşturucu bilgisayar ve ekranını kullanarak yapmaktadır. Bu sistemde AG teknolojisinin navigasyon için kullanımı uçuşla alakalı yol bilgileri, farklı hava koşullarında gündüz ve gece durum farkındalığı, rüzgâr bilgilerini sağlamaktadır (Şekil 2.8) (Delgado, Altman, Abernathy ve White, 2000).



Şekil 2. 8 Uzay araçları için Landform görüş sisteminin navigasyon için kullanımı.
Kaynak: https://ebrary.net/123174/sociology/navigation_control/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Daha sonra AG uygulamaları oluşturmaya yönelik çalışmalar başlamış ve 1999 yılında Hirakazu Kato tarafından ArToolKit ortaya çıkarılmıştır. ArToolKit, açık kaynaklı bilgisayar izleme kitaplığıdır. AG teknolojisi uygulaması geliştirilirken sanal nesnelerin gerçek dünya nesnelere hizalanması için kullanıcının bakış açısını gerçek zamanlı olarak hesaplamak zorlayıcı olmuştur. ARToolKit, bilgisayar görme tekniklerini kullanarak işaretli kartlara göre gerçek kamera konumunu ve yönünü hesaplamaktadır ve programcının bu kartların üzerine sanal nesnelere yerleştirmesini sağlamaktadır (Şekil 2.9). ARToolKit hem video hem de optik tabanlı AG'yi desteklemektedir. Video tabanlı AG, sanal görüntülerin gerçek dünya videosunun üzerine yerleştirilmesidir. Optik tabanlı AG ise, bilgisayar görüntülerinin doğrudan gerçek dünya üzerine yerleştirilmesiyle oluşturulmaktadır. Optik AG genellikle başa takılan bir ekran ile çalışmaktadır. Bu ekrana kamera sabitlendiğinde bağımsız bir baş takip sistemi geliştirilebilmektedir (Kato, Billinghurst, Blanding, ve May, 1999). ARToolKit, mobil cihazlara yönelik ilk AG yazılım geliştirme kütüphanelerinden (SDK) biridir. AG teknolojisinde hızlı ve hassas bir şekilde bakış açısı izleme ve sanal nesne etkileşimini pratik bir hale getirerek birçok yeni AG uygulamasının hızlı bir şekilde geliştirilmesini sağlamıştır.

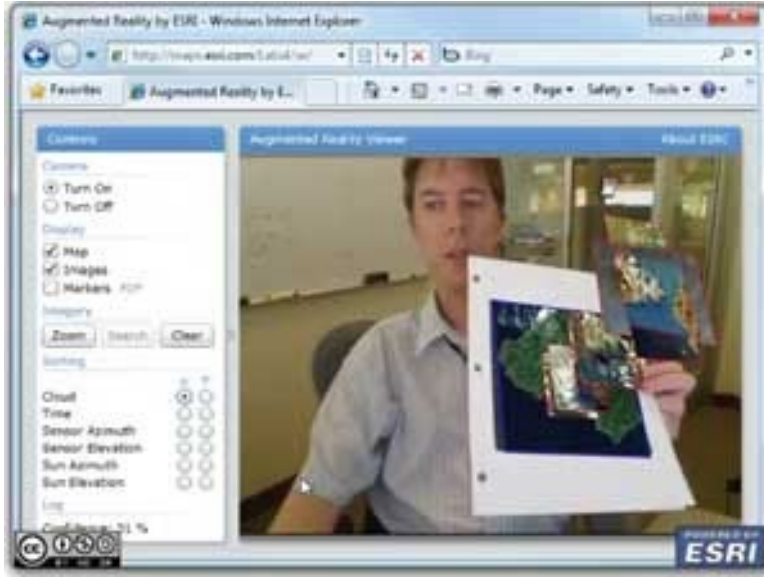


Şekil 2. 9 ARToolKit yazılım kütüphanesinin uygulama üzerinde Olympus EyeTrek ekranı ile kullanımı, 1999. Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/AR-interface-with-head-mounted-display-camera-in-its-center-a-fiducial-marker-and_fig3_29488835/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2009 yılında ise Esri Uygulama Laboratuvarı'nda yazılımcı Richie Carmichael, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) içeriklerini görselleştirmek için AG teknolojisi kullanmıştır. Kullanılan AG teknolojisi CBS sistemleriyle birleştirilerek 'ArcGIS' isimli ilk AG uygulama programlama arayüzü'nü (API) oluşturmuştur. Bu uygulama Web üzerinde 2B ve 3B olarak coğrafi görselleştirmeyi kolay hale getirmektedir. Carmichael, AG teknolojisini bir web veya gerçek ortam uygulamalarında gerçekliğe katkı sağlayacak bir araç olarak görmektedir.

Esri'de bir başka yazılımcı Thomas Emge (2011, s. 2), "Uygulamaya AG eklemenin farklı yolları vardır. Kameranızın vizörüne ek bilgiler yerleştiriyorsunuz. Burada cihazın konumu ve yönü önemli rol oynuyor. Farklı bir durumda kameranın gördüğü bilgiler sunucuya gönderiliyor, işleniyor ve ardından size gönderiliyor. Burada örüntü tanıma teknolojisi kullanılıyor." demiştir. Bir başka Esri yazılımcısı Mansour Raad (2011, s. 2), "Görüntü herhangi bir şey olabilir; fotoğraf, harita, barkod ve hatta gökyüzündeki yıldızlar. AG uygulaması kamerayı kullanarak deseni tanıır ve gördüğünüz şeyle artıran veya birleştiren bir şey yapar." şeklinde AG

kullanımını açıklamıştır. Şekil 2.10 görüldüğü gibi Carmichael, örüntü tanıma kullanarak bir kâğıt üzerindeki fotoğrafı harita görüntüsüne bağlamıştır ve web tarayıcısı üzerinde uygularken fotoğraf hareket ettirilse de harita görüntüsü fotoğrafın üzerinde duruyor gibi görünmüştür (Mann, 2011). Esri, ArcGIS yazılımını kameralı telefon, tablet gibi mobil cihazların yaygınlaşmasıyla AG teknolojisini bu cihazlarda kullanarak pratik amaçlara hizmet edecek şekilde entegre etmiştir.



Şekil 2. 10 Richie Carmichael, ArcGIS uygulama programlama arayüzü, 2011.
Kaynak: <https://www.esri.com/news/arcuser/0311/augmented-reality-and-gis.html/>
Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2013 yılında ise Google firması büyük bir ilgi uyandıran “Glass” isimli giyilebilir bilgisayar projesini tanıtmıştır. Google Glass, endüstriyel tasarımcı Isabella Olsson ve ekibi tarafından tasarlanmıştır. Google Glass’ın en önemli özelliği AG teknolojisiyle kullanılmasıdır (Şekil 2.11). Dijital olarak üretilen kısa mesajlar, hava durumu, e-postalar, yol tarifleri gibi bilgiler çerçevenin sağ üstünde bulunan şeffaf bir ekran ile gerçek dünya görüşüne aktarılmaktadır (Picaro, 2015).

Google Glass, tanıtımları ve çeşitli reklamlarıyla ilgi çekmeyi başarmış ve kullanıcılar ilk cihazlarını 2014 yılında almaya başlamıştır. 2014 yılının sonlarında ise Google Glass lüks bir ürün olarak pazarlanması, güvenlik ve mahremiyet kaygısı taşınması ve bazı işletmelerin Glass’ı yasaklaması gibi nedenler sonucunda başarısız olmuştur ve Google ilk sürümün satışlarını durdurmuştur. 2017 yılında Google,

Glass Enterprise Edition 2.0 modelini kurumsal sürüm olarak tekrar piyasaya sürmüştür fakat kullanıcılar tarafından ilgi görmediği için şirket Mart 2023'te satışının durdurulduğunu açıklamıştır.



Şekil 2. 11 Google Glass, 2013.

Kaynak: <https://www.wordstream.com/blog/ws/2014/05/21/google-glass-sweepstakes/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2015 yılında da Microsoft tarafından geliştirilen Microsoft Hololens, holografik görüntüler ile etkileşim sağlayabilen ilk tamamen bağımsız bir Windows 10 bilgisayardır. KG cihazı olarak bilenen bu teknoloji, başa takılan bir akıllı gözlük şeklindedir (Şekil 2.12). Bu cihazın ana unsurları bakış, ses ve hareketlerdir. Örneğin bir oda için dekorasyon yaparken yerleştirilen bir obje kaydedilir ve bırakılan yerde kalmaya devam etmektedir. Kullanıcı sabit kalmadan bakış yönünü değiştirebilir ve döndüğünde obje aynı yerinde kalmaya devam eder. Ayrıca sesli komutlar alabilir ve iletişime geçebilir. Hareketler ise el ile tek bir tıklama, çift dokunma ve bas sürüklemeye gibi gezinme şeklindedir (Kexugit, 2019).

Hololens'in dış ortamlarda ışığa duyarlı olmaması ve bu sebeple hologramların net görüntülenememesi, sanal ortamın kısıtlı olması gibi dezavantajları olsa da yepyeni bir kontrol şekli ve işlevselliği ile başarılı bir teknoloji olmuştur. Örneğin, B15 isimli bir robot gerçek ortamdayken Hololens takan bir kullanıcı verdiği komutlarla birlikte fiziksel robotun üzerinde sanal bir robot hologramı oluşturmuş ve

sanal bir asistana dönüştürmüştür. Ayrıca Hololens, hareketler ve ses kontrolü gibi etkileşimleri artırarak AG teknolojisine yeni bir soluk getirerek gelişimine büyük oranda katkı sağlamıştır.



Şekil 2. 12 Microsoft Hololens, 2015.

Kaynak: <https://www.dezeen.com/2015/01/22/microsoft-hololens-headset-high-definition-holograms-augmented-reality-windows-10/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2016 yılında Niantic şirketi tarafından Pokemon Go isimli ilk AG oyunu çıkarılmıştır. Pokemon Go, coğrafi konum bilgileriyle çalışan bir Konum Tabanlı AG oyunudur (Şekil 2.13). Bu oyunda, kullanıcılar mobil cihazlar ile şehrin sokaklarında, mağaza içlerinde ve benzeri gerçek dünya ortamlarında Pokemon yakalayabilir, birbiriyle savaştırabilir ve ticaretini yapabilmektedir (Niantic, 2017). Oyun IOS ve Android platformundan indirilerek ücretsiz bir şekilde oynanabilmektedir. Business of Apps'in verilerine göre, Pokemon GO, ilk yılında 260 milyon 2021 yılı itibariyle 500 milyondan fazla indirmeye ulaşmıştır (Iqbal, 2023).

Son yıllarda bu rakamlarda düşüşler olsa da oyun en popüler oyunlar arasında yer almaya devam etmektedir. AG teknolojisi bu oyun ile kitlesel bir kullanıcı farkındalığı edinilmesini sağlamıştır.

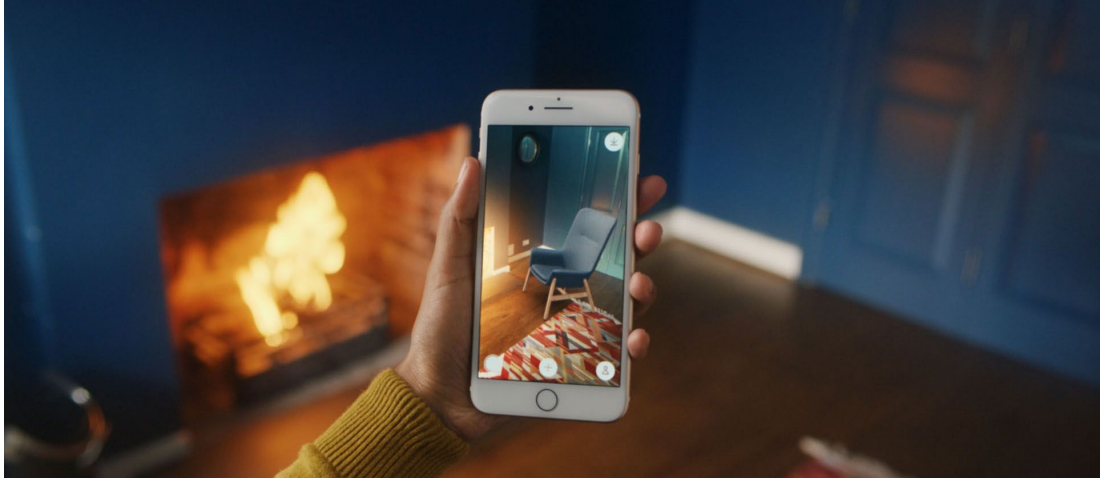


Şekil 2. 13 AG mobil oyunu Pokemon Go.

Kaynak: <https://bm.technave.com/pokemon-go-catat-keuntungan-tertinggi-pada-2019-1646/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

AG teknolojisinin hızlı gelişimiyle birlikte mobil cihazlar için AG SDK'larına talep artmıştır. 2017 yılında Apple tarafından ARKit, Google tarafından ise ARCore SDK'sı oluşturulmuştur. ARKit, IOS uygulamalarına yöneliktir ARCore ise hem Android hem IOS uygulamalarında kullanılmaktadır. ARKit ve ARCore, dünya haritası, yüz izleme, hareket takibi, görüntü izleme ve görüntü algılama gibi özellikler sağlamaktadır (ARKit, 2023). ARKit ve ARCore, SDK'ların gelişimini ve AG uygulamalarına entegre edilmesini kolaylaştırmıştır. AG uygulaması oluşturmak için SDK'ların temel farkları gözetilerek özelliklerine göre seçim yapılabilmektedir.

Aynı yıl içinde IKEA, AG uygulaması IKEA Place'i tanıtmıştır. ARKit SDK'sıyla oluşturulan uygulama, ürünleri oda boyutlarına göre ölçeklendirmektedir. Ürünleri dijital şekilde gerçek bir odaya yerleştirmenin yanı sıra kullanıcıların diğer kişilerle resim ve video paylaşmasını sağlamaktadır (Şekil 2.14). IKEA bu uygulamayla AG teknolojisinin perakende alanında yaygınlaşması için öncü olmuştur. IKEA baş sorumlusu Michael Ward (2017, s.1), "AG, herkes için her yerde daha iyi bir yaşam yaratmaya yönelik arayışımızda mobilya perakendeciliği deneyimini yeniden tanımlamamıza olanak tanıyor." diyerek AG'nin önemini vurgulamıştır.



Şekil 2. 14 IKEA tarafından oluşturulan IKEA Place isimli mobil AG uygulaması, 2017. Kaynak: <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-launches-ikea-place-a-new-app-that-allows-people-to-virtually-place-furniture-in-their-home-170912/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2018 yılında bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu görüntüleri gerçek dünya üzerine yerleştiren başa takılabilen Magic Leap One isimli AG gözlüğü tanıtılmıştır. Magic Leap One, kullanıcının gerçek dünyayı görmesini sağlayan şeffaf bir ekran, kullanıcıya AG görüntülerini yansıtan projektörler, kullanıcının konumunu belirleyen sensörler ve yerleşik hoparlörden oluşmaktadır (Şekil 2.15). Bu cihaz Hololens ile benzerlik gösterse de önemli farklara sahiptir. Hololens profesyonel alanlar, eğitim gibi alanlarda hizmet sağlarken Magic Leap One'in bunların yanında günlük yaşamda kullanılması hedeflenmiştir. Her yerde kullanılacak normal görünümlü gözlük tasarlanarak bu gözlükte belirli numaralarla sınırlı lens kullanımı da sağlamaktadır (Stein, 2018). Ayrıca Magic Leap One hafiftir ve Hololens'e göre daha uygun fiyatlıdır. 2022 yılında ise cihazın Magic Leap 2 olarak yeni sürümü çıkartılmıştır ve 2024 yılı içinde Magic Leap One'in çalışmayı durduracağı duyurulmuştur.



Şekil 2. 15 Magic Leap One AG G zl g , 2019.

Kaynak: <https://www.linkedin.com/pulse/magic-leap-one-forward-mixed-reality-technology-odosa-obasuyi/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

AG, mobil ve giyilebilir teknolojilerin yanı sıra, sanal ve artırılmış gerçeklik başlıkları gibi donanımlar için de önemli bir yer edinmiştir. Özellikle Google, Apple ve diğer büyük teknoloji firmalarının AG ve VR alanındaki yatırımları, bu teknolojilerin gelişimini ve kabulünü hızlandırmıŐtır. Pazar analiz raporuna göre, AG pazarının büyüklük değer 2022’de %38,56 milyar dolar olarak deđerlendirilmiŐtir ve 2023’ten 2030’a kadar bileŐik yıllık büyüme oranında (CAGR) %39,8’lik bir büyüme ile pazar değerinin 1109,71 milyar dolara çıkacağı öngörülmektedir. Medya ve eğence, endüstriyel, perakende, sağlık ve otomotiv pazarında AG kullanımının artması AG teknolojisi için önemli bir büyüme faktörü olması beklenmektedir. Bu gelişmeler ile 2020 yılında 600 milyon kullanıciya ulaŐan AG teknolojisinin 2024 yılında 1,73 milyar kullanıciya ulaşacağı tahmin edilmektedir (Grand View Research, 2022).

AG, birçok endüstri tarafından kabul görmeye başlamıştır ve markalar, AG'nin sunduğu gelişmiş teknolojiler sayesinde müŐterilerine tamamen yeni deneyimler sunabileceklerdir. AG teknolojisi ile kullanıcinın ürünü denemesi ve marka bilinirliği, azaltılan personel maliyetleri, müşteri memnuniyeti gibi birçok avantaj sağlayabilir. Yeni teknolojiler arasında yer alan yapay zekanın AG teknolojisi için hata yönetimi, verimli montaj, gelişmiş bilgi paylaşımı gibi alanlarda dahil edilmesi öngörülmektedir. Henüz yeni bir teknoloji olan Metaverse ise gerçek ve sanal ortam arasındaki engelleri kaldırarak hizmet sağlayıcıları ve kullanıcılar arasında güçlü bir aracı olması ve AG’ye yeni bir boyut kazandırması düşünülmektedir fakat Metaverse gibi teknolojiler  vrenin üç boyutlu haritasını oluşturan uzamsal haritalama olmadan anlam kazanamayacaktır. Uzamsal haritalama teknolojisi ise gelecekte AG için sanal

ortamların verimli kullanılmasını sağlayacaktır. Ayrıca AG'nin endüstriyel alanda kullanımını artarak ürün tasarımı, üretim verimliliği, tesislerin denetimi ve personel eğitimi gibi birçok amaca hizmet edebilecektir. Endüstriyel 4.0'ın taleplerini karşılayacağı ve en önemli teknolojilerden biri olacağı beklenmektedir.

2.2. Artırılmış Gerçeklikte Kullanılan Teknolojiler

AG, çevrede bulunan cisimlerin, grafikler, video, ses, Küresel Konumlama Sistemi (GPS) gibi verilerin birleşmesiyle oluşan etkileşimli bir teknolojidir. Bu teknoloji deneyiminin gerçekleşmesi için "Donanım ve Yazılım Altyapısı" olarak iki temel unsura ihtiyaç vardır. AG uygulamalarında kullanılan donanım bileşenleri sensörler, işlemciler ve gösterim birimlerine dayanmaktadır. Bunlar; GPS, wifi, bluetooth, ivmeölçer, jiroskop, manyetometre, kamera, holografik optik elemanlar (HOE) ve litografi tabanlı cihazlardan oluşmaktadır. Yazılımda ise, kameralar ve izleme cihazları aracılığıyla gerçek dünya koordinatlarını bilgisayar görüş yöntemleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Yazılım platformlarına Apple ARKit, Google ARCore, Wikitude, Vuforia, EasyAR, Spark AR Studio örnek gösterilebilir.

2.2.1 Donanım Altyapısı

AG teknolojisinin gerçekleşmesi için bilgisayar tarafından oluşturulan görüntülerin gerçek ortam ile birleştirilmesi gerekmektedir. Bu birleşimi donanım bileşenleri sağlar ve kullanıcıya aktarır.

Öncelikle kullanıcıya yansıtılacak sanal bilgileri üreten işlem birimidir. Bu işlem biriminin unsurları GPS, Wi-fi, Bluetooth, Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID, Radio Frequency Identification), Atalet Ölçü Birimi (IMU, Inertial Measurement Unit) gibi gerçek dünyayı ve kullanıcının bu dünya ile etkileşimini anlamaya yardımcı olan teknolojilerdir. GPS, AG teknolojisi için kullanıcıların doğru ve sürekli yer tespitini sağlamaktadır fakat iç mekânlarda yer tespiti için uygun değildir (Aguero, Maharjan, Rodriguez, Mascarenas ve Moreu, 2020). Wifi, Bluetooth ve radyo frekansı tanımlama iç mekânlarda kısa menzilli bağlantılar için kullanılan teknolojilerdir. Atalet ölçü birimi ise ivmeölçer, jiroskop ve manyetometreleri kapsamaktadır. Bu ölçü birimi cihazın kuvvetini, hızını, yönelimi ve manyetik alanları ölçmektedir. AG teknolojisinde ise dönme takibini sağlamak için kullanılmaktadır (Naser, Lam, Qamar ve Zaidan, 2023).

Dış dünya görüntülerini almak için yüksek hızlı kamera, stereo veya derinlik algılama kamerası kullanılmaktadır. Elde edilen görüntüler kullanıcılara gerçek ve sanal nesnelere ekran teknolojileri ile gösterilmektedir. Ekran teknolojileri video tabanlı ve optik tabanlı ekranlar olarak kategoriye ayrılmıştır. Video tabanlı ekranlar kamera ile elde edilen gerçek verileri sanal veriler ile dijitale dönüştürmektedir. Bu ekranlara bilgisayar, mobil telefon ve tabletler örnek olarak verilebilir. Optik tabanlı ekranlar, bilgisayar tarafından oluşturulan görüntüleri eş zamanlı olarak yansıtan şeffaf bir birleştirici aracılığıyla optik olarak birleştirilen ışığı kullanıcının gözlerine ulaştırarak AG'yi gerçekleştirir (Marino, Bruno, Barbieri ve Lagudi, 2022). Microsoft Hololens, Google Glass gibi Başa Takılan Cihazlar örnek gösterilebilir. Ayrıca optik tabanlı ekranların gelişmesi HOE'ler ve litografi tabanlı ekranlar kullanılmaya başlanmıştır. HOE'ler ışık dalga yönünü yeniden üreten hologramları ifade etmektedir. Litografi teknolojisi ise, isteğe bağlı görseller oluşturmayı ve modern entegre devre endüstrisinin temelini oluşturmaktadır. Bu teknolojiler daha özgür tasarımlarla daha ince ve hafif optikler oluşturma ve yüksek performans sağlama ile AG ekran sistemlerini yeniden şekillendirmiştir (Xiong, Hsiang, He, Zhan ve Wu, 2021).

2.2.2 Yazılım Altyapısı

AG sisteminde donanımların uygulama ile entegrasyonunu sağlayacak bir yazılım altyapısına ihtiyaç vardır. Çeşitli şirketlerin ürettiği yazılımlar içerisinde AG uygulaması oluşturmak için kolaylık sağlayan araçlar barındırır. Bu yazılım geliştirme kiti yazılımcıların kendi geliştirdiği uygulamalara AG özellikleri eklemelerini sağlamaktadır. Bu pazarda önemli iki şirket olan Apple ve Google, ARKit ve ARCore isimli geliştirme platformlarını AG uygulaması olarak piyasaya çıkarmışlardır. ARKit, bir Iphone Operating System (IOS) uygulama kiti olarak kullanılır. ARCore ise hem IOS hem Android uygulamalar için bir geliştirme kiti olarak kullanılır. Bu yazılım geliştirme kitlelerinin önemli özellikleri hareket izleme, çevresel anlama, ışık tahminidir. İki yazılım geliştirme kiti de benzer özellikler sağlasa da çalışma prensipleri birbirinden farklıdır.

ARCore, hareket takibi için mobil cihazların çevreye göre nerede olduğunu anlamak için eş zamanlı konumlama ve haritalama (SLAM) teknolojisini kullanmaktadır. Yakalanan kamera görüntüsünde farklı özellik noktalarını algılar ve

algıladığı noktalarla konumunu hesaplamaktadır. Mobil cihazın konumunu tahmin etmek için görsel bilgiler cihazın atalet ölçü birimi verileriyle birleştirilmektedir. Çevresel anlama teknolojisi ise gerçek dünyada düzlem noktalarını belirleyerek sanal nesnelere düzleme yerleştirme görevi görmektedir. Ayrıca bu yazılım geliştirme kitinin belirgin özelliği ışık tahminidir. Bu teknoloji gerçek ortam ışığının bilgilerini algılayarak belirli bir kamera görüntü yoğunluğu ve renk düzeltmesi sağlamaktadır. Böylece sanal nesnelere ortamdaki nesnelere ile aynı ışıkta olması gerçeklik duygusunu artırmaktadır (ARCore, t.y.).

ARKit, görsel ataletsel odometri (VIO, visual inertial odometry) kullanarak cihazın hareket takibini yapar ve Apple CoreMotion (ivmeölçer, jiroskop, adımsayar, manyometre vb.) bileşenleriyle konumu algılamaktadır. Kamera sensörleri çevrenin görüntüsünü alarak IOS cihazının hareketlerini takip etmektedir. Ayrıca çevresel anlama teknolojisiyle yatay düzlemleri belirleyerek sanal nesnelere yerleştirilmesini sağlamaktadır. Işık tahmini, ARCore ile benzer çalışma şekline sahiptir. TrueDepth kamera kullanılarak kullanıcının yüz takibi yapılır böylece efektler veya Anomojiler (Animasyonlu emoji) gibi özellikler eklenebilir (ARKit, 2023). Bunlara ek olarak Wikitude, Vuforia, EasyAR, Spark AR Studio yaygın olarak kullanılan yazılım geliştirme kitlerine örnek olarak verilebilir.

Ayrıca günümüzde ana akım olmasa da bazı şirketler tarafında kullanılmaya başlanan bulut entegrasyonu AG teknolojisinin günlük hayata entegre edilmesini ve kalıcı olmasını sağlayabilir. Kısacası gerçek dünyanın dijital bir versiyonu olarak düşünülebilir. AG bulutu mevcut teknolojilerin ve süreçlerin birleşimi olarak ortaya çıkmıştır. 5G bağlantısı ve Nesnelere İnternetini (LoT) kullanarak veri işlemeyi gerçekleştirmektedir. Perakende endüstrisi için iş modellerini belirlemek ve iş yükünü hafifletmek için kullanılabilir. İleri düzey model sağlama ve veri hesaplamasının basitleştirilmesiyle yapay zekâ ile bütünleşmiş şekilde çalışabilmektedir. Ayrıca paketlenmiş iş yetenekleri (PBC, Packaged Business Capabilities) sunarak bağımsız bir şekilde işlevselliğe yardımcı olacak uygulama programlama arayüzleri ve hizmetler sağlamaktadır (Raza, 2019). Ayrıca hassas konum ve görüntü tanıma sağlamaktadır. Bu şekilde kullanıcı belirli bir konumda olduğunda AG içerikleri gösterilir (Gartner, 2021). Örneğin, caddede yürürken bulut entegrasyonuna sahip bir mobil cihaz ile çevredeki işletmelerle ilgili ayrıntıları, restoran yorumları gibi kitle kaynaklı bilgiler almaya yardımcı olabilir. Yani bulut

entegrasyonu, AG uygulamaları geliştirmek için teknik bilgi veya finansmana gerek kalmadan daha geniş bir kitle için erişim imkânı sunmaktadır.

2.2.3 Görüntüleme Teknolojileri

Tasarlanmış olan AG teknolojisinin kullanıcılar tarafından deneyimlenmesi için çeşitli cihazlar ve giyilebilir teknoloji kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bu cihazların kullanımı yaygınlaşmış, donanım ve ekipmanlar artmıştır.

John Peddie, öncelikle giyilebilir ve giyilemez olarak kategorize ederek 3 ana başlık altında detaylı bir şekilde incelemiştir (Peddie, 2017). Bunlar: Mobil cihazlar, başa takılan cihazlar, projeksiyon ve hologram görüntüleri.

2.2.3.1 Mobil Cihazlar

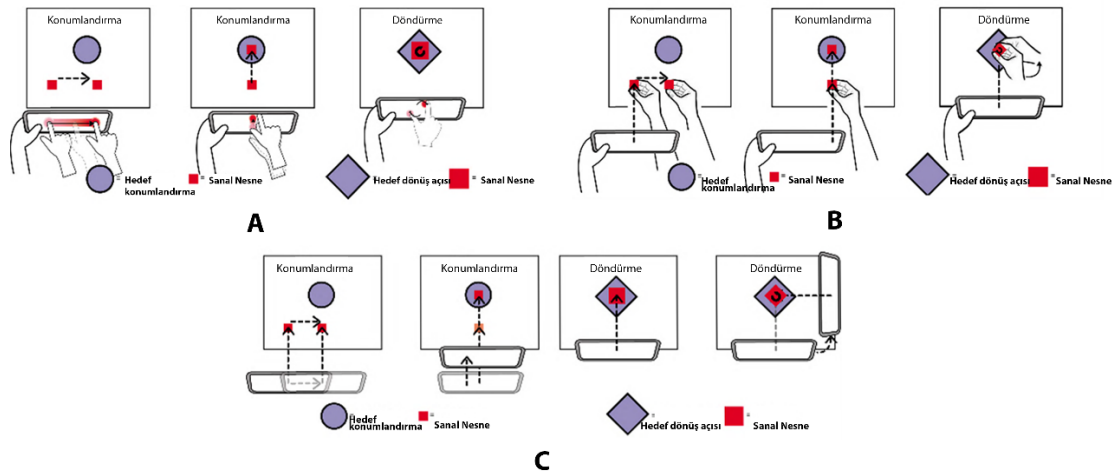
Mobil cihazlar, kullanıcının görebileceği bir ekrana sahip, elde tutulabilen, küçük bilgi işlem aygıtlarıdır. Mobil cihazlar içerdieği donanımlar ve yazılımlar sayesinde çevredeki sınırları, düzeni ve işaretleri tanımlayabilmektedir.

Mobil cihazlar günümüzde popüler olan ve iletişim aracı olarak kullanılan akıllı telefon ve tabletlerdir. Mobil cihazlar masaüstü cihazların aksine fare, klavye gibi giriş seçenekleri barındırmamaktadır. Sınırlı ekran boyutuna sahiptir ve pil ömründen dolayı sınırlı kullanım süresi bulunmaktadır (Kato, Billingham, ve Myojin, 2009).

Mobil cihazlar sıvı kristal ekran (LCD, Liquid Crystal Display) veya organik ışık yayan diyotlar (OLED, Organic Light Emitting Device) arayüzü ve dijital, fiziksel düğmeler bulundurmaktadır (Garg, 2023). Birçok mobil cihaz hücrenel ağlar, Wi-fi, Bluetooth gibi sensörler ile diğer cihazlara bağlanabilmektedir. Mobil cihaza bütünleşmiş kameralar, GPS, sesli ve görüntülü telefon görüşmesi sağlama gibi temel özellikleri vardır. Günümüzde yüz tanıma, parmak izi okuma gibi özelliklerin yanında yapay zekâ, AG teknolojisi, Mobil IoT uygulamaları, Bulut tabanı, 5G bağlantısı gibi teknolojiler kullanılmaktadır (Sakovich, 2023).

Ayrıca başa takılan cihazlar ile karşılaştırıldığında mobil cihaz giriş bileşenleri tek bir cihazda birleştirilmiştir bu da başa takılan cihazlar için geliştirilen arayüz özelliklerinin mobil cihazlar için uygun olmadığı anlamına gelmektedir (Goh, Sunar ve Ismail, 2019). AG teknolojisi, IOS, Android, Windows gibi işletim sistemlerine

sahip en az bir kamerası olan akıllı telefon ve tabletlerde uygulanarak 2B, 3B nesnelere ve etiketlerle etkileşim sağlamaktadır. Ancak (Kamaluddin, Kassim ve Kassim , 2023) ve (Halim, Zamri, Azli ve Hani, 2022) gibi birçok çalışmada yer alan 3D nesne etkileşimi AG sisteminin temel unsurlarındandır. 3B nesnelere gerçek ortamda uygulanırken mobil cihaz üzerinde doğru bir yönlendirme gerekmektedir. Yönlendirmeyi sağlayan etkileşim teknikleri dokunma tabanlı etkileşim, havada jestlere dayalı etkileşim ve cihaz etkileşimi olarak Şekil 2.16’da gösterildiği gibi (Goh, Sunar ve Ismail, 2019) tarafından kategorize edilmiştir. Genel bir tanımlama yapılacak olursa dokunma tabanlı etkileşim parmak uçlarıyla ekrana dokunarak gerçekleştirilen etkileşimdir. Havada jestlere dayalı etkileşim eller ve parmak hareketlerinin izlenmesiyle gerçekleştirilmektedir. Cihaz tabanlı etkileşim ise cihazın döndürme, yaklaştırmak uzaklaştırma özellikleriyle gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2. 16 Mobil cihaz AG'de 3 boyutlu nesne manipülasyonu teknikleri.

(a) Dokunmatik tabanlı. (b) Havadaki jestlere dayalı. (c) Cihaz tabanlı.

Kaynak: Goh, E. S., Sunar, M. S., & Ismail, A. W. (2019). 3D Object Manipulation Techniques in Handheld Mobile Augmented Reality Interface: A Review. *IEEE Access*, 7, 40581-40601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906394>

Mobil cihazlarda mobil ticaretin gelişimi, eğitimde mobil cihazların kullanımının artması, mobil oyunların artışı ve eğlence sektöründe yeni arayışların olması gibi birçok etmen AG teknolojisi kullanılmasına teşvik etmiştir. Mobil cihazların gelişimiyle birlikte AG teknolojisi, eğlence ve oyun, endüstri, reklam, tıp,

eğitim gibi birçok alanda yaygınlaşmıştır ve AG uygulamalarını deneyimlemesi kolaylaşmıştır. Ancak mobil cihazlarda AG'nin geleceği günümüzde uygulanandan çok daha fazlası olması beklenmektedir. (8k+) gibi yüksek znrlkl görüntüler, yüksek dinamik aralığı (HDR) gibi özellikler sağlayarak 5G ağ altyapısının yaygınlaşması öngörülmektedir (Siriwardhana, Porambage, Liyanage ve Ylianttila, 2021).

2.2.3.2 Başa Takılan Cihazlar

Başa takılan cihazlar (HMD, Head-Mounted Display), AG deneyimini görüntüleyebilen gözlükler ve başlıklar gibi giyilebilir teknolojilerdir. Bu cihazlar gerçek dünya görüntüsünü bozmadan sanal nesnelerin yüksek znrlkte kullanıcıya iletilmesini sağlar. Başa takılan cihazlar SG ve KG teknolojisinin gerçekleştirilmesi için kullanılmaktadır. Bu cihazlar bilgisayar tarafından oluşturulan görüntüleri veya kendi işlemcilerini kullanarak kullanıcı için 3B bir ortam oluşturmaktadır. SG için kullanılan başa takılan cihazlar bilgisayar tarafından oluşturulan sanal nesnelerin kullanıcının gözlerinin üzerine yerleştirilmiş bir ekran ile görüntülenmesini sağlamaktadır. Bu başa takılan cihaz tipi kullanıcının gerçek dünya bağlantısını keser ve tamamen sanal dünyadır (Larroque, 2021).

AG teknolojisi için kullanılan başa takılan cihazlarda yarı geçirgen bir ekran kullanılarak kullanıcının gerçek dünya görüsünü engellemeden sanal dünya yansıtılmaktadır. AG uygulamalarıyla eş zamanlı çalışan bu başlıklar, gelişen teknolojiyle daha ergonomik, hafif ve estetik görünüme sahip olmuştur. Günümüzde Apple, Microsoft, Magic Leap gibi şirketler geliştirdiği başa takılabilen cihazlar için büyük yatırımlar yaparak rekabet ortamı sağlamışlardır (şekil 2.17).



şekil 2. 17 Apple Vision Pro ve Microsoft Hololens Başlıkları.

Kaynak: https://www.linkedin.com/posts/julian-john-80940b15a_we-have-perfected-

Microsoft Hololens 2 ve Magic Leap 2 yapısal farklı özelliklere sahip olsa da benzer AG cihazlarıdır. Kullanıcıların çevresini görmeyi sağlayan ve hareket takibi, jest tanıma, sesli komutlar gibi özelliklere sahiplerdir. Meta şirketi tarafından oluşturulan Meta Quest Pro ise göz takibi, gerçek dünyanın renkli görüntüleri gibi özellikler sağlamaktadır. Varjo XR-3 ve 2024 yılında Apple tarafından piyasaya çıkması planlanan Apple Vision'da yapısal olarak farklı olsa da bu üç cihazın en önemli ortak özellikleri SG ve AG teknolojilerini aynı anda barındırarak aralarında geçiş yapılabilmektedir (Heaney, 2023). Bu özellik teknolojiler arasında kolayca geçiş yaparak başlıkların kullanımının artmasını sağlayabilecektir. Bu başlıklar eğitim, oyun ve video, tıp, mühendislik, havacılık gibi alanlarda kullanılabilir. Fakat AG gözlüklerinde gelişmeler yaşanmasına rağmen gizlilik problemleri ve yüksek maliyet sebebiyle henüz yaygınlaşmamıştır. Zamanla daha uygun maliyetler ile daha fazla kullanıcıya ulaşacağı öngörülmektedir.

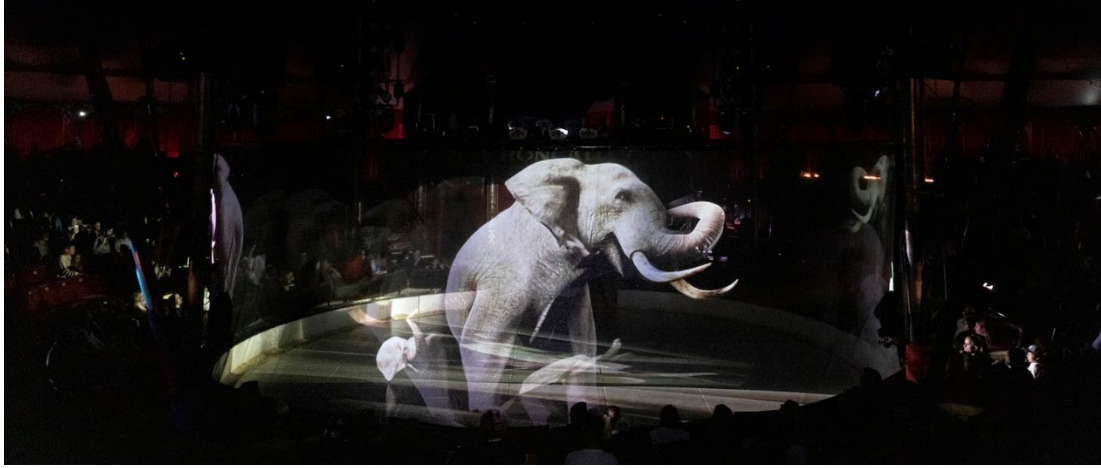
2.2.3.3 Projeksiyon ve Hologram Görüntü Sağlayıcıları

Projeksiyon görüntü sağlayıcısı AG teknolojisinde, donanımdan elde edilen 2B veya 3B sanal nesnelerin projeksiyon ışığı ile gerçek ortam yüzeyine aktarılmasını sağlamaktadır. Bu teknolojiye kullanıcı başa takılan cihazlar veya AG özellikli mobil cihazlara ihtiyaç duymadan içeriğini çıplak gözle görüntülemesini sağlamaktadır. Bu teknoloji, haritalama, nesne izleme, derinlik ve kenar tahmini gibi ekipmanlar kullanmaktadır. Son dönemde yapılan (Boulangier, 2023) ve (Grimaldos, Bretón-López, Palau-Batet, Díaz-Sanahuja ve Quero, 2023) gibi araştırmalar projeksiyon tabanlı AG'nin sağlık alanında geliştirilebildiğine işaret etmektedir. Ayrıca bu teknoloji endüstri 4.0 için Tu Wien Üniversitesi pilot fabrikasında denenmiştir (Şekil 2.18). Jest tanıma ile iş eğitim sürecini azaltarak çalışanların daha hızlı ve üretken olmasını sağlamaktadır. (Rupprecht, Kueffner-McCauley, Trimmel ve Schlund, 2021). Projeksiyon tabanlı AG'de ekipman kullanılmaması, kullanıcıda cihaz yorgunluğu sorununu ortadan kaldırmaktadır ve birçok kullanıcının içeriği aynı anda görüntülemesini sağlamaktadır.



Şekil 2. 18 Projeksiyon görüntü sağlayıcısı ile endüstri alanında AG kullanımı. Kaynak: Rupprecht, P., Kueffner-McCauley, H., Trimmel, M., & Schlund, S. (2021). Adaptive Spatial Augmented Reality for Industrial Site Assembly. *Procedia CIRP*, 104, 405-410. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.068>

Hologram görüntü sağlayıcıları ise kullanıcıya özel olarak tasarlanmış aynalar kullanarak 3B görüntüler sunmaktadır. Projeksiyon teknolojisi gibi herhangi bir mobil ve başa takılabilen cihazlara gerek duymadan kullanılabilir. Projeksiyon ve hologram görüntü sağlayıcıları benzer olsalar da hologram görüntü sağlayıcıları sistem bakımından karmaşık bir yapıya sahiptir. Yüksek çözünürlüklü 3B görüntüler sunması ve daha maliyetli olması sebebiyle konser, tiyatro ve daha farklı topluluk organizasyonlarında kullanılmaktadır. Bu alanda yapılan en çarpıcı örneklerden biri Almanya’da bulunan “Circus Roncalli” sirk gösterisidir. Bu gösteride hayvanların yerine 3B hayvan modelleriyle performans sergilenmiştir (Şekil 2.19).



Şekil 2. 19 Hologram görüntü sağlayıcılarının ‘Circus Roncalli’ sirkinde kullanımı, 2023. Kaynak: <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/02/28/hologram-circus-animals-roncalli/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

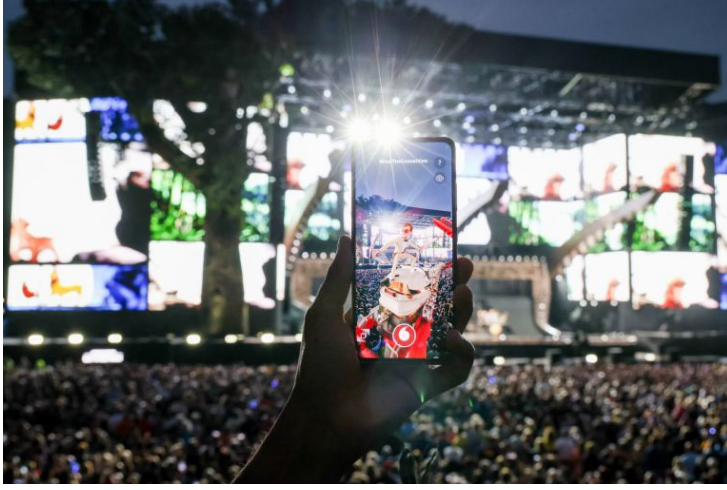
2.3 Artırılmış Gerçeklik Uygulama Alanları

AG uygulamaları, mobil teknoloji ve kablosuz ağ yapısının gelişmesi, donanım ve yazılım maliyetlerinin azalması ile birçok alanda uygulanabilir hale gelmiştir. İlk olarak askeri, endüstri ve sağlık uygulamaları üzerinde yoğunlaşmış olsa da oyun, eğitim, turizm, mimarlık, pazarlama gibi birçok alanı etkileyerek yaygınlaşmıştır.

2.3.1 Eğlence ve Oyun Alanlarında Kullanımı

AG teknolojisinin kullanıldığı alanlardan biri de eğlence ve oyun sektörüdür. Eğlence sektöründeki hızlı gelişim ve dijital dönüşüm özellikle AG'nin yaygınlaşmasını sağlamıştır. AG, gelişen teknoloji ve yaratıcı fikirler ile hem kullanıcının dijital eğlenceye daha fazla dahil olarak yeni deneyimler yaşamasını sağlamak hem de eğlence endüstrisindeki rolünü büyütmektir (Huang, Jiang, Liu ve Wang, 2011).

Örneğin; AG fiziksel ortama dijital öğeler ekleyerek konserleri ve canlı performansları geliştirmek için kullanılabilir. Elton John, konserde “I’m Still Standing” şarkısını söylediği sırada kullanıcılar eş zamanlı olarak Vodafone App yardımıyla 3D görüntülerden oluşan AG deneyimini gerçekleştirmiştir (Şekil 2.20).



Şekil 2. 20 Elton John ve Vodafone'nun iş birliği olan "I'm Still Standing" şarkısı sırasında gerçekleşen AR deneyimi, 2022.

Kaynak: <https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/elton-john-wows-hyde-park-crowd-with-ar-concert-dedicated-to-nhs-and-frontline-workers/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

AG oyunları ise oyun dünyasını genişleten ve oyuncuları daha etkileşimli ve heyecan verici bir deneyime dahil eden ilgi çekici bir teknolojidir. Başlangıçta dizüstü bilgisayarlar, tabletler kullanılırken zamanla akıllı telefonlar yaygınlaşmış ve şimdilerde ise AG gözlükleri ve başlıkları ortaya çıkmıştır. Oyun sektöründe AG'nin en başarılı örneklerinden biri 'Pokemon GO' oyunudur.

2016 yılında piyasaya sürülen Konum Tabanlı AG oyunu Pokemon GO, akıllı telefon kamerası ve GPS gibi özellikleri kullanarak çevredeki Pokemonlarla savaşip onları toplamalarını sağlamaktadır (Şekil 2.21).



Şekil 2. 21 Artırılmış Gerçeklik teknolojisiyle kullanılan Pokemon GO oyunu.

Kaynak: <https://pokemongolive.com/?hl=en/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Pokemon GO, daha önce AG ile etkileşime girmemiş olan milyonlarca insan için bu teknolojiyi erişilebilir hale getirmiş ve AG oyunlarının yaygınlaşmasına katkıda bulunmuştur.

2.3.2 Eğitim Alanında Kullanımı

AG, eğitim sektöründe büyük potansiyele sahip bir teknolojidir. Eğitim sırasında bilgiyi görselleştirme, somut kaynaklar ile etkileşim sağlama ve kavramların anlaşılmasını sağlayan senaryolar oluşturmaktadır.

AG'nin eğitimde kullanılması bir yandan öğrencilerin eğitim sırasında aktif rol oynadığı etkileşimli bir uygulama seçeneğidir. Böylece öğrenci anlama sürecini hızlandırır ve seviyesini belirler. Ayrıca AG, öğrenci becerilerini fiziksel zarar ve tehlike oluşturmayan sanal senaryoların uygulanabileceği güvenli bir eğitimi sanal ortamda deneyimleyebilir (Amores-Valencia, Burgos ve Branch-Bedoya, 2022). Eğitim uygulaması olan McGrow Hill AG, kavramsal öğrenmeyi destekleyerek ilgi çekici deneyimler sağlayan bir AG uygulamasıdır (Şekil 2.22). Uygulama matematik ve sosyal bilgiler kavramları için etkileşimli görseller sunmaktadır (Contributor, 2023).



Şekil 2. 22 McGrow Hill AG uygulamasının eğitimde kullanımı, 2023. Kaynak: <https://www.eschoolnews.com/innovative-teaching/2023/11/01/immersive-technology-empower-students-teachers/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Ayrıca uzaktan eğitimin yaygınlaşmasıyla AG teknolojisi gelişimi hızlanmıştır ve yüz yüze eğitimde mümkün olmayan uygulamalı bilgi edinme olanağı sağlamıştır.

2.3.3 Reklamcılık ve Pazarlama Alanında Kullanımı

Günümüzde AG'nin en çok kullanılan alanlarından biri Reklamcılık ve Pazarlama alanıdır. Bu alanda amaç yalnızca satış yapmak değildir aynı zamanda müşterileri eğlendirmek ve eğitmek, ürün değerlendirmelerine yardımcı olmak ve satın alma sonrası tüketim deneyimini geliştirmektir (Rauschnabel, Babin, Dieck, Krey ve Jung, 2022,).

AG'in reklam ve pazarlama alanında ilk kullanımı dergi reklamlarıdır. Karekod ile oluşturulan bu reklamlara BMW, Nissan, Toyota gibi markalar öncü olmuştur. Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte AG reklamları da evrimleşmiştir. Örneğin; otomobil üreticisi DACIA markası, tüketicileri yeni DACIA araçların içini ve dışını görmelerini sağlayan Dacia AG'yi çıkarmıştır. Müşteriler, herhangi bir modeli uygulamada görüntüleyebilir ve aracı bir otopark, cadde, açık hava gibi seçilen gerçek dünya ortamına yerleştirebilir, böylece müşteriler bayilere gitmeden aracı inceleyebilir ve henüz bayilerde bulunmayan modelleri görebilir. Dacia AG, her renkte tüm modelleri içermektedir (Şekil 2.23).



Şekil 2. 23 DACIA mobil uygulamasında AG kullanımı, 2022. Kaynak: <https://media.dacia.com/dacia-ar-the-smart-and-useful-augmented-reality-app/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

AG teknolojisinin yenilikçi kullanımına yönelik bir başka örnek ise, 2023 NFT sezonu için SnapChat ve Los Angeles Rams iş birliğiyle stadyum içi AG deneyimidir. AG teknolojisi ile Futbol sahasını dijital bir Pasifik okyanusuna dönüştürmekte ve sörf yarışları yapan üç sanal Rams oyuncusu gösterilmektedir. Bu uygulama AG görselleri Snap'in Lens Stüdyosunda oluşturularak stadyumun kameralarıyla bağlanmıştır (Şekil 2.24). Bu deneyim katılımcıların Princess Cruises'ten yedi günlük gemi yolculuğu kazanmasını olarak tanımaktadır (TheRams.com, 2023).



Şekil 2. 24 2023 NFT sezonu için SnapChat ve Los Angeles Rams iş birliğiyle hazırlanan AG uygulaması, 2023. Kaynak: <https://www.therams.com/news/rams-snapchat-sofi-stadium-augmented-reality-experience/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2020 yılında spor ayakkabı tanıtımını yapan Gucci, Snapchat uygulaması ile anlaşarak ilk kez AG'yi kullanarak ayakkabı deneme kampanyasını başlatmıştır. Snapchat kullanıcıların Gucci spor ayakkabılarını denemek için telefon kamerasını ayaklarına göstermeleri gerekmektedir. Markanın amacı bağlılığı artırarak etkileyici miktarda satış yapmaktır (Şekil 2.25).



Şekil 2. 25 Gucci'nin Snapchat platformunda AG kullanarak hazırladığı ürün kampanyası, 2020.

Kaynak: <https://www.snapchat.com/lens/fa9a828000704ed1aeaac6dea5fd89ac/>

Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

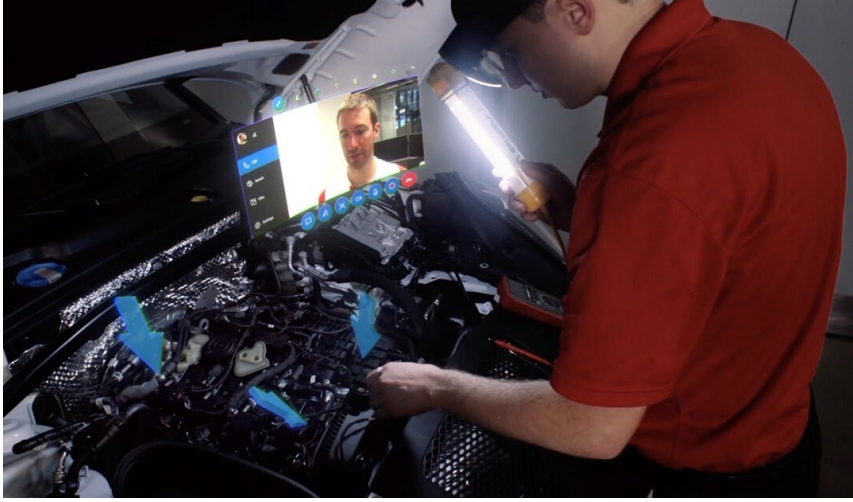
2.3.4 Endüstriyel Alanda Kullanımı

AG, Endüstri 4.0 üretim süreç ve faaliyetleri, personel eğitimi, test uygulamaları, teknik kılavuzlar, uzaktan yardım desteği gibi alanlarda kullanılmaktadır. Karmaşık montaj süreçlerini yönlendirmek, görevleri tamamlama sürecini azaltmak, geri bildirimler ile çalışanların hatalarını belirlemesine yardımcı olmaktadır (Voinea, Gîrbacia, Duguleana, Boboc ve Gheorghe, 2023). AG, endüstri alanında hareketli ve tehlikeli makineler için çalışanları uyarma ve yaralanma riskini azaltmak için rehberlik ederek güvenliği artırabilir.

Ayrıca, McKinsey Technology (2023, s.2) raporuna göre, yapay zekâ, bulut bilişim ve makine öğrenimi gibi teknolojiler, Endüstri 4.0'da yüksek potansiyele ve uygulanabilirliğe sahiptir. Örneğin yapay zekâ, çeşitli görevleri yerine getiren farklı algoritmalar içermektedir. AG'nin sanal ve fiziksel ortamları birleştirmesi göz önüne alındığında, Yapay zekâ ve AG birlikte çalışarak kullanıcıya endüstride 3B dünyayı anlama ve kullanma yeteneği sağlayabilirler (Voinea, vd., 2023).

AG teknolojisi endüstride işaretçiler veya bilinmeyen bir ortamın haritasını çıkaran eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojilerini kullanmaktadır. Bu

teknolojileri başa takılan cihazlar, mobil cihazlar ve projeksiyon görüntü sağlayıcıları ile görselleştirilebilir. Örneğin Porsche Cars, Microsoft Hololens 2 ve Dynamics 365 yazılımını kullanarak kılavuzlar sayesinde teknisyenlerin eğitimler almasına ve bir arabanın 3B hologram görüntülemesini sağlamaktadır. Teknisyenler sorun yaşadığında farklı bir konumdaki teknisyeni arayarak 3B yardım alabilirler (Şekil 2.26).



Şekil 2. 26 Porsche Cars'ta Hololens başlığının kullanımı, 2023.

Kaynak: <https://customers.microsoft.com/en-US/story/1523387086361264063-porsche-cars-north-america-automotive-dynamics-365-guides-dynamics-365-remote-assist-hololens/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.3.5 Askeri Alanda Kullanımı

AG, askeri alanda eğitim tatbikatları yapma, arazi verileriyle çevreyi tanıma, navigasyon verileri, hedef tespitleri, bakım ve onarım görevleri gibi özellikler sağlamaktadır. Bu alanda AG teknolojisini kullanmak için başa takılan cihazlar ve başüstü gösterim ekranları kullanılmaktadır (Liang, Zheng ve Xia, 2023).

Başüstü gösterim cihazları, sürücülerin sürüş göstergelerine bakmadan, bilgileri yansıtan sabit monteli şeffaf bir ekrandır. Bu teknoloji asker uçak ve helikopter pilotları için navigasyon, uçuş bilgileri, hedef konumları ve çeşitli grafiklerden yararlanması için kullanılmaktadır (Charissis, vd., 2021). Başa takılan cihazlar ise aynı amaçlar doğrultusunda kullanılmakta fakat başüstü gösterim ekranlarına göre daha detaylı ve karmaşıktır. Başüstü gösterim ekran verileri sadece

uçağın ön camında yer alan şeffaf ekranda görüntülenmektedir. Başa takılan cihaz verileri ise kullanıcının bakabildiği her yerde görüntülenebilir. Başa takılan cihaz teknolojisinin gelişimi askeri alanda kullanımını da yaygınlaştırmaktadır. Lockheed Martin, Kore Aerospace Industries ve Red 6 tarafından Gelişmiş Taktiksel Artırılmış Gerçeklik Sistemi (ATARS) geliştirilerek T-50 savaş uçaklarına uygulanmıştır (Şekil 2.27). Pilotun, 3B dost ve düşman savaş uçaklarını ayırt etme, füze izlerini ve patlamaları tespit etme, eğitim verme gibi özellikler başa takılan cihazıyla kullanılmaktadır (FRAeS, 2023).



Şekil 2. 27 Başa takılan cihaz içinden AG ile 3B savaş uçağı görüntüsü, 2023.

Kaynak: <https://www.aerosociety.com/news/hawk-joins-the-military-metaverse/>

Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.3.6 Tıbbi Alanda Kullanımı

AG teknolojisi, sağlık sektöründe çeşitli uygulamalara sahiptir ve tıbbi görüntüleme, cerrahi uygulamalar ve tıp eğitimi gibi alanlarda kullanılabilir (Mehta, Aayushi, Singh, Chugh ve Kumar, 2023). AG cihazları bilgisayar görüntülerini gerçek dünyanın üzerine yerleştirerek sağlık hizmet sağlayıcıları ve hastanın bilgilerini gerçek ortamda uygulandığı şekliyle görselleştirmesine olanak tanımaktadır. Karmaşık prosedürleri gerçekleştirmek için öğrenciler AG teknolojisi

kullanarak tıp eğitim sürecini azaltabilir, zor ameliyatların gerçekleştirilmesini ve hastaların rehabilite edilmesini sağlayabilmektedir (Precedence Research , 2023).

Bu alanda AG uygulamaları çeşitli sensörler (atalet ölçü birim ve yakınlık sensörleri), ekranlar, projektörler ve başa takılan cihazlar ile gerçekleştirilmektedir. Başa takılan cihazlar simülasyon, ameliyatlar ve eğitim için yaygın olarak kullanılmaktadır (Precedence Research , 2023). Katar'da Hamad Medikal Hastanesi AG cerrahi platformu NextAR Spinal cihazını ve AG gözlüğü kullanarak ilk omurga ameliyatını gerçekleştirmiştir (Şekil 2.28). Spinal cihazı bir kamera tarafından izlenebilen projeksiyon görüntü sağlayıcılı omurga sistem aletleri barındıran bir cihazdır. Bluetooth ile eş zamanlı çalışmak için AG cihazlarını birbirine bağlayarak kullanılmaktadır. AG gözlüğü ise hastanın omurgasıyla ilgili gerçek zamanlı bilgiler vermek için kullanılmaktadır (Medacta International, t.y.) Bu uygulama AG teknolojisinin işlem doğruluğu, karmaşık ameliyatları kolaylaştırma ve prosedürleri hızlı gerçekleştirme konusunda başarılı olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. 28 Cerrahi AG Platformu NextAR ve Spinal cihazıyla gerçekleştirilen omurga ameliyatı, 2023. Kaynak: <https://www.xrtoday.com/mixed-reality/nextar-empowers-qatari-surgeons-with-ar-spinal-guidance-tool/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.3.7 Turizm ve Kültürel Miras Alanında Kullanımı

AG uygulamaları, mobil cihazların yaygınlaşması ve kolay kullanımı ile turistik mekanlar artık sanal rehberlik hizmetleri ile ziyaret edilebilir hale gelmiştir. Böylece kişilere, tarihi mekanların tahrip olmadan önceki görüntüleri sunarak, o

dönemin atmosferini hissetme ve bilgi edinme açısından büyük fayda sağlamaktadır (Kayhan ve Gökçearsan, 2021).

Örnek olarak Atina’da yer alan Akropolis antik kentinde AG teknolojisi kullanılarak tarihi yapıların çok öncelerde nasıl görüldüğünü keşfetmeyi sağlamaktadır. Bu çalışmada dijital görüntüler mobil cihazlar aracılığıyla “Chronos” adlı AG uygulamasıyla görüntülenmektedir (Şekil 2.29). Bu uygulama, Parthenon tapınağı, Roma tiyatrosu, Akropolis müzesi’nin bazı bölümleri dahil olmak üzere 4 bölümü kapsamaktadır. AG uygulamasının antik kentte kullanılmasıyla tarihinin öğrenilmeye ilgi duyulacağı ve daha dikkat çekici hale getireceği düşünülmektedir (Ulea, 2023).



Şekil 2. 29 Parthenon tapınağının AG uygulanmış Ipad’de dijital görüntüsü, 2023.
Kaynak: <https://www.euronews.com/culture/2023/10/12/a-new-augmented-reality-app-shows-the-acropolis-as-ancient-greeks-knew-it/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Ayrıca AG teknolojisi, sanat alanında da değişiklikler yaratmıştır. Sergilerde ve müzelerde kullanılan AG uygulamaları sayesinde sanat eserleri 3B ve etkileşimli olarak sunulmaktadır. Örneğin, sanatçı Nancy Baker Cahill tarafından oluşturulan “CENTO” isimli melez yaratık AG teknolojisi kullanılarak Whitney Müzesi’nin terasında sergilenmektedir. CENTO, dönüştürülebilen, hayali, biyo-mühendislik ürünü türler arası bir varlıktır (Şekil 2.30). Rengarenk tüyleri olan CENTO’nun

vücuduna kullanıcılar tüyler ekleyebilmektedir. Bu tüyler iletişim, navigasyon, enerji dönüşümü ve hafıza bankası gibi yaratığın yaşamıyla ilgili farklı işlevlerle ilişkilidir. CENTO insan, mikrobiyom, kuş, misel, deniz ve makineden oluşmasıyla iklim krizine dikkat çekmektedir. Kişisel mobil cihazlarda karekod kullanılarak etkileşimli bir deneyim sağlanmaktadır (Whitney Museum of American Art , 2023).



Şekil 2. 30 Whitney müzesi'nde AG ile oluşturulan CENTO isimli sanat eseri, 2023.
Kaynak: <https://whitney.org/exhibitions/cento/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Tüm bu gelişmeler ile AG teknolojisinin kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılmasında, sanat alanında yeni ifade biçimlerinin ortaya çıkmasında önemli bir rol oynadığı görülmektedir.

2.3.8 Mimarlık ve Tasarım Alanında Kullanımı

AG, mimari mekanlar ve yapısal sistemler arasındaki ilişkileri keşfetmek, yöntemleri iyileştirmek ve mimari yapıların inşası, denetimi ve yenilenmesini desteklemek için kullanılmaktadır.

AG tabanlı sistemler mimari uygulamalar için prototip sistemler geliştirme, şehir planlaması, büyük dış mekân yapılarının 3B geometrisinin oluşturulması gibi alanlarda kullanılabilir (Mekni ve Lemieux, 2014). Ayrıca AG teknolojisi, inşaat sahasında çalışan işçilerin yeraltı elektrik veya tesisat borularının sanal görüntülerini görmelerini sağlayarak projelerin planlamasına yardımcı olabilir. Bu sayede yapılan

çalışmalar görüntülenerek para ve zamandan kazandırabilirken aynı zamanda çalışmada önlemler ve düzeltmelerde sağlanabilir (Bingöl, 2018).

Tasarım alanında ise AG kullanımının yaygınlaşmasıyla tasarımcılara sürükleyici ve etkileyici deneyimler yaratma kapısı açılmıştır. Bu teknoloji ürün görselleştirme, basılı medya ve marka etkileşimleri gibi birçok alanda görülmektedir. Örneğin Snapchat ve tasarım müzesi ortaklığında Rebel sergisi için AG deneyimleri oluşturulmuştur. Serginin bir parçası olan ziyaretçiler bu defilede AG aynaları aracılığıyla dokuz AG lensi deneyebilmektedir. Her lens kullanıcıların farklı tasarımcıların saç stilini ve makyaj görünümünü sanal olarak denemesini sağlamaktadır (Şekil 2.31).

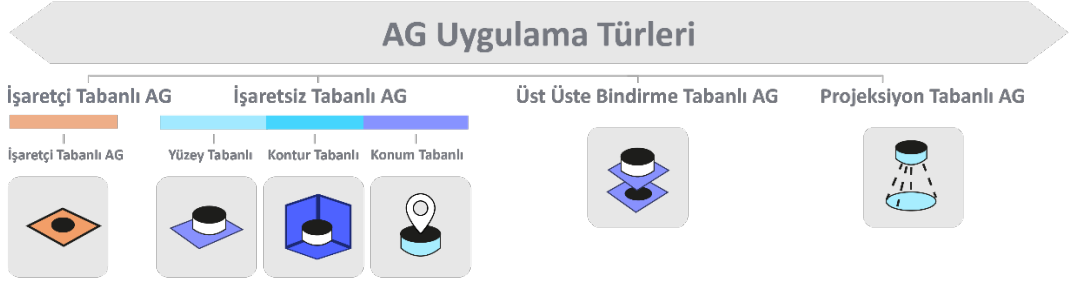


Şekil 2. 31 Rebel sergisi için hazırlanan AG lensleri, 2023.

Kaynak: <https://www.adweek.com/brand-marketing/london-design-museum-augmented-reality-backstage-fashion-show/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Uygulama Türleri

Son dönemde geliştirilen birçok uygulama ve yapılan çalışma, AG teknolojisinin gerçek dünya ile sanal dünyayı iç içe sunmaktadır. Bu teknolojinin farklı birçok alanda ve platformda kullanılması ile kullanım türlerine göre çeşitlenmiştir. Bu uygulama türleri; işaretçi tabanlı, işaretçi tabanlı, projeksiyon tabanlı, üst üste bindirme tabanlı ve konum tabanlı AG olmak üzere beş kategoride incelenmiştir (Şekil 2.32).



Şekil 2. 32 AG Uygulama Türleri Şeması, 2022.

Kaynak: <https://www.nextechar.com/blog/what-are-the-different-types-of-augmented-reality/> adresinden uyarlanmıştır. Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.1 İşaretçi Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Marker Based AR)

İşaretçi tabanlı AG, kullanıcıların kamerası olan mobil cihazlar aracılığıyla önceden tanımlanmış referans işaretleri (marker'lar) kullanarak 2B veya 3B sanal görüntüler elde etmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu işaretler, genellikle karekodlar, şekiller ve desenlerdir. Bu teknolojinin sistemi tanıma, takip ve karıştırma adımlarından oluşmaktadır. AG uygulaması, kamerayla işaretleyici olan görüntüyü tanır ve gerçek zamanlı görüntü üzerinde işaretleyicinin konumunu belirlemektedir. Ardından 2B veya 3B sanal görüntüler işaretleyici üzerine yerleştirilir (Kharishma, 2020). Vuforia, ARToolKit, ARKit, ARCore gibi platformlar, işaretçi tabanlı AG uygulamalarını geliştirme için kullanılan yazılım geliştirme kitleleridir. İşaret tabanlı AG sisteminde gereken işlem gücü ve bellek diğer izleme türlerine göre daha azdır. Kolay kullanımı ile kullanıcı etkileşimini daha hızlı sağlamaktadır (KB, Patil ve R, 2020). Örneğin, Avustralya'da Chatime markası, Special ile bir AG kampanyası oluşturmuştur (Şekil 2.33). Bu kampanya kullanıcıya karekod taratarak önüne çıkan tuhaf yaratıkların animasyonlarını gösteren ve Instagram uygulamasında da anında paylaşılabilen ve uzun süre izlendiğinde indirim kodu veren etkileşimli bir AG deneyimidir (Green, 2022).

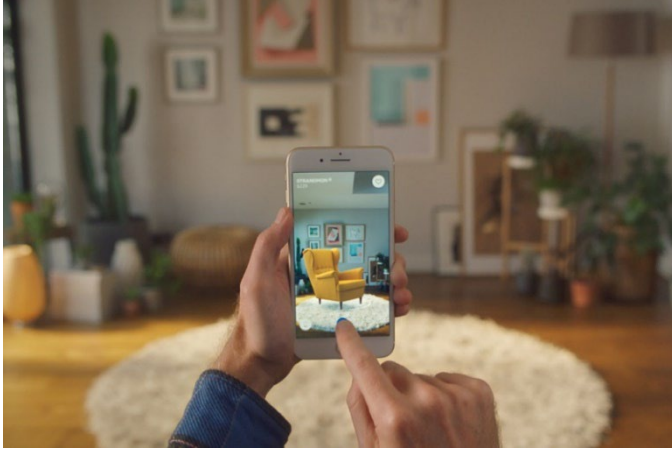


Şekil 2. 33 AG teknolojisinin karekod kullanarak gerçekleştirildiği reklam kampanyası, 2022. Kaynak: <https://campaignbrief.com/chatime-launches-an-ode-to-odd-in-latest-campaign-satisfy-your-strange-via-special/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.2 İşaretsiz Artırılmış Gerçeklik (Markerless AR)

İşaretsiz Tabanlı AG, karekod gibi görsel işaretleri kullanmadan cihazın kamerası aracılığıyla gerçek dünya nesnelere tanımlanmaktadır. Bu teknoloji, özellikle mobil uygulamalar ve oyunlarda popüler bir şekilde kullanılmaktadır. Nesnelere, yüzler, manzaralar gibi gerçek dünya öğelerini tanımak için derin öğrenme, yapay zekâ teknikleri kullanılmaktadır. Ayrıca GPS, pusula, jiroskop ve ivme ölçer gibi sensörler kullanarak kullanıcının konumunu tespit eder ve buna göre AG içeriğini konumlandırmaktadır (Akbaş ve Güngör, 2017).

Örneğin; IKEA, AG mobil uygulaması İşaretsiz Tabanlı AG'ye örnektir. Bu uygulama ile beğenilen koltuğun 3 boyutlu görüntüsünü odada bir yere yerleştirerek, nasıl görüldüğü incelenebilir (Şekil 2.34).

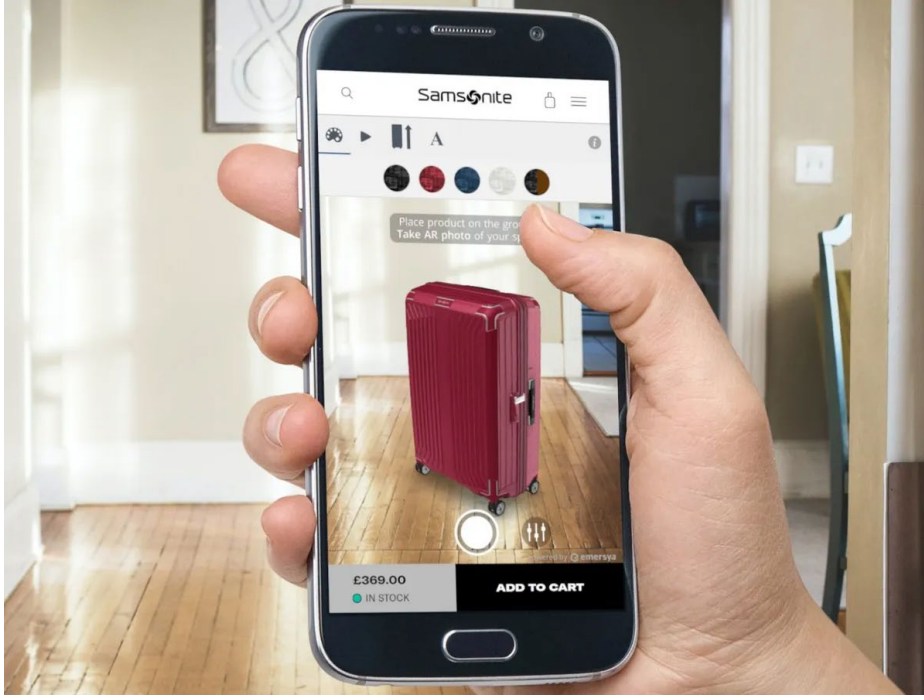


Şekil 2. 34 İşaretsiz tabanlı AG kullanımına IKEA örneği, 2017.

Kaynak: <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-launches-ikea-place-a-new-app-that-allows-people-to-virtually-place-furniture-in-their-home-170912/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.2.1 Yüzey Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Surface-Based AR)

Yüzey tabanlı AG, bulunduğumuz çevrenin kamera aracılığıyla tespit edilerek sanal nesnelerin bir zemine yerleştirilmesini sağlamaktadır. Kullanıcının çevresindeki yatay bir alana öğeyi konumlandırmasına ve belirli bir işaretleyiciye ihtiyaç duymadan AG içeriğini görselleştirmesini sağlamaktadır. Bu uygulama eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisi kullanarak gerçekleştirilmektedir. Eş zamanlı konumlama ve haritalama, çevrenin haritasını çıkararak kamerayla tespit edilmesini sağlamaktadır. İçeriği doğru bir şekilde yerleştirmek için dokulu yüzeyler, dekoratif objeler (masa, halı, mobilya vs.) gibi iç ve dış alanlar sağlandıktan sonra sabitlenmiş 2B veya 3B sanal içerik zemine yerleştirilmektedir. Düz alandaki aydınlatmanın durumuna göre de ışık tahmini yapabilmektedir (Mechanic, 2018). Bu tekniğe örnek olarak Samsonite markasının perakende mobil AG uygulaması gösterilebilir. Bu uygulamada müşteriler, AG teknolojisiyle gerçek bir yüzey üzerine valizi yerleştirerek boyutlarını öğrenmek için kendileriyle birlikte fotoğrafını çekebilmektedir (Şekil 2.35).



Şekil 2. 35 Yüzey Tabanlı AG'nin perakende sektöründe kullanımı, 2023.

Kaynak: <https://spectrum.ieee.org/augmented-reality-consumers-customize-products/>
Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.2.2 Kontur Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Contour-based AR/Outlining AR)

Kontur tabanlı AG, özel kameralar kullanılarak gerçek dünya görsellerini tanımlamak için nesnelere silüetlerinin ana hatlarını çıkarmaktadır. Belirli öğeleri çizgilerle kontürler veya görsel vurgularla belirginleştirerek insan gözünün tanımakta zorlandığı nesneyi makine algoritmaları kullanarak nesneyi algılar ve taslağını oluşturur ve 3B nesneye dönüştürmektedir. (Estrada, Paheding, Yang ve Niyaz, 2022). Genellikle otonom araçlar ve askeri başlıklarda kullanılabilir. Vuforia platformunun Model Targets özelliği, kontur-tabanlı AG'nin bir örneğidir. Vuforia, geliştiricilerin uygulamalarına hızlı bir şekilde AG teknolojisini entegre etmelerini sağlayan bir platformdur. Model Targets, gerçek dünya nesnelere şekillerine göre tanımayı ve takip etmeyi sağlar. Özelliğin kullanılması için kullanıcı cihazını nesneye belirli bir mesafede tutması gerekmektedir. Uygulama, algılanan görüntünün yaklaşık bir görüntüsünü çizer ve eşleştikten sonra nesne takibi edilmektedir (Vuforia engine developer portal, t.y.). Örneğin ABD ordusu için geliştirilmiş bir gece görüş gözlüğü kontur tabanlı AG tekniğiyle birleştirilerek (Şekil 2.36)

karanlıkta belirsiz nesnelere ve potansiyel tehditleri ortaya çıkarabilmektedir (Brown, 2021).



Şekil 2. 36 Kontur Tabanlı AG tekniğinin gece görüş gözlüğünde kullanımı, 2021.

Kaynak: <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/05/24/army-night-vision-goggles/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.2.3 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Location-based AR)

Konum tabanlı AG uygulamaları, kullanıcının GPS, radyo frekansı ile tanımlama, pusula, ivme ölçer gibi sensörler aracılığıyla bulunduğu konumun verilerini elde etmekte ve bu verileri kullanarak gerçek dünya üzerine sanal ifadeler eklemektedir.

Bu teknoloji kullanıcıların gerçek dünya etkileşimini artırmak ve çevrelerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda mimari, tarihi, coğrafi yerlerin tanıtımında kullanılarak kullanıcılara bilgi, navigasyon ve etkileşim sunmaktadır. Bu tür uygulamalarda mobil cihazların taşınabilirliği ve içerdikleri sensörlerin kolaylıkla erişilebilir olması büyük avantaj sağlamaktadır (İçten ve Bal, 2017).

Eğitim, pazarlama ve reklamcılık, turizm, perakende, oyun ve eğlence, sağlık hizmetleri gibi pek çok alanda Konum Tabanlı AG kullanılmaktadır. Örneğin Uist Unearthed uygulaması, İskoçya Hebrid Yolu üzerinde bulunan üç önemli arkeolojik

alanın dijital rekonstrüksiyonları içeren Konum tabanlı AG mobil uygulamasıdır. Bu uygulama uzun zaman önce yok olmuş yerleşim yerlerini inceleme imkânı sunmaktadır (Şekil 2.37).

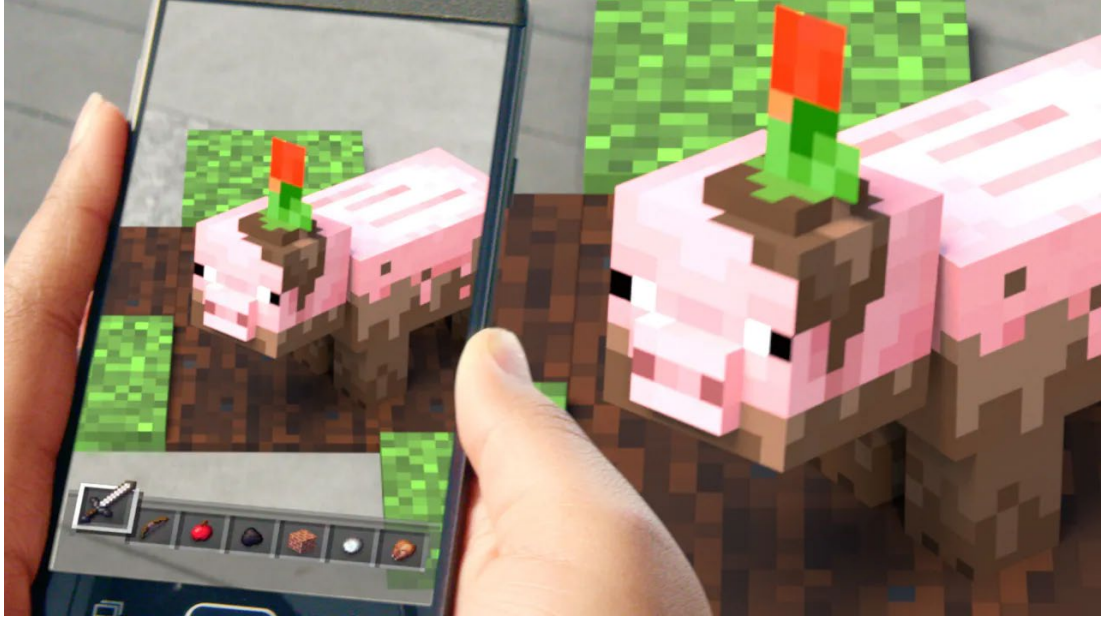


Şekil 2. 37 Dijital rekonstrüksiyonların konum tabanlı AG'de kullanımı, 2021.

Kaynak: <https://archaeologyorkney.com/2021/07/21/uist-uneearthed-augmented-reality-app-launched/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.3 Üst Üste Bindirme Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Superimposition-based AR)

Üst üste bindirme tabanlı AG, nesneyi kısmen veya tamamen artırılmış bir nesne veya görüntüyle değiştiren bir nesne tanıma tekniğidir. Bu teknikte nesnelere gerçek zamanlı olarak tespit etmek ve üst üste bindirmek için derin öğrenme modelleri kullanılmaktadır. Derin öğrenme modelleri işaret gerektirmeyen AG tekniklerinde yaygın olarak kullanılan bir yapay zekâ uygulamasıdır. Üst üste bindirme tabanlı AG mobil cihazlarda kullanılmaktadır (Arvrinsights, 2022). Örneğin, Minecraft oyunu üst üste bindirme tabanlı AG'ye örnek olabilir. Uygulama aynı zamanda konum verilerini kullanarak ve bir ekip kurarak objeler inşa edilebilir. Böylece AG nesnelere üst üste bindirilerek müdahale edilir ve değiştirilebilir (Şekil 2.38).



Şekil 2. 38 Üst üste bindirme tabanlı AG'ye Minecraft oyun örneği, 2020. Kaynak: <https://www.minecraft.net/tr-tr/article/new-game--minecraft-earth/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

2.4.4 Projeksiyon Tabanlı Artırılmış Gerçeklik (Projection-based AR)

Projeksiyon tabanlı AG, bilgisayarda oluşturulan görüntünün kullanıcının herhangi bir görüntüleme cihazı taşımasına gerek kalmadan projeksiyon yardımıyla fiziksel bir objenin üzerine yansıtılmasını sağlamaktadır. Mekansal AG (Spatial Augmented Reality) olarak da adlandırılan bu teknoloji sayesinde kullanıcılar tasarladıkları görüntüleri veya grafikleri fiziksel bir modele (örneğin bir maket veya prototip) yansıtarak etkileşimde bulunabilir (Şekil 2.39). Yüksek çözünürlükte görüntü kalitesi ile birden fazla kullanıcı aynı anda sunumları takip ederek projeler üzerinde etkileşimde bulunabilir (Zhou, Duh ve Billingham, 2008).



Şekil 2. 39 Projeksiyon tabanlı AG tekniğinin kullanımına örnek, 2019. Kaynak: https://www.researchgate.net/figure/An-example-of-Projection-based-AR-in-Geography-Class_fig3_331181344/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

BÖLÜM 3

3. KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

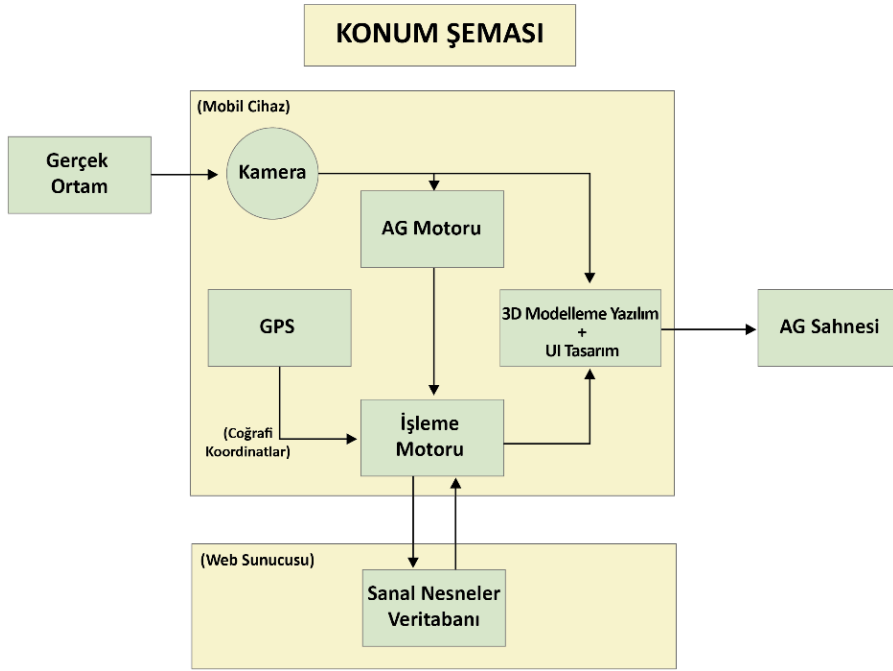
Konum tabanlı AG, gerçek zamanlı bir konumu temel alan, coğrafi verileri belirleme sistemleri ve AG teknolojisini birleştirerek ekran üzerine bilgi yerleştiren bir teknolojidir. Wi-fi, Bluetooth, eş zamanlı konumlama ve haritalama ve çeşitli uydu sistemleri, kullanıcının konumunu izler, koordinatlarını eşleştirir ve verileri alarak sanal nesnelere gösterir. Konum belirlemek için kullanılan uydu sistemleri arasında bulunan GPS, Küresel Navigasyon Uydu Sistemi (GLONASS, Global Navigation Sputnikovaya Sistema), BeiDou-3, Galileo ve QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) gibi uydu sistemleri Küresel Konum Belirleme Sistemleri (GNSS, Global Navigation Satellite System) tarafından çalıştırılmaktadır. GPS, en yaygın kullanılan ve en eski navigasyon sistemidir. Dünya çevresinde dönen toplam 24 GPS uydusu bulunmaktadır. GPS cihazları uydulardan gelen verileri, taşıyıcı kuleleri, hücresel ağları ve internet bağlantılarını kullanmaktadır (Bhatia, 2022). Küresel navigasyon uydu sistemi, GPS'e alternatif olması için Rusya tarafından geliştirilmiştir. Toplam 24 adet uydusu olan sistem, GPS'e göre daha az doğruluk sunmaktadır fakat birlikte kullanıldığında doğruluk artmaktadır (Grover, 2023). BeiDou-3, Çin tarafından oluşturulan GPS'den daha çok uyduya sahip olan navigasyon sistemidir (Goward, 2023). Galileo, Avrupa Birliği tarafından oluşturulan Avrupa'daki altyapıyı iyileştirme, konumlandırma ve zamanla bilgileri sağlamaktadır. GPS'den daha hassas ve yeni akıllı telefonların birçoğunda Galileo özelliği mevcuttur (European Space, 2011). QZSS ise, Japonya tarafından oluşturulmuş navigasyon sistemidir. Bu sistemin amacı Japonya'ya odaklanarak Asya-Okyanusya bölgesinde GPS'i geliştirmektir (Bhatia, 2022). Bu navigasyon sistemleri, hassas konumlandırma ve gerçek

zamanlı veri iletimi yoluyla AG'yi destekleyerek konum tabanlı dijital içeriğin gerçek dünyaya yerleştirilmesini sağlamaktadır. Uydular sağladığı verilerle AG cihazlarının etkileyici deneyimler ve pratik işlevlerini gerçekleştirmektedir. Bu çalışma da en yaygın olarak kullanılan GPS uydu sistemi ele alınmıştır.

Shang, Chen, Wu ve Yin (2022, s. 433)'e göre, "Konum tabanlı AG, GPS ile aynı zamanda eş zamanlı konumlama ve haritalama tekniklerini kullanarak kullanıcı konumunu belirlemek ve kullanıcı konum bilgisiyle AG uygulamasını geliştirmektedir." Benzer bir tanım olan Klefodimos, Evagelou, Triantafyllidou ve Grigoriou (2023, s. 4963)'a göre "GPS sensörleri bulunan mobil cihazlar, belirli konumları tanımlamak ve mobil cihaz kamerası aracılığıyla gerçek çevreye çoklu ortam içeriklerini (metin, 2B-3B görseller, ses, videolar ve animasyonlar) gösteren bir teknolojidir." şeklinde tanımlamıştır.

Konum tabanlı AG, farklı doğrulukta veri sunan iç mekân ve dış mekân konum tabanlı uygulamaları olarak ikiye ayrılır. İç mekânda konum tabanlı AG, genellikle iç mekâna yerleştirilmiş işaretlerin, bilgisayar görme teknikleri ile tanıyarak radyo frekansı veya kızılötesi dalga algılayıcı sistemler ile gerçekleştirilirken GPS teknolojisi iç mekân için kullanılmamaktadır. Örneğin, dış mekân konum tabanlı AG'de bir hastane gösteriliyor ve bu durumda AG nesnesi 40 metre uzaklıkta dahi olsa ölçekte sorun yaşanmayacaktır. Ancak bu tür bir mesafe iç mekanlarda fazla sapma yaratacağından dolayı iç mekân AG uygulaması için uygun değildir. Dış mekânda konum tabanlı AG ise genellikle küresel ölçekte çalışmaktadır ve GPS tabanlı konum hizmetlerine dayanır (Tekin, 2019).

AG, gelişimi boyunca birçok sınıflandırma altında açıklanmıştır. Literatür incelendiğinde bu sınıflandırma AG deneyimini gerçekleştiren cihazlara dayanmaktadır. Bu cihazlar 2.2.3 bölümünde incelendiği gibi elde taşınan, başa takılan ve projeksiyon sağlayıcıları olarak sınıflandırılmıştır. Bir başka sınıflandırma ise AG deneyiminin nasıl çalıştığıyla ilgilenen işaretçi ve işaretçi tabanlı AG'dir. İşaretçiler karekodlar, nesnelere ve şekiller gibi gerçek dünya görsellerine dayanır. İşaretçi tabanlı AG ise fiziksel tetikleyicilere ihtiyaç duymadan gerçekleştirilir. İşaretçi tabanlı AG'nin en yaygın olarak kullanılan türlerinden biri olan Konum Tabanlı AG gerçek konumu alır, GPS sensörleri bulunan mobil cihaz aracılığıyla AG teknolojisini sunar.

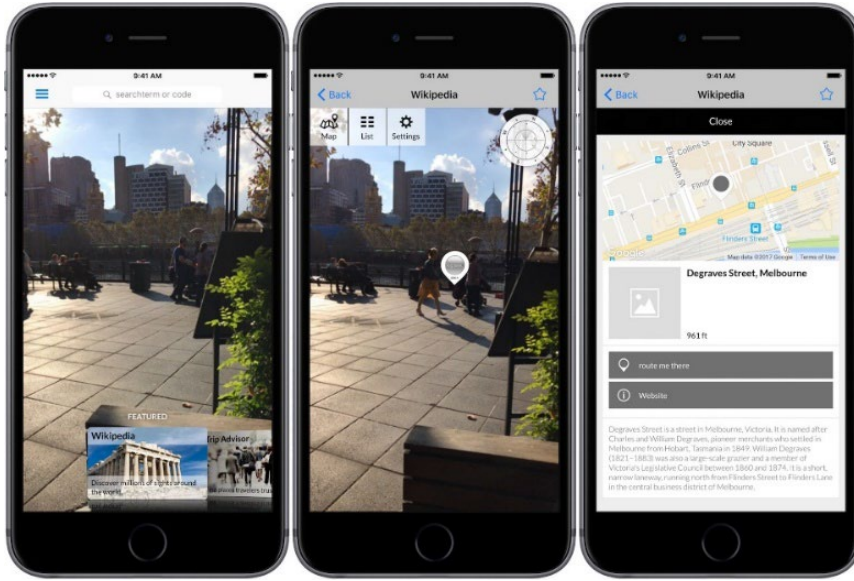


Şekil 3. 1 Konum Tabanlı AG Çalışma Prensibi (Kasbekar, Dharmani, Joshı, Kumar, & Pawar, 2015).

Şekil 3.1’de gösterildiği gibi Konum tabanlı AG sistemi, kullanıcı mobil cihazı kullanarak uygulama arayüzü ile ilgilenirken, web sunucusu, işleme motoru ve AG sistemi uygulama ile bağlantı kurar. Kullanıcının konumunu belirleyen GPS sistemi, pusula, ivmeölçer değerleriyle sağlanan coğrafi koordinatları sunar ve konum verilerini saklar. AG kamerası bu verileri veri tabanından alır ve uygulama çevrimiçi olduğunda AG içeriğini gösterir. (Batuwanthudawa ve Jayasena, 2020)

Konum tabanlı AG uygulamalarını oluşturmak için yazılım geliştirme kiti kullanılmaktadır. Konum tabanlı AG yazılım geliştirme kitleri kullanıcının cihazındaki konum verilerini almak ve işlemek için çeşitli yöntemler kullanmaktadır. Bu yöntemler GPS, Wi-fi, Bluetooth, eş zamanlı konumlama ve haritalama gibi konumu belirleyen sistemlerdir. Yazılım geliştirme kitleri bu yöntemleri kullanım alanlarına (iç ve dış alanlar) göre uygulamaktadır. Yazılım geliştirme kiti aldığı konum verilerini, kullanıcının konumu ve diğer bilgileri belirlemek için işlemektedir (Kranendonk, 2023). Elde edilen veriler yazılım geliştirme kiti tarafından görüntü tanıma ve izleme, işaret tanıma ve izleme, hareket izleme özellikleriyle AG uygulamasını gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Konum tabanlı AG yazılım

geliştirme kiti reklam, turizm, eğlence, eğitim, endüstri, askeri gibi alanlarda kullanılmaktadır. Yazılım geliştirme kitleri, uygulama geliştirirken kullanılan farklı donanım ve programlama diline göre internet üzerinden kolayca indirilebilir. Kullanılan programlama ve platforma bağlı olarak yazılım geliştirme kitinin içeriği değişmektedir. Konum tabanlı AG oluştururken kullanılan yazılım geliştirme kitlelerinden en yaygın olanlara Wikitude, Vuforia, ARKit, Arcore, ARToolKit gösterilebilir (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2 Wikitude yazılım geliştirme aracıyla hazırlanmış mobil uygulamanın ekran görüntüsü, 2019.

Kaynak: <https://www.idownloadblog.com/2017/04/25/best-augmented-reality-apps-iphone/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Konum tabanlı AG uygulamalarında öncü olan Wikitude, 2010 yılında AG görüntüsünü entegre eden dünyanın ilk araç ve navigasyon sistemine sahip “Drive” isimli uygulamayı ortaya çıkarmış ve birçok ödül kazanmıştır. Konum tabanlı AG’nin yaygınlaşmasını sağlayan uygulama ise Niantic Lab tarafından oluşturulan akıllı telefon oyunu Pokemon Go’dur. Niantic şirketinin paylaştığı verilere göre 2023 yılı itibariyle Pokemon Go oyunun indirilme sayısı 1 milyarın üzerindedir (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3 Konum tabanlı AG mobil oyunu Pokemon Go arayüzü, 2017. Kaynak: <https://pokemongolive.com/it/post/arplus/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Uygulamaların popüler hale gelmesiyle yaygınlaşan Konum tabanlı AG, günümüzde akıllı telefon oyunlarının ötesinde birçok alanda kullanılmakta ve gelişmeye devam etmektedir.

3.1 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklikte Kullanılan Teknolojiler

Konum tabanlı AG teknolojisi, günümüzde gittikçe gelişen ve zorlaşan şehir yapısı ile günlük yaşamı kolaylaştıran bir araç haline gelmiştir. Fiziksel ve coğrafi konumu tanımlayarak bu konumu hizmet ve işlevleri gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. Bu teknolojinin uygulanma yöntemleri iç mekân ve dış mekânlarda tasarlanacak sisteme göre farklılık göstermektedir. Konum Tabanlı AG teknolojisinin geliştirilmesi için GPS, Wi-fi, Bluetooth ve eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca GPS, Wi-fi ve Bluetooth teknolojileri genellikle birbiriyle entegre edilerek daha doğru ve güvenilir konum bilgileri sağlamaktadır. Örneğin, bir cihazın GPS sinyallerini alamadığı kapalı alanlarda, Wi-fi ve Bluetooth sinyalleri kullanılarak konum tespiti gerçekleştirilebilir. Eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisi ise hem kapalı alanlar hem de açık alanlarda ve genellikle AG ve robotik uygulamalarda kullanılmaktadır (Theodorou, Velisavljevic, Dyo ve Nonyelu, 2022). Bu teknoloji,

bilinmeyen ortamları algılamak, doğruluğu ve güvenilirliği artırmak için ayrıca GPS, Wi-fi, Bluetooth ve diğer konum teknolojilerini kullanabilmektedir. Bu teknolojilerin yanı sıra yakın zamanda ortaya çıkan Ultra Geniş Bant (UWB, Ultra Wideband), insanların, cihazların ve nesnelerin konumunu yüksek hassasiyetle tespit edebilen kısa menzilli bir radyo frekans teknolojisidir. Konum tabanlı AG uygulamaları için kullanılan GPS, Wi-fi ve Bluetooth teknolojilerine kıyasla daha yüksek doğruluk ve düşük gecikme süresi sunarak kapalı ortamlarda kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Kabbinala, Bansal ve Gopalan, 2023). Az güç tüketimi ve aynı ortamda bulunan çok sayıda AG cihazını destekleme, hareket ve jest tanıma özellikleriyle etkileşimli ve sürükleyici deneyimler sağlamaktadır (Frackiewicz, 2023).

GPS, SLAM, Wi-fi ve Bluetooth teknolojilerinin konum tabanlı AG sistemlerine dahil edilmesi için iç mekân konumlandırma teknikleri, kablosuz iletişim protokolleri ve sensör füzyon yöntemlerinin kombinasyonu kullanılabilir. Kapalı ortamlarda doğru konumu sağlamak için GPS yerine Wi-fi parmak izi, UWB konumlandırma gibi iç mekân konumlandırma teknikleri kullanılabilir (Alnabhan ve Tomaszewski, 2014). Ayrıca SLAM'ın nesne algılama özelliğinin dahil edilmesi, AG sistemlerinin yerleştirme ve haritalama yeteneklerini geliştirerek sanal nesnelerin gerçek ortam üzerine yerleşmesini sağlayabilir (Yu vd., 2018). SLAM sistemlerinin sinir ağlarıyla kombinasyonunun AG uygulamalarında gerçek dünyadaki sanal nesnelerin mekânsal anlayışını iyileştirdiği görülmüştür (Marchesi, Eichhorn, Plecher, Itoh ve Klinker, 2021). Bluetooth ve Wi-Fi kablosuz protokollerinin kullanımı, AG uygulamaları için çok yönlü ve sağlam kablosuz iletişim sağlayabilir, cihazlar ve sensörler arasındaki veri alışverişini ve etkileşimi kolaylaştırabilir. Ayrıca, iç mekân konumlandırma ve kalabalık yoğunluğu tahmini için Bluetooth ve Wi-Fi sinyallerinin kullanılması, iç ortamlardaki AG sistemlerinin yerleştirilmesini ve bağlamsal farkındalığını daha da artırabilir (Kamalam vd., 2022). Özetle, GPS, SLAM, Bluetooth, Wi-Fi, Ultra Geniş Bant teknolojilerinin konum tabanlı AG sistemlerine entegrasyonu, iç mekân konumlandırma tekniklerinin, kablosuz iletişim protokollerinin, sensör füzyon yöntemlerinin ve gelişmiş bilgisayarlı görme tekniklerinin kullanımını içerir. Sensör füzyon yöntemi, birbirinden farklı sensörler tarafından elde edilen verilerin birlikte işlenmesidir. AG sistemleri, bu teknolojilerden yararlanarak hem iç hem de dış ortamlarda doğru konum belirleme, kusursuz nesne paylaşımı ve gelişmiş mekansal anlayış elde edebilir. Konum tabanlı AG uygulamalarının birçok sektörde yaygınlaşmasıyla ultra geniş bant gibi

teknolojilerde gelişerek yeni uygulamaların gelişiminde önemli rol oynayacağı öngörülmektedir.

3.1.1 GPS (Küresel Konumlandırma Sistemleri)

GPS, dünya çapında tüm kullanıcılara konum ve zamanlama bilgisi sağlayan, yörüngeye yerleştirilen birçok uyduya sahip ve kapsama alanına girmek için en az 24 uyduya ihtiyaç duyan uzay tabanlı bir navigasyon sistemidir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) tarafından oluşturulan bu sistem GPS alıcılı bir cihazı olan herkes tarafından kullanılabilir (Manning, 2023).

Kişilerin ve nesnelerin konumunu sağlayan GPS, günümüzde akıllı cihazların ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Bu durum birçok teknolojiyle birlikte konum tabanlı AG'nin gelişimini sağlamıştır. AG uygulamalarında konum verilerini almak için GPS alıcılarından gelen bilgileri ve topoloji, hava ve içerik bilgilerini içeren referans verileriyle (örn. Google Haritalar) birlikte işlem birimine gönderilir ve destekleyici araçlar yardımıyla çıkış birimine iletilmektedir. Çıkış birimi, kullanıcıya bilgi iletebilen mobil cihazlar ve başlıklardır. Çıkış birimi kullanıcı arayüzü ve depolama aygıtlarından yardım alarak verileri kullanıcıya göstermektedir (Singh, Singh, Shah, Sehra ve Ali, 2022).

GPS, açık alanlarda kullanılabilirken GPS sinyaline ulaşılamaması sebebiyle iç mekânlarda kullanılamıyordu. Ancak iç mekân navigasyon sistemlerinde ve GPS III uydu gelişimiyle GPS iç mekânlarda da kullanılabilir hale gelmiştir. İç mekân GPS'i havaalanları, alışveriş merkezleri, hastaneler gibi büyük binalarda kullanıcı konumunu doğru bir şekilde belirlemektedir. Ayrıca GPS III uydu sistemiyle AG entegrasyonu, otonom araçlar, tarım, endüstri gibi alanlar için santimetre seviyesinde hassasiyet sunarak daha doğru ve güvenilir bir hizmet sağlayacağı öngörülmektedir (Devdiscourse, 2023).

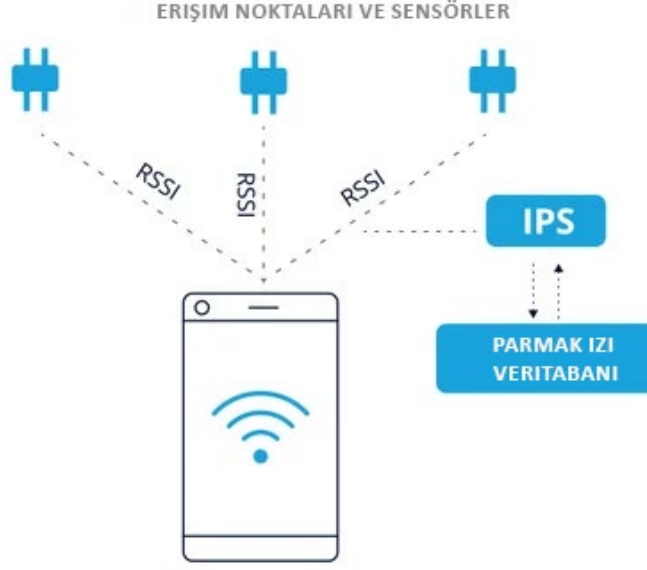
3.1.2 Bluetooth

Bluetooth (BLE), yakın mesafede diğer cihazlarla birlikte çalışarak veri paylaşımı yapmak için radyo frekanslarını kullanan bir kablosuz teknolojidir. Küresel olarak benimsenmesi, düşük maliyetli ve bileşenlerinin kolayca bulunması sebebiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bluetooth teknolojisi konum sağlayıcıları içinde sürekli gelişim göstermektedir.

İlk sürümü 2010 yılında sinyal güç ölçümleri (RSSI) kullanılarak hareketli nesnelerin yerinin belirlenmesini sağlayan Bluetooth işaretçilerinin piyasaya sürülmesidir. Bluetooth'un ulaşım, sağlık, endüstri gibi birçok alanda konum verilerini sağlaması geniş ölçüde benimsenmesini sağlamıştır. Kullanım alanlarının artması teknolojinin sürekli güncellenmesini beraberinde getirmiştir (Belloni, 2022). Günümüze kadar iç mekân konumlandırma sistemlerinde kullanılan Bluetooth dış alanlarda kullanım için uygun değildi. Ancak 2019 yılında yapılan Bluetooth 5.1 güncellemesinde yön bulma özeliği bir nesneyi veya cihazın santimetre düzeyinde hassasiyetle konumlandırma ve dış mekânda kullanım imkânı sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda da Bluetooth 5.1'in açısız ve konumlandırma hatalarında büyük oranda iyileştirmeler yapıldığı görülmektedir (Sambu ve Won, 2022). Yakın zamanda çıkan Bluetooth 5.4 sürümü de elektronik raf etiketleri, endüstriyel otomasyon, akıllı ev ve perakende alanlarında ayrıca geliştirilmiş hız ve güvenlik sağlamaktadır (Paatsila, 2023).

3.1.3 Wi-fi

Yaygın olarak kullanılan Wi-fi, geniş bir kapsama alanında kablo veya hat modemle entegre edilmiş yönlendirici bileşenler ile çalışarak internet erişimini sağlamaktadır. Wi-fi sinyallerini toplamak ve konumla ilişkilendirmek için parmak izi teknolojisi kullanılmaktadır. Parmak izi yoluyla Wi-fi konumlandırma, çevredeki uygulama programlama arayüzlerinin konumunu ve sinyal güçlerinin yanı sıra akıllı telefon veya izleme etiketi gibi bir Wi-Fi cihazının etkin olmayan bir aşamada koordinatlarını kaydeden bir veri tabanının kullanılmasını içerir. Parmak izi, bir varlığın mevcut sinyal gücü (RSS) değerlerine göre konumunu belirlemek için bilinen konumların yanı sıra geçmiş RSS bilgilerini kullanır (Şekil 3.4). Parmak izi teknolojisini kullanmak zaman alan ve sürekli güncellenmesi gereken bir uygulamadır ancak doğru sonuçlar vermektedir (Ng ve Lim, 2020).



Şekil 3. 4 Wi-fi konumlandırma teknolojisinde RSSI parmak izi veri tabanı şeması.
 Kaynak: Valuyskiy, B. E. (2023). *Study of linear programming methods for determining the shortest path under limited conditions of Internet and GPS access.*
<https://openarchive.nure.ua/handle/document/23835>

2.4 GHz frekansa ve 802.11n protokolüne sahip bir Wi-fi cihazı maksimum 125 m menzile sahiptir ve 1-5 m sapma ile kişinin konumunu belirlemektedir (Şireci, Karan, Morkoç ve Fidanboylu, 2021). Wi-fi teknolojisi neredeyse tüm binaların içinde Wi-fi alt yapısı bulunmasıyla iç mekân konumlandırma sistemleri için tercih edilme sebeplerindedir ancak Wi-fi bağlanan kullanıcının artmasıyla veri aktarım hızının düşmesi, kablosuz olması nedeniyle güvenlik sorunu yaşanması, duvarlar, zeminler ve diğer fiziksel engellerin sinyal gücünü engellemesiyle performans yavaşlaması gibi dezavantajlara sahiptir.

3.1.4 Eş Zamanlı Konumlama ve Haritalama (SLAM)

Eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisi, bilinmeyen bir ortamın haritasını oluşturarak çevresel sensörler ve kameralar aracılığıyla lokal konum bilgileri sağlamaktadır. Eş zamanlı konumlama ve haritalama sisteminde çevre hakkında kapsamlı bilgi sağlayabilecek bir cihaz kamerası ve sensörler kullanılmaktadır. Kameradan alınan görüntüler işlenerek analiz edilir ve görüntüler üç boyutlu sanal haritaya dönüştürülerek bulutta depolanmaktadır. Kullanıcı daha sonra belirlenen konumda sistemi çalıştırdığında görüntüler ile bulut verileri

karşılaştırılarak kullanıcı konumu tespit edilmiş olur (Singh, vd., 2022). Gerçek zamanlı haritalar ve modeller oluşturması birçok farklı alanda kullanımını sağlamaktadır. Yaygın olarak kullanılan alanlardan biri otonom araç navigasyonlarıdır. Kendi kendine giden arabalar çevreyi anlamak, engelleri tespit etmek, kararlar almak için eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisini kullanmaktadır. Robot biliminde de çok önemli bir yere sahip olan eş zamanlı konumlama ve haritalama, robotlar ve insansız hava araçların (İHA'lar) bilinmeyen ortamlarda keşfini ve etkileşime girmesini sağlamaktadır. Ayrıca endüstri, mimari ve mühendislik gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Peng, 2023).

Eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisinin kullanım alanları arttıkça AG teknolojisi de bu alanlarla eş zamanlı olarak çalışmaktadır. Otonom araçlarda insan hatalarını en aza indirmek, arabaların birbiriyle iletişim kurmasını sağlamak ve bu arabaların nasıl çalışacağını aktarmak için AG haritaları kullanılmaktadır. Ayrıca eş zamanlı konumlama ve haritalama teknolojisi AG'nin insan-robot etkileşimi ve insan-robot iş birliğini geliştirerek robot programlamasını basitleştirebilir, uzaktan iş birliği yapmayı mümkün kılabilir ve kullanıcı deneyimini de geliştirerek çeşitli uygulamaları çok yönlü hale getirmektedir (Fu, vd., 2023).

Tüm bu teknolojiler karşılaştırıldığında GPS alıcısına sahip cihazlar genellikle düşük kurulum maliyetine sahiptir. Wi-fi ve Bluetooth altyapısının kurulumu ve bakımı maliyetli olabilir, fakat birçok bina ve tesis zaten bu teknolojilere sahiptir. Eş zamanlı konumlama ve haritalama, sensör ve kamera donanımına ihtiyaç duyar ve yazılım entegrasyonu gerektirir.

3.2 Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları

Konum tabanlı AG potansiyel uygulamaları teknoloji ilerledikçe gelişmeye devam etmektedir. Üç boyutlu tarama ve modelleme teknolojisindeki ilerlemeler, mekânların doğru ve ayrıntılı 3B haritalarının geliştirilmesi, kullanıcı tarafından oluşturulan içerik ve gerçek zamanlı güncellemeler, mobil cihazların artışı konum tabanlı AG'nin gelişiminde büyük etkiye sahiptir.

Mobil cihazların basit yapısı ve yaygın kullanımı, eğitim, pazarlama ve reklamcılık, turizm ve kültürel miras, oyun ve eğlence, sağlık, navigasyon gibi birçok farklı alanda mobil uygulamaların artmasını sağlayarak konum tabanlı AG teknolojisinin büyüyen ekonomik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

3.2.1 Eğlence ve Oyun Alanlarında Kullanımı

Konum tabanlı AG mobil uygulamaları akıllı telefonların GPS özelliklerini kullanarak geliştirilen bir oyun türüdür. Bu türde oyuncuların oyunun içinde eylem yapabilmesi için gerçek dünyada fiziksel bir konuma gitmesi gerekmektedir. Ayrıca oyuncular hareket halindeyken diğer oyuncularla da etkileşimde bulunmalarını ve belirli konumları ziyaret ederken herhangi bir nesne veya ortamla etkileşime geçmesini sağlar.

Konum tabanlı mobil oyunlar, oyun literatüründe ve Google Play mağazasında yer alan en çok tercih edilen oyun uygulamaları incelenmiştir. Fantastik bir oyun olan Maguss'ta büyü yapma, yaratıklarla savaşma ve hazine kazanmak için diğer oyuncularla dövüştüğü bir çevrimiçi konum tabanlı AG oyunudur (Şekil 3.5).



Şekil 3. 5 Konum tabanlı AG mobil oyunu Maguss arayüzü. Kaynak:

<https://www.gamersgreed.com/games-can-play-goole-maps/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Bir başka örnek ise konum tabanlı AG oyunlarının öncüsü olan Pokemon Go oyunu'da anksiyete azalması, sosyalleşmenin artması, hareket sebebiyle egzersiz yapılması gibi yararlar sağlaması oyun içinde kullanıcıları motive etmektedir. Bazı oyunlar ise eğitici ve bilgilendirici olmayı hedeflemektedir. Oyuncular bölgeyi keşfederken aynı zamanda bilgilendiği için öğretici olmaktadır (Fränti ve Fazal, 2023) Ayrıca Geocaching konum tabanlı AG oyunu da dünya üzerinde çeşitli konumlara saklanan "Geocache" isimli üç milyondan fazla gizli objeleri bulmak

gerekmektedir (Şekil 3.6). Bu mobil uygulamada objeler zorlu bir konumda gizlenirken yeni yerler keşfedilmesini sağlar.



Şekil 3. 6 Konum tabanlı AG mobil Geocaching oyunu arayüzü ve bulunan objeleri.

Kaynak: <https://www.kinderchaos-familienblog.de/familienleben/geocaching-mit-kindern/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

3.2.2 Eğitim Alanında Kullanımı

Konum tabanlı AG teknolojisi eğitim alanında öğrenimi kolaylaştırma ve öğrenim becerilerini geliştirmede yardımcı olabilir. 2B ve 3B görseller, tarihi canlandırmalar, oyunlaştırma gibi unsurlar ile motive ederek ve çekici hale getirerek etkileşimli eğitim içerikleri sağlayabilir. Örneğin tarih alanında bir eğitim içeriği, tarihi alanlar, müzeler veya sergilere yerleştirilerek öğrencinin konuyu yerinde öğrenmesi ve daha iyi anlamasına olanak sağlayabilir. Henüz yaygınlaşmakta olan bu teknoloji genellikle coğrafi eğitim ve astroloji gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Eğitimde konum tabanlı AG deneyimi, öğrencilerin mobil bir uygulama ile etkileşime girmelerini ve aynı zamanda gerçek dünyada hareket ederek fiziksel çevresini keşfetmeye teşvik etmektedir. Bu uygulamalar öğrenme sürecine heyecan ve uyarıcılık ekleyerek öğrencinin memnuniyetini artırmaktadır (Kleftodimos, vd., 2023).



Şekil 3. 7 AG yüzme gözlüklerinde gerçek zamanlı eğitim uygulaması, 2023.
Kaynak: <https://venturebeat.com/games/form-launches-headcoach-real-time-coaching-for-ar-swim-goggles/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

AG yüzme gözlüğü üreticisi Form, kullanıcıların AG teknolojisi kullanarak yüzücülere gerçek zamanlı görsel eğitim vermeyi, ilerlemeyi takip etmeyi ve performanslarını ölçmelerini sağlamaktadır. Ayrıca mobil uygulaması aracılığıyla özel eğitim kaynakları ve video içeriklerine erişilebilmektedir (Şekil 3.7). Bu alanda AG kullanımı yüzme becerileri konusunda koçluk almasını ve oyunlaştırma ile teknikleri geliştirmesini sağlamaktadır (Takahashi, 2023).

3.2.3 Reklamcılık ve Pazarlama Alanlarında Kullanımı

Konum tabanlı AG uygulamaları reklam ve pazarlama alanında büyük bir potansiyele sahiptir. Bu alanda ortaya çıkan uygulamalar kullanıcıları tetiklemek, birçok markanın ürünlerini ve hizmetlerini tanıtmak için güçlü bir araç olabilir. Örneğin kullanıcı alışveriş merkezinde yürürken o konumda bulunan mağaza indirimlerini AG uygulaması ile görüntüleyebilir veya bir restoranın önünden geçerken kullanıcı menüyü inceleyebilir ve masa rezervi yapabilir.

Ayrıca konum tabanlı AG'nin kullanımının yaygınlaşmasıyla yerel reklamcılıkta gelişmektedir. Geleneksel basılı reklamdaki daha ucuz olması, daha fazla ilgi çekmesi ve kullanıcıların çevrimiçi ürün veya hizmet satın alması olasılığının artması tercih edilme sebeplerindedir. Örneğin Gap ve Barbie iş birliğiyle

hazırlanan Google haritalar ve Adobe Aero AG tarafından desteklenen bir konum tabanlı AG uygulaması oluşturulmuştur. Bu uygulama Times meydanında yer alan bir mağazada kullanıcılara 3B sahne görüntülemeleri, karakter kıyafetlerini düzenleme ve Times meydanında paskalya yumurtası arayabildikleri bir deneyim sunmaktadır (Kuc, 2023). Etkileşimli bir konum tabanlı mobil AG uygulaması ile kullanıcıları fiziksel mağazaya çekme ve koleksiyondan ürün satın almaya teşvik etmeyi amaçlamıştır (Şekil 3.8).

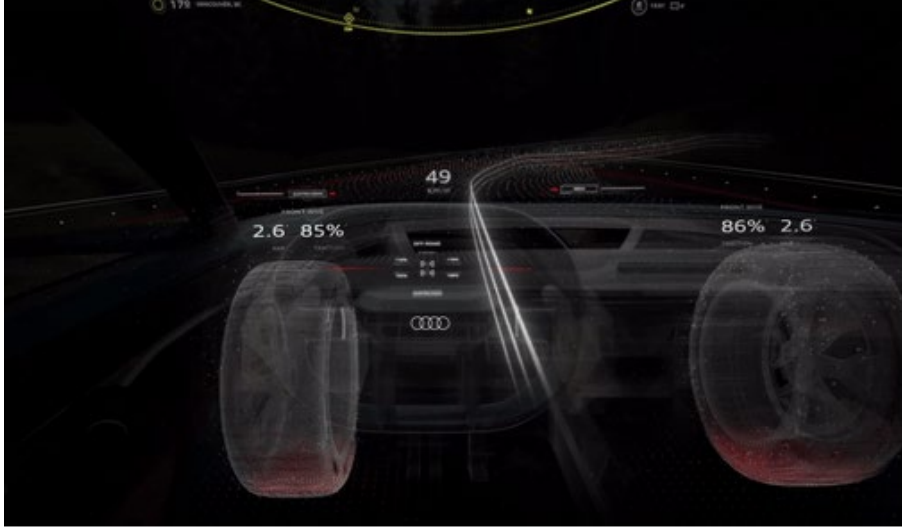


Şekil 3. 8 Gap ve Barbie iş birliğiyle hazırlanan Times meydanında yer alan Konum Tabanlı AG mobil uygulaması. Kaynak: <https://www.unit9.com/project/gap-x-mattel-barbies-times-square-takeover-powered-by-googles-geospatial-creator/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

3.2.4 Endüstriyel Alanlarında Kullanımı

Konum tabanlı AG uygulamaları, Endüstri alanında özellikle Endüstri 4.0'ın gelişimiyle birlikte yaygınlaşmaktadır. Özellikle robotik ve otonom teknolojileri, çalışan eğitimleri, uzaktan iş birliği gibi alanlarda görülmektedir. Örneğin, çalışanların farklı bir konumdaki uzmanlardan gerçek zamanlı yardım alması, endüstriyel ekipmanlar ve varlıkların konumunu ve durumunun izlenmesi, sevkiyatlarda ve siparişin işlenmesinde gerçek zamanlı bir görünüm sağlayarak tedarik zincirinin takip edilmesi, otonom araçların gerçek zamanlı konum verileriyle

hareket etmesi gibi özellikler sağlayarak endüstri alanında kullanılmaktadır. Audi'nin Magic Leap 2 ile iş birliğiyle AG arayüzü oluşturulmuştur. Bu arayüz, sürücülere konum ve varış noktası, trafik güvenlik bilgileri, trafik yoğunluğu gibi verilerin GPS yardımıyla sunmaktadır (Şekil 3.9).



Şekil 3. 9 Audi markası Magic Leap 2 ile görüntülenen AG tabanlı arayüzü, 2023.

Kaynak: <https://www.magicleap.com/news/audi-design-used-magic-leap-2-to-develop-a-new-ar-based-driver-interface/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

3.2.5 Turizm ve Kültürel Miras Alanlarında Kullanımı

Konum tabanlı AG uygulamaları turizm ve kültürel miras alanında turistik deneyimi zenginleştirmektedir. Bu uygulamalar kültürel miras alanında ziyaretçi bilgisini kazandırmak ve ziyaretçiler ile turistik eserler arasındaki etkileşimi artırmak amacıyla kullanılabilir.

Kullanıcıları kültürel miras anıtları, tarihsel öneme sahip olayların meydana geldiği yerleri, kentteki ünlü mekânları ziyaret etmek için konum tabanlı AG uygulamaları kullanabilir. Kent ortamı, müzeler gibi belirli konumlara kullanıcılar yaklaştığında mobil cihazlarından o bölge ile ilgili mimari ve sanatsal bilgiler alabilir (Kleftodimos, vd., 2023). Örneğin Londra, Paris ve Floransa'da bulunan Artebinaria Açık Hava Müzesi Pavilyonları, günlük yaşam, portreler, mitoloji ve kutsal sanat temaları üzerinde çalışılmıştır. Sergi alanlarının içinde Giotto, Vermeer, Rubens, Van

Gogh, Leonardo da Vinci, Rembrandt, Gouguin, Manet gibi 60'ın üzerinde önemli sanatçılara ait 100 tablo sergilenmektedir (Şekil 3.10).



Şekil 3. 10 Artebinaria Açık Hava Müzesi için konum tabanlı AG teknolojisi ile hazırlanan önemli eserler, 2022. Kaynak: <https://www.artebinaria.it/open-air-museum/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

3.2.6 Askeri Alanda Kullanımı

Konum tabanlı AG teknolojisi, navigasyon sistemleri ve giyilebilir teknoloji, yapay zekâ gibi teknolojilerin gelişimiyle askeri alanda önemli bir yere sahip olmuştur. Konum verilerini kullanarak etkileşimli haritalar, topografik veriler, GPS koordinatları gibi bilgiler sunmaktadır. Başa takılan cihazlardaki konum verileri, askerlere gelişmiş navigasyon bilgisi sunarak, yol noktaları veya potansiyel engeller gibi önemli bilgileri sağlamaktadır. Konum tabanlı AG uygulamalarından yararlanan askerler için, bilinmeyen arazilerde daha doğru bir navigasyon sunarak yön bulmayı kolaylaştırabilir. Askerlerin kaybolma riskini azaltma ve farklı hava koşullarında da kesintisiz hareket sağlayarak operasyonel verimliliği artırmaktadır.

Yakın zamanda Microsoft Hololens ile ABD ordusu için AG gece görüş ve durumsal farkındalık cihazı oluşturulmuş ve ordu tarafından test edilmiştir. Başarılı olması halinde, üretimin 2025 yılında başlayacağı öngörülmektedir. Bu AG cihazı ile ateş sektörlerinin belirlenmesi, ilk yardım talimatları, bombacılara hedef belirleme yardımı, arazi haritası oluşturma gibi özelliklere sahip olacağı belirtilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3. 11 Askeri alanda konum tabanlı AG teknolojisi kullanılan başa takılan cihaz, 2023. Kaynak: <https://www.neowin.net/news/the-us-army-approves-the-next-phase-for-its-microsoft-hololens-based-ar-device/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

3.2.7 Navigasyon

Navigasyon sistemleri, kullanıcılara rehberlik ve konumlandırma bilgisi sağlamak için teknoloji ve tekniklerin bir kombinasyonuna dayanır. Bu sistemler, bir kullanıcının veya bir aracın konumunu, hızını ve yönünü belirlemek için küresel uydu navigasyon sistemleri ve kablosuz iletişim protokolleri gibi çeşitli bileşenleri entegre etmektedir (Lu, Wu, Bian ve Hua, 2009). Navigasyon sistemleri, doğru rehberlik ve rota planlaması sunmak için gelişmiş algoritmalar ve gerçek zamanlı veri işlemeyi kullanır (Xu vd., 2014). Navigasyon sistemlerinin artırılmış gerçeklikle entegrasyonu, kullanıcılara bağlamsal bilgi ve rehberlik sağlamak için gerçek zamanlı sensör verilerinin, bilgisayarlı görme tekniklerinin ve mekânsal haritalamanın birleştirilmesini içerir.

Konum tabanlı AG teknolojisinde navigasyon, gerçek bölge üzerinde kullanıcının bilgi almasını ve yönlendirilmesini sağlar. Elde taşınabilir akıllı telefon ve tablet kullanımı AG navigasyon uygulamalarına erişimi kolaylaştırmıştır. Bazı navigasyon sistemleri sesli işaretler, farklı duyuşal bildirimler ile kullanıcıyı yönlendirebilir. AG navigasyon sistemi kullanıcıların fiziksel alanlarda yol bulmasını kolaylaştırarak bu deneyimi sezgisel hale getirmektedir.

AG navigasyon uygulamaları Google Haritaların geliştirilmiş bir sürümüdür. Google Haritalar kullanıcıların GPS ile belirlediği konumları takip ederek hedeflediği yere ulaşmasını sağlar. Ancak AG navigasyonu hedef yolu gösterirken aynı zamanda işaretlenen konumu tanıyarak kullanıcıya sanal mekanlar ile ilgili fikir vermektedir (Sayeedunnisa, Saberi ve Mohiuddin, 2023). Örneğin Google Haritalar AG uygulaması bisiklet yolları, kaldırımlar, kavşaklar, park etme gibi birçok veriyi sunmak için bilgisayar görüşü ve yapay zekayı kullanarak uygulama üzerinde kullanıcıya göstermektedir (Takahashi, 2023). Ayrıca bölgedeki yerlerin bilgileri, hava durumu değişiklikleri gibi veriler 3B görseller ile desteklenerek kullanılabilir (Şekil 3.12).



Şekil 3. 12 Google tarafından oluşturulan konum tabanlı AG navigasyonu, 2023.

Kaynak: <https://venturebeat.com/business/quintar-uses-google-arcore-to-help-people-navigate-live-events-and-big-venues/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Konum tabanlı AG navigasyon sistemi sağlık, mimari, emlak gibi birçok alanda da kullanılmakta ve yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Örneğin sağlık sektöründe tıbbi yerler birçok kattan ve binadan oluşmaktadır; burada gezme zaman alıcı ve karmaşık olabilir. AG navigasyonun iç mekânda kullanımı çalışanların ekipmanları ve doğru yönü bulmasını sağlayabilir. Emlak alanında ise yolda görünürken görülen kiralık bir eve mobil cihaz kamerası ile bakılarak fiyat ve ev bilgileri görülebilir.

BÖLÜM 4

4. KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

Kullanıcı arayüzü tasarımı, kullanıcı deneyimi ve insan-bilgisayar etkileşimine odaklanarak yazılım veya bilgisayarlı cihazlarda arayüz oluşturma sürecini kapsar. Menüler, düğmeler, simgeler ve diğer görsel göstergeler gibi öğelerin tasarımının yanı sıra arayüzün genel düzeni ve yapısını da içerir. Kullanıcı arayüzü tasarımının amacı sezgisel, kullanımı kolay ve son kullanıcı için estetik açıdan hoş arayüzler oluşturmaktır (Jitnupong ve Jirachiefpattana, 2018).

Kullanıcı arayüzü tasarımı alanında etkili ve kullanıcı dostu arayüzler oluşturmak için gerekli olan çeşitli prensipler ve kurallar vardır. Shneiderman ve Plaisant tarafından oluşturulan tasarım prensipleri kullanıcı arayüz tasarımı başlığı altında açıklanmıştır. Kullanıcı arayüzü tasarımı, kullanılabilirliği geliştirmeyi, tasarım prensiplerine bağlı kalmayı ve kullanıcıların ihtiyaç ve tercihlerini dikkate almayı amaçlayan ilke ve yönergeleri kapsayan, yazılım ve sistem geliştirmenin önemli bir yönüdür. Kullanıcı arayüzü tasarımı alanı, yazılım geliştirmenin ötesine geçerek çeşitli alanları etkiler ve sezgisel, kullanıcı dostu ve kullanıcı ihtiyaçlarıyla uyumlu arayüzler oluşturmanın önemini vurgulamaktadır.

4.1 İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (HCI)

İnsan-Bilgisayar Etkileşimi, insanlar (kullanıcılar) ve bilgisayar arasındaki etkileşimin araştırıldığı ve bu etkileşimin daha verimli olmasını sağlayan arayüz tasarım ve deneyimlerine odaklanan multidisipliner bir alandır. 1945 yılında Vannevar Bush'un "MEMEX Memory Extender" isimli analog bilgisayar fikrini ortaya atmasının ardından Brian Shackel, insan-bilgisayar etkileşimi alanında ilk

çalışmalarını yürütmüştür. 1970'lerde NATO "İnsan-Bilgisayar Etkileşimi" konulu çalışmaya sponsor olmuştur. 1987 yılında Donald A. Norman ve Stephen Draper tarafından yazılan kitap, insan-bilgisayar etkileşimi ile ilgili önemli çalışmalardandır (Norman & Draper, 1986). 90'lı yıllarda ise web teknolojilerinin gelişmesi, bilgisayarların ev ve ofislerde yaygın kullanımıyla birlikte tasarımcı merkezli tasarım yerini kullanıcı merkezli tasarıma bırakmış ve insan-bilgisayar etkileşimi günümüzde etkileşim tasarım alanında uygulanan pratiklerden biri olmuştur.

Miraz, Ali ve Excell'e göre (2021, s. 3) "İnsan-bilgisayar etkileşimi, insanların kullanımını için etkileşimli bilgi işlem sistemlerinin tasarımı, değerlendirilmesi ve uygulanması ile onları çevreleyen temel olayların incelenmesi ile ilgilenen bir disiplindir." Benzer bir tanım olan Kosch, Karolus, Zagermann, Reiterer ve Schmidt'e göre (2023, s. 2) "Kullanılabilirliği ve kullanıcı deneyimini geliştirmeye odaklanarak etkileşimli bilgi işlemleri sistemlerini tasarlayarak kullanıcı çalışmaları yapan ve değerlendiren sistem insan-bilgisayar etkileşimidir" demiştir.

İnsan-bilgisayar etkileşimi, insanlar ve bilgisayar arasındaki iletişimi incelerken hem bilgisayarlar hem de insan tarafındaki destekleyici bilgilerden yararlanmaktadır. Bilgisayar tarafında işletim sistemi, bilgisayar grafikleri, programlama dilleri ve geliştirme ortamlarındaki teknik konular ile ilgilidir. İnsan tarafında ise, iletişim teorisi, grafik ve endüstriyel tasarım, sosyal bilimler, dil bilimi, bilişsel psikoloji ve insan performansı gibi alanlarla ilgilidir. İnsan-bilgisayar etkileşimi araştırma alanı, arayüz tasarımı sırasında kullanılabilirliği ve kullanıcı deneyimini geliştirmeye odaklanarak etkileşimli bilgi işlem sistemlerini tasarlar, kullanıcı çalışmaları yapar ve değerlendirir. Kullanıcı deneyimi ve kullanılabilirlik kavramları kullanıcı odaklı tasarımın temel prensiplerini oluşturmaktadır. Ürünlerin, sistemlerin veya hizmetlerin kullanıcıların ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak için kullanılmaktadır. Kullanılabilirlik bir ürünün verimli ve kullanılabilir olma derecesiyle ilgilenirken kullanıcı deneyimi ürün veya hizmet kullanırken yaşanan duygular, tepkiler, düşünceler gibi unsurları da içeren çok geniş bir kavramdır. Kullanıcıların beklentileri, fiziksel sınırlamaları ve yetenekleri, bilgi işleme sistemlerinin çalışma stili, nelerden hoşlandıkları göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdir. Bu iletişimin sağlanması için kullanıcılar çeşitli arayüzler ile bilgisayar sistemleriyle etkileşim sağlamaktadır (Kosch, vd., 2023).

Kullanıcı arayüzleri, insanların bilgisayar ve yazılımlarla görebildiği, işitebildiği veya farklı şekillerde etkileşim kurabildiği bir alandır. Kullanıcı arayüzü giriş ve çıkış şeklinde iki ana bileşenden oluşmaktadır. Giriş, kullanıcının bilgisayara istek ve ihtiyaçlarını ilettiği kısımdır. Giriş bileşenleri arasında fare, klavye, dokunmatik ekranlar, sesli komutlar gibi örnekler bulunmaktadır. Çıkış, bilgisayar hesaplamaların sonuçlarını ve gereksinimlerini kullanıcıya nasıl aktardığıyla ilgilidir (Ortega, Abyarjoo, Armando, Rishe ve Adjouadi, 2016). Günümüzde en yaygın kullanılan çıkış mekanizmaları ekran olup, sesli çıkışlar, akıllı geri bildirim, SG, duygusal hesaplamalar gibi tepki veren davranışsal yeteneklere dayalı mekanizmalar gelmektedir. Doğru bir arayüz tasarımını, kullanıcının tüm ihtiyaçlarını, yeteneklerini ve sınırlamalarını en etkili şekilde karşılayan giriş ve çıkış bileşenleri sağlamaktadır. Galitz (2007, s. 4), “En iyi arayüz, fark edilmeden kullanıcının bilgiye ulaşmasını ve hedefini gerçekleştireceği bir arayüzdür; bilgiyi sunma ve görevi yerine getirmek için kullanılan mekanizmalar değildir.” demiştir.

İnsan-bilgisayar etkileşimi teknolojisi hayatın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir ve teknolojik cihazlar için önemli rol oynamaktadır. Örneğin göz takip teknolojisi, kişinin nereye baktığını tespit etmektedir ve nereye baktığını anlamak için kameralar kullanmaktadır. Doğru bakış tespitini yapabilmek için makine öğrenme algoritmaları ve görüntü izleme teknolojisi kullanılmaktadır. İnsan-bilgisayar etkileşimi destekli etkileşimlerle birlikte endüstri çalışanları ve işçilerin günlük operasyonları izlemesini sağlayabilmektedir. Bir başka alan olan Google Asistan, Apple Siri gibi konuşma tanıma teknolojisi kullanılan sistemlerin insan-bilgisayar etkileşimi ile birleşerek kullanıcıların sorularını doğrulukla yanıtlamasına ve yorumlamasına olanak tanımaktadır.

Günümüzde AG, SG, yapay zekâ, Metaverse gibi teknolojilerin gelişmesi insan-bilgisayar etkileşiminin de geleceğini şekillendirmektedir. İnsan-bilgisayar etkileşimi, kullanıcıların AG teknolojisini nasıl algıladığını ve onunla daha doğal ve sezgisel bir etkileşime geçmesi ve daha iyi AG kullanıcı arayüzleri tasarlanabilmesi için önemli bir rol oynamaktadır (Chenna, 2023). Bu alanda yapılan akademik çalışmalara baktığımızda perakende alanında satın alma niyetiyle ilgili AG kullanma (Barta, Gurra ve Flavián, 2023) ve AG teknolojisinin mesleki eğitimde becerilerin gelişimini sağlayan (Chiang, Shang ve Qiao, 2022) çalışmaları insan-bilgisayar etkileşiminin AG üzerinde etkisini göstermektedir. Ayrıca eğitim, sağlık, endüstri, turizm gibi birçok farklı alanda kullanımı hem toplum üzerindeki etkisi hem de

kullanıcıların etkileşime girerek ortama uyum sağlaması ve işlevleri yerine getirebilmesini sağlamaktadır.

Gelecekte yapay zekâ, AG teknolojisi içinde önemli bir yere sahip olacaktır. Yapay zekâ, bilgisayarlara dil anlama, görseller üretip tanımlama gibi birçok özellik sağlamaktadır. İnsan-bilgisayar etkileşiminde yapay zekanın gelişimi kullanıcı davranışlarını, ihtiyaçlarını ve tercihlerini anlayarak kolay bir etkileşim kurmasını sağlayabilecektir. Örneğin, yapay zekâ kullanıcılarla etkileşime girebilecek AG hologramlarının oluşturulmasını destekleyebilir veya bir AG başlığı kullanıcının sesli komutlarını anlayıp yanıt vermek için yapay zekayı kullanabilir. Henüz yeni ve gelişmekte olan bu teknolojiler için örnekler çoğaltılabilir.

4.2 Kullanıcı Deneyim Tasarımı (UX)

Kullanıcı deneyimi (UX), kullanıcıların bir sistem, ürün veya hizmetle etkileşimini belirleyen unsurların tasarımıdır. Kullanıcı deneyimi, etkileşim sırasında kullanıcının nasıl hissettiğini, sağladığı verimliliği ve kullanım kolaylığı gibi unsurları oluşturma sürecidir. Kullanıcı deneyimi, ilk kez 19.yüzyılın başlarını kapsayan Makine Çağı'na uzandığı söylenebilir. Makine Çağı, sanayi toplumundan günümüz bilgi ve dijital teknolojilere dayalı bir topluma doğru geçişi ile teknolojik gelişmelerin toplum üzerinde etkisi açısından önemli bir yere sahiptir. Bilgi ve haberleşmesinin hız kazanması ve bilgisayarlar, internet ve dijital teknolojilerin yaygınlaşması üretim ve toplumsal yapılarda değişiklikler yaratmıştır ve kullanıcı odaklı tasarımlar ortaya çıkmaya başlamıştır. 1950'li yıllarda Bell Laboratuvarında telefon sistemlerini tasarlamak için işe alınan psikolog John E. Karlin, telefon tuş takımları için bir kullanıcı deneyimi tasarımı yapmıştır. İnsanların telefonları nasıl kullandıkları ve telefon konuşmalarındaki etkileşimleri inceleyerek insan-makine etkileşiminde önemli araştırmalar yapmıştır. Ayrıca telefon kullanım kolaylığı, ergonomi ve kullanıcı deneyimi üzerine çalışmalar yaparak telefon tasarımlarının kullanıcı odaklı olmasını sağlamıştır (Fox, 2013). Karlin'in bu alanda yaptığı çalışmalarla kullanıcı deneyim tasarımının önemli bir figürü kabul edilmiştir ve tasarladığı telefon tuş takımlarının günümüzde hala kullanılıyor oluşu kullanıcı deneyimini doğru yapmanın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. 1980'li yıllarda bilgisayar devrimiyle birlikte kişisel bilgisayarların kullanılmadan önce kullanılabilirliğe ihtiyaç oluşmuştur. Bilgisayarların alıcısı ve kullanıcısı aynı olması

sebebiyle kullanılabilirlik ve kullanıcı deneyimi satın alma kararlarını da etkilemiştir. Kullanım kolaylığının basında geniş bir yer alması da kullanıcı deneyim kavramını gündeme getirmiştir. Daha sonra ilk kez 1990'lı yıllarda Donald Norman tarafından kullanıcı deneyimi, terim olarak ortaya çıkarılmıştır. Norman'a göre (2019, s.2),

Kullanıcı deneyimi, öncelikle müşterinin ihtiyaçlarını sakin bir şekilde karşılamak, kullanıcıya keyifli ve basit ürünler sunarak sadelik ve zarafeti sağlaması gerekir. Gerçek bir kullanıcı deneyimi, sadece istekleri yerine getirmek veya özellik listesini sunmaktan çok daha fazlasını içerir. Yüksek kaliteli bir kullanıcı deneyimi sunmak için mühendislik, pazarlama, endüstriyel ve grafik tasarım, arayüz tasarımı gibi birçok disiplinin kusursuz bir şekilde birleştirilmesi gerekmektedir.

Literatür incelediğinde bu konuyla ilgili birçok tanımlama yapıldığı görülmektedir. Alben (1996, s. 3), "Kullanıcı deneyimi, insanların bir ürünü nasıl kullandığıyla ilgili tüm unsurlardır. Ellerinde nasıl hissettikleri, çalışma sistemini ne kadar iyi anladığını, kullanılan ürün hakkındaki hisleri, amaçlarına ne kadar iyi hizmet ettiği ve onu kullandıkları bağlamın tamamına uymaktadır." şeklinde tanımlamıştır. Benzer bir tanım olan McNamara ve Kirakowski'ye göre (2006, s. 27), "Kullanıcı deneyimi, bireyin ürünü kullanma konusunda kişisel deneyimlerini araştırarak ürün ile kullanıcı arasında geniş bir ilişki kurmaktadır." Bu tanımlar, kullanıcı deneyiminin bir dijital arayüzle etkileşiminin kullanıcı tarafından algılanan sonucu olarak görülmektedir. Hassenzahl ve Tractinsky'e göre (2006, s. 92), Kullanıcı deneyiminin kullanıcının içsel durumunun (talep, beklenti, motivasyon vb.), tasarım sistemlerinin özelliklerinin (kullanılabilirlik, işlevsellik, amaç vb.) ve etkileşim ortamının bir sonucu olduğunu vurgulamıştır. Yine Partala ve Kallinen (2011, s.26), kullanıcı deneyiminin psikolojik ihtiyaçların karşılanması ve bağlamsal faktörleri ele alması gerektiğini söylemiştir. Ayrıca Lalmas, O'Brien, ve Yom-Tov (2022, s. 3)'e göre "Kullanıcı etkileşimi, herhangi bir zamanda ve zaman içinde var olan bir teknolojik kaynağa sahip bir kullanıcının duygusal, bilişsel ve davranışsal deneyimidir." şeklinde açıklamıştır. Bu tanımlara bakıldığında da kullanıcı deneyiminin kullanıcının sahip olduğu tüm algıları kapsayan daha geniş kavramlara dayandırıldığı görülmektedir.

Yukarıda kullanılan kullanıcı deneyimi ve kullanılabilirlik kavramları birbirine karıştırılmaktadır. Bu iki terim ürün, hizmet veya sistemlerin kullanıcılar tarafından nasıl algılandığı ve kullanıldığına dair iki farklı kavramdır, ancak birbiriyle ilişkilidirler. Kullanılabilirlik, kullanıcı arayüzlerinin ne kadar kolay olduğunu

değerlendiren bir kalite özelliğidir (Experience, 2019). Kullanılabilirlik terimi tasarım sürecinde kullanım kolaylığı artırmak için kullanılan yöntemleri de ifade etmektedir. Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO, International Organization for Standardization), kullanılabilirliği, kullanıcının belirli bir kullanım durumunda bir sistem, ürün veya hizmetin ne ölçüde etkinlik, verimlilik ve memnuniyetle kullanılabileceği şeklinde tanımlamıştır. Dolayısıyla kullanılabilirlik kavramı etkinlik, verimlilik ve memnuniyet şeklinde üç temel bileşen içermektedir. Etkinlik, kullanıcıların ilk karşılaştıklarında temel görevleri yerine getirmesini, verimlilik kullanıcıların görevleri öğrendikten sonra gerçekleştirme hızlarını, kullanıcı memnuniyeti ise kullanıcının tasarımı kullanırken aldığı keyifle ilgilenmektedir. Etkinlik ve verimlilik nesnel olarak ölçülürken memnuniyet daha öznedir. Fakat ilk iki bileşen başarılı bir şekilde gerçekleştiğinde memnuniyet gerçekleşmiş olur (Online Browsing Platform , 2018).

Kullanılabilirlik kavramı kullanıcı deneyiminin bir alt kümesi olarak düşünülebilir. Çünkü iyi bir kullanılabilirlik, kullanıcı deneyimine katkıda bulunur. Ancak kullanıcı deneyimi, kullanıcıların ürünle olan etkileşimini daha geniş bir bağlamda ele aldığı için kullanılabilirliğin ötesine geçmektedir (Quaresma, Soares ve Correia, 2022). Örneğin, bir e-ticaret sitesi kullanılabilirlik açısından incelendiğinde, kullanıcılar ürünleri kolayca bulabilmeli, sepete ürün eklemek ve ödeme işlemleri gibi temel görevler basit ve hızlı olmalıdır. Ancak kullanıcı deneyimi, bu öğelerin ötesine geçerek alışveriş sırasında kullanıcının keyifli bir deneyim yaşamasını sağlamalıdır. Ayrıca ürünlerin görsellerle desteklenmesi, kullanıcı geribildirimlerine önem verilmesi gibi faktörlerle ilgilenmektedir.

Kullanıcı deneyimi, teknolojilerin ve kullanıcıların ihtiyaçlarının sürekli değiştiği dinamik bir alandır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte makine öğrenimi ve yapay zekâ teknolojileri zamanla kullanıcıların tercihlerini daha iyi anlayarak, duygusal hesaplamaların gelişimiyle insan-makine etkileşimini daha duygusal ve insani hale getirebilir. Ayrıca kullanıcı deneyimi, sürdürülebilirlik ve etik ilkelerin daha fazla vurgulanması beklenmektedir. Gelecekteki kullanıcı deneyimi, teknolojinin sunduğu imkanlarla birlikte kullanıcı ihtiyaçlarına daha duyarlı ve kapsayıcı bir şekilde gelişmeye devam edeceği öngörülmektedir.

4.3 Kullanıcı Arayüz Tasarımı (UI)

Kullanıcı arayüz (UI, User Interface,) tasarımı, kullanıcıların web sitesi, bilgisayar programı veya herhangi bir elektronik cihaz ile etkileşime girmesi ve cihazların kullanımına ilişkin deneyimleri tasarlama sürecidir. Kullanıcı arayüzü, metin yazı karakterlerini, düğme yerleşimleri, renk seçimleri, işitsel ve dokunma komutları gibi birçok unsuru kapsamaktadır. Bu süreçte etkileşimi kolay ve sezgisel hale getirmek, ihtiyaç ve beklentilerini karşılayarak kullanıcıya etkili bir arayüz sağlamaktadır. Bunları yaparken kullanıcı arayüzü, kullanıcı deneyimiyle çalışarak kullanıcıların bir sistem veya ürün ile etkileşim sürecini kolaylaştırmayı sağlamaktadır. Norman ve Nielsen (2019, s. 2), kullanıcı arayüz tasarımı ve kullanıcı deneyimini şöyle açıklamaktadır:

Kullanıcı arayüzünün tasarımın son derece önemli bir parçası olmasına rağmen, toplam kullanıcı deneyimini kullanıcı arayüzünden ayırmak önemlidir. Örnek olarak film incelemeleri içeren bir web sitesini düşünün. Bir filmi bulmak için kullanılan kullanıcı arayüzü mükemmel olsa bile, temel veri tabanı yalnızca büyük stüdyolardan filmler içeriyorsa, küçük bir bağımsız yayın hakkında bilgi isteyen bir kullanıcı için kullanıcı deneyimi zayıf olacaktır.

Kullanıcı arayüzü kavramının geçmişine bakıldığında 1960'lı yıllarda Douglas Engelbert tarafından tasarlanan ve çevrimiçi sistem anlamına gelen NLS sistemi (Şekil 4.1), ticari alanlarda kullanılmak üzere ekran teknolojilerinin sınırlarını zorlayarak çoklu pencereler, hiper metin ve yüksek performanslı işaretleme cihazı olan fareyi icat ederek bilgilerin pratik kullanımını sağlamıştır (Douglas Engelbert Institute, 2008).



Şekil 4. 1 1960 yılında Douglas Engelbert tarafından oluşturulan NLS sistemi, 2008.
Kaynak: <https://dougengelbart.org/content/view/155/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

1981 yılında IBM tarafından ilk kişisel bilgisayar piyasaya sürülmüştür. IBM kişisel bilgisayarların piyasaya sürülmesi, beklenenin üzerinde satış yaparak başarı sağlamış ve dünya çapında kişisel bilgisayar standardını belirlemiştir. Ancak, bu bilgisayarlarda kullanıcı görevleri tamamlamak için birçok komutun hatırlanması gerektiği için geliştirilmesi gerekmektedir (IBM Archives, t.y.). İlk olarak 1970’lerde Xerox PARC şirketi tarafından grafik kullanıcı arayüzü (GUI, Graphical User Interface) bileşenlerine sahip ilk bilgisayar sistemi oluşturulmuştur fakat bu sistem 1984 yılında Apple Macintosh’la popüler hale gelmiştir ve insanların bilgisayarlarla etkileşimini değiştirmiştir (Ludolph, 2001) (Şekil 4.2).



Şekil 4. 2 IBM ve Macintosh kişisel bilgisayarları.

Kaynak: <https://medium.com/17seven/the-past-present-and-future-of-user-interfaces-2df669dc63e3/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

1985 yılında ise Microsoft Windows'un ilk sürümü Windows 1.0'da MS-DOS isimli dosya yönetim programını sunmuştur. Bu program kullanıcıların günlük etkinliklerini yönetebildiği takvim, not defteri, hesap makinesi, saat gibi iletişim programlarından oluşan masaüstü uygulamalarıdır. 1987 yılına gelindiğinde Windows 2.0 sürümü tanıtılmıştır. Bu sürüm kullanıcıların uygulama pencerelerini üst üste getirebilmesini ve boyutlandırma yapabilmesini, renkli grafikleri ve klavye kısayollarını sağlamıştır. 1990'lı yılların başlamasıyla birlikte dizüstü bilgisayarlar yaygınlaşmaya başlamıştır (Pande, 2023). World Wide Web'in tanıtımı, kullanıcıların çevrimiçi olarak bilgiye erişmesine ve bilgi alışverişinde bulunmasını sağlayarak kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyim tasarım tarihinde önemli bir yer edinmiştir. Web, kullanıcı arayüzü için hem güzel görseller hem de kullanımı kolay, kullanıcı merkezli web siteleri geliştirme konusunda büyük potansiyel sağlamıştır. Daha sonra Microsoft Windows 95 işletim sisteminde Internet Explorer (IE) tarayıcısını piyasaya sürmüştür. Apple da 2003 yılında Safari tarayıcısını ilk olarak kişisel bilgisayarlar için piyasaya sürmüştür (Encyclopaedia Britannica, 2023).

2000'li yıllarda bilgisayar web tarayıcılarının ve mobil cihazların kullanılmaya başlanmasıyla kullanıcı deneyim tasarımları önem kazanarak kullanıcı odaklı arayüz tasarımları da detaylandırılmaya başlanmıştır. Simgeler, nesnelere öne çıkan yansıma ve gölgeler, daha iyi ekran ve işlem gücü görülmektedir. 1965 yılında Eric Johnson tarafından geliştirilen ilk dokunmatik ekran tasarımı ortaya çıkarılmıştır fakat başarılı olamamıştır. Apple'ın 2007 yılında iPhone ve 2010 yılında iPad'i piyasaya sürmesiyle dokunmatik arayüzler kullanılmaya başlanmıştır (Newsroom,

2007). Kullanıcıların dijital içeriklerle yeni bir etkileşimde bulunmasını sağlayarak ilerleyen zamanlarda da diğer mobil cihaz üreticilerin dokunmatik arayüzleri benimsemesini sağlamıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4. 3 Apple Iphone 1 akıllı telefonunda dokunmatik ekran arayüzü.

Kaynak: <https://tech.hindustantimes.com/mobile/news/iphone-throwback-the-original-2007-iphone-started-the-smartphone-revolution-71662003477214.html/>
Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Dokunma işlevi günümüzde dijital içeriklerle etkileşimde bulunmanın bir parçası haline gelmiştir. Dokunmanın yanında sesli arayüzlerde kullanıcı arayüzlerinin bir biçimi olmuştur. Sesli kullanıcı arayüzleri Apple'ın Siri sesli asistanıyla popülerlik kazanmıştır. Örneğin, Siri soru sorulduğunda cevaplayabilir, yol tarifi istendiğinde Apple Haritalardan yararlanarak yol gösterebilir. Google Asistan 'da sesli kullanıcı arayüzlerine örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca SG ve AG teknolojisini sağlayan cihazlarda kullanıcı arayüzleri sürükleyici deneyimlerin gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Asher, 2017). Başa takılan cihazlar veya mobil cihazlarda kullanıcının sanal nesnelere doğal bir şekilde etkileşim kurmasını sağlamaktadır. Artık günümüzde parmakların, seslerin, bedenlerin dahil edildiği daha doğal arayüzler kullanılmaktadır. Kullanıcı arayüz tasarımı, teknolojilerin ve kullanıcı ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilmek için sürekli olarak yenilenmektedir.

Kullanıcı arayüzleri yıllar içerisinde gelişim gösterirken sorunsuz kullanıcı arayüzler tasarlamak için bilgisayar bilimcisi Ben Shneiderman, kitabında arayüz

tasarımının sekiz altın kuralını ortaya koymaktadır. Deneyimlerden türetilen ve yıllarca geliştirilen bu prensipler, etkileşimli sistemlerde geçerli kullanışlı bir rehber olmayı amaçlamıştır (Shneiderman ve Plaisant, 2004). Bu kurallar:

1. Tutarlılık: Bu kural ihlal edilen kurallar arasındadır. Benzer durumlar ve eylem sırasını tasarlarırken uyarılar, menüler, yardım ekranlarında renk, düzen, büyütme, yazı tipi vb. özellikleri tutarlı olmalıdır. Tutarlılık kullanıcıların hedeflerine daha kolay ulaşabilmesini sağlamaktadır.

2. Evrensellik: Çeşitli kullanıcıların ihtiyaçlarını tanıyarak farklı fizyolojik özelliklere göre tasarım yapılmalıdır. Kullanıcılarda acemilik ya da uzmanlık, yaş aralıkları, engeller, teknoloji çeşitliliği gibi faktörler göz önüne alınmalıdır. Yeni başlayanlar için açıklamalar, uzmanlar için de kısa yollar eklemek kullanıcı arayüzünü zenginleştirmektedir.

3. Bilgilendirici geri bildirimler: Sistem her bir kullanıcı için geri bildirim sağlamalıdır. Basit eylemler için sade bir yanıt yeterliyken, önemli eylemler için daha etkili yanıtlar sağlanmalıdır. Kullanıcı her zaman nerede olduğunu ve neler olduğunu bilmelidir. Geri bildirimler yeterli bir sürede, insanların okuyabileceği şekilde olmalıdır.

4. Kapanışı sağlamak için diyalog tasarımı: Kullanıcı arayüzünde kullanıcı eylemleri tamamlandığında bilgilendirici bir geri bildirim, başarıklarını hissetmeleri için bir sinyal vermesi gerekmektedir. Örneğin, e-ticaret sitesinde, kullanıcı ürün seçiminden ödeme sayfasına geçerken işlemi tamamlayan bir onay uyarısıyla gönderilmektedir.

5. Hataları önleme: Sistem, mutlaka kullanıcıların büyük hatalar yapamayacağı şekilde tasarlanmalıdır. Kullanıcı hata yaptığında, arayüz hatayı algılayarak düzeltmek için basit talimatlar sunmalıdır. Örneğin, kullanıcı çevrimiçi bir form doldururken geçersiz bir posta kodu girdiğinde tüm bilgileri tekrar yazmak zorunda kalmamalı ve hatalı kısmı düzeltmek için yönlendirilmektedir.

6. Eylemlerin kolayca geri alınmasını sağlama: Yapılan eylemler mümkün olduğunca geri alınabilir olmalıdır. Bu özellikle kullanıcı geri alınabileceğini bildiği için kaygısı azalır ve bilmediği seçenekleri rahatlıkla keşfedebilir.

7. İçsel kontrol odağı destekleme: Kullanıcılar eylemi başlatan kişi olmalıdır. Kullanıcılara dijital alandaki eylemlerin kontrolünün tamamının kendilerinde olduğu hissi verilmelidir. Şaşırtıcı arayüz eylemleri, gerekli bilgiyi alamama ve eylemi gerçekleştirirken yaşanan zorluk memnuniyetsizlik oluşturmaktadır.

8. Kısa süreli bellek yükünü azaltma: Kullanıcıların dikkati ve hafızası sınırlıdır. Bilginin hatırlanabilmesi için ekranların basit olması, çoklu sayfa ekranlarının birleştirilmesi ve pencere hareket sıklığının azaltılması gerekmektedir.

Bu temel prensipler tüm sistem arayüzleri için yorumlanabilir ve geliştirilebilir. Mobil, masaüstü veya web arayüzleri için yol gösterici olabilir. Apple, Google ve Microsoft, Shneiderman'ın kurallarını uygulayan başarılı şirketlerdir.

Teknolojilerin ilerlemesi ve gelişmelerle birlikte kullanıcı arayüzü tasarımında yeni türler ortaya çıkmıştır. Örneğin SG, AG'de kullanılan kullanıcı arayüzler farklı deneyimler sağlamak için geliştirilmektedir. Kullanıcı arayüzleri Grafik, Sesli, Dokunsal, Temassız, Jest-hareket tabanlı ve Doğal kullanıcı arayüzleri olarak kategori edilebilir.

4.3.1 Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI- Graphic User Interface)

Grafik kullanıcı arayüzleri, kullanıcıların bilgisayar sistemlerindeki programlarla grafik öğeleri, simgeleri, menüleri ve pencere sistemlerini kullanarak etkileşime girdiği bir dijital arayüzdür. Grafik kullanıcı arayüzünde görüntülenen görseller, kullanıcıların bilgiler edinmesini ve uygulama üzerinde eylemler gerçekleştirmesini sağlar. Önceden bilgisayarları kullanmak için komut satır arayüzleri (Command Line Interface, CLI) ile etkileşim kurulmaktaydı (Obadoni, 2022). Örneğin, bir klasörün içeriğini görüntülemek için komut sistemi açılır ve `cd docs` yazılır ve klasör açılmaktadır. Grafik kullanıcı arayüzünde ise bu işlemleri kolaylaştırmak için klasör simgesine çift tık yaparak klasör içeriği görülebilir. Grafik kullanıcı arayüzü, programlama bilinmese bile günlük hayatta herkes tarafından kullanılabilir.

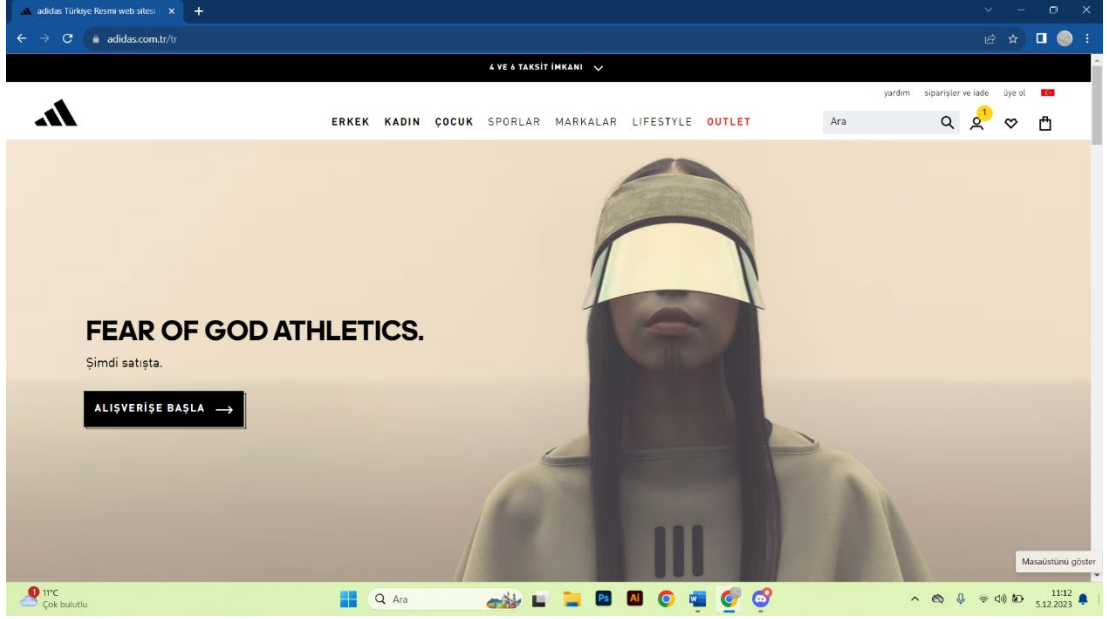
Kullanıcılar, cihazlara bağlı olarak fare, klavye, dokunmatik ekranlar, dokunmatik ekran kalemleri, AG, SG başlıkları ve konsolları, sesli komutlar kullanarak grafik kullanıcı arayüzleriyle iletişime girebilir.

Grafik kullanıcı arayüzü, arayüz görünümünü tanımlayan yapısal bileşenler kullanılmaktadır. Bu bileşenler; giriş kontrolleri, gezinme ve bilgi bileşenleri olarak kategorize edilebilir (Metwalli, 2023). Giriş kontrollerinde anında seçim yapılmasını ve harekete geçilmesini sağlayan düğmeler, bir bildirim onaylanması için kutucuk şeklinde onay kutuları, tarih, saat ve takvim belirleyebilen tarih seçici, öğe seçilmesini sağlayan açılır listeler, listelerden birden fazla öğe seçilmesini sağlayan liste kutuları, metin yazılmasını sağlayan metin kutuları, bir ayarı genellikle

kapalı/açık duruma getirmeyi sağlayan geçişler bulunmaktadır. Gezinme bileşenlerinde ise gezinme kolaylığı için sayfaların görsel haritasını veren breadcrumb'lar, sistemde gezinmeye yardımcı olacak küçük resim şeklinde simgeler, bir çok resim arasında gezinmeyi ve büyütülmüş olarak görmeyi sağlayan resim carousel'i, içeriği sayfalara bölen ve takip etmeyi sağlayan sayfalandırma, arama yapabilmek için arama alanı, kaydırıcı bir çubuk, aynı kategoride içeriği bulmayı sağlayacak etiketler, belirli bir pencereyle ilişkili adı ve grafik simgesini görüntüleyen sekmeler kutusu bulunmaktadır. Bilgilendirici bileşenlerde metin kutusu, bildirimler, açılır pencereler, nerede olduğunu gösteren ilerleme çubukları, bir ögenin üzerine gelindiğinde bilgi sunan araç ipuçlarını kapsamaktadır.

Grafik kullanıcı arayüzü, yapısal bileşenlerin yanında etkileşim öğelerini de içermektedir. Bunları imleçler, seçimler ve ayarlama kolları oluşturmaktadır. İmleçler, fare gibi işaretleme aygıtlarının hareketlerini izleyen işaretçi veya metin imleci olabilmektedir (Sharma, 2023). Seçimler, kullanıcının kesme, kopyalama, yapıştırma ve taşıma gibi işlemleri yapmak için işlem uygulayacağı öğelerin listesini ifade etmektedir. Ayarlama kolları, sürükle bırak işleminin göstergesi olarak işlev görmektedir.

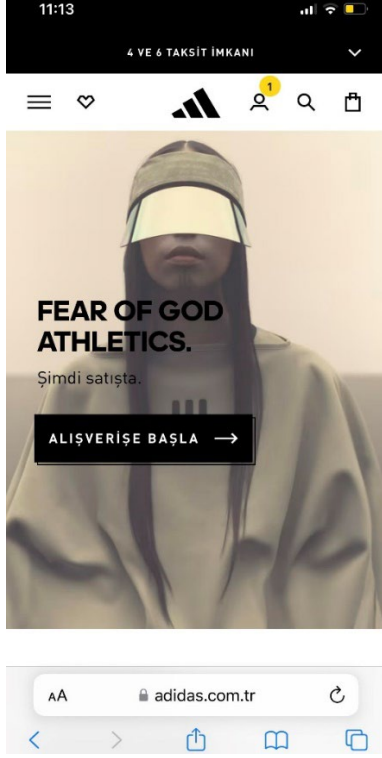
Grafik kullanıcı arayüzü, ATM'ler, self-servis ödemeler, check-in işlemleri, video oyunları, akıllı telefonlar, masaüstü bilgisayarlar gibi neredeyse her etkileşimli uygulamada kullanılmaktadır. Bazı popüler grafik kullanıcı arayüzleri arasında masaüstü ortamlar için Microsoft Windows, MacOS, Unity kullanılabilir. Mobil cihazlar için Android, Apple IOS, Windows 10Mobile örnek gösterilebilir. Grafik kullanıcı arayüzü genellikle birbiri üzerine katlanmış şekildedir. Örneğin Adidas uygulamasıyla alışveriş yapmak için Windows işletim sistemi grafik kullanıcı arayüzünün içindeki Google Chrome tarayıcısı grafik kullanıcı arayüzünün içindeki Adidas web uygulaması grafik kullanıcı arayüzü kullanılmaktadır. Örneğin Adidas arayüzünde kaydırıcılar, menüler, düğmeler, bildirimler, simgeler, breadcrumblar, arama alanı, kaydırma çubukları gibi grafik kullanıcı arayüzünde bileşenleri barındırmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4. 4 Adidas grafik kullanıcı arayüzü örneği, 2023.

Kaynak: https://www.adidas.com.tr/tr/cocuk?cm_mmc=adieSEM_Google_-_Search-Conversion-adidas-EMEA-eCom-PaidSearch-Brand-TR-Branding-BroadMatch_-_adidas%20kids_-_dv:eCom_-_cn:Search-Conversion-adidas-EMEA-eCom-PaidSearch-Brand-TR-Branding-BroadMatch_-_pc:Google&cm_/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Adidas uygulama örneği gibi tüm uygulamaların mobil bir cihazda kullanılması içinde duyarlı tasarım kullanılmaktadır. Duyarlı tasarım, mobil cihazlardan girildiğini anlayarak resim, yazı, menü gibi bileşenlerin boyutlarını otomatik olarak ayarlamayı sağlamaktadır. Arama kutusu, bildirimler, şekiller ve resimler, yazı fontları gibi bileşenler mobil uygulamaların rahatça kullanılabilmesini sağlamaktadır (Şekil 4.5). Mobil cihazlarda grafik kullanıcı arayüzü tasarımı, mobil uygulamaların kendine özel gereksinimleri, ekran boyutu, çözünürlük, ekran boyutu gibi faktörler için en uygun şekilde ayarlanmalıdır. Doğru bir grafik kullanıcı arayüzü tasarımıyla görsel olarak etkileyici, kullanıcı dostu ve verimli bir deneyim elde etmelerini sağlar.



Şekil 4. 5 Adidas grafik kullanıcı arayüzü IOS Mobil cihazında görünümü, 2023.

Kaynak: https://www.adidas.com.tr/tr/cocuk?cm_mmc=adieSEM_Google-_-Search-Conversion-adidas-EMEA-eCom-PaidSearch-Brand-TR-Branding-BroadMatch-_-adidas%20kids-_-dv:eCom-_-cn:Search-Conversion-adidas-EMEA-eCom-PaidSearch-Brand-TR-Branding-BroadMatch-_-pc:Google&cm_/ Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Uygulama yazılımları, web siteleri ve modern işletim sistemleri grafik kullanıcı arayüzleri üzerine kurulmuştur. Tüm bu sistemler için birçok avantaj sağlamaktadır. Grafik kullanıcı arayüzleri tanınabilir ortak simgeleri kullanarak arayüzünü kullanıcılar için öğrenilmesini kolaylaştırır. Ayrıca arayüzde bulunan görsel unsurlar kullanıcılar tarafından ilgi çekicidir. Grafik kullanıcı arayüzlerinde arayüzün arka plan, temalar, renk gibi özellikleri değiştirerek daha kişiselleştirilmiş bir çalışma alanı sağlar. Ayrıca grafik kullanıcı arayüzlerinde birçok işlemi yürütecekleri çoklu görev sistemleri kullanmaktadır.

4.3.2 Sesli Kullanıcı Arayüzü (VUI-Voice User Interface)

Sesli kullanıcı arayüz (VUI, Voice User Interface) tasarımı, kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyim tasarımında yaygınlaşmakta olan bir alandır. Sesli kullanıcı arayüzü, kullanıcıların konuşma ve ses komutları aracılığıyla cihazlarla veya uygulamalarla iletişim kurmasını sağlamaktadır.

Sesli kullanıcı arayüzleri ilk olarak 1952 yılında Bell Laboratuvarlarında Audrey isimli konuşma sistemi tasarlanmıştır. Sınırlı hesaplama hızına sahip olan bu sistem sıfırdan dokuzaya kadar konuşulan rakamların sesini tanıyabilmektedir (Spicer, 2021). 1960'lerde ise IBM tarafından 16 İngilizce kelimeyi anlayabilen Shoebox isimli makineyi piyasaya sürmüştür. Bu makine "artı", "eksi" ve "toplam" gibi komutlar söylendiğinde yanıtların hesaplanması ve yazdırılması talimatlarını gerçekleştirmektedir (IBM Archives, t.y.). Bu çalışmalar Sesli kullanıcı arayüzlerinin gelişmesini sağlayan öncü çalışmalar olmuştur. 1980'lerde ise etkileşimli sesli yanıt sistemleri (Interactive Voice Response, IVR) ortaya çıkmıştır. Sesli yanıt sistemleri önceden kaydedilmiş mesajların sesli yanıt sistemiyle bilgilere erişilmesi, tuş takımı veya konuşma yoluyla menü seçeneklerini kullanarak otomatik görevleri yerine getirmektedir. 1990'lı yıllarda sesli yanıt sistemleri bankacılık, havacılık, hizmet endüstrileri, çağrıları yönlendirme ve cevaplama gibi alanlarda kullanılmaya başlamıştır (Ray, 2023). 2000'li yıllarda ise Google ve Apple gibi şirketler konuşma tanıma motoru ortaya çıkarmıştır. Yapay zekâ teknolojisinin gelişimiyle de birçok yeni gelişme sağlamıştır.

Sesli kullanıcı arayüzlerinin başarılı bir kullanıcı deneyimi sağlaması için çeşitli teknolojiler gereklidir. Ağ teknolojileri ve hesaplama teknolojilerinin yanı sıra sesli kullanıcı arayüzü, yapay zekâ alanında birden fazla teknoloji bileşeni uygulamaktadır. Literatür incelendiğinde bu teknoloji bileşenleri benzer şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bunlar; otomatik konuşma tanıma (Automatic Speech Recognition, ASR), doğal dil anlama (Natural Language Understanding, NLU) ve metinden konuşmaya (Text to Speech, TTS) bileşenleridir (Wang, 2020). Sesli kullanıcı arayüzlerinin en önemli bileşeni otomatik konuşma tanıma, insan sesini tanıyabilme teknolojisidir. Bu teknoloji, makine öğrenimi ve gelişmiş algoritmalar ile ses dalga biçimini analiz ederek sesli komutları metin biçimine dönüştürülmesini sağlamaktadır. Doğal dil işleme ise, insan benzeri dil işlemeyi gerçekleştirmek için insan dil girişinin kesin anlamının doğru yorumlanması ve anlaşılmasını

sağlamaktadır. Doğal dil anlama, kullanıcıların istek ve sesli komutlarına doğru bir anlam katmak için yapay zekâ ve makine öğrenimini kullanmaktadır. Son olarak metinden konuşmaya teknolojisi, oluşturulan bir metni sesli konuşmaya dönüştürmektedir. Bu teknoloji metin analizi yaparak kullanıcının ihtiyaçlarına göre yanıt oluşturmaktadır (Rakotomalala, Randriatsarafara, Hajalalaina ve Ravonimanantsoa, 2021).

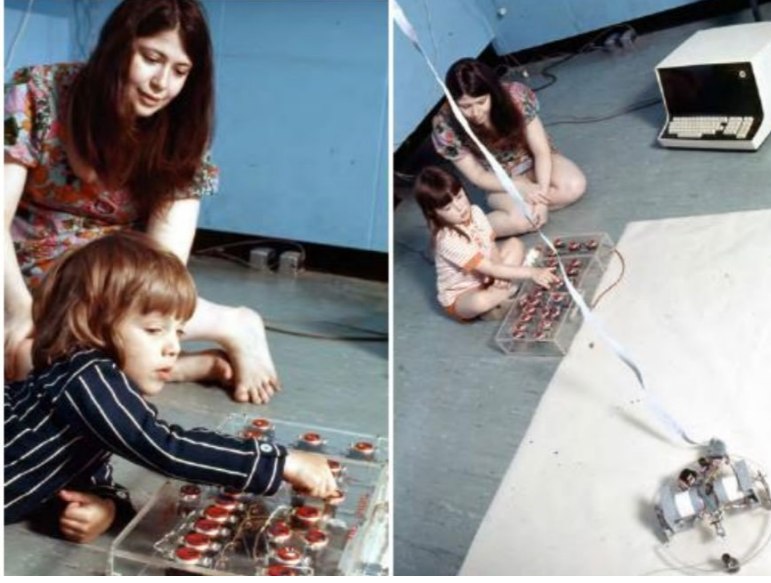
Sesli kullanıcı arayüzleri geçmişte ve günümüzde birçok akıllı cihaz ile kullanıcıların tıpkı insan iletişimi gibi konuşarak etkileşime girmesini sağlamaktadır. Akıllı telefonlar, otomobiller, çamaşır makinesi, buzdolabı gibi ev aletleri, giyilebilir cihazlarda sesli kullanıcı arayüzleri kullanılmaktadır. Akıllı telefonlarda sesli kullanıcı arayüz kullanımı genellikle sanal asistan olarak adlandırılan yazılım tabanlı sistemler ile kullanılmaktadır. Bu sanal asistanlar kullanıcının sesini anlar ve yanıtlar üretir. Önde gelen sesli kullanıcı arayüzleri arasında Apple Siri, Google Asistan, Amazon Alexa ve Microsoft Cortana gibi teknolojiler vardır. Bu sanal asistanlar, kullanıcının sesli komutlarını yerine getirirken hatırlatmalar yapar, takvimleri yönetir, müzik çalabilir ve yol tarifi gibi birçok görevi gerçekleştirebilir. Sanal asistanlar ile kullanıcılar dokunmadan ve klavye kullanmadan akıllı telefonlarını kullanabilir. Ayrıca telefonda bulunan mobil uygulamalarda birçok özelliğe bütünleşmiş bir şekilde çalışabilir. Akıllı telefonların yanı sıra akıllı saatler, fitness takipçileri gibi giyilebilir teknolojilerde sesli kullanıcı arayüzleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Singla, 2023). Örneğin Apple Watch Siri sanal asistanı kullanılarak sesli komutlar dinleyip geri bildirimler alabilmektedir. Sesli kullanıcı arayüzleri akıllı ev sistemlerinde de kullanılmaktadır. Işığı, klimayı, termostatı, güvenliği ve bağlı olabilen tüm cihazları sesli komutlar ile kontrol etmeyi sağlamaktadır. Eller ve gözler serbest kullanım kolaylığı sağlayarak kolaylık ve hız konusunda avantajlıdır. Otomotiv endüstrisinde de kullanılan sesli kullanıcı arayüzleri araç içindeki kişilere sesli etkileşim imkânı sunmaktadır. Bu teknoloji, sürücülerin gözlerini yoldan ayırmadan ve direksiyonu bırakmadan çeşitli işlevleri kontrol etmesini sağlamaktadır. Örneğin, navigasyon, klima kontrolü, arama ve mesajlaşma, müzik çalma gibi birçok özellik ile etkileşim kurmasını sağlamaktadır. Örneğin, yakın zamanda konuşma tanıma şirketi AcuLab, kullanıcıların sesli komutlar vererek araç kapılarını açmasını sağlayan yeni bir erişim kontrol özelliği sağlamıştır (Borak, 2023).

Ayrıca e-ticaret sektörü de sesli kullanıcı arayüzlerini benimseyen alanlardan biridir. Sesli kullanıcı arayüzleriyle e-ticarete bir müşteri, sesli komutlar kullanarak satın alma, ürün ekleme, sipariş verme gibi işlemleri sanal asistanlar ile gerçekleştirebilir. Örneğin, Amazon'un sesli asistanı Alexa, Amazon e-ticaret platformunda alışverişi sesli komutlar ile gerçekleştirmektedir. Bunların yanında kamusal alanlar ve müşteri hizmetleri platformlarında da kullanılan sesli kullanıcı arayüzleri birçok alanda hızla yaygınlaşarak kullanıcıların beklentilerini karşılamak için geliştirilmektedir.

Grafik kullanıcı arayüzleri geniş ölçüde benimsenmiş ve makine insan etkileşiminde baskın olmaya devam etmektedir fakat sesli kullanıcı arayüzleri grafik kullanıcı arayüzleri ile kıyaslandığında daha sezgisel olma, el serbestliği, hız gibi avantajlar sağlayabilir (Zhu, Zhang, Gao ve Qian, 2023). İletişimin en doğal yollarından biri olan konuşma, günlük yaşamda önemli bir rol oynar. Sesli kullanıcı arayüzlerinin gelişimiyle, dijital platformlarla etkileşim şeklinin değişeceği öngörülmektedir. Sesli kullanıcı arayüzleri giderek daha karmaşık cümleleri daha hızlı anlayabilecek düzeye gelebilir. Farklı dilleri ve kültürel farkları daha iyi anlayabilir. Görme engelli veya fiziksel engelli (felç, titreme vb.) kişilere erişilebilirlik sağlayabilir. İlerleyen zamanlarda akıllı şehir sistemleri, eğitim ve sağlık hizmetlerinde de kullanılarak günlük hayatı kolaylaştıracağı öngörülmektedir.

4.3.3 Dokunsal Kullanıcı Arayüzü (TUI-Touch User Interface)

Dokunsal Kullanıcı Arayüzü (Touch User Interface, TUI), dijital dünyayla etkileşime geçebilmek için fiziksel nesnelere dokunarak gerçekleştirir. Dokunsal kullanıcı arayüzlerinin amacı, fiziksel nesnelere dijital bilgiler ekleyerek ürün tasarımını ve öğrenmeyi güçlendirmek, insanların etkileşimde bulunmasını sağlamaktır. Dokunsal kullanıcı arayüzleri ilk olarak 1970'li yıllarda Radia Perlman tarafından çocuklar için Tortis isimli fiziksel bir kaplumbağa robotunun programlanması oluşturulmuştur (Şekil 4.6). Okul öncesi çocukların bilgisayarla iletişim kurmasına ve programlamasına olanak sağlayan bu sistem birçok düğme barındırmaktadır. Hareket ve hafıza düğmeleri barındıran sistemle çocuklar kaplumbağaya çeşitli komutlar vermektedir (Morgado, Cruz ve Kahn, 2006).



Şekil 4. 6 Perlman'ın Tortis isimli robotu.

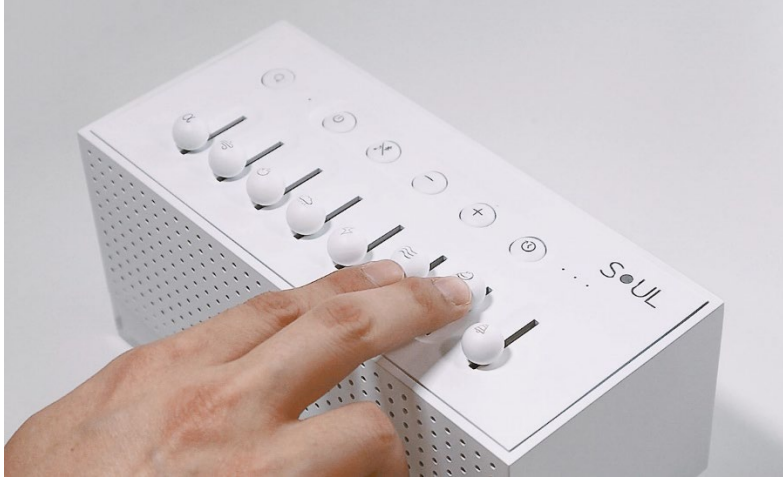
Kaynak: <https://retrocomputingforum.com/t/radia-perlmans-button-box-controls-turtle-with-logo-subset-tortis/2403/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Bir diğer öncü isim MIT Meia Lab'dan Prof.Hiroshi Ishill'dir. Tangible Bits adını verdiği buluş, dijital dünyadaki bilgileri fiziksel nesnelere üzerinde doğrudan algılanabilir hale getirmektedir (Ishii ve Ullmer, 1997). Bu çalışmaya örnek olarak, Reactable isimli elektronik müzik aleti nesnelere etkileşimini ve manipülasyonunu sağlamaktadır (Şekil 4.7). Masanın üzerine koyulan kare taşlar, ses çeşitliliği sağlamaktadır (Leipzig, Gouws ve Greeff, 2019).



Şekil 4. 7 Rectable isimli etkileşimli enstrüman aleti. Kaynak: (Leipzig, T., Gouws, P., & Greeff, M. (2019). *Game-Based Learning and Virtual Reality: Innovation in Performance Improvement*. 383-389).

Günümüzde dokunsal kullanıcı arayüzleri, eğitim, tasarım, oyun, simülasyon, güvenlik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Dokunsal kullanıcı arayüzleri, düğmeler, anahtarlar, dokulu yüzeyler, özel bir küp veya kalem gibi birçok somut nesne kullanılabilir. Grafik kullanıcı arayüzlerinden farkı sadece dijital dünyada var olmamasıdır. Dokunsal kullanıcı arayüzleri, dijital dünyayı fiziksel dünyaya direkt bağlamaktadır. Ayrıca dokunsal geri bildirimler sağlayarak soyut simgeleri çözmeye gerek kalmadan kullanıcıyla fiziksel dünyayla etkileşime girebilmektedir. Böylece dokunsal kullanıcı arayüzleri daha geniş bir kitle tarafından erişilebilir. Özellikle yaşlılar ve görme bozukluğu olan kullanıcılar için yararlı olabilir. Kullanıcıların daha fazla odaklanarak ürüne konsantre olmayı sağlayarak ürün tasarımcıları için de avantaja dönüşebilir. Örneğin Şekil 4.8’de görülen Soul cihazı, herhangi bir uygulamaya bağlı kalmadan, rahatlamak ve daha rahat uyumak için doğal ses efektleri barındıran fiziksel kaydırıcılar ile kullanılmaktadır (Marchese, 2021).



Şekil 4. 8 Ortam ses oluşturucusu SOUL cihazı, 2021.

Kaynak: <https://designwanted.com/soul-sound-system/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Ayrıca dokunsal kullanıcı arayüzleri gizlilik ve güvenliği de sağlayabilir. SF-SO parmak izi akıllı kapı kilidi dokunsal arayüz olarak örnek verilebilir (Şekil 4.9). Sezgisel bir fiziksel arayüz tasarımıyla kapı kilidinde etkileşime odaklanmaktadır (Milani, 2023).



Şekil 4. 9 SF-SO dokunmatik akıllı kapı kilidi, 2019.

Kaynak: <https://sf-so.com/Smart-finger-print-door-lock/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

4.3.4 Temassız Kullanıcı Arayüzü (Touchless User Interface)

Temassız kullanıcı arayüzleri, kullanıcıların ekran, fare gibi giriş cihazlarına fiziksel olarak dokunmadan bilgi işlem cihazlarına komutlar vermeyi sağlamaktadır. Evler ve işletmelerde yüz algılama gibi teknolojilerin yaygınlaşması Covid-19 pandemisiyle birlikte daha çok benimsenerek fiziksel teması büyük ölçüde sınırlandırmıştır. Pandemi sosyal mesafe kavramını ortaya çıkararak hijyen konusunda da alışkanlıkların değişmesine neden olmuştur (Iqbal ve Campbell, 2022). Dokunarak etkileşim kurulan ekranlar ve diğer cihazlar endişe yaratarak işletmeleri temassız kullanıcı arayüzleri kullanmaya teşvik etmiştir.

Temassız kullanıcı arayüzleri örneğin, karekod erişimi olan kiosklarla ödeme yapılarak temassız ödeme yapılabilir. Seyahat alanında da benimsenen temassız kullanıcı arayüzleri havaalanlarında temassız ödemeler ve sanal biletler kullanılabilir. Temassız kullanıcı arayüzleri ayrıca dokunsal kullanıcı arayüzlerini de kapsamaktadır. Sesli iletişim kurmak yine temas etmeyi gerektirmeden etkileşim kurmayı sağlamaktadır (Iqbal ve Campbell, 2021). Kullanıcıların herhangi bir tuşa basmadan cihaz ile iletişim kurmasını sağlamaktadır.

Temassız kullanıcı arayüzleri gerçekleştirmek için kızılötesi, zihinsel ve dilsel programlama, yüz algılama, yakın alan iletişimi, radyo frekans ve tanımlama gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Zihinsel ve dilsel programlama teknolojisi, kullanıcıların herhangi bir cihaza temas etmeden mikrofonlar yardımıyla komutlar söyleyerek işlem yapmasını sağlamaktadır. Yüz tanıma temassız kullanıcı arayüzlerinde yaygın olarak kullanılan bir teknolojidir. Tam anlamıyla yüz tanımaya gerek duymadan sadece kullanıcı olduğunu anlamaktadır. Yani kullanıcının kendisine yakın olduğunu tespit etse de kim olduğunu belirlemez. Yakın alan iletişim teknolojisi ise kısa menzilli, bir cihazdan başka bir cihaza mesaj göndermek için kablosuz sinyaller göndererek kullanılmaktadır. Birçok banka ve ATM'leri yakın alan iletişimi sistemiyle işlemleri gerçekleştirmektedir. Mobil uygulamaların çoğu yakın alan iletişimi özelliği barındırmaktadır. Radyo frekansı etiketleri de temassız kullanıcı arayüzleri için kullanılan teknolojiler arasındadır (Basit, 2022).

4.3.5 Jest/hareket Tabanlı Kullanıcı Arayüzü (Gesture-based User Interface)

Hareket ve jest tabanlı arayüzler, dijital cihazlardaki eylemleri gerçekleştirmek için kullanıcının el, vücut hareketleri ve jestlerini kullanarak çeşitli uygulamaları kontrol etmesini ve bunlar arasında gezinmesini sağlamaktadır.

Bilgisayar biliminde hareket ve jest tanıma teknolojisi önemli bir yere sahiptir. Jestler, vücut hareketleri olarak sayılabilir ancak arayüzler için yaygın olarak el ve yüz hareketleri kullanılmaktadır. Jest ve hareket tanıma cihazlarının tasarımı ve uygulanmasında birçok teknoloji kullanılmaktadır. Bunlardan biri derinlik algılayan kameralardır (Verma, 2015). Intel Real Sense veya Microsoft Kinect gibi derinlik algılayan kameralar, insan hareketlerini ve mesafeyi hassas bir şekilde tespit etmektedir. Jest ve hareket teknolojisi için de fiziksel teması gerek kalmadan cihazları yönlendirmeyi sağlamaktadır (Framos, 2023). Bir başka önemli teknoloji ise makine öğrenimi algoritmalarıdır. Bu teknoloji, bilgisayar sisteminin işlevleri tanıması, öğrenmesi ve belirli görevleri gerçekleştirmesini sağlamak için kullanılan yapay zekanın bir alt kümesidir (Team, 2023). Jest ve hareket tabanlı teknolojilerde el hareketlerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Günümüzde makine öğrenimi ayrıca el hareketlerinin tesadüfen veya kasıtlı yapıp yapılmadığını anlayacak şekilde karmaşık bir yapıya sahip olmuştur (Iqbal ve Campbell, 2021). Bu da jest ve hareket tabanlı kullanıcı arayüzlerinin doğruluğunu sağlayarak kullanıcılarda güven oluşturmaktadır. Leapmotion, Azure Kinect, Google Mediapipe jest ve hareket tabanlı kullanıcı arayüzlerinin geliştirilmesini sağlayan arayüzlere örnek olarak gösterilebilir. Farklı türdeki kızılötesi sensörlerde hareket algılamayı sağlamaktadır. Bu sensörler kişilerin belirli alanları işgal edip etmediğini algılar ve hareket tabanlı etkileşimi sağlar. Örneğin, ellerin sallanması, gösterilmesi ve vücut hareketleriyle otomatik kapı, el kurutma makineleri, musluklar ve ortamdaki ışıkları açılabilir.

AG teknolojisinde de jest ve hareket tabanlı kullanıcı arayüzleri kullanılmaktadır. Sanal nesnelere fiziksel ortama taşıyan AG’de kullanıcılar el hareketleri aracılığıyla sanal nesnelere etkileşime girmektedir. Kullanıcıların el hareketleriyle 2B veya 3B nesnelere düzenleme, sanal ortamda ürün seçerek alışveriş yapma, oyun oynama ve endüstriyel ortamlarda çalışma gibi avantajlar sağlamaktadır. Otomotiv sektöründe kullanılan jest ve hareket tabanlı kullanıcı arayüzleri sürücülerin gözlerini yoldan ayırmadan el hareketleriyle sıcaklık değiştirme, çağruları yanıtlama gibi özellikler sunarak güvenli sürüşü sağlayabilir.

Oyun endüstrisinde de bu arayüzlerin kullanımı sektörde farklı bir kapı açmıştır. Oyuncular harekete duyarlı konsollar ve kameralar ile hareketli bir şekilde görevlerini yerine getirmektedir. Bu oyunlar sanal spor, dans ve egzersiz aktiviteleri şeklinde görülmektedir. Sağlık sektöründe de jest ve hareket kullanıcı arayüzlerinin kullanımı verimliliği artırmaktadır (Martin, 2023). Cerrahlar operasyon sırasında hareket teknolojisini kullanarak daha hassas işlemler yapabilir. Ayrıca el hareketleri aracılığıyla ilerlemelerin takip edildiği rehabilitasyon tedavilerinde de kullanılmaktadır (Şekil 4.12). IREX isimli teknolojinin özelliği bir rehabilitasyon sistemiyle hastalara motivasyon sağlamasıdır. Hastaların kendini ekranda video oyunun içinde görmektir ve bu şekilde egzersiz yaptıklarını unutarak video oyunu oynarken eğlenmektedir (Taipei, 2023).



Şekil 4. 10 GestureTek Health şirketi tarafından oluşturulan video-hareket kontrollü fizyoterapi cihazı, 2023.

Kaynak: <https://www.digitimes.com/news/a20231130VL202/gesturetek-health-cta-video-gesture-rehabilitation-healthcare.html/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Hareket ve jest tabanlı kullanıcı arayüzleri fazlaca fayda sunarken bazı zorlukları da vardır. Bu arayüzlerde kullanıcıların mevcut hareketlerinin ve eylemlerinin herhangi bir rehberine ihtiyaç duymadan kolay öğrenilebilir olması gerekmektedir. Kullanıcıların kafa karışıklığı yaşamaması için jestlerin kullanımında tutarlı da olunmalıdır. Ayrıca hareketlerin uzun süre kullanımı kullanıcının

yorulmasına sebep olabilir. Fakat gelecekte bu kullanıcı arayüzleri, kolaylık sağladığı için tüm endüstrilerde ve günlük yaşamda standart haline gelmesi öngörülmektedir. AG, SG gibi teknolojilerin gelişimi, yapay zekanın günlük hayatta yaygın olarak kullanılmaya başlanması gibi faktörler jest ve hareket tanıma gibi yeni teknolojilerinde gelişimini hızlandıracaktır.

4.3.6 Doğal Kullanıcı Arayüzü (NUI- Natural User Interface)

Doğal kullanıcı arayüzü (NUI, Natural User Interface), insanlar ve makineler arasındaki etkileşimin doğal ve sorunsuz olmasını sağlamaktadır. Doğal kullanıcı arayüzlerinin etkileşimi kullanıcının bir makineyle etkileşime girdiğini anlamayacağı şekilde doğal olmalıdır. Widgor ve Wixon'a göre (2011, s. 9), "Doğal özellik arayüzle ilgili değil, kullanıcıların onunla nasıl etkileşimde bulunduğu ve kullanırken hissettikleriyle ilgilidir."

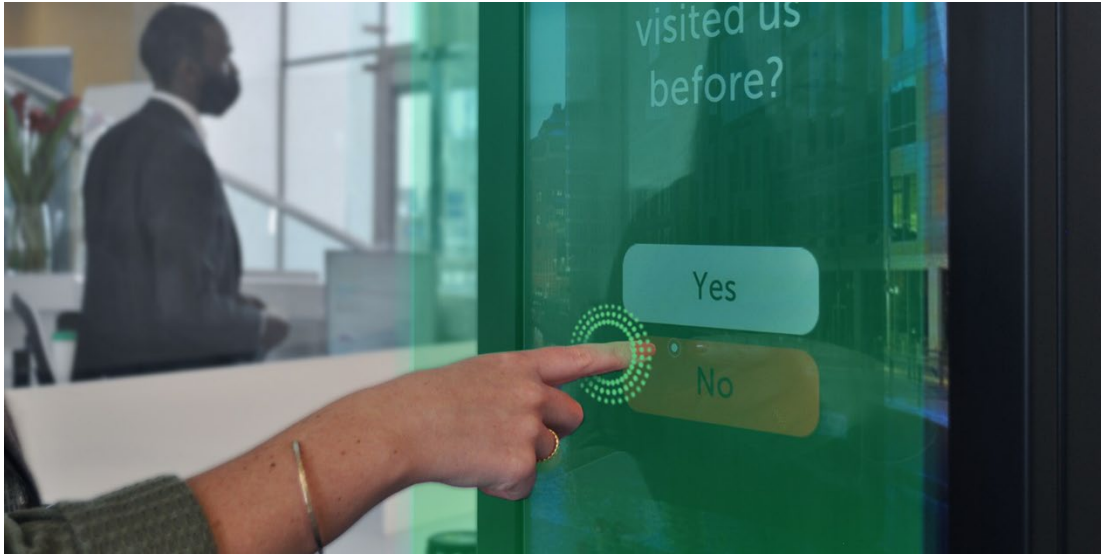
Doğal kullanıcı arayüzü, grafik kullanıcı arayüzlerinin araçları fare ve klavye gibi giriş aygıtlarının yanında dokunma, konuşma, jestler gibi etkileşim biçimlerini benimsemektedir. Microsoft kurucularından Steve Ballmer'a göre (2010, s. 2) Doğal kullanıcı arayüzü, "Fare ve klavyenin ötesine geçerek dokunma, konuşma, jestler, el yazısı ve görme gibi daha doğal etkileşim biçimlerini (bilgisayar bilimcilerinin "NUI" veya doğal kullanıcı arayüzü) olarak adlandırdığı bu süreç, yeni dokunmatik ekranlı telefonların ve kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla ve iletişim, navigasyon ve eğlence için ses kontrollü araç içi teknolojiye olan bağımlılığımızın artmasıyla halihazırda oldukça ilerlemektedir." Bill Gates'e göre doğal kullanıcı arayüz (2011, s.2),

Bunun dönüştürücü bir teknoloji olduğuna inanıyorum. Şimdiye kadar her zaman teknolojinin sınırlarına uyum sağlamak ve bilgisayarlarla çalışma şeklimizi bir dizi keyfi gelenek ve prosedüre uydurmak zorundaydık. NUI ile ilk kez bilgi işlem cihazları ihtiyaçlarımıza ve tercihlerimize uyum sağlayacak ve insanlar teknolojiyi bizim için en rahat ve doğal olan şekilde kullanmaya başlayacak.

Doğal kullanıcı arayüzleri için Apple Ipad örnek olarak gösterilebilir. Kullanıcıların Apple Ipad'de çoklu dokunma hareketlerinin kullanımı düşünüldüğünde hareketler kolay ve sezgisel bir şekilde gerçekleşmektedir. Örneğin, tek parmağı sağa ya da sola kaydırarak sayfalar arasında gezinilebilir. Günlük hayatta da kullanılabilir bu hareket yapılan eylemle örtüşmektedir. Fakat bu hareket üç parmakla yapılırsa öğrenmeyi gerektirir ve kullanıcı için doğal olmazdı.

Bu durumla ilgili Microsoft araştırmacısı Bill Buxton, doğal kullanıcı arayüzlerinin kullanıcıların günlük hayatta edindiği becerilerden yola çıkarak dikkat dağınıklığını en aza indirdiğini belirtmiştir (Buxton, 1998). Ancak arayüzleri her kullanımda her zaman doğal olmayabilir. Örneğin sesli arayüzleri araba kullanırken kullanılabilir doğal bir arayüzdür. Ancak kalabalık bir otobüs veya uçakta kullanırken sesi tam algılayamadığı için doğal olmayabilir.

Doğal kullanıcı arayüzleri, AG, SG, robotik cihazlar ve giyilebilir teknolojilerde de kullanılmaktadır. Örneğin 3B bir ortamda manevra yapmak için fare ve klavye kullanmak zorlayıcı ve gerçekten uzak kalırken Oculus Quest kumandalarıyla el izleme teknolojisi kullanmak daha doğal bir etkileşim sağlayabilir. Doğal kullanıcı arayüzlerinde başarılı bir başka uygulama ise Leap Motion'dır. Hareket kontrolünü kullanarak tüketiciler için doğal bir temassız etkileşim sunmaktadır (Şekil 4.14). Bu teknoloji bilgisayarlarda, kiosklerde ve dijital tabelalarda kameralarla el izleme teknolojisi kullanılarak tüketicilerin el parmak hareketlerinin ekranda eylemlere dönüşmesini sağlamaktadır (Kendall, 2021).



Şekil 4. 11 Leap Motion'un oluşturduğu temassız kioskler, 2021.

Kaynak: <https://www.ultraleap.com/company/news/blog/touchfree-interactive-kiosk-software/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Gelecekte doğal kullanıcı arayüzü, yapay zekâ, makine öğrenimi ve kişiselleştirmeyi birleştirerek kullanıcıların tüm ihtiyaçları ve tercihlerini sağlayan, verimliliğe önem vererek kullanıcı için özelleştirilmiş bilgiler sağlayabilir.

BÖLÜM 5

5. KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALARINDA KULLANICI ARAYÜZ TASARIMI

5.1 Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarında Kullanıcı Arayüz Tasarımı

Uzun bir süre boyunca kullanıcı arayüzleri genellikle 2B arayüzlere odaklanmıştır. 2B öğeler için yapılan arayüz tasarımları düz ekranda kullanılmak üzere basit ve kolay anlaşılır olabilir. Ancak AG teknolojisi, fiziksel dünyayı sanal nesnelere genişleterek yeni etkileşim olanakları sağlamıştır. Bu teknoloji kullanıcı etkileşimini dijital ortamla artırırken çok yönlü bir deneyim oluşturulmasını sağlamaktadır. AG teknolojisinde 2B ve 3B nesnelere sanal ortamla iç içe olması kullanıcı arayüzlerinde derinlik unsurlarının kullanılmasına olanak sağlayarak daha karmaşık bir yapıda olabilir.

AG teknolojisi kullanıcının günlük yaşamını ve diğer görevleri desteklemesi için hareketlilik unsuru üzerine kurulmuştur. AG kullanıcı arayüzleri tasarlanırken dijital verilerin anlamlı grafiklere dönüştürülmesi ve kullanıcının görüş alanının perspektiflere uyacak şekilde ölçeklendirmek sorun yaratabilir. Ayrıca halen gelişmekte olan akıllı telefonlar ve Microsoft HoloLens gibi cihazlarda batarya dayanıklılığı, düşük parlaklık, kontrast, çözünürlük gibi sorunlar henüz tam anlamıyla çözülmemiştir ve kullanıcı arayüz tasarımcıları içinde zorluklar yaratmaktadır. Ayrıca AG arayüzü tasarlanırken gerçek ortam önemli bir unsurdur. Gerçek ortamın rengi değiştirilebilir, üzerine sanal nesnelere eklenebilir veya dokularla kaplanabilir ancak silinemezdir. Tasarımlar, ortamlar düşünülerek de hazırlanmalıdır. Beden ve göz yorgunluğu, aşırı yüklenme gibi sorunlar da kısıtlamalara yol açmaktadır. Örneğin, yakın ve uzak arasında odak değiştiğinde

kullanıcı yeniden odaklanma sorunu yaşayabilir. Bu durum gözlerde yorgunluğa sebep olabilir. Birçok sorun ve kısıtlama ortaya çıksa da iyi tasarlanmış AG kullanıcı arayüzleri bu sorunları aşarak daha iyi bir deneyim sağlamaya yardımcı olabilir. AG uygulamaları arayüzünün daha kolay, anlaşılır ve etkileşimli olması için Bloksâ (2017, s. 43), çalışmasında tasarım ilkeleri sunmuştur. Bunlar; tasarım, kontrol, talimatlar, navigasyon, bildirimlerdir.

Tasarımda içerik/ortam aralığı kullanıcıların arayüzde rahatlıkla gezinmesi için önemlidir. AG'de gerçek çevre önemli olduğu için kullanıcı arayüzleri tasarlarken sanal nesnelerin gerçek ortamda açıkça görülmesi ve hareket ettirilmesi açısından menü ve açıklamalar eklenirken ekran alanında boşluk bırakmak gerekmektedir. Ancak içerik ve ortam arasındaki boşluklar hissedilmemeli ve doğal olmalıdır. Örneğin Porsche AG uygulaması arayüz tasarımında kullanılan menüler sanal nesne olarak kullanılan araba görüntüsünü engellemeden konumlandırılmıştır. Kullanılan boşluk ve menülerin boyutu doğru kullanıma örnek olarak gösterilebilir (Şekil 5.1). Hacimli öğeler kullanılmakta kullanıcı arayüz tasarımı için önemlidir. 2B bir düğme kullanmak yerine örneğin bir değeri ayarlamak için yukarı aşağı hareket ettirilebilen silindirik şekilde bir buton kullanımı daha güçlü kılabilir.



Şekil 5. 1 Porsche AG arayüzü menüsü, 2018.

Kaynak: <https://newsroom.porsche.com/en/products/porsche-mission-e-augmented-reality-app-ar-technology-future-cooperation-google-digital-15079.html/> Erişim

Tarihi 24 Aralık 2023

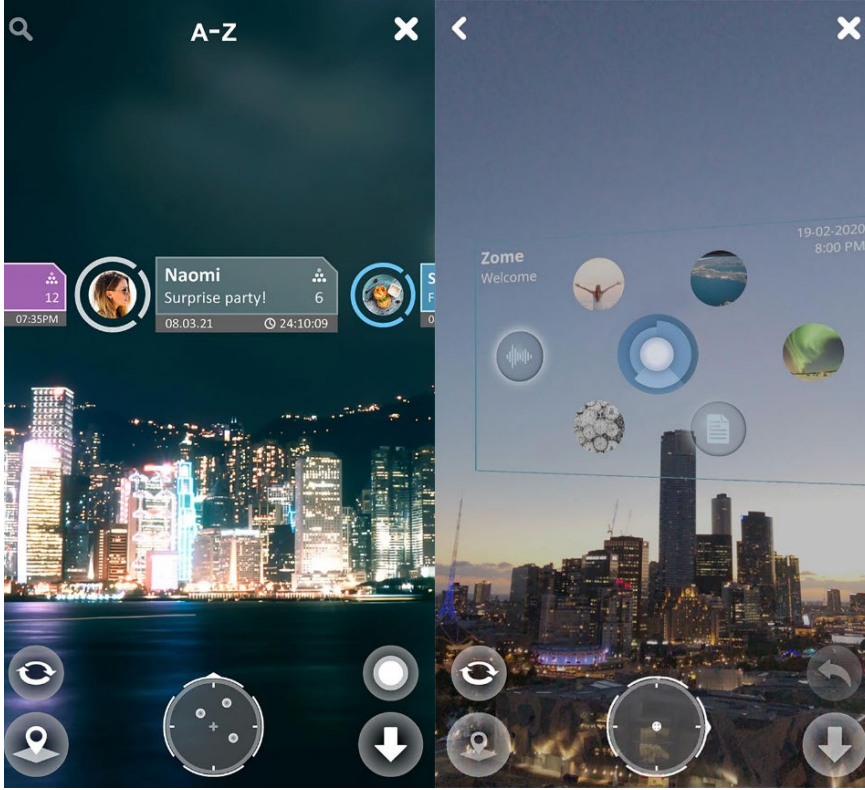
Ana kontrol öğeleri kullanıcı arayüzlerinde menüleri kontrol etmek ve gezinmek için kullanılmaktadır. Gerçek hayatta bu öğeler, tuşlar ve düğmeler şeklindedir. Fakat AG kullanıcı arayüzlerinde bu basma hissini vermeyebilir ve doğal olmayabilir. Bu öğeler AG arayüzünde animasyon, renklendirme veya ses efektleri gibi özelliklerle birleştirilerek kullanıcı daha fazla dahil edilebilir (Cao, vd., 2023). Örneğin, Five Nights at Freddy's AG Uygulamasının kontrol menüsüne tıkladığında düğmelerin rengi değişerek açık veya kapalı olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin el feneri düğmesine tıkladığında el feneri ses efektinin de duyulması oyunu daha doğal hale getirmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5. 2 Five Nights at Freddy's AG uygulaması kontrol menüsü. Kaynak: <https://fnafar.com/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Bir başka etkili tasarım öğesi kullanıcı arayüz renkleridir. Kullanıcı arayüz tasarımında kullanılan renkler uygulamayı daha doğal ve görünür hale getirebilir. İyi tasarlanmış bir kullanıcı arayüz tasarımı amacını net bir şekilde iletmek ve eylemleri gerçekleştirmek için mesafe, renk, tipografi öğelerini kullanabilir. Işık, renk ve hareket gibi görsel öğeler kullanıcının dikkatini çekecektir. Aşırı parlama, ışık koşulları gibi faktörlerde düşünülerek hangi renklerin görülüp görülmeyeceği düşünülmelidir. Ayrıca kullanıcı arayüzünde bulunan birçok hareketli grafik renkleri,

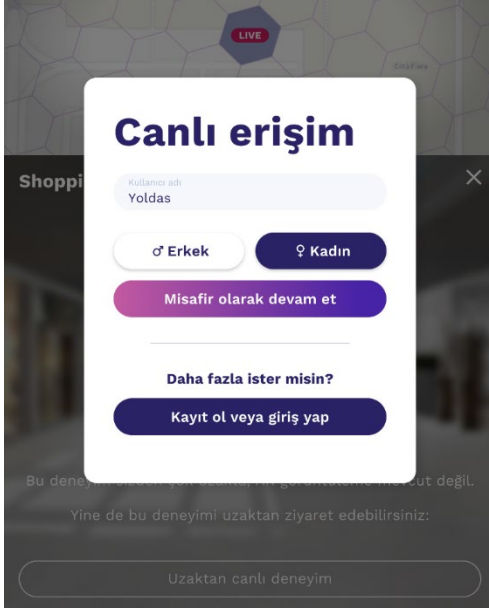
ekran açısı ve diğer öğelerle uyumu göz önüne alınmalıdır. Kullanıcı arayüz öğeleri açık veya koyu arka planlarda da görünür olmalıdır (Fenton, 2023). Örneğin, Zome AG uygulamasında kullanıcıların ayırt edilmesi için pembe, mavi gibi renkler ile dikkat dağıtmadan kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca ışıklı ve şeffaf olarak kullanılan menüler aydınlık ve karanlık ortamda da anlaşılabilir (Şekil 5.3).



Şekil 5. 3 Zome AG uygulaması.

Kaynak: <https://zome-ar.com/> Erişim Tarihi 25 Aralık 2023

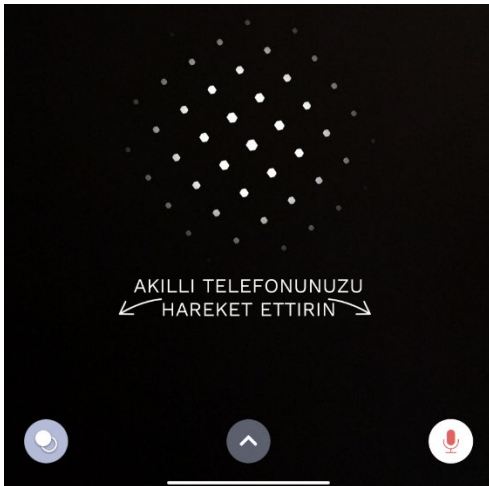
AG kullanıcı arayüzlerinde kontrol öğesi birçok şekilde de ele alınabilir. Kullanıcı için komut yanıtları verilebilir. Bu yanıtlar kullanıcı eylemi tamamlandığında bildirilmelidir. Kullanıcı arayüzünde butonlar, jestler veya sesli komutlar olabilir. Kullanıcılarda arayüzde metin kutuları kullanarak giriş yapabilmelidir. Mobil cihaz klavyeleri, AG başlıkları için sanal klavyeler veya sesli komutlar kullanılabilir. Örneğin, Over AG uygulamasında görüldüğü gibi açılan menüde kullanıcının kişisel bilgileri, misafir olarak devam edebileceği, kaydol veya giriş yap gibi metin kutuları kullanılmıştır. Seçili alanın renkleri seçili olmayan alana göre farklı renkte gösterilerek birbirinden ayrılmaktadır (Şekil 5.4).



Şekil 5. 4 Over uygulaması kullanıcı giriş paneli.

Kaynak: <https://www.overthereality.ai/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Talimatlar olarak kullanılan öğeler ise kullanıcı, arayüz üzerinde uygulamada işlem yapabilmek için kılavuza ihtiyaç duyabilir. Oklar, metinler, renkler veya şekiller ile talimatlar vurgulanabilir. Kullanıcı uygulamayı ilk defa açıyorsa uygulamaya başlamadan tüm araçların tanıtımını da yapabilir. Talimatlar çeşitli öğelerle anlatılırken hareketlerin yönü de belirtilmelidir (Şekil 5.5).



Şekil 5. 5 Over uygulaması arayüzünde talimatların gösterimi.

Kaynak: <https://www.overthereality.ai/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

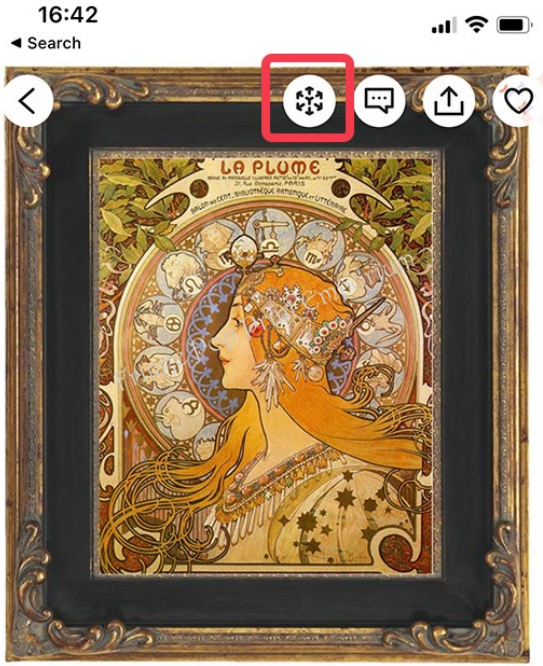
Navigasyon, AG'de yayalar ve araçlar için kullanılan önemli bir özelliktir. Kullanıcı arayüzü üzerinde navigasyon kullanılırken çok fazla görsel dikkati dağıtarak yanlış yönlendirebilir. Hız saati, yollar, oklar gibi birçok öge doğru yerleştirilmeli ve amacına hizmet edecek şekilde yalın olmalıdır (Şekil 5.6). Bildirimler ise, bir AG uygulaması için önemlidir. Bildirimler kişiselleştirilmiş ve zamanı iyi ayarlanmış olmalıdır. Kullanıcıyı sıkmadan kullanıcıyla ilgili bilgiler vermelidir. Ayrıca kullanıcıların bildirimleri ve bildirim seslerini açıp kapatacağı kolay bir ayarlama sunmalıdır (Koçer Özgün, 2019). Basemark şirketinin hazırladığı AG navigasyon arayüzü kullanıcıya bir sonraki adımda nereye döneceğini gösteren canlı görüntüleri 2B haritalar ve yön oklarıyla kullanmaktadır. Bu uygulama arayüzünde kullanılan menüler kullanıcının görüş açısını bozmadan döneceği yeri göstermektedir. Örneğin yön ok renkleri beyaz yerine kırmızı kullanılması kullanıcının dikkatini dağıtmaya sebep olabilirdi. Arayüzde 2B harita görüntüsü sağa alınmış, gerçek yol görüntüsü sürücüye daha yakın konumlandırılarak ve mavi ve kırmızı gibi ilgi çekici renkler belirli alanlarda daha az kullanılarak dikkat dağınıklığını da önlemek hedeflenmiştir (Şekil 5.6).



Şekil 5. 6 Basemark şirketi tarafından araçlar için oluşturulan AG navigasyon uygulaması. Kaynak: <https://www.basemark.com/news/use-cases-of-augmented-reality-in-vehicles/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Behnam ve Budiu, mobil AG uygulamaları için sorunlar ve avantajlar ile ilgili kullanılabilirlik testi gerçekleştirmiştir. Bu test dört uzaktan ve yedi şahsen kullanıcı katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma çeşitli alanlarda örnekler üzerinden test

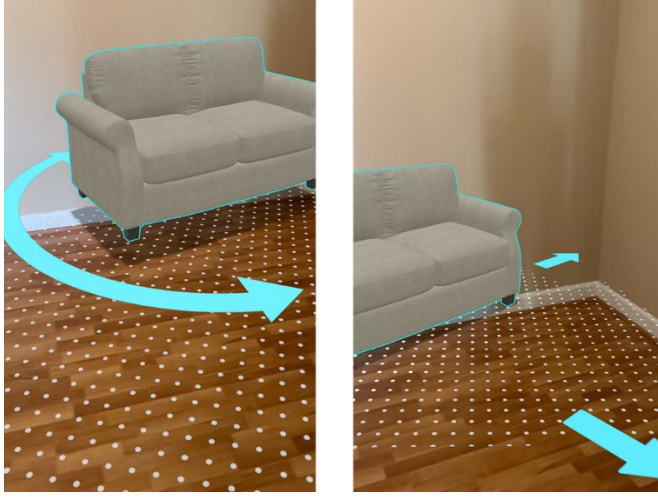
edilmiştir (Behnam ve Budiu, 2022). Behnam ve Budiu'nun gerçekleştirmiş olduğu testte gösterilen Etsy AG uygulamasında kullanıcılar daha önce görmediği ve anlamlandıramadığı simgeler kullanıldığına dair yorum yapmışlardır. Şekil 5.7'de işaretli alanda gösterilen gezinme simgesinin ne olduğunu kullanıcılar anlayamamıştır. AG arayüzünde simgeler oluşturulurken kullanıcı kitlesini göz önünde bulundurmalı, kullanıcı simgeyi daha önce görmemiş bile olsa yorumlaması ve aklında çağrışım yapması gerektiği unutulmamalıdır.



Şekil 5. 7 Etsy e-ticaret uygulamasında AG arayüz tasarımı

Kaynak: <https://www.nngroup.com/articles/ar-ux-guidelines/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

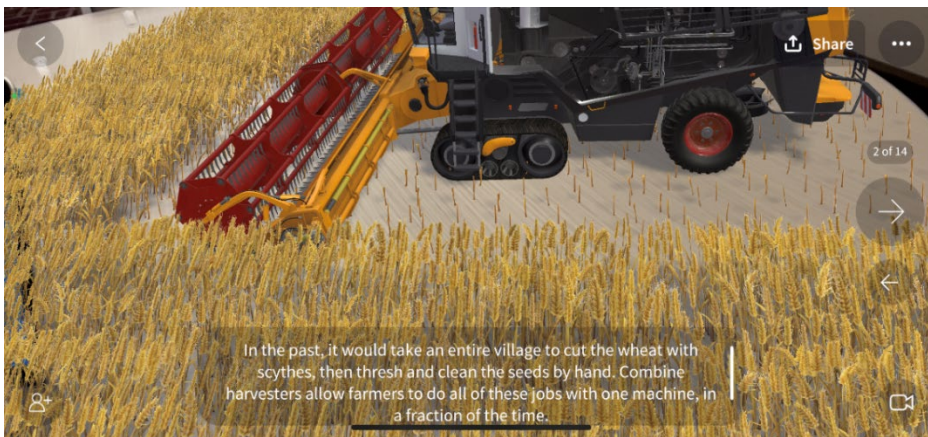
Kullanıcı, AG uygulama arayüzlerindeki 3B sanal nesnelere ve gerçek ortamı deneyim boyunca açıkça görebilmelidir. Bu durum Amazon AG uygulama örneğinde olduğu gibi açık, net, okunabilir talimatlar ve renklerin kontrastlığı kullanılarak yapılabilir. Bu kullanıcı arayüzlerinde kullanılan mavi oklar, yüksek kontrast sağlayarak kanepeyi yerleştirmeyi sağlamaktadır (Şekil 5.8).



Şekil 5. 8 Amazon AG uygulamasında kullanıcı arayüzünün görülebilirliği.

Kaynak: <https://www.nngroup.com/articles/ar-ux-guidelines/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Jig Space uygulaması testinde ise kullanıcılar metni okumakta zorlandıklarını belirtmiştir (Behnam ve Budiü, 2022). AG arayüzündeki metin, talimatlar ve kontrol simgeleri Şekil 5.10'da görüldüğü gibi genellikle yoğun, az ışıklı bir arka plan seçtiğinde bu öğeler görünmeyebilir. Eğer çok metin barındıran bilgilendirici veya hikâye anlatımı durumu varsa AG arayüzünde sanal nesnelerin daha rahat bir şekilde görünmesi için ses özellikleri de eklenebilir. Böylece daha sürükleyici bir deneyim sağlanabilir.



Şekil 5. 9 Jig Space AG uygulamasında arayüz öğelerinin kullanımı.

Kaynak: <https://www.nngroup.com/articles/ar-ux-guidelines/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

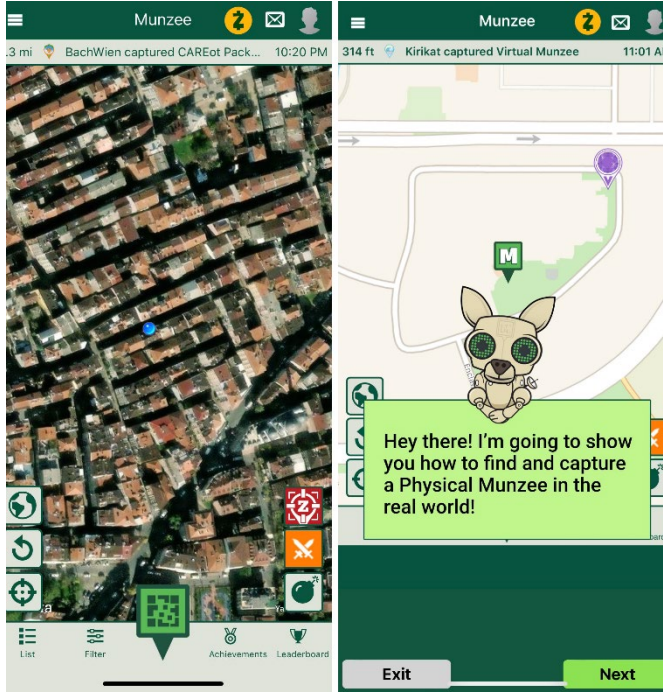
Günümüzde yeni sayılan ve gelişmekte olan AG teknolojisine bazı kullanıcılar hala aşına değildir. AG özelliklerini belirten simgeler zorlayıcı olabilir. Kullanıcılar için anlaşılır işaretçiler, simgeler, metinler ve görülmesi kolay talimatlar oluşturarak sanal nesnelere ile sorunsuz bir etkileşim sağlanmalıdır. Kullanıcı, AG arayüzünde etkileşim kurması için uygulamaya ilk girişte uygulamayı tanıtan, uygulamanın nasıl kullanılacağını anlatan sürece uyum kazandırma (onboarding) denir. Uyum kazandırma süreci genellikle etkileşimli rehberler, öğretici videolar, adım adım talimatlar, görsel ipuçları ile sunulmaktadır. Uyum kazandırma süreci, kullanıcının uygulamayı daha hızlı ve etkili bir şekilde kullanmasını sağlamaktadır. Bu şekilde kullanıcı daha önce karşılaşmadığı bir AG uygulama arayüzünü bilgilendirilmiş bir şekilde kullanmaya başlayabilir. Ayrıca AG’de kullanıcı arayüz tasarımı yapılırken sadece AG oluşturmak için değil kullanıcının deneyimi de göz önüne alınmalıdır.

5.2 Konum Tabanlı AR Uygulamalarında Kullanıcı Arayüz Tasarımı

Konum tabanlı AG uygulamaları, konum verilerini kullanarak kullanıcıların fiziksel dünyada etkileşimli deneyimler yaşamasını sağlamaktadır. Sanal içeriği gerçek dünyadaki coğrafi konumlarla birleştirirken başarılı bir kullanıcı deneyimi elde etmek için iyi tasarlanmış bir arayüz tasarımı büyük öneme sahiptir. Ancak belirli tasarım prensiplerinin konum tabanlı AG arayüzlerinde nasıl geçerli olacağı ve nasıl uygulandığı konusu tartışmalıdır. Literatür incelenerek deneyimlerden üretilen ve yıllarca geliştirilen Shneiderman’ın tasarım prensipleri, konum tabanlı AG arayüz tasarımlarında nasıl kullanıldığı incelenecektir.

Tasarım prensiplerinde yer alan tutarlılık ilkesine göre, arayüzde yer alan uyarılar, menüler, renk, yazı tipi gibi özelliklerin birbiriyle tutarlı olması gerekmektedir. Evrensellik ilkesinde ise kullanıcıların yaş, engel gibi özelliklerine dikkat edilerek yeni başlayanlar için açıklamalar veya uzmanlar için kısayollar eklenmelidir. Kullanıcının sistemi sadece tanıyarak kolayca kullanıp kullanamayacağı önemli bir unsurdur (Shneiderman ve Plaisant, 2004). Üç boyutlu kullanıcı arayüzlerinin öğrenilebilirlik sorunu, bu tür bir teknolojiyle daha önce eğitim almayan kullanıcıların tepkilerini etkiler. Kullanıcının sistemini etkili bir şekilde nasıl kullanacağını öğrenmesi gerekebilir. Örneğin, Munzee konum tabanlı AG uygulaması, gerçek dünyada GPS verilerini kullanarak oynanan bir av oyunudur. Gerçek dünyada saklanan karekod ve ödüllere yakalanmaktadır. Arayüzü tasarımı

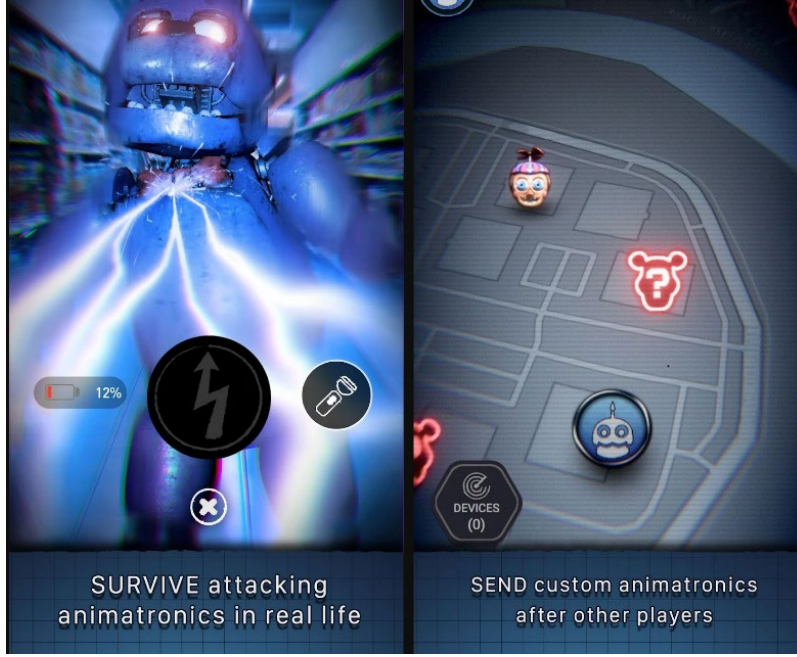
incelendiğinde kullanılan simgeler ve renklerin tutarlı olduğu ve uygulama içinde maskotun oyunla ilgili tüm özellikler hakkında açıklama yaparak evrensellik prensibine de uygun olduğu görülmüştür (Şekil 5.10).



Şekil 5. 10 Munzee konum tabanlı AG oyununun arayüz tasarımı.

Kaynak:https://play.google.com/store/apps/details?id=com.freezetag.munzee&hl=en_US /Erişim Tarihi 21 Ocak 2024

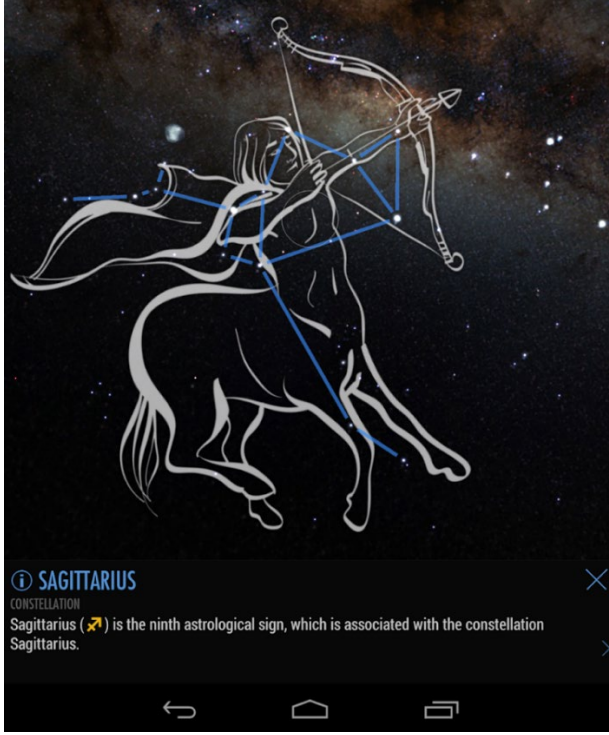
Tasarım prensiplerine göre bilgilendirici geri bildirimler göndermek ve kullanıcıyla diyalog kurmak da önem taşımaktadır. Kullanıcı nerede olduğunu bilmelidir ve bildirimler okunabilecek şekilde anlaşılır olmalıdır. Kullanıcının etkileşimde bulunduğu sırada arayüzün ne olduğunu anlamamak, sistemin eksikliklerinden biridir. Bu, arayüz veya sistemden gelen geribildirim eksikliğinden kaynaklanır. Geribildirim eksikliği, durum veya ilerleme veya bir hatanın kullanıcıyı ne kadar sıkıntıya sokacağıyla ilgilidir. Sistem hakkında neyin olduğu veya kullanıcının ne yapması gerektiği konusunda durumu ifade etmek için basit bir geri bildirim, grafik veya metin formunda sağlanabilir (Ejaz, Syed, Yasir ve Farhan, 2019). Örneğin, Five Nights at Freddy's AR oyunu konum tabanlı bir AG korku oyunudur. Bu oyunda yer alan bildirimler ve diyaloglar kullanıcıya bilgi verirken aynı zamanda yönlendirmektedir (Şekil 5.11).



Şekil 5. 11 Konum tabanlı Five Nights at Freddy's AG oyun arayüz tasarımı.

Kaynak:https://play.google.com/store/apps/details?id=com.illumix.fnafar&hl=en_US
/Erişim Tarihi 21 Ocak 2024

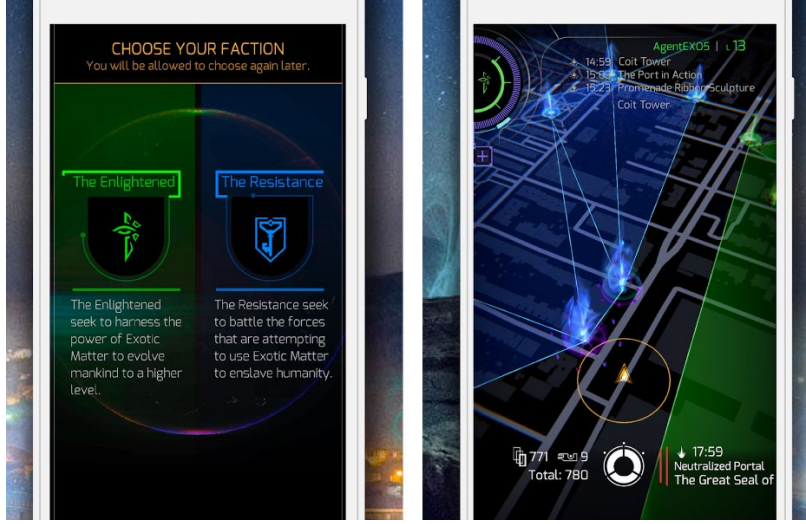
Tasarım prensipleri arasında hataları önleme ve eylemlerin kolayca geri alınmasını sağlamada yer almaktadır. Bazı konum tabanlı AG sistemleri hala ilk geliştirme aşamalarında ve bu nedenle oldukça belirsizdir. Tasarımcılar, böyle çerçevelerin gerçekten hata toleranslı olmadan önce gelişimle ilgili sorunları anlamalıdır. Matematiksel hata hesaplamaları, doğal durumlar (örneğin, değişen güneşli hava) veya insan hataları gibi hatalara neden olur, bu da sanal bilginin aniden kaybolmasına yol açar. Son zamanlarda, farklı prosedürleri etkili bir şekilde birleştirerek ve hata durumlarını tanımlayarak ve yeniden yorumlayarak sistemin etkisini artırabilir ve bu nedenle kullanıcı engelini azaltabilir (Schickler vd., 2020). Örneğin, Skyview Lite uygulaması gökyüzündeki yıldızlar ve takımyıldızlarının bulmak ve incelemek için oluşturulan konum tabanlı AG uygulamasıdır. Kullanıcı arayüzünde gökyüzündeki yıldızlar incelenirken ekranda donma, hatalı gösterim vs. durumunda geri okuyla menüye geri gidilerek farklı işlemler yapılabilir (Şekil 5.12).



Şekil 5. 12 Skyview Lite konum tabanlı AG uygulaması arayüzü.

Kaynak:https://play.google.com/store/apps/details?id=com.t11.skyviewfree&hl=en_US /Erişim Tarihi 21 Ocak 2024

Önemli bir diğer tasarım prensibi ise içsel kontrol odağı destekleme kuralıdır. Kullanıcı, konum tabanlı AG uygulamasını deneyimlerken yapılacak eylemleri yöneten kişi olmalıdır. Eylemlerin anlaşılır olması ve kontrolünün tamamen kullanıcıda olması hissi oluşmalıdır. Örneğin, Ingress Prime AG oyununda keşif yapılan ve gerçek konumda gruplar arasında savaşılan bir oyundur. Bu oyunda kullanıcının yer alacağı grubu seçmesi ve saldırıya başlaması kullanıcının kontrolündedir. Kullanıcı oyunun içinde daha özgür olması memnuniyeti artırabilir (Şekil 5.13).



Şekil 5. 13 Ingress Prime konum tabanlı AG oyunun arayüz tasarımı.

Kaynak:<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nianticproject.ingress&hl=tr&gl=US> / Erişim Tarihi 21.01.2024

Kısa süreli bellek yükünü azaltma kuralı da tasarım prensiplerinin önemli kuralları arasındadır. Görevi yerine getiren kullanıcı için bilişsel yükü azaltmak, arayüz tasarımında önemli bir rol oynar. Bu aşamada kullanıcı dikkat ve hafızasının sınırlı olduğu unutulmamalıdır. Bu sebeple kullanıcı arayüzünün basit olması, çoklu sayfaların hareket sıklığı azaltılarak ekranda yapılacak görevlerin de hatırlanabilir olması gerekmektedir. Bilişsel yükün çok büyük olması durumunda, AG'nin düşünüldüğü kadar etkili olmamasına neden olabilir. Hannes Kaufmann ve Dieter Schmalstieg gibi tanınmış bilgisayar bilimcileri, AG arayüzlerinin ana odak noktasının, kullanıcının arayüzü ustalaştırmak yerine kullanıcının gerçek görevine odaklanmasına yönelik olduğuna büyük vurgu yapmaktadır. Kullanıcıların performansı ve mevcut özellikler arasında çok güçlü bir bağlantı bulunmaktadır ve çünkü arayüz, kullanıcı ve özellikler arasında bir köprü görevi gördüğünden, birçok Konum tabanlı AG sistemi tüm özelliklerin test edilmediği, birçok hata olan, kullanıcının nesnelere anlama konusundaki bilişsel becerisini kullanma gibi kullanıcı performansını engelleyebilecek sorunlarla karşılaşabilir (Ejaz vd., 2019).

Bu tasarım prensiplerine ek olarak basitlik unsuru da konum tabanlı AG kullanıcı arayüzleri için önemli bir etmendir. Kullanıcılar için etkili bir arayüz, kullanıcının ne yaptığını, kullanıcının ne aradığını, kullanıcının nereye gitmek istediğine dair yardımcı olabilecek bir çıkışın olup olmadığını iletmelidir (Altynpara

ve Rovnaya, 2023). Kullanılabilirliği ve görsel çekiciliği artırabilir. Ekran dağınıklığı engellenerek önemli bilgilere ulaşılabilir. Uygulama olarak Pokemon GO oyun arayüzü örnek gösterilebilir. Google Play ve App Store'da en çok indirilen AG oyunları arasında olmasıyla konum tabanlı AG uygulamalarında önemli bir yere sahiptir (Samanta, 2023). Pokemon Go oyununda butonlar, menüler, renkler gibi arayüz elemanları basitlik ve sadelik kuralına uygun şekilde anlaşılabilir. (Şekil 5.14).



Şekil 5. 14 Pokemon GO kullanıcı arayüzü. Kaynak: <https://pixso.net/tips/pokemon-go-ui/> Erişim Tarihi 24 Aralık 2023

Konum tabanlı kullanıcı arayüz tasarlanırken önemli bir hususta kullanıcıların kişisel bilgilerinin ve konum verilerinin gizliliği ve güvenliği sağlanmalıdır. Uygulama arayüzünde gizlilik ve güvenlik protokolü görünür ve net olmalıdır. Her zaman arka planda bir gerçek dünya görüntüsü olduğu unutulmamalıdır. Renk, yazı karakteri, boyut, obje ve ikon yerleşimleri bu duruma göre ayarlanarak kullanıcının etkileşiminde dikkat dağıtmamalı ve gerçek dünya bağlantısını koparmamalıdır (Utilities, 2023).

Verimli bir konum tabanlı AG arayüzü, tasarım elemanlarının sade ve anlaşılır bir şekilde tasarlanmasını, uygun görsel bakış açısının kullanılmasını ve dijital görüntüleri gerçek dünyaya entegre edilmesini sağlayan bir arayüzdür. Konum tabanlı AG uygulamalarına yönelik arayüzlerin tasarımı ve geliştirilmesi, bağlam

farkındalığını, kullanıcı etkileşimini ve dijital bilgilerin fiziksel ortamla kusursuz entegrasyonunu dikkate alan çok disiplinli bir yaklaşım gerektirir. Konum tabanlı AG uygulama tasarımı aşamasında, kullanıcı arayüzü tasarımı ilkelerinden yararlanarak ve konum tabanlı AG'nin belirli zorluklarını ve fırsatlarını anlayarak, çok çeşitli uygulamalar için ilgi çekici ve etkili arayüzler oluşturabilir.

BÖLÜM 6

6. UYGULAMA PROJESİ: “İSTANBUL RESİM VE HEYKEL MÜZESİ” İÇİN KONUM TABANLI ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMASI

6.1 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi

Müzeler, toplumun belleğini oluşturan, bilgi ve deneyimlerin artmasını, kişisel beğenilerin gelişmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda toplumu eğitmeyi, eğlendirmeyi ve bilgilendirmeyi amaçlar. Ülkelerin gelişim düzeylerinin artması kültür ve sanata duyulan ilginin artmasıyla paralellik göstermektedir. Türkiye'nin ilk plastik sanatlar müzesi olan İstanbul Resim ve Heykel Müzesi 1937 yılında Dolmabahçe Sarayı Veliâht Dairesi'nde kurulmuş, açılışı Mustafa Kemal Atatürk tarafından yapılmıştır. Müzenin ilk sergisi Dolmabahçe Sarayı'ndan, Topkapı Sarayı Müzesi'nden ve "Yarım Asırlık Türk Resmi" sergisinden seçilen tablolar ile çeşitli devlet dairelerinden alınan eserlerden oluşturulmuştur. İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nde geçmişten günümüze kadar sergilenen eser sayısı yaklaşık 12 bin civarındadır. Müze kuruluşundan bu yana koleksiyonunu genişletirken bir yandan da Anadolu'da ilk resmi galerilerinin açılması için eserler vermiştir. Ankara ve İzmir'de de resim ve heykel sergileri oluşturularak Anadolu'da da sanatın sevilmesine katkı sağlamıştır. 2011 yılında müze koleksiyonları, Dolmabahçe Sarayı Veliâht Dairesi'nden Tophane semtinde yaralan antrepoya taşınmıştır. Antreponun çağdaş bir müze binasına dönüştürülme projesi başlatılarak 15 Aralık 2021'de müze ziyaretçilere açılmıştır.

Bugün müze koleksiyonu resim, heykel, seramik ve hat koleksiyonlarından oluşmaktadır. Özellikle resim koleksiyonu 140 yıllık bir mirası taşımakta ve bu süre

içinde Osman Hamdi Bey tablolarından, Geç Kübist ve Art Deco tarzı resimlerden 1950-1980 yılları arasında kendini gösteren soyut resimlere kadar Cumhuriyet tarihinin en önemli ressamlarının eserlerini barındırmaktadır. Heykel koleksiyonu ise Geç Osmanlı döneminden çağdaş Türk heykel sanatına kadar önemli sanatçıların eserleriyle en kapsamlı Türk heykel koleksiyonu olma özelliğini taşımaktadır. Bu toprakların kadim sanatı seramik içinde bir koleksiyona sahip müzede Vedat Ar, Hakkı İzzet, Nasip İyem, Atilla Galatalı ve İsmail Hakkı Oygur gibi seramik sanatına yön vermiş isimlerin eserleriyle zengin bir seçki sunmaktadır. Bu müze geçmişten günümüze kadar görsel tecrübelerin aktarım ve paylaşım alanı olmuştur.

1950'li yıllardan bu yana şehrin kalbi sayılabilecek bir noktada içine girilemeyen bir yer olarak var olan bu alanın kamu yararına kullanıma açılmasıyla müze, binlerce esere ev sahipliği yaparken yeni bir kültürel peyzaj oluşturmuştur. Mimarisinde birbirlerine geçiş olanağı veren tekil bölümler olarak düzenlenen galeriler, yeni yollar ve köprülerle ilişkilendirilmiştir. Böylelikle galeriler arasında perspektifler sunan ara mekanların oluşması ve izleyicinin bir yandan da galeriler arasında şehirle ilişki kurabilecekleri bir ortam oluşturulmasıyla yeni, özgün bir merkez olması amaçlanmıştır.

Köklü bir tarihi olan bu müzede bulunan eserlerin önemini konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisiyle ve farklı tasarım biçimleriyle vurgulanarak müzenin modern mimarisi de tasarımla bütünleştirilecektir. Sanat alanında konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi uygularken seçilen konumun hem mimarisine hem de sanat eserlerine göre oluşturulan yeni ve deneysel bir çalışma ortaya çıkarmayı amaçlayarak uygulama çalışması için İstanbul Resim ve Heykel Müzesi seçilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6. 1 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin görünümü. Kaynak:

https://www.arkeolojikhaber.com/haber-msgsu-istanbul-resim-ve-heykel-muzesinin-resmi-acilisi-yapildi-35562/#google_vignette/ Erişim Tarihi 18 Ocak 2024

6.2 Tasarım Konsepti

Tasarıma başlarken alanda yapılan araştırmalar ve uygulamalar incelenmiştir. Uygulama alanı olarak seçilen müze için çevresindeki yapılar, ziyaretçi özellikleri kültürel alanda gözlem ve keşfi yapılmıştır. Gözlem sonucunda tasarımda kullanılacak eserler ve mimari yapı detaylı incelenmiştir. Çalışmaya eklenecek arayüz tasarım unsurları, örnek çalışmalar analiz edilerek oluşturulmuştur. Tasarımın etkileşimli olması, canlı renk tonlarının kullanılması, dinamik animasyonlardan oluşmasıyla hedef kitlesi olarak genç kişiler belirlenmiştir.

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması oluşturulurken müzenin yan cephesinde bulunan çıkıntılı yüzey dikkate alınarak tasarıma başlanmıştır. Tasarımın, bu yüzeyin tam üzerinde üç boyutlu görünmesini sağlamak hem de müzedeki eserlerin tasarıma uygun şekilde röprodüksiyonu ve illüstrasyonun yapılması amaçlanmıştır. Tasarımın çıkış noktası olan geometrik şekiller ve renklerde ton sür ton yapılarak üç boyutlu bir hareket sağlanmaktadır. Bu şekilde müzede sergilenen eserler ve müze mimarisi harmanlanarak tasarımın genelinde müzenin nasıl hissettirdiği yansıtacaktır.

Tasarımın ilk aşamasında, müze binasındaki çıkıntılı yapı üzerine denk gelecek şekilde derinlik etkisi veren, binanın farklı perspektifini simgelediği için hareketli çizgiler kullanılarak dinamik bir tasarım oluşturulmuştur. Tasarımın önce Adobe

Photoshop programında çizgisel olarak genel şekli çıkarılmıştır (Şekil 6.2). Çalışmada enerjik ve dinamik görünüm elde etmek için canlı renk tonları kullanılarak tasarıma düz (flat) renk verilmiştir (Şekil 6.3).

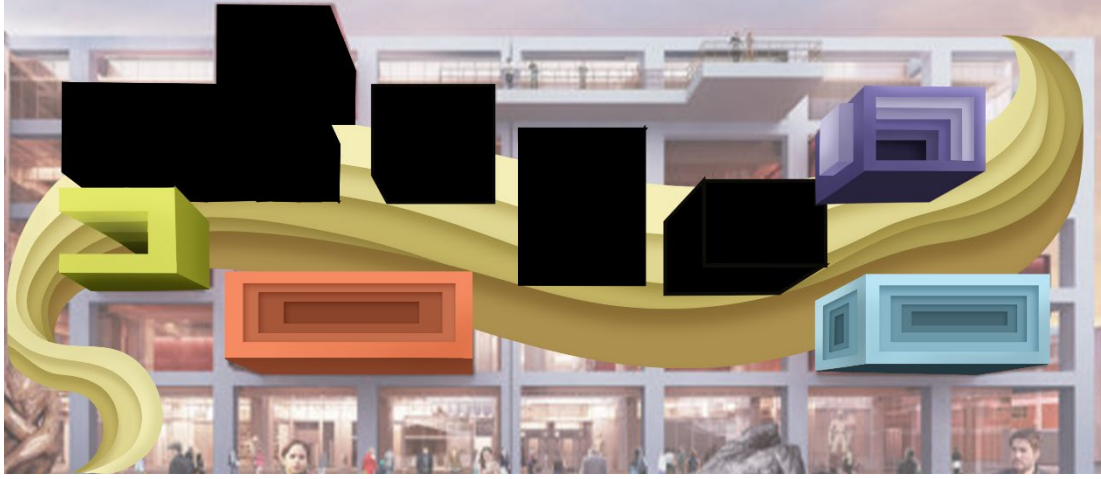


Şekil 6. 2 Photoshop programında hazırlanan tasarımın çizgisel aşaması.



Şekil 6. 3 Photoshop programında hazırlanan tasarımın düz renk aşaması.

Ton sür ton yapılarak renk verme süreci tamamlanan tasarımın daha gerçekçi bir görünüm kazanması için ışık-gölge çalışması yapılmıştır (Şekil 6.4). Çalışma dış mekânda deneyimleneceğinden güneş yansımalarını engellemek için tasarımın ışık-gölge tarzında yumuşak bir boyama stili kullanılmıştır. Çalışmaya eklenecek eserler seçilerek tasarımda ekleneceği alanlar boş bırakılmıştır.



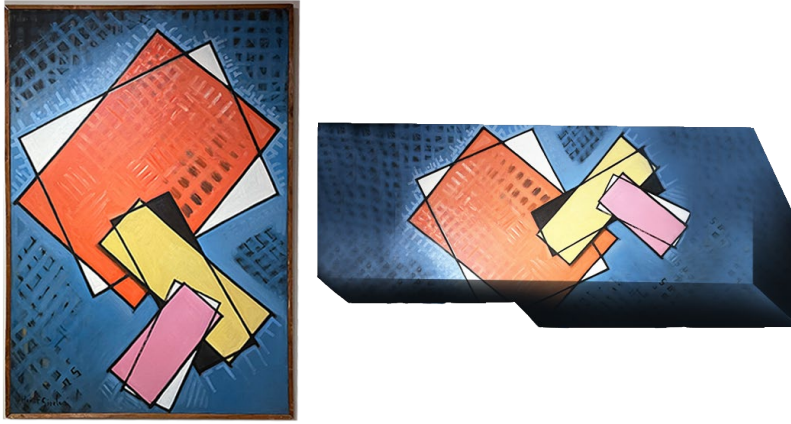
Şekil 6. 4 Tasarımın ışık -gölge aşaması.

Işık-gölge aşaması tamamlanan tasarıma eklenecek eserler seçilmiştir. Seçilen beş farklı eser resim, heykel, seramik ve hat koleksiyonlarına aittir. Resim koleksiyonundan seçilen eser, Osman Hamdi Bey'e ait Mimosalı Kadın ve Hamit Görele'ye ait Atom tablosudur. Müzenin Osman Hamdi Bey'e ayrılan alanında bu çalışmasının büyük öneme sahip olması eserin seçilme nedenidir. Seçilen eser üzerinden onu anımsatacak farklı bir illüstrasyon ortaya koyulmuştur. Modern tarza dönüştürülen bu tasarımda kullanılan renkler eserden ilham alınmıştır. Ayrıca geometrik şekiller kullanılarak tasarımın geneline uyum sağlanması amaçlanmıştır (Şekil 6.5).



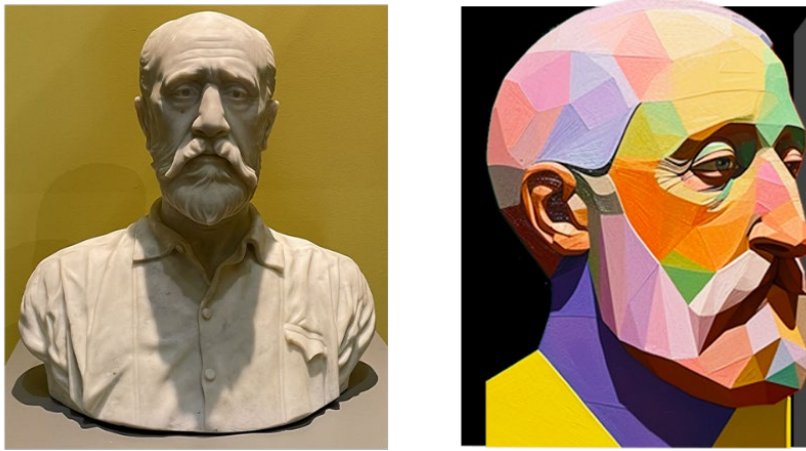
Şekil 6. 5 Mimosalı Kadın tablosunun çalışma için yeniden resimlendirilmesi.

Hamit Görele'ye ait tabloda ise çalışmanın genel tarzına uyum sağlayan renkler ve geometrik şekillerin kullanılması çalışma için seçilme sebeplerindedir. Sadece ışık-gölge değerleriyle oynanarak çalışmaya eklenmiştir (Şekil 6.6). Bu tablolar çizilen küplerin ön yüzüne yerleştirilmiştir. Küplerin yan yüzeyler tasarıma uygun şekilde renklendirilmiş ve arka plan dokusu devam ettirilmiştir.



Şekil 6. 6 Atom tablosunun tasarımda kullanılan görüntüsü.

Çalışmada kullanılacak heykel için müzedeki heykel koleksiyonu incelenerek eserler arasında Mehmet İhsan Özsoy'a ait Osman Hamdi Bey'in mermer büstü seçilmiştir. Büstün orijinal halinin tasarıma uygun olmaması sebebiyle büst görselinden esinlenerek modern tarzda, geometrik çizgilerden oluşan renkli illüstrasyonu yapılmıştır (Şekil 6.7)



Şekil 6. 7 Osman Hamdi Bey büstünün tasarım için yapılan illüstrasyonu.

Tasarımda yer alan diğer çalışma ise seramik objedir. Seramik obje için Jale Yılmabaşar'a ait isimsiz seramik eseri seçilmiştir. Bu eserin dinamik yapısı ve eklenecek animasyonlara uygunluğu sebebiyle tasarıma eklenmiştir. Bu eser üzerinde farklı doku denemeleri yapılmış fakat tasarımın genelinde karmaşık bir görüntüye sebep olduğu için orijinal dokusuyla kullanılmıştır (Şekil 6.8).



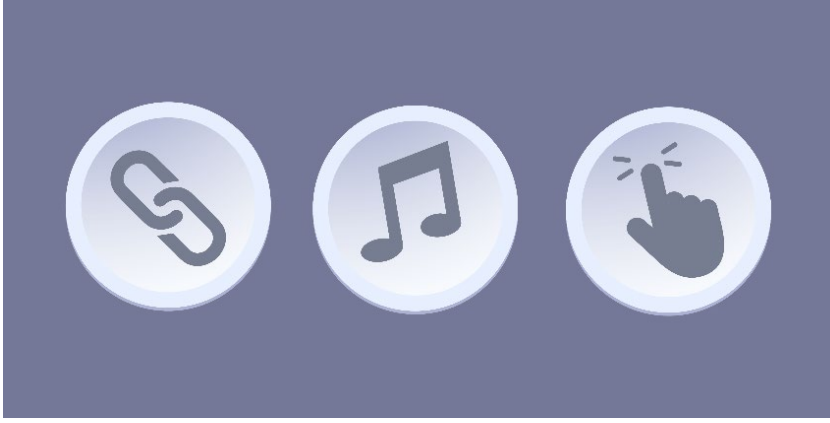
Şekil 6. 8 Seramik eserin tasarımda kullanılan görüntüsü.

Tasarımda kullanılacak hat çalışması ise Emin Barın'a ait eserler arasından seçilmiştir. Geleneksel ve modern tarzda çalışan sanatçının eserleri arasından tasarımın tarzına uygun, geometrik formlara ve keskin hatlara sahip olan çalışması seçilmiştir. Seçilen eserin orijinal görüntüsü tasarımda kullanılmıştır. (Şekil 6.9).



Şekil 6. 9 Tasarımda kullanılan hat çalışmasının görüntüsü.

Tasarımda kullanılan çizimler tamamlandıktan sonra kullanıcı arayüzünde yer alacak ve kullanıcının etkileşim kuracağı buton tasarımları yapılmıştır. Butonlar, kullanıcının tasarıma hangi açılardan bakacağı tahmin edilerek yerleştirilmiş ve tasarımı kapatmayacak şekilde boyutlandırılmıştır. Sade, anlaşılır bir formda ve en fazla iki renk olacak şekilde Adobe Illustrator programında tasarlanmıştır. Butonların anlaşılır olması için ikon tasarımları açık renkli zemin üzerinde koyu renkli kullanılmıştır. Ses, bağlantı ve hareket butonları için genel olarak anlaşılabilen ikon tasarımlar kullanılmıştır (Şekil 6.10).



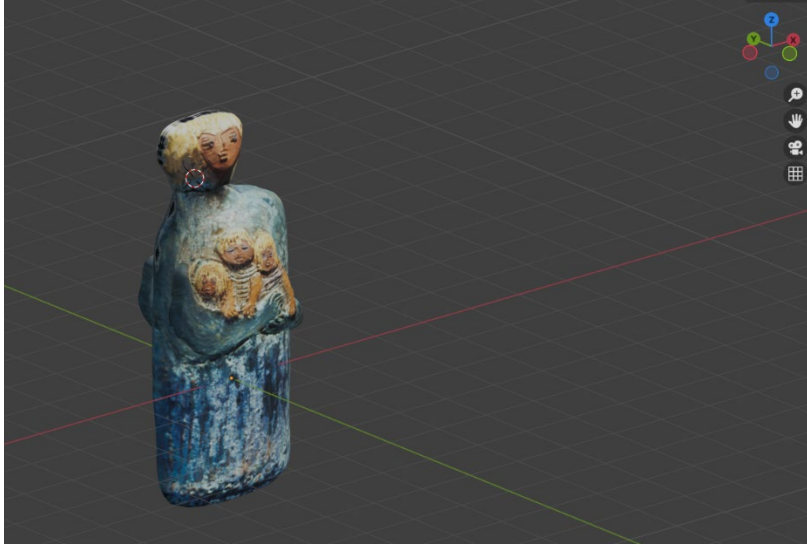
Şekil 6. 10 Çalışmada kullanılan buton tasarımları.

6.3 Kullanılan Programlar

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik çalışmasının uygulandığı Adobe Aero Geospatial Beta uygulaması, tasarımcıların ve geliştiricilerin gerçek dünyadaki seçilen konum üzerinde etkileşimli ve sürükleyici deneyimleri tasarlamalarını, birlikte çalışmalarını ve yayımlamalarını kolaylaştıran bir geliştirme ve görüntüleme platformudur. Google haritalar üzerinden çalışan uygulamada belirlenen konumun (binalar, sokaklar, caddeler vs.) üç boyutlu görünümünü çalışma sayfasına aktararak belirlenen konum üzerinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin uygulanmasını sağlamaktadır. Yapılan çalışma ile kullanıcılar, İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'ne gidildiğinde Adobe Aero tarafından oluşturulan karekodu okutarak müzenin dış cephesine uygulanmış tasarımı görebilmektedir. Tasarımın genelinde hareketli ve dinamik çizgilerden oluşan ve farklı perspektiflere sahip geometrik şekiller, müzede

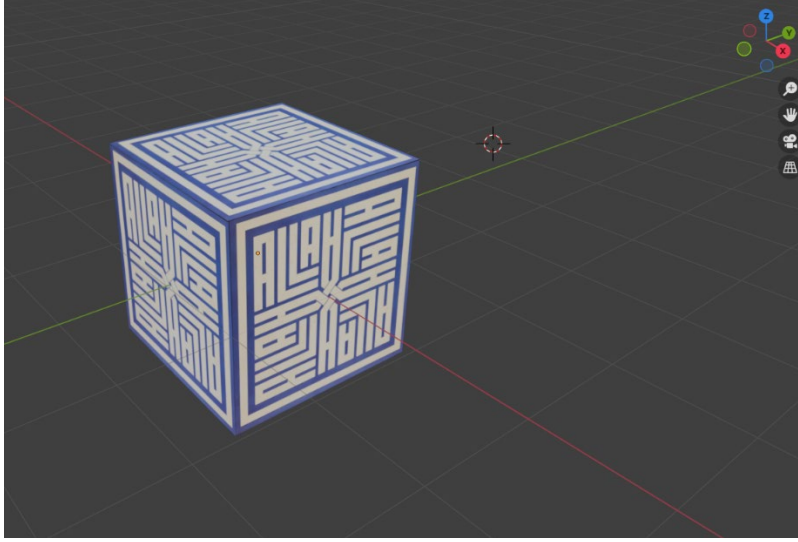
de sergilenen tasarım için seçilmiş önemli eserler bulunmaktadır. Ayrıca tasarımın arayüzünde kullanıcıların etkileşime girebileceği butonlar yer almaktadır. (Şekil 6.3).

Tasarımın Adobe Photoshop ve Illustrator programlarında çizim kısımları tamamlandıktan sonra Adobe Aero Geospatial programında animasyonu yapılacak hat ve seramik tasarımlarının Monster Mash ve Blender uygulamasında modellenmesi yapılmıştır. Seramik eserin gerçek dokulu modellenmesi için önce Monster Mash beta uygulamasında boyutlandırılmıştır. Monster Mash beta uygulaması web tarayıcısında açılabilen, görseli basit bir şekilde boyutlandıran çizim tabanlı modelleme ve animasyon aracıdır. Uygulama demo sürümünde ve kısıtlı özelliklere sahip olduğu için detaylar eklenmek üzere çalışma glTF 2.0 formatında kaydedilerek Blender uygulamasına taşınmıştır. Blender uygulamasında açılan görselin anatomisi tam olarak ayarlanarak tekrar glTF 2.0 formatında kaydedilmiştir (Şekil 6.11). Bu programlar istenilen format ve dokuda tasarımların modellenme sürecinde kolay sağlamıştır.



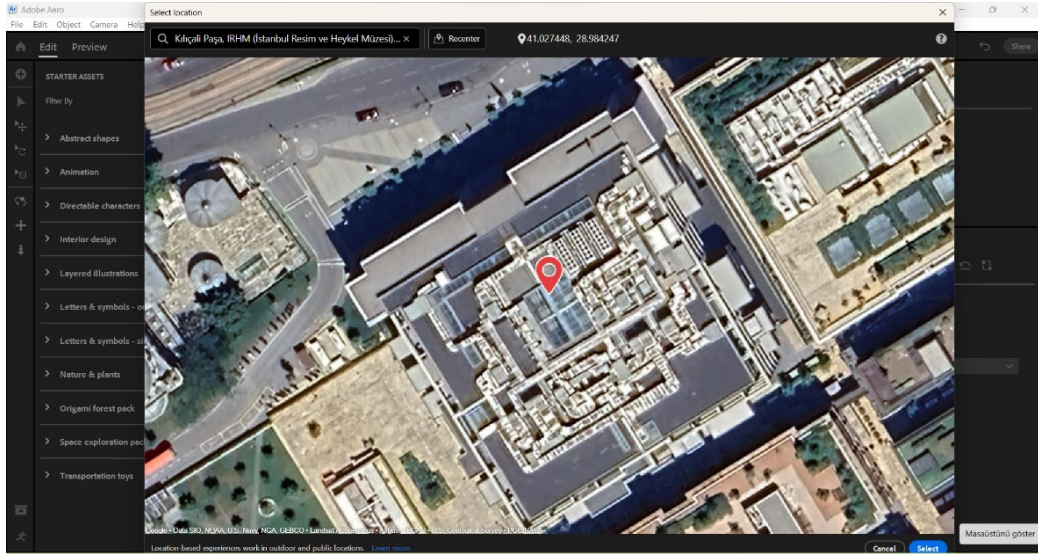
Şekil 6. 11 Çalışmada kullanılacak seramik eserin Blender uygulamasında modellenmiş görüntüsü.

Çalışmada kullanılacak hat çalışması ise Illustrator uygulamasında orijinaline uygun şekilde çizilmiştir. Çizimi tamamlanan tasarım, küpün üzerine giydirilerek, her yüzeyinde görünecek şekilde Blender uygulamasında modellenmesi yapılmıştır (Şekil 6.12).



Şekil 6. 12 Hat çalışmasının Blender uygulamasında modellenmiş görüntüsü.

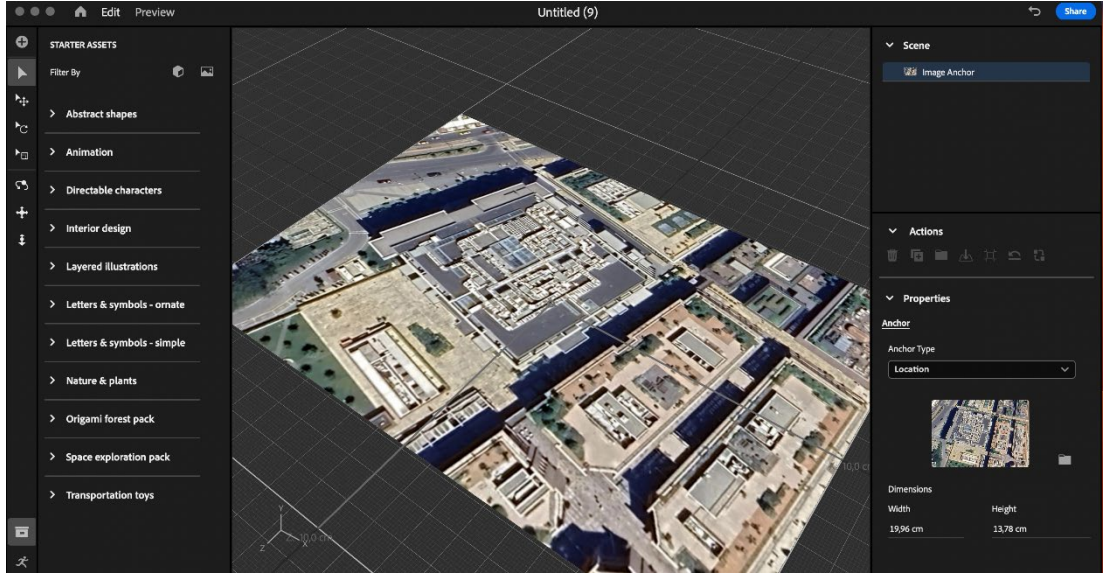
Çizimler ve modelleme işlemi tamamlandı tüm görsel dosyaları Adobe Aero Geospatial uygulamasına aktarılmadan önce, programda hangi konumda çalışılacağı belirlenmesi gerekmektedir.



Şekil 6. 13 Adobe Aero Geospatial uygulamasında seçilen İstanbul Resim ve Heykel Müzesi konumu.

Çalışma sayfasına gelen görüntü iki boyutludur (Şekil 6.13). Bunun sebebinin Adobe Aero Geospatial ve Google iş birliğinde beta sürümüyle ilgili bir izin sorunu olduğu düşünülmektedir. Türkiye'deki konumlarda üç boyutlu olarak görünmediği

için uygulamada da iki boyutlu olarak açılmaktadır (Şekil 6.14). Bu sebeple yapılan çalışma, binanın yan yüzeyine deneme yanılma yoluyla yerleştirilmiştir. Ortam görüntüsü iki boyutlu olsa da hem program özellikleri hem de tasarımın belirlenen konumda aktif olmasıyla programın doğru bir şekilde çalıştığı görülmüştür.



Şekil 6. 14 Adobe Aero Geospatial uygulamasında seçilen konumun çalışma ekranında görünümü.

Butonlara ve objelere de hareket ve komut verileceği için sabit görselden ayrı olmalıdır. Doğru yerlere yerleştirilen ve boyutları ayarlanan tasarım düzeni tamamlandıktan sonra hareket edecek butonlara, küp, seramik obje, atom tablosu, Osman Hamdi heykeli ve mimozalı kadın tablosunun hareketleri tanımlanmıştır. Tasarımda butonlara basılarak Jale Yılmazbaşar'a ait seramik obje kendi etrafında dönmekte ve Emin Barın'a ait hat çalışmasıyla giydirilmiş bir küp Y ekseninde dönmektedir. Osman Hamdi Bey'in heykeli büyüyerek göz kırpmakta, atom tablosu üzerinde şekiller hareket etmekte ve mimozalı kadın tablosunda kadın görseli büyüyerek çiçekleri hareket etmektedir. Hareketler kullanıcı etkileşimi sağlamak için objeye ve esere en uygun hareketler tespit edilerek eklenmiştir. Bu hareketler sadece butonlara basıldığında gerçekleşmektedir. Burada kontrolün kullanıcıya verilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ses butonuna basarak sanat alanını çağrıştıran ve müzede de çalınan Johannes Bornlöf'ün Liberations parçası çalmaktadır. Bağlantı butonuna

tıklandığında ise İstanbul Resim ve Heykel Müzesinin web sitesine yönlendirmektedir (Şekil 6.15).



Şekil 6. 15 Çalışmada kullanılan butonlar ve eserlerin animasyonu.

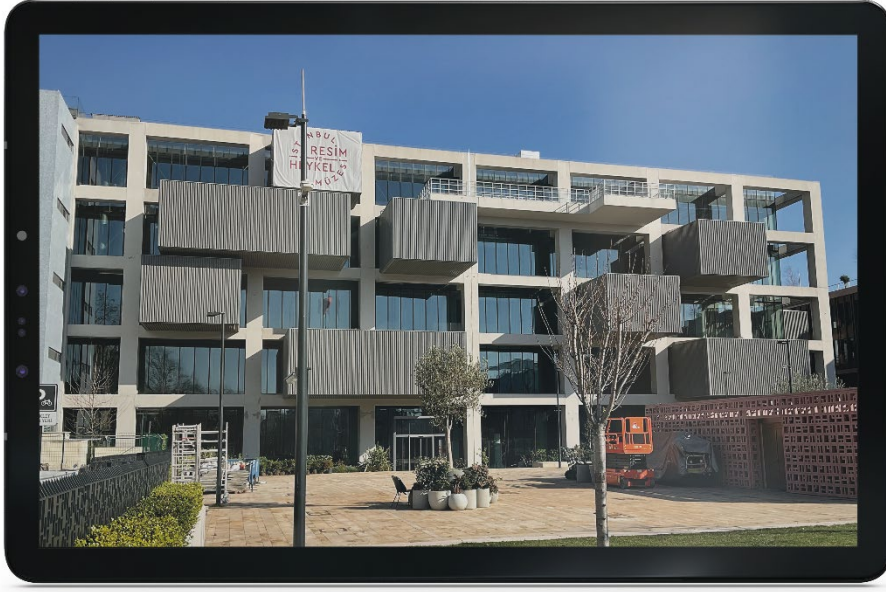
Tasarımın tüm materyalleri çalışma sayfasına yerleştirilip, komutlar ve hareketleri tanımlandıktan sonra artırılmış gerçeklik uygulamasının belirlenen konumda çalışması için bir karekod ile tetiklenerek aktif olması gerekmektedir. Adobe Aero tarafından oluşturulan bu karekodun kullanılması için tablet ve akıllı telefonlar kamerasında okutularak deneyim gerçekleştirilebilir. Karekodu oluşturulan konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması tablet ile İstanbul Resim ve Heykel Müzesi olarak belirlenen konumda bulunularak çalıştırılmıştır. Eklenen tüm hareket ve dokunma özellikleri test edilmiştir. Adobe Aero Geospatial uygulaması henüz gelişim aşamasında ve kısıtlı özelliklere sahip olsa da herhangi bir yazılım gerektirmeden konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması yapım aşamasını kolaylaştırmıştır.

6.4 Tasarım ve Kullanıcı Deneyim Değerlendirmesi

Uygulama tasarımı yapılırken Bölüm 4'te bahsedilen kullanıcı arayüzü tasarım prensiplerine dikkat edilmiştir. Özellikle artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanılan arayüz öğelerinin içeriğe göre değişkenlik göstermesi sebebiyle bu

çalışmada daha az arayüz öğeleri kullanarak tasarım ön plana çıkarılmıştır. Bu uygulama çalışmasındaki amaç, eserler ve mimariyi ön plana çıkaran ve aynı zamanda kullanıcı etkileşimini de sağlayan bir arayüz oluşturmaktır. Aynı zamanda kamera ve dijital bindirmelere müdahale etmeyecek şekilde daha sade bir kullanıcı arayüzü olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi uygulanırken ortam koşullarının zamanla değişebildiği öngörülerek arka plandan ayrılan renk tonları ve bu renklerden ayrılan arayüz öğeleri kullanılmıştır. Arayüz öğelerinin daha az kullanılması çalışmanın göz yormasını engellemektedir. Örneğin, İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'ne yapılan son ziyarette deneyimin yapılacağı kısımda bir iş makinesi bulunduğu ve kafeterya açıldığı görülmüştür. Bu sebeple tasarımın gerçek ortamın ışık-gölgesi, çevresinde bulunan objeler ve çalışmayı deneyimleyebilecek yeterli bir alanın olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Kullanıcı arayüzünde yer alan buton tasarımlarının basit ve kolayca anlaşılabilir şekilde evrensel olmasına önem verilmiştir. Tasarım sürecinde çeşitli renkler denenerek gerçek ortam üzerinde en belirgin renkler kullanılmıştır. Buton renklerinin açık renkte kullanılması, çok renkli arka plandan ayırt edilmesini sağlamaktadır. Müzenin önemli eserleri ve farklı mimarisi tasarımda yansıtılmak için geometrik şekillerle bezenen hareketli eserlerin resimlemeleri ve tasarımı engellemeyen arayüz öğeleriyle kullanıcıların farklı bir deneyim yaşaması amaçlanmıştır.

İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'ne gidilerek Adobe Aero Geospatial uygulamasında oluşturulan karekod, akıllı telefon kamerasıyla okutularak uygulama çalıştırılmıştır (Şekil 6.16). Uygulamanın müze binası üzerinde tam olarak yerleştirildiği görülmüştür. Tasarımı incelerken sırayla butonlara dokunarak eserler hareket ettirilmiştir. Sonra ses butonuna dokunarak müzik başlatılmıştır. Bağlantı butonuna dokunularak da müzenin resmî web sitesi ziyaret edilmiştir. Uygulamada bulunan etkileşimli tüm materyallerin amaçlanan şekilde çalıştığı gözlemlenmiştir (Şekil 6.17).



Şekil 6. 16 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulanacak yüzeyi.



Şekil 6. 17 İstanbul Resim ve Heykel Müzesi'nin konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulama görüntüsü.

Bu çalışmanın yeniliği, AG teknolojisinin müze içindeki eserler aracılığıyla değil, ziyaretçiler müzeye adım atmadan önce dış mekanlarda konum tabanlı olarak deneyimlenebilmesine olanak tanınmasına dayanmaktadır. Bu yaklaşım, kamusal

alanlarda yenilikçi bir etkileşim ve bilgilendirme modeli sunmaktadır. Konum tabanlı AG teknolojisiyle yapılan bu çalışma, ziyaretçileri müzenin fiziksel sınırlarının ötesinde bir kültürel keşife davet ederek modern müzecilik anlayışını genişletebilecek bir uygulama olarak değerlendirilebilir. Müze ve konum tabanlı AG alanında yapılacak olan gelecek araştırmalarda kullanıcı deneyimi ve etkileşim kalitesi daha derinlemesine incelenmelidir. Kullanıcı arayüz tasarımı, etkileşim mekanizmaları ve müze ziyaretçileri üzerindeki beklenen etkinin eleştirel bir değerlendirmesi, bu tür projelerin güçlü yönlerini ve iyileştirilmesi gereken alanları belirlemeye yardımcı olacaktır. Özellikle, kullanıcıların gerçek zamanlı geri bildirimlerini toplayarak ve bu geri bildirimleri gelecekteki sürümlerin geliştirilmesine yönlendirerek, AG uygulamasının etkisi artırılabilir. Bu bağlamda tez çalışması kapsamında yapılan konum tabanlı AG uygulaması, artırılmış gerçeklik teknolojisinin müzecilik alanındaki potansiyelini yeniden tanımlama yolunda önemli bir adım olarak değerlendirilebilir.

BÖLÜM 7

7. SONUÇ

Geçmişten günümüze kadar sürekli değişim ve gelişim gösteren artırılmış gerçeklik teknolojisi teknolojik cihazların yaygın olarak kullanılmasıyla birlikte kullanım türlerine ayrılarak çeşitli uygulama alanlarında kullanıldığı görülmektedir. Artırılmış gerçekliğin bir kullanım türü olan konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi de gerçek zamanlı bir kullanıcı konumunu ve artırılmış gerçeklik teknolojilerini birleştirerek ekran üzerine bilgilerin yerleştirilmesini sağlayan bir teknolojidir. Bu teknoloji, kullanım yerine göre iç ve dış mekanlar için GPS, Wi-fi, Bluetooth ve Eş Zamanlı Konumlama ve Haritalama (SLAM) gibi çeşitli konumlandırma teknolojilerini bütünlük bir şekilde kullanmaktadır. Konum verisi sağlayan teknolojilerin gelişimiyle birçok alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla birlikte günümüzde gittikçe gelişen ve zorlaşan şehir yapısı ile günlük yaşamı kolaylaştıran bir araç haline gelmiştir. Eğitim, sanat, eğlence, sağlık, askeri, endüstri, reklamcılık ve pazarlama, turizm ve navigasyon alanlarında kullanılmaya başlanan bu teknoloji kullanıcıların günlük alışkanlıklarının değişmesini ve özellikle Endüstri 4.0'ın gelişimiyle birlikte çalışma hayatında da iş yapış biçimlerinin kolaylaşmasını sağlamaktadır. Böylesine iyi bir potansiyele sahip olan teknoloji için birçok büyük şirket bu alanda yatırım ve faaliyetlerini artırmıştır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi, örneğin navigasyon alanında kullanıcıların yön bulmasını kolaylaştırarak ve çevredeki unsurların hakkında bilgi almasını etkileşimli ve daha anlaşılır hale getirmiştir. Özellikle oyun alanında yaygın olarak kullanılan bu teknoloji, kullanıcıların hareket etkinliğini artırmasına, sosyalleşmesine ve keyifli zaman geçirmesine katkı sağlamaktadır. Turizm ve kültürel miras alanında özellikle turistik yerlerde kullanıcıların bilgilere

erişimi kolaylaştırılarak akılda kalıcı bir deneyim yaşamasını sağlamaktadır. Sanat alanına da teknolojiyle harmanlanan yeni ifade biçimleri katarak kullanıcıların ilgisini çekmeyi sağlamaktadır. Askeri alanda kullanımıyla askerler için GPS koordinatları ve topografik verileri giyilebilir teknolojiler aracılığıyla askerlere sunarak hayati bilgiler sağlamaktadır. Eğitim ve endüstri alanları da özellikle robotik ve otonom teknolojileri, çalışanların eğitimleri, uzaktan iş birliği gibi birçok şekilde kullanılarak fayda sağlamaktadır. Tüm bu uygulamaların gerçekleşmesi ve kullanılabilir olması için konum tabanlı artırılmış gerçeklik kullanıcı arayüzleri önem taşımaktadır.

Bu tez kapsamında konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının konum teknolojileriyle birlikte nasıl çalıştığı, hangi alanlarda kullanıldığı incelenmiştir. Ayrıca multidisipliner bir alan olan insan-bilgisayar etkileşimi, kullanıcı deneyim tasarım unsurları incelenerek kullanıcıların yetenekleri ve beklentileri, çalışma stilleri, nelerden hoşlandıkları gibi faktörlere göre konum tabanlı artırılmış gerçeklik mobil uygulamalarında arayüz tasarımının etkisi örneklerle birlikte açıklanmıştır. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik kullanıcı arayüzleri tasarlanırken arka planda gerçek ortam olduğu unutulmadan kullanıcının görüş alanı perspektiflerine uyacak şekilde ölçeklendirmek gerektiği, tasarım ilke ve kuralları, teknolojik cihazların yeterliliği ve özellikleri, ortam ışığı ve sanal nesnelerin nerede konumlandırılacağı gibi durumlara uygun şekilde tasarım yapılması gerektiği gibi unsurlar detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmadaki örneklerde doğru veya yanlış kullanımlar karşılaştırma yapılarak incelenmiştir.

Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulama arayüzlerinde kullanıcı deneyimi gözetilerek verimli bir etkileşim sağlanması için uygulama çalışması ortaya konmuştur. Konu ile ilgili İstanbul Resim ve Heykel Müzesi binasının dış kısmı için güncel teknoloji ve uygulamalar kullanılarak konum tabanlı bir artırılmış gerçeklik kullanıcı arayüzü oluşturulmuştur. Yapılan uygulama çalışmasında oluşturma süreci ve konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisinde gerçekleştirilen etkileşimler somutlaştırılarak gösterilmiştir. Uygulama çalışması, bina mimarisinin yapısı ve bu yapıma amacı dikkate alınarak oluşturulmuştur. Müze içindeki eserleri de tasarıma dahil ederek müzenin modern tarzını ve içinde bulunan eserlerle ilgili önemi vurgulanmıştır. Hem müze mimarisi hem de eserler üzerinden modern bir kompozisyon oluşturularak müze hakkında verilmek istenen tüm mesajlar bir tasarım üzerinden aktarırken kullanıcı arayüzünün verimli ve etkileşimli olması

amaçlanmıştır. Ziyaretçiler müze içindeki eserleri konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisi aracılığıyla müzeye girmeden önce bina dışında deneyimleyebilmektedir. Benzer çalışmalar incelendiğinde sadece konumun önemini kullanarak bina üzerine yerleştirilen tasarımlar veya hiçbir mimari yapıyla ilişkili olmayan sanal sergiler gibi örnekler görülmektedir. Yapılan uygulama çalışmasında gerçekleştirilen tüm özelliklerin bir arada bulunması ve kullanıcı arayüz tasarımı üzerinden ele alınması tasarımı benzerlerinden ayırmaktadır. Bu çalışma, özgün bir bilgilendirici ve etkileşimli model sunmaktadır. Ayrıca müzeye gelen insanlarda merak uyandıran ve keyifli bir deneyim yaşamasını sağlayan bu uygulamayla kültür, turizm ve sanat alanlarına aynı anda katkı sağlayarak kullanıcıların sosyal yaşamını zenginleştiren ve modern müzecilik anlayışını geliştirmeyi hedefleyen bir uygulama çalışmasıdır.

Bu tez çalışmasında, konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisindeki kullanıcı arayüzlerini etkileyen unsurlar incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, gelecekte son teknolojilerin sürekli takip edilerek müze ve konum tabanlı artırılmış gerçeklik alanında kullanıcı deneyimi ve etkileşim kalitesi daha detaylı olarak ele alınmalıdır. Kullanıcıların algı ve deneyimleri dikkate alınarak kullanıcı merkezli yaklaşım benimsenmelidir. Bu projenin çalışma mekaniği ve kullanıcı arayüz tasarımı, ziyaretçilerin deneyimlemesi sonucunda gerçek zamanlı geri bildirimlerini toplayarak ve eleştirel bir değerlendirmesi yapılarak artırılmış gerçeklik uygulamasının geliştirilmesini sağlayabilir. Tez çalışması, konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanıcı davranışları ve deneyimlerine uzun vadede etkisi nasıldır? Konum tabanlı artırılmış gerçeklik teknolojisinin henüz yaygınlaşmamasındaki potansiyel engeller nelerdir? Konum tabanlı artırılmış gerçeklikte veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyeti nasıl sağlanmaktadır? soruları cevapsız bırakılmıştır. Bu alanda daha fazla araştırma yapılarak, konuma dayalı artırılmış gerçekliğin disiplinler arası perspektiflerini keşfedebilir ve etkisinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamak için psikoloji, sosyoloji ve insan-bilgisayar etkileşimi gibi alanlardan edinilen bilgileri bütünleştirebilir. Konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamalarının erişilebilirliği ve kapsayıcılığı artırılarak, herkes için kolay erişim sağlanarak yaygınlaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Aguero, M., Maharjan, D., Rodriguez, M. del P., Mascarenas, D. D. L., & Moreu, F. (2020). Design and Implementation of a Connection between Augmented Reality and Sensors. *Robotics*, 9(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/robotics9010003>
- Akbaş, M. F., & Güngör, C. (2017). Artırılmış Gerçeklikte İşaret Tabanlı Takip Sistemleri Üzerine Bir Literatür Çalışması ve Tasarlanan Çok Katmanlı İşaretçi Modeli. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 19(56), Article 56.
- Alben, L. (1996). Quality of experience: Defining the criteria for effective interaction design. *Interactions*, 3(3), 11-15. <https://doi.org/10.1145/235008.235010>
- Alnabhan, A., & Tomaszewski, B. (2014). INSAR: Indoor navigation system using augmented reality. *Proceedings of the Sixth ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness*, 36-43. <https://doi.org/10.1145/2676528.2676535>
- Amores-Valencia, A., Burgos, D., & Branch-Bedoya, J. W. (2022). Influence of motivation and academic performance in the use of Augmented Reality in education. A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13, 1011409. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1011409>
- ARKit. (2023). *ARKit*. Apple Developer Documentation. <https://developer.apple.com/documentation/arkit>
- Arvrinsights. (2022, Aralık 13). 4 Types of Marker-less AR - Working, Advantages, Purpose. *AR VR Insights*. <https://arvrinsights.com/types-of-marker-less-ar/>
- Asher, M. (2017). *The History Of User Interfaces—And Where They Are Heading*. <https://business.adobe.com/blog/basics/a-brief-history-of-ui-and-whats-coming>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Ballmer, S. (2010). *CES 2010: A Transforming Trend—The Natural User Interface | HuffPost Impact*. https://www.huffpost.com/entry/ces-2010-a-transforming-t_b_41659

- Barta, S., Gurrea, R., & Flavián, C. (2023). Using augmented reality to reduce cognitive dissonance and increase purchase intention. *Computers in Human Behavior, 140*, 107564. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107564>
- Basit, A. (2022). *How Touchless User Interfaces Can Amplify the User Experience: UXmatters*. <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2022/06/how-touchless-user-interfaces-can-amplify-the-user-experience.php>
- Batuwanthudawa, B. I., & Jayasena, K. P. N. (2020). *Real- Time Location based Augmented Reality Advertising Platform*. 174-179. <https://doi.org/10.1109/ICAC51239.2020.9357261>
- Behnam, S., & Budiu, R. (2022). *The Usability of Augmented Reality*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/ar-ux-guidelines/>
- Belloni, F. (2022, Şubat 7). *Why Bluetooth Technology is the Most Flexible Location Services Technology*. Bluetooth® Technology Website. <https://www.bluetooth.com/blog/why-bluetooth-technology-is-the-most-flexible-location-services-technology/>
- Bhatia, S. (2022, Şubat 5). *GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU, QZSS: What is it and how does it improve your life?* Pocketnow. <https://pocketnow.com/gps-galileo-glonass-bds-qzss-satellite-navigation-explained/>
- Billinghurst, M., Kato, H., & Myojin, S. (2009). Advanced Interaction Techniques for Augmented Reality Applications. İçinde R. Shumaker (Ed.), *Virtual and Mixed Reality* (ss. 13-22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02771-0_2
- Blokša, J. (2017). *Design Guidelines for User Interface for Augmented Reality*. Masaryk University.
- Boulanger, P. (2023). *Projected Augmented Reality to Display Medical Information Directly on a Patient's Skin*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1002487>
- Brown, D. (2021, Mayıs 27). The Army's latest night-vision tech looks like something out of a video game. *Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/technology/2021/05/24/army-night-vision-goggles/>
- Cao, J., Lam, K.-Y., Lee, L.-H., Liu, X., Hui, P., & Su, X. (2023). Mobile Augmented Reality: User Interfaces, Frameworks, and Intelligence. *ACM Computing Surveys, 55*(9), 189:1-189:36. <https://doi.org/10.1145/3557999>
- Cathy. (2011, Ağustos 20). *The History Of Augmented Reality | The Optical Journal*. <https://www.opticaljournal.com/the-history-of-augmented-reality/>
- Caudell, T., & Mizell, D. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. 2, 659-669 c.2. <https://doi.org/10.1109/HICSS.1992.183317>

- Charissis, V., Falah, J., Lagoo, R., Alfalah, S. F. M., Khan, S., Wang, S., Altarteer, S., Larbi, K. B., & Drikakis, D. (2021). Employing Emerging Technologies to Develop and Evaluate In-Vehicle Intelligent Systems for Driver Support: Infotainment AR HUD Case Study. *Applied Sciences*, *11*(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/app11041397>
- Chenna, S. (2023). *Augmented Reality and AI: Enhancing Human-Computer Interaction in the Metaverse* (SSRN Scholarly Paper 4324629). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4324629>
- Chiang, F.-K., Shang, X., & Qiao, L. (2022). Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications. *Computers in Human Behavior*, *129*(C). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107125>
- Chui, M., Issler, M., Rob, R., & Lareina Y. (2023). *McKinsey Technology Trends Outlook 2023 | McKinsey*. McKinsey Technology Trends Outlook 2023. <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech>
- Contributor, eSchool N. (2023, Kasim 1). *How immersive technology can empower students (and teachers) to learn*. eSchool News. <https://www.eschoolnews.com/innovative-teaching/2023/11/01/immersive-technology-empower-students-teachers/>
- Delgado, F. J., Altman, S., Abernathy, M. F., & White, J. (2000). Virtual cockpit window for the X-38 crew return vehicle. *Enhanced and Synthetic Vision 2000*, *4023*, 63-70. <https://doi.org/10.1117/12.389361>
- Devdiscourse. (2023). *Evacuation alerts, sirens cause panic in Seoul after North Korea launch | Technology*. Devdiscourse. <https://www.devdiscourse.com/article/technology/2470636-evacuation-alerts-sirens-cause-panic-in-seoul-after-north-korea-launch>
- DougEngelbart Institute. (2008). *About NLS/Augment—Epic Firsts—Doug Engelbart Institute*. About NLS / Augment. <https://dougengelbart.org/content/view/155/>
- Ejaz, A., Syed, D., Yasir, M., & Farhan, D. (2019). Graphic User Interface Design Principles for Designing Augmented Reality Applications. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *10*(2). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100228>
- Encyclopaedia Britannica. (2023). *World Wide Web | History, Uses & Benefits | Britannica*. World Wide Web. <https://www.britannica.com/topic/World-Wide-Web>
- Estrada, J., Paheding, S., Yang, X., & Niyaz, Q. (2022). Deep-Learning-Incorporated Augmented Reality Application for Engineering Lab Training. *Applied Sciences*, *12*(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/app12105159>
- European Space. (2011, Augustos 17). *Galileo is the European global satellite-based navigation system*. <https://www.euspa.europa.eu/european-space/galileo/what-galileo>

- Experience, W. L. in R.-B. U. (2019). *The Definition of User Experience (UX)*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Fenton, B. (2023, Kasım 7). Three key UI design trends to watch in 2024. *Make It Clear*. <https://makeitclear.com/three-key-ui-design-trends-to-watch-in-2024/>
- Fox, M. (2013, Şubat 9). John E. Karlin, Who Led the Way to All-Digit Dialing, Dies at 94. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2013/02/09/business/john-e-karlin-who-led-the-way-to-all-digit-dialing-dies-at-94.html>
- FRAeS, T. R. (2023). *Hawk joins the military metaverse*. Royal Aeronautical Society. <https://www.aerosociety.com/news/hawk-joins-the-military-metaverse/>
- Fraçkiewicz, M. (2023, Eylül 2). UWB Technology: A Key Enabler for Augmented Reality and Virtual Reality. *TS2 SPACE*. <https://ts2.space/en/uwb-technology-a-key-enabler-for-augmented-reality-and-virtual-reality/>
- Framos. (2023). *What are Depth-Sensing Cameras and How do They Work? – FRAMOS*. What are Depth-Sensing Cameras and How Do They Work? <https://www.framos.com/en/articles/what-are-depth-sensing-cameras-and-how-do-they-work>
- Fu, J., Rota, A., Li, S., Zhao, J., Liu, Q., Iovene, E., Ferrigno, G., & De Momi, E. (2023). Recent Advancements in Augmented Reality for Robotic Applications: A Survey. *Actuators*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/act12080323>
- Galitz, W. O. (2007). *The Essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Design Principles and Techniques*. John Wiley & Sons.
- Garg. (2023). *LCD, OLED, AMOLED display on phones: Difference, benefits, drawbacks, and more explained*. India Today. <https://www.indiatoday.in/technology/features/story/lcd-oled-amoled-display-on-phones-difference-benefits-drawbacks-and-more-explained-2408864-2023-07-19>
- Gartner, T. H. N. (2021, Ocak 8). ‘AR cloud’ will drive the next generation of immersive experiences. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/business/ar-cloud-will-drive-the-next-generation-of-immersive-experiences/>
- Gates, B. (2011). *The power of the natural user interface*. gatesnotes.com. <https://www.gatesnotes.com/The-Power-of-the-Natural-User-Interface>
- Goh, E. S., Sunar, M. S., & Ismail, A. W. (2019). 3D Object Manipulation Techniques in Handheld Mobile Augmented Reality Interface: A Review. *IEEE Access*, 7, 40581-40601. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906394>

- Goward, D. (2023, Ağustos 7). *China's BeiDou, GPS and great power competition—GPS World*. GPS World - The Business and Technology of Global Navigation and Positioning. <https://www.gpsworld.com/chinas-beidou-gps-and-great-power-competition/>
- Grand View Research. (2022). *Augmented Reality Market Size And Share Report, 2030*. Augmented Reality Market Size And Share Report, 2030. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/augmented-reality-market>
- Green, R. (2022). *Chatime launches an ode to odd in latest campaign 'Satisfy your strange' via Special – Campaign Brief*. <https://campaignbrief.com/chatime-launches-an-ode-to-odd-in-latest-campaign-satisfy-your-strange-via-special/>
- Grimaldos, J., Bretón-López, J., Palau-Batet, M., Díaz-Sanahuja, L., & Quero, S. (2023). Effectiveness of a projection-based augmented reality exposure system in treating cockroach phobia: Study protocol of a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 13(5), e069025. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-069025>
- Grover, N. (2023). *GLONASS: Russia's Global Navigation Satellite System – Science & Technology Notes*. Prepp. <https://prepp.in/news/e-492-glonass-russias-global-navigation-satellite-system-science-technology-notes>
- Halim, S. N., Zamri, M. B., Azli, N. M., & Hani, M. H. M. A. @ M. (2022). Let's Calculate Kids: The Development of 3D Augmented Reality Mobile Learning Apps to Enhance Learning Engagement in Basic Calculation for Preschools. *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(1), 61-62.
- Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006). User experience—A research agenda. *Behaviour and Information Technology*, 25(2), 91-97. <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>
- Heaney, D. (2023). *Apple Could Take On Magic Leap, HoloLens, And Varjo*. Apple Vision Pro Could Take On Magic Leap, HoloLens, and Varjo In Enterprise AR. <https://www.uploadvr.com/apple-vision-pro-enterprise-ar-apps-showcase/>
- Hofheimer, B. (2013, Eylül 27). Virtual Yellow 1st and Ten line debuted on ESPN 15 years ago today. *ESPN Front Row*. <https://www.espnfrontrow.com/2013/09/virtual-yellow-1st-and-ten-line-debuted-on-espn-15-years-ago-today/>
- Huang, Y., Jiang, Z., Liu, Y., & Wang, Y. (2011). *Augmented Reality in Exhibition and Entertainment for the Public* (B. Furht, Ed.; ss. 707-720). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_32
- IBM. (t.y.). *IBM Archives: IBM Shoebox*. Geliş tarihi 31 Aralık 2023, gönderen https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/specialprod1/specialprod1_7.html

- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 5(2), 114-115.
- Ikea Newsroom. (2017). *Launch of new IKEA Place app – IKEA Global*. IKEA. <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-launches-ikea-place-a-new-app-that-allows-people-to-virtually-place-furniture-in-their-home-170912/>
- Iqbal, M. (2023). *Pokémon Go Revenue and Usage Statistics (2023)*. Business of Apps. <https://www.businessofapps.com/data/pokemon-go-statistics/>
- Iqbal, M. Z., & Campbell, A. G. (2021). From luxury to necessity: Progress of touchless interaction technology. *Technology in Society*, 67, 101796. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101796>
- Iqbal, M. Z., & Campbell, A. G. (2022). Potential security and privacy issues in zero UI touchless technology. *International Cybersecurity Law Review*, 3(1), 131-137. <https://doi.org/10.1365/s43439-022-00052-z>
- Ishii, H., & Ullmer, B. (1997). Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *Proceedings of the ACM SIGCHI Conference on Human factors in computing systems*, 234-241. <https://doi.org/10.1145/258549.258715>
- Jitnupong, B., & Jirachiefpattana, W. (2018). Information System User Interface Design in Software Services Organization: A Small-Clan Case Study. *MATEC Web of Conferences*, 164, 01006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816401006>
- K B, A., Patil, P. N., & R, S. (2020). *Tracking Methods in Augmented Reality – Explore the Usage of Marker-Based Tracking* (SSRN Scholarly Paper 3734851). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3734851>
- Kabbinala, A. R., Bansal, A., & Gopalan, K. S. (2023). Towards Next-generation Ultra-Wideband Technology. *2023 15th International Conference on COMMunication Systems & NETworkS (COMSNETS)*, 830-834. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS56262.2023.10041270>
- Kamalam, G. K., Joshi, S., Maheshwari, M., Selvan, K. S., Jamal, S. S., Vairaprakash, S., & Alhassan, M. (2022). Augmented Reality-Centered Position Navigation for Wearable Devices with Machine Learning Techniques. *Journal of Healthcare Engineering*, 2022, e1083978. <https://doi.org/10.1155/2022/1083978>
- Kamaluddin, N. A., Kassim, M., & Kassim, H. (2023). 3D Augmented Reality Marker-based Mobile Apps Design of Face Mask Layer. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 7(1), 44-50. <https://doi.org/10.30630/joiv.7.1.1154>

- Kasbekar, A. S., Dharmani, J. S., Joshi, K., Pawar, S., & Patil, D. Y. (2015). *LOCATION BASED AUGMENTED REALITY GEO TAG AND GEO LOCATOR: AN ANDROID APPLICATION*. <https://www.semanticscholar.org/paper/LOCATION-BASED-AUGMENTED-REALITY-GEO-TAG-AND-GEO-AN-Kasbekar-Dharmani/50b8f436e194b9b3957aec20df14bd13cd005ca8>
- Kato, H., Billingham, M., Morinaga, K., & Tachibana, K. (1999). *The Effect of Spatial Cues In Augmented Reality Video Conferencing*. <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/HCI2001-kato.pdf>
- Kayhan, Z. T., & Gökçearslan, A. (2021). Basılı Yayınlarda Artırılmış Gerçeklik Kullanımı. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 5(2), 274-275.
- Kendall, D. (2021). *Interactive kiosk software: New ways to go TouchFree | Ultraleap*. Interactive Kiosk Software: New Ways to Go TouchFree. <https://www.ultraleap.com/company/news/blog/touchfree-interactive-kiosk-software/>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). “Making it real”: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), 163-174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kexugit. (2019, Ocak 30). *HoloLens—Introduction to the HoloLens*. <https://learn.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2016/november/hololens-introduction-to-the-hololens>
- Kharishma, V. (2020, Ağustos 31). *Marker-Based Augmented Reality for Exhibition in Higher Education*. Proceedings of the 1st Conference of Visual Art, Design, and Social Humanities by Faculty of Art and Design, CONVASH 2019, 2 November 2019, Surakarta, Central Java, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.2-11-2019.2294886>
- Kleftodimos, A., Evagelou, A., Triantafyllidou, A., Grigoriou, M., & Lappas, G. (2023). Location-Based Augmented Reality for Cultural Heritage Communication and Education: The Doltso District Application. *Sensors*, 23(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/s23104963>
- Koçer Özgün, F. N. (2019, Mayıs 31). *Koçer Özgün, Feyza Nur. Inphimo: An augmented reality-based interface proposal for design process, Master Thesis, Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sema Alaçam, June 2019*. MBL. <https://mbl.itu.edu.tr/kocer-ozgun-feyza-nur-inphimo-an-augmented-reality-based-interface-proposal-for-design-process-master/>
- Kosch, T., Karolus, J., Zagermann, J., Reiterer, H., Schmidt, A., & Woźniak, P. (2023). A Survey on Measuring Cognitive Workload in Human-Computer Interaction. *ACM Computing Surveys*, 2-3. <https://doi.org/10.1145/3582272>
- Kranendonk, M. (2023). *What is a location SDK? 2023 Guide - Roam.ai - Roam.ai*. <https://www.roam.ai/blog/what-is-a-location-sdk>

- Krueger, M. W. (1977). Responsive environments. *Proceedings of the June 13-16, 1977, national computer conference*, 423-433. <https://doi.org/10.1145/1499402.1499476>
- Kuc, V. W. (2023). *Gap x Mattel Barbie's Times Square Takeover powered by Google's Geospatial Creator | UNIT9*. <https://www.unit9.com/project/gap-x-mattel-barbies-times-square-takeover-powered-by-googles-geospatial-creator/>
- Lalmas, M., O'Brien, H., & Yom-Tov, E. (2014). Measuring User Engagement. *Çinde Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services (C. 6)*. <https://doi.org/10.2200/S00605ED1V01Y201410ICR038>
- Larroque, S. (2021). *Digital Pass-Through Head-Mounted Displays for Mixed Reality—Larroque—2021—Information Display—Wiley Online Library*. <https://sid.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/msid.1228>
- Lee, H., & Hyung, W. (2014). A Study on Interactive Media Art to Apply Emotion Recognition. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9(12), 431-442. <https://doi.org/10.14257/ijmue.2014.9.12.37>
- Leipzig, T., Gouws, P., & Greeff, M. (2019). *Game-Based Learning and Virtual Reality: Innovation in Performance Improvement*. 383-389.
- Liang, Y., Zheng, P., & Xia, L. (2023). A visual reasoning-based approach for driving experience improvement in the AR-assisted head-up displays. *Advanced Engineering Informatics*, 55, 101888. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2023.101888>
- Lu, X., Wu, H., Bian, Y., & Hua, Y. (2009). Signal structure of the Chinese Area Positioning System. *Science in China Series G: Physics, Mechanics and Astronomy*, 52(3), 412-422. <https://doi.org/10.1007/s11433-009-0061-x>
- Ludolph, F. (2001). *Apple-history.com / Macintosh 128k*. Macintosh 128k. <https://apple-history.com/128k>
- Mann, K. (2011). *Augmented Reality & GIS*. ArcUser Online. <https://www.esri.com/news/arcuser/0311/augmented-reality-and-gis.html>
- Manning, C. G. (2023, Eylül 25). *GPS - NASA*. <https://www.nasa.gov/directorates/somd/space-communications-navigation-program/gps/>
- Marchese, K. (2021, Ekim 10). The SOUL sound system transports you back to nature. *DesignWanted*. <https://designwanted.com/soul-sound-system/>
- Marchesi, G., Eichhorn, C., Plecher, D. A., Itoh, Y., & Klinker, G. (2021). EnvSLAM: Combining SLAM Systems and Neural Networks to Improve the Environment Fusion in AR Applications. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/ijgi10110772>

- Marino, E., Bruno, F., Barbieri, L., & Lagudi, A. (2022). Benchmarking Built-In Tracking Systems for Indoor AR Applications on Popular Mobile Devices. *Sensors*, 22(14), Article 14. <https://doi.org/10.3390/s22145382>
- Martin, B. (2023). *Top 10 Innovations In Gesture-Based Interfaces—Techyv.com*. <https://www.techyv.com/article/top-10-innovations-in-gesture-based-interfaces/>
- McNamara, N., & Kirakowski, J. (2006). Functionality, usability, and user experience: Three areas of concern. *Interactions*, 13(6), 26-28. <https://doi.org/10.1145/1167948.1167972>
- Mechanic, A. (2018, Mayıs 8). Augmented Reality with Surface Recognition. *App Mechanic*. <https://www.appmechanic.in/augmented-reality-with-surface-recognition/>
- Medacta International. (t.y.). *SPINE | NEXTAR*. Geliş tarihi 31 Aralık 2023, gönderen <https://nextar.medacta.com/spine>
- Mehta, K., Aayushi, Singh, C., Chugh, H., & Kumar, M. (2023). Revolutionizing Healthcare by Accessing the Opportunities for Virtual and Augmented Reality. *2023 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 836-841. <https://doi.org/10.1109/ICICCS56967.2023.10142447>
- Mekni, M., & Lemieux, A. (2014). *Augmented Reality: Applications , Challenges and Future Trends*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Augmented-Reality-%3A-Applications-%2C-Challenges-and-Mekni-Lemieux/a77e78e46a0cdfdc191e732e23da3deac57fd366>
- Metwalli, S. A. (2023). *What Is a Graphical User Interface (GUI)? | Built In*. <https://builtin.com/software-engineering-perspectives/graphical-user-interface>
- Milani. (2023). *Tactile User Interface vs. Zero User Interface: Two important UX/UI trends that all product designers should be aware of*. <https://milani.ch/en/ueber-uns-en-us/blog/tactile-user-interface-vs-zero-user-interface-two-important-uxui-trends-that-all-product-designers-should-be-aware-of>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Trans. Information Systems*, E77-D, sy 12, 1321-1329. <https://doi.org/10.1.1.102.4646>
- Miraz, M. H., Ali, M., & Excell, P. S. (2021). Adaptive user interfaces and universal usability through plasticity of user interface design. *Computer Science Review*, 40(C). <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100363>
- Morgado, L., Cruz, M., & Kahn, K. (2006). Radia Perlman—A pioneer of young children computer programming. *Current Developments in Technology-Assisted Education (p. 1903,1904)*.

- Nagpal, S., Bansal, S., Kumar, M., Mittal, A., & Saluja, K. (2022). Augmented Reality: A Comprehensive Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30. <https://doi.org/10.1007/s11831-022-09831-7>
- Naser, R. S., Lam, M. C., Qamar, F., & Zaidan, B. B. (2023). Smartphone-Based Indoor Localization Systems: A Systematic Literature Review. *Electronics*, 12(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/electronics12081814>
- Newsroom. (2007). *Apple Reinvents the Phone with iPhone*. Apple Newsroom. <https://www.apple.com/newsroom/2007/01/09Apple-Reinvents-the-Phone-with-iPhone/>
- Ng, X. H., & Lim, W. N. (2020). Design of a Mobile Augmented Reality-based Indoor Navigation System. *2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT50672.2020.9255121>
- Niantic. (2017). Niantic | Pokémon GO Wiki | Fandom. https://pokemongo.fandom.com/wiki/Niantic#Pok%C3%A9mon_GO
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design: New Perspectives on Human-computer Interaction*. New Jersey. Taylor & Francis.
- Norman, D. A. (2010). Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6-10. <https://doi.org/10.1145/1744161.1744163>
- Norman, J. M. (t.y.). *History of Information*. HistoryofInformation.com. Geliş tarihi 31 Aralık 2023, gönderen <https://www.historyofinformation.com/image.php?id=2078>
- Obadoni, M. (2022). *How to Use the Command Line Interface – for Beginners*. <https://www.freecodecamp.org/news/how-to-use-the-cli-beginner-guide/>
- Online Browsing Platform. (2018). *ISO 9241-11:2018(en), Ergonomics of human-system interaction—Part 11: Usability: Definitions and concepts*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- Ortega, F., Abyarjoo, F., Barreto, A., Rische, N., & Adjouadi, M. (2016). *Interaction Design for 3D User Interfaces*. <https://doi.org/10.1201/b19563>
- Paatsila, P. (2023). *Ready for the New Bluetooth® 5.4? – What You Should Know First - Silicon Labs*. <https://www.silabs.com/blog/the-new-bluetooth-5-4-what-you-should-know-first>
- Pande, A. (2023, Kasım 10). *40 years ago today, Microsoft announced Windows 1.0*. XDA Developers. <https://www.xda-developers.com/40-years-ago-microsoft-debuted-windows/>
- Partala, T., & Kallinen, A. (2012). Understanding the most satisfying and unsatisfying user experiences: Emotions, psychological needs, and context☆. *Interacting with Computers*, 24(1), 25-34. <https://doi.org/10.1016/j.intcom.2011.10.001>

- Peddie, J. (2017). Types of Augmented Reality. İçinde J. Peddie (Ed.), *Augmented Reality: Where We Will All Live* (ss. 29-46). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54502-8_2
- Peng C. C. (2023). *SLAM Technology: From Fundamental to Applications | Event | News and Events*. Department of Aeronautical and Aviation Engineering. <https://www.polyu.edu.hk/aae/news-and-events/event/2023/7/13---research-seminar---dr-chao-chung-peng>
- Picaro, E. B. (2015). *Google Glass: A brief history*. <https://www.pocket-lint.com/ar-vr/news/google/132399-google-glass-a-brief-history/>
- Precedence Research. (2023). *Augmented and Virtual Reality in Healthcare Market Size, Report 2032*. <https://www.precedenceresearch.com/augmented-and-virtual-reality-in-healthcare-market>
- Qiao, X., Pei, R., Dustdar, S., Liu, L., Ma, H., & Junliang, C. (2019). Web AR: A Promising Future for Mobile Augmented Reality - State of the Art, Challenges, and Insights. *Proceedings of the IEEE*, 107, 1-16. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2019.2895105>
- Quaresma, M., Soares, M. M., & Correai, M. (2022). *UX Concepts and Perspectives – From Usability to User-Experience Design*. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780429343513-2/ux-concepts-perspectives-usability-user-experience-design-manuela-quaresma-marcelo-soares-matheus-correia>
- Rakotomalala, F., Randriatsarafara, H. N., Hajalalaina, A. R., & Ravonimanantsoa, N. M. V. (2021). Voice User Interface: Literature review, challenges and future directions. *SYSTEM THEORY, CONTROL AND COMPUTING JOURNAL*, 1(2), Article 2. <https://doi.org/10.52846/stccj.2021.1.2.26>
- Raskar, R., & Bimber, O. (2005). Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds. In *Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. New York: A K Peters / CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10624>
- Rauschnabel, P. A., Babin, B. J., tom Dieck, M. C., Krey, N., & Jung, T. (2022). What is augmented reality marketing? Its definition, complexity, and future. *Journal of Business Research*, 142, 1140-1150. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.12.084>
- Ray, O. (2023). *What Is IVR (Interactive Voice Response)? 7 Use Cases*. <https://www.invoqa.com/blog/7-ivr-use-cases-marketing-sales-support-teams>
- Raza, M. (2019). *What's AR Cloud? The Augmented Reality Cloud Explained*. BMC Blogs. <https://www.bmc.com/blogs/augmented-reality-cloud/>
- Rosenberg, L. (2021). *Augmented Reality: Reflections at Thirty Years. 1*. Columbia.
- Rosenberg, L. B. (1993). Virtual fixtures: Perceptual tools for telerobotic manipulation. *Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, 76-82. <https://doi.org/10.1109/VRAIS.1993.380795>

- Rovnaya, A., & Altynpara, E. (2023). *How to Create a Location-Based App: Technologies and Steps*. Cleveroad Inc. - Web and App Development Company. <https://www.cleveroad.com/blog/how-to-create-a-location-based-app/>
- Rupprecht, P., Kueffner-McCauley, H., Trimmel, M., & Schlund, S. (2021). Adaptive Spatial Augmented Reality for Industrial Site Assembly. *Procedia CIRP*, 104, 405-410. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.068>
- Sakovich, N. (2023). *Top 12 Latest Mobile App Development Trends 2023 | SaM Solutions*. <https://www.sam-solutions.com:443/blog/top-mobile-technology-trends/>
- Samanta, O. (2023, August 23). *Pokemon Go Player Count, Revenue & Stats 2023. Priori Data*. <https://prioridata.com/data/pokemon-go-stats/>
- Sambu, P., & Won, M. (2022). An Experimental Study on Direction Finding of Bluetooth 5.1: Indoor vs Outdoor. *2022 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 1934-1939. <https://doi.org/10.1109/WCNC51071.2022.9771930>
- Sayeedunnisa, S., Saberi, K., & Mohiuddin, M. (2023). *Augmented GPS Navigation: Enhancing the Reliability of Location-Based Services*. 565-569. <https://doi.org/10.1109/InCACCT57535.2023.10141739>
- Schickler, M., Reichert, M., Geiger, P., Winkler, J., Funk, T., Weilbach, M., & Pryss, R. (2020). Flexible development of location-based mobile augmented reality applications with AREA. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(12), 5809-5824. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02094-9>
- Shang, J., Chen, S., Wu, J., & Yin, S. (2020). ARSpy: Breaking Location-Based Multi-Player Augmented Reality Application for User Location Tracking. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, PP, 1-1. <https://doi.org/10.1109/TMC.2020.3007740>
- Sharma, J. (2023). *What is GUI: Components and Advantages - Shiksha Online*. <https://www.shiksha.com/online-courses/articles/about-graphical-user-interface-gui/>
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction* (4th ed). Pearson/Addison Wesley.
- Shushan, P. (2018). Learning-Oriented Augmented Reality Technology. *European science review*, 1(11-12), (p. 11-12).
- Singh, S., Singh, J., Shah, B., Sehra, S. S., & Ali, F. (2022). Augmented Reality and GPS-Based Resource Efficient Navigation System for Outdoor Environments: Integrating Device Camera, Sensors, and Storage. *Sustainability*, 14(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/su141912720>
- Singla, A. (2023, August 7). *A Guide for Leveraging Voice User Interface in Web Development*. <https://www.nethues.com/blog/voice-user-interface/>

- Siriwardhana, Y., Porambage, P., Liyanage, M., & Ylianttila, M. (2021). A Survey on Mobile Augmented Reality With 5G Mobile Edge Computing: Architectures, Applications, and Technical Aspects. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, PP. <https://doi.org/10.1109/COMST.2021.3061981>
- Spicer, D. (2021, Haziran 9). *Audrey, Alexa, Hal, and More*. CHM. <https://computerhistory.org/blog/audrey-alexa-hal-and-more/>
- Stein, S. (2018). *Magic Leap is now available across the US*. CNET. <https://www.cnet.com/tech/mobile/magic-leap-is-finally-available-in-more-us-cities/>
- Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*, 757-764. <https://doi.org/10.1145/1476589.1476686>
- Şireci, A., Karan, E., Morkoc, M., & Fidanboylu, K. (2021). *Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Navigasyon Sistemlerinde Kullanımı* (s. 488).
- Taipei, J. W., DIGITIMES Asia. (2023, Aralık 1). *Canada's GestureTek Health aims to expand its video-gesture-control-based physiotherapy solutions to new markets*. DIGITIMES. <https://www.digitimes.com/news/a20231130VL202/gesturetek-health-cta-video-gesture-rehabilitation-healthcare.html>
- Takahashi, D. (2023a, Mayıs 10). Quintar uses Google ARCore to help people navigate live events and big venues. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/business/quintar-uses-google-arcore-to-help-people-navigate-live-events-and-big-venues/>
- Takahashi, D. (2023b, Ekim 31). Form launches HeadCoach real-time coaching for AR swim goggles. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/games/form-launches-headcoach-real-time-coaching-for-ar-swim-goggles/>
- Team, I. D. and A. (2023, Temmuz 6). *AI vs. Machine Learning vs. Deep Learning vs. Neural Networks: What's the difference?* IBM Blog. <https://www.ibm.com/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks/www.ibm.com/blog/ai-vs-machine-learning-vs-deep-learning-vs-neural-networks>
- Tekin, A. C. (2019). *Altyapı Haritaları için Konum Tabanlı Artırılmış Gerçeklik Uygulaması Geliştirilmesi | AVEŞİS*. <https://avesis.yildiz.edu.tr/yonetilen-tez/30d8e071-dcc7-41fa-a177-566740e379a4/altyapi-haritalari-icin-konum-tabanli-artirilmis-gerceklik-uygulamasi-gelistirilmesi>
- Theodorou, C., Velisavljevic, V., Dyo, V., & Nonyelu, F. (2022). Visual SLAM algorithms and their application for AR, mapping, localization and wayfinding. *Array*, 15, 100222. <https://doi.org/10.1016/j.array.2022.100222>

- TheRams.com. (23M.S.). *Los Angeles Rams, Snapchat & Princess Cruises launch augmented reality experience at SoFi Stadium*. <https://www.therams.com/news/rams-snapchat-sofi-stadium-augmented-reality-experience>
- Ulea, A. (2023, Ekim 12). *Augmented reality brings ancient Greece back to life*. Euronews. <https://www.euronews.com/culture/2023/10/12/a-new-augmented-reality-app-shows-the-acropolis-as-ancient-greeks-knew-it>
- Utilities. (2023). *Geolocation UI Design A Creative Approach to User Interaction*. <https://utilitiesone.com/geolocation-ui-design-a-creative-approach-to-user-interaction>
- Valuyskyi, B. Є. (2023). *Study of linear programming methods for determining the shortest path under limited conditions of Internet and GPS access*. <https://openarchive.nure.ua/handle/document/23835>
- Verma, G. (2015). *Human Computer Interaction using Hand Gesture*. 54. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.06.085>
- Villagran-Vizcarra, D. C., Luviano-Cruz, D., Pérez-Domínguez, L. A., Méndez-González, L. C., & Garcia-Luna, F. (2023). Applications Analyses, Challenges and Development of Augmented Reality in Education, Industry, Marketing, Medicine, and Entertainment. *Applied Sciences*, 13(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/app13052766>
- Voinea, G.-D., Gîrbacia, F., Duguleană, M., Boboc, R. G., & Gheorghe, C. (2023). Mapping the Emergent Trends in Industrial Augmented Reality. *Electronics*, 12(7), (p. 5-7). <https://doi.org/10.3390/electronics12071719>
- Vuforia Engine Developer portal. (t.y.). *Model Targets | Vuforia Library*. Geliş tarihi 31 Aralık 2023, gönderen <https://developer.vuforia.com/library/objects/model-targets>
- Wang, Z. (2020). Future Challenges in the Next Generation of Voice User Interface. *2020 International Conference on Computing and Data Science (CDS)*, 191-193. <https://doi.org/10.1109/CDS49703.2020.00045>
- White, M., Liarokapis, F., Darcy, J., Mourkoussis, N., Petridis, P., & Lister, P. (2003). *Augmented Reality for Museum Artefact Visualization*. 75-80.
- Whitney Museum of American Art. (2023). *Nancy Baker Cahill: CENTO | Whitney Museum of American Art*. <https://whitney.org/exhibitions/cento>
- Widgor, D., & Wixon, D. (2011). Preface. In D. Wigdor & D. Wixon (Ed.), *Brave NUI World* (ss. ix-x). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382231-4.00037-X>
- Wojciechowski, R., Walczak, K., & White, M. (2003). *Augmented reality interface for museum artifact visualization*. 75-80. https://www.academia.edu/49706281/Augmented_reality_interface_for_museum_artifact_visualization

- Xiong, J., Hsiang, E.-L., He, Z., Zhan, T., & Wu, S.-T. (2021). Augmented reality and virtual reality displays: Emerging technologies and future perspectives. *Light: Science & Applications*, *10*(1), (p.3-7). <https://doi.org/10.1038/s41377-021-00658-8>
- Xu, Q., Li, L., Lim, J. H., Tan, C. Y. C., Mukawa, M., & Wang, G. (2014). A wearable virtual guide for context-aware cognitive indoor navigation. *Proceedings of the 16th international conference on Human-computer interaction with mobile devices & services*, 111-120. <https://doi.org/10.1145/2628363.2628390>
- Yu, B., Li, Y., Chen, C. P., Maitlo, N., Chen, J., Zhang, W., & Mi, L. (2018). 30-4: Semantic Simultaneous Localization and Mapping for Augmented Reality. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, *49*(1), 391-394. <https://doi.org/10.1002/sdtp.12581>
- Zhou, F., Duh, H., & Billinghurst, M. (2008). Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR. *2008 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, *2*, 193-202. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2008.4637362>
- Zhu, H., Zhang, Q., Gao, P., & Qian, X. (2023). Speech-Oriented Sparse Attention Denoising for Voice User Interface Toward Industry 5.0. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *19*(2), 2151-2160. <https://doi.org/10.1109/TII.2022.3206872>

ÖZGEÇMİŞ