

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI
ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI



Şerife Gül KARADALLI

Ekim, 2022
İZMİR

TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Mimarlık Anabilim Dalı, Restorasyon Programı**



Şerife Gül KARADALLI

**Ekim, 2022
İZMİR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ŞERİFE GÜL KARADALLI tarafından **PROF. DR. ETİ AKYÜZ LEVİ** yönetiminde hazırlanan “**TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Eti AKYÜZ LEVİ

Yönetici

.....
Prof. Dr. Efendi NASİBOĞLU

.....
Prof. Dr. Mine HAMAMCIOĞLU TURAN

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tezin planlanmasında, içeriğin oluşumunda ve konunun olgunlaşmasında değerli fikirleri ile yol gösteren ve tezin her aşamasında akademik bilgi ve deneyimleri ile büyük katkıda bulunan, emeklerini esirgemeyen, teşvik edici olan, yaşantımın her anında tüm desteğiyle yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Eti AKYÜZ LEVİ'ye,

Arşiv araştırmaları aşamasındaki katkıları için İzmir 2 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, İzmir Vakıflar Bölge Müdürlüğü, İzmir Kadastro Müdürlüğü, İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü ile Plan ve Proje Müdürlüğü'ne,

Tez çalışmamın gerçekleşebilmesi için kullandığım programlara öğrenciler için ücretsiz lisans olanağı sunan Autodesk ve Epic Games şirketlerine,

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecimde her zaman destek olan, sorularımı yanıtsız bırakmayan, emeklerini esirgemeyen, mimaride farklı bakış açılarıyla problem çözme yeteneğimi geliştiren hocam Doç. Dr. Abdullah SÖNMEZ'e,

Tüm hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan çok sevgili ailem; Ali KARADALLI, Nurgül KARADALLI ve Müşerrefe Nur KELEŞ'e,

Bugünlere gelmemi sağlayan, hayatımın her anını anlamlı kılan, varlığıyla bana güç veren ve verecek olan anneannem Hayriye HUBAN'a,

Tez sürecimde tüm içtenliği ve manevi desteğiyle her zaman yanımda olduğunu hissettiren arkadaşlarım Mimar Mesut ERDEM, Mimar Muhammed Alparslan TÜRKMENOĞLU, Mimar İrem BOZDUĞAN ve Avukat Merve DEMİR KALAYCI'ya çok teşekkür ederim.

Şerife Gül KARADALLI

TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI

ÖZ

Dünyada, Endüstri 4.0'la birlikte sanal ve artırılmış gerçeklik gibi çeşitli kavramlar ve teknolojilerin kullanımı dikkat çekmektedir. Bunlar mimarlık, şehir planlama gibi çeşitli çalışma alanlarını etkileyerek ilgili alanlarda geliştirilmeye devam etmektedir.

Bu çalışmada Endüstri 4.0 kavramlarından biri olan sanal gerçeklik incelenerek kullanım alanlarından tarihsel çevrenin korunmasına odaklanılmıştır. Söz konusu alanda hazırlanan modern teknolojinin kullanımını destekleyen mevzuatlar Endüstri 4.0 ve sanal gerçeklikle ilişkilendirilerek ele alınmıştır. Ardından ilgili konuda sanal gerçeklik kullanım yaklaşımları irdelenerek değerlendirilmiştir.

Çalışmada sanal gerçeklikle tarihsel çevrenin tanıtılması ve bu çevrenin süreçteki değişiminin somutlaştırılarak açığa çıkartılması hedeflenmiştir. Toplumda tarihi çevre farkındalığının oluşturulması, tarihi çevreyi yorumlama altyapılarının ve koruma davranışlarının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, İzmir Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi'nde, tarihi liman aksı olan günümüzdeki Anafartalar Caddesi üzerindeki 238 ve 239 numaralı yapı adalarına odaklanılmıştır. Bu alan, dönemin önemli ticari han yapılarını içeren bir kentsel doku olması ve İzmir tarihindeki sosyo-ekonomik sürecin yarattığı değişimi yansıtmasıyla dikkat çekmektedir.

Odak alanla ilgili arşiv çalışmasında tarihsel yöntem kullanılmıştır. Arşiv çalışmasından elde edilen verilerin üç boyutlu olarak modellenmesinde ve sanal gerçeklikle canlandırılmasında görselleştirme ve sunum yöntemleri kullanılmıştır. Oluşturulan sanal gerçeklik çalışması *bulut* aracılığıyla link ve karekod bağlantıları ile internet üzerinden erişime açılmıştır. Bu aşamada Revit ve Twinmotion'dan yararlanılmıştır.

Sonuç olarak tarihsel çevrenin sanal gerçeklikle sunumuna yönelik odak alışma, Kültürel Miras Alanlarının Yorumlanması ve Sunumuna İlişkin ICOMOS Tüzüğü’ndeki yorumlama ve sunum ilkeleri kapsamında değerlendirilerek tarihsel çevrenin sanal gerçeklikle sunumuna ilişkin öneriler geliştirilmiştir. Bu alanda sanal gerçeklik kullanımı, geliştirilebilir altyapısıyla verimli, düşük maliyetli, zaman ve mekândan bağımsız erişim olanağı sunan esnek bir yöntemdir.

Anahtar kelimeler: Tarihsel çevrenin korunması, sanal gerçeklik, sunum, İzmir kemeraltı arşısı ve hanlar bölgesi.



USING OF VIRTUAL REALITY IN THE PRESERVATION OF HISTORICAL ENVIRONMENT

ABSTRACT

In this study, it is focused on the use of virtual reality, one of the Industry 4.0 concepts, in the field of protection of the historical environment. Charters prepared in the aforementioned area encouraging the use of modern technology are discussed in this context. Then, the approaches to the use of virtual reality in the preservation of the historical environment were examined and evaluated.

In the study, it is aimed to introduce the historical environment with virtual reality and to reveal the change of this environment in the process. It is aimed to create awareness of the historical environment in the society, to interpret the historical environment and to develop conservation behaviors. For this purpose, it was focused on the building blocks numbered 238 and 239 on Anafartalar Street in İzmir Kemeraltı Bazaar and Khans Area.

The historical method was used in the archival study. Visualization and presentation methods were used in the three-dimensional modeling and its animation with virtual reality. The created virtual reality work has been opened via the cloud.

As a result, the focus study on the presentation of the historical environment with virtual reality was evaluated within the scope of the interpretation and presentation principles of the ICOMOS Charter on the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites, and suggestions were developed for the presentation of the historical environment with virtual reality. The use of virtual reality in this field, with its improvable technological infrastructure, is a flexible method that offers efficient, time and place-independent access.

Keywords: Preservation of the historical environment, virtual reality, presentation, İzmir kemeraltı bazaar and khans area.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
TABLolar LİSTESİ.....	xix
KISALTMALAR	xx

BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1

1.1 Amaç.....	2
1.2 Kapsam	3
1.3 Yöntem	4
1.4 Çalışmanın Literatür İçindeki Yeri.....	4
1.5 Kurgu.....	8

BÖLÜM İKİ - ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAL GERÇEKLİK KAVRAMI..... 9

2.1 Endüstri 4.0 Kavramı	9
2.1.1 Endüstri 4.0'ın Tarihsel Süreci	9
2.1.2 Endüstri 4.0 ile İlgili Kavramlar	12
2.1.2.1 Üç Boyutlu Yazıcılar	12
2.1.2.2 Nesnelerin İnterneti (IoT)	14
2.1.2.3 Siber Fiziksel Sistemler (CPS).....	15
2.1.2.4 Büyük Veri.....	16
2.1.2.5 Akıllı Fabrikalar	19
2.1.2.6 Otonom Robotlar	22
2.1.2.7 Simülasyonlar	24
2.1.2.8 Sistem Entegrasyonu.....	26
2.1.2.9 Bulut Bilişim	28

2.1.2.10 Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik.....	31
2.1.3 Endüstri 4.0'ın Etkilediği Alanlar.....	32
2.1.3.1 Sağlık Alanına Etkileri.....	32
2.1.3.2 Spor ve Eğlence Sektörüne Etkileri	34
2.1.3.3 Eğitim Sektörüne Etkileri	37
2.1.3.4 Askeri Alan ve Savunma Sektörüne Etkileri	39
2.1.3.5 Ekonomi Alanına Etkileri	42
2.2 Sanal Gerçeklik Kavramı	44
2.2.1 Sanal Gerçeklik Kavramı ve Tarihsel Süreci.....	45
2.2.2 Sanal Gerçekliğin Öncüsü Kabul Edilen Teknolojik Gelişmeler	48
2.2.3 Sanal Gerçeklik Sistemleri ve Bileşenleri	53
2.2.4 Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Türleri	62
2.2.4.1 Sürükleyici Olmayan-Sarmayan (Non Immersive) Sistemler	63
2.2.4.2 Yarı Sürükleyici-Yarı Saran (Semi Immersive) Sistemler	64
2.2.4.3 Sürükleyici-Saran (Immersive) Sistemler.....	64
2.2.4.4 Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) Sistemleri.....	65
2.2.5 Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları	66
2.2.5.1 Eğitim Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı	67
2.2.5.2 Sağlık Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı.....	68
2.2.5.3 Askeri Alanda Sanal Gerçeklik Kullanımı	70
2.2.5.4 Ticari Alanda Sanal Gerçeklik Kullanımı.....	70
2.2.5.5 Eğlence Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı	71
2.2.5.6 Sanat Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı	72
2.2.5.7 Güvenlik Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı	72
2.2.5.8 Şehir Planlama ve Mimarlık Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı. 73	

BÖLÜM ÜÇ - TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI 74

3.1 Tarihsel Çevrenin Korunması	74
3.1.1 Tarihi Çevrenin Korunmasında Kullanılan Yöntemlerin Gelişimi	79
3.1.1.1 Belgeleme	80

3.1.1.2 Sürekli Bakım ve İzleme.....	83
3.1.1.3 Restorasyon Teknikleri	86
3.1.1.4 Sunum.....	89
3.1.2 Değerlendirme	95
3.2 Tarihsel Çevrenin Korunmasına ilişkin Mevzuatlarda Güncel Yaklaşımların İrdelenmesi	97
3.2.1 Endüstri 4.0 Öncesi Dönem	98
3.2.2 Endüstri 4.0 Sonrası Dönem	115
3.2.3 Değerlendirme	122
3.3 Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımları.....	125
3.3.1 Dünyada Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımları	127
3.3.1.1 Kültürel Miras İçin Yapı Bilgi Sistemi Oluşturmak (H-BIM).....	127
3.3.1.2 Sanal Ortamda Rekonstrüksiyon ve Restitüsyon Yapmak.....	130
3.3.1.3 Tarihi Çevre için Öğretici Oyunlar Kurgulamak.....	132
3.3.2 Türkiye’de Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımlarının İncelenmesi.....	134
3.3.2.1 Sanal Ortamda Rekonstrüksiyon ve Restitüsyon Yapmak.....	134
3.3.2.2 Tarihi Çevre için Öğretici Oyunlar Kurgulamak.....	135
3.3.2.3 Tarihi Çevre için Sanal Geziler Oluşturmak	137
3.3.3 Değerlendirme ve Öneriler.....	139

BÖLÜM DÖRT - İZMİR’DE TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI İLE İLGİLİ PROJE ÇALIŞMASI..... 144

4.1 Proje Alanının Konumu, Önemi ve Tarihsel Özellikleri.....	144
4.1.1 Proje Alanının Konumu ve Önemi: İzmir-Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi -Anafartalar Caddesi	145
4.1.2 Proje Alanının Tarihsel Süreci	147
4.2 Proje Sürecinin Kurgulanması.....	160
4.2.1 Proje Alanı ve Proje ile ilgili Literatür Taraması ve Veri Toplanması ..	164
4.2.1.1 238 Ada 13 Parsel: Tellalbaşı Yeni Han ve İzmir Kemahlı Han ..	165

4.2.1.2 238 Ada 26 Parsel: Rotsetti Han.....	174
4.2.1.3 238 Ada 5 Parsel: Bey Han	177
4.2.1.4 239 Ada 24- 25 Parsel: Eşrefpaşa Han (Rıza Bey Han)	180
4.2.1.5 239 Ada 2 Parsel: Batak Han	185
4.2.1.6 238 ve 239 Ada’da Yer Alan Diğer Parsellerdeki Yapılar.....	188
4.2.2 Üç Boyutlu Modellemenin Yapılması ve Görselleştirme Süreci	188
4.3 Sunum.....	198
BÖLÜM BEŞ - SONUÇ.....	210
KAYNAKLAR	215

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 Endüstri 4.0 kavramının tarihsel sürecinde gerçekleşen Endüstri Devrimleri	12
Şekil 2.2 SLA-1 veya Stereolitografi şeklinde adlandırılan ve piyasaya sürülen 3D yazıcı	13
Şekil 2.3 Solda reaktif magnezyum oksit çimentonun 3D yazıcıda kullanılmasıyla üretilen geometrik şekil ve sağda 3D yazıcı ile oluşturulan kalp organı ..	14
Şekil 2.4 Nesnelerin internetinin altı katmanlı yapısı	15
Şekil 2.5 Siber fiziksel sistemin yapısı	16
Şekil 2.6 Farklı yıllarda yapılan tanımlara göre temel üç karakteristik özelliği çerçevesinde şekillenen büyük veri.....	18
Şekil 2.7 Akıllı fabrikaların karakteristik özellikleri	21
Şekil 2.8 Akıllı fabrikaların yeniden yapılandırılabilir üretim sistemi	22
Şekil 2.9 Kuka KMR iiwa otonom, gezebilen ve LBR iiwa sabit robotu.....	24
Şekil 2.10 İnsan- robot iş birliği.....	24
Şekil 2.11 Simülasyonların gelişimi	26
Şekil 2.12 Endüstri 4.0 Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu.....	27
Şekil 2.13 Bulut Bilişimin gelişmesine katkı sağlayan teknolojiler	29
Şekil 2.14 Kortizol miktarı ölçen giyilebilir sensör yama	34
Şekil 2.15 Mikrocerrahide yardımcı olarak geliştirilen Microsure robotu	34
Şekil 2.16 Artırılmış gerçeklik sporu olan Hado Dünya Kupası'nın 2019 yılı görseli	36
Şekil 2.17 League of Legends Türkiye Büyük Finali'nin 2018 yılı görseli.....	37
Şekil 2.18 Askeri kara aracına entegre edilmiş lazer silahın görünümü	41
Şekil 2.19 İnsansız kara aracı Kaplan bomba imha robotu	41
Şekil 2.20 Robot programlama görseli.....	43
Şekil 2.21 Çeşitli BitCoin logoları	44
Şekil 2.22 Söz konusu teknolojilerin zaman çizelgesindeki ilgili görselleri	51
Şekil 2.23 Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Bileşenleri	54
Şekil 2.24 Oculus tarafından sanal gerçeklik giriş cihazı olarak geliştirilen denetleyiciler	55

Şekil 2.25 Tilt Brush sanal gerçeklik denetleyicisinin kullanılması	55
Şekil 2.26 Sanal gerçeklik giriş cihazlarından navigasyon araçlarına ait bir örnek oluşturan KAT VR tarafından üretilen yürüme, zıplama, oturma, çömelme gibi birçok doğal vücut hareketini destekleyen çok yönlü koşu bandı ...	56
Şekil 2.27 Virtuix tarafından üretilen sanal gerçeklik giriş cihazları.....	56
Şekil 2.28 VRGO tarafından sanal gerçeklik giriş cihazı olarak tasarlanan oturma elemanı	57
Şekil 2.29 El takibiyle, eş zamanlı olarak kullanıcının sanal ortamdaki avatarının el ve parmak hareketinin kontrol edilmesi.....	58
Şekil 2.30 Başa sabitlenen ekranlarda, diğer sensörlerle birlikte göz takibinin kullanılması	58
Şekil 2.31 Sabit görsel ekranlardan biri olan “WAVE”	60
Şekil 2.32 Başa sabitlenen baş tabanlı ekranlar	60
Şekil 2.33 Akıllı telefonların sanal gerçeklik ekranı olarak kullanılması.....	60
Şekil 2.34 Dokunmatik ekran ile görüntünün yumuşak, pürüzlü, çizgili, dairesel gibi dokunsal özelliklerinin hissedilmesi	61
Şekil 2.35 İki dokunsal geri bildirimli cihaz ve dental cerrahi simülatörü	61
Şekil 2.36 “Feelreal” koku, titreşim, rüzgâr, yağmur, mikro iklimlendirme gibi çeşitli sensörleri içeren bir çoklu duyuşsal geri bildirim sağlayan ekran örneği .	62
Şekil 2.37 Sanal gerçeklik sistemlerinin türleri ve örnekleri	63
Şekil 2.38 Gerçeklik-sanallık sürekliliğinin basitleştirilmiş gösterimi	66
Şekil 2.39 Sırasıyla molekül yapısının ve gözün anatomik yapısının incelenmesi ..	68
Şekil 2.40 Fizikte hareket konusunun canlandırılması ve fermantasyon işleminin simülasyonu.....	68
Şekil 2.41 Basel Üniversitesi’nin sağlık alanında geliştirdiği ve eş zamanlı holografik görselleştirmeyi sağlayan artırılmış gerçeklik uygulamaları	69
Şekil 2.42 Görsel ve dokunsal duyuların cerrahi simülasyonu uygulaması	69
Şekil 2.43 Sanal gerçeklikle askeri takım eğitimi ve Hava Kuvvetleri Akademisi’nde sanal gerçeklik ile pilotluk eğitimi	70
Şekil 2.44 ICI ve Fluor Daniel petrokimya tesislerinin tasarımı ile IKEA ve Apple’ın geliştirdiği artırılmış gerçeklik uygulaması	71
Şekil 2.45 Skyrim VR oyunu ve Subnautica VR oyunu	71

Şekil 2.46 Kingspray Graffiti Simülatör ve Amedeo Modigliani'nin Paris'teki atölyesinin sanal gerçeklik uygulaması aşaması	72
Şekil 2.47 Avustralya'da UNSW Maden Mühendisliği Okulu sanal gerçeklik odası ve sanal gerçeklik ile iş güvenliği eğitimi uygulaması	73
Şekil 2.48 3DEXPERIENCity, Singapur için Rüzgar Simülasyonu ve Esri CityEngine 2017 programıyla sanal gerçeklik çalışması arayüzü.....	73
Şekil 3.1 Siponto Bazilikası'nın tel ağlarla tamamlanması	87
Şekil 3.2 Heidentor Harabesi'nin yerinde bilgilendirme panosu ile sunumu	88
Şekil 3.3 Sırbistan, Krusevac, Donzon Kule yapısı bağlamında görselleştirme uygulaması	88
Şekil 3.4 Lecce amfi tiyatrosunun sanal rekonstrüksiyonunun, artırılmış gerçeklik ile dünyadaki konumunda görüntülenmesi	89
Şekil 3.5 Sart Antik Şehri bilgilendirme panoları.....	90
Şekil 3.6 Konak'ta İzmir tarihinin projeksiyon haritalama yöntemiyle maketli sunumu.....	90
Şekil 3.7 Bamiyan Budaları'nın üç boyutlu rekonstrüksiyonu ve saran sanal gerçeklik sistemi olan CAVE ile sunumu.....	91
Şekil 3.8 Bamiyan Budaları'nın üç boyutlu projeksiyon yöntemiyle canlandırılması.....	92
Şekil 3.9 Brescia Arkeoloji Parkı'nın, ArtGlass artırılmış gerçeklik gözlükleri ile yerinde gezilirken sanal rekonstrüksiyonunun gösterilmesi ve ses etkileşiminin de sağlanması	92
Şekil 3.10 Notre Dame yangını ile ilgili bilgi veren etkileşimli, artırılmış gerçeklik uygulaması	93
Şekil 3.11 Çin, Pekin'de yer alan Yasak Şehrin interaktif sunumunu sağlayan Microsoft HoloLens için geliştirilen “Oriental Museum” karma gerçeklik uygulaması	93
Şekil 3.12 Fransa'nın Normandiya kentindeki Mont-Saint-Michel'in HoloLens ile sanal modeli ve maketi üzerinden karma gerçeklik sunumu.....	94
Şekil 3.13 Filipinler'deki San Sebastian Bazilikası'nın üç boyutlu modeli ve rehberli anlatımı.....	94

Şekil 3.14 ArkaeVision Archeo projesi ciddi oyun uygulaması Hera Tapınağı ve oyun avatari görselleri.....	95
Şekil 3.15 2018 yılı Paestum Archeovirtual multimedya sergisinden görsellerde, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımı.....	95
Şekil 3.16 Miras Yapı Bilgi Sistemi (H-BIM) için geliştirilen yöntemin oluşum şeması.....	127
Şekil 3.17 Sırasıyla LOK100, LOK200, LOK300, LOK400 ve LOK500 bilgi düzeylerinin model üzerinde ifadesi	129
Şekil 3.18 20.yüzyılın ikinci yarısı Charterhouse ve çevresi ile Charterhouse'un modellenmesi	129
Şekil 3.19 Kilise kazılarında elde edilen çizimi, kalıntıların 2006 yılına ait fotoğrafı ve Kilisenin 1960 yılına ait resimsel gösterimi.....	131
Şekil 3.20 Kilisenin MaxWhere'de yer alan sanal rekonstrüksiyonu dış cephe ve iç mekân görünümü.....	131
Şekil 3.21 14. yüzyılda çalışma alanının haritası ve oluşturulan model	133
Şekil 3.22 Alandaki anıtsal yapıların doku kaplanmış modelleri ve oluşturulan bir karakter modeli.....	133
Şekil 3.23 2016 yılındaki ön gösterim videosunda oyunun gelişiminin gözlemlenmesi.....	133
Şekil 3.24 Yapının Revit'te oluşturulan modelinin dış görünümü ve iç mekânı	135
Şekil 3.25 Yapı modelinin dış ve iç mekânının Enscape sunumu.	135
Şekil 3.26 Kıranköy Rum Hamamı cephesi ve hamamın modellenmesi.....	136
Şekil 3.27 Kıranköy Rum Hamamı oyun direktifleri ve oyunun içinde yer alan yapının plan şeması yapbozu.....	137
Şekil 3.28 Kıranköy Rum Hamamı oyunu anahtar bulma görevi ile oyunun modellenen hayalet karakteri yay aracı.....	137
Şekil 3.29 Kızıl Avlu'nun bir numaralı bakı noktasından 2016 yılına ait görüntüsü ve iVisit Anatolia Projesi kapsamında aynı noktadan üç boyutlu modeli ..	138
Şekil 3.30 Athena Tapınağı ve Kutsal Alanı'nın, bir numaralı bakı noktasından 2016 yılındaki görünümü ve aynı bakı noktasından elde edilen üç boyutlu görünümü	139
Şekil 4.1 Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi-Anafartalar Caddesi	145

Şekil 4.2 1856 Storari Haritası'nda ve 1876 Haritası'nda odaklanılan ada ve parseller	146
Şekil 4.3 Odaklanılan ada ve parsellerin 1905 İzmir Sigorta Haritası ve günümüzdeki görünümü	146
Şekil 4.4 Eski İzmir (Smyrna) çizimi.....	148
Şekil 4.5 M.Ö. 7. yüzyıldaki antik şehir körfez sınırı	149
Şekil 4.6 Roma kalıntılarını gösteren İzmir haritası	150
Şekil 4.7 14.yüzyılda İzmir haritası	151
Şekil 4.8 17. yüzyılın sonları ve 18. yüzyılın ortalarında İzmir kentsel alanı ve iç limanın dolmaya başlaması ve yapılaşma	153
Şekil 4.9 18. yüzyılda İzmir'in durumu ve iç limanın daha da daralması	154
Şekil 4.10 18. ve 19. yüzyıllarda İzmir'in kentsel alanı ve yapılaşma.....	156
Şekil 4.11 19. yüzyıl ortalarında mahalleler ve merkezi iş alanı	157
Şekil 4.12 Alandaki yapıların günümüzdeki parsel sınırları.....	163
Şekil 4.13 Kemahlı Han'ın günümüzdeki konumu.....	165
Şekil 4.14 1905 Sigorta Haritası'nda ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Kemahlı Hanı	166
Şekil 4.15 Kemahlı Han'ın Anafartalar Caddesi'ne bakan cephesi	166
Şekil 4.16 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Tellalbaşı Yeni Han ve Kemahlı İbrahim Efendi Hanı'nın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu	168
Şekil 4.17 1905 yılında ve günümüzde Kemahlı Han'ın kütleli durumu ve ada-parcel ilişkisi	170
Şekil 4.18 1990 rölövesine göre Kemahlı Hanı'nın sırasıyla zemin, ara ve birinci kat mekân bölümlenmesinin şematik gösterimi.....	172
Şekil 4.19 1990 restorasyon projesine göre Kemahlı Hanı'nın sırasıyla zemin, galeri ve birinci kat mekân bölümlenmesinin şematik gösterimi.....	173
Şekil 4.20 Rotsetti Han'ın günümüzdeki izi	174
Şekil 4.21 1905 Sigorta Haritası'nda ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Rotsetti Han'ın Konumu	175
Şekil 4.22 Rotsetti Han'ın yer aldığı parselin süreçte geçirdiği değişimler.....	176

Şekil 4.23 1905 İzmir Sigorta Haritası'na göre Rotsetti Han'ın mekânsal durumunun şematik yorumu	176
Şekil 4.24 Bey Han'ın günümüzdeki izi	177
Şekil 4.25 1905 Sigorta Haritası'nda ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Bey Han'ın Konumu	178
Şekil 4.26 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Bey Han'ın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu	179
Şekil 4.27 Eşrefpaşa Han'ın günümüzdeki izi	180
Şekil 4.28 1905 Sigorta Haritası'nda ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Eşrefpaşa Han'ın Konumu	181
Şekil 4.29 Eşrefpaşa Han'ın yer aldığı parselin süreçte geçirdiği değişimler.....	182
Şekil 4.30 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Eşrefpaşa Han'ın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu	183
Şekil 4.31 Eşrefpaşa Han'ın olası plansal mekân dağılımı yorumu	184
Şekil 4.32 Batak Han'ın günümüzdeki izi	185
Şekil 4.33 1905 Sigorta Haritası'nda ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Batak Han'ın Konumu	186
Şekil 4.34 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Batak Han'ın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu	187
Şekil 4.35 Proje alanının üç boyutlu model üzerinden gösterimi (1905 yılı)	189
Şekil 4.36 Proje alanının üç boyutlu model üzerinden gösterimi (1990 yılı)	190
Şekil 4.37 Kemahlı Han'ın Revit'te modellenmesi	191
Şekil 4.38 Kemahlı Han'ın bazı ferforje yapı elemanlarının gerçeğe yakın modellenmesi	192
Şekil 4.39 Sırasıyla 238 ada 4, 7 ve 16 parseldeki yapıların Revit'teki üç boyutlu modeli	192
Şekil 4.40 Sırasıyla 238 ada 26 ve 27 parseldeki tescilsiz yapıların Revit'teki üç boyutlu modeli	193
Şekil 4.41 Zencirci Oğulları Pasajı'nın Revit'teki üç boyutlu modeli.....	194
Şekil 4.42 239 ada 5 ve 6 parselde yer alan tescilsiz yapıların Revit'te yapılan üç boyutlu modeli	194

Şekil 4.43 239 ada 7 ve 9 parselde yer alan tescilsiz yapıların Revit'te yapılan üç boyutlu modeli	195
Şekil 4.44 239 ada 24 parselde yer alan tescilsiz yapının Revit'te yapılan üç boyutlu modeli.....	195
Şekil 4.45 239 ada 10 ve 22 parselde bulunan yapıların Revit'te üç boyutlu modeli	196
Şekil 4.46 239 ada 25 parselde bulunan yapının 1950 yılındaki durumunun Revit'te üç boyutlu modeli	196
Şekil 4.47 239 ada 25 parselde bulunan yapının 1962 yılındaki durumunun Revit'te üç boyutlu modeli	197
Şekil 4.48 Tamamlanan üç boyutlu modellerin birleştirilmiş durumu (1990 yılı) ..	197
Şekil 4.49 1950 yılındaki duruma göre birleştirilen Revit modeli.....	198
Şekil 4.50 Odak alanın Twinmotion'da oluşturulan sanal gerçeklikte kuş bakışı görünümü (1905 yılı)	200
Şekil 4.51 Kemeraltı Caddesi 238 ve 239 adanın sanal gerçeklikte görünümü (1905 yılı)	200
Şekil 4.52 Odak alanın 1990 yılı Twinmotion'da oluşturulan sanal gerçeklikte kuş bakışı görünümü.....	201
Şekil 4.53 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 238 adanın görünümü (1990 yılı)	201
Şekil 4.54 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 239 adanın görünümü (1990 yılı)	202
Şekil 4.55 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 239 adanın görünümü (1950)....	202
Şekil 4.56 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi	203
Şekil 4.57 Günümüzde, Rotsetti Han'ın konumlandığı parselde yer alan yapının sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi	203
Şekil 4.58 Günümüzde, Eşrefpaşa Han'ın konumlandığı parselde yer alan yapının sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi	204
Şekil 4.59 Günümüzde, Batak Han'ın konumlandığı parselde yer alan Zencirci Oğulları Çarşısı'nın sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesine bakış.....	204

Şekil 4.60 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi girişinden avluya bakış.....	205
Şekil 4.61 Sırasıyla günümüzde Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi girişinden avluya bakış (kişisel arşiv) ve restorasyon öncesi avluya bakan cephe fotoğrafı	205
Şekil 4.62 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın, kuzey cephesi girişinden avluya bakış	206
Şekil 4.63 Günümüzde Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan kuzeybatı cephesi girişinden avluya bakış (kişisel arşiv) ve restorasyon öncesi birinci kattan avluya bakış	206
Şekil 4.64 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın kuzeybatı yönünden görünümü	207
Şekil 4.65 Odak alanın 1905 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod	208
Şekil 4.66 Odak alanın 1990 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod	208
Şekil 4.67 Odak alanın 1950 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod	209

TABLÖLER LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Günümüz fabrikaları ile akıllı fabrikaların karşılaştırılması.....	20
Tablo 2.2 Simülasyonun tarihsel süreci	25
Tablo 2.3 Bulut Bilişim modelinin tanımlanması	30
Tablo 2.4 “Sanal Gerçeklik” kavramının tarihsel gelişimi sırasında yapılanlar	48
Tablo 2.5 “Sanal Gerçeklik” kavramının temelini oluşturan teknolojik gelişmeler ..	49
Tablo 4.1 238 numaralı yapı adasındaki parsellerden arşiv belgelerine ulaşılanlar	163
Tablo 4.2 239 numaralı yapı adasındaki parsellerden arşiv belgelerine ulaşılanlar	164



KISALTMALAR

BIM:	Yapı Bilgi Sistemi
HBIM:	Miras Yapı Bilgi Sistemi
ICOMOS:	Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi
GPS:	Küresel Konumlama Sistemi
AR:	Artırılmış Gerçeklik
VR:	Sanal Gerçeklik
CBS:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
TDK:	Türk Dil Kurumu
EBSO:	Ege Bölgesi Sanayi Odası
IoT:	Nesnelerin İnterneti
LAN:	Yerel Alan Ağı
WAN:	Geniş Alan Ağı
CPS:	Siber Fiziksel Sistemler
M2M:	Makine-Makine Etkileşimi
H2M:	İnsan-Makine Etkileşimi
CAD:	Bilgisayar Destekli Tasarım
IDC:	Uluslararası Veri Şirketi
NIST:	Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
CAM:	Bilgisayar Destekli İmalat
HIMSS:	Sağlık Bilgi ve Yönetim Sistemleri Topluluğu
EMRAM:	Elektronik Sağlık Kaydı Benimseme
PACS:	Görüntü Arşivleme ve İletişim Sistemleri
HIS:	Sağlık Bilimi Sistemleri
RIS:	Radyoloji Bilgi Sistemleri
CIS:	Klinik Bilgi Sistemleri
e-spor:	Elektronik Spor
IESF:	Uluslararası e-Spor Federasyonu
TESFED:	Türkiye Esports Federasyonu
OECD:	Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü
İHA:	İnsansız Hava Aracı

HBİR: Miras Yapı Bilgi Deposu
LOK: Bilgi Seviyeleri
LOD: Ayrıntı Seviyeleri
KTVKK: Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu
GEEAYK: Gayrimenkul Eski Eserler Anıtlar Yüksek Kurulu



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Geçmişten günümüze kadar çevresel faktörler, doğal afetler, toplumların sosyo-ekonomik ve siyasi faaliyetleri, savaşlar, koruma düşüncesinin geç ortaya çıkması ve toplumda koruma bilincinin yerleşmemesi gibi nedenlerle mimari mirasımız oldukça zarar görmüştür.

Ancak 18.yüzyılın ikinci yarısında buhar gücünün makineleşmesiyle 1. Sanayi Devrimi gerçekleşmiştir. 1. Sanayi Devrimi toplumların sosyo-ekonomik, siyasi, kültürel ve teknolojik anlamda gelişimini hızlandırmıştır. Ardından 2. Sanayi Devrimi (kitlesele üretim, seri üretim bandı, ulaşım ağlarının gelişmesi...) ve 3. Sanayi Devrimi (elektriğin kullanımı, otomatik seri üretim, bilişim teknolojilerinin ortaya çıkması, internetin gelişmesi, inforatik devrim) olmuştur. 2011 yılında ise 4. Sanayi Devrimi olarak; “siber-fiziksel sistemler”, “nesnelerin interneti”, “bulut bilişim sistemleri”, “büyük veri”, “simülasyon”, “sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik”, “otonom robotlar” ve “3B yazıcılar” ifadelerini kapsayan Endüstri 4.0 gerçekleşmiştir.

Endüstri 4.0 dünyada başta otomotiv, tekstil ve imalat sektörleri olmak üzere birçok alanı etkilemiş ve etkilerini sürdürmektedir. Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektöründe ise Endüstri 4.0 ile yapı bilgi modellemesi (BIM) kullanımı benimsenmeye başlamıştır. Yapı bilgi modellemesi, üç boyutlu modelleri elde edilen yapıların dijital ortamda yalnızca geometrileri hakkında bilgi sağlamak amacıyla değil, bununla birlikte yapının yönetimi, inşaatı, bakımı, tanıtımı, enerji verimliliği ve maliyet hesaplarının yapılabilmesi için de verimli bir yöntem olması nedeniyle tercih edilmektedir.

Endüstri 4.0 kapsamında söz konusu teknolojilerden biri olan *sanal gerçeklik* ise dünyada mimarlık alanı dâhil, eğitim, insan bilimi, doğal afet ve nükleer kazalardan korunma, sanat, mühendislik, engellilere yardımcı olma, trafik, fen bilimleri, otomotiv, turizm, tekstil, spor, oyun, pazarlama, eğlence, eğitim gibi çeşitli alanlarda uygulamaları geliştirilerek kullanılmaktadır.

Tarihi çevrenin korunmasında yapı bilgi modellemesinin kullanılması (HBIM) kültürel mirasın korunması ve belgelenmesi için dijital dokümantasyon sağlarken mimari korumada sanal gerçeklik kullanımını destekleyecek bir alt yapı oluşturmaktadır. Bu sebeple zarar görmüş ya da yok olmuş mimari mirasımızın belgelendirilmesi ve teknik bilgi konusundaki eksikliklerin giderilmesi, bu eksiklikler nedeniyle proje yönetimindeki olumsuzluklar, zaman kaybı, bakım veya yenileme işlemlerinin hızlı ve daha az maliyetle yapılabilmesi konusunda mimari mirasın korunması çalışmalarının geliştirilmesi için üç boyutlu modellemeler günümüzde bir gereksinim durumuna gelmektedir. Ayrıca söz konusu modellerle sanal gerçeklikte hazırlanan tarihi çevrenin sunumu, kamunun koruma bilincinin artırılması, tarihi çevre algısının geliştirilmesi ve tarihi çevrede koruma davranışının teşviki için önemli olmaktadır.

Bu çalışmada Endüstri 4.0 kapsamında anılan *sanal gerçekliğin* tarihi çevrede koruma alanında kullanımının irdelenmesinde, İzmir ilinde somut bir örneğinin oluşturulması hedeflenmiştir. Bunun için, zamanla çeşitli nedenlerle yıpranmış ya da bir kısmı yok günümüze ulaşamamış tarihi ticari han yapılarını içeren dokunun farklı süreçlerdeki durumlarının üç boyutlu modellemesinin oluşturulmasıyla, sanal gerçeklik ortamına aktarılması gerçekleştirilmiştir.

1.1 Amaç

Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0 ile birlikte günümüzde oldukça dikkat çeken sunum yöntemlerinden biri olan sanal gerçekliğin tarihi çevrelerin korunması alanında kullanımı konusunun odak alan üzerinden gerçekleştirilen sanal gerçeklik sunumu ile irdelenmesidir. Tarihsel süreçte değişim geçirmiş bir tarihi dokunun farklı zaman dilimlerine ait bilgilerinin üç boyutlu modelleriyle birlikte sanal gerçeklik ortamına aktarılması ile bu değişimin somut bir şekilde açığa çıkarılması hedeflenmiştir. Bunun için kullanıcıların geçmişteki bir dönemi sanal olarak deneyimleme fırsatı oluşturulurken, çeşitli şekillerde kullanıcı etkileşiminin artırılması ve kullanıcının tarihi çevre algısının geliştirilmesi üzerine çalışılmıştır. Böylece sanal gerçeklik

kullanımının gerçek algıya yönelik fikir oluşturması ve kullanıcıların mimari yapının ya da dokunun farklı dönemlerine ait kimliği, kullanım şekli ve yapıya yapılan müdahaleler hakkındaki değerlendirmelerini karşılaştırmalı olarak tartışabilecekleri bir ortam yaratılmıştır. Bulunduğu zaman dilimine ait koruma anlayışının etkilerinin üç boyutlu olarak daha kolay okunmasına olanak sunan bu çalışma, koruma bilincinin gelişmesi konusunda teşvik unsuru olacaktır. Aynı zamanda söz konusu miras bilgilerinin sayısal, dijital verilere dönüştürölerek depolanması, saklanması, yönetilmesi gelecekteki araştırmacılar için hızlı erişilebilir bir veri havuzu oluşturarak örnek dijital dokümantasyon sağlanması açısından önemlidir.

1.2 Kapsam

Bu çalışma, Endüstri 4.0 bağlamında sanal gerçeklik kavramı ve teknolojisini, tarihsel çevrenin korunmasında kullanımı ve örnek çalışmanın gerçekleştirildiği odak alan olan İzmir, Kemeraltı Hanlar ve Çarşılar Bölgesini kapsamaktadır. Bu bağlamda çalışmanın kavramsal çerçevesinde sanal gerçeklik kavramıyla birlikte ilişkilendirilen Endüstri 4.0 kavramına ve tarihi çevrenin korunmasına yer verilmektedir. Sanal gerçekliğe odaklanılarak Endüstri 4.0 kapsamında hızla gelişen teknolojilerin, tarihsel çevrenin korunması alanındaki koruma anlayış ve tutumuna olan etkileri ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler üzerinden irdelenmiştir. Ardından tarihi çevrenin korunması alanında dünyada ve Türkiye’de sanal gerçeklik kullanım yaklaşımları değerlendirilmiştir.

Bu bilgilerin paralelinde çalışma alanının fiziksel sınırları İzmir ili, Konak ilçesi, Kemeraltı Hanlar ve Çarşılar Bölgesi, eski iç liman konturu olan Anafartalar Caddesi üzerinde yer alan günümüzdeki 238 ve 239 adaları kapsayacak şekilde belirlenmiştir. Söz konusu çalışma amacı paralelinde, sınırları belirlenen alanın ve alandaki yapıların tarihsel sürecini, mimari ve çevresel özelliklerini, kent içindeki önemini içermekle birlikte, tarihi çevredeki değişimin sanal gerçeklikle sunulmasını kapsamaktadır. Gerçekleştirilen sunumun, Kültürel Miras Alanlarının Yorumlanması ve Sunumuna İlişkin ICOMOS Tüzüğü, Yorumlama ve Sunum İlkeleri üzerinden değerlendirilmesini içermektedir.

1.3 Yöntem

Bu çalışmada bilimsel araştırma yöntemlerinden tarihsel, matematiksel, görsel sunum ve karşılaştırma yöntemleri kullanılmıştır. Öncelikle Endüstri 4.0 kapsamında, sanal gerçeklik ve mimarlık alanında sanal gerçeklik kullanımına ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Çalışmanın literatür içindeki yeri hakkında bilgi birikimi oluşturulmasının ardından tezin amacı doğrultusunda tarihi çevre kapsamında özgün bir odak çalışma alanı belirlenmiştir.

Tarihsel yöntem ile çalışma alanının farklı zaman dilimlerine ait bilgilerine ulaşmak için arşiv çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda kütüphaneler, İzmir 2 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, İzmir Vakıflar Bölge Müdürlüğü, İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü ile İzmir Kadastro Müdürlüğü'nün arşivleri taranmıştır. Mimari bilgiler için gerekli belgeler tespit edilip, dosyaları incelenmiştir. Ulaşılan iki boyutlu sayısal mimari bilgilerin (rölöve, ölçme, fotoğraf...) ait oldukları zaman dilimlerine göre analiz edilerek Autodesk Revit ile üç boyutlu ortama aktarılmasıyla dijital ortamda yeni sayısal veriler elde edilmesi matematiksel yöntemle gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanının farklı zaman dilimlerine ait üç boyutlu modellerinin, araştırmalar sonucunda edinilen bilgilere göre dönemini yansıtan uygun malzemelerle Twinmotion programında kaplanarak sanal gerçeklik ortamına aktarılmasında görsel sunum yöntemi kullanılmıştır. Sanal gerçeklik ortamında, odak alanın farklı zaman dilimlerinde deneyimlenebilmesi ve gerçek algıya yönelik fikir oluşturabilmesi bilimsel araştırma için önemli olan karşılaştırmalı yöntem için ortam hazırlamıştır.

1.4 Çalışmanın Literatür İçindeki Yeri

Bu tez çalışmasına yönelik literatür kapsamında Endüstri 4.0, sanal gerçeklik ve İzmir kent tarihi, Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesiyle ilişkili olarak makale, bildiri, kitap yanı sıra yüksek lisans ve doktora tezleri incelenmiştir. Tarihi çevrelerin korunması alanında ise ulusal ve uluslararası yasal düzenlemeler irdelenmiştir.

Aksoy (2017), “Değişen teknolojiler ve Endüstri 4.0: Endüstri 4.0’ı anlamaya dair bir giriş” adlı makalesinde sanayi devrimlerinin tüm dünyaya etki ettiğinden ve etkisini sürdürdüğünden söz etmiştir. Sanayi devrimlerini teknoloji olgusu üzerinden değerlendirmiş ve sanayi devrimlerinin devrim mi yoksa evrim mi olduğunu tartışmıştır. Teknolojinin tarihsel gelişimini ele aldıktan sonra konuyu endüstri 4.0 özelinde inceleyerek onu anlamaya dair sorgulamalar yapmıştır. Ayrıca teknoloji ve kapitalizm, sermaye, üretim, tüketim kavramlarını ve aralarındaki ilişkileri irdelemiştir.

Bülbül, İsmail ve Çetin (2017), “Halep minarelerinin rekonstrüksiyonu için alternatif yaklaşım” adlı makalelerinde savaşta yıkılmış, zarar görmüş Suriye’deki Halep minarelerinin sanal rekonstrüksiyonuna fırsat veren bir yöntem hakkında bilgi aktarmaktadır. Fotogrametrik yöntemle üç boyutlu olarak oluşturulan modelin, GPS tabanlı sistemle ve bakış açılarına göre kendi arazisine yerleştirildiği projede, eserin sanal rekonstrüksiyonu sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojisiyle oluşturulmuştur. Bu yöntemin getireceği avantajlar ve dezavantajlar tartışılmakta, diğer tarihi eserler üzerinde uygulanabilirliği değerlendirilmektedir.

Coşkun (2017), “Bir sergileme yöntemi olarak artırılmış gerçeklik” adlı makalesinde artırılmış gerçeklik kavramını, sanal gerçeklikten söz ederek ve iki kavramı karşılaştırarak açıklamaya çalışmıştır. Sergileme yöntemi olarak kullanılan artırılmış gerçeklik örneklerini incelemiş ve sergileme alanında artırılmış gerçeklik kullanımının katkılarını araştırmıştır.

İçten ve Bal (2017), “Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi” adlı makalelerinde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramlarını karşılaştırmalı olarak inceleyip, artırılmış gerçekliğin çevre birimleri ve türlerini açıklamışlardır. Okuyucuda konuyla ilgili alt yapı oluşturduktan sonra artırılmış gerçekliğin akademik alanlarda kullanımını farklı örnekler üzerinden inceleyip, artırılmış gerçeklik kullanımının güçlü ve zayıf yönlerini tespit etmeye çalışmışlardır. Ayrıca artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmeler hakkında bilgi vermişler, genel değerlendirme yaparak önerilerini aktarmışlardır.

Karabağ (2017), “Dijital teknolojilere adapte olan bir antik kent: Bergama” adlı makalesinde Bergama antik kentinin hak ettiği değeri görmesi için, turizmin araç olarak kullanılarak kentin daha çok ilgi çekmesi ve bölgenin gelişmesi, ziyaretçilerin arkeolojik kalıntılarla beraber antik kenti bütüncül okuyabilmeleri ve anlayabilmeleri amacıyla gerçekleştirilmiş olan ve antik kentin üç boyutlu sanal geziye açılmasını konu alan projeyi ele almıştır. Projenin aşamalarından söz etmiş ve değerlendirmelerde bulunmuştur.

Lopez, Leronés, Llamas, Gomez, Bermejo, ve Zalama (2018), “A review of heritage building information modelling (H-BIM)” adlı makalelerinde H-BIM, H-BIM kütüphanesi, BIM ve BIM yazılımlarından söz etmişlerdir. Literatürdeki ve kültürel miras alanındaki H-BIM uygulamalarını, bu uygulamalarda izlenen farklı yöntemleri, söz konusu yöntemlerin etkinliğini ve kullanılabilirliğini incelemişler, değerlendirmeler yapıp öneriler sunmuşlardır.

Sürücü (2017), “Sanal gerçekliğin kültürel mirası korumada kullanımı, Salih Bozok villası örneği” adlı yüksek lisans tezinde sanal gerçeklik kavramını ve kullanım alanlarını incelemiştir. Tezinde modern mimarlık mirasının korunması konusunda farkındalık oluşturma amacıyla Cumhuriyet Dönemi’ne ait modern bir yapı olarak, Seyfi Arkan tarafından yapılan Salih Bozok Villası’nı çalışmıştır. Yapının modelinin oluşturulması ve sanal gerçeklik ortamına aktarılması sürecini ayrıntılı olarak ifade etmiştir.

Sürücü ve Başar (2016), “Kültürel mirası korumada bir farkındalık aracı olarak sanal gerçeklik” adlı araştırma makalesinde sanallık ve sanal gerçeklik kavramları hakkında kısa bilgiler vermişlerdir. Kültürel miras alanında kültür varlığının türüne göre sanal gerçeklik kullanımının çeşitlerini göstermişler, amaç ve içeriklerine göre sınıflandırma yaparak aktarmışlardır. Yapılan sınıflandırmaları incelemiş, örnek sanal gerçeklik çalışmalarını ise teknik ve içerik bakımından değerlendirmişlerdir. Sonraki sanal gerçeklik çalışmaları için öneriler sunmuşlardır.

Osello, Lucibello ve Morgagni (2018), “HBIM and virtual tools: a new chance to preserve architectural heritage” adlı makalelerinde H-BIM kavramını ve amaçlarını açıklamışlardır. H-BIM’in kullanılacağı amaçlar doğrultusunda yöntem önerisinde bulunmuşlardır. Önerilen H-BIM yöntemi Torino Eyaletinde (İtalya) bulunan tarihi bir kalede uygulanmaktadır. Uygulanan örnekte kullanılan yazılım, donatılar ve kullanımları hakkında kısaca bilgi verilmektedir. Tarihi yapılarda koruma uygulamalarını ve kurtarma sürecini optimize etmek ve hızlandırmak için HBIM metodunun geliştirilerek uygulanmasının, AR ve VR teknolojisiyle beraber kültürel mirasın korunmasını teşvik etmesi üzerinde durulmaktadır.

Polat, Karataş, Kahraman ve Alizadehashrafi (2016), “Safranbolu eski çarşı tarihi noktaları için CBS tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması” adlı bildirilerinde “Safranbolu Eski Çarşı Tarihi Noktaları İçin Artırılmış Gerçeklik Uygulaması” projesi ile Safranbolu’daki yapılarla ilgili detaylı bilgiler verebilecek Eski Çarşı haritası ile birlikte gerçekleştirilecek bir sanal gerçeklik uygulamasını ele almışlardır. Bu uygulamada kullanılan yöntemler ve programlar hakkında bilgi aktarılmaktadır.

Varinlioğlu (2018), “Teos antik kentinin sayısal ortamda üçüncü boyutta yeniden canlandırılması” adlı makalesinde Teos Antik kenti kazılarında, rölöve çizimleri, fotogrametri yöntemi ve jeofizik çalışmalarıyla elde edilen ve belgelenen bilgilerin; fotoğraf temelli modellenmesi, üç boyutlu rekonstrüksiyonlarıyla yeniden canlandırılması ve bunların mobil oyunlarda, dijital üretim ile sergilenmesinde, sanal gerçeklikte kullanılmasını sağlayan Dijital Teos Projesi’ni sunmaktadır. Projede kullanılan yöntemlerden söz edilerek proje üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

Yorgancılar (2015), “Sanayi 4.0” adlı makalesinde sanayi devrimlerinin tarihsel sürecini ele almıştır. Sanayi 4.0’ı oluşturan kavramları açıklamıştır. Sanayi 4.0’ın sağladığı faydaları aktarmış ve farklı sektörlere olan etkilerini incelemiştir. Endüstri 4.0’ı uygulayan öncü firmalardan söz etmiş ve Endüstri 4.0’ın kullanımı hakkında detaylara yer vermiştir. Robot teknolojisinin kullanımını, bunun iş gücüne etkilerini, olumlu ve olumsuz yorumları karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Firmaların sanayi 4.0’a uyum sağlamak için nasıl bir yöntem izlemeleri gerektiğini belirtmiştir.

Sanayi 4.0 kapsamında Türkiye’yi değerlendirmiş, diğer ölkelerle ithalat ihracat durumları, gelir düzeyleri, eğitim üzerinden karşılaştırmalar yapmış ve sonuçları değerlendirip çözüm önerilerinde bulunmuştur.

İzmir kent tarihi, Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesiyle ilgili olarak Rauf Beyru, Çınar Atay, Mübeccel Kıray, Emin Canpolat, Zeki Arıkan, Tuncer Baykara, Ekrem Akurgal, Necmi Ülker, Cana Bilsel ve Bozkurt Ersoy’un kaynaklarından yararlanılmıştır.

1.5 Kurgu

Çalışmanın birinci bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı, izlenen yöntemler, çalışmanın ilgili literatür içindeki yeri ve kurgusu yer almaktadır.

İkinci bölümde endüstri 4.0, sanal gerçeklik kavramı, kullanım alanları, mimaride ve tarihsel çevrenin korunmasında kullanımları incelenmektedir.

Üçüncü bölümde ilerleyen teknolojiye paralel olarak tarihi çevrenin korunmasında kullanılan yöntemlerin gelişimi incelenmektedir. Tarihi çevrenin korunmasına ilişkin mevzuatlar, güncel teknolojilerle ilişkilendirilerek ele alınmaktadır. Söz konusu alanda güncel teknolojilerden sanal gerçekliğin, kullanım yaklaşımları dünyadaki ve Türkiye’deki örnekler üzerinden irdelenmektedir.

Dördüncü bölümde belirlenen odak çalışma alanının konumu, araştırma için önemi, tarihçesi, mimari özellikleri ve korumaya ilişkin bilgiler bulunmaktadır. Ayrıca proje sürecinin kurgulanması, odak alanda bulunan yapıların detaylı analizleri, üç boyutlu görselleştirme süreci ve sunumu yer almaktadır.

Beşinci bölüm olan sonuç kısmında, odak çalışma alanının sanal gerçeklikle sunumu gerçekleştirilerek değerlendirilmekte ve önerilerde bulunmaktadır.

BÖLÜM İKİ

ENDÜSTRİ 4.0 VE SANAL GERÇEKLİK KAVRAMI

2.1 Endüstri 4.0 Kavramı

Başlangıcı 2011 yılı kabul edilen ve günümüzde içinde bulunduğumuz dönemi kapsayan Endüstri 4.0, beraberinde getirdiği ileri teknolojiyle toplumsal yapıda kalıcı etkiler bıraktığı ve değişimlere neden olduğu için 4. Sanayi Devrimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda Bölüm 2’de Endüstri 4.0’ın öncüsü olan diğer sanayi devrimleri, günümüzde birlikte anıldığı kavramlar ve teknolojiler ile etkilediği alanlar ele alınmaktadır.

2.1.1 Endüstri 4.0’ın Tarihsel Süreci

Toplumlar hayatlarını sürdürmek ve geçimlerini sağlamak amacıyla çeşitli eylemlerde bulunurlar. Bunları gerçekleştirirken de yardımcı araç ve gereçlerden faydalanırlar. Söz konusu eylemler ve süreçte yararlanılan araç-gereçler, toplumsal (sosyo-ekonomik-kültürel) yapıların, gelişimlerine ve değişimlerine yön vermektedir. Özetle toplumların yapısını biçimlendiren bu eylemleri ve araç-gereçleri etkileyen olaylar, toplumsal yapıda bir kırılma noktası olarak görülmektedir. Toplumsal yapıda hızlı, köklü ve nitelikli değişikliklere yol açan bu olaylar “devrim” olarak adlandırılmaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2022). Tarihte devrimler temelde Tarım Devrimi ve Endüstri Devrimi olarak ikiye ayrılmaktadır.

M.Ö. 8000 yıllarında gerçekleştiği kabul edilen Tarım Devrimi, avcı-toplayıcılıkla geçinen göçebe toplumun tarım ile yerleşik hayata geçmesiyle başlamaktadır (Günay, 2002). Bu tarım toplumunda sermayeyi oluşturan toprağın işlenebilmesi ve üretimin gerçekleşebilmesi için orak, çekiç, saban, tırpan gibi yardımcı araç-gereçler geliştirilmiştir. Uygulamalar için gerekli enerji, insanların ve hayvanların kas gücünden sağlanmıştır.

Endüstri Devrimi'nde ise, sanayi alanında teknolojik, ekonomik ve sosyal sistemlerde köklü değişimler meydana gelmiştir (Dombrowsi ve Wagner, 2014). Bu anlamda Şekil 2.1'de de görüldüğü gibi Endüstri Devrimi de, I. Endüstri Devrimi, II. Endüstri Devrimi, III. Endüstri Devrimi ve IV. Endüstri Devrimi olarak kabul edilen Endüstri 4.0'dan oluşan dört evreyi kapsamaktadır (Kagermann, Wahlster ve Helbig, 2013). I. Endüstri Devrimi, endüstri devrimlerinin başlangıcı niteliğindedir. 1760-1830'lu yılları kapsayan I. Endüstri Devrimi İngiltere'de başlamış; daha sonra Avrupa'ya ve ABD'ye yayılmıştır. Su ve buhar ile çalışan makinelerin geliştirilmesiyle kas gücünün ve enerjisinin yerini makineler almıştır. Odun ve bio-yakıtın yerine kömürün kullanılması ise, makinelerin kullanımını artırmıştır. Yaygınlaşan makinelerle birlikte üretim hızlanmış, hammadde gereksinimi fazlalaşmış ve ürünler için pazar arayışına başlanmıştır. Tarım toplumu endüstriyel yapıya dönüşmeye başladığından Avrupa Orta, Yakın ve Uzak Doğu'ya yönelmiştir. Üretimdeki köklü değişiklikler toplumsal yapıyı, uluslararası ilişkileri etkilemiş ve ülke sınırlarının da değişmesine neden olmuştur (Ege Bölgesi Sanayi Odası [EBSO], 2015). Ekonomik rekabet ortamının hareketlenmesi teknolojinin gelişimini de ivmelendirmiştir. Aksoy'un da belirttiği gibi sermaye sahipleri üretimden elde ettikleri birikimlerini, hammaddeye ulaşım, üretim ve ürünleri dağıtmak için gerekli teknolojiyi geliştirmek amacıyla kullanmışlardır (Aksoy, 2017). Endüstri Devrimi'nin yarattığı rekabet ortamı sermaye sahiplerini kendilerini geliştirmeleri için zorlamış ve paralelinde teknolojiadaki gelişmeler de ileri düzeye taşınmıştır.

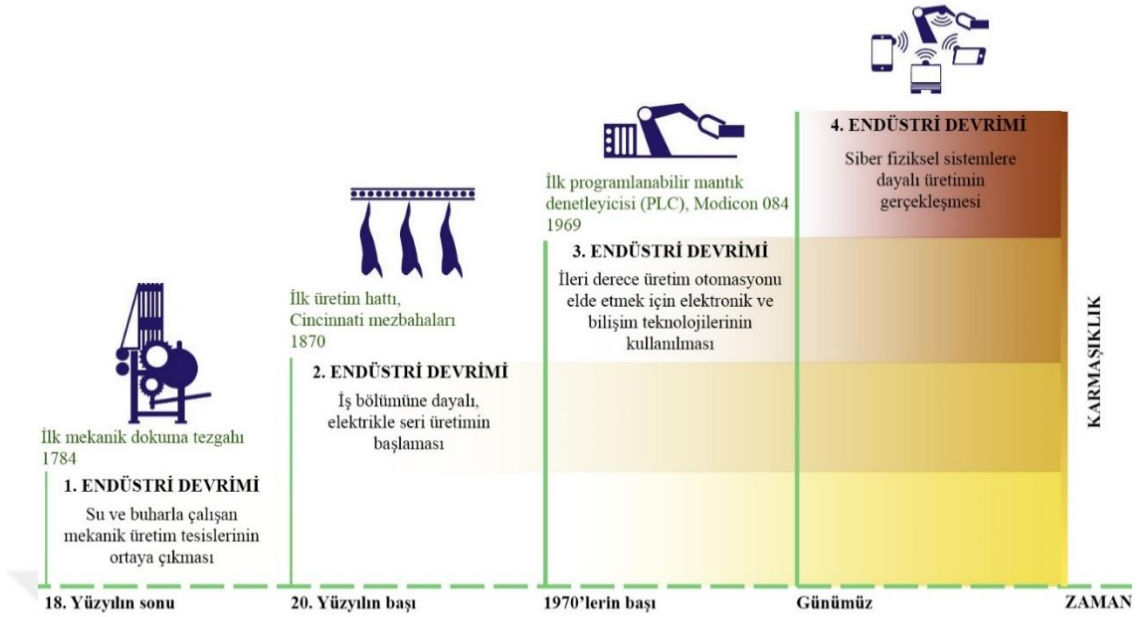
1840-1870 yıllarını kapsayan II. Endüstri Devrimi'nin alt yapısını gelişen teknoloji ve ulaşım ağları oluşturmuştur. Devrimde öncü ülkeler İngiltere, Almanya, ABD ve Japonya'dır. Bu devrimde su ve buhar gücünün yerini elektrik enerjisi almıştır. Demir ve çeliğin hammadde olarak kullanımı artmıştır. Bu değişiklikler makinelerin daha çok gelişmesini sağlamıştır (EBSO, 2015). Ayrıca devrimin öne çıkan olaylarından biri de literatürde "fordizm" olarak yer alan, Henry Ford'un otomotiv üretiminde kayan bant sistemini kullanması ve kitlesel üretimin gerçekleştirilmesidir (Alçın, 2016). Seri üretim sistemlerinin yaygınlaşması iş bölümü ve uzmanlaşmayı sağlamış; üretimi de büyük oranda arttırmıştır.

20. yüzyılın ilk yarısında gerçekleşen dünya savaşları uluslararası sınırları değiştirmiş ve dünya genelinde ekonomik krize neden olmuştur. Bunun sonucunda teknolojinin gelişim hızı ve endüstrileşme oldukça yavaşlamıştır (EBSO, 2015). 1970-2000 yılları arasındaki süreçte gerçekleşen III. Endüstri Devrimi'nde, elektronik ve bilgi teknolojilerinin birlikte kullanılmasıyla programlanabilir makineler üretilmiş ve teknoloji dijitalleşmeye başlamıştır (Aksoy, 2017). Bu devrimde bilgisayar ve iletişim teknolojileri gelişmiştir. Yaşanan teknolojik değişiklikler üretim süreçlerini, gündelik yaşamı etkilemiş ve insan gücüne duyulan gereksinimi azaltmıştır.

Endüstri 4.0 kavramı ise, ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda ortaya çıkmış ve yeni bir endüstri devriminin gerçekleşeceği bildirilmiştir. 2012 yılında başkanlığını Bosch şirketinde yönetici olan Siegfried Dias ve SAP AG firmasında üst düzey yönetici olan Hennig Kagermann'ın üstlendiği ekip, Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalarını yeniden fuarda sunmuş ve Almanya Hükümeti'ne raporlamıştır (EBSO, 2015).

Endüstri 4.0 üretimde insan gücüne gereksinim duyulmadan, makinelerin birbirini koordine ettiği, bilgisayar, iletişim ve internet teknolojilerinin birlikte çalıştığı, canlı ve cansız nesnelerin birbiri ile etkileşime geçebildiği “nesnelerin interneti” olarak adlandırılan sanal ve fiziksel sistemlerin de entegre olduğu akıllı üretim sistemidir (Aksoy, 2017). Endüstri 4.0'daki yeni teknolojik gelişmeler, Endüstri 3.0'dan farklı olarak fiziki, dijital ve biyolojik dünyalar arasında geçirgenliği sağlamaktadır (Hussin, 2018). Endüstri 4.0'da fabrikalar üretimlerini kendi kendilerine akıllı bir sistemle sürdürebilmekte ve gerektiğinde uzaktan kontrol sağlanabilmektedir. Akıllı fabrikalar gece gündüz kendi kendilerine çalışabilir durumda oldukları ve üretim sırasında insan gücü ve kontrolüne gereksinim duymadıkları için günümüz ekonomik rekabet ortamında üretim maliyetini düşürmektedir.

Endüstri 4.0 Almanya öncülüğünde ortaya çıkmasına karşın, kısa sürede diğer ülkeleri de etkilemiş olup, günümüzde bu kapsamda projeler üzerinde çeşitli alanlarda da çalışmalara devam edilmektedir.



Şekil 2.1 Endüstri 4.0 Kavramının tarihsel sürecinde gerçekleşen Endüstri Devrimleri (Kagermann vd., 2013, s.13'ten dönüştürülmüştür)

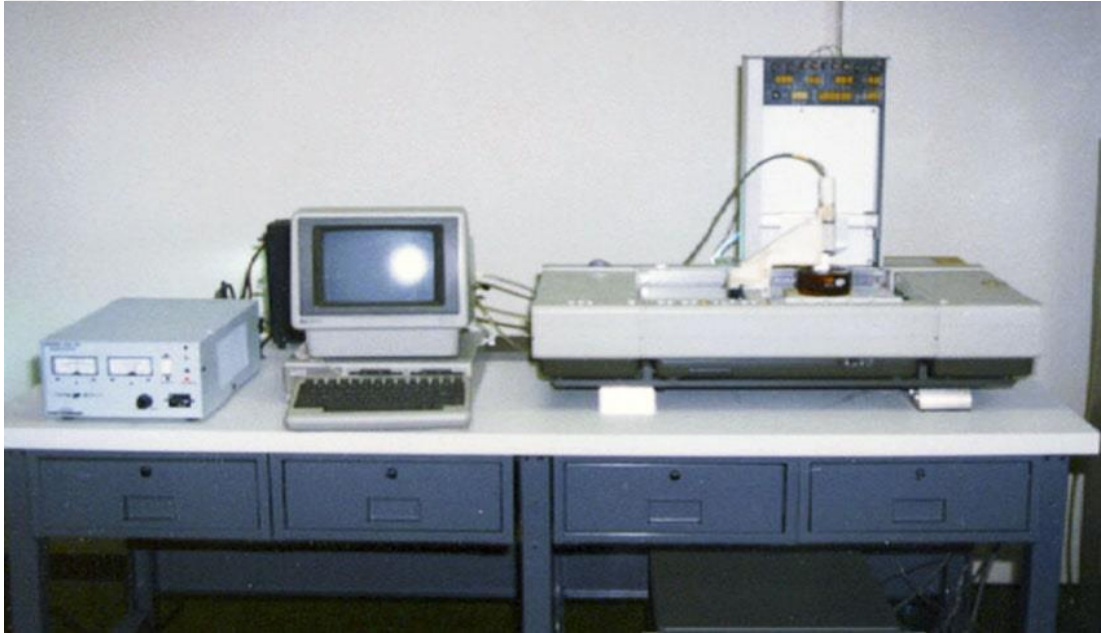
2.1.2 Endüstri 4.0 ile İlgili Kavramlar

Endüstri 4.0, genellikle üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti (IoT), akıllı fabrikalar, siber fiziksel sistemler (CPS), otonom robotlar, simülasyonlar, sistem entegrasyonu, bulut bilişimi, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi kavramlarla birlikte tanımlanmaktadır. Bu sebeple Endüstri 4.0'ın daha net anlaşılabilmesi açısından söz konusu kavramların incelenmesi önemlidir.

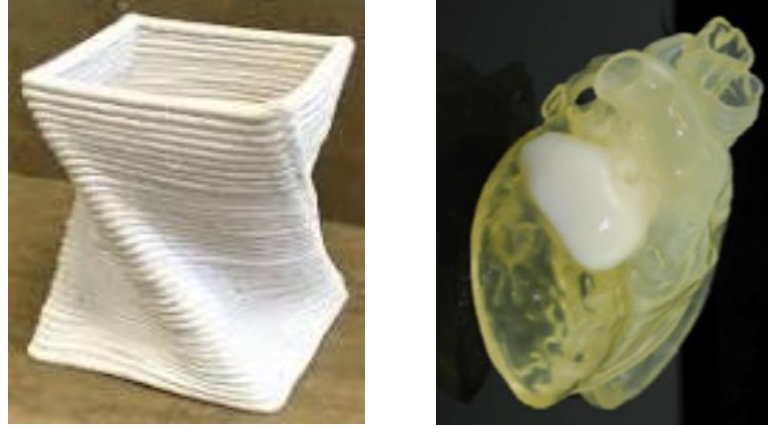
2.1.2.1 Üç Boyutlu Yazıcılar

Üç Boyutlu Yazıcılar, bilgisayar destekli tasarım (CAD) programı kullanılarak oluşturulmuş herhangi bir nesnenin üç boyutlu elektronik bilgi modellemesi verisinden yararlanılarak, malzemenin üst üste katmanlar şeklinde eklenmesi yoluyla nesnenin fiziksel olarak üretilmesini sağlamaktadır (Yılmaz, Arar ve Koç, 2013). Eklemeli üretimin bir çeşidi olarak da tanımlanmaktadır. İlk üç boyutlu yazıcı, Charles Hull tarafından 1984 yılında geliştirilmiş ve kurucu ortağı olduğu 3D Systems tarafından 1989 yılında ticari olarak piyasaya sürülmüştür (Horvath, 2014). Amaca yönelik

olarak üç boyutlu yazıcılar; prototip ve kalıp oluşturmada, topografyanın somut modelinin elde edilmesinde, ürünlerin kişiye özel yeniden üretilmesinde, sağlık alanında medikal ve dental uygulamalarda yardımcı parçaların oluşturulmasında, ürünlere yedek parça üretiminde kullanılmaktadır (Şahin ve Turan, 2018). Havacılık ve uzay endüstrisinde de daha hafif ve dayanıklı parçaların üretiminde üç boyutlu yazıcılardan yararlanılmaktadır (Kalender, Bozkurt, Ersoy ve Salman, 2020). Şekil 2.2’de üç boyutlu yazıcıların ilk versiyonlarından biri yer almaktadır. Teknoloji ilerledikçe eğitim, sağlık, ticaret gibi alanlarda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Şekil 2.3’te bu tür kullanımlara örnekler verilmiştir (Khalil, Wang ve Celik, 2020; Kengla, Lee, Yoo ve Atala, 2020).



Şekil 2.2 SLA-1 veya Stereolitografi şeklinde adlandırılan ve piyasaya sürülen 3D yazıcı (The history of 3D printing: 3D printing technologies from the 80s to today, 2020)

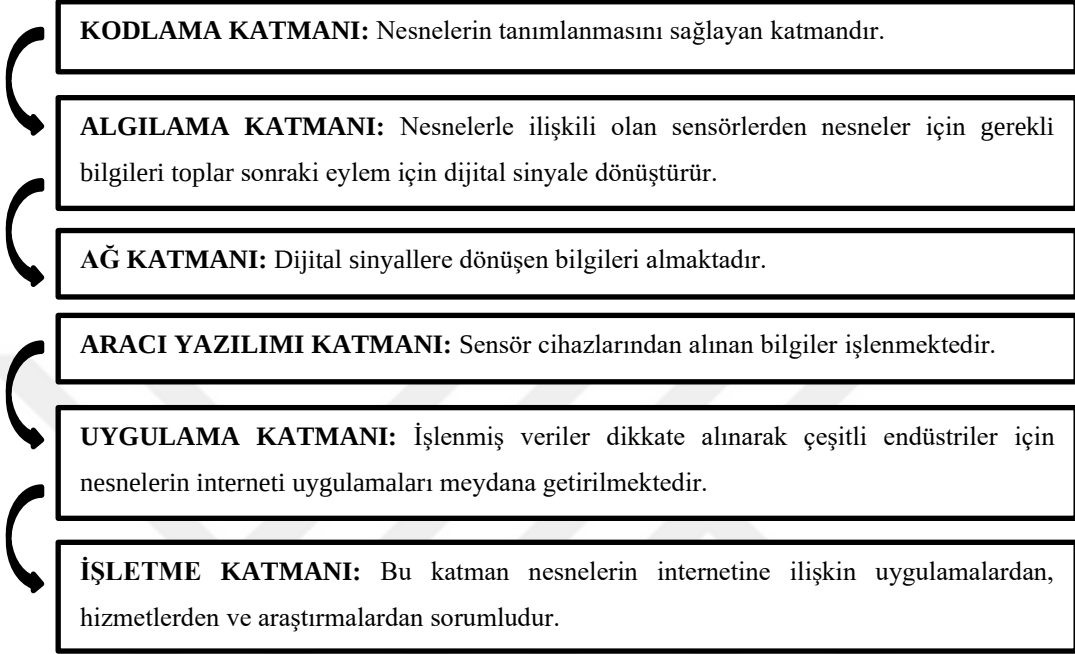


Şekil 2.3 Solda reaktif magnezyum oksit çimentonun 3D yazıcıda kullanılmasıyla üretilen geometrik şekil (Khalil vd., 2020) ve sağda 3D yazıcı ile oluşturulan kalp organı (Kengla vd., 2020)

2.1.2.2 Nesnelerin İnterneti (IoT)

Nesnelerin interneti Madakam, Ramaswamy ve Tripathi (2015)'ye göre, “Otomatik düzenleme, bilgi, veri ve kaynakları paylaşma, ortamdaki durumlar ve değişiklikler karşısında tepki verme ve hareket etme kapasitesine sahip açık ve kapsamlı bir akıllı nesneler ağı” olarak tanımlanmaktadır (s.165). Nesnelerin interneti kavramı, 1982 yılında, içindeki içeceklerin sayısı ve sıcaklığı hakkında bilgi vermesi amacıyla Carnegie Mellon Üniversitesi'nde bir kola makinesine internet bağlantısının kurulmasına dayanmaktadır. Ancak kavram olarak nesnelerin interneti ilk kez 1999 yılında Kevin Ashton tarafından kullanılmıştır (Ashton, 2009). Nesnelerin internetinde, nesnelerin birbirleriyle ve çevreleriyle etkileşim ve iletişim içerisinde olabilmeleri; sensor ağları sistemleri, radyo frekansı tanımlama sistemleri, mobil iletişim sistemleri (2G, 3G, 4G, 5G), geleneksel LAN / WAN bilgi işlem sistemleri, mikro elektromekanik sistemleri, nanoteknolojiler, optik teknolojiler, kablosuz sensor ağları, bulut bilgi işlemleri, internet protokolleri, elektronik üretim kodları, barkodlar, yakın alan iletişim özellikleri, aktüatörler, yapay zekâ teknolojileriyle sağlanmaktadır (Aggarwal ve Das, 2012; Farooq, Waseem, Mazhar, Khairi ve Kamal, 2015; Madakam vd., 2015). Bu durumda dijital ağda, internete sahip olan ve sanal kimlik kazanan nesnelerin karşılıklı olarak birbirleriyle, insanlarla ve çevreleriyle etkileşim, iletişim içerisinde olmaları olanaklı kılınır (Gabaçlı ve Uzunöz, 2017). 2012 yılında IPv6 İnternet protokolünün devreye girmesi, daha fazla nesneye sanal kimlik tanımlanması

dolayısıyla nesnelerin interneti kavramı için önemli bir gelişme olarak görülmektedir (Kagermann vd., 2013). Şekil 2.4'te nesnelerin internetinin yapısı, çalışma prensibinin ve geliştirilme aşamasının anlaşılması için katmanlı olarak aktarılmaktadır.

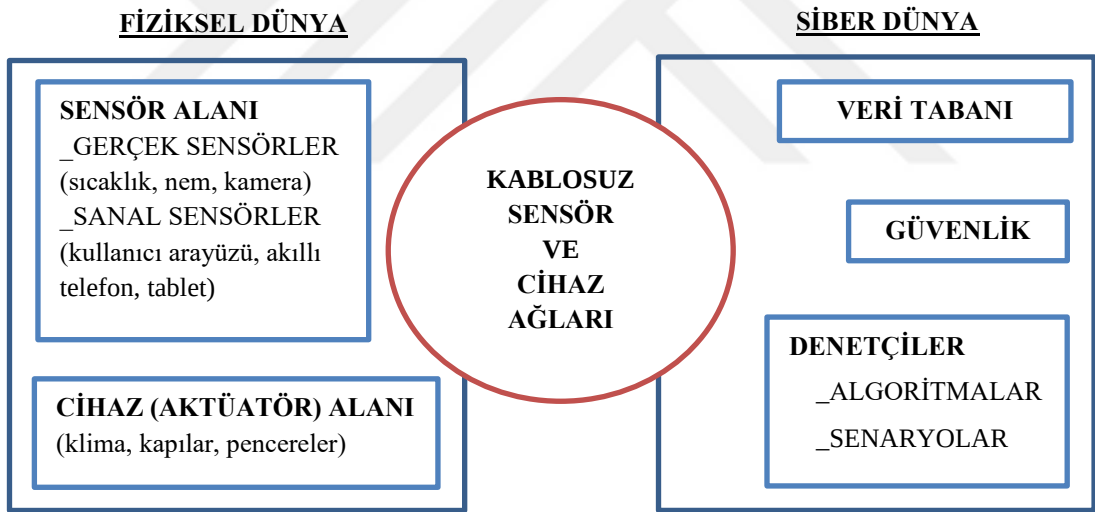


Şekil 2.4 Nesnelerin internetinin altı katmanlı yapısı (Farooq vd., 2015, s.2'den uyarlanmıştır)

2.1.2.3 Siber Fiziksel Sistemler (CPS)

Siber fiziksel sistemler, hesaplamanın fiziksel süreçlerle entegrasyonunu ifade etmek için 2006 yılında Helen Gill tarafından ABD'deki Ulusal Bilim Vakfı'nda kavram olarak icat edilmiştir. Siber fiziksel sistemlerin kökeninin ise, kontrol sistemleri teorisinin geliştirilmesinde büyük etkileri olan Amerikalı matematikçi Norbert Wiener tarafından ileri sürülen; fiziksel süreçlerin, bilgi işlem ve iletişimin birleşimi olan *sibernetik* kavramına dayandığı düşünülmektedir (Lee, E., 2015). Mikroişlemci donanıma sahip olan ve fiziksel dünyayla etkileşime giren gömülü sistemlerin yaygınlaşmasıyla, her türlü nesne ve yapıya, bilgi işlem ve iletişim yetenekleri yerleştirilmektedir. Bu, daha çok nesnenin birbirleriyle ve internetle kablosuz ağa bağlanmasını sağlamaktadır. Siber fiziksel sistemler, fiziksel dünya ile bilgi işlem ve iletişimin siber dünyasını birbirine bağlayan; işlemleri bilgi işlem ve

iletişim merkezi tarafından izlenen, koordine, kontrol ve entegre edilen fiziksel ve mühendislik sistemleri olarak tanımlanmaktadır (Vasseur ve Dunkels, 2010; Rajkumar, Lee, Sha ve Stankovic, 2010). Siber fiziksel sistemlerde fiziksel dünya, fiziksel sürecin parçaları olan sensörlerden, cihazlardan ve aktüatörlerden; siber dünya ise fiziksel süreci yönetmek için kullanılan algoritmalar, senaryolar, veri tabanı ve güvenlik birimlerinden meydana gelmektedir (Apaydın Özkan, 2016). Siber fiziksel sistemler, fiziksel ve siber dünya ile bu dünyalar arasındaki iletişimi sağlayan ağ yapısından oluşan bütündür (Şekil 2.5). Sanal bir model olarak siber uzaya çevrilen fiziksel bir nesne olarak gösterilen siber fiziksel sistemlerde; ağ oluşturma becerileri ile sanal model fiziksel yönünü izleyip kontrol ederken, fiziksel yönü de sanal modelini güncellemek için veri göndermektedir (Lee, J., 2015). Sağlık alanında tıbbi operasyonlarda, üretim sistemlerinde, trafikte kontrol ve güvenliğin sağlanmasında siber fiziksel sistem uygulamalarının geliştirildiği görülmektedir (Lee, E., 2015).

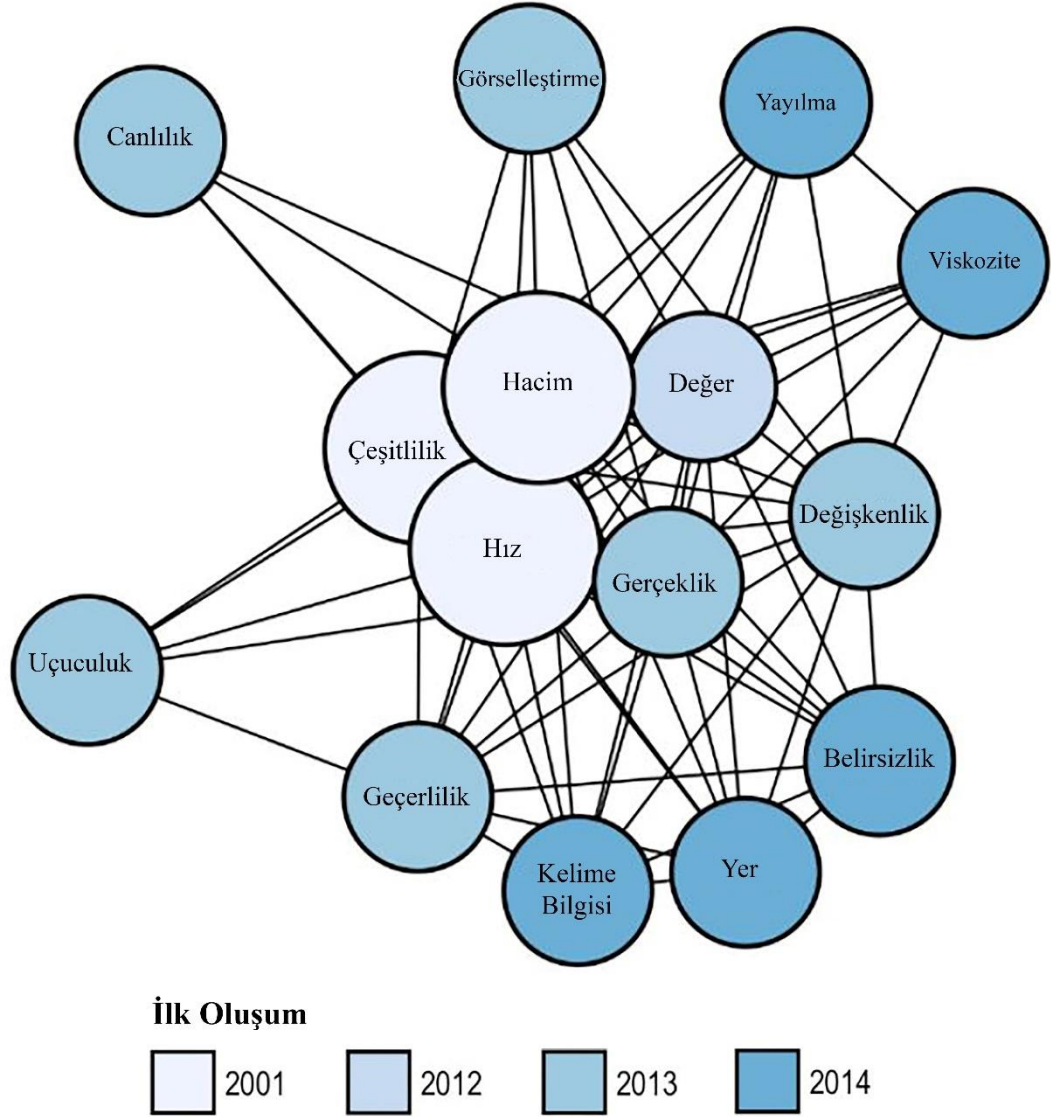


Şekil 2.5 Siber fiziksel sistemin yapısı (Apaydın Özkan, 2016, s.201'den uyarlanmıştır)

2.1.2.4 Büyük Veri

Büyük veri, içerisinde hacim (volume), hız (velocity), çeşitlilik (variety), değer (value) ve gerçeklik (veracity) özelliklerini barındıran, geleneksel teknolojilerle yakalanması, yönetilmesi, işlenmesi veya analiz edilmesi zor olan veri kümeleridir. 2011 yılında International Data Corporation (IDC) ve McKinsey & Company

tarafından oluşturulan raporlarda bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle çeşitli kaynaklardan elde edilen verilerin katlanarak arttığı belirtilmektedir (Gantz ve Reinsel, 2011; Manyika, Chui, Brown, Bughin, Dobbs, Roxburgh ve Hung Byers, 2011). McKinsey & Company büyük verileri, boyutu geleneksel veri tabanı yazılım araçları tarafından yakalanamayan, depolanamayan, yönetilemeyen ve analiz edilemeyen veri kümeleri olarak tanımlamaktadır (Manyika vd., 2011). Literatürde büyük veri ile ilgili çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Bu konuda 2014 yılında büyük veri olarak adlandırılan veri kümelerine ilişkin tanımların incelendiği çalışmalar vardır. İlgili çalışmalarda söz konusu tanımlar için; IDC'nin 2011 yılındaki raporu, Laney'in 2001'deki araştırması, McKinsey & Company'in 2011'deki raporu, The National Institute of Standards and Technology (NIST)'in 2012'deki sunumu ve Apache Hadoop'ın 2010'daki ifadeleri dikkate alınmıştır (Chen, Mao ve Liu, 2014; Hu, Wen, Chua ve Li, 2014). Bu ifadelerde büyük veri, kendisini tanımlayan özelliklere göre 3 V, 4 V ve 5 V olarak yer almaktadır. 3 V modeli, veri yönetimi zorluklarını çözmek için geliştirilmiştir (Beyer ve Laney, 2012). Ancak sonraki süreçte, hacim (volume), hız (velocity) ve çeşitlilik (variety) olarak tanımlanan 3 V modeli büyük veriyi tanımlamak için kullanılmıştır. Büyük veri, kendisini tanımlayan niteliklere “değer (value)” özelliğinin eklenmesiyle 4 V modeli; “gerçeklik (veracity)” özelliğinin eklenmesiyle ise 5 V modeli olarak ifade edilmektedir (Chen, Mao ve Liu, 2014; Zhang, Ren, Liu, Xu, Guo ve Liu, 2017). Ayrıca literatürde büyük verinin 6 V, 7 V, 8 V, 10 V, 14 V ve 17 V şeklinde ifadeleri de bulunmaktadır (Khan, Uddin, ve Gupta, 2014; Firican, 2017; Arockia Panimalar, Varnekha Shree ve Veneshia Kathrine, 2017). Tom Shafer ise, büyük veriyi 42 V ile tanımlamaktadır (Shafer, 2017). Büyük verinin keşfedilen her yeni özelliği onu geliştirmektedir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6 Farklı yıllarda yapılan tanımlara göre temel üç karakteristik özelliği çerçevesinde şekillenen büyük veri (Shafer, 2017'den dönüştürülmüştür)

Büyük verinin beş karakteristik özelliğinin açıklanması, onun daha net anlaşılmasına yardımcı olacaktır. Hacim (volume), veri miktarını ifade etmektedir. Depolanan veri boyutu da süreçte sırasıyla Megabayt, Gigabayt, Terabayt, Petabayt ve Eksabayt şeklinde artmıştır (Narasimhan ve Bhuvaneshwari, 2014). Hız (velocity), gerçek zamanlı veri akışını sağlayan, veri işleme hızını ifade etmektedir. Bilişim teknolojilerinin gelişmesinin etkisiyle daha hızlı veri üretilmekte ve üretilen büyük miktardaki veri, veri hacmini artırmaktadır (Zhang vd., 2017). Çeşitlilik (variety); ses,

video, web sayfası, metin gibi yarı yapılandırılmış, yapılandırılmamış verilerden ve geleneksel yapılandırılmış verilerden oluşan farklı veri türlerini ve kaynaklarını temsil etmektedir (Chen, Mao ve Liu, 2014). Değer (value) özelliği ile, hacmine oranla düşük değere sahip olan büyük verinin analiz edilmesi durumunda yüksek bir değer elde edileceği vurgulanmaktadır (Gandomi ve Haider, 2015). Gerçeklik (veracity) ise, büyük veride toplanan verilerin güvenilirliği ve doğruluğudur (Narasimhan ve Bhuvaneshwari, 2014).

2.1.2.5 Akıllı Fabrikalar

Akıllı, ileri otomasyonun eş anlamlısı olarak, içerdği sensör veya aktüatör, mikrobilgisayar ve alıcı-verici gibi gömülü sistemler sayesinde iletişim ve bilgi işlem yetenekleri artırılan geliştirilmiş nesneleri ifade etmektedir. Söz konusu akıllı cihazlar karar verme, kontrol ve hareket etme yeteneğine sahip diğer akıllı cihazlarla, bir ağ içerisinde iş birliği yapabilmektedir (Raji, 1994). Endüstri devrimlerinin gerçekleşmesiyle, dünyada ekonomik rekabet artmış ve üretim sistemlerinin gelişen teknolojiye paralel olarak güncellenmesi gerekli olmuştur. Endüstri 4.0 ile birlikte kullanılan siber fiziksel sistemlere dayalı, büyük veri, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin gelişmesi, üretim ve tedarik zincirinde otomasyonu sağlayan “akıllı fabrika” olarak adlandırılan yeni bir üretim sisteminin temelini hazırlamaktadır. Akıllı fabrikalar, her yerde bulunan fabrika, gerçek zamanlı fabrika, geleceğin fabrikası gibi çeşitli terimlerle de ifade edilmektedir. Söz konusu terimlerin kavramsal çerçevelerini inceleyen Radziwon, Bilberga, Bogersa ve Madsen (2014) akıllı fabrikayı, “karmaşıklığın arttığı bir dünyada dinamik ve hızla değişen sınır koşullarına sahip bir üretim tesisinde ortaya çıkan sorunları çözecek esnek ve uyarlanabilir üretim süreçleri sağlayan bir üretim çözümü” şeklinde tanımlamaktadır (s. 1187). Bu tanımlamanın yanı sıra akıllı fabrikaların üretim maliyetlerini düşürmesi, yazılım ve donanım teknolojilerinin entegrasyonu ile gelişmiş düzeyde bir otomasyon sunması ve etkin bir organizasyon yeteneğine sahip olması özelliklerinden söz etmektedir.

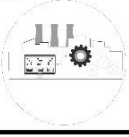
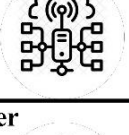
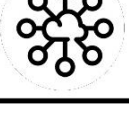
Akıllı fabrikalar kavramıyla birlikte yaygın olarak kullanılan otomasyon, endüstride, yönetimde ve bilimsel işlerde insan aracılığı olmadan işlerin otomatik

olarak yapılmasını, öz devinimi ifade eder (TDK, 2020). Akıllı fabrikalarda vurgulanan otomasyon ise fabrikaların kendi kendini örgütleme, kendi kendine öğrenme ve kendini uyarlama becerilerini sağlayan özetle üretim sürecini kendi kendine sürdürme ve tamamlamasıyla açıklanmaktadır (Chen, Wan, Shu, Li, Mukherjee ve Yin, 2017). Tablo 2.1’de otomasyonu sağlayan akıllı fabrikalar ile günümüzdeki fabrikaların karşılaştırılması yer almaktadır.

Tablo 2.1 Günümüz fabrikaları ile akıllı fabrikaların karşılaştırılması (Lee, J., 2015 çeviren Calp, Bahçekapılı ve Berigel, 2018, s.118)

	Veri Kaynağı	Günümüz Fabrikaları		Akıllı Fabrikalar (Endüstri 4.0 tabanlı)	
		Özellikler	Teknolojiler	Özellikler	Teknolojiler
Bileşen	Sensör	Hassas	Akıllı Sensörler ve Arıza Tespiti	Kendi kendine tetikte olma, Kendi kendine tahmin	Arıza izleme ve kalan yaşam tahmini
Makine	Kontrolör	Üretilebilirlik ve Performans	Durum Tabanlı İzleme ve Teşhis	Kendi kendine farkındalık, Kendi kendine tahmin, Kendi kendine karşılaştırma	Tahmini süre ve arıza önleme
Üretim sistemi	Ağ sistemi	Verimlilik	Verimsiz Operasyonlar: İş ve Atık Azaltma	Kendi kendine yapılandırma, Kendi kendine bakım, Kendi kendine organize	Esnek kontrol sistemleri ile endişesiz ön görülebilirlik

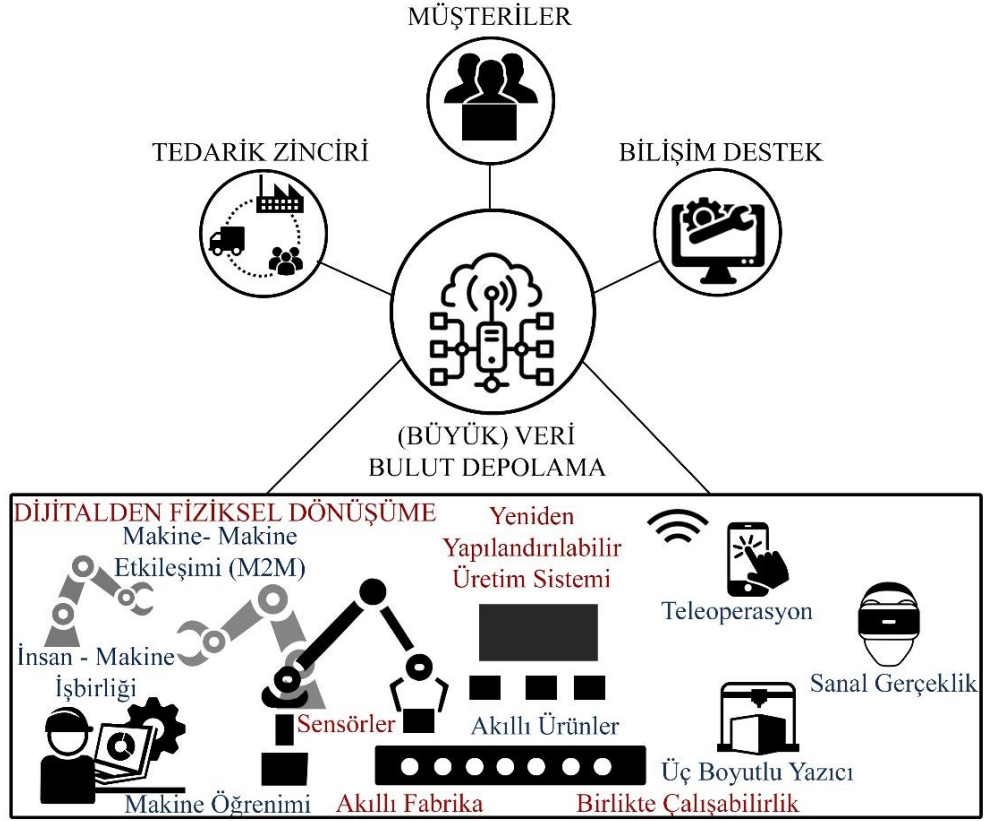
Akıllı fabrikalar üretimde verimliliği hedeflemektedir. Bu doğrultuda üretim süresini kısaltırken ürünlerin kalitesini artırır; ileri düzey otomasyonu sağlayarak işçi masraflarını düşürür. İnsan müdahalesini en aza indirmeyi amaçlar. Böylece üretimde ortaya çıkabilecek hataları önlerken hata oranını da azaltır. Nesnelerin internetiyle üretim alanındaki fabrika sahalarında eş zamanlı optimizasyonu gerçekleştirerek verimliliğin artmasını sağlar. Söz konusu fabrikalarda büyük verilerin etkin bir şekilde kullanılması, üretim sürecinin izlenmesi ve uzaktan kontrolü önemlidir. Üretim süreci kadar malzeme akışı, ürün talebi gibi ürün tedarik zincirinin takibi ve pazarlama stratejisi olarak tüketiciler tarafından satın alma öncesi ve sonrası hizmetlerin geliştirilmesi de değerlidir (Shrouf, Ordieres ve Miragliotta, 2014). Bu fabrikaların karakteristik özellikleri vardır (Şekil 2.7). Ayrıca akıllı fabrikalar, sahip olduğu üretim sistemi ve üretim hattında bulunan makineler ile kitlesel özelleştirmeyi sağlayabilmek için yapılandırılabilir olmalıdır (Lee, J., 2015).

 Kitlelöl Özelleştirme Üretim sistemi, üretim siparişlerinin değişen gereksinimlerini karşılar, son andaki değişikliklere izin verir.	 Şeffaflık ve Optimize Edilmiş Karar Verme IoT ile üretim alanındaki fabrika sahalarında gerçek zamanlı optimizasyonu sağlar.
 Esneklik Akıllı üretim süreçleri ve kendini yapılandırma; zaman, kalite ve fiyat gibi farklı yönleri dikkate alır.	 Yeni Hizmetler Oluşturma İot ile, müşterilerden satın alma öncesi ve sonrası için yeni hizmetlerin, uygulamaların ortaya çıkmasını tetikler.
 Otomasyon İot ve siber fiziksel sistemlerin entegrasyonu ile, üretim sistemini kendi kendine sürdürür ve tamamlar.	 İnsanın Rolünün Değişimi İnsan müdahalesini en aza indirir, işçi masrafları ve hata oranı azalır.
 Bağlı Tedarik Zinciri İot ile gerçek zamanlı olarak malzeme akışı ve üretim döngüsü süreçleri gibi tedarik zinciri bilgilerine ulaşılır.	 Enerji Yönetimi Akıllı sayaçlarla üretim sisteminin enerji tüketiminin takibi ve kontrolü sağlanır.
 Uzaktan Gözleme İot ile, üçüncü taraflar, yeni servislerle fabrikaların izlenmesine, işletilmesine ve bakımına katılır.	 Proaktif Bakım Üretim sisteminin izlenmesi ve performans verilerinin gerçek zamanlı toplanması, proaktif bakımın iyileştirilmesini sağlar.
 Fabrikalar için Yeni Planlama Yöntemleri Mekatronik sistemlerin planlanması dikkate alınarak dijital modellere dayalı soyut planlama yöntemleri kullanılır.	 Toplanan Büyük Verilerden Değer Oluşturma Büyük verilerden, verimliliği arttırmak için kullanılacak yeni değerler oluşturur.

Şekil 2.7 Akıllı fabrikaların karakteristik özellikleri (Shrouf vd., 2014 makalesinden üretilmiştir)

Akıllı fabrikalar, değişen ürün çeşidi ve miktarını pazar gereksinimlerine göre ayarlayabilme özelliğiyle yeniden yapılandırılabilir üretim sistemleri olarak öne çıkmaktadır (Şekil 2.8). Tedarik sürecine, müşteri isteklerine, satın alma öncesi ve sonrasına ait hizmetlere ve bilişim destek, kontrol sistemlerine ilişkin veriler ile veri bulut depolama arasında bilgi akışı sürmektedir. Bu bilgi akışı, üretim sistemi ile bulut veri depolama arasında da devam etmektedir. Endüstri 4.0'ın daha net anlaşılabilmesi açısından bu konudaki kavramları incelemek gerekmektedir. Akıllı fabrikalarda birlikte çalışabilirlik önemli bir unsurdur. Nesnelerin interneti ile makine-makine etkileşimi (M2M), üretim sistemleri ve aktörler arasındaki iş birliği ile fabrika sahalarında makineler ve ürünler arasında eş zamanlı olarak bilgi aktarımı gerçekleşmektedir. Teknolojinin yetersiz kaldığı durumlarda üretimde tam otomasyon sağlanamadığında insan-makine (H2M) iş birliği gerekli olmaktadır. İnsan-makine iş

birliği için teleoperasyon, uzaktan kontrol içeren, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ortamlarına dayanan kullanıcı arayüzü kullanılmaktadır. Bu yapılandırılmamış iş görevlerinin yürütülmesi için de insan yerine, robot teknolojisi geliştirilmektedir (Rojko, 2017).



Şekil 2.8 Akıllı fabrikaların yeniden yapılandırılabilir üretim sistemi (Rojko, 2017, s. 81’den uyarlanmıştır)

2.1.2.6 Otonom Robotlar

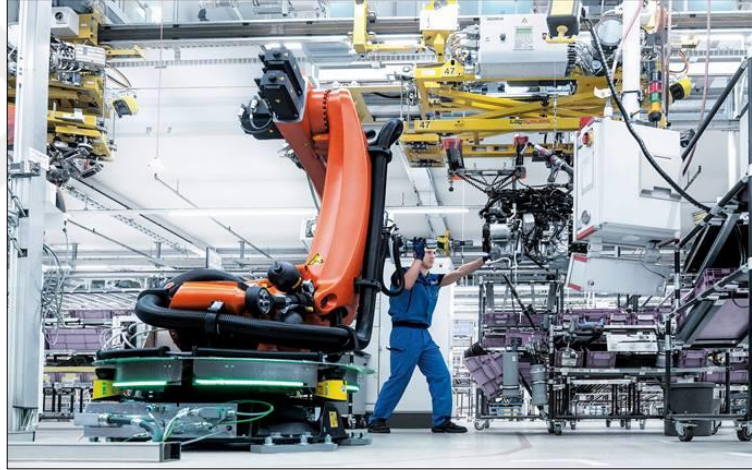
Yapay zekâ, 1956 yılında Stanford Üniversitesi’nden John McCarthy tarafından ortaya atılmış ve 1958 yılında yayınlanan “Programs with common sense” isimli makalesiyle tanınmıştır. McCarthy yapay zekayı, “akıllı makineler üretme bilimi ve mühendisliği” olarak tanımlamaktadır. Yapay zekaya sahip olan bir makineden nesnelerin interneti verilerine dayanarak insana özgü, öğrenme akıl yürütme, çevreyi

algılama, anlama, kontrol ve hareket etme gibi akıllı davranışlar sergilemesi beklenmektedir (Bogue, 2014).

Otonom robotlar, yapay zekaya sahip; büyük veri, nesnelerin interneti, bulut bilişimi, siber fiziksel sistemler gibi teknolojilerle paralel olarak geliştirilmiştir. Harici yönlendirmelere gereksinim duymayan bu robotlar; etkin düşünme, karar verme ve hızlı müdahale etme yetenekleri ile daha özerk ve esnek duruma gelmektedir (Goel ve Gupta, 2020). Kendi performanslarını izleyip, kontrol edip, ilgili verileri kaydedebilen ve birbirlerinin güncellemesini de gerçekleştirebilen birbirleri ile bağlantılı akıllı makinelerdir (Pramanik, Mukherjee, Pal, Upadhyaya ve Dutta, 2019). Bu robotlar, şekil 2.10'daki gibi belirli bir işi yapmak için programlanmış robotlardan farklı olarak insanlarla iş birliği içinde çalışabilir, fiziksel olarak zorlayıcı veya tehlikeli görevlerde insanlar yerine kullanılabilir ve görevlerini kısa sürede tamamlayabilir (Kamarul Bahrin, Othman, Nor Azli ve Talib, 2016). Söz konusu özellikleriyle esnek çalışabilen ve özerkleşen işbirlikçi otonom robotlar, Endüstri 4.0'ın temeli olarak görülmektedir (Goel ve Gupta, 2020). Otonom robotlar geleceğin fabrikası olarak görülen akıllı fabrikaların önemli bir parçasıdır. Bu robotlar imalat sektörü dışında sağlık, madencilik, askeri ve kamu güvenliği, süpermarket ve alışveriş merkezleri, tarım, üç boyutlu baskı ve mobilya, müzik gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (Goel ve Gupta 2020). Öne çıkan otonom robot teknolojiler arasında, Kuka şirketinin robotları gelmektedir (Şekil 2.9). Kuka endüstriyel robotları malzeme işleme, makineleri yükleme ve boşaltma gibi işlerin yapılmasını sağlarken; hafif robotları, montaj hattı görevlerinin yanı sıra nesnelerin interneti ile üretim sürecindeki verilere eş zamanlı olarak ulaşmaktadır (Pramanik vd., 2019).



Şekil 2.9 Kuka KMR iiwa otonom, gezebilen ve LBR iiwa sabit robotu (ASM'de Industrie 4.0, 2020)



Şekil 2.10 İnsan- robot iş birliği (Cobots in the industry, 2020)

2.1.2.7 Simülasyonlar

Simülasyonlar, fiziksel dünyadaki ürünlerin, üretim sistemlerinin ve süreçlerinin eş zamanlı verilerine dayanılarak oluşturulan sanal modelleridir (Davutoğlu, 2017). Gerçek üretim sisteminin ve aşamalarının eş zamanlı olarak sanal ortamda izlenmesini, beklenmeyen durumların önceden görülüp, saptanmasını ve buna ilişkin müdahale yöntemlerinin planlanmasını sağlar. Ayrıca üretim öncesi, üretim hattındaki ürünlerin sanal ortamda test edilmesini temin eder (Çelen, 2017). Simülasyonlar, üretimde

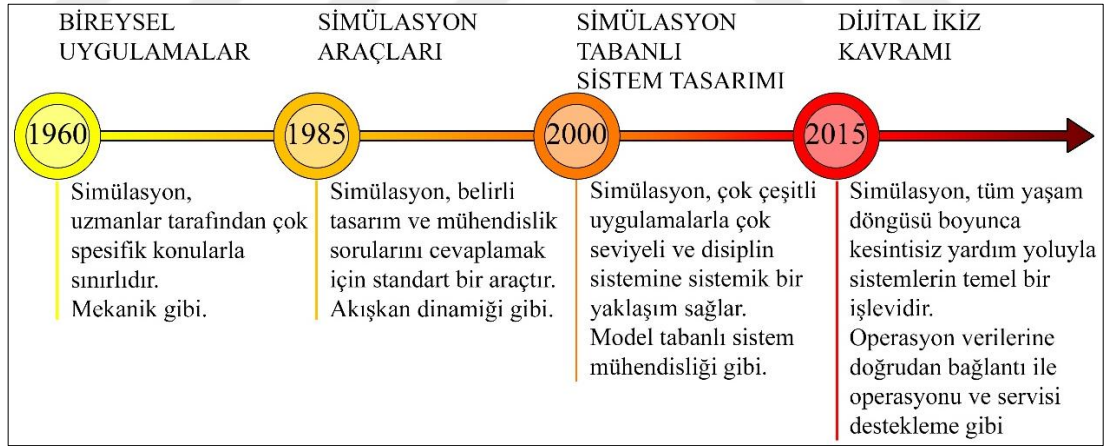
verimliliği artırma, maliyeti düşürme, kitlesel özelleştirmeyi sağlama ve otonom sistemleri destekleme özellikleriyle Endüstri 4.0'ın hedeflerine ulaşmada önemli teknolojik gelişmelerden biridir. Simülasyonlar başlangıçta yalnızca uzmanlar tarafından, sınırlı konularda kullanılmaktadır (Rosen, Wichert, Lo ve Bettenhausen, 2015). Teknolojik gelişmelerin ilerlemesiyle birlikte kullanım alanı genişlemiş ve daha fazla kişi tarafından kullanılabilir olmuştur. Söz konusu gelişmeler; bilgisayar grafiklerinin ve simülasyonlara ilişkin çeşitli yazılımların geliştirilmesi ile bilgisayar gücünün ve dijital görüntü üretiminin artması şeklinde özetlenebilmektedir. Simülasyon teknolojisinin tarihsel süreci Tablo 2.2'de yer almaktadır.

Tablo 2.2 Simülasyonun tarihsel süreci (Gunal, 2019; Weyer, Meyer, Ohmer, Goreck ve Zühlke, 2016 makalesinden üretilmiştir)

1945 ve 1950'lerin başı	Bilgisayar simülasyonunun başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Bilgisayarların evriminin öncesinde stokastik örnekleme yöntemlerinin kullanıldığı bilinmektedir. Olasılık teorisine bağlı simülasyon modeli olan "Monte Carlo yöntemi" terimi 1947'de icat edilmiştir.
1960'lar	İlk genel amaçlı simülatör (GSP) geliştirilmiş, Genel Amaçlı Simülasyon Sistemi (GPSS) piyasaya sürülmüş, sanal gerçekliğin öncüsü olarak görülen Sensorama tasarlanmış ve Genel Etkinlik Simülasyon Programı geliştirilmiştir. "Simülasyon Sanatı" isimli ilk ders kitabı yayınlanmıştır.
1970'lerin sonu ve 1980'lerin başı	Dijital görüntü üretiminin tanıtılmasıyla simülasyon gelişmiştir, paralelinde kullanımı artmış ve yaygınlaşmıştır.
1980'ler	Bilgisayar grafiklerinin gelişimi, simülasyonların gelişimini tetiklemektedir. Fabrikalarda simülasyon kullanımı gelişmektedir. Sayılarla yapılan simülasyonlar, ikonik animasyonlara ve iki boyutlu animasyonlara evrilmiştir. Askeri uçuş, deniz ve denizaltı simülatörleri üretilmiş ve NASA düşük maliyetli sanal gerçeklik ekipmanı geliştirmiştir.
1990'ların başı	Piyasada bulunan simülasyon yazılımları artmaktadır. Artan bilgisayar gücü, eş zamanlı simülasyonları ve etkileşimli grafikleri mümkün kılmıştır. Ticari amaçlı sanal gerçeklik uygulamaları üretilmeye başlanmıştır.
2000'ler	Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD) ve Bilgisayar Destekli İmalat (CAM) yazılımları ile ürün tasarımı ve üretiminin bir parçası olarak geliştirilen üç boyutlu simülasyonlar, Endüstri 4.0 için önemli duruma gelmektedir.

Simülasyonların gelişimi ise dört aşamada ifade edilmektedir (Rosen vd., 2015). Tarihsel süreçte simülasyonlar, analitik ve optimizasyon odaklı modellerden; tekrar

tekrar kullanılacak karar destek araçlarıyla bütünleştirilmiş modellere evrilmeye başlamıştır (Rodric, 2017). Endüstri 4.0 ile simülasyon modelleme üretim süreçlerine entegre olmaktadır. Bu aşamada karşımıza “Dijital İkiz” kavramı çıkmaktadır. Rodic (2017), dijital ikiz kavramını “ürünlerin simülasyon modellemesinin kullanıldığı ve sanal bir ortamda ilk kez tam olarak geliştirildiği, test edildiği ve sonraki aşamalarında bir önceki ürün tarafından üretilmiş olan bilgilerin toplanıp kullanıldığı, ürün yaşam döngüsünün genişletilmiş tüm aşamalarını içermektedir” şeklinde ifade etmektedir (s.196). Simülasyonlar, yalnızca ürünler için değil, sistemler için de doğrulamayı ve test etmeyi olanaklı kılmıştır. Bu durum simülasyonun, temel ürün-sistem işlevselliği olarak kullanımını genişletmiştir (Şekil 2.11). Dijital İkiz’de simülasyon modeli, fiziksel sistemi ileri düzeyde yansıtmalı, ayrıntılar önemsenmeli ve soyutlamalar asgari tutulmalıdır. Bu modellerin yapısı ve değişkeni veri tabanlı olduğu için ileri otomasyonu sağlamaktadır (Rodric, 2017). Dijital İkiz, ürün ve üretim süreci hakkında elde edilen verileri saklayıp, üretimi yürütecek otonom sistemlere sunarak, üretim sistemini en üst seviyeye taşımak için kullanılmaktadır. Bu durum üretim sisteminin geliştirilmesi ve işletilmesinde önemli aşamadır (Rosen vd., 2015).

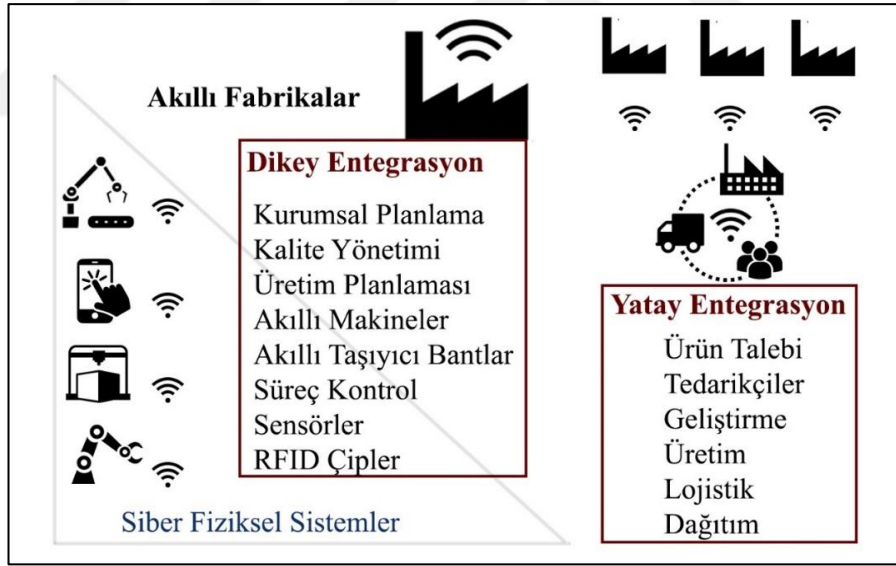


Şekil 2.11 Simülasyonların gelişimi (Rosen vd., 2015, s. 568’den dönüştürülmüştür)

2.1.2.8 Sistem Entegrasyonu

Akıllı fabrikalarda; endüstriyel organizasyonun parçası olan yapılandırılabilir üretim sisteminin, tedarik zincirinin, müşterilerin ve bilişim destek birimlerinin ağlar

üzerinden birbiriyle bütünleşmesi ve uyumlu çalışması önemlidir. Bunun için akıllı fabrikalar, temelde dikey ve yatay entegrasyonlardan oluşan birbirine bağlı sistemlerden meydana gelmektedir. Dikey entegrasyonda, siber fiziksel sistemler ile üretim alanındaki makineler birbirlerine bağlanmakta, birbirlerinin çalışma süreçlerine ilişkin verilere erişebilmekte ve bunlar diğer makinelerle paylaşılabilmektedir. Bu durumda dikey entegrasyon, akıllı makinelerin merkezi şekilde yönetilmesini sağlamaktadır (Gunal, 2019). Ayrıca dikey entegrasyon aracılığıyla akıllı makineler, değişen ürün çeşidine göre uyum sağlayan, esnek, yeniden yapılandırılabilir, şeffaf ve kendi kendine organize bir üretim sistemi oluşturmaktadır (Sharma ve Jain, 2020). Yatay entegrasyon, tedarik zincirinde yer alan tüm birimlerin müşterilerin, tedarikçilerin, distribütörlerin ve perakendecilerin iletişimini temin ederken iş birliği içinde çalışmasını sağlamaktadır (Gunal, 2019; Sharma ve Jain, 2020). Akıllı fabrikaların amaçlanan özelliklerinin gerçekleştirilmesinde sistem entegrasyonu şartlarının sağlanması gereklidir.



Şekil 2.12 Endüstri 4.0 Dikey ve Yatay Sistem Entegrasyonu (Gunal, 2019, şekil 3; Sharma ve Jain, 2020, şekil 12-13'ten dönüştürülmüştür)

Gunal, simülasyonların söz konusu dikey ve yatay entegrasyon sistemlerinin tasarlanmasında, test edilmesinde ve geliştirilmesinde kullanılabileceğini öngörmektedir (Şekil 2.12). Dikey entegrasyon için dijital ikiz oluşturularak

makinelerin simülasyon modelleri üzerinde çalışmalar yapılabilir. Yatay entegrasyonda ise tedarik zincirinin simülasyon modeli ile hammadde, maliyet ve tedarikçiler ile ilgili konular üzerinde araştırma ve geliştirme çalışmaları yürütülebilir (Gunal, 2019).

2.1.2.9 Bulut Bilişim

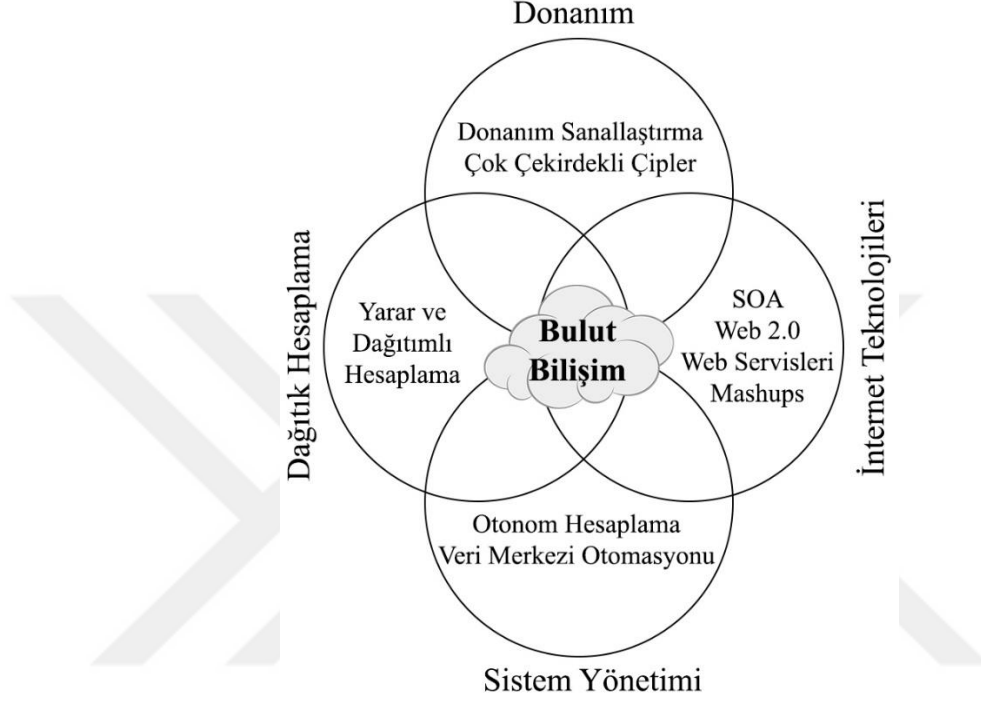
Bulut kavramı, Bulut Bilişim sistemlerinin yürütülmesi için gerekli; ağlar, bilgisayarlar, veri depolama gibi bileşenlerden oluşan temel altyapının soyutlanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Moura ve Hutchison, 2016). Bulut Bilişimin tarihi, 1960'lı yıllara; John McCarthy'nin "Bilgi işlem (hesaplama) kullanımının bir gün "kamu hizmeti" şeklinde sağlanabilir ve düzenlenebilir özetle organize edilebilir bir hizmet programı olacağı" düşüncesine dayanmaktadır. 1966 yılında ise Parkhill, "The Challenge of the Computer Utility" adlı kitabında Bulut Bilişimin özelliklerini tartışmıştır (Hamdaqa ve Tahvildarı, 2012).

Voorsluys, Broberg ve Buyya, 2011'deki çalışmalarında literatürde yer alan çeşitli Bulut Bilişim tanımlarını incelemektedir (Voorsluys, Broberg ve Buyya 2011). Bu tanımlamalara göre Bulut Bilişim, kullanıcıların isteğine göre, kullanıcının konumundan bağımsız bir şekilde erişilebilir, faydalı bilgi işlem, depolama ve yazılım hizmeti sunar. Ayrıca soyutlanmış ve sanallaştırılmış kaynaklardan oluşan büyük bir havuz özelliği taşımaktadır. Bu havuzdaki veriler anlık duruma göre etkin bir şekilde yeniden yapılandırılırken kaynak kullanımını üst seviyeye taşımaktadır. Ticari tanımlamalarda ise kullanım başına ödeme modeline dayalı olduğundan söz edilmektedir. Bu kavram Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü'ne (NIST) göre daha teknik ve standart bir şekilde şöyle tanımlanmaktadır.

Bulut bilişim, minimum yönetim çabası veya servis sağlayıcı etkileşimi ile hızlı bir şekilde sağlanabilen ve serbest bırakılabilen, yapılandırılabilir bilgi işlem kaynaklarının (ör., ağlar, sunucular, depolama, uygulamalar ve hizmetler) ortak havuzuna her yerde, uygun, isteğe bağlı ağ erişimi sağlamak için bir modeldir.

Bu bulut modeli beş temel özellik, üç hizmet modeli ve dört dağıtım modelinden oluşur (Mell ve Grance, 2011, s.2).

Tablo 2.3'te Bulut Bilişim sisteminin modeli kısaca açıklanmaktadır.



Şekil 2.13 Bulut Bilişimin gelişmesine katkı sağlayan teknolojiler (Voorsluys, Broberg ve Buyya, 2011, şekil 1.1'den çevrilmiştir)

Bulut bilişimin gelişmesinde; donanım, internet, dağıtık hesaplama ve sistem yönetimi gibi teknoloji alanlarındaki ilerleme ve bu alanların birbirleriyle yakınsaması itici bir güçtür (Şekil 2.11). Bulut bilişim, veri depolamasını desteklemekte, hesaplama gücünü ve ağ iletişimini artırmakta Büyük Veri uygulamalarının geliştirilmesini de sağlamaktadır (Moura ve Hutchison, 2016). Günümüzde ticaret, eğitim, sağlık ve oyun gibi alanlarda Bulut Bilişime dayalı uygulamaların geliştirildiği ve kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 2.3 Bulut Bilişim modelinin tanımlanması (Mell ve Grance, 2011 tarihli raporundan ve Hamdaqa ve Tahvildarı, 2012'deki makalesinden oluşturulmuştur)

Temel Özellikler	İsteğe Bağlı Self-servis Kullanıcı, bulut hizmetlerinden isteği doğrultusunda, hizmet sağlayıcısı ve insan etkileşimine gerek duymadan otomatik bir şekilde yararlanır.
	Geniş Ağ Erişimi Bulut servislerine standartlaştırılmış mekanizmalar ve arayüzlerle ağ üzerinden erişilir. Tabletler, cep telefonları ve bilgisayar gibi araçların kullanımını teşvik eder.
	Kaynak Havuzu Depolama alanları, işlemciler, bellek ve ağ bant genişliği gibi kaynaklardan bir havuz olan bulut bilişim, farklı zamanlarda birden fazla kullanıcıya kiralanabilir, kaynak paylaşımı artırılır ve farklı kullanıcılara isteklerine göre kaynaklar atanır.
	Hızlı Esneklik Bulut bilişimde esneklik, kaynakları tedarik ederek ve serbest bırakarak, istekler paralelinde hızlı bir şekilde içe veya dışa ölçeklendirme, genişletme yeteneğidir.
	Ölçülü Hizmet Ölçüm yeteneği ile hizmet türüne göre kaynak kullanımı, kullanılan hizmet sağlayıcısı ve kullanıcısı takip ve kontrol edilir.
	Denetlenebilirlik ve Onaylanabilirlik Mevzuata uygunluğun denetlenebilmesi için hizmetler; kural ve düzenlemelerin doğruluğunun izlenebilmesi için günlükler tutar ve izleri kaydeder.
Hizmet Modelleri	Hizmet Olarak Yazılım (SaaS) Sağlayıcı tarafından sahip olunan, dağıtılan ve yönetilen hizmet, son kullanıcıya bir sağlayıcı yazılımı tarafından kısıtlı erişim verir. İsteğe bağlı video içerik servisleri ve e-posta hizmetleri gibi uygulamalar SaaS örnekleridir.
	Hizmet Olarak Platform (PaaS) SaaS sağlayıcısı, bulut geliştiricisi ya da yöneticisi olan hizmet kullanıcısının bulut temel altyapısına doğrudan kontrolü olmadan, bulut uygulamalarını geliştirmesine, tanımlamasına, dağıtmasına ve yönetmesine izin verir.
	Hizmet Olarak Altyapı (IaaS) Genellikle PaaS sağlayıcılarından oluşan hizmet kullanıcılarının istekleri doğrultusunda; işleme, depolama ve ağ gibi bilgi işlem kaynaklarını kapsayan altyapı yeteneklerini, platformları ya da onlar üzerinde geliştirilen uygulamaları dağıtmak ve işletmek için kiralamasına izin verir.
Dağıtım Modelleri	Özel Bulut Alt yapı ve platformun tamamen şirket içi bulut uygulama sağlayıcısı tarafından yürütüldüğü veri merkezidir.
	Topluluk Bulutu Genellikle ortak hedeflere sahip veya belirli bir topluluğa ait olan kuruluşların üyeleri için oluşturduğu ortak bir bulut veri merkezidir.
	Genel Bulut Bulut sağlayıcıları kullanıcı arasındaki hizmet seviyesi antlaşmasına göre alt yapı ve platform hizmetlerini halka sunar ve çok kiracılı model olarak da adlandırılır.
	Karma Bulut Genel ve özel bulutların birleşimidir. Bu modeller arasında uygulamaların ve verilerin birlikte çalışmasına izin verir.

2.1.2.10 Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik

Sanal gerçeklik, bilgisayar grafiklerinden sanal bir dünya oluşturan, bilgisayar destekli, ileri düzeyde bir görselleştirme sağlayan simülasyon aracıdır (Gunal, 2019). Sanal gerçeklik, teknolojik yazılım ve donanımlardan yararlanılarak oluşturulan, gerçek hissi veren üç boyutlu ortamda kullanıcının duyularını harekete geçirerek ortam ile kullanıcının karşılıklı etkileşim içerisinde olmasını hedefleyen, bu sebeple onu rahatsız etmeyecek şekilde tasarlanan özel giyilebilir teknolojik donatıların kullanıldığı bir sistem, kurgudur. Artırılmış gerçeklik ise, bilgisayar grafiklerinin fiziksel nesnelere bindirilmesiyle sağlanmaktadır. Modellenen ve görselleştirilen siber dünyayı eş zamanlı olarak gerçek dünya ile birleştirerek fiziksel dünyayı genişleten bir gelişmedir. Böylece; ekranlar, gözlükler, el cihazları ve telefonlar gibi araçlar yardımıyla görüntülenen bu genişletilmiş fiziksel dünyada, kullanıcıların gerçeklik izlenimi artırılmaktadır (Lavingia ve Tanwar, 2019). Aynı zamanda sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik siber dünyayı simüle edebilen, kullanıcıların burayı kavramasını ve fiziksel dünyada değişiklikler yapılabilmesini sağlayan siber fiziksel sistemlerin de bir parçasıdır (Gunal, 2019).

Sanal gerçeklik ile gerçek üretim süreci dijital ortamda görselleştirilmektedir. Üretim sürecinde prototip modeller üzerinde çalışılarak; ürün geliştirme, üretim sürecini hızlandırma, hata oranını en aza indirme ve eğitim amaçlı kullanılmaktadır (Pramanik vd., 2019). Artırılmış gerçeklik, montaj gibi karmaşık işlerde uzmanlara bir gözlük aracılığıyla kılavuzluk edip, uzman ile iş birliği yapabilmektedir. Yönetici ve organizatörlerin, iş akışı hakkında sürekli bilgi sahibi olmalarını sağlamaktadır. Ayrıca iş güvenliğinin temin edilmesinde, kalifiye işçi yetiştirilmesinde, iş koordinasyonunun arttırılmasında ve iş kalitesinin yükseltilmesinde rol oynamaktadır (Lavingia ve Tanwar, 2020).

Sanal Gerçeklik, Bölüm 2.2’de ayrıntılı olarak yer almaktadır.

2.1.3 Endüstri 4.0'ın Etkilediği Alanlar

Endüstri 4.0 gelişen, sürekli yenilenen teknolojik altyapısıyla dünyada çeşitli alanları etkilemiş ve etkilemeye devam etmektedir. Söz konusu alanların başında, sağlık, spor, eğlence, eğitim, askeri ve ekonomi gelmektedir.

2.1.3.1 Sağlık Alanına Etkileri

Endüstri 4.0 kapsamında gerçekleşen teknolojik gelişmeler paralelinde, sağlık hizmetlerinin yürütülme şekli de dijitalleşmektedir. Bu dijitalleşme, sağlık sektörünü zaman ve maliyet açısından daha verimli duruma getirmekte ve insan kaynaklı hata oranını azaltmaktadır. Aslan ve Güzel (2019), bu bağlamda öne çıkan sağlık teknolojilerini Dijital Hastane, HIMSS (Sağlık Bilgi ve Yönetim Sistemleri Topluluğu) ve EMRAM (Elektronik Sağlık Kaydı Benimseme) kavramları kapsamında incelemektedir. Dijital Hastane; hastane yönetimi, doktorlar ve personeller arasındaki bilgi akışı için gerekli tüm evrak işlerinin otomasyon olarak yürütüldüğü; iletişim araçlarının, tıbbi cihazların ve bilgi sistemlerinin birbirlerine entegre olarak çalıştığı bir organizasyondur. Bu durum, hastane içinde ve dışında veri akışının sürdürülmesini sağlamaktadır (Aslan ve Güzel, 2019; “Dijital-Kağıtsız Hastane Nedir?”, 2020). HIMSS, bilgi ve teknoloji aracılığıyla dünya çapında sağlık hizmetlerinin geliştirilmesini amaçlamaktadır. Bu amaçla HIMSS bünyesinde, sağlık bilişimi ve teknolojilerine ilişkin son uygulamaları, ilerlemeleri keşfetmek ve paylaşmak için uluslararası kongre ve fuarlar organize edilmektedir (“HIMSS”, 2020). EMRAM ise HIMSS tarafından hastanelerin dijitalleşme seviyesini uluslararası düzeyde tespit etmek için geliştirilen bir modeldir. Söz konusu modelde, hastane işleyişinde optimizasyonun sağlanması için, elektronik tıbbi kayıt becerileri konusunda, en temel hizmetlerden başlanılarak çalışılmaktadır (“EMRAM nedir?”, 2020).

Sağlık alanında dijitalleşmeyi sağlayan teknolojilerden bulut bilişim; görüntü arşivleme ve iletişim sistemleri (PACS), sağlık bilimi sistemleri (HIS), radyoloji bilgi sistemleri (RIS) ve klinik bilgi sistemleri (CIS) gibi iş akışını iyileştiren sistemleri

geliştirmede kullanılmaktadır (Aslan ve Güzel, 2019). Robotlar, mikro cerrahide doktorların müdahalesinin kısıtlı olduğu alanlarda devreye girerek insan kapasitesinin üstünde ve hassas derecede hareket etmektedir (Şekil 2.15). Müdahaledeki insan kaynaklı hata oranını da azaltmaktadır (van Mulken, Scharnga, Schols, Cau, Jonis, Qiu, ve Sve van der Hulst, 2020). Ayrıca geliştirilen mikro robotlar, insan vücuduna girerek, erişilmesi zor alanlarda hareket edebilmekte, üstünde bulundurdukları ilacı hastalıklı hücrelere götürebilmektedir. Özetle hücreler arasında taşıyıcı olarak kullanılabilir (Aslan ve Güzel, 2019). Hastanelerde laboratuvarlarda tekrarlayan işler için, fizik tedavi ve rehabilitasyon süreçlerini desteklemek amacıyla üretilmiş sağlık alanında kullanılan robotlar da vardır (Büyükgöze ve Dereli, 2019). Günümüzde nesnelerin interneti ve sensör teknolojileri aracılığıyla geliştirilen giyilebilir teknoloji ürünleri ve uygulamaları bulunmaktadır. Çeşitli markaların ürettiği; nabız ölçme, harcanan kalori miktarını gösterme gibi özellikleriyle sağlıklı yaşam takibi yapabilen akıllı saatler karşımıza sıklıkla çıkmaktadır. Akıllı saatlerde kaydedilen sağlık verileri, geliştirilen uygulamalar ile telefon ve tabletlerle senkronize olmaktadır. Bu durum verilerin erişim alanını genişletmektedir. Giyilebilir sensör yamaları teknolojileri sayesinde Şekil 2.14'te görüldüğü gibi deri üzerine yapıştırılan bantlar ile vücut kortizol miktarı, sıcaklığı, PH'ı, glikoz seviyesi, alkol oranı, solunum hızı, kalp atış hızı analizleri yapılmaktadır (Büyükgöze, 2019; Parlak, Keene, Marais, Curto ve Salleo, 2018). Yapay zekâdan ise, kanser gibi hastalıkların teşhisi ve erken teşhisinde; genler, yönetici moleküller, proteinler üzerinde çalışmalar yapan biyoinformatik disiplininde yararlanılmaktadır. Ayrıca hastalık tahmininde, medikal görüntülemelerde hücre, doku sınıflandırılması, iç kanama tespiti, Alzheimer teşhisi, tümör saptaması ve ilaç geliştirmek için kullanılmaktadır (Kaya, Yılmaz ve Dikmen, 2019). Doktorlardan randevu alma, tahlil sonuçlarını görme ve reçetelere erişime olanak sunan, özetle kişisel sağlık verilerinin izlenmesini sağlayan uygulamalar geliştirilmektedir. T.C. Sağlık Bakanlığı bu kapsamda “e-nabız” adlı Kişisel Sağlık Sistemini geliştirmiştir. Salgın hastalıklar konusunda halkı bilgilendirmek, yönlendirmek ve riskleri en aza indirmek için geliştirilen uygulamalar da bulunmaktadır. Günümüzde Covid-19 salgını için T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından “Hayat Eve Sığar” adlı mobil uygulama kullanılmaktadır.



Şekil 2.14 Kortizol miktarı ölçen giyilebilir sensör yama (Parlak vd., 2018)



Şekil 2.15 Mikrocerrahide yardımcı olarak geliştirilen Microsure robotu (van Mulken vd., 2020)

2.1.3.2 Spor ve Eğlence Sektörüne Etkileri

Tarihsel süreçte teknolojinin ilerlemesi, spor ve eğlence sektörünü de etkilemekte ve bu alanda gelişmelere neden olmaktadır. Spor, “bedeni veya zihni geliştirmek amacıyla kişisel veya toplu olarak gerçekleştirilen, bazı kurallara göre uygulanan hareketlerin tümüdür” (TDK, 2020). Spor sektöründe yer alan spor dallarının gereksinimlerine göre bu alana özel geliştirilen çeşitli spor malzemeleri, donatıları, giysileri ve oyun alanları vardır. Profesyonel anlamda kurumsallaşan her spor dalı; yöneticiler, sporcular, antrenörler, hakemler, sağlık ekipleri, seyirci ve medya ekibi gibi unsurların bir araya gelerek oluşturduğu bir organizasyondur. Ayrıca kişisel amaçlar doğrultusunda her birey spor yapabilmektedir. Bu bağlamda teknolojik gelişmeler, spor sektöründeki arz-talep ilişkisine göre şekillenmekte ve konuya ilişkin

yürütülen araştırma-geliştirme çalışmaları aracılığıyla sektörde inovasyonun gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Spor kıyafeti olarak, giyilebilir sensör teknolojileri aracılığıyla OMsignal şirketi tarafından 2014 yılında geliştirilen “OM Biometric SmartWear” serisinden bir tişört; kullanıcının kalp atış hızı, solunum ve hareket gibi sağlık verilerini izlemekte ve verilerin cep telefonuna uygulama ile kaydedilmesi sağlanmaktadır (OMsignal biometric smartwear medical monitoring, 2020). Aynı şirketin 2016 yılında spor yapan kadınlar için “OMbra” adında biyolojik ve fizyolojik verileri kaydedip telefona aktarabilen akıllı spor sütyeni geliştirdiği görülmektedir (OMsignal launches smart sports bra, 2020). Sporcular için nano-teknoloji kullanılarak üretilen leke tutmayan, su tutmayan, teri dışarı atan, kış mevsiminde sıcak, yaz günlerinde serin tutan, kan dolaşımını artıran antibakteriyel, UV emici tekstil malzemeleri üretilmektedir. Nano-teknoloji yüzücü mayosu, spor ayakkabıları gibi giyilebilir malzemelerde değerlendirildiği gibi; spora yardımcı olan yoga ve pilates minderleri; golf sopası, golf topu, tenis topu, bowling topu, badminton raketi, tenis raketi, hokey sopası, beyzbol sopası, okçuluk malzemeleri, balık oltası, bisiklet, bisiklet lastiği, kayak malzemeleri, kızak ve buz pateni, hız arabaları, kano ve yarış tekneleri, yarış yatı yelken ve direkleri, spor kaskları, futbolcu tekmeliği gibi spor araç ve gereçlerini geliştirmek için kullanılmaktadır (Türkmen ve Mutlutürk, 2014). Nano-teknolojinin kullanımı, sporda ergonomiye dikkat çekerek sporcular için uygun konfor koşullarının oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu durum onların performans düzeyinin ve verimliliğinin artırılmasında etkilidir. Boks alanında, sensör teknolojisi ile sporcuların antrenman ve performanslarının takip edilmesi için kullanılan akıllı tekstil ürünleri de geliştirilmekte ve yarışmalarda hakemlerin daha doğru kararlar vermesini sağlayacak ekipmanlar tasarlanmaktadır (Tama, Gomes, Abreu, Souto, ve Carvalho, 2017). İleri kamera teknolojileriyle spor karşılaşmalarındaki çelişkili pozisyonlar saliseye indirgenecek kadar yavaşlatılarak yorumlanabilmekte; topu takip eden kartal göz kamera sistemiyle maç takibi kolaylaşmakta ve video hakem sistemiyle maçlardaki hata oranı en aza indirilmektedir (teknolojinin spor dünyasına kattığı yenilikler, 2020; Akgöl, 2019).

Oyun ise, “yetenek ve zekâ geliştirici, belli kuralları olan, iyi vakit geçirmeye yarayan eğlencedir” (TDK, 2020). Zaman geçirmek ve eğlence amaçlı olarak oynanan

oyunlar, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ilerlemesiyle 1970’li yıllarda atari salonlarında kültür haline gelmektedir. Daha sonra konsol gibi oyun donatılarının geliştirilmesiyle oyunların birden fazla kişi tarafından oynanması sağlanmış ve bu durum oyun alanında rekabet ortamı oluşturmuştur. Oyunların bilgisayar ortamına taşınması, 1980’lerde bilgisayarların yerel ağlarla birbirine bağlanmasının ardından 1990’lı yıllarda internet aracılığıyla tek bir ağ üzerinden oynanan çevrimiçi oyunlarla yaygınlaşmıştır (Kocadağ, 2017). Böylece başlangıçta sınırlı olarak süren rekabet ortamı küreselleşmektedir. Günümüzde oyun alanındaki dijitalleşme sürecinin sonucu olarak karşımıza çıkan “elektronik spor (e-spor)” kavramı, spor sektöründe yeni bir dal kabul edilmektedir. Elektronik spor, Uluslararası e-Spor Federasyonu (IESF) tarafından, “oyuncuların fiziksel ve zihinsel yeteneklerini sanal, elektronik bir ortamda çeşitli oyunlarda rekabet etmek için kullandıkları rekabetçi bir spor faaliyeti” olarak ifade edilmektedir (Esports, 2020). Türkiye Esports Federasyonu (TESFED) da 2018 yılının Nisan ayında kurulmuş olup Esports, Gençlik ve Spor Bakanlığı tarafından bir spor dalı olarak kabul edilmektedir (Turkish Esports Federation-TESFED, 2020). Çevrimiçi çok sayıda oyuncunun katılabildiği siber ortamlarda ulusal ve uluslararası; strateji, savaş, rol yapma, hayatta kalma gibi oyunların beraberinde geleneksel sporların sanal ortama uyarlanması durumlarını içeren çeşitli e-spor karşılaşmaları düzenlenmektedir (Şekil 2.16 ve Şekil 2.17).



Şekil 2.16 Artırılmış gerçeklik sporu olan Hado Dünya Kupası’nın 2019 yılı görseli (Hado, 2020)



Şekil 2.17 League of Legends Türkiye Büyük Finali'nin 2018 yılı görseli (TESFED fotoğraf arşivi, 2020)

2.1.3.3 Eğitim Sektörüne Etkileri

Eğitim, endüstriyel değişimleri tetikleyen ve bu değişimlerden etkilenen, özetle birbirlerinin gelişimini hızlandıran, endüstri alanında ilerlemenin ve kalkınmanın sağlanması için önemli bir araç olarak görülmektedir (Yazıcı ve Düzkaya, 2016). Endüstri Devrimlerinin gerçekleşmesi paralelinde eğitim sektöründe de gelişmeler görülmektedir. Tarihsel süreçte Endüstri Devrimlerinin eğitim alanına yansımalarından Eğitim 1.0, Eğitim 2.0, Eğitim 3.0 ve günümüzde Eğitim 4.0 şeklinde söz edilmektedir. Harkins'e göre Eğitim 1.0 tarım, Eğitim 2.0 endüstriyel, Eğitim 3.0 küreselleşen teknoloji, Eğitim 4.0 ise yenilikçi toplumun gereksinimlerine cevap veren eğitim evrelerini temsil etmektedir. Bununla ilişkili olarak Eğitim 1.0'da ezber ve deneyime; Eğitim 2.0'da internet etkin öğrenime; Eğitim 3.0'da bilgi tüketimine karşın bilgi üretiminin artırılmasına ve Eğitim 4.0'da yenilik üretimine odaklanılmaktadır (Harkins, 2008). Dolayısıyla Eğitim 4.0 için, bu çalışmada "2.1.2 Endüstri 4.0 ile İlgili Kavramlar" bölümünde de değinilen Endüstri 4.0 teknolojilerini kullanmaya ve geliştirmeye yatkın, nitelikli işgücüne sahip bireyler yetiştirilmesi önemlidir. Söz konusu bireyler, bilgi ve yenilikçi çağ olarak adlandırılan Endüstri 4.0 toplumunun gereksinimlerini karşılayabilecek yaşam becerilerini ve yaratıcılık özelliklerini taşımalıdır (Puncreobutr, 2016). Bu bağlamda 21. yüzyılda geleceğin iş gücü için

bireylerden beklenen beceriler çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. 2011 yılında yapılan çalışmaya göre; anlamlandırma (sense making), sosyal zeka (social intelligence), yeni ve uyarlanabilir düşünme (novel, adaptive thinking), kültürlerarası yeterlilik (cross-cultural competence), sayısal düşünme (computational thinking), yeni medya okuryazarlığı (new-media literacy), disiplinler ötesi (transdisciplinarity), tasarım zihniyeti (design mindset), bilişsel yük yönetimi (cognitive load management) ve sanal işbirliği (virtual collaboration) 2020 yılı için gelecek iş becerileri olarak öngörülmektedir (Davies, Fidler ve Gorbis, 2011). 2016 yılında World Economic Forum tarafından yayınlanan raporda ise 2020 yılı meslekleri için gerekli on beceri; karmaşık problem çözüme, eleştirel düşünme, yaratıcılık, insan yönetimi, başkalarıyla koordinasyon, duygusal zekâ, yargı ve karar verme, servis yönlendirmesi, müzakere ve bilişsel esneklik şeklinde listelenmektedir (World Economic Forum, 2016). Eğitim 4.0, bu becerilerin artırılması ve geliştirilmesini sağlayacak şekilde biçimlenmektedir. Buna göre, öğrenme yönetimine ilişkin; öğrenme sürecini düzenlemek ve yapılandırmacı öğrenmeyi uyarlamak için hazırlanmış farklı yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır (Puncreobutr, 2016). Ayrıca Endüstri 4.0'da ortaya çıkan yeni iş kollarının gereksinimlerini karşılayacak, Endüstri 4.0 teknolojilerini etkili bir şekilde kullanacak bireylerin yetiştirilmesine yönelik Programlama-Yazılım ve Tasarım-Donanım ağırlıklı eğitimlere önem verilmelidir (Şener ve Elevli, 2017). Günümüzde teknolojik gelişmelere uyum sağlayacak eğitim sistemleri tartışılmaktadır. 2018 yılında OECD (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) tarafından, bireylerin geleceğe hazırlanması için bir eğitim çerçevesi geliştirmeyi amaçlayan, bilgi ve becerilerin kazanılmasından daha fazlasını ifade eden “yetkinlik” konseptiyle “Eğitimin Geleceği ve Becerileri 2030 Projesi” başlatılmıştır (OECD, 2020).

Endüstri 4.0 kapsamındaki teknolojik gelişmeler eğitim alanına entegre edilerek eğitim ve öğretim şeklini de dönüştürmektedir. Fisk'e göre öğrenciler; e-öğrenim araçları ile çeşitli yer ve zamanlarda eğitim görecektir; yeteneklerine ve seviyelerine göre uyarlanabilir bir kişiselleştirilmiş eğitim alacak; kendi tercih ettikleri eğitim araçları, program ve tekniklerle öğrenmeleri desteklenecek; projeye dayalı öğrenim sistemiyle işbirliği içerisinde, zaman yönetimini öğrenecek ve bu süreçte keşfettiği yeteneklerini kullanacak; müfredattaki değişimlerle çeşitli alanları deneyimlemeleri ve tecrübe

edinmeleri sağlanacak; teorik verileri sayısallaştırıp, analiz edip sonuç çıkarmayı ve yorumlamayı öğrenecek; sınavlar yerine projelerle öğrenme süreci değerlendirilecek ve bilgileri test edilecek; ders içeriğinin hazırlanmasında öğretmenlere dahil olacaklar; mentorluk önemli olacak ve sanal mentorluk öne çıkacaktır (Fisk, 2017). Eğitim 4.0 kapsamında mühendislik eğitimi için uzaktan ve sanal laboratuvarlar geliştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Grodotski, Ortelt ve Tekkaya, 2018). Öğrencilerin projelere katılımını sağlamak, becerilerini artırmak ve ilgilerini canlı tutmak için geliştirilen ciddi oyunlar ve oyunlaştırmaya dönüşen eğitim için araç olarak kullanılmaktadır (Almeida ve Simoes, 2019). Eğitim 4.0'da bilgiye erişim kolaylaşmaktadır. Bireyler, gereksinimlerine ilişkin ücretli veya ücretsiz çeşitli eğitimlere çevrimiçi ya da çevrimdışı çeşitli platformlardan erişebilmektedir. Öğrenme, formal öğrenme ile sınırlı olmayıp, yer ve zamandan bağımsız olarak düşünülmektedir. Bireyler için eğitimin yaşam boyu sürmesi gerekliken, bilgi yanı sıra beceri kazanmaları da son derece önemlidir.

2.1.3.4 Askeri Alan ve Savunma Sektörüne Etkileri

Askeri alan ve savunma sektörünün gelişmişliği, ülkeler arasında üstünlük ve güç göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu sebeple, askeri alan ve savunma sektöründe son teknolojik gelişmelerin kullanımı askeri kalkınmanın sağlanması için önemli ve ülkelerin güvenliğinin temin edilmesi için gereklidir. Ülkeler, askeri güçlerini kalkındırmak amacıyla teknolojik gelişmeleri yakından takip etmekte ve bu alana yatırımlar yapmaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojileri; askeri eğitimlerde, silah, kıyafet, araç gibi askeri malzemelerin geliştirilmesinde, bilgi iletişim sistemlerinin en iyi duruma getirilmesiyle istihbaratta ve karar verme mekanizmasına destek sağlamada kullanılmaktadır. Askeri teçhizat eğitimlerinde yöntem olarak, üç boyutlu yazıcılarla oluşturulan modeller kullanılmaktadır. Hem teori hem de pratik eğitimlerde üç boyutlu modellerin yer alması, soyut ifadeleri somutlaştırmakta, sadece iki boyutlu görsellerle ifade edilen ekipmanların anlaşılabilirliğini artırmaktadır. Bu yöntem, öğrenme ve öğretme sürecinin daha etkili olmasını sağlamaktadır (Z. Zhang, Wu ve J. Zhang,

2016). Askeri alanda veri toplama, saldırı, keşif ve gözlem yapma gibi amaçlar için üretilen, otonom insansız hava araçlarının özellik ve yetenekleri bakımından geliştirilmesinde de Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanılmaktadır (Sigala ve Langhals, 2020). Orduda karar verme desteği sağlama, bu süreci hızlandırma, istihbarat analizi ve strateji kurmada ise simülasyon ve yapay zekâ teknolojileri kullanılmaktadır. Askeri alanda yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı ile askerlerin yeteneklerinin artırılması, operasyonel rehberliğin en uygun duruma getirilerek çevikliğinin geliştirilmesi ve kayıpların azaltılarak savaş verimliliğinin üst düzeye çıkarılması hedeflenmektedir. Bu anlamda dünyada askeri alanda teknolojik gelişmelere büyük yatırımlar yapıldığı görülmektedir (Wang, Liu, Lin, Chen ve Yang, 2020). Operasyonlarda, düşman toprak gözetimi, keşif, bomba imhası, mayın temizleme, arama ve kurtarma gibi tehlikeli görevlerde, askeri destek olarak insan yerine geçebilecek Şekil 2.19'daki gibi otonom ve yarı otonom robotlar geliştirilmektedir (Ismail, Muthukumaraswamy ve Sasikala, 2020). Bir savaş durumu için savaşın gelişme şeklini etkileyen; çevresel koşullar, tehditler ve tehditlerin seviyesi gibi çok sayıda değişken veri bulunmaktadır. Bu verilere göre tanımlanan, çeşitli savaş senaryolarının geliştirilmesinde simülasyonlar kullanılmaktadır. Söz konusu senaryolarda oldukça fazla veri kullanılması, üretilmesi, yönetilmesi ve analiz edilmesinde büyük veri ve bulut bilişim teknolojilerinden yararlanılmaktadır (Song, Wu, Ma, Cui ve Gong, 2015). Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanımı; savaş durumunda gerçekleşmesi beklenen, bütün olasılıkların hesaplanması ve bunların somutlaştırılarak sunulmasını sağlamaktadır. Bu durum karar verme sürecini olumlu etkilemektedir. Nanoteknolojinin, askeri alanda uygulamaları; enerji (bomba, patlayıcılar gibi), biyoloji (biyolojik, kimyasal korumalar ve uyarıcı gibi), bilgi sistemleri (biyrobotlar, mikro ve nano robotlar, mikro sensörler ve dijital ID'ler gibi) ve malzeme (koruyucu kıyafetler, nano zırhlar, görünmez malzemeler, akıllı başlıklar gibi) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Nanoteknoloji kullanıldığı bir sistemi; daha hafif, hareket kapasitesi yüksek, dayanıklılığı fazla, hızlı ve ucuz duruma getirmektedir (Simonis, ve Schilthuizen, 2006). Fotonlar veya ışık parçacıklarının kullanıldığı yüksek enerjili lazer teknolojisinden, mesafe ölçme, hedef belirleme, tehdit olarak algılanan insansız hava sistemlerine müdahale etme gibi askeri görevlerde

yararlanılırken, Şekil 2.18'deki gibi askeri araçlara da entegre edilmektedir (Laser Solution, 2020).

Endüstri 4.0 teknolojilerinin askeri alanda kullanımı, ülkeler arasında tehditler oluşturmaktadır. Söz konusu tehditlerden korunmak için ülkeler, siber savunma ve siber güvenlik çalışmalarına öncelik verirken, yine bu teknolojilere hâkim olmaları gerekmektedir. Özetle askeri alanda ve savunma sektöründe Endüstri 4.0 teknolojilerinden yararlanan ve bu açıdan kendisini geliştiren ülkeler avantajlı konumdadır. Askeri alandaki çalışmalar gizli yürütüldüğü için, bu teknolojilerin kullanımına ilişkin detaylı bilgilere açık kaynaklardan ulaşılamamaktadır.



Şekil 2.18 Askeri kara aracına entegre edilmiş lazer silahın görünümü (Laser Solution, 2020)

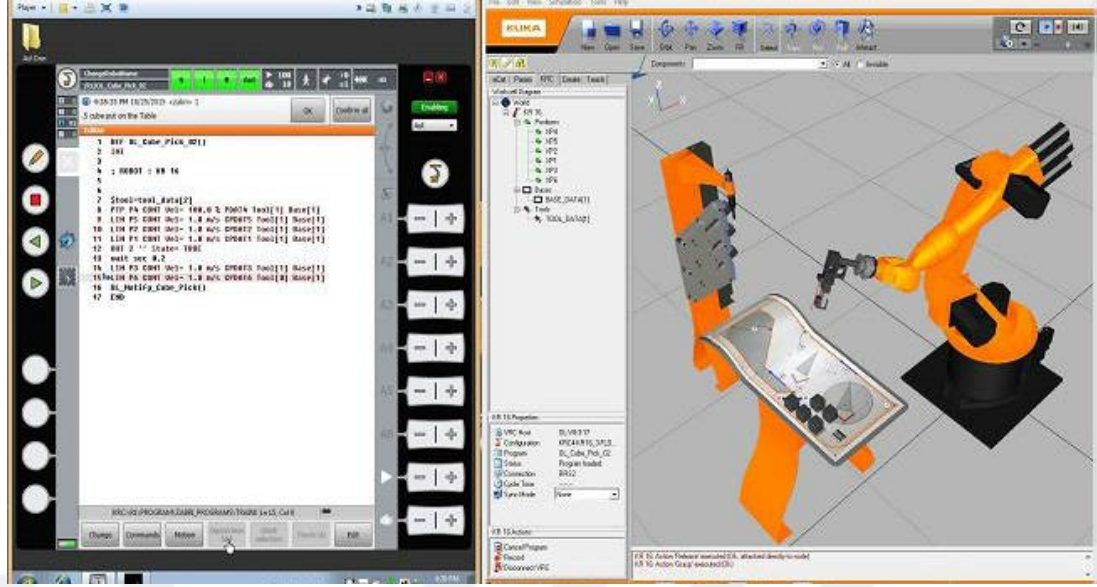


Şekil 2.19 İnsansız kara aracı Kaplan bomba imha robotu (ASELSAN, 2020)

2.1.3.5 *Ekonomi Alanına Etkileri*

Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri sahip oldukları ekonomik güçleriyle ilişkilidir. Bu çalışmanın “2.1.2 Endüstri 4.0 ile İlgili Kavramlar” bölümünde söz edildiği gibi endüstri alanındaki dijitalleşme, üretim sürecini hızlandırmakta, insanlara dayalı işgücünü azaltmakta, hata oranını en aza indirmekte, üretim maliyetlerini düşürerek verimliliği artırmaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0 teknolojileri, ürün talebinden üretim sürecine, ürünün tedarikçilere, müşterilere ulaşma anına ve ürünler hakkındaki geri bildirimlerin dikkate alınmasına kadar birçok aşamada pazarlama alanında köklü değişimlere sebep olmaktadır. Buna göre ekonomi alanıyla ilişkili olarak çeşitli sektörleri de etkilemektedir. Özetle, Endüstri 4.0 teknolojilerinin aktif kullanımı, ülkeler arasında ekonomik rekabeti tetiklemektedir. Bu durum, ülkelerin ekonomilerini güçlü tutmak için Endüstri 4.0 teknolojilerine düzenli ve büyük yatırımlar yapmalarını gerekli kılmaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojilerinin iş hayatında kullanımı, bazı mesleklere olan gereksinimi azaltırken, çeşitli yeni iş kollarının da ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Şener ve Elevli (2017) Endüstri 4.0’da yeni iş kollarını; Endüstriyel Yazılım Programcılığı, Bilişim Sistemleri ve Nesnelerin İnterneti Çözüm Üreticisi, Endüstriyel Veri Analiz Uzmanı, Robot Koordinatörü, Programcısı, Tamircisi, Üretim Teknolojileri Uzmanı, Akıllı Şehir Plancıları, Ürün Tasarımcı ve Üreticiler şeklinde derlemektedir. Söz edilenlerden farklı olarak, YÖK’ün 2019 yılındaki çalışmasında öngördüğü yeni mesleklerden birkaçı ise Yapay Zekâ Mühendisliği; Yapay Zekâ, Makine, Kalite Kontrol Elemanı; Veri Tabanı Yöneticiliği; Yazılım Mühendisliği; Dijital Tarım; Dijital Muhasebe; Nano-teknoloji Uzmanı; Fonksiyonel Malzeme Mühendisliği; Büyük Veri Analisti ve Robot Kaynak Operatörüdür (YÖK, 2019). Bu kapsamda Şekil 2.20’de robot programlama üzerine yapılan bir çalışmanın görseli yer almaktadır.



Şekil 2.20 Robot programlama görseli (Şener ve Elevli, 2017).

Örneğin muhasebe alanındaki dijitalleşmeyle yönetim, maliyet ve finansal muhasebede insanlar tarafından elle işletilerek (manuel) gerçekleştirilen kayıt tutma, raporlama, sınıflama, kontrol etme ve öneriler sunma gibi görevler artık otonom robotlar, bulut bilişim, sensörler, nesnelerin interneti, yapay zekâ, bulut bilişim ve siber fiziksel sistemler aracılığıyla yapılmaktadır. Bu durum muhasebe süreçlerini hızlandırmakta, kolaylaştırmakta ve verimli olmasını sağlarken muhasebe mesleğinde Endüstri 4.0 kapsamında yenilikler yapılmasını gerektirmektedir (Tutar, 2019). YÖK’ün öngördüğü “Dijital Muhasebe”, muhasebe mesleğinin dijitalleşme çağına uygun olarak güncellenmiş versiyonudur.

Dijitalleşme diğer bir ifadeyle bilgi çağı, işçi istihdamını etkilemekte, insan iş gücüne olan gereksinimi robot teknolojilerinden karşılamakta ve beyin gücüne dayalı nitelikli insan gücüne gereksinim öne çıkmaktadır. İşçi istihdamındaki değişimler sendikalaşmaya olan ilginin azalmasına sebep olmaktadır. Bu durumda sendikaların yeni iş yaşamı koşullarına uygun olarak dijital emeğin korunması ya da Endüstri 4.0 kapsamında işten çıkarılacak bireyler için destek fonlarının oluşturulması gibi değişen endüstri alanına uyum sağlaması ve kendini geliştirmesi öngörülmektedir (Özçelik ve Onursal, 2020).

Dijitalleşme 21. yüzyılda para birimlerini de etkilemektedir. Para sistemine seçenek olarak dijital bir parasal sistem ortaya çıkmaktadır. Dijital para ekonomisini meydana getiren kavramların ve durumların tamamı Bitcoin olarak adlandırılmaktadır. Bitcoin, merkezi otoriteler tarafından düzenlenemeyen ve kontrol edilemeyen; elektronik paraların ve bankacılık işlemlerinin merkezi olarak gerçekleştirilmediği, BockChain (Blok-Zincir) işlem veri tabanlarından denetlenen kripto para birimidir ve alternatifleri bulunmaktadır. Bitcoin, devletlerden bağımsız, istenilen para birimine dönüştürülen, anonim olarak kullanılabilen, finansal özgürlük sağlayan, güvenilir yeni bir sistem olarak görülmektedir (Çarkacıoğlu, 2016).



Şekil 2.21 Çeşitli BitCoin logoları (Promotional graphics, 2020)

2.2 Sanal Gerçeklik Kavramı

Endüstri 4.0 kavramlarından biri olarak karşımıza çıkan sanal gerçeklik, kullanıcının gerçeklik algısının yanıltılmasını hedeflemektedir. Bu amaçla fiziksel çevreden bağımsız sanal bir çevrenin oluşturulmasını sağlayan ve kullanıcıyı bu ortama dahil etmeye çalışan, yazılım ve donanımlardan oluşan bir sistemdir. Kavramsal olarak kökeni edebiyat alanına dayanmaktadır. Bu yönüyle edebiyatta kelimelerle oluşturulan kurgu, günümüzde sanal bir ortamın teknolojiyle modellenerek canlandırılmasıyla sürmektedir. Sanal gerçekliğin teknolojik olarak altyapısının gelişmeye başlaması ise Endüstri 2.0'a dayanmaktadır. Sanal gerçeklik kavramının olgunlaşması ise Endüstri 3.0'a tarihlenmektedir. Özetle bir kurgu olarak ortaya çıkan sanal gerçeklik, bilim ve teknolojideki ilerlemelerle tanımlanmaya başlanmıştır. Bu süreçte de kavramsal olgunluğa erişmiştir.

2.2.1 Sanal Gerçeklik Kavramı ve Tarihsel Süreci

Sanal Gerçeklik kavramı, İngilizcedeki karşılığı ve kısaltmasıyla “Virtual Reality (VR)” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kavram, Türk Dil Kurumu’nun tanımlarına göre “gerçekte yeri olmayıp zihinde tasarlanan, mevhum, farazi, tahminî” anlamına gelen “sanal (virtual)” ve “gerçek olan, var olan şeylerin tümü, hakikat, hakikilik, şeniyet, realite, reellik” olarak ifade edilen “gerçeklik (reality)” kelimelerinin kaynaşarak oluşturduğu yeni bir anlamdır (TDK, 2019). “Sanallık” ise “sanal gerçeklik” kavramından gelmekte olup (Ma ve Choi, 2007), kavramın kökeni Latince “erdem, güç” anlamı taşıyan “virtus, virtualis” kelimesine dayanmaktadır (Shield, 2005).

Tablo 2.4’te görüldüğü üzere sanal gerçeklik, kavram olarak ilk kez 1989 yılında bilgisayar alanında bilim adamı olan Jaron Lanier tarafından kullanılmaktadır ve ona göre bu kavram; yaratıcı, grafiksel, işitsel, etkileşimli bir şeyi ifade etmektedir (Ma ve Choi, 2007). Ancak sanal gerçeklik kavramı olarak Lanier tarafından icat edilmeden önce, Myron Krueger’in “yapay gerçeklik (artificial reality)” olarak adlandırdığı, “videoplace” sistemi altında aynı düşünceyi geliştirdiği görülmektedir (Krueger, 1977 aktaran Luciani, 2007). Yapay gerçeklik kavramının, 1987 yılında bilgisayar grafikleri alanında ünlü bir araştırmacı olan James Foley tarafından da kullanılması, düşüncenin öncüsünün Krueger olduğunu desteklemektedir (Foley, 1987 aktaran Luciani, 2007). “Sanallık, siber uzay, sanal dünya, sanal çevre” ise sanal gerçeklik kavramı var olmadan önce kullanılan diğer kavramlardır (Kurbanoğlu, 1996).

Sanal Gerçeklik kavramının yaratıcısı olarak, çoğu kişi bilim kurgu yazarı William Gibson’ı görmektedir. Bunun sebebi 1984 yılında yazdığı, içerisinde Sanal Gerçeklik’e benzeyen, siber uzay olarak ifade ettiği bir bilgisayar sisteminin yer aldığı Neuromancer adlı kitabıdır. Ancak Oppenheim, 1950 yılında yazdığı “The Velt” adlı hikâyesinde adeta bir sanal dünya oluşturan, bütün duyularımızla etkileşime geçebilen üç boyutlu bir temsil sisteminin varlığından söz eden İngiliz yazar Ray Bradbury’i sanal gerçeklik kavramının yaratıcısı olarak nitelendirmektedir (Kurbanoğlu, 1996). Ayrıca Michael Frayn’ın 1968 yılında yayınladığı “A Very Private Life” adlı kitabında

da gerçek olmayan, sanal bir çevrenin kurgulandığı görülmekte ve saran-sürükleyici yapay bir çevrede yetiştirilen kahramanın yaşam deneyimi aktarılmaktadır (Frayn, 1968).

Oppenheim'in makalesine göre sanal gerçeklik; kullanıcıları, gerçek olmayan ama kullanıcıların duyularını uyararak gerçekçi bir dünyada gibi hissetmelerini sağlayan, orada hareket edebilme olanağı sunan ve bunun için özel ekipmana gereksinim duyulan bir sistemdir. Bir başka ifadeyle insan ve makine arasındaki etkileşimi, görme ve duyma duyularına hitap eden teknoloji dışında hissetmeyle artırmayı hedeflemektedir (Kurbanoglu, 1996).

Coates, sanal gerçekliği kullanıcının başa takılan gözlükler ve giyilebilir kablolu kıyafetler ile gerçekçi üç boyutlu ortamlarda etkileşime girmesini sağlayan yaşanılan çevrenin elektronik simülasyonları olarak tanımlamaktadır (Coates, 1993).

Pimental ve Teixeira'a göre sanal gerçeklik; katılımcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar aracılığıyla oluşturulan etkin bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, bir benzetim modelidir (Pimental ve Teixeira, 1993 aktaran Bayraktar, Kaleli 2007).

Brooks ise sanal gerçekliği, kullanıcının duyarlı bir sanal dünyaya etkili bir şekilde daldırılması deneyimi şeklinde tanımlamaktadır ve kullanıcı bakış açısını eş zamanlı olarak kontrol etmektedir (Brooks, 1999).

Literatürde sanal gerçeklik kavramının çeşitli tanımları bulunmaktadır. Bu sebeple, tanımlardan yola çıkılarak sanal gerçekliği oluşturan temel unsurların da farklılaştığı görülmektedir. Kurbanoglu, Ellis ve Oppenheim'den yaptığı çıkarımlar doğrultusunda sanal gerçekliğin temel unsurlarını "kontrol, gerçeklik ve doğallık" olarak belirlemektedir (Ellis,1991 ve Oppenheim,1993 aktaran Kurbanoglu,1996).

Whyte söz konusu unsurları, “etkileşimli (kullanıcı-model etkileşimi), uzaysal (modellerin üç boyutlu ortamda sunulması) ve gerçek zamanlı (kullanıcı hareketlerine geri bildirim)” olarak üçe ayırmaktadır (Whyte, 2002).

Aynı yıl Sherman ve Craig sanal gerçekliği deneyimleme unsurlarını “sanal dünya, daldırma (saran), duyuşal geri bildirim ve etkileşim” olarak incelemektedir (Sherman ve Craig, 2002).

Teknolojinin ilerlemesi ve sanal gerçeklikten beklentilerin artmasıyla Laurel, bu unsurları detaylandırarak karşıımıza çıkarmaktadır (Laurel, 2016). Bunlar; komple çevre ortamı, derinlik algısı ve hareket paralaksı için uygunluk, uzamlaştıırılmış ses, katılımcının bakış açısından farklı hareket yönünü izlemek için uygunluk, tek kamera katılımcının algılayıcısı, doğal jest ve hareket, anlatı kurgusuna uygunluk ve eylem ilkesidir.

Özetle sanal gerçeklik, içerisinde belirli unsurları barındıran sistemden oluşmaktadır. Whyte bu sistemin bileşenlerini “bilgisayar donanım ve yazılımı, girdi-çıkıı aygıtları, ortam verileri ve kullanıcılar” olarak belirlemektedir (Whyte, 2002).

Sanal gerçeklik; kullanıcının kendisini, fiziksel dünyadaki gibi oluşturulan kurgunun bir parçası olarak hissetmesini sağlamak amacıyla, duyularını harekete geçirerek karşılıklı etkileşimi aktif duruma getirmeyi hedefleyen, bu sebeple onu rahatsız etmeyecek şekilde tasarlanan özel giyilebilir teknolojik donatıların kullanıldığı, kontrolün kullanıcıya verildiği, teknolojik yazılım ve donanımlardan yararlanarak oluşturulan gerçekçi üç boyutlu ortamdır.

Tablo 2.4 “Sanal Gerçeklik” kavramının tarihsel gelişimi sırasında yapılanlar

ALANI	KİŞİ	ÇALIŞMASI	TARİH
Yazar	Ray Bradbury	"The Velt" adlı hikayesinde üç boyutlu bir temsil sistemi betimledi.	1950
Yazar	Michael Frayn	"A Very Private Life" adlı romanında, saran-sürükleyici yapay bir çevreden söz etti.	1968
Bilgisayar Bilimci	Myron Krueger	Geliştirdiği "Videoplace" sistemini "Yapay Gerçeklik (Artificial Reality) kavramı olarak adlandırdı.	1977
Yazar	William Gibson	"Neuromancer" adlı kitabında "Siberuzay (cyberspace)" olarak tanımladığı bir bilgisayar sisteminden söz etti.	1984
Bilgisayar Bilimci	Jaron Lanier	"Sanal Gerçeklik (Virtual reality)" kavramını ilk kez kullandı.	1989

2.2.2 Sanal Gerçekliğin Öncüsü Kabul Edilen Teknolojik Gelişmeler

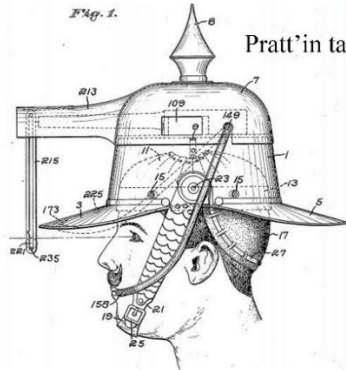
Sanal Gerçeklik kavramı ortaya çıkmadan önce, onun temelini oluşturan bazı teknolojik gelişmelerden söz edilmektedir. Bu sanal gerçekliğin öncüsü kabul edilen teknolojik gelişmeler, Tablo 2.5’te Sherman ve Craig’in 2002 yılındaki çalışmalarından özetlenmektedir (Sherman ve Craig, 2002). Bu tabloya göre, sanal gerçekliğin teknolojik altyapısı Endüstri 2.0 ile gelişmeye başlamıştır.

Tablo 2.5 “Sanal Gerçeklik” kavramının temelini oluşturan teknolojik gelişmeler (Sherman ve Craig, 2002 yılındaki çalışmasından derlenmiştir)

TARİH	TEKNOLOJİK GELİŞMELER
1916	Albert B. Pratt'in, "kafaya takılan periskop ekran" tasarısıyla 1,183,492 sayılı ABD patenti alması.
1929	Edward Link tarafından pilot eğitimi için yeri sabit olan basit bir mekanik uçuş simülatörü geliştirilmesi.
1946	İlk elektronik dijital bilgisayar olan ENIAC'ın Pennsylvania Üniversitesi'nde geliştirilmesi ve ABD ordusuna teslim edilmesi.
1956	Morton Heilig, Cinerama'dan (çok geniş ekran, hareketli görüntü formatı) esinlenerek Sensorama'yı (çok amaçlı deneyim görüntüleme sistemi) geliştirmesi.
1960	Morton Heilig, bireysel kullanım için geliştirdiği "stereoskopik televizyon aparatı" için 2,955,156 sayılı ABD patenti alması.
1961	Philco mühendisleri Comeau ve Bryan'ın, uzak video kamera izleme sistemini takip etmek üzere kafa hareketiyle kullanılabilen başa takılabilen ekran sistemi oluşturmaları.
1963	MIT Doktora öğrencisi Ivan Sutherland'ın, “sketchpad (eskiz defteri)” isimli bir interaktif bilgisayar grafik programı yazması.
1964	General Motors Corporation'ın otomotiv tasarımı üzerine DAC (bilgisayarla artırılan tasarım) sistemi üzerinde çalışmaya başlaması.
1965	Ivan Sutherland, "ultimate display" olarak adlandırılan, kullanıcının fiziksel gerçeklik yasalarına uyması gerekmeyen dünyalarda, nesnelerle etkileşime girebileceği bir ekran kavramını açıklaması.
1967	"Ultimate display" çalışmasından etkilenen Fred Brooks, biyokimyacıların protein molekülleri arasındaki etkileşimleri "hissetmelerine" yardımcı olmak için GROPE projesine başlaması.
1968	Utah Üniversitesi bilgisayar bilimleri profesörleri David Evans ve Ivan Sutherland tarafından Evans ve Sutherland Computer Corporation'ın kurulması. Aynı yıl Sutherland'ın Harvard Üniversitesi'nde stereoskopik başa takılan bir ekran geliştirdiğinden söz etmesi.
1972	Atari tarafından, gerçek zamanlı ve çok kişili interaktif grafik oyunu "Pong" oyununun geliştirilmesi.
1973	Evans ve Sutherland Computer Corp. (E&S) tarafından uçuş simülasyonu için "Novoview" isimli sadece gece simülasyonlarında kullanılan ilk dijital bilgisayar görüntü oluşturma sisteminin sunulması.

Tablo 2.5 Devamı

1974	Utah Üniversitesi'nde Sutherland'ın öğrencisi Jim Clark'ın doktora tezini "başa takılan ekranlar (HMD)" üzerine yapması
1976	Myron Krueger'ın katılımcının bağımsız hareketleri tarafından kontrol edilen sanal bir dünya yaratmak için kameraları ve diğer giriş cihazlarını kullandığı "Videoplace"ın prototipini tamamlaması.
1977	Chicago Illinois Üniversitesi, Elektronik Görselleştirme Laboratuvarı'nda ilk kablolu eldiven olan "Sayre Gloves (Sayre Eldiveni)"nin geliştirilmesi. Commodore, Radio Shack ve Apple'ın kişisel kullanım için geliştirdikleri bilgisayarları tanıtmaları.
1979	Eric Howlett tarafından küçük bir ekrandan geniş bir görüş alanı sağlayan "LEEP (Büyük Genişletilmiş Perspektif)" sisteminin geliştirilmesi. AT&T Bell Laboratuvarlarında Gary Grimes'in "dijital veri giriş eldiveni arayüz cihazı" geliştirmesi.
1981	Sutherland'ın tez öğrencisi de olan Jim Clark ve altı öğrencisi tarafından Silicon Graphics'in kurulması.
1982	Sara Bly'in doktora tezinde, "sonification (büyük veri kümelerini temsil eden ses) kullanımını" araştırması, sanal gerçeklikte bilgisayar tarafından üretilen ve bilgisayar kontrollü sesin kullanılması için öncül olması.
1983	MIT'de Mark Callahan'ın, Sutherland'ın Utah'taki çalışmaları dışında başa takılan ekran (HMD) tarzı sanal gerçeklik içeren bir proje geliştirmesi.
1984	William Gibson'ın Neuromancer romanında "Cyberspace (siberuzay)" kavramından söz etmesi
1987	NASA VIEW projesinin baş mühendisi Jim Humphries'in, başa takılan ekranlardan biri olan "BOOM"u tasarlaması ve prototipleştirmesi
1989	Jaron Lanier'in "Sanal Gerçeklik (Virtual reality)" kavramını icat etmesi. VPL şirketi, RB2 (İki Kişilik İnşa Edilmiş Gerçeklik) olarak adlandırılan, aynı anda birden fazla kişiyi barındıran ilk Sanal Gerçeklik sistemini duyurması. Autodesk, kişisel bilgisayar için bir üç boyutlu dünya oluşturma programı olan CyberSpace projelerini duyurması.
1990	W-Industries tarafından, sanallığı tanıtan ilk halka açık sanal gerçeklik sisteminin piyasaya sürülmesi. Stanford Üniversitesi'nde doktorasını yapan Jim Kramer'in, Virtual Technologies şirketini kurarak, "CyberGlove" adlı ve gerinim ölçer sisteme sahip bir eldiveni piyasaya sürmesi. Scott Fisher ve Brenda Laurel tarafından kurulan Telepresence Research'ün, erken dönem sanal gerçeklik uygulama geliştirme firmasına dönüşmesi.



1916

Pratt'in tasarısı

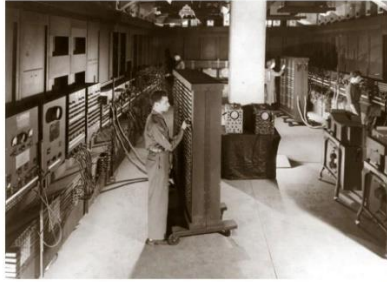
1929

Link'in uçuş simülatörü



1946

İlk elektronik dijital bilgisayar olan ENIAC



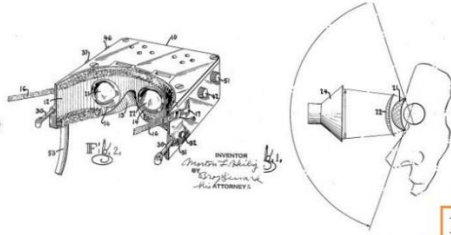
1956

Heilig'in Sensorama tasarısı



1960

Heilig'in stereoskopik televizyon aparatı



1961

Hareket izlemeli fiziksel başa takılan ilk ekran



1963

Sutherland'in "sketchpad" çalışması



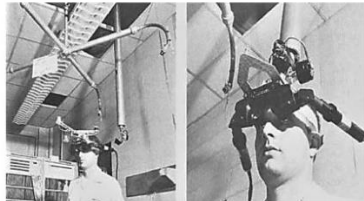
1967

Dokunsal görüntüleme sistemi geliştirilmesine ilişkin Grope projesinin başlatılması



1968

Sutherland'in stereoskopik başa takılan ekran tasarısı



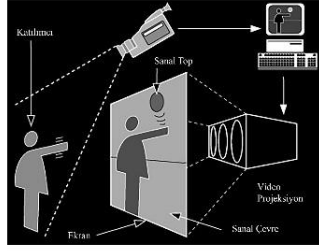
1972

"Pong" oyununun geliştirilmesi



Şekil 2.22 Söz konusu teknolojilerin zaman çizelgesindeki ilgili görselleri

1976
"Videoplace"ın prototipinin yapılması



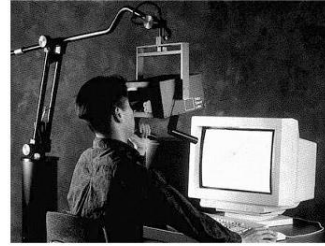
1977
"Sayre Gloves" geliştirilmesi



1979
"LEEP (Büyük Genişletilmiş Perspektif)" sisteminin geliştirilmesi



1987
"BOOM" un tasarlanması ve protipleştirilmesi



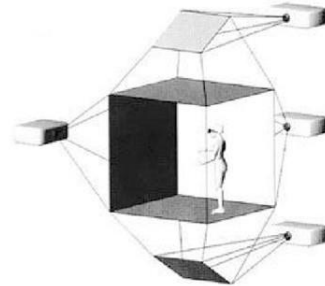
1990
NASA Ames tarafından "The Virtual Wind Tunnel" in geliştirilmesi



Gerinim ölçer bir sistemi olan "CyberGlove" adlı eldivenin piyasaya sürülmesi



1992
Illinois Üniversitesi tarafından geliştirilen "The CAVE" in tanıtılması



Şekil 2.22 Devamı

1960 ve 1970'li yıllar, bilgisayar teknolojilerinin yeterince gelişmemiş ve yüksek maliyetli olmasından dolayı sanal gerçeklik gelişimi için durağan bir dönem olarak görülmektedir. 1980'lerde gerçek zamanlı bilgisayar grafiklerinin geliştirilmesiyle sanal gerçekliğe olan ilgi artmakta ve sanal gerçeklik ticari gerçeklik durumuna

gelmektedir (Vince, 1998). Şekil 2.22’de görüldüğü üzere, bu süreçte erken sanal gerçeklik sistemlerini oluşturmak için gerçek zamanlı bilgisayar grafikleri gibi başa takılan ekranlar ve etkileşimli eldivenlerin de geliştirilmesine ilişkin çalışmalar yürütülmektedir.

1990 yılından başlayarak sanal gerçeklik başlıkları, gözlükleri, eldivenleri gibi çeşitli sanal gerçeklik donanımları geliştirilmekte, sanal gerçekliğe ilişkin gelişmelere haber bültenlerinde sıkça yer verilmekte, sanal gerçeklik üzerine konferanslar gerçekleştirilmekte, sanal gerçeklik alanında akademik çalışmalar sürdürülmekte ve sanal gerçeklik sistemlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar yürütülmektedir.

2.2.3 Sanal Gerçeklik Sistemleri ve Bileşenleri

Erken dönem sanal gerçeklik sistemleri gerçek zamanlı bilgisayar grafikleri, başa sabitlenen ekranlar ve etkileşimli eldivenlerden oluşmaktadır (Vince, 1998). Whyte’a göre genel şekliyle sanal gerçeklik sistemleri; eş zamanlı olarak sanal ortamla karşılıklı etkileşimi sağlayan bilgisayar donanım-yazılımları, girdi-çıkı aygıtları, ortam verileri ve kullanıcılardan meydana gelmektedir (Whyte, 2002). Sanal gerçeklik sistemlerini oluşturan bileşenler Şekil 2.23’te kısaca özetlenmektedir.

Giriş Cihazları	Bilgisayar/ Sanal Gerçeklik Motoru	Çıkış Cihazları
İzleme cihazları, nokta giriş cihazları, biyo-denetleyiciler, ses cihazlarıyla kullanıcıların sanal dünya ile etkileşimi sağlanmaktadır.	Kullanıcı arayüzüdür. Grafik modellerin üretilmesi, nesnelerin oluşturulması, aydınlatılması, haritalanması, dokuların oluşturulması, simülasyon ve gerçek zamanlı olarak görüntülemenin oluşturulması gerçekleştirilmektedir.	Grafikler (görsel), işitsel (işitsel), dokunsal (temas veya kuvvet), koku ve tat çıkış cihazlarıyla kullanıcı geri bildirimi sağlanmaktadır.
Donanımlar		
Sanal Gerçeklik Sistemi		
Yazılımlar		
Uygulama Yazılımları	Veri Tabanı	
Sanal gerçekliğin, gerçek dünyanın karmaşık sorunlarının çözülmesine yönelik; mimarlık, sanat, eğitim-öğretim, eğlence, endüstri, sağlık ve bilimsel görselleştirme gibi alanlarda kullanılmak üzere uygulamalar geliştirilmektedir.	Sanal ortamların ve bilgilerin depolandığı veritabanının tasarlanması, geliştirilmesi, sürdürülmesi için yazılımlar ve modelleme, geliştirme araçları kullanılmaktadır.	

Şekil 2.23 Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Bileşenleri (Bamodu ve Ye, 2013; şekil 1, ilgili makale ile geliştirilmiştir)

Sanal gerçeklik sistemleri temelde yazılım ve donanımlardan oluşmaktadır (Şekil 2.23). Bu sistemlerde donanımlar, giriş-çıkış cihazları ve sanal gerçeklik motoru şeklinde sınıflandırılmaktadır. Giriş cihazları, kullanıcının hareketleriyle ilgili olarak sisteme anlık sinyaller iletmektedir (Bamodu ve Ye, 2013). Bu cihazlar kullanıcıların bilgisayarla iletişimini sağlamaktadır. Ayrıca, giriş cihazlarının, kullanıcı deneyiminin gerçekçi ve doğal olmasını destekler nitelikte, geliştirilebilir bir teknolojiye sahip olması hedeflenmektedir (Novak-Marcincin ve Kuzmiaková, 2009). Giriş cihazları denetleyiciler, navigasyon araçları ve vücut takip cihazlarından oluşmaktadır.

Denetleyiciler, başa takılan ekranlar için elle sisteme kablolu veya kablosuz olarak eklenmektedir (Şekil 2.24). Kumanda kolları, oyun konsolları, klavye ve fareler denetleyici cihazlardandır (Anthes, García Hernandez, Wiedemann ve Kranzlmüller,

2016). Bu denetleyiciler, üç boyutlu nesnelerin konum koordinatları ve oryantasyonlarından oluşan altı serbestlik derecesi olarak tanımlanan “6DOF (six degrees of freedom)” izleme özelliği eklenerek geliştirilmektedir (Mandal, 2013). Ayrıca sanal gerçeklikte “Tilt Brush” gibi geliştirilmiş denetleyicilerin kullanılması, kullanıcının perspektif algısını güçlendirmekte ve yeteneklerini zaman ve mekândan bağımsız bir şekilde geliştirmesine katkı sağlamaktadır (Şekil 2.25).



Şekil 2.24 Oculus tarafından sanal gerçeklik giriş cihazı olarak geliştirilen denetleyiciler (Oculus Touch, 2020)



Şekil 2.25 Tilt Brush sanal gerçeklik denetleyicisinin kullanılması (Tilt Brush, 2020)

Navigasyon araçları, kullanıcının her yönde hareketini desteklemeyi hedeflemekte, sanal ortamda dolaşırken sınırsız hareket etme özgürlüğü sunmakta ve gerçeklik yanılsamasını artırmaktadır (Anthes vd., 2016). Bu donanım araçları sanal gerçeklik deneyiminin artırılmasını sağlamaktadır. Kullanıcının sanal çevreye olan uyumunun üst düzeye çıkarılması için, sanal ortamda yaratılmış olan zeminin gerçekçi bir şekilde algılanması ve buradaki hareket serbestliği önemlidir. Kullanıcının ayakta aktif bir

şekilde hareket etmesini sağlayan tek ve çok yönlü koşu bantları ya da otururken kullanabileceği sanal gerçeklik giriş cihazları bulunmaktadır (Şekil 2.26, Şekil 2.27 ve Şekil 2.28). Şekil 2.27’deki çok yönlü koşu bandı sanal gerçeklik giriş cihazlarından navigasyon araçlarına, özel ayakkabılar ayak takibi ile vücut izleme cihazlarına ve kullanıcıların ellerindeki oyun konsolları ise denetleyicilere örnektir (Maunder, 2020).



Şekil 2.26 Sanal gerçeklik giriş cihazlarından navigasyon araçlarına ait bir örnek oluşturan KAT VR tarafından üretilen yürüme, zıplama, oturma, çömelme gibi birçok doğal vücut hareketini destekleyen çok yönlü koşu bandı (KAT VR, 2020)

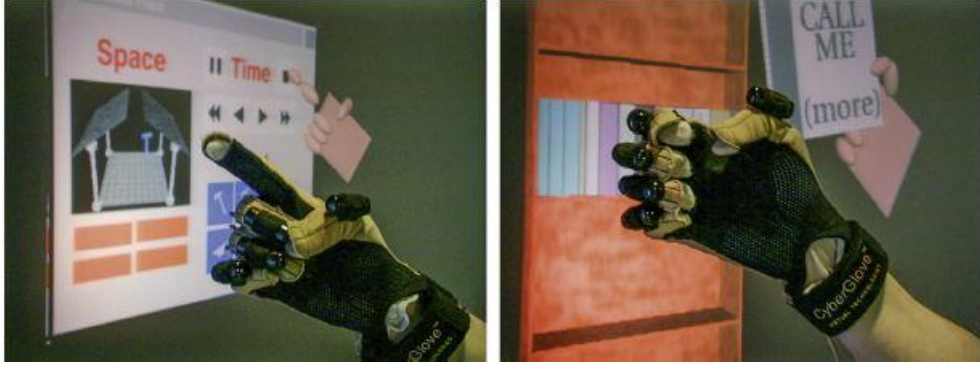


Şekil 2.27 Virtuix tarafından üretilen sanal gerçeklik giriş cihazları (Virtuix, 2020)



Şekil 2.28 VRGO tarafından sanal gerçeklik giriş cihazı olarak tasarlanan oturma elemanı (VR GO, 2020)

Vücut takibi, sanal gerçeklik sisteminde kullanıcıların konumunu ve hareketlerinin algılanmasını sağlamaktadır. Vücut takibi baş, el ve parmaklar, gözler, gövde, ayaklar ya da vücudun diğer bölümlerinin izlenmesiyle ya da vücudun dışındaki nesnelerden yardım alınarak vücudun izlenmesidir (Şekil 2.29 ve Şekil 2.30). Vücut takibi için elektromanyetik, mekanik, optik, videometrik, ultrasonik, ışın taraması, atalet, mesafe bulma ve kassal/ sinirsel izleme yöntemleri kullanılmaktadır (Sherman ve Craig, 2018).



Şekil 2.29 El takibiyle, eş zamanlı olarak kullanıcının sanal ortamdaki avatarının el ve parmak hareketinin kontrol edilmesi (Sherman ve Craig, 2018)



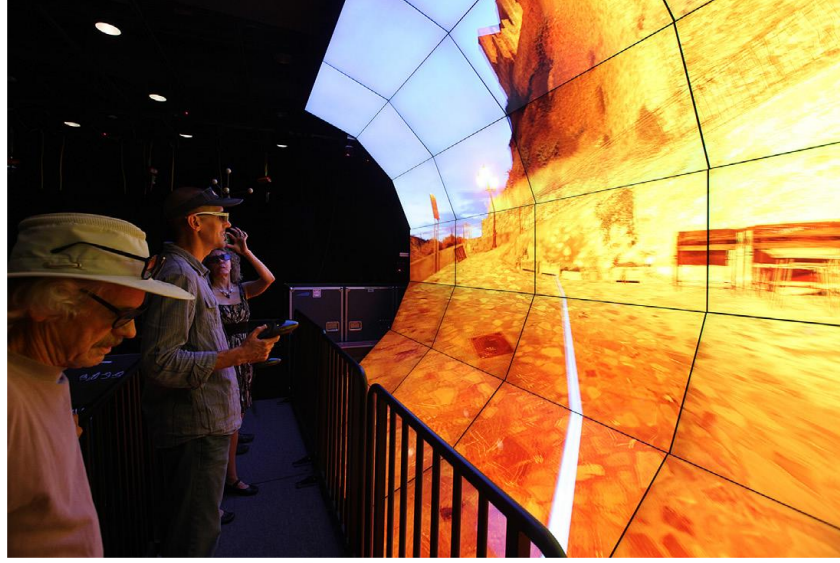
Şekil 2.30 Başa sabitlenen ekranlarda, diğer sensörlerle birlikte göz takibinin kullanılması (Sensory VR, 2020)

Bilgisayar veya sanal gerçeklik motoru, sanal gerçeklik sisteminin gerekliliklerine göre seçilmektedir. Bu gereklilikler kullanıcı, giriş ve çıkış cihazlarının özellikleri, kullanıcının sanal ortama daldırılma seviyesi ve grafik çıktısıyla ilişkili olmaktadır. Bu motor eş zamanlı olarak gerçekçi bir sanal ortamın üretilmesi ve görüntülemenin sağlanması süreçlerinden sorumlu olmaktadır. Ayrıca kullanıcılarla etkileşimi yürüten giriş ve çıkış cihazlarıyla birlikte çalışan bir “arayüz” işlevi görmektedir (Craig,

Sherman ve Will, 2009). Sanal gerçeklik motorunda işlem gücü, grafik hızlandırıcılar, hızlı bir iletişim ağı önemli olmaktadır (Bamodu ve Ye, 2013).

Çıktı cihazları, sanal ortamın ve orada gerçekleşen durumların kullanıcıya aktarılmasını sağlamaktadır (Novak-Marcincin ve Kuzmiaková, 2009). Sanal gerçeklik sistemlerinde, sanal ortamın gerçekçi ve sürükleyici olabilmesi, kullanıcılarla kurduğu etkileşimin güçlü olmasıyla ilişkilidir. Bu sebeple bilgisayarda oluşturulan uyarıların kullanıcılara iletilmesi ve onların uyarı ile ilgili duyularını etkilemesi gerekmektedir. Sanal gerçeklik sistemlerinde çıkış cihazları, sanal gerçeklik motorundan geri bildirimleri almakta ve kullanıcıların duyularını uyarmak için bunları kullanıcılara iletmektedir. Duyulara göre incelendiğinde görme, işitme, haptik (temas, dokunsal veya kuvvet), koku ve tat alma ile ilişkili çıkış cihazları bulunmaktadır (Bamodu ve Ye, 2013). Ancak çıktı cihazları, kullanım sıklığı dikkate alınarak, görsel ekranlar, dokunsal ve çoklu duyuşal geri bildirim sağlayanlar olarak sınıflandırılmaktadır (Anthes, García Hernandez, Wiedemann ve Kranzlmüller, 2016).

Sanal gerçeklik sistemlerinde görsel ekranlar, kullanıcının konum ve durumuna göre görüntülenen çıktıları içermektedir. Kullanıcıların görüntülenen sanal ortamı, içinde bulundukları gerçek bir çevre olarak algılamalarını sağlamayı hedeflemektedir. Sherman ve Craig görsel ekranları; sabit ekranlar, baş tabanlı ve el tabanlı ekranlar olmak üzere sınıflandırmaktadır. Şekil 2.31’de de görüldüğü üzere sabit ekranlar, kullanım sırasında kullanıcı tarafından takılmaz ya da hareket ettirilemez, yerleri sabittir ve kullanıcılarla arasında belirli bir mesafe bulunmaktadır. Baş tabanlı ekranlar, kullanıcının kafasıyla birlikte hareket etmektedir (Şekil 2.32). Bu ekranlar; kullanıcının gerçek dünyayı görmesini önleyerek sadece sanal ortamı algılamasını sağlayan ekranlar, gerçek dünyanın sanal dünya ile zenginleştirildiği ekranlar, akıllı telefonların ekranları ve başa sabitlenen projektif ekranlar şeklinde incelenmektedir (Şekil 2.33). El tabanlı ekranlar, kullanıcıların ellerinde taşıyabildiği sanal gerçeklik ekranları olarak açıklanmaktadır (Sherman ve Craig, 2019).



Şekil 2.31 Sabit görsel ekranlardan biri olan “WAVE” (Sherman ve Craig, 2019)



Şekil 2.32 Başa sabitlenen baş tabanlı ekranlar (Quest 2 ve Rift S, b.t.)

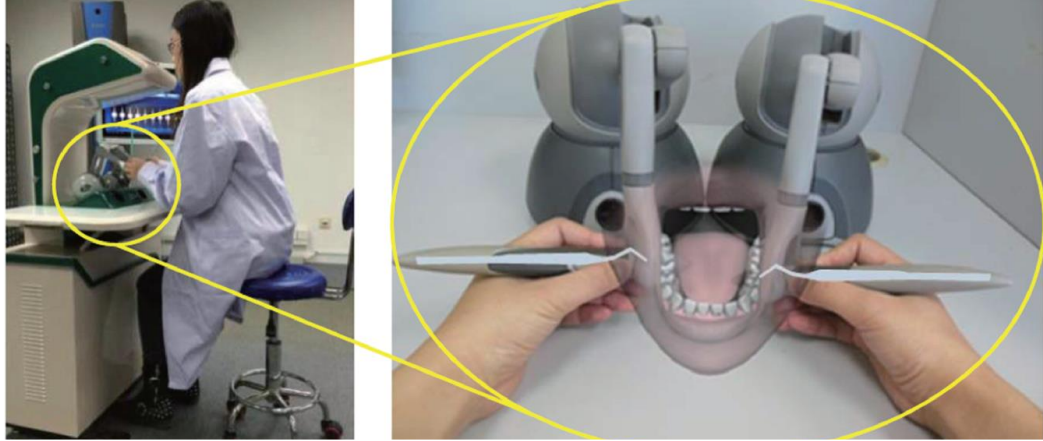


Şekil 2.33 Akıllı telefonların sanal gerçeklik ekranı olarak kullanılması (Cardboard, 2020)

Şekil 2.34 ve Şekil 2.35’te görülen haptik (dokunsal) ekranlar, kullanıcıların dokunsal duyularının uyarılmasıyla sanal ortamın ve nesnelerinin hissedilmesini sağlamak için kullanılmaktadır (Bamodu ve Ye, 2013).



Şekil 2.34 Dokunmatik ekran ile görüntünün yumuşak, pürüzlü, çizgili, dairesel gibi dokunsal özelliklerinin hissedilmesi (Wang, Guo, Liu, Zhang, Xu ve Xiao, 2019)



Şekil 2.35 İki dokunsal geri bildirimli cihaz ve dental cerrahi simülatörü (Wang vd., 2019)

Şekil 2.36'da da yer alan, çoklu duyusal geri bildirimler sağlayan ekranlar, kullanıcıların koku alma gibi diğer duyularını uyaran ek ekranlardır (Anthes vd., 2016).



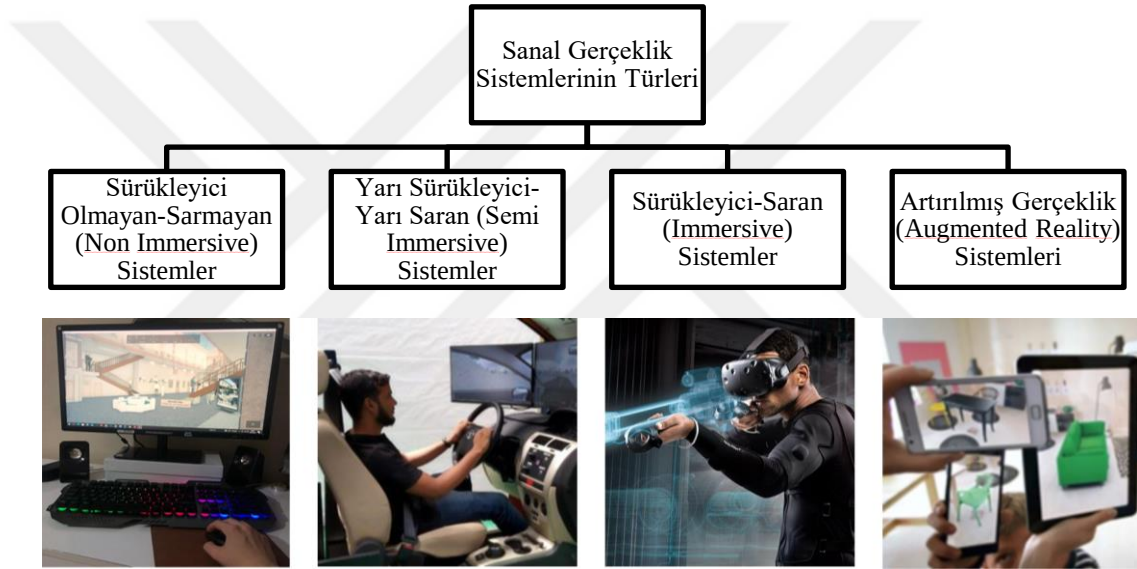
Şekil 2.36 “Feelreal” koku, titreşim, rüzgâr, yağmur, mikro iklimlendirme gibi çeşitli sensörleri içeren bir çoklu duyuşsal geri bildirim sağlayan ekran örneği (Fealreal, 2020)

Sanal gerçeklik sistemlerinde yazılımlar, donanım cihazlarının yönetilmesini, gelen verilerin analizini ve uygun geri bildirimlerin oluşturulmasını sağlamaktadır. Geliştirilen sanal gerçeklik uygulamalarını yönetmekten, kullanıcı ile sanal gerçeklik sistemleri arasındaki iletişim ve etkileşimin eş zamanlı gerçekleştirilmesinden sorumludur (Novak-Marcincin ve Kuzmiaková, 2009). Sanal gerçeklik sistemi yazılımları, sanal ortamın tasarlanması, geliştirilmesi, sürdürülmesi için yazılım ve araçlarından oluşurken aynı zamanda verilerin kaydedildiği bir veri tabanıdır. Sanal gerçeklik ortamı modelleme ve geliştirme araçları olarak 3ds Max, Maya, Blender, Creator, CATIA, Pro / E, Solidworks, UG gibi yazılımları kullanılmaktadır (Bamodu ve Ye, 2013). Bu yazılımların geliştirilmesi için açık platformlar, oyun motorları (Rift, Unity ve Unreal Engine gibi), web’de sanal gerçeklik deneyimi sağlamak için web tarayıcıları, çoklu kullanıcı için deneyim ortamları, havacılık uygulamaları ve tasarım yaklaşımları konuları üzerine çalışmalar yürütülmektedir (Anthes vd., 2016).

2.2.4 Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Türleri

Sanal gerçeklik sistemlerini oluşturan bu teknolojilerin farklı kombinasyonları ve kullanımlarıyla sanal gerçeklik sistemleri çeşitlenmektedir. Ayrıca kullanıcı ile sanal ortam arasındaki etkileşimin farklı seviyelerde olmasına neden olmaktadır. Sanal gerçeklik sistemleri kullanıcının sanal ortamdaki gerçeklik algısını, canlandırılan ortamda var olma hissini temel alan daldırma düzeylerine göre sürükleyici olmayan-

sarmayan (non immersive), yarı sürükleyici-yarı saran (semi immersive), sürükleyici-saran (immersive) ve artırılmış gerçeklik (augmented reality) olarak sınıflandırılmaktadır (Alqahtani, Daghestani ve Ibrahim, 2017; Christou, 2010). Bu sanal gerçeklik sistemlerinin sürükleyicilik durumu, söz konusu sistemlerin yetenekleriyle ilişkili olup, kullanıcıların gerçeklik algısının yanıltılmasına dayanmaktadır (Vishwakarma, Mukherjee ve Datta, 2020). Bu sistemler arasından artırılmış gerçeklik sistemlerinde, sistemin “daldırma düzeyi” dikkate alınmamıştır. Gerçek ve sanal ortamlarla ilişkili olarak geliştirilmesi yönüyle diğerlerinden farklılaşmaktadır (Şekil 2.37).



Şekil 2.37 Sanal gerçeklik sistemlerinin türleri ve örnekleri (Alqahtani, Daghestani ve Ibrahim, 2017; Christou, 2010; kişisel arşiv; Semi-Immersive Virtual Reality, 2022; the teslasuit, 2022; ikea, 2017)

2.2.4.1 Sürükleyici Olmayan-Sarmayan (Non Immersive) Sistemler

Masaüstü bilgisayar sanal gerçeklik (desktop VR) sistemi ya da dünyada pencere (Window on World, WoW) olarak da adlandırılan sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemleri, sanal gerçeklik sistemleri arasında en az karmaşıklığa sahip bileşenlerden meydana geldiğinden en düşük maliyetli olanıdır. Bu sistemlerde giriş cihazları kullanılmamaktadır. Kullanıcılar, sanal ortamı bir veya daha fazla bilgisayar ekranından görüntülemektedir. Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemleri için söz

konusu bileşenler; stereo ile ya da stereo olmadan kullanılan büyük ekran projeksiyonları ya da masa projeksiyonları, geleneksel monitörler, gözlükler, veri eldivenleri, uzay topu ve klavyedir. Kullanıcı başka duysal çıktılarla desteklenmemektedir. Bu sebeple kullanıcının sanal ortamla etkileşimi sınırlı kalır ve sanal ortama daldırılmaz (Bamodu ve Ye, 2013; Christou, 2010; Mandal, 2013). Bu sistemlerde kullanıcılar sanal dünyadaki üç boyutlu bilgisayar grafikleriyle oluşturulan nesnelerle etkileşime giremez, sanal ortamı yalnızca ekranlar aracılığıyla gerçek dünyada görüntüler (Alqahtani, Daghestani ve Ibrahim, 2017).

2.2.4.2 Yarı Sürükleyici-Yarı Saran (Semi Immersive) Sistemler

Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemlerinin geliştirilmiş şeklidir. Ayrıca “hibrit sistemler” olarak da adlandırılmaktadır. Bu sistemlerde katı model kullanımı ileri seviyeye taşınırken, sistemin daldırma etkisinin varlığından söz edilmektedir. Kafa takibini destekleyerek, kullanıcının sanal ortamdaki “orada olma” hissini arttırmaktadır. Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemlerini oluşturan monitörler sıklıkla stereoskopik görüntüleme için LCD perdeli gözlükler ile kullanılmaktadır. Bu sistemlerde, sürükleyici olmayan sanal gerçeklik sistemlerinde olduğu gibi genellikle duysal çıkış desteklenmemektedir (Mandal, 2013). Bu sebeple daldırma düzeyi düşük olmaktadır. Sistem; izleme sensörleri, fare, klavye, gözlükler gibi giriş cihazlarından, görüntüleme araçları ve kullanıcı ara yüzlerinden oluşmaktadır. Söz konusu giriş cihazları ile kullanıcının sanal dünya ile sınırlı etkileşimine izin verilmektedir (Alqahtani vd., 2017).

2.2.4.3 Sürükleyici-Saran (Immersive) Sistemler

Sürükleyici sistemlerde; kullanıcı, sanal gerçeklik teknolojileriyle oluşturulan ortama tamamen dahil olduğunu hissetmektedir. Kullanıcının sanal çevrede var olduğu yanılsaması, kullanıcının konumuna, yönüne ve hareketlerine bağlı olarak gerçekleşen, sanal çevreden alınan eş zamanlı geri bildirimlerle sağlanmaktadır. Bu sistemin gereklilikleri başa takılı ekran ve kuvvet geri bildirimli robot teknolojileri gibi sürükleyici çıktı cihazları ve bir baş/vücut izleme görevinde kullanılan giriş cihazları

ve yazılımlarıyla hazırlanmaktadır (Riva, 2006). Sürükleyici sistemleri oluşturan teknolojilerin kullanıcılara sundukları; görüş alanı, bakış açıları, ekran boyutları, görüntü ve ekran çözünürlüğü, kullanılan ekran kartlarının grafik gücü, işlemci hızı, görüntü karelerin geçiş ve yenilenme hızı, aydınlatma gibi yeteneklerle sanal çevrenin gerçeklik algısı artırılmaktadır. Bu durum kullanıcı için daha kapsayıcı bir sanal çevre oluşturmakta ve sistemin “daldırma seviyesini” ileri taşımaktadır (Vishwakarma, Mukherjee ve Datta, 2020). Bu sistemler ses, dokunsal ve algısal ara yüzlerle geliştirilebilme kapasitesine sahiptir (Mandal, 2013). Kullanıcının sanal ortamdayken gerçek dünyadan veri alması engellenerek, gerçek dünyadan izole edilmesi amaçlanmaktadır. Kullanıcının görsel, işitsel ve duyuşsal gibi tüm algıları sanal dünyaya yönlendirilip, sanal gerçeklik deneyiminin tamamen sürükleyici olması sağlanmaktadır (Alqahtani vd., 2017). Bu sistemlerde kullanıcının, sanal dünyadan aldığı geri bildirimler deneyimin daha gerçekçi olmasını sağlamaktadır.

2.2.4.4 *Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) Sistemleri*

Artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik ya da karıştırılmış gerçeklik olarak da karşımıza çıkmaktadır. Artırılmış gerçeklikte, gerçek ortam ve sanal ortamdan söz edilmektedir. İçinde bulunulan gerçek nesnelerin bir araya geldiği fiziksel çevre, gerçek ortamı tanımlarken; bilgisayar grafikleriyle şekillendirilmiş, sanal nesnelerden oluşan sanal çevre, sanal ortamı ifade etmektedir. Karma gerçeklik ise, bu iki ortamın ekran gibi bir görüntüleme aracıyla eş zamanlı olarak birlikte sunulmasıdır (Milgram ve Kishino, 1994). Artırılmış gerçeklikte kullanıcının gerçeklik algısının yanılsatılması önemli değildir. Bu sebeple kullanıcıyı gerçek ortamda olmadığına, tamamen sanal ortamda olduğuna inandırmaya yönelik girişim yoktur (Craig, 2013). Artırılmış gerçekliği diğer sanal gerçeklik sistemlerinden ayıran özelliği daldırma düzeyiyle değil, sanal ortam ile gerçek ortamın birleştirilmesiyle ilişkili olmasıdır. Bu ortamlar arasındaki gerçeklik ve sanallık sürekliliği karma gerçekliği oluşturur. Özetle karma gerçeklik artırılmış gerçeklik ve artırılmış sanallıktan oluşmaktadır. Bu gerçeklik-sanallık sürekliliği üzerindeki herhangi bir konum, artırılmış gerçeklik ya da artırılmış sanallık düzeyi hakkında bilgi vermektedir. Artırılmış gerçeklikte, gerçek dünya sanal ortam verileriyle güçlendirilmektedir. Artırılmış sanallık ise, sanal

ortamın gerçek ortam verileriyle desteklenmesi durumudur. Artırılmış sanallıkta, sanal dünyanın gerçek ortam verileriyle zenginleştirilmesi, kullanıcının daldırma seviyesiyle ters orantılıdır. Şekil 2.38’de, 1994 yılında Milgram ve Kishino’nun bu durumu özetlediği bir diyagram yer almaktadır.



Şekil 2.38 Gerçeklik-sanallık sürekliliğinin basitleştirilmiş gösterimi (Milgram ve Kishino, 1994)

Artırılmış gerçeklikteki sanal veriler, kullanıcının gerçek ortamdaki konumuna, hareket yönüne ve bakış açısına bağlıdır. Ayrıca kullanıcı, gerçek dünyayla birleştirilmiş olan sanal verilere ve nesnelere kendi isteklerine göre müdahale edebilmektedir. Gerçek dünyaya yerleştirilen sanal veriler, nesneler belirli fiziki konumlara yerleştirilmektedir. Kullanıcı müdahale etmedikçe şekli ve konumu değişmemektedir. Söz konusu sanal veriler, görsel, işitsel, tat ve dokunma duyularına ilişkin bilgiler yerine göre statik veya sensörlerle desteklendiğinde dinamik olabilmektedir (Craig, 2013). Artırılmış gerçeklikte, gerçek ve sanal ortamların bire bir eşleştirilmesi, gerçek ortam üzerine sanal ayrıntıların kaplanması, veri, metin ve sanal karakterlerin eklenmesi, gerçek nesnelerle etkileşim içerisinde olma durumu sağlanabilmektedir (Christou, 2010). Yani gerçek ortam hakkındaki bilgi düzeyi, sanal ortamla desteklenerek artırılmaktadır (Riva, 2006).

2.2.5 Sanal Gerçeklik Kullanım Alanları

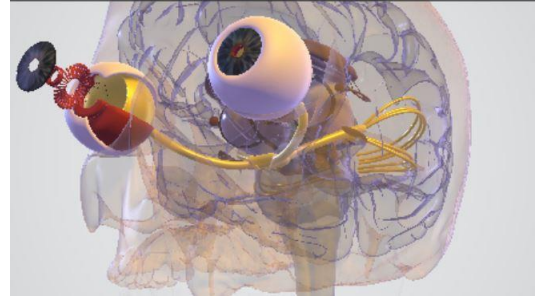
Günümüzde Endüstri 4.0’ı oluşturan unsurlardan Sanal Gerçeklik kavramının, Kurbanoglu’nun da belirttiği gibi ilk kez edebiyat alanında ortaya çıkması, bu konuda hayal gücünün teknolojiye öncül olduğunu göstermektedir (Kurbanoglu, 1996). Günümüz Bilim Çağı’nda ise, hayal ve teknoloji birbirlerini ivmelendiren güç olmaktadır.

Teknolojinin ilerlemesiyle sanal gerçeklik sistemleri ve bu sistemleri oluşturan yazılım ve donanımlar hızla gelişmektedir. Bu gelişmeler, sanal gerçeklik kullanımını çeşitli alanlarda yaygınlaştırmaktadır. Ayrıca söz konusu alanlar Endüstri 4.0'ın etkilediği alanlarla paralellik göstermektedir. İlgili alanlar bu bölümde; eğitim, sağlık, askeri, ticari, eğlence, sanat, güvenlik, şehir planlama ve mimarlık olarak ele alınmıştır.

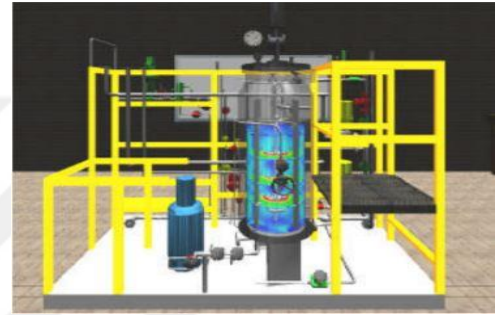
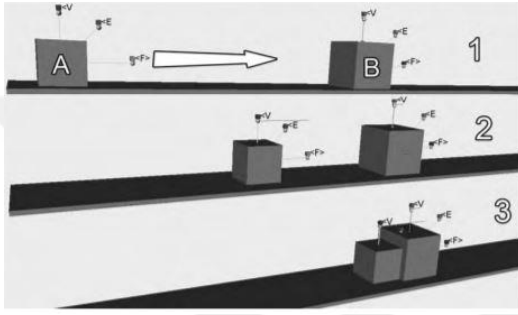
2.2.5.1 *Eğitim Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı*

Krueger, eğitim alanında en çok kullanılan sözlerden biri olan "Deneyim en iyi öğretmendir" cümlesine dikkat çekmektedir (Krueger, 1977 aktaran Luciani, 2007). Sanal gerçeklik, gerçekleşmesi zor olan ya da mümkün olmayan durumlarda kullanıcıya deneyim olanağı sunmaktadır.

Kimya'da kavramların, atom yapısının, karmaşık molekül yapılarının daha kolay algılanması için çeşitli sanal gerçeklik uygulamaları bulunmaktadır (Şekil 2.39). Ayrıca internet ortamında, öğrencileri sürekli etkileşim halinde tutarak dikkatlerinin dağılmasını önleyen, insan vücudunu ve sistemlerini tanıtan, tarihi olay ve kişileri canlandıran deneyimleme fırsatı sunan, coğrafyada dünya coğrafyasını gezme ve yer şekillerini tanıma fırsatı yaratan, geometride anlaşılması zor soyut konuları somutlaştıran sanal gerçeklik uygulamaları yer almaktadır (classvr, 2019). Fizik eğitimi için öğrencilerin aktif olarak deney yapmalarını sağlayan, nesnelerin hareketlerini davranışlarını analiz etmelerini sağlayan ve Indian Hills Community Koleji öğrencileri için fermantasyon aşamalarının üç boyutlu olarak gözlemlenmesini sağlayacak geliştirilmiş simülasyon uygulamaları da bulunmaktadır (Şekil 2.40).



Şekil 2.39 Sırasıyla molekül yapısının (Interactive experiments with atoms and molecules, 2019) ve gözün anatomik yapısının incelenmesi (Human eyeball neuroanatomy, 2019)



Şekil 2.40 Fizikte hareket konusunun canlandırılması (Kaufmann ve Meyer, 2009) ve fermantasyon işleminin simülasyonu (Xiao, Bryden ve Brigham, 2004)

2.2.5.2 Sağlık Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı

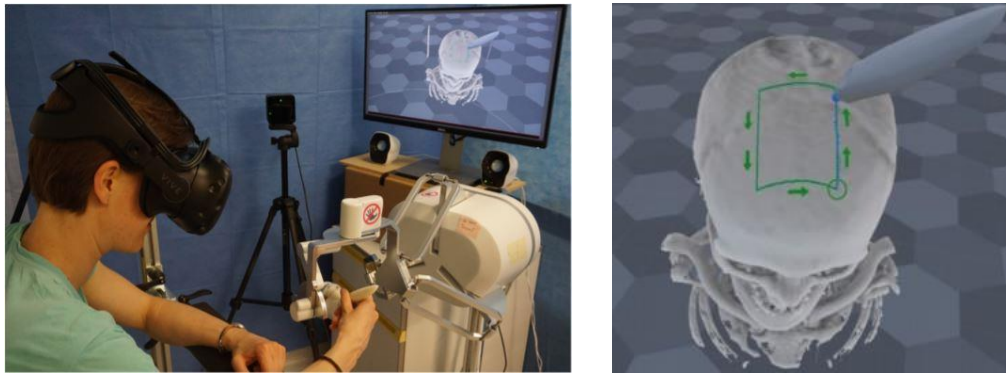
Sanal gerçeklik insan bedeni anatomisinin daha iyi kavranabilmesi için eğitici bir model geliştirirken, hastalıkları tedavi etmede de kullanılmaktadır. Fizik tedavide kullanılmak amacıyla geliştirilen ve hastaların fobilerini ve anksiyete bozukluklarını tedavi etmek için psikoterapi sağlayan sanal gerçeklik uygulamaları bulunmaktadır (Gutierrez, Vexo ve Thalmann, 2008, s.168). Ayrıca hastalarda ağrı semptomlarını ve ağrı algısını azaltmak için kullanılmaktadır (Rutter, Dahlquist ve Weiss, 2009).

Tıp eğitiminde öğrencilerin cerrahi deneyimlerini artırmaları ve cerrahların ameliyatlarını planlamasını kolaylaştırmak için 2016 yılında Basel Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü'nden Prof. Philippe C. Cattin başkanlığındaki araştırmacılardan oluşan ekip tarafından bilgisayarlı tomografi verilerini kullanan sanal gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir (Virtual Reality in Medicine, 2019). Kardiyovasküler araştırmalarda da hasta ve aile eğitimine yönelik, öğrenciler için

anatomi ve fizyoloji hakkında daha kapsamlı bilgi sağlamak (Stanford Children's Health, 2019), tıp öğrencileri için üç boyutlu olarak doktor gibi düşünmeye teşvik eden (CWRU, 2019), inme inen hastalarda beyni yeniden eğitmek için rehabilitasyon amaçlı (HVS Image, 2019) sanal gerçeklik uygulamaları yapılmaktadır (Silva, J. N. A., Southworth, Raptis ve Silva, J., 2018). Şekil 2.41'de görüldüğü üzere St Louis'de Washington Üniversitesi'nin kalp rahatsızlıklarında artırılmış gerçeklikle birlikte kullanıldığında hastanın anatomisinin gerçek zamanlı holografik görselleştirmesini içeren uygulaması da bulunmaktadır (SENTIAR, b.t.). Ayrıca Şekil 2.42'deki gibi cerrahi simülasyonlar için geliştirilen görsel ve dokunsal uygulamaları vardır.



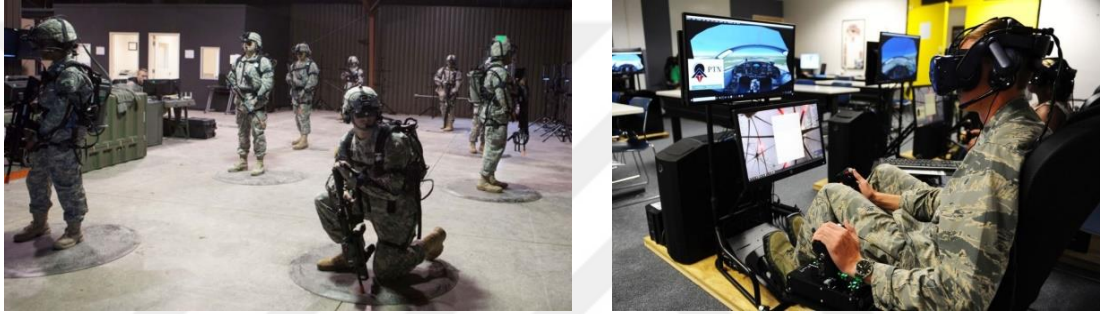
Şekil 2.41 Basel Üniversitesi'nin sağlık alanında geliştirdiği (Virtual Reality in Medicine, 2019) ve eş zamanlı holografik görselleştirmeyi (SENTIAR, 2019) sağlayan artırılmış gerçeklik uygulamaları



Şekil 2.42 Görsel ve dokunsal duyuların cerrahi simülasyonu uygulaması (Faludi, Zoller, Gerig, Zam, Rauter ve Cattin, 2019)

2.2.5.3 Askeri Alanda Sanal Gerçeklik Kullanımı

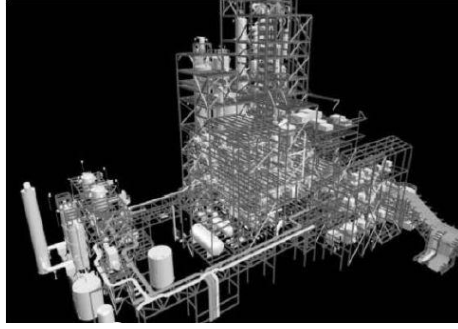
Askeri personel eğitimlerinde ilk örnekleri uçuş simülasyon sistemlerinde görülmektedir. Ekip eğitimi, savaş alanı incelemesi ve savaş stratejileri geliştirmek amacıyla da bu alanda sanal gerçeklik kullanılmaktadır (Moshell, 1993). Havada, karada, suda ve su altında kullanılan sanal gerçeklik uygulamaları vardır. Uçuş simülasyonları dışında tankların, denizaltı gibi savaş araçlarının kullanımına ilişkin eğitici uygulamalar geliştirilmektedir (Şekil 2.43). Asker kasklarının geliştirilmesinde de kullanılmaktadır (Lele, 2011).



Şekil 2.43 Sanal gerçeklikle askeri takım eğitimi (VSTS, 2019) ve Hava Kuvvetleri Akademisi'nde sanal gerçeklik ile pilotluk eğitimi (Air Force Academy, 2019)

2.2.5.4 Ticari Alanda Sanal Gerçeklik Kullanımı

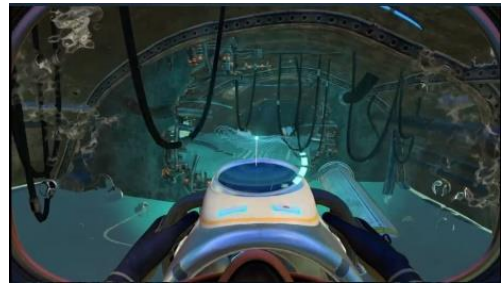
Ürün geliştirme, pazarlama alanında ve üretim tesislerinin tasarlanması aşamasında kullanılmaktadır (Şekil 2.44). Tesislerin ve ürünlerin önceden öngörülebilir ve incelenebilir olması maliyeti düşürmektedir. Bu amaçla ICI ve Fluor Daniel petrokimya tesislerinin tasarımında ve parça üretiminde sanal gerçeklik kullanımı görülmektedir (Whyte, 2002).



Şekil 2.44 ICI ve Fluor Daniel petrokimya tesislerinin tasarımı (Whyte, 2002) ile IKEA ve Apple'ın geliştirdiği artırılmış gerçeklik uygulaması (IKEA ve Apple'dan Ortak AR Projesi, 2019)

2.2.5.5 Eğlence Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı

Üç boyutlu, kullanıcıyı içine alan çok sayıda sanal gerçeklik oyunu geliştirilmektedir. Strateji oyunları, spor oyunları, aksiyon oyunları gibi çeşitli kategorilerdeki bu oyunlar sanal gerçeklik uygulamalarıyla piyasaya sürülmektedir (Şekil 2.45). Superhot VR (aksiyon oyunu), Skyrim VR (rol yapma oyunu), Subnautica VR (sualtı keşif oyunu), Robo Recall (aksiyon oyunu), Project Cars 2 (yarış oyunu), Minecraft VR (sürükleyici oyun), Farpoint (aksiyon oyunu), The Climb (macera oyunu) ve Lets Dance VR (dans etme oyunu) eğlence amaçlı tasarlanan sanal gerçeklik oyunlarından (Uz, 2019).



Şekil 2.45 Skyrim VR oyunu (Skyrim VR, 2019) ve Subnautica VR oyunu (Subnautica, 2019)

2.2.5.6 Sanat Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı

Müzelerde sergileme yöntemi olarak kullanılmakta ve eserlere göre farklı sanal gerçeklik uygulamaları geliştirilmektedir. Louvre Müzesi’nde Da Vinci’nin eseri Mona Lisa’nın hikayesi “Mona Lisa: Camın Ötesi” ismiyle sanal gerçeklik gözlüğü ile canlandırılmakta ve geliştirilen uygulamaya kullanıcılar çevrimiçi olarak da erişebilmektedir. Sanal ortamlarda yapılan duvar boyamaları ile kullanıcı grafiti sanatını deneyimleyebilmektedir (Ando ve Katayose, 2018).

Sanal müzeler ile dünyanın çeşitli yerlerindeki müzeler sanal gerçeklik uygulamalarıyla gezilmektedir. Tate Modern’de tanınmış ressam Amedeo Modigliani’nin Paris’teki atölyesinin 1919 yılındaki durumu ve eserleri sanal gerçeklik ile canlandırılmaktadır (Şekil 2.46).



Şekil 2.46 : Kingspray Graffiti Simülatör (Kingspray Graffiti, 2019) ve Amedeo Modigliani’nin Paris’teki atölyesinin sanal gerçeklik uygulaması aşaması (Tate, 2019)

2.2.5.7 Güvenlik Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı

Çalışanların iş güvenliği hakkında eğitim almaları, risk faktörleri gözlemlenmesi, acil durum davranışları geliştirebilmeleri için güvenilir ve gerçek eğitime göre maliyeti düşük olan sanal gerçeklik uygulamaları kullanılmaktadır. Madenlerde çalışma, şantiyede çalışan vinçler, nükleer santraller, petrol sondajı için deniz tabanına derin dalış için sanal gerçeklikle iş güvenliği eğitimleri verilmektedir (Şekil 2.47). Avustralya’da UNSW Maden Mühendisliği Okulu’nun, alanda “olası mayın patlaması durumunda acil kaçış” gibi senaryolarını sanal gerçeklik ortamında canlandırmaları,

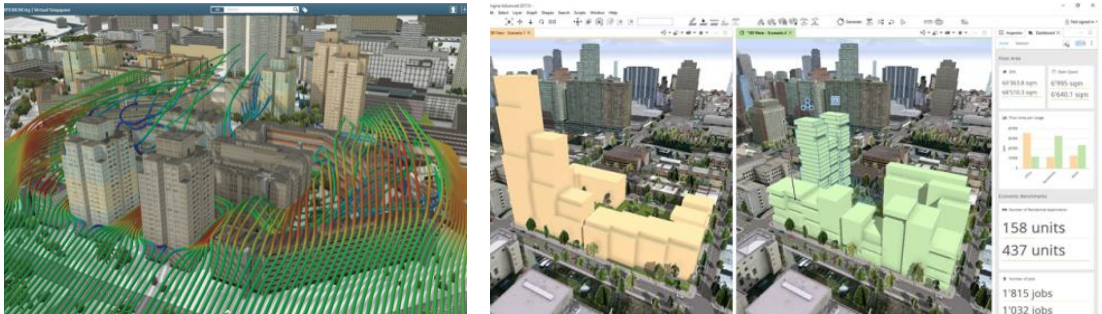
öğrencilere risklere karşı müdahale yöntemlerini belirlemede pratik yapmalarını sağlamaktadır (Aktan, Uygun, Erbayat ve Gezici, 2015).



Şekil 2.47 Avustralya’da UNSW Maden Mühendisliği Okulu sanal gerçeklik odası (Aktan vd., 2015) ve sanal gerçeklik ile iş güvenliği eğitimi uygulaması (Sanal gerçeklik ile iş güvenliği eğitimlerinde farklı sektör uygulamaları, 2018)

2.2.5.8 Şehir Planlama ve Mimarlık Alanında Sanal Gerçeklik Kullanımı

Mimaride, peyzaj mimarlığında ve şehir planlamada tasarım yapmak, maliyet hesapları oluşturmak, tasarım aşamasında maliyet azaltmak, konsept sunmak, kullanıcı davranışlarını simülasyonla değerlendirmek, karar aşamasını hızlandırmak, gerçekçi sunumlar yapmak, çevre analizleri yapmak, çevre koruma ve problemlerini çözmek amacıyla sanal gerçeklik kullanılmaktadır (Portman, Natapov ve Fisher-Gewirtzman, 2015). Örneğin Şekil 2.48’de şehir planlamada kullanılan sanal gerçeklik çalışmaları yer almaktadır.



Şekil 2.48 3DEXPERIENCİty, Singapur için Rüzgar Simülasyonu (Rocker, 2016) ve Esri CityEngine 2017 programıyla sanal gerçeklik çalışması arayüzü (GPS World StaffEst, 2017)

BÖLÜM ÜÇ

TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASI ALANINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI

3.1 Tarihsel Çevrenin Korunması

Koruma sözcüğü, “bir kimseyi veya bir şeyi dış etkilerden, tehlikeden, zor bir durumdan uzak tutmak, esirgemek, muhafaza etmek, vikaye etmek, sıyanet etmek” şeklinde tanımlanan “korumak” eyleminden türetilmektedir (TDK, 2020). Mimarlık alanında ise koruma kavramı; “tarih ya da sanat değeri taşıyan yapıların, doğal değerlerin ya da kent parçalarının yaşamlarını sürdürebilmeleri için muhafaza, onarım ve bakıma ilişkin gerekli önlemleri alma” şeklinde tanımlanmaktadır (Hasol, 2017). Bu kapsamda mimari korumayı, kendine özgü anlam ve değere sahip varlıkların (tarihi yapılar, yapı grupları ve sitler) zarar görmesi engellenerek, tarihsel sürekliliğinin sağlanması için planlanan ve gerçekleştirilen çabalar şeklinde ifade etmek olanaklıdır.

2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu’nun günümüzde geçerli olan 3386 ve 5226 sayılı yasalarla değişiklikler içeren güncel durumunda yer alan tanımlar kapsamında; “koruma ve korunma; taşınmaz kültür ve tabiat varlıklarında muhafaza, bakım, onarım, restorasyon, fonksiyon değiştirme işlemleri; taşınır kültür varlıklarında ise muhafaza, bakım, onarım ve restorasyon işleridir” şeklinde tanımlanmaktadır (Mevzuat, 2021). Burada yer alan koruma kavramında, korunması gerekli olan unsurlar, taşınır ve taşınmaz kültür varlıkları şeklinde iki grupta değerlendirilmektedir. Bu değerlendirmeler kapsamında koruma yaklaşımı olarak belirlenen eylemler ayrı ayrı ifade edilmektedir.

İlgili kanunda korunma alanı ise; “taşınmaz kültür ve tabiat varlıklarının muhafazaları veya tarihi çevre içinde korunmalarında etkinlik taşıyan korunması zorunlu olan alandır” şeklinde belirtilmektedir (Mevzuat, 2021). Koruma alanının sınırları, tüzüklerde ve bildirilerde “anıt, anıt ve çevresi, tarihi alanlar, kentsel alanlar ya da kırsal yerleşimler” gibi kavramlarla belirlenmektedir. Buradaki tanımda ise koruma alanı, bütün bu kavramları kapsayan, daha geniş bir bakış açısıyla aktarılmaktadır.

Mimari korumanın tarihi; insanların, dini, siyasal, sanatsal ve estetik açıdan değerli gördükleri yapıların, çevresel etkilere karşı varlıklarını sürdürmek istemeleri sonucu ortaya çıkan, içgüdüsel ya da bilinçli olarak yaptıkları eylemlere dayanmaktadır (Erder, 2020). Bu koruma eylemleri “onarım” adı altında yalnızca var olan yapıları ayakta tutma, yapıların biçimsel bütünlüğünü sürdürme ve dönemin konfor koşullarını karşılayacak şekilde ek yapılar inşa etme isteğiyle devam etmektedir. Onarımın bilimsel teknik ve yöntemlerle bir pratiğe dönüşmesi ve korumanın kuramsal alt yapısının oluşması ise; İtalya, Fransa ve İngiltere öncülüğünde 19. yüzyıla dek uzanmaktadır. Bu kuramsal temel, yapıların ilk üslubuna uygun olarak onarılmasını savunan üslup birliği; bulundukları durumun olduğu gibi korunması gerektiğini ileri süren romantik görüş; somut tarihi verilere göre onarılmasını destekleyen tarihi restorasyon kuramı ile bütün bu uygulama ve düşüncelerin uzlaştırılmış şeklini yansıtan çağdaş restorasyon kuramından oluşmaktadır (Ahunbay, 2017). Ancak 19. yüzyılda koruma alanındaki düşüncelerin ve gerçekleştirilen uygulamaların yalnızca tek yapı ölçeğiyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum 20. yüzyılda mimari koruma ile ilgili yasal düzenlemelerin yapılması, koruma bilincinin ve anlayışının gelişmesi ile değişmektedir. İlgili yasal düzenlemeler, 1931 yılında restorasyon ilkelerinin belirlendiği Carta del Restauro (Atina Tüzüğü) ile başlamaktadır. Carta del Restauro’da, anıtlar tek yapı ölçeğinde değerlendirilirken, çevresine de saygılı olunmasının gerekliliğinden söz edilmektedir (ICOMOS, 1931). Bu durum, tarihi yapıların korunmasının, bağlamlarıyla birlikte olması gerekliliğini öncelikli şekilde göstermektedir. Ancak anıtların bulunduğu tarihi çevre, koruma düşüncesinden tümüyle bağımsız olarak değerlendirilmemektedir. Bunu izleyen süreçte ortaya çıkan yasal düzenlemeler incelendiğinde, mimari koruma konusundaki bakış açısının genişlediği ve kavramsal çerçevenin zenginleştiği açıkça görülmektedir. 1964 tarihli Venedik Tüzüğü’nde “anıt” kavramının kapsamı genişletilirken, korumanın kalıcı ve sürekli olması vurgulanmaktadır.

İlgili tüzüğün 1. maddesinde,

Tarihi anıt kavramı, sadece bir mimari eseri içine almaz, bunun yanında belli bir uygarlığın, önemli bir gelişmenin, tarihi bir olayın tanıklığını yapan kentsel ya da kırsal bir yerleşmeyi de kapsar. Bu kavram yalnız büyük sanat eserlerini

değil, ayrıca zamanla kültürel anlam kazanmış daha basit eserleri de kapsar (ICOMOS, 1964).

6. maddesinde ise “anıtların korunması, ölçeği dışına taşmamak koşuluyla çevresinin de bakımını içine almalıdır. Eğer geleneksel ortam varsa, olduğu gibi bırakılmalıdır. Kütle ve renk ilişkilerini değiştirecek hiçbir yeni eklentiye, yok etmeye ya da değiştirmeye izin verilmemelidir,” ifadeleri yer almaktadır (ICOMOS, 1964).

Burada anıt kavramı; tek yapı ölçeğindeki koruma anlayışını, yerleşim sınırlarına taşıırken, kültürel değere sahip daha basit varlıkların korunmasını da içermektedir. Boyut ve nitelik farkı gözetmeksizin, süreçte kültürel anlam kazanmış olan eserlerin korunmasının gerekliliği belirtilmektedir. Ayrıca Venedik Tüzüğü’nde anıtın korunması ve bakımı konusundaki duyarlılık, çevresine de gösterilmektedir. Bu, tarihi çevrenin korunmasını yasal olarak vurgulamakta ve çerçeve oluşturmaktadır.

Sonraki süreçte yapılan toplantılarda da benzer konulara yer verilmektedir. Örneğin 1975 yılı Amsterdam Bildirgesi, b maddesinde “Mimarlık mirası yalnız üstün nitelikli tek yapıları ve çevrelerini değil, tarihsel ve kültürel özelliği olan tüm kentsel ve kırsal alanları içerir,” ifadesi yer almaktadır (ICOMOS, 1975). Burada kültürel miras kavramının kapsamı, anıt yapıların ve bağlamlarının korunmasının dışında genişletilerek, kültürel değer taşıyan alanları, tarihi çevreleri de içerir duruma gelmektedir. İlgili bildirgede;

Koruma bugün tarihi park ve bahçelerin yanı sıra, tarihi kentler, kentlerin eski mahalleleri ve geleneksel karakteri olan kent ve köyler için de gereklidir. Bu mimarlık ürünlerinin korunması en büyüğünden en alçak gönüllülerine kadar, günümüz yapılarını da unutmadan, kültürel değer taşıyan tüm yapıları çevreleriyle birlikte kapsayan geniş bir perspektif içinde görülebilir (ICOMOS, 1975) ifadesi yer almaktadır.

İlişkili olarak mimari koruma, tarihsel çevreyi ve özgün dokuya sahip yerleşim alanlarının korunmasını içermektedir. Bu kapsamda her kültürel varlık eşit derecede

korunmalı ve büyüklüğü gibi somut özellikleriyle öncelikli olarak değerlendirilmemelidir. Ayrıca modern mimarlık mirasının korunmasına da dikkat çekilmekte, böylece mimari korumanın kapsamı genişletilmektedir.

1976 yılında UNESCO tarafından, Tarihi Alanların Korunması ve Çağdaş Rollerine Konusunda Tavsiyeler’de “tarihi ve mimari (geleneksel de dahi) alanlar” ve “çevre” kavramlarının çerçevesi belirlenmekte olup bununla ilişkili olarak “koruma” kavramı net şekilde tanımlanmaktadır. İlgili kavramlar;

Tarihi ve mimari (geleneksel de dahi) alanlar, arkeolojik, mimari, tarih öncesi ve tarihi, estetik veya sosyo-kültürel açıdan bütünlükleri ve değerleri kabul edilmiş yapı grupları, yapılar, arkeolojik ve paleontolojik sitler de olmak üzere açık alanlar anlamını taşıyacaktır. Nitelikleri çok farklı olan bu alanlar arasında özellikle aşağıdakileri belirlemek olanaklıdır; prehistorik sitler, tarihi kentler, eski kentsel mahalleler, köyler veya homojen anıtsal gruplar ki, bunların değiştirilmeden korunmuş olmaları kuralı vardır. Çevre, bu alanların algılanış biçimini statik veya dinamik olarak etkileyen veya bu alanlara mekânsal olarak veya sosyal, ekonomik ve kültürel bağlarla doğrudan bağlı olan veya insan eliyle oluşturulmuş yer anlamına gelir. Koruma, tarihi veya geleneksel alanlar ve çevrelerinin tanımlanması, onarımları, sağlamlaştırılmaları, bakımları ve yeniden canlandırılmaları anlamına gelir (UNESCO, 1976 aktaran Ahunbay, 2017).

Söz konusu ifadelerde, tarihi ve mimari alanlar ile çevrelerin detaylı bir şekilde tanımlanması ve açıklanması, korunması gerekli alanların daha net anlaşılmasını sağlamaktadır. Korumaya ilişkin genel teknikler belirtilmektedir. Bu bağlamda söz konusu önerilerde, tarihi alanlar ve çevreler kültürel miras olarak görülmekte olup yasal olarak kapsamının belirtilmesi açısından önemlidir. Ayrıca tarihi çevrelerin önemi vurgulanmakta; koruma önlemleri, politikaları ve eğitim konuları ayrıntılı olarak yer almaktadır.

Benzer şekilde farklı tarihlerdeki mevzuatlarda yer alan “koruma” tanımları incelendiğinde koruma anlayışının ve algısının değiştiği, yasal olarak kavramsal çerçevesinin genişlediği açıkça görülmektedir.

1994 yılı Nara Özgünlük Belgesi’nde koruma; “bir yapıtı anlamaya, tarihini ve anlamını tanımaya, maddi olarak korunmasını sağlamaya ve gerektiğinde restore ederek değerlendirmeye yönelik tüm işlemleri içerir,” şeklinde tanımlanmaktadır (ICOMOS, 1994). İlgili belgede koruma, yapının fiziksel olarak varlığını sürdürmesi için yapılan eylemler olarak nitelendirilmektedir. Ayrıca koruma kapsamında, yapıtların tarihi ve özgün değerleriyle anlaşılabilir olmasına da önem verilmektedir.

Kültürel Miras Alanların Algılanması ve Sunumu Tüzüğü’nde (2008), kültürel miras alanlarının sunumu ve yorumlanması, koruma eylemi olarak karşımıza çıkmaktadır (ICOMOS, 2008a). Bölüm 3.2.1’de tekrar bu tüzüğe değinilmekte olup, tezin odak çalışmasının gerçekleştirilmesinde, ilgili tüzüğün dayandığı ilkeler yönlendirici olmuştur.

2011 yılında Tarihi Kentlerin ve Kentsel Alanların Korunması ve Yönetimiyle İlgili Valetta İlkeleri’nde ise koruma; “tarihi kentler ile kentsel alanların ve çevrelerinin korunması, onların onarımı, konservasyonu, iyileştirilmesi ve yönetimi yanında, tutarlı gelişmeleri ve çağdaş yaşama uyarlanmaları için gerekli işlemleri kapsar,” şeklinde ifade edilmektedir (ICOMOS, 2011b). İlgili tanımda, tek bir tarihi yapı ve bağlamı dışında, tarihi alanlar, kentsel dokular ve çevrelerinin korunmasına vurgu yapılmakta olup, koruma konusu daha geniş ölçekte ele alınmaktadır. Bu kapsamda yürütülen koruma çalışmaları ise net olarak ifade edilmektedir. Ayrıca bu tarihi çevrelerin modern yaşam koşullarına adaptasyonu, koruma kapsamında gündeme gelmektedir.

2013 yılında ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesi kapsamında mimari koruma “kültürel, sanatsal, teknik ve ustalık gerektiren bir eylem” olarak nitelendirilirken “koruma etiğine uygun olarak bilimsel ve sistematik araştırma ve değerlendirmelere dayanan, insanoğlunun kültürel üretimine saygılı bir uygulamadır” şeklinde ifade edilmektedir (ICOMOS, 2013). Burada mimari koruma, bilimsel bir

Çalışma olarak titizlikle yürütülmesi gereken, nitelik ve uzmanlık gerektiren eylemler şeklinde değerlendirilmektedir.

İlgili bildirgede “koruma alanı; taşınmaz kültür ve tabiat varlıkları ve içinde bulundukları korunması gerekli çevrenin değerlerinin korunabilmesi için gelişme ve yapılaşması kontrol altında tutulması gereken alandır,” şeklinde tanımlanmaktadır (ICOMOS, 2013). Burada koruma alanının sınırlarının belirlenmesinin yanı sıra, bu alanda bulunan değerlerin korunması konusunda, çevrede gerçekleşmesi beklenen eylemlerin denetlenmesinin gerekliliği de önemsenmektedir.

Yasal düzenlemeler, ortaya çıktıkları dönemin koruma anlayışındaki eksiklikler, kaygılar ve gelişmeler temel alınarak hazırlanmaktadır. Bunlar, “koruma ve tarihsel çevrenin korunması” konusunda algının değişimini ve yrtlen çalışmaların gelişimini izlemeyi sağlamaktadır. Günümüzde ise koruma; tarihi yapıları, yapı gruplarını ve sitleri kapsayan, kültürel mirasın özgünlüğüne ve değerlerine zarar vermeden, somut ve somut olmayan değerleriyle bütüncül olarak, tarihsel srekliiliğinin sağlanması konusunda yapılması gerekli çalışmalardır. Bunlardan bazıları, belirli ilke ve tekniklere göre uzmanlar tarafından disiplinler arası iş birliği ile gerçekleştirilen; belgeleme, sunum ve tanıtım, eğitim, basit onarım, sürekli izleme-bakım, konservasyon ve restorasyondur.

3.1.1 Tarihi evrenin Korunmasında Kullanılan Yöntemlerin Gelişimi

Tarihi çevrelerin korunması için öncelikle, kültürel varlık ve çevresi ile ilgili bilimsel araştırmalar ve arşiv çalışmaları yürütülmektedir. Tarihi yapıtın ve çevresinin mevcut durumunu içeren belgeleme çalışmaları yapılmaktadır. Ardından restitüsyon ve restorasyon çalışmaları yürütülmektedir. Korumanın kalıcı ve sürdürülebilir olmasını sağlamak için, tarihi yapının sürekli izlenmesini ve bakımının yapılmasını teşvik eden, önleyici koruma çalışmaları gerçekleştirilmektedir. Tarihi evre algısının artırılması ve koruma bilincinin geliştirilmesi için kültürel mirasın değerinin anlaşılması gerekmekte ve bu kapsamda sunum yöntemlerine önem verilmektedir.

3.1.1.1 Belgeleme

Belgeleme, kültürel miras hakkında var olan ve elde edilen verilerin kayıt altına alınması, arşivlenmesi çalışmalarını içermektedir. Belgeleme, kültürel miras varlığını somut bir kanıt durumuna getirmekte, tarihi çevrenin korunması için gerekli çalışmalara kaynak oluşturmakta ve bu çalışmaların kontrollü bir şekilde yürütülmesine olanak sunmaktadır. Böylece korumanın sürekliliği sağlanmaktadır. Kültürel varlığın bütün bilgilerinin tanımlanması için gerekli olan bu belgeleme çalışmaları görsel ve yazılı olarak yapılmaktadır. Görsel belgeleme, miras varlığına ve çevresine ilişkin fiziksel betimlemenin yapılmasını sağlamaktadır. Bu çalışmalarda, yapının ve çevresinin var olan iki boyutlu ve üç boyutlu eskiz ve çizimleri, eski resim ve gravürleri, haritaları, fotoğrafları, videoları, rölöve, analitik rölöve ve restitüsyon çizimleri toplanmakta ve arşivlenmektedir. Ayrıca söz konusu belgeleme çalışmaları yapı ve çevresinin mevcut durumuna ilişkin yeni verilerin ortaya çıkarılması ve görselleştirilerek kaydedilmesini içermektedir. Bu durum, her koruma çalışması öncesinde tarihi yapı ve çevresinin bilgilerini güncellerken, tarihsel süreçteki değişiminin izlenmesini sağlamaktadır. Yazılı belgeleme çalışmalarında ise; yapıya ilişkin tarihi, sosyal, kültürel ve mimari gibi bilgilere arşiv, kütüphane ve sözlü kaynak araştırmalarından ulaşılmakta, ilgili raporlar, gezi yazıları incelenmekte ve yapıya ilişkin kimlik bilgileri envanterlere işlenerek kaydedilmektedir.

Teknolojideki gelişmeler her alanda olduğu gibi belgeleme çalışmalarını da etkilemektedir. Bunlar rölöve, analitik rölöve, restitüsyon, envanter oluşturma, bütün çalışmaların kaydedilip, saklanması gibi temel belgeleme yöntemlerinde değişikliklere neden olmaktadır. Bu yöntemlerden rölöve, “mevcut bir yapının yeniden ölçülerek çizimlerinin, plan, kesit, görünüş olarak elde edilmesi” şeklinde ifade edilmektedir (Uluengin, 2016). Analitik rölöve, yapısal ve malzeme bağlamında hasar ve bozulma analizlerini içeren rölöve çalışmalarını kapsamaktadır. Restitüsyon, yapının tarihsel süreçte farklı zaman dilimlerindeki durumlarını saptamak, geçirdikleri müdahaleleri tespit etmek ve ifade edilir bir şekilde kayıt altına almak için yürütülen çalışmalardır. Envanter föyleri ise, yapının adresi, ada-parseli, yapım tarihi, mimarı, tescil durumu

gibi temel bilgileri içeren, yapının sözel ve görsel betimlemesine (vaziyet planı, fotoğraf, plan, harita, çizim gibi) ilişkin verileri içeren belgelerdir.

Bu kapsamda geleneksel belgelemede, rölövenin çıkarılmasında, üçgenlere ayırma, dik koordinat ve ızgaralara ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu süreçte ise, mira, çelik şerit metre, şakül, pusula, karbon kâğıdı, profil tarağı, jalon ve sehpa, prizma, teodolit gibi geleneksel araçlardan yararlanılmaktadır (Pakben, 2013). Analitik rölövede, hasar ve bozulma tespit çalışmaları ise gözlemlene, fotoğraflama, belirli yerlerde sıvanın kaldırılmasıyla inceleme yapılması ya da noktasal müdahalelerle fiziksel yöntemlerle numuneler alınması şeklinde yürütülmektedir. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine kadar olan süreçte rölöve, analitik rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri kâğıt üzerine el çizimi olarak yapılmıştır. Sonrasında bu çizimler CAD programları aracılığıyla dijital ortamda gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu mimari çizimler ise kâğıt üzerinde çıktı alınarak klasik arşivleme yöntemiyle de ilgili kurumlarda saklanmaktadır.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi, hata oranını en aza düşüren ve daha hızlı rölöve çıkarmayı olanaklı kılan araçların gelişmesini sağlamaktadır. Bugün modern belgeleme çalışmalarında mimari fotogrametri, üç boyutlu lazer tarama ve LİDAR ölçme tekniğinin kullanıldığı mobil lazer tarama yöntemleri ve yarı ya da tam otomatik insansız hava araçlarının (İHA) kullanıldığı üç boyutlu modelleme çalışmaları yapılmaktadır (Karabörk, Karasaka ve Esra, 2015). Rölövelerin hazırlanmasında giyilebilir mobil lazer sistemlerinden oluşan mobil haritalama sistemlerinin (Mobile Mapping System) kullanıldığı uygulamalar da vardır. Bu sistemde giyilerek taşınan lazer tarama teknolojisi ile eş zamanlı konum ve haritalama algoritması kullanılmaktadır. Üç boyutlu nokta bulut teknolojisiyle sonuçlar elde edilmektedir (Mora, Sánchez-Aparicio, Maté-González, García-Álvarez, Sánchez-Aparicio ve González-Aguilera, 2021). Lazer tarama yönteminde de olduğu gibi elde edilen veriler, CAD programları yardımıyla dijitalleştirilmektedir. Envanter çalışmaları coğrafi bilgi sistemleri teknolojileriyle üç boyutlu duruma getirilmekte ve web tabanlı olarak erişime açılabilir. Tarihi yapı ve çevresinin fotoğraflanması ise odaklanma gücü artırılmış, ayarlanabilir, yüksek çözünürlüğe sahip dijital makinelerle

ve mobil cihazlarla daha kolay yapılmaktadır. Ayrıca envanter çalışmalarını kolaylaştıran, mobil araçlarla kullanılabilen, çevrimiçi/ çevrimdışı erişim sağlanabilen, açık kaynaklı, özelleştirilebilir yazılımlar ve uygulamalar geliştirilmektedir. Bu kapsamda “Kültürel Miras Envanter ve Yönetim Sistemi” olarak nitelendirilen “Arches” projesi, sürekli olarak güncellenen ve veri uygulaması geliştirilmiş olan açık kaynaklı bir yazılım platformudur (Arches, 2020).

Yapısal ve malzeme, hasar, bozulma tespit çalışmalarında tarihi yapılara zarar vermeyen (termografi, ultrason, darbe deneyi, radar araştırmaları) ve az zarar veren (endoskopi, yassı krika) güncel yöntemler kullanılmaktadır (Ahunbay, 2019). Bu kapsamda, tarihi yapıların yer altı araştırma çalışmalarında, cephesindeki hasar ve bozulmaların saptanmasında, yapı elemanlarının görünmeyen iç yüzeyleri hakkında bilgi edinme aşamasında “sismoloji, sismik, elektriksel özdirenç, elektromanyetik, manyetik, doğal gerilim, kuyu jeofiziği, sonik tomografisi, radar (GPR) tomografisi” gibi tahribat oranını en aza indiren jeofizik yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir (Yüksel, 2009). Ayrıca malzeme hasarlarının tespit çalışmalarında yapay zekâ sınıflandırma algoritmalarının geliştirildiği ve karar sürecinin hızlandırıldığı çalışmalar vardır (Bienvenido-Huertas, Nieto-Julián, Moyano, Macías-Bernal ve Castro, 2019). Tarihi yapılardaki yüzey bozulmalarını belirlemek için yapay zekâ kapsamında yapay sinir ağları, lazer tarama ve nokta bulut yöntemlerinin bir arada kullanıldığı yaklaşımlar geliştirilmektedir (Wojtkowska, Kedzierski ve Delis, 2021).

Belgelemede mevcut belgelerin ve gerçekleştirilen çalışmaların kayıt altına alınmasının yanı sıra güvenli bir şekilde saklanması da önemlidir. Ancak klasik arşiv yöntemiyle verilerin uzun süreli saklanması bilgi kayıplarına neden olabilecek zorluklar yaşanabilmektedir. Süreçte teknoloji alanındaki gelişmelerle birlikte tarihi çevrelere ilişkin bilgilerin dijitalleştirilmesi ve sayısal biçimde saklanması olanaklı duruma gelmiştir. Ancak bu durum dijital mirasın korunmasına ilişkin kaygıları da beraberinde getirmiştir. Bu amaçla 2003 yılında UNESCO tarafından dijital mirasın korunmasına yönelik ilkeleri içeren “Dijital Mirası Koruma Sözleşmesi” kabul edilmiştir (UNESCO, 2003). Dijital mirasın kabul görmesi, miras bilgilerinin dijitalleştirilmesinin yanı sıra elde edilen yeni verilerin de sanal olarak kayıt altına

alınmasını teşvik etmiştir. Bu kapsamda günümüzde miras yapı bilgi modellemesi (H-BIM) yöntemi geliştirilmektedir. H-BIM, günümüzde kullanımı yaygın olan ve yapıların yaşam döngüsüyle ilişkili her türlü bilgiyi içeren, yapı bilgi modelleme (BIM) sisteminin, tarihi yapılara ve çevrelerine uyarlanması yaklaşımıdır. H-BIM yaklaşımları genel olarak, kültürel miras bilgilerinin arşivlenmesi için dijital bir kütüphane oluşturma potansiyeline sahiptir. Bu yaklaşım, kültürel miras bilgilerinin dijital ortamda belgelenmesi, saklanması ve yönetilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca, yapısal analiz, hasar değerlendirme, dijital sunum, önleyici koruma çalışmaları, risk analizi ve restorasyon yapma gibi amaçlarla kullanılabilir (Mora vd., 2021). H-BIM’de bulut teknoloji, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler gibi Endüstri 4.0 teknolojileri aracılığıyla da kültürel mirasa ilişkin belgeleme çalışmalarının güvenli, kalıcı bir şekilde saklanması, tek bir yerde toplanması, zaman ve mekândan bağımsız olarak her yerden erişilebilir olması sağlanmaktadır. Ayrıca H-BIM ile oluşturulan dijital arşivin, iki boyutlu belgeler (fotoğraflar, çizimler, yazılar), yapı bilgi sistemine ilişkin üç boyutlu modeller yanı sıra somut olmayan kültürel mirasa ilişkin bilgileri (semboller, ritüeller, hikayeler) de içermesi önemsenmektedir.

3.1.1.2 Sürekli Bakım ve İzleme

Sürekli bakım ve izleme tarihi yapı ve çevresinin sürdürülebilir bir şekilde korunmasını sağlamaktadır. Sürekli izleme, tarihi yapıların belirlenen düzenli aralıklarla uzmanlar tarafından ziyaret edilmesiyle, mevcut durumlarının gözlemlenerek, hasar ve bozulmalarının kontrolünün yapılması ve bunun belgelenmesiyle gerçekleştirilmektedir. Buna göre de yapıların küçük müdahalelerle periyodik bakımları yapılmaktadır. Ayrıca yapılarda bozulmalara neden olabilecek sıcaklık, nem, ışık gibi parametreler ile ilgili ölçümler yapıp, kayıt altına alınarak değişimlerin düzenli olarak izlenmesi sağlanmaktadır. Böylece tespit edilen hasar ve bozulmaların ilerlemesinin önüne geçilebilmektedir. Bu durum, önleyici koruma çalışmaları olarak da adlandırılmaktadır. Sürekli bakım ve izleme ile koruma müdahalelerinin sınırlı düzeyde tutulması, koruma için gerekli maliyetin uzun vadede azalması, tarihi yapıların ömürlerinin uzaması, özgün değerlerinin zarar görmemesi ve korumanın kalıcı olması sağlanmaktadır. Geleneksel olarak yapılan sürekli izleme

alışmalarında, uzmanlar belirli aralıklarla, tarihi yapı ve çevreleri fiziksel olarak yerinde gezerek incelemekte, rapor tutmakta ve belgelemektedirler. Değişen iklim koşullarının yapılara zarar vermemesi için de izlenmesi gerekli sıcaklık, nem, basınç gibi ölçümler yine uzmanlar tarafından, yerinde elle işletilerek yapılmaktadır.

Günümüzde ise, teknolojinin gelişmesi ile uzmanlar tarihi yapıları ve siteleri, kamera sistemleriyle, özel video çekimleriyle ya da insansız hava araçlarıyla kayıt altına almakta ve veri toplamaktadır. Elde edilen veriler sayesinde tarihi çevreler uzaktan izlenebilmektedir. Söz konusu gelişmeler kısa sürede daha büyük bir alanın incelenmesini sağlamaktadır. Ayrıca alanda gerçekleştirilen fiziksel incelemeler de geliştirilen tahribatsız tekniklerle (görsel araştırmalar, sonik dalga hızı ölçümleri, kızılötesi termografik görüntüleme, radar, endoskopik inceleme) daha detaylı yapılabilmektedir. Ayrıca uydu teknolojilerinin gelişmesi, arkeolojik alanlardaki tahribatın tespit edilmesini kolaylaştırmaktadır.

Tarihi yapıların yapısal sağlığını sürekli izlemek için sensörler, ağ sistemleri ve optimizasyon algoritmalarından oluşan sistemler geliştirilmektedir. Bunlar yapının evrimii olarak takip edilmesini, hasar değerlendirmesinin yapılmasını hedeflemektedir (Barontini, Masciotta, Ramos, Amado-Mendes ve Lourenço, 2017). Benzer şekilde sensör teknolojileri ve H-BIM yaklaşımının birlikte kullanılmasıyla oluşturulan sistemlerle hem tarihi yapıda hem de bünyesinde yer alan tarihi tefriş elemanlarında, bozulmalara neden olabilecek çevresel parametrelerdeki (sıcaklık gibi) değişimler uzaktan izlenebilmekte ve buna göre koruma önlemleri alınabilmektedir (Mora vd., 2021). İtalya Monza’da yürütölen bir çalışmada, ströktürel olarak zayıf görölen “Santa Maria del Carrobiolo” yapısındaki çatlakların takibi için de sıcaklık sensörleri ve deplasman dönöştürücölerden oluşan bir ağ sistemi kurularak tarihi yapının korunmasına yönelik bir yıllık sağlık izlemesi gerçekleştirilmiştir (Saisi, Gentile ve Ruccolo, 2018). Kültürel varlıkların sergilendiği müzelerde korumanın sürdürölebilirliği için iç mekânın iklimatik konfor koşullarının sabit olması önemlidir. Bu kapsamda iç mekânlarda sıcaklık, nem, ışık gibi faktörlerin sensörler aracılığıyla sürekli izlenmesi, kayıt altına alınması bu değerlerin kontrol altında tutulması için önemlidir.

2021 yılında Mishra, yapmış olduğu çalışmada; yapay zekâ tekniklerinden, makine öğrenimine dayalı algoritmalarla geliştirilen sensörler, yapıların üç boyutlu simülasyonları ve ağ sistemlerinden oluşan, miras yapılarının yapısal sağlık izleme sistemlerini incelemektedir. İncelenen sistemlerde olası hasar senaryolarına yönelik çeşitli makine öğrenimi tekniklerinin (bulanık mantık, yapay sinir ağları, derin öğrenme, algoritmalar gibi) kullanıldığı ve bununla ilişkili olarak farklı parametrelerin veri olarak belirlendiği gözlemlenmektedir. Bu sistemlerin genellikle tuğla, kiremit, taş, harç gibi yapı malzemelerinin basınç dayanımlarının takip edilmesi; çatlaklar, çiçeklenme, yosun, dökülme, malzeme kayıpları, renk solmaları, kirlenmeler, sehim gibi bozulmaların izlenmesi için geliştirildiği görülmektedir. Tarihi yapıların sürekli izlenmesi için, gereksinime göre çeşitli makine öğrenimi yaklaşımları kullanılmaktadır (Mishra, 2021).

Risklere karşı önleyici koruma çalışmalarının yapılmasında da teknolojik gelişmelerden yararlanılmaktadır. Coğrafi bilgi sistemleri teknolojilerinden yararlanılarak deprem bölgeleri analiz edilebilmekte ve bu bölgelerde tarihi yapılar üzerinde güçlendirme çalışmaları yapılabilmektedir. Bu kapsamda deprem riski olan bölgelerde, tarihi yapıların davranışlarını gözlemlemek ve buna karşı önlemler almak için yapıların sismik analizlerinin yapılmasında; deprem izleme ve kayıt sistemlerinin kullanılmasında, tarihi yapıların simülasyonlarının oluşturulmasında güncel teknolojilerden yararlanılmaktadır. Örneğin, 2013 yılında Mihrimah Sultan Camii minaresinde deprem davranışının anlaşılmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür (Çaktı, Saygılı, Görk, Zengin, Oliveira ve Lemos, 2013). Bulanık mantık yöntemiyle tarihi yapıların işlevsel hizmet ömürleri, risk durumları analiz edilmekte ve buna göre önleyici koruma çalışmalarında öncelikleri sıralanabilmektedir (Prieto, Macías-Bernal, Chávez ve Alexandre, 2017).

Sürekli izleme, sürekli bakıma olanak sağladığı için korumanın daha verimli gerçekleşmesini sağlamaktadır. Sürekli izlemede, hasar vermeyen güncel teknolojinin kullanılması ise, korumayı daha etkili duruma getirmekte olup, önleyici koruma çalışmalarının planlanması ve uygulanması sürecini hızlandırmaktadır.

3.1.1.3 Restorasyon teknikleri

Restorasyon teknikleri temelde, temizleme, sağlamlaştırma, bütünleme ve rekonstrüksiyon, çağdaş ek, taşıma olarak ele alınmaktadır (Ahunbay, 2017). Bu bölümde günümüz teknolojisi ve modern bakış açısından etkilenmiş olan restorasyon tekniklerinden temizleme, bütünleme ve rekonstrüksiyon üzerinde durulmuştur.

Temizleme:

Tarihi yapılarda cephe temizliğinde, mekanik, kimyasal yöntemlerin, suyla yıkamanın, emici kil, kâğıt hamuru ve jellerin kullanıldığı bilinmektedir (Ahunbay, 2017). Bunun yanı sıra biyolojik temizleme uygulamaları da görülmektedir (Ersen, 2013). Temizlemede temizlenecek yüzeye zarar verilmemesi konusu önemlidir. Bu kapsamda teknolojinin gelişmesiyle yüzey temizliğinde esere zararı en aza indiren lazer teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir. Lazer teknolojisi taş, metal, çok renkli yüzeylerin, fresklerin, duvar resimlerinin temizliğinde kullanılmaktadır. Bu yöntem temizleme işleminin daha hassas ve titizlikle yürütülmesini sağlamaktadır (Zanini, Bresciani ve Yar, 2010).

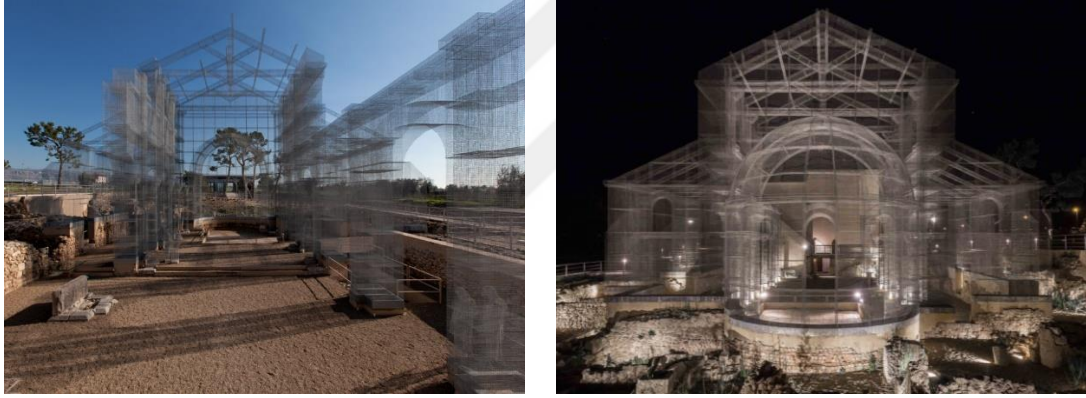
Bütünleme ve Rekonstrüksiyon:

Bütünleme, doğal afetler, savaşlar gibi çeşitli sebeplerle bir yapının ya da yapı elemanının zarar görmüş, yok olmuş kısımlarının geleneksel ya da çağdaş malzemelerle tamamlanmasıdır (Ahunbay, 2019). Rekonstrüksiyon ise, zamanla kısmen veya tümüyle yok olmuş tarihi yapıların özgününe uygun şekilde, belgelere dayandırılarak yeniden inşa edilmesidir. Bir yapının rekonstrüksiyonunun gerekliliği tartışmalı bir konu olmakla birlikte çok özel durumlarda kabul edilmektedir (Zakar ve Eyüpgiller, 2018).

Rekonstrüksiyon, kültürel mirasın daha net, bağlamıyla birlikte bütüncül olarak algılanmasını, anlaşılmasını, sosyokültürel, evrensel değerlerinin sürdürülmesini ve uygun bir şekilde sunulmasını sağlamaktadır. Bununla ilişkili olarak günümüzde

rekonstrüksiyonun, kültürel mirasa zarar vermeden, kalıcı değişimlere neden olan hatalardan kaçınılarak yapılması için çeşitli teknikler geliştirilmektedir. Bu yöntemler temelde, yok olmuş ya da bir kısmı zarar görmüş kültürel mirasın, fiziksel olarak kopya niteliğinde yeniden yapılması veya tamamlanmasının aksine, kullanıcının algısında bütünlüğünü kazanmasına yöneliktir.

Teller aracılığıyla doku oluşturarak çalışmalar yapan İtalyan sanatçı Edoardo Tresoldi 2016 yılında, İtalya Siponto Arkeoloji Parkı'ndaki Siponto Bazilikası'nı gerçek ölçülerinde ve yerinde yeniden canlandırmıştır (Edoardo Tresoldi, 2016). Bu çalışma, tarihi yapının soyut bir şekilde yerinde, yorumlanarak rekonstrüksiyonunun yapılmasını sağlamıştır. Ayrıca kullanılan materyal ve geceleri yapılan aydınlatma ile holografik bir görünüm sunarken tarihi çevreye olan ilgiyi artırmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Siponto Bazilikası'nın tel ağlarla tamamlanması (Tresoldi, 2021)

Günümüzde yapıların bağlamında bütüncül olarak algılanmasını sağlarken tarihi çevreye yapılan müdahaleyi sınırlandırmak için genellikle sunum teknikleri üzerine odaklanılmaktadır. Bu tekniklerden biri, tarihi çevrede belirli bakı noktalarına yerleştirilmiş ve geçirgen yüzeyi olan bilgi panolarıdır. Bu şeffaf panoların üzerinde yapının rekonstrüksiyon çizimleri bulunmaktadır. Böylece çizgisel olarak yapının zarar görmüş kısımları, gerçek görüntüsü üzerine bindirilmektedir. Bu uygulama aslında basit bir artırılmış gerçeklik niteliği taşımaktadır. Panoya bakan biri görsel olarak yapıyı tamamlamakta, bütüncül olarak zihninde canlandırabilmektedir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3). Örneğin, Avusturya'da bulunan Heidentor ve Sırbistan Krusevac

harabelerinde bu uygulama görülmektedir (Ledermann ve Schmalstieg, 2003; Donžon kule, 2020).



Şekil 3.2 Heidendor Harabesi'nin yerinde bilgilendirme panosu ile sunumu (Ledermann ve Schmalstieg, 2003 ve Vasi Múzeumbarát Egylet, 2021)



Şekil 3.3 Sırbistan, Krusevac, Donzon Kule yapısı bağlamında görselleştirme uygulaması (Donžon kule, 2021)

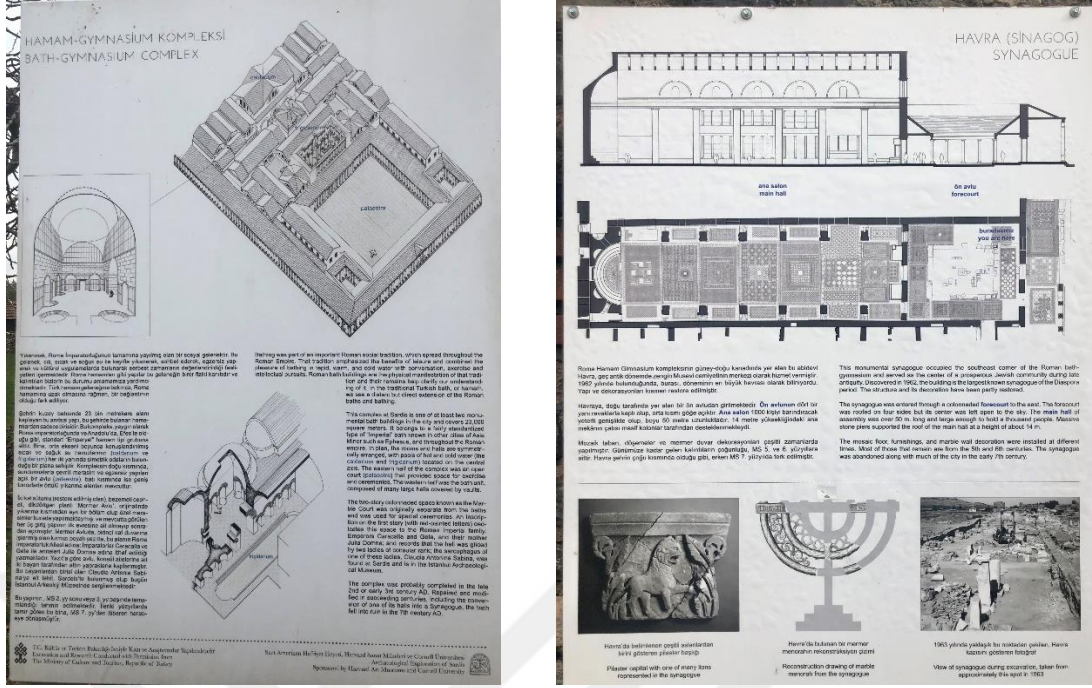
Diğer bir teknik ise, tarihi çevrede benzer şekilde belirli noktalara yerleştirilmiş karekodlar yardımıyla çalışan ya da konum tabanlı geliştirilen artırılmış gerçeklik uygulamalarıdır. Kullanıcılar cep telefonu, tablet, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gözlüğü gibi teknolojik araçlarla tarihi yapıların gerçekte bulunduğu konuma baktığında, bunların üç boyutlu sanal rekonstrüksiyonlarını görebilmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Lecce amfi tiyatrosunun sanal rekonstrüksiyonunun, artırılmış gerçeklik ile dünyadaki konumunda görüntülenmesi (Gabellone, 2015)

3.1.1.4 Sunum

Tarihi çevrenin sunumu, kültürel miras hakkında toplumun bilinçlendirilmesiyle birlikte koruma konusunda toplumsal duyarlılığın oluşturulması ve geliştirilmesi yönüyle önemlidir. Tarihi çevre ile ilgili bilgilerin sunumu ya yerinde ya da uzaktan gerçekleştirilmektedir. Tarihi çevrelerde yerinde gerçekleştirilen geleneksel sunum tekniği olarak bilgilendirici panolar, maketler, slaytlar, videolar kullanılmakta ve rehber anlatımlarından yararlanılmaktadır. Bilgilendirici panolar; tarihi çevrenin ve yapıların tarihinden, tanıklık ettiği olay ve kişilerden söz etmek ya da inşa ve gelişim evrelerini, tekniklerini göstermek için kullanılmaktadır. Bu panolarda alanın krokileri, vaziyet planları yer alırken; yapılarla ilgili olarak da gravür, plan, kesit, görünüş, eskiz ve aksonometrik çizimler bulunmaktadır (Şekil 3.5). Söz konusu anlatımları güçlendirmek için üç boyutlu maketlerden de yardım alınmaktadır. Medya araçlarının kullanılmaya başlanmasıyla, alandaki sunum mekânlarında slaytlarla, videolarla ve projeksiyon haritalama yöntemleriyle daha kapsamlı bilgilendirme yapılması olanaklı olmuştur (Şekil 3.6). Tarihi çevrelerin uzaktan geleneksel sunumu ise ancak basılı yayınlarla (kitap, broşür, dergi) ve radyo, televizyon gibi medya araçlarıyla gerçekleştirilmekte olup kapsayıcılığı da günümüze göre sınırlı kalmaktadır.



Şekil 3.5 Sart Antik Şehri bilgilendirme panoları (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 3.6 Konak'ta İzmir tarihinin projeksiyon haritalama yöntemiyle maketli sunumu (Kişisel arşiv, 2019)

Günümüzde, teknolojiye ileriye ilerlemeler sayesinde, kültürel mirası sunum yöntemleri gelişmekte ve çeşitlenmektedir. Tarihi çevrelerde yerinde kullanılan güncel sunum yöntemleri; interaktif dijital bilgilendirme panoları, mobil cihazlarla etkileşime geçen

karekod bilgilendirme sistemleri, GPS ve sensör teknolojileriyle konuma bağılı olarak çalışan sesli sanal rehberler ve üç boyutlu modellerin kullanıldığı artırılmış gerçeklik uygulamalarıdır.

Örneğin, 2001 yılında Taliban tarafından yok edilen Afganistan, Bamiyan Budaları'nın rekonstrüksiyonu ve sunumu ile ilişkili olarak çeşitli yöntemler tartışılmakta ve önerilmektedir (Şekil 3.7 ve Şekil 3.8). Bu yöntemler dijital rekonstrüksiyona dayalı saran sanal gerçeklik sistemleri, animasyonlar ile çeşitlenmektedir (Toubekis, Jansen ve Jarke, 2017). Ayrıca günümüzde yerinde canlandırma yöntemi olarak üç boyutlu projeksiyon teknolojisinin kullanıldığı görülmektedir (BBC, 2021).



Şekil 3.7 Bamiyan Budaları'nın üç boyutlu rekonstrüksiyonu ve saran sanal gerçeklik sistemi olan CAVE ile sunumu (Toubekis, Jansen ve Jarke, 2017)



Şekil 3.8 Bamiyan Budaları'nın üç boyutlu projeksiyon yöntemiyle canlandırılması (BBC, 2021)

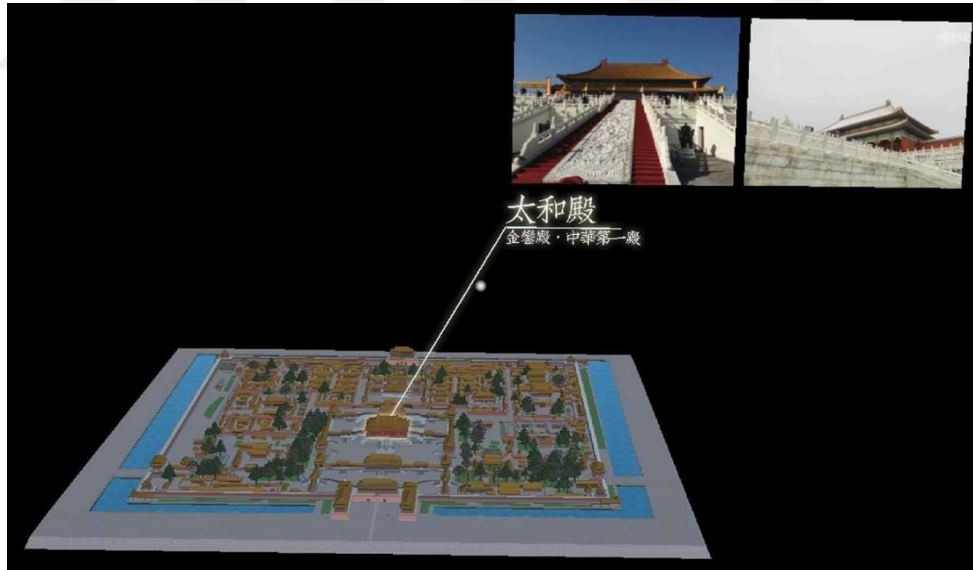


Şekil 3.9 Brescia Arkeoloji Parkı'nın, ArtGlass artırılmış gerçeklik gözlükleri ile yerinde gezilirken sanal rekonstrüksiyonunun gösterilmesi ve ses etkileşiminin de sağlanması (Mac, 2020)

Tarihi çevrelerin uzaktan çağdaş sunumu yöntemlerinde ise, internet üzerinden erişilebilir sanal müzeler ya da gezilebilir coğrafi bilgi sistemleriyle geliştirilmiş üç boyutlu tarihi kent rehberleri, ciddi oyunlar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları kullanılmaktadır (Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11 ve Şekil 3.12). Bu anlamda kültürel mirasın dijitalleştirilmesi üzerine Avrupa Birliği tarafından INCEPTION, i-MareCulture, GRAVITATE, Time Machine, ViMM projeleri finanse edilmektedir. Bu projeler kültürel mirasın üç boyutlu modellerini içermekte olup, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinden yararlanmakta ve sanal müzelerin oluşturulmasını teşvik etmektedir (Shaping Europe's digital future, 2020).



Şekil 3.10 Notre Dame yangını ile ilgili bilgi veren etkileşimli, artırılmış gerçeklik uygulaması (Palladino, 2020).



Şekil 3.11 Çin, Pekin'de yer alan Yasak Şehrin interaktif sunumunu sağlayan Microsoft HoloLens için geliştirilen “Oriental Museum” karma gerçeklik uygulaması (Odom, 2020)



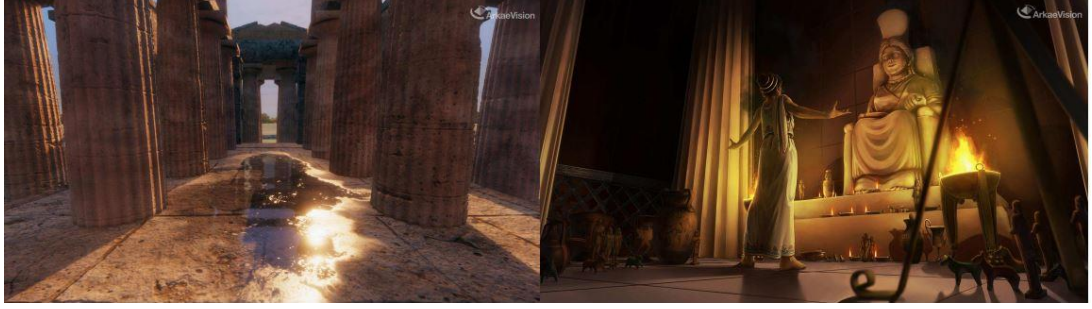
Şekil 3.12 Fransa'nın Normandiya kentindeki Mont-Saint-Michel'in HoloLens ile sanal modeli ve maketi üzerinden karma gerçeklik sunumu (Microsoft Today in Technology, 2020)

Çeşitli kültür varlıklarının bilgilerini dijital olarak kaydedip, arşivlenmesi ve paylaşılmasını amaçlayan kuruluş olan CYARK, Şekil 3.13'te görüldüğü gibi bu kapsamda kültürel mirasın üç boyutlu belgelenmesi, sanal rekonstrüksiyonlarının oluşturulması, sanal gerçeklik uygulamaları ve sürükleyici oyunlarla keşfedilmesi üzerine çalışmalar yürütmektedir (CYARK, b.t.).



Şekil 3.13 Filipinler'deki San Sebastian Bazilikası'nın üç boyutlu modeli ve rehberli anlatımı (CYARK, 2020).

ArkaeVision projesi, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerine odaklanarak kültürel mirasın, kullanıcılarla etkileşimli bir şekilde deneyimlenmesini amaçlamaktadır (Şekil 3.14 ve Şekil 3.15). Ayrıca ciddi oyunlarla desteklenen proje, kullanıcının ilgisini ve deneyimlerinin etkisini artırmaktadır (Bozzelli, Raia, Ricciardi, De Nino, Barile, Perrella ve Palombini, 2019).



Şekil 3.14 ArkaeVision Archeo projesi ciddi oyun uygulaması Hera Tapınağı ve oyun avatırı görselleri (Bozzelli vd., 2019).



Şekil 3.15 2018 yılı Paestum Archeovirtual multimedia sergisinden görsellerde, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanımı (ArkaeVision, 2021)

3.1.2 Değerlendirme

Endüstri devrimleriyle paralel olarak teknoloji ilerlemekte ve toplum da buna bağlı olarak değişip gelişmektedir. İlişkili olarak toplumlar geçmişten günümüze sırasıyla avcılık, tarım, endüstriyel, bilgi ve süper akıllı olarak nitelendirilmektedir. Tarihi çevrelerin korunması konusunda yürütülen çalışmalar ile kullanılan yöntemlerin teknolojiye ilerlemelere ve değişen toplumun her kesimine uyum sağlaması önemli olmaktadır.

Tarihi çevrelerin dijital olarak güncel yöntemlerle belgelenmesi, izlenmesi, ilgili verilerin saklanması, sunulması ve paylaşılması için koruma uzmanları, sanat

tarihçileri, arkeologların yanı sıra bilgisayar, coğrafi bilgi sistemleri, Endüstri 4.0 teknolojilerinde uzman olan kişilere duyulan gereksinim artmaktadır. Bu sebeple günümüzde koruma çalışmalarında, geleneksel yöntemlerin kullanıldığı döneme göre daha karmaşık disiplinler arası çalışmalar yürütülmektedir.

Dijital olarak belgelenip, saklanan ve yönetilen kültürel miras bilgileri için teknolojinin sürekli gelişmesi, aynı zamanda risk oluşturmaktadır. Arşivlenen belgelerin uzantılarının, kullanılan programların sürümlerinin ve depolama birimlerinin güncel teknolojiyi yakalaması gerekmektedir. Bu kapsamda periyodik olarak ilgili teknolojinin güncellenmesine ve son gelişmelere uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca siber suçlara karşı güvenlik sistemleri geliştirilmelidir.

Kültürel mirasın belgelenmesinde ve sürekli izlenmesinde güncel teknolojilerin kullanımı daha hızlı iş akışı sağlamakta, yüksek kalitede sonuçlar ortaya koymakta ve zamanlama açısından da verimli olmaktadır. Ancak ülkemizde güncel teknolojik araçlar, başlangıçta maliyetli görüldüğü için yaygın kullanımı genellikle tercih edilmemektedir. Sonuç olarak bu araçlar konusunda uzmanlaşmış kişi sayısı da sınırlı kalmaktadır. Bu kapsamda, koruma alanında teknolojik araçlara yatırımlar yapılmalı, kullanımı teşvik edilmeli ve eğitimler düzenlenmelidir.

Günümüzde koruma anlayışının olgunlaşması ve teknolojideki gelişmelerin yardımıyla, tartışmalı olan rekonstrüksiyon konusuna farklı çözümler önerilmektedir. Rekonstrüksiyon, yapının değerinin anlaşılmasında, fiziksel olarak bir anlam ifade etmesi ve algısal olarak bütünlük sunması açısından önemli görülmektedir. Ancak kimi zaman yapının kopya niteliğinde inşa edilmesi de değerini anlamsızlaştırmaktadır. Anastilosis ise arkeolojik alana zarar verme durumu açısından kaçınılması gereken bir yöntemdir. Çünkü kazı ve keşiflerin devam etmesi, sürekli yeni verilere ulaşılma olasılığı sunmaktadır. Arkeolojik alandaki bütünleme işlemleri, kültürel mirasta kalıcı ve büyük hasarlara sebep olabilmektedir. Bugünün teknolojisi hem alanda hem de uzaktan erişimle kültürel mirasın gerçekçi bir şekilde algılanması ve anlaşılmasını sağlamakta, hedef kitlesini genişletmektedir. Kültürel mirasa olan erişimi sınırsız tutmaktadır. Bu kapsamda artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik

uygulamalarıyla zaman sıkıntısı olan, yeterli bütçesi ya da fiziksel durumu uygun olmayan bireyler, sanal turlara katılarak ve sanal müzeleri gezerek bu alanlar hakkında bilgi sahibi olabilmektedir.

Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle tarihi çevrenin sunumunda bilgilendirilmesi öngörülen insan topluluğu günümüzde daha aktif tutulmaktadır. Karşılıklı olarak kullanıcıyla kültürel miras etkileşimine önem verilmektedir. Teknolojik araçlar kullanıcının duyu organlarını uyarmakta ve geri bildirimler oluşturmaktadır. Geleneksel sunum yöntemleri günümüze göre daha pasiftir. Çünkü kullanıcı, genellikle sadece dinlemekte, gözlemlemekte ve bilgilendirici panoları okumaktadır. Ancak günümüzde daha fazla uyarana maruz bırakılırken, kullanıcı geri bildirimleri önemsenmektedir. Bu durum kullanıcının ilgisini çekmekte ve algısını daha canlı tutmaktadır.

3.2 Tarihsel Çevrenin Korunmasına ilişkin Mevzuatlarda Güncel Yaklaşımların İrdelenmesi

Endüstri Devrimleri, teknoloji alanında dikkat çeken gelişmelerin toplumsal yapıda oluşturduğu köklü değişimleri yansıtmaktadır. Her nitelikli teknolojik gelişme toplumsal yapının parçası olarak çeşitli disiplinlere etki etmekte ve yeni yaklaşımlar sunmaktadır. Günümüz Endüstri 4.0 devriminde bilişim, iletişim, internet teknolojileri bir arada geliştirilmekte, makineler programlanmakta, siber fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim ve sanal gerçeklik gibi kavramlara dayanan yenilikçi yaklaşımlar ortaya çıkmaktadır.

Başlangıcı 1970 yılı olarak kabul edilen Endüstri 3.0'da bilişim ve elektronik teknolojiler geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Endüstri 4.0 ile ilgili kavramlar olarak anılan sanal gerçeklik ve üç boyutlu yazıcılar gibi teknolojilerin ortaya çıkması da tarihsel süreç olarak, Endüstri 3.0 dönemine dayanmaktadır. Kısaca, söz konusu teknolojik gelişmeler, “Endüstri 4.0” kavramında daha önce ortaya çıkıp, Endüstri 4.0'ın öncülü olmakta ve onunla birlikte anılan kavramlara dönüşmektedir.

Bu bölümde tarihsel çevrenin korunması alanında, söz konusu teknolojik gelişmeler ve yenilikçi yaklaşımlar “sanal gerçeklik” bağlamında ilgili tüzük, ilke ve mevzuatlarda irdelenmektedir. Bu irdeleme, Endüstri 4.0’ın başlangıcı olarak kabul edilen 2011 yılı öncesi ve sonrası süreçleri kapsayacak şekilde ikiye ayrılmaktadır.

Birinci kısım, tarihsel çevrelerin korunması alanındaki 1931 ve 2011 yılları arasındaki mevzuatları içermektedir. Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkmasından önce oluşturulmuş tüzükleri kapsadığı için, tarihi çevrelerin korunması alanında eğitim, çevre, bilim teknik, belgeleme gibi belirli kavram ve konulara dikkat çekilmektedir. Bu kapsamda değerlendirilen tüzüklerde yer alan maddeler, Endüstri 4.0’ın sunduğu yenilikleri aktarmamakla birlikte, güncel gelişmelerin koruma alanında kullanılmasına yönelik olarak daha genel ifadeler içermektedir. Süreçte teknolojik gelişmelerin yaygınlaşmasıyla birlikte 1990 yılından sonraki tüzüklerde, söz konusu gelişmelerin ve yenilikçi yaklaşımların kullanımını vurgulayan ifadelerin de yer aldığı maddeler dikkat çekmektedir. İlgili maddeler günümüz bakış açısıyla irdelenmekte ve sanal gerçeklik kullanımıyla ilişkilendirilmektedir.

İkinci kısımda; tarihsel çevrenin korunması alanındaki teknolojik gelişmelerin ve yenilikçi yaklaşımların kullanımını doğrudan vurgulayan, 2011 yılından günümüze kadar geçen süreçte ortaya konulmuş ilgili tüzük, ilke ve mevzuatlar irdelenmektedir.

Her iki kısımda, ilgili maddelerde vurgulanan konulara göre, günümüz teknolojisinin, tarihi çevrenin korunması alanında nasıl kullanıldığı ya da nasıl kullanılabileceği irdelenmektedir.

3.2.1 Endüstri 4.0 Öncesi Dönem

Atina Tüzüğü Carta del Restauro (1931)

Madde 3, Artık kullanılmayan ve geçmiş uygarlıklara ait anıtlarda, örneğin antik dönem eserlerinde, her tür bütünlemeden kaçınılmalıdır. Böyle yapılarda ancak anastilosis, yani kalıntının genel çizgilerini ortaya çıkarmak ve

korunmasını sağlamak amacıyla, mümkün olan en az ek ve nötr malzeme ile dağılmış parçaların birleştirilmesi işlemi söz konusu olabilir (ICOMOS, 1931).

Tüzükte arkeolojik alanların restorasyonunda yalnızca anastilosisin uygulanması benimsenirken, böyle bir bütünlemeyi görsel bağlamda sanal gerçeklik ile oluşturmak mümkün olmaktadır. Sanal gerçeklik ile kalıntılar özgününe zarar vermeden bütünlenabilmekte, kullanıcı alanda ya da alandan bağımsız bir yerde sanal gerçeklik araçlarıyla kalıntıları görüntüleyebilmektedir. Bu durum kullanıcının tarihsel çevreyi bütüncül algılamasını sağlamaktadır.

Madde 11, Kazılarda olduğu gibi, anıtların restorasyonunda da önemli koşullardan biri, çalışmalar sırasında bir günlük tutularak çizim ve fotoğraflarla sağlıklı bir belgeleme yapılmasıdır. Böylece anıtın biçim ve strüktürüne ilişkin bütün ayrıntılar, bütünleme, temizleme ve yenilemenin bütün aşamaları kalıcı ve güvenli olarak kaydedilmiş olur (ICOMOS, 1931).

Bu maddede 20. yüzyılın başlarında koruma alanında “belgeleme” konusunun önemi ve gerekliliği vurgulanmaktadır. 21. yüzyılın ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin sunduğu olanaklar kapsamında koruma alanında “belgeleme” konusu değerlendirildiğinde belgelemeye ilişkin teknik ve yöntemlerin gelişmeye devam ettiği görülmektedir. Bu gelişmeler dijitalleşmenin öne çıkmasıyla belgelemenin daha detaylı, hızlı ve duyarlı yapılmasına, bilgilerin kaydedilip saklanmasına olanak sağlamaktadır. Güncel belgeleme yaklaşımlarından biri olarak H-BIM, kültürel mirasın üç boyutlu bilgi modellemesidir. Bu oluşturulan model dijital bir doküman özelliği taşımakta, üzerine yapıya ilişkin veriler, uygulanan müdahale ve alınan kararlar işlenebilmekte olup, yapı bilgileri duruma göre sürekli güncellenerek, tek bir yerde güvenli bir şekilde saklanabilmektedir.

Venedik Tüzüğü (1964)

Madde 2, “Anıtların korunması ve onarımı için, mimari mirasın incelenmesine ve korunmasına yardımcı olabilecek bütün bilim ve tekniklerden yararlanılmalıdır” (ICOMOS, 1964).

İlgili madde, koruma alanında bilim ve teknik konusuna zamandan bağımsız olarak geniş bir bakış açısı sunmaktadır. Bu alanda güncel yaklaşımlara dikkat çeken maddenin, geçerliliğini herhangi bir zaman diliminde koruyacağı öngörülmektedir. Söz konusu madde Endüstri 4.0 süreci ile ilişkilendirildiğinde, ortaya çıkan yeni teknolojik gelişmelerin koruma alanında kullanılmasının önemli olduğu ve bunlardan yararlanılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Endüstri 4.0 kapsamında sanal gerçeklik, tarihi çevrelerin korunmasında kullanılan güncel yaklaşımlardan biri olmaktadır.

Madde 4, “Anıtların korunmasındaki temel tutum korumanın kalıcı olması, sürekliliğinin sağlanmasıdır” (ICOMOS, 1964).

Korumanın kalıcı ve sürekli olması için, koruma bilincinin geliştirilmesi gerekmektedir. Sanal gerçeklik ile bireylerde tarihi çevre algısı geliştirilmekte ve farkındalık artırılmaktadır.

Madde 7, Bir anıt tanıklık ettiği tarihin ve içinde bulunduğu ortamın ayrılmaz bir parçasıdır. Kültür varlığının tümünün, ya da bir parçasının başka bir yere taşınmasına anıtın korunması bunu gerektirdiği, ya da çok önemli ulusal veya uluslararası çıkarların bulunduğu durumlar dışında izin verilmemelidir (ICOMOS, 1964).

Sanal gerçeklik ile anıtın tanıklık ettiği dönemlerin ortamlarıyla birlikte canlandırılması ve yerden bağımsız olarak görüntülenmesi olanaklı olmakta, sanal restitüsyon çalışmaları yapılmaktadır.

Madde 15, “Yıkıntılar korunmalı, mimari unsurların ve buluntuların sürekli olarak korunması için gerekli önlemler alınmalıdır. Bundan başka, kültür varlığının anlaşılmasını kolaylaştıracak ve anlamını hiç bozmadan açığa çıkartacak her çareye başvurulmalıdır” (ICOMOS, 1964).

Sanal gerçeklik, kültür varlıklarının anlaşılmasını kolaylaştırmak için sanal rekonstrüksiyonlarının yapılmasında kullanılmaktadır. Sanal rekonstrüksiyonu gerçekleştirilmiş kültür varlığı, artırılmış gerçeklik teknolojisiyle fiziki tarihi çevreye entegre edilebilmektedir.

Madde 16, Bütün koruma, onarım ve kazı işlerinde her zaman çizim ve fotoğraflarla açıklık kazanmış çözüm getirici ve eleştirici raporlar halinde kesin belgeler hazırlanmalıdır. Temizlemenin, sağlamlaştırmanın, yeniden düzenlemenin ve birleştirmenin her safhası çalışma sırasında ortaya çıkan, tanımlanmış biçimsel ve teknik özellikler göz önünde tutularak raporda gösterilmelidir. Bu belgeler bir resmi kurumun arşivine konmalı ve araştırmacılar bundan yararlanabilmelidir. Bu raporların yayınlanması tavsiye edilir (ICOMOS, 1964).

Sanal gerçeklik, tarihi çevrelerin günümüz teknolojisine uygun olarak dijital bir belge olarak kayıt altına alınıp saklanması için kültürel miras yapı bilgi sistemi (H-BIM) oluşturulmasında kullanılmaktadır. Dijital kütüphane oluşturulması, ilgili kültür varlığına ilişkin dijital dokümantasyonun her bilimsel çalışmada güncellenmesini sağlayarak veri ve zaman kaybını azaltacaktır.

Amsterdam Bildirgesi (1975)

Madde i, “Mimarlık mirası ancak, halk ve özellikle de genç kuşak onun değerini bilirse yaşayacaktır. Bu nedenle her düzeydeki eğitim programları bu konuya artan bir ilgi göstermek zorundadır” (ICOMOS, 1975).

Örgün eğitim programlarına, her düzeyde eğitim alan birey için; yaşanan yerleşimdeki tarihi değerlerin tanıtılması ve korunmasının sağlanmasına yönelik derslerin eklenmesi veya bazı derslerin içeriklerine bu konuların dahil edilmesi şeklinde düzenlemeler yapılmalıdır. Bu kapsamda öğrencilere tarihi çevre bilinç ve duyarlılığı kazandırılması açısından sanal gerçeklikten yararlanılması uygun olacaktır. Sanal gerçeklik ile mimari miras tanıtılmakta, tarihsel çevrenin sanal olarak gezilebilmesi, bu konuda öğretici oyunların kurgulanması ve böylece tarihi çevreye duyulan ilgi ve bilgi düzeyinin artırılması sağlanmaktadır.

Ayrıca Amsterdam Bildirgesi'nde (1975), mimarlık mirasının korunmasında çağın gereksinimlerini karşılayacak şekilde, teknolojiye ayak uyduran, uzun süre etkisini devam ettirebilecek güncel yaklaşımların kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır.

Quebec Kültür Mirasının Korunmasına Yönelik Tüzük (Deschambault Deklarasyonu) (1982),

Madde X-A, Eğitim sistemimiz, insanları mirasımızın değeri ve onu koruma gereksinimi konusunda bilinçlendirmek için mirasımıza ilişkin bilgiyi yaymalıdır. Madde X-B, Eğitim sistemi, geleneklerin aktarılmasını sağlamalı ve böylelikle mirasımızı korumak için çalışabilecek zanaatkarların, teknisyenlerin ve profesyonellerin eğitimini teşvik etmelidir. Madde X-C, Diğer eğitim otoriteleri (aile, gazete ve dergiler, radyo ve TV, vb.) de miras eğitimi iletirmek için üzerlerine düşeni yapmalıdır. Özellikle, miras uygulayıcılar ve uzmanlar, bilgilerini iletişim yoluyla halka aktararak farkındalığı artırır (ICOMOS, 1982).

Madde X, “Eğitim kurumlarımız, milli mirasın korunmasında herkesin sorumluluk alması gerektiği fikrini desteklemeli” başlığında yer alan alt açılımlarla ilişkili olarak, kültürel mirasın insanlar tarafından anlaşılabilirliğinin sağlanmasıyla koruma anlayışının gelişeceği vurgulanmaktadır. İlgili maddelerde, “diğer eğitim otoriteleri”nin yerini, günümüzde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, öğretici oyun uygulamaları ve öğretici simülasyonlar almaktadır. Tarihi çevrenin tanıtılması ve anlaşılması için

sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve eğitici oyun uygulamaları kullanılmaktadır. Böylece tarihi çevre ve koruma algısının artırılması hedeflenmektedir. Tarihi yapıların bakım ve onarımlarını yapacak kişilerin yetiştirilmesi için eğitici simülasyonların geliştirilerek kullanılması uygun olacaktır. Bu simülasyonlar aracılığı ile kültürel mirasa ilişkin geleneksel yöntem ve tekniklerin kişilere öğretilmesi sonucu alanda uzmanlaşmaları sağlanabilir.

Washington Tüzüğü (1987)

14. madde, Kültür varlıklarının geleceğini ve içinde yaşayan halkın sağlığını güvenceye almak için tarihi kentler doğal afetler, hava kirliliği ve titreşim gibi zararlı etkenlerden korunmalıdır. Bir tarihi kenti veya kentsel alanı etkileyen doğal afetin cinsi ne olursa olsun, önlemler ve onarım müdahaleleri söz konusu yerin özelliğine göre tasarlanmalıdır (ICOMOS, 1987).

Günümüz teknolojileriyle tarihi kentsel alanlar ya da tarihi yapılar çevresel etkilere karşı sürekli izleme sistemiyle kontrol altında tutulmaktadır. Tarihi yapılara uygulanan izleme sistemleri ile yapıyı etkileyen nem, sıcaklık, ışık gibi çevresel faktörlerdeki değişimler takip edilebilmektedir. Söz konusu sistemler aracılığıyla çevresel faktörlerdeki değişimler sonucu oluşabilecek bozulmalar için önleyici koruma çalışmalarının planlanması ve yürütülmesi sağlanmaktadır. Yapıların sürekli izlenmesi ve bakımının yapılması, az müdahale ile uzun süre korunmalarını sağlarken yapı ömürlerini uzatmaktadır. Bu sistemler, süreç içinde tarihi yapı koruma çalışmalarını zaman ve maliyet yönüyle daha verimli duruma getirmektedir. Ayrıca deprem gibi doğal afetlerin, tarihi yapılara olan etkilerinin öngörülebilmesi amacıyla deprem simülasyonları yapılmaktadır. Benzer şekilde suyun yükselmesi ve sıcaklıkların artması gibi iklim değişiklikleri tarihi çevreleri olumsuz etkilemektedir. Ancak iklim değişikliklerinin tarihi çevreye olan olumsuz etkileri yavaş yavaş ortaya çıkmaktadır. Uzun sürede ortaya çıkması beklenen olumsuz etkilere dikkat çekmek, bunlara karşı erken önlemler alınmasını sağlamak amacıyla modelleme ve simülasyon çalışmaları yapılmaktadır. Böylece tarihi çevreleri ilgilendiren iklim değişikliklerini konu alan

çeşitli projeksiyonlar somut bir şekilde canlandırılmakta ve olumsuz etkileri çarpıcı bir şekilde gözler önüne serilmektedir.

15. madde, “Halkın katılımını sağlamak ve katkıları yüreklendirmek için, okul yaşındaki çocuklardan başlayarak, bütün kentlileri bilgilendiren bir program hazırlanmalıdır” (ICOMOS, 1987).

Halkın koruma bilincinin gelişmesi ve olgunluğa erişmesi; tarihi çevrenin onunla birlikte yaşayan toplumun her kesimi tarafından tanınıp, benimsenmesi ve desteklenmesiyle sağlanmaktadır. Bu sebeple koruma çalışmalarının daha etkili olması için orada yaşayan halkın bu çalışmaları desteklemesi ve çalışmalarda aktif rol alması Washington Tüzüğü’nün hedeflerindendir. Sanal gerçeklik kullanımı ile yaş farkı gözetilmeksizin toplumun tüm bireylerinin kendi bilgi düzeyine uygun olarak koruma bilinci kazanması ve geliştirmesi sağlanmaktadır. Daha çok bilgi ve donanıma sahip oldukça halkın, tarihi çevreye ve korunmasına karşı duyarlılığının artması beklenmektedir.

Arkeolojik Mirasın Korunması ve Yönetimi Tüzüğü (1990)

Madde 7, Sunuş, Bilgi, Yeniden Yapım: Arkeolojik mirasın halka sunulması, çağdaş toplumların kökenlerinin ve gelişimlerinin anlaşılmasına yardım eden önemli bir yöntemdir. Bu aynı zamanda onun korunması gerekliliğinin anlaşılmasına da yardım eden en iyi araçtır. Sunuş ve bilgi verilmesi mevcut bilimsel verilerin popüler bir yorumu olarak ele alınmalı ve bu nedenle sürekli güncelleştirilmelidir. Sunuşta, geçmişi anlama yaklaşımlarının çok yönlülüğünün gözetilmesi gerekir. Yeniden yapımlar deneysel araştırma ve yorum gibi iki önemli işleve hizmet ederler. Mevcut arkeolojik verilere zarar vermemeleri için çok özenle yapılmalı; özgün nitelikleri yakalayabilmek için bütün kaynaklarda mevcut bilgilerden yararlanılmalıdır. Mümkün ve uygun olduğunda, yeniden yapımlar doğrudan arkeolojik kalıntılar üstünde yapılmamalı; yeniden yapım oldukları anlaşılabilmelidir (ICOMOS, 1990).

İlgili maddede arkeolojik mirasın korunmasında sunum yöntemlerinin önemi vurgulanmaktadır. Günümüzde arkeolojik alanlarda somut ve somut olmayan kültürel mirasa ilişkin olarak bilgi vermek, dönemi anlatmak ve yansıtmak amacıyla güncel sunum yöntemi olarak sanal gerçeklik etkin olarak kullanılmaktadır. Arkeolojik alanda yeniden yapım konusu ise duyarlılık ve dikkat gerektiren bir öneme sahiptir. Sanal gerçeklik ile arkeolojik alana zarar verme olasılığı olmayan sanal rekonstrüksiyonlar yapılmaktadır. Bunların arkeolojik alanda artırılmış gerçeklik uygulamaları ile kullanıcılar tarafından yerinde görüntülenmeleri sağlanmaktadır.

Anıtların, Yapı Gruplarının ve Sitlerin Korunması ile İlgili Eğitim ve Öğretim için Kılavuz (1993)

“Eğitim ve Öğretim Programları, Kurslar” bölümünün 5 numaralı yönergesinin alt açılımında yer alan “g” maddesi, “Anıtlar, külliyeler ve sitlerde inceleme yaptıktan sonra, resim ve çizimlerle desteklenen, uzman olmayanların da okuyabileceği raporlar hazırlayabilen, ... korumacılar yetiştirilmelidir”, şeklindedir (aktaran Ahunbay, 2017).

Tarihsel süreçte teknolojiyle birlikte grafik çizim araçları da gelişmiştir. “g” maddesiyle ilişkili olarak, günümüzde üç boyutlu çizim programlarıyla yapılan modeller, simülasyonlar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileri uzman olmayan kişiler tarafından tarihi çevrenin anlaşılması, öğrenilmesi ve koruma bilincinin geliştirilmesi için eğitim amaçlı kullanılması gerekli yöntemlerdendir.

Eğitim ve Öğretimin Örgütlenmesi” bölümündeki 12. yönerge, “Koruma konusunda eğitim ve duyarlılık geliştirilmesi okullarda başlamalı, üniversiteler ve sonrasında devam etmelidir. Bu kurumların, kültürel mirasımızın öğelerini okuma ve anlama yeteneğini artırma, görsel ve kültürel farkındalık yaratma konusunda önemli bir rolü vardır; özel eğitim, öğrenim görece adayların gereksindikleri kültürel hazırlığı verirler. ... (aktaran Ahunbay, 2017).

Güncel teknolojilerle her yaş grubuna uygun düzeyde içerik hazırlanabilir ve bununla ilişkili olarak eğitim yöntemleri planlanabilir. Sanal gerçeklik ve ciddi oyunlar bu kapsamda kullanılabilir.

“Kaynaklar” bölümünde 16. yönergede, uzman kurslar için gerekli kaynakların içerikleri aktarılmaktadır. İlgili yönergenin “d” maddesinde “görsel sunum olanağı olan, tam donanımlı bir konferans salonu, stüdyolar, laboratuvarlar, atölyeler, eşgüdümlü araştırma için uygun donanım, bilgisayar ağlarına ulaşım olanağı”, yer almaktadır (aktaran Ahunbay, 2017).

Öğrenme etkisinin artması için eğitim sırasında kullanıcıların duyularının harekete geçirilmesi günümüzde de geçerliliğini korumaktadır. İlgili madde, duyuları etkileyerek, kullanıcıyı dinamik tutan sanal gerçeklik gibi teknolojilerin koruma eğitimlerinde kullanımını destekler niteliktedir.

Nara Özgünlük Belgesi (1994)

13. Madde, bir anıtın ya da sitin doğasına ve kültürel bağlamına bağlı olarak; özgünlük yargısı çok çeşitli bilgi kaynaklarına bağlıdır. Bu kaynaklar; tasarım ve biçimi, malzeme ve nesneyi, kullanım ve işlevi, gelenek ve teknikleri, konum ve yerleşimi, ruh ve anlatımı, ilk tasarım ve tarihsel evrimi içerir. Bilgi kaynakları yapının bünyesinde olabileceği gibi, dışında da olabilir. Bu kaynakların kullanımı, kültür mirasının, sanatsal, teknik, tarihsel ve toplumsal boyutlarıyla tanımlanmasına olanak verir (ICOMOS, 1994).

Nara Özgünlük Belgesi’nde, insanlığın ortak mirası olan kültürel varlıklar için “değerler ve özgünlük” konularına dikkat çekilmektedir. Bu bağlamda sanal gerçeklik, her dönemin değişen değerleri paralelinde özgünlüğün belirlenmesinde ve sunulmasında bir yaklaşım olarak kullanılabilir. Sanal gerçeklik ile bir yapının toplumsal değerlerin etkileriyle oluşumu, biçimlenişi ve tarihsel süreçte geçirdiği değişimin canlandırılması mümkündür. Bu yöntemin kullanımı, yapının sahip olduğu

“özgünlük” kavramının değerlendirilmesine, tanımlanmasına ve yorumlanmasına katkı sağlayacaktır.

Anıtların, Yapı Gruplarının ve Sitlerin Belgelenmesi İçin İlkeler (1996)

“Belgeleme için planlama” bölümü 2. ilkenin “a” maddesi, belgeleme yöntemi ve üretilen belge kültür mirasının cinsine, belgelemenin amacına, kültürel çerçevesine, sağlanan parasal ve diğer kaynaklara uygun olmalıdır. Kaynakların kısıtlı olması durumunda, belgeleme aşamalara bölünebilir. Kullanılan yöntemler yazılı tanımlamalar, analizler, fotoğraflar (yersel ve hava), rektifiye fotoğraf, fotogrametri, jeofizik araştırma, haritalar, çizim ve eskizler, replikalar veya diğer geleneksel ve çağdaş teknolojileri içerebilir ve “b” maddesi, belgeleme yöntemleri mümkün olduğunca hasar vermeyen tekniklerle yapılmalı ve belgelenen esere zarar vermemelidir (ICOMOS, 1996).

Söz konusu belgede, kültürel mirasın belgelenmesi ve kayıt altına alınmasının gerekliliği vurgulanmaktadır. Bu konuda nasıl bir yol izlenmesinin gerektiği ilkelerle açıklanmaktadır. İlgili maddelerle ilişkili olarak günümüzde HBIM yaklaşımında kullanılan giyilebilir lazer tarama, yapay zekâ ile cephe tarayarak bozulmaları saptama gibi yöntemler geliştirilmiş olup, kültürel mirasa zarar vermeden onun kayıt altına alınmasını hızlandırmıştır.

“Belgelerin Yönetimi, Dağıtımı ve Paylaşılması” bölümünde yer alan madde 6’da, “Kayıt altına alınmış bilginin derlenmesi, yönetimi ve dağıtımı, mümkün olduğunca güncel bilgi teknolojisinin anlaşılmasını ve kullanımını gerektirmektedir”, şeklinde ifade edilmektedir (ICOMOS, 1996).

İlgili maddede kültürel miras bilgilerinin yönetiminde güncel yaklaşımların kullanımının gerekliliği vurgulanmaktadır. Kültürel miras bilgilerinin günümüz teknolojisine uygun olarak dijital arşivlere dönüştürülmesi, bilgilerin çevresel koşullar sebebiyle kaybolmasını veya yok olmasını azaltacak, bulut depolama sistemlerinde güvenle saklanmasını sağlayacaktır. Bu bilgilerin, ağ teknolojileriyle belirli çevrimiçi

arşivlere dağıtılması da erişim koşullarını en uygun duruma getirecektir. Böyle etkin bir miras bilgi yönetimi planlamasının sürekliliği için, teknolojiadaki gelişmelerin eş zamanlı olarak takip edilmesi önemli olacaktır. Çünkü hızlı değişen teknolojilerde saklanan dijital arşivdeki verilerin ve dosyaların formatlarının sürece uygun olarak güncellenmesi gerekebilir.

Sualtı Kültür Mirasının Korunması ve Yönetimi ile İlgili Tüzük (1996)

Madde 1, “Temel İlkeler: Sualtı kültür mirasının yerinde (in-situ) korunması ilk tercih olarak düşünülmelidir. Halkın erişimi desteklenmelidir. Araştırmalar sırasında insan kalıntılarının bulunduğu veya kutsal sayılan alanlar gereksiz yere karıştırılmamalıdır” (ICOMOS, 1996).

Madde 8, “Belgeleme: Bütün araştırmalar, çağdaş arkeolojik belgeleme standartlarına uygun olarak, arkeolojik belgelemenin gerektirdiği düzeyde gerçekleştirilmelidir. Belgeleme alanın ayrıntılı kayıtlarını, araştırma sırasında yerinden alınan objelerin konumunu gösteren vaziyet planlarını, alınan notları, plan ve diğer çizimleri, fotoğrafları ve diğer ortamlardaki kayıtları içermelidir” (ICOMOS, 1996).

Günümüzde sanal gerçeklik ile sualtı kültür mirasının eğitim ve eğlence gibi amaçlar yönünde temsil edilmesi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Sualtı kültür mirasının yerinde korunması vurgulanmaktadır. Bu yüzden sanal gerçeklik ile sergilenmesi, korunması için önemli olacaktır. Sualtı kültür mirasına erişemeyen halkın, sanal gerçeklik teknolojisiyle yerden bağımsız olarak, onu keşfetmesi ve öğrenmesi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Ayrıca madde 1’de belirtilen fiziksel olarak insan temasından sakınılan, erişimin sınırlı tutulması istenen alanlara, halkın yalnızca sanal gerçeklik ile oluşturulan gezilerle ulaşması sağlanabilir. Madde 8’de belirtilen belgeleme konusunda ise, alanın sanal gerçeklik ile oluşturulan modelinden yararlanılması kolaylık sağlayacaktır. Arşivlenmesi gerekli verilerin dijital olarak modele kaydedilmesi bütüncül olarak saklanmasına olanak sağlayacaktır.

Ahşap Tarihi Yapıların Korunması İçin İlkeler (1999)

3. madde, “İzleme ve Bakım: Tarihi ahşap yapıların ve kültürel anlamlarının korunması için sürekli izleme ve bakım etkinliğini kapsayan tutarlı bir strateji izlenmesi gereklidir” şeklindedir (ICOMOS, 1999a).

Günümüzde her ahşap elemanın kendi özelinde değerlendirilerek ısı, nem, sıcaklık gibi çevresel faktörlere karşı duyarlılığının tespit edildiği çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmalarda, ahşap elemana yerleştirilen sensörler ile çevresel verilerin sürekli izlenmesi sağlanmaktadır. HBIM ve sensörlerle birlikte oluşturulan bu izleme sistemi, ahşapta bozulma meydana getirecek herhangi bir veri değişikliğinde uyarı vermekte ve sürekli bakımı etkili duruma getirmektedir.

Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü (1999)

“Uygulama İlkeleri” bölümündeki 3. madde, “Geleneksel yapı sistemleri: Geleneksel yapı sistemlerinin ve zanaatların sürdürülmesi geleneksel ifade için temel gereksinimdir ve bu yapıların onarım ve restorasyonları için gereklidir. Bu zanaatlar yaşatılmalı, belgelenmeli ve yeni zanaatkâr ve yapı ustaları eğitilerek ve kurslarla bilgiler genç kuşaklara aktarılmalıdır” (ICOMOS, 1999b).

Uygulama İlkeleri” bölümündeki 7. maddeye ilişkin; “Eğitim: Geleneksel mimarlığın kültürel değerlerini korumak için hükümetler, sorumlu kuruluşlar ve dernekler aşağıdaki konuları vurgulamalıdır:

- a) Koruma uzmanlarına geleneksel yapıları tanıtan eğitim programları verilmesi,*
- b) Yöre halkına geleneksel yapı tekniklerini, malzeme ve zanaatları korumalarına yardım edecek eğitim programları sunulması,*
- c) Özellikle gençleri geleneksel mimari hakkında bilinçlendirecek programlar geliştirilmesi. ... (ICOMOS, 1999b).*

İlgili maddelerde geleneksel yapım sistemleri, bu sistemlerin sürdürülmesi ve eğitim üzerinde durulmaktadır. Geleneksel yapıların sürdürülebilirliğinde, bakım ve onarımlarında, özellikle işçiliklerin devam etmesi için, konusunda uzman kişilerin yetiştirilmesi önemlidir. Sanal gerçeklik ile geleneksel yapım sistemleri eğitici oyunlara dönüştürülebilir. Geleneksel yapım sistemlerine dikkat çekilmesi ve kişilerde merak uyandırması beklenebilir. Böylece unutulmak üzere olan zanaatların tekrar gündeme getirilerek pek çok kişi tarafından meslek olarak tercih edilmesi ve sürdürülmesi sağlanabilir. Ayrıca eğitim çalışmalarında, geleneksel yapım tekniklerinin üç boyutlu simülasyonlarla tanıtılması; kişilerde anlama, yorumlama ve kavrama düzeyini artıracak için daha etkili bir öğrenme biçimi olacaktır.

Uluslararası Kültürel Turizm Tüzüğü (1999)

İlke 1, “İç ve uluslararası turizm kültürel alışveriş konusundaki önde gelen araçlardan biri olduğuna göre, koruma ev sahibi topluluğa ve ziyaretçilere yerel kültürel mirasla doğrudan temas kurmaları ve onu anlamaları için iyi yönetilen fırsatlar sunmalıdır.

1.1 Doğal ve kültürel miras, tarihi gelişimin hikayesini anlatan, somut ve tinsel bir kaynaktır. Çağdaş yaşamda önemli bir yeri vardır ve fiziksel, entelektüel ve duygusal olarak geniş kitlelerin erişimine açık olmalıdır. Kültürel mirasın yerel halk ve ziyaretçiler tarafından anlaşılmasını ve takdir edilmesini kolaylaştıracak, fiziksel özelliklerinin, soyut yönlerinin, çağdaş kültürel anlatımların ve genel çerçevenin korunması ve yaşatılmasına yönelik programlar adil ve halkın ödeme gücüne uygun olmalıdır.

1.2 Doğal ve kültürel mirasın önemi, özelliklerine bağlı olarak farklılaşır; kimi alan evrensel düzeyde, kimi ulusal, bölgesel ve yerel değerdedir. Bu önem yerel halka ve ziyaretçilere çağdaş eğitim, medya, teknolojiden yararlanarak, uygun ve ulaşılabilir, heyecan verici programlarla, tarihi, çevresel ve kültürel bilginin kişisel yorumuyla sunulmalıdır.

1.3 Yorum ve sunum programları, doğal ve kültürel mirasın uzun süre yaşamasını sağlayacak üst düzey bilinçlenmenin ve desteğin oluşmasını kolaylaştırmalı ve cesaretlendirmelidir.

1.4 Yorum programları kültür mirası alanlarının, geleneklerin ve kültürel alışkanlıkların alanın ve ev sahibi halkın geçmişinde ve bugünkü yaşamındaki önemini, kültürel ve dil yönünden farklılık gösteren azınlık gruplarını da kapsayacak şekilde ele almalıdır. Ziyaretçi belirli bir kültür mirasına yüklenen değişik kültürel değerler konusunda bilgilendirilmelidir” (ICOMOS, 1999c).

İnsanlar için görseller, en etkili iletişim araçlarından biridir. Tarih öncesi çağlardan başlayarak insanların duygu ve düşüncelerini çeşitli yüzeylere çizerek ifade ettiği bilinmektedir. İlke 1 ve alt maddeleriyle ilişkili olarak, insanlığın ortak mirası olarak kültür varlıklarının, belirli bölge veya kesim dışında, dünyanın her yerinden tüm insanlara aynı düzeyde aktarılması gereklidir. Günümüzde teknolojik gelişmelerin sonucu olarak sanal gerçeklik ve artırılmış gerçekliğin görsel temsil yöntemleri ile kültürel mirasın yorumlanmasına ve sunumuna yönelik programlarda kullanıldığı görülmektedir. Bunlar kültürel mirasın somut olmayan özellikleriyle birlikte canlandırılması, sunulması ve tanıtılmasında en etkili araçlardandır. Çünkü kültürel mirasın, farklı yerlerden, kültürlerden, yaşlardan ya da sosyal statülerden bağımsız olarak, her ziyaretçi tarafından eşit şekilde algılanması, yorumlanması, anlaşılması ve benimsenmesi için en uygun takdim yöntemidir. Bu durum, ilgili yöntemlerin tarihi çevrenin tanıtılmasında ve aktarılmasında kapsayıcı bir rol oynadığını göstermektedir.

İlke 3, Kültür Mirası Alanları için yapılan Koruma ve Turizm Planlaması, ziyaretçi deneyiminin kayda değer, memnun edici ve keyifli olmasını sağlamalıdır.

3.1 Koruma ve turizm programları ziyaretçinin değerli kültürel özelliklerini anlamasını ve koruma gerekliliğini kavramasını sağlayacak biçimde, üst düzeyde bilgi sunmalı, ziyaretçinin hoşça vakit geçirmesine olanak sağlamalıdır.

3.2 Ziyaretçiler, istedikleri takdirde, alanı kendi tercih ettikleri hızda dolaşabilmelidir. Alanın bütünlüğü ve fiziksel yapısı, doğal ve kültürel özellikleri üzerindeki olumsuz etkileri en aza indirmek için özel dolaşım rotaları belirlenmesi gerekebilir (ICOMOS, 1999c).

İlke 3'te vurgulanan kültürel miras alanlarında ziyaretçi deneyimlerinin iyileştirilmesi ve en iyi duruma getirilmesinde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları, sanal rehberler etkili olmaktadır. Ziyaretçiler bu uygulamaları, GPS ve sensör teknolojileriyle ilişkili olarak telefonları aracılığıyla kullanabilmektedir. Uygulamalarda oluşturulan rotaları izleyen ziyaretçiler bilgi almak istedikleri varlığın yanına yaklaştığında, söz konusu bilgileri edinebilmektedir. Ayrıca yalnızca sesli rehberleri dinleyerek alanları dolaşmaları da olanaklı duruma gelmektedir. Ziyaretçilerin kültürel miras konusunda bilgilendirilmesi sırasında duyularının uyarılması, bu bilgilerin hafızalarındaki kalıcılığını artırmakta ve farklı deneyimler yaşamalarını sağlamaktadır.

İlke 5, Turizm ve koruma etkinlikleri ev sahibi topluluğa yarar sağlamalıdır.

5.4 Turizm programları rehber ve çevirmenlerin yerel halktan seçilerek eğitilmelerini teşvik etmeli; böylece yerel halkın yeteneklerinin kendi kültürel değerlerini sunmak ve yorumlamak yönünde geliştirilmesini desteklemelidir.

5.5 Yerel halk için hazırlanacak kültürel miras yorumlama ve eğitim programları yerel yorumcuların katılımını desteklemelidir. Programlar yerel kültürel miras hakkındaki bilgiyi ve ona duyulan saygıyı arttırmalı, yerel halkın kültürel mirasın bakımı ve korunması konusunda doğrudan ilgilenmesini cesaretlendirmelidir (ICOMOS, 1999c).

İlke 5 ve alt maddeleri ile ilişkili olarak, günümüzde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik yöntemlerinin kullanılması halkın kültürel miras hakkında bilgi sahibi olmasında etkili olacaktır. Yerel halkın kültürel miras bilincinin gelişmesine katkı sağlayacak ve koruma konusunda onları teşvik edecektir.

Mimari Mirasın Analizi, Korunması ve Strüktürel Restorasyonu için İlkeler (2003)

Duvar Resimlerinin Korunması-Restorasyonu İçin ICOMOS İlkeleri'nde (2003) "Geleneksel yöntemler kullanılarak, yazı ve çizimle yapılan belgeleme, dijital yöntemlerle desteklenebilir. Kullanılan teknikten çok, belgelerin kalıcılığı ve gelecekte de ulaşılabilir olması önemlidir" ifadesi yer almaktadır (ICOMOS, 2003a).

Belgeleme çalışmalarında yöntem ve arşivleme şekli olarak dijitalleşmeden söz edilmektedir. Koruma ve restorasyon çalışmalarını içeren dijital dokümanların saklanması daha güvenli duruma getirmektedir.

Miras Koruma için Endonezya Kartası (2003),

4. Madde, “Eğitim (hem örgün hem de yaygın), öğretim, kamu kampanyası ve diğer ardıl yaklaşımlar yoluyla mirasın korunmasının önemi konusunda tüm tarafların (hükümet, profesyonel, özel sektör ve gençler dahil toplum) farkındalığını artırmak.” (ICOMOS, 2003b).

İlgili maddede mirasın korunması konusunda, toplumun her kesiminin bilinçlendirilmesi için çeşitli yaklaşımların kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Güncel yaklaşımlar olarak simülasyonlar, eğitici oyunlar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin kullanılması, kültürel mirası koruma bilincinin artırılmasını sağlamaktadır.

Québec Deklarasyonu (2008),

7 numaralı ilke “*Modern dijital teknolojiler (dijital veri tabanları, web siteleri), somut ve somut olmayan miras unsurlarını entegre eden multimedya envanterlerini geliştirmek için, düşük bir maliyetle, verimli ve etkili bir şekilde kullanılabilir; miras alanlarını ve ruhunu daha iyi korumak, yaymak ve tanıtmak için, onların kullanımını şiddetle tavsiye ediyoruz. Bu teknolojiler, yerin ruhuna ilişkin belgelerin çeşitliliğini ve sürekli yenilenmesini kolaylaştırır*” şeklindedir (ICOMOS, 2008).

Bu madde, somut kültürel mirasın yanı sıra somut olmayan kültürel mirasa yönelik belgeleri kapsamı açısından değerlidir. Tarihi çevre bilincinin oluşturulması ve geliştirilmesinde modern teknoloji araçlarının kullanımının önemi açıkça vurgulanmaktadır. Dijital arşivleme yöntemleri ve araçlarının geliştirilmesi belgeleme çalışmalarında etkili olmaktadır. Daha önce de sözü edilen H-BIM bu bağlamda

geliştirilmektedir. Ayrıca günümüzde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) araçlarıyla, haritalar üzerinde tarihi çevrelere ilişkin veriler, yazılı belgeler, fotoğraflar, üç boyutlu modeller envanter şeklinde işlenebilmektedir.

9. ilke “... *Formal olmayan (anlatılar, ritüeller, performanslar, geleneksel deneyim ve uygulamalar, vb.) ve formal olan (eğitim programları, dijital veri tabanları, web siteleri, pedagojik araçlar, multimedya sunumları vb.) aktarım araçları teşvik edilmelidir. Çünkü bunlar yalnızca yerin ruhunun korunmasını değil, daha da önemlisi toplumun sürdürülebilir ve sosyal gelişimini sağlar*” ifadesine yer verilmektedir (ICOMOS, 2008).

İlgili madde kapsamında Endüstri 4.0 teknolojileri, somut ve somut olmayan kültürel mirasın sürdürülebilirliğini, ağlar üzerinden yayılıp herkes tarafından, zaman ve mekândan bağımsız olarak erişilebilir olmasını sağlamaktadır. Kültürel mirasın kapsayıcı olma niteliğini desteklemektedir. Ayrıca koruma alanında eğitim amacıyla mimari miras bilincinin geliştirilmesi yanı sıra sunum yöntemi olarak söz konusu teknolojik gelişmelerden yararlanılmaktadır. Sanal gerçeklik ile tarihi çevre canlandırılırken somut ve somut olmayan kültürel miras birlikte entegre edilmektedir. Tarihi çevreye ilişkin somut olmayan veriler, uygulamalar, ses ve görme gibi duylara referans verecek şekilde işlenmektedir. İnternet gibi ağlar üzerinden çeşitli platformlardan ulaşılabilir duruma getirilmektedir. Artırılmış gerçeklik ile fiziksel tarihi çevreye entegre edilen sanal görüntülerle tarihi çevrenin anlaşılması kolaylaştırılmaktadır. Bu yöntemle de dönemin kıyafetleri, ritüeller ve yarışları gibi somut olmayan kültürel miras verilerinin fiziksel çevrede canlandırılması sağlanmaktadır. Günümüzde tarihi çevrelere ilişkin eğitici olarak ciddi oyunlar da geliştirilmektedir. Ciddi oyun konseptiyle, tarihi çevreye olan ilgi düzeyi canlı tutulmaktadır.

Kültürel Miras Alanların Algılanması ve Sunumu Tüzüğü’nde (2008), kültürel miras alanlarının sunumu ve yorumlanmasının öneminden söz edilirken, bu kapsamda yeni yöntem ve teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi desteklenmektedir. Bu tüzük tarihi çevrelerde sunum ve yorumlama kavramlarının tanımlarının yapılması yönüyle

önemlidir. Bununla birlikte sunum teknik ve yöntemlerinde dikkate alınması gerekli ölçütler, yedi temel ilke olarak belirlenmektedir. Bu ilkeler; erişim ve anlama, bilgi kaynakları, çevre ve bağlama dikkat, özgünlüğün korunması, sürdürülebilirlik için planlama, kapsayıcı bir anlayış ve son olarak araştırma, eğitim ve değerlendirmenin önemidir (ICOMOS, 2008a). Tezde gerçekleştirilen odak çalışmada bu ilkeler önemsenmiş ve oluşturulan sanal gerçeklik sunumu Sonuç bölümünde söz konusu ilkeler üzerinden değerlendirilmiştir.

Kültürel Miras Afet Risk Yönetimi Lima Deklarasyonu (2010),

3. madde, Miras binalarının disiplinler arası analizi ve yapısal değerlendirmesi, eğer yeterliyse, geleneksel malzeme ve teknolojilerin kullanımını içermelidir. Analitik veya fiziksel modelleme, tahribatsız testler ve diğer modern araçlar aracılığıyla tarihi binaların ve sismik davranışlarının derinlemesine anlaşılması ve belgelenmesi dikkate alınmalıdır. Güç temelli kriter ile tamamlanan performans dayalı kriter dikkate alınmalıdır (ICOMOS, 2010).

Günümüzde miras yapılarının analizinde onlara zarar vermeyen teknolojilerin kullanımı görülmektedir. Ayrıca miras yapılarının mevcut durumlarının modellenmesiyle, çevresel etkilere karşı verecekleri tepkileri gözlemlemek ve ön görmek için simülasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu kapsamda önleyici koruma ve bakım çalışmalarının yapılması sağlanmaktadır.

3.2.2 Endüstri 4.0 Sonrası Dönem

Paris Deklarasyonu (2011), “Mirasla ilgili bilgileri yaymak için modern medyayı kullanmak, miras bilgilerinin korunması ve geliştirilmesine dahil olma gurur ve arzusu yaratacaktır” (ICOMOS, 2011a).

Kültürel miras bilgilerinin yönetilmesinde çağdaş teknolojilerin kullanılması, bilgilerin daha geniş kitlelere ulaşmasını, koruma bilincinin artırılmasını ve koruma anlayışının yayılmasını sağlamaktadır.

Burra Kartası (1981/ 2013),

Madde 4.1, “Koruma, yerin incelenmesine ve bakımına katkıda bulunabilecek tüm bilgi, beceri ve disiplinlerden yararlanmalıdır. ...” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Madde 4.2, “Önemli dokuların korunması için bazı durumlarda, önemli koruma faydaları sunan modern teknikler ve malzemeler uygun olabilir” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Burra Kartası’nın 4. maddesi olan “bilgi, beceri ve teknikler” başlığı altında yer alan ilgili ifadelerde, koruma konusunun disiplinler arası çalışmalara açık olduğu belirtilmektedir. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi birçok disiplinin çalışma şekline olumlu etki etmekte ve yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesine neden olmaktadır. Benzer şekilde, kültürel mirasın korunması çalışmalarında, gereksinimlere göre yeni tekniklerin geliştirilmesi ve modern yaklaşımların uygulanabilmesi için; coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar mühendisliği gibi disiplinlerle ortak çalışmalar yürütülmelidir. Bilgisayar mühendisliği ile ilişkili olan yapay zekâ ya da bulanık mantık gibi teknolojiler tarihi çevrenin korunması alanında kullanılmaktadır. Bunlardan, tarihi yapıların korunma durumlarının izlenmesinde, hasarların tespit edilmesinde, çevre ya da alan kullanım durumlarıyla ilgili analizlerin yapılmasında yararlanılmaktadır.

Madde 12, “Bir yerin korunması, yorumlanması ve yönetimi, o yerin kendisi için önemli çağrışımları ve anlamları veya o yer için sosyal, manevi veya diğer kültürel sorumlulukları olan kişilerin katılımını sağlamalıdır” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Maddeyle ilişkili olarak yer; tarihi, kültürü, çevresi ve orada yaşayan insanlarla bir anlam ifade etmektedir. Tarihi bir yerin korunması için, o yerin maddi ve manevi değerleriyle beraber benimsenmesi gerekmektedir. Özetle bir yerin korunması konusunda katılımın sağlanması ve koruma bilincinin gelişmesi için, o yerin somut olmayan kültürel değerleriyle birlikte tarihi dokusunun, tanıklık ettiği süreçte geçirdiği değişimlerin etkilerinin ve izlerinin anlaşılması önemlidir. Bu kapsamda tarihi çevrelerin yorumlanması ve özgün değerlerinin anlaşılıp, aktarılmasında sunum

yöntemi olarak sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamalarından yararlanılmaktadır.

Madde 24.1, “İnsanlar ve bir yer arasındaki önemli çağrışımlara saygı gösterilmeli, korunmalı ve engellenmemelidir. Bu çağrışımların yorumlanması, anılması ve kutlanması fırsatları araştırılmalı ve uygulanmalıdır” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Madde 24.2, “Bir yerin manevi değerleri dahil önemli anlamlarına saygı duyulmalıdır. Bu anlamların devamı veya yeniden canlandırılması için fırsatlar araştırılmalı ve uygulanmalıdır” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Madde 24 “Çağrışımları ve anlamları kaybetmemek” başlığında yer alan alt açılımlarla ilgili olarak, insanlar tarihi çevrede gerçekleşmiş olaylarla, ya da oranın bir parçası olan nesnelerle karşılıklı bir etkileşim sonucu bağlar kurmaktadır. Böylece tarihi çevre, bireylerde çağrıştırdığı düşünce ve duygularla anlam kazanmaktadır. Bu çağrışımların güçlendirilmesi, tarihi çevre algısının artırılması için güncel teknolojilerden yararlanılması uygun olmaktadır. Somut ve somut olmayan kültürel miras sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile grafiksel olarak canlandırılmakta, var olan ve gizli kalmış değerleri açığa çıkarılmaktadır. Tarihi çevrenin tanıtılmasında kullanılan modern yaklaşımlar, bireylerin onunla kuracağı bağı sağlamlaştıracaktır.

Madde 32.1, “Bir yerin korunmasıyla ilgili kayıtlar, güvenlik ve mahremiyet gerekliliklerine bağlı ve bunun kültürel olarak uygun olduğu yerlerde kalıcı bir arşive yerleştirilmeli ve kamuya açık hale getirilmelidir” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Madde 32.2, “Bir yerin geçmişiyle ilgili kayıtlar, güvenlik ve mahremiyet gerekliliklerine bağlı ve bunun kültürel olarak uygun olduğu yerlerde korunmalı ve kamuya açık hale getirilmelidir” (ICOMOS, 1981/ 2013).

Madde 32 “Kayıtlar”, başlığında yer alan alt açılımlarda, kültürel mirasa ilişkin belgeleme çalışmalarının güvenli, kalıcı bir şekilde arşivlenmesinin ve erişilebilirliğinin artırılmasının gerekliliğinden söz edilmektedir. Bu kapsamda

günümüzde kültürel mirasın dijital olarak arşivlenmesi çalışmaları yapılmaktadır. İki boyutlu belgeleme çalışmalarının yanı sıra, tarihi çevrelerin üç boyutlu modellerini içeren belgeleme çalışmaları da yürütülmektedir. Bu bağlamda coğrafi bilgi sistemleri, bilgisayar mühendisliği, şehir ve bölge planlama gibi disiplinler iş birliği yapmaktadır. Tarihi çevreye ilişkin bilgileri ve üç boyutlu envanterleri içeren kent rehberleri oluşturulmaktadır. H-BIM ile arşivleme çalışmaları geliştirilmektedir. Dijital arşivleme çalışmalarında bulut teknolojilerinden yararlanılması, kayıtların daha güvenli saklanması ve erişilebilir olmasını sağlayacaktır.

İnsani Değer Olarak Miras ve Peyzaj Hakkında Floransa Bildirgesi (2014),

“Yaratıcı mekânlar – ister sanal ister gerçek olsun – somut ve somut olmayan kültürel miras arasındaki ilişki örüntüsüne bağlıdır. Gelip geçici olana ilişkin hatıralar, ziyaretçi deneyiminin ayrılmaz bir parçasıdır ve bu hatıraları gelecek için muhafaza etmenin ve zenginleştirmenin yeni yöntemleri bulunmalıdır” (ICOMOS, 2014).

Tarihi çevreyi oluşturan mekânların yorumlanabilmesi ve miras bilincinin geliştirilmesi için sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik yöntemlerinin kullanılması, kullanıcıların mekân deneyimleri üzerinde daha etkili olmaktadır.

3.2 Geleneksel bilginin ve uygulamaların dengeli teknolojik, yenilikçi gelişme programları ve sürdürülebilir gelişmenin dayanağı olarak değeri

a. Yeni bir teknolojik paradigmayı ilerletebilmek için geleneksel sistemlere ilişkin bilgi artırılmalıdır.

b. Geleneksel bilgiye ilişkin bir tipoloji tespit sistemi ile bu konudaki örnekleri ve iyi uygulamaları içeren bir veri tabanı oluşturulmalıdır.

c. Bütünsel, mütecaviz olmayan ve sürdürülebilir bir yaklaşım ile, geleneksel ve modern teknik ve teknolojilerden dengeli biçimde yararlanılması desteklenmelidir (ICOMOS, 2014).

Kültürel miras ve peyzaj konularına odaklanan bildirgenin “3.2 Geleneksel bilginin ve uygulamaların dengeli teknolojik, yenilikçi gelişme programları ve sürdürülebilir gelişmenin dayanağı olarak değeri” bölümündeki ilgili maddelerde geleneksel bilginin esas alınarak dijitalleştirilmesi ve geliştirilmesi vurgulanmaktadır (ICOMOS, 2014). Sanal gerçeklik perspektifinden değerlendirildiğinde; tarihi bir çevrenin canlandırılması söz konusu olduğunda, somut olmayan kültürel miras değerlerine, geleneksel yapım sistemlerine ve tekniklerine ilişkin bilgilere de eşit ölçüde yer verilmesi, bu yeni yaklaşımın sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır. H-BIM (Kültürel Miras Yapı Modelleme) açısından ise, tarihi çevreye ilişkin yapılarla ilgili somut verilerin belgelenmesi yanı sıra ritüeller, sembolik ifadeler gibi alanın özgünlüğünü yansıtan soyut bilgilerin de arşivlenmesi gerekmektedir. Geleneksel arşiv ve belgeleme yöntemleri ışığında hazırlanacak yenilikçi ve teknolojiyle desteklenen bu yaklaşım, dijital dokümantasyonun oluşturulması ile tarihi çevreyi oluşturan ve onu özgün kılan her türlü bilginin sürdürülebilirliğini temin edecektir.

5. Koruma uygulamaları için gelişmekte olan araçlar

5.1 Kültürel miras hedefleri yeni araçların gelişimini yönlendirmeli, bunun tersi olmamalı, böylece kültürel mirasın merkezi konumu pekiştirilmelidir.

a. Yeni araçlar ve teknolojiler, kendi içinde bir amaç olarak değil, koruma sürecinin çeşitli aşamalarını destekleyen yöntemler olarak görülmeli, kültürel mirasın bir insan hakkı olarak sahip olması gereken merkezi konumu gözetilmelidir.

b. Koruma çalışmalarında özgünlüğün gözetilmesi amacıyla, teorik ve metodolojik hedeflere ve uygulamalara yönelik rehber ilkeler ve ilişki ağları oluşturulmalı ve paylaşılmalıdır.

c. Teknoloji uzmanları ve miras alanındaki uygulamacılar, bilginin yöneticileri ve kullanıcıları arasındaki – teknolojik ama özellikle kültürel – kopuklukları gidermek için iş birliğini esas alan, disiplinler arası araştırmalara (finansman politikaları ile ilgili olanlar dahil) yönelik rehber ilkeler geliştirmelidir.

5.2 Ortak kültürel gelişme için erişilebilir ve herkesi kapsayıcı yeni teknolojiler geliştirilmelidir.

a. Kùltürler, bilgi, malzemeler, geleneksel ve yenilikçi teknolojiler arasında adil ve kazançlı bir denge sağlanması için yerel ve geleneksel bilgiye saygı duyulmalıdır.

b. Korumada elde edilen sonuçları iyileştirmek için, hükümet dışı kuruluşların stratejik ortaklıklardaki kilit rolü tanınmalıdır.

c. Kültürel ve sosyal eşitsizliklerin aşılması için bilginin yayılmasına yönelik platformlar ve araçlar sağlamlaştırılmalı ve paylaşılmalıdır.

d. Mesleki çevrelerdeki tartışmalar aracılığıyla, koruma süreçlerindeki iyi uygulamaların alışverişine aktif katkı sağlanmalı, bu esnada mükerrer çabalardan kaçınılmasına dikkat edilmelidir.

5.3 İşlemlerin ve araçların iş birliğine yönelik standartlaşması ve sadeleşmesi sağlanmalıdır.

a. Sonuçlarının kesinliği, güvenilirliği ve doğrulanabilirliğinden emin olunan ve hem coğrafyalar arasında hem de zaman içinde karşılaştırmalı analizlere imkân sağlanması için uluslararası düzeyde kabul edilen ve uygulanabilir araçlar geliştirilmelidir.

b. Kültürel mirası belgeleme, koruma ve izleme işlerinde kullanılabilecek araçların, verimli bir döngünün parçası olarak benimsenebilmesi için, kullanıcı-dostu ve düşük-maliyetli teknolojilere öncelik verilmelidir.

c. Kültürel mirası koruma pratiğindeki standartlara ve prosedürlere demokratik bir biçimde erişim sağlanması için, öncelikli olarak çevrimiçi araçlar ve ‘açık kaynak’(d) platformlar geliştirilmelidir.

d. Teknolojilerin kültürel miras konusuna uyarlanmasında iyi tanımlanmış anahtar hedeflere karşılık gelmesi ve böylece koruma pratiğini iyileştirmeden sadece teknoloji sektöründe ilerlenmesi riskinden kaçınılması sağlanmalıdır (ICOMOS, 2014).

Bildirgenin “5. Koruma uygulamaları için gelişmekte olan araçlar” bölümünde yeni teknolojik yaklaşımlar, kültürel miras koruma alanında koruma sürecinin daha etkili gerçekleşmesine yardımcı bir araç olarak kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Kullanılan teknolojik yöntemler, kültürel mirasın korunması konusunun önüne geçmemelidir. Geliştirilen teknolojik araçlardan, kültürel mirasın herkese ulaşmasını

sağlaması, kapsayıcı, ayrıca düşük maliyetli ve çevre dostu olması beklenmektedir. Kültürel mirasın korunmasında sanal gerçeklik, tarihi çevrenin ve değerlerin tanıtılmasını sağlayacak, kültürel mirasın dijital olarak internet üzerinden çeşitli platformlarla kullanıcılarla buluşmasını gerçekleştirecek, toplumun kültürel çevreye olan ilgisini canlı tutacak bir araç olarak kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik, sanal rekonstrüksiyon amacıyla kullanıldığında kültürel mirasın zarara uğramadan korunmasını sağlamakta ve tarihi çevreyi bütüncül olarak algılamayı kolaylaştıracak teknolojik bir yaklaşımdır. Sanal gerçeklikle ilişkili olarak geliştirilen tarihi çevrelerde H-BIM, belgeleme ve önleyici koruma çalışmalarında bir araç olarak kullanılmaktadır. Kültürel mirasın korunma durumunun eş zamanlı olarak izlenmesine olanak vererek, küçük müdahalelerle korumanın sürekliliğini artırmaktadır. Bu bağlamda H-BIM kullanımı, uzun zaman diliminde koruma maliyetlerini düşürmektedir.

Miras ve Demokrasi Üzerine Delhi Deklarasyonu (2017),

Bu deklarasyonun önsözünde yer alan “Dijital teknolojilerin ve modern iletişimin artık miras yönetiminde oynadığı rolü kabul ederek” ifadesiyle, ICOMOS kültürel miras yönetimi çalışmalarında, teknolojik gelişmelerin önemli etkisi olduğunu vurgulayarak varlığını tanımaktadır. Ayrıca bu bildirgedeki “Verilerin toplanması, paylaşılması, yorumlanması ve yayılması için hükümetler, kurumlar ve ilgili topluluklar tarafından çok çeşitli iletişim teknolojileri ve medya kullanılmalıdır” ifadesi miras kaynaklarının yönetiminde ilgili kurum ve kuruluşlara, teknolojiye yararlanmaları konusunda güçlü bir öneri niteliğindedir (ICOMOS, 2017a).

Ahşap Mimari Mirasın Korunması için İlkeler (2017),

Kayıt ve Belgeleme

27. Venedik Tüzüğü'nün 16. maddesinde ve Anıtların, Yapı Gruplarının ve Sitlerin Belgelenmesi ile ilgili ICOMOS Tüzüğü'nde belirtildiği gibi, müdahale ve iyileştirici işlemlerde kullanılan tüm malzemelerin kaydının tutulması gerekir. Yapıdan alınan örnekler veya kullanılamaz durumda olup sökülen parçalar dahil, ilgili tüm belgeler ile geleneksel ustalık becerileri ve teknolojileri

hakkında bilgiler toplanmalı, kataloglanmalı, güvenli bir yerde depolanmalı ve uygun görüldüğü biçimde ulaşılabilir kılınmalıdır. Belgeleme içinde koruma çalışmalarında kullanılan malzeme ve tekniklerin seçim nedenleri konusunda açıklamalara da yer verilmelidir.

28. Yukarıda belirtilen tüm belgeler hem yapının gelecekte yapılacak bakımları için, hem de bir tarihi kayıt olarak saklanmalıdır.

İzleme ve Sürekli Bakım

29. Ahşap kültür mirasını güvenceye almak, kültürel önemini korumak ve büyük müdahalelere olan gereksinimini geciktirmek için, sürekli bakım ve izleme ile ilgili tutarlı bir strateji oluşturulmalıdır.

30. İzleme herhangi bir uygulama sırasında ve sonrasında kullanılan yöntemlerin etkisini, kullanılan ahşabın ve diğer malzemelerin uzun erimdeki davranışını denetlemek için yapılmalıdır (ICOMOS, 2017b).

Ahşap malzemenin korunmasına ilişkin “Kayıt ve Belgeme” ve “İzleme ve Sürekli Bakım” bölümlerinde yer alan 27, 28, 29 ve 30 numaralı ilkeler, HBIM (Miras Yapı Bilgi Modellemesi) ile üzerinde çalışılan ve geliştirilmesi hedeflenen konulardandır. HBIM ahşap yapıların korunması için önleyici koruma çalışmalarının yapılması, malzemenin hasar analizinin yapılması ve mevcut durumunun izlenmesi, geçirdiği müdahalelerin kayıt altında tutulup, güvenli bir şekilde saklanması için araç olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca 34 numaralı ilke “Tarihi ahşap mimarının yapımında kullanılan geleneksel bilgi ve ustalıkları kaydetmek, korumak ve yeniden canlandırmak gereklidir” şeklindedir (ICOMOS, 2017b). Sanal gerçeklik ile söz konusu geleneksel yapım tekniklerinin canlandırılması ve üzerine eğitici oyunlar kurgulanması sağlanabilir. Böylece geleneksel tekniklerin tekrar gündeme gelmesine sebep olarak bu koruma tekniklerinin sürdürülmesi konusunda farkındalık oluşturabilir.

3.2.3 Değerlendirme

1970-2011 tarihleri arasındaki süreç bilgi, iletişim ve elektronik teknolojilerinde önemli gelişmelerin yaşandığı Endüstri 3.0’ı kapsamaktadır. 1970’li yıllarda söz

konusu teknolojiler yeni geliştirilmekte olup yüksek maliyetlidir. Bu sebeple erişilebilirlikleri kısıtlı olmaktadır. 1980'lerde bilgisayar grafiklerinin, yazılımların ve donanım araçlarının geliştirilmesi hızlanmaktadır. 1990'lı yıllardan başlayarak bilgisayar teknolojileri çeşitlenmekte, kullanımları yaygınlaşmaktadır. Tarihi çevrenin korunmasına ilişkin mevzuatların tarihsel süreci ise 1931 yılı Atina Tüzüğü (Carta del Restauro) ile başlamaktadır. Bu kapsamda ilgili mevzuatlarda yapılan incelemelerde, bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin tarihsel süreci de dikkate alınmaktadır.

Endüstri 4.0'ın başlangıcı olarak kabul edilen 2011 yılı öncesi mevzuatların incelendiği bölümde; 1931 ve 1990 tarihleri arasındaki, bilgisayar teknolojilerinin daha kısıtlı olduğu dönemi kapsayan süreçte oluşturulan tüzüklerde tarihi çevrenin korunmasına ilişkin genel konular ele alınmaktadır. Tüzüklerde yer alan ve ardıl tüzüklerin de temelini oluşturan ilgili maddeler; tarihi çevrenin ve kültür varlıklarının anlaşılabilirliğinin artırılması, belgelemenin önemi, korumanın sürekliliği için eğitim ve koruma bilincinin geliştirilmesi, önleyici koruma çalışmalarının yapılması konularını kapsamaktadır. Bu durumda, ilgili maddeler zamandan bağımsız ifadeler içermesi açısından çarpıcıdır. Bilgisayar teknolojilerinin yaygınlaşmaya başladığı 1990 yılı ve 2011 yılları arasındaki tüzüklerde ise güncel teknolojinin ve medya araçlarının kullanımını doğrudan teşvik edip, vurgulayan maddeler incelenmektedir. Bu maddelerde; kültürel mirasın sunumundaki yaklaşım yöntemlerinin önemi, koruma alanına ilişkin raporların anlaşılması açısından kullanılan görsellerin etkisi, eğitim alanında güncel teknolojinin kullanılmasının gerekliliği ve bu kapsamda teknolojiye kolay erişim sağlanması konuları üzerinde durulmaktadır. Belgeleme aşamasında, çağdaş teknolojilerin kullanımı ve belgelerin kayıt altına alınmasında dijitalleşmeye geçilmesi desteklenmektedir. Kültürel mirasın sürekli izlenmesi ve bakımı konuları ele alınırken, önleyici koruma çalışmalarında güncel teknolojinin kullanımı teşvik edilmektedir. Kültürel mirasın sunumunda ve tarihi çevrede kullanıcı deneyiminin artırılması konularında yine güncel teknolojiye yararlanılması önerilmektedir.

İncelenen mevzuatların genelinde; tarihi çevre algısının artması, dolayısıyla koruma bilincinin oluşup gelişmesinin temelinde kültür varlıklarının anlaşılması, tanınması, yorumlanması ve benimsenmesi gerektiği belirtilmektedir. 2011 sonrasına

ilişkin incelenen mevzuatlarda ise; bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak koruma anlayışının çerçevesi de genişlemektedir. Somut kültürel mirasın yanında somut olmayan kültürel mirasın korunması, kültürel mirasın özgün anlamının ve değerinin açığa çıkarılmasının gerekliliği önemsenirken, bu konularda çağdaş teknolojilerden yararlanılması önerilmektedir. Tarihi çevreye ilişkin bilgilerin toplanması, kaydedilmesi, saklanması, sunulması, uzmanlarla paylaşılması ya da toplumun her kesimi tarafından zaman ve mekândan bağımsız olarak erişilebilir olmasını sağlamak ya da kullanıcı deneyimlerine katkı sağlamak için de modern tekniklerin kullanılması teşvik edilmektedir. İncelenen maddelerde koruma alanında uzman kişilerin yetiştirilmesinde ve halkın bilinçlendirilmesinde planlanacak olan eğitim programlarına güncel tekniklerin eklenmesi önerilmektedir.

İncelenen tüzüklerde ele alınan konular benzer nitelik yansıtmaktadır. Bununla birlikte aynı konuya farklı bakış açıları da algılanmaktadır. Tarihsel süreçte koruma anlayışının kavramsal çerçevesinin genişlemesiyle maddelerde ele alınan bu konuların detayları genişlemekte ve yeni konulara dikkat çekilmektedir. Bu sürecin paralelinde teknolojinin de ilerlemesiyle, ele alınan konuların yenilikçi bir bakış açısıyla değerlendirildiği görülmektedir. 2011 yılından günümüze uzanan süreçte gerçekleştirilen mevzuatlarda, tarihi çevrenin ve kültürel varlıkların korunması konusunda katkı ve çözüm sunması açısından güncel teknolojiden yararlanılmasının doğrudan ve daha sık vurgulandığı görülmektedir.

Bu çalışmada özellikle Endüstri 4.0'ın tüzüklerdeki karşılığı belgeleme, sunum teknikleri, eğitim ve güncel teknolojilerin kullanımı bağlamında görülmektedir. Amsterdam Bildirgesi'nde (1975), Anıtların, Yapı Gruplarının ve Sitlerin Belgelenmesine İçin İlkeler (1996), Uluslararası Kültürel Turizm Tüzüğü (1999), Mimari Mirasın Analizi, Korunması ve Strüktürel Restorasyonu için İlkeler (2003), Québec Deklarasyonu (2008), Kültürel Miras Afet Risk Yönetimi Lima Deklarasyonu (2010), İnsani Değer Olarak Miras ve Peyzaj Hakkında Floransa Bildirgesi (2014), Paris Deklarasyonu (2011) ve Burra Kartası'nda (1981/2013) dijitalleşme ve modern teknolojinin kullanımına yönelik konulara yer verildiği görülmektedir.

Sunum bağlamında ise Atina Tüzüğü Carta del Restauro (1931), Venedik Tüzüğü (1964), Arkeolojik Mirasın Korunması ve Yönetimi Tüzüğü (1990), Sualtı Kültür Mirasının Korunması ve Yönetimi ile İlgili Tüzük (1996), Uluslararası Kültürel Turizm Tüzüğü (1999), Québec Deklarasyonu (2008), Kültürel Miras Alanların Algılanması ve Sunumu Tüzüğü (2008), İnsani Değer Olarak Miras ve Peyzaj Hakkında Floransa Bildirgesi (2014) ve Burra Kartası (1981/2013) ile ilişki kurulabilmektedir.

3.3 Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımları

Tarihi çevrenin korunmasında sanal gerçeklik, kullanım amacına ve kapsamına göre farklı yöntemlerle ele alınmaktadır. Buna göre tarihi çevre için sanal gerçeklik kullanımları; kültürel miras için yapı bilgi sistemi oluşturmak (H-BIM), sanal ortamda rekonstrüksiyon ve restitüsyon yapmak, tarihi çevre için öğretici oyunlar kurgulamak ve tarihi çevre için sanal geziler oluşturmak şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Kültürel miras için yapı bilgi sistemi oluşturmak (H-BIM): “Yapı bilgi sistemi” ya da “yapı bilgi modellemesi (BIM), yapıyı oluşturan bütün parçaların niceliksel ve niteliksel bilgileriyle birlikte yapının üç boyutlu grafiksel modelinin oluşturulması yöntemidir (Logothetis, Delinasiou ve Stylianidis, 2015). Miras yapı bilgi sistemi (H-BIM) yöntemi ise kültürel mirasın dijital ortamda belgelenmesi ve saklanması amacıyla, bu yapı bilgi sistemi (BIM) yaklaşımının, tarihi yapı ve çevresine uyarlanması ile oluşmaktadır. Kültürel miras değerindeki yapı bilgilerinin dijital ortamdaki dokümantasyonunu sağlayan bir kütüphane olarak da görülmektedir.

Sanal ortamda rekonstrüksiyon ve restitüsyon yapmak: Kısmen yok olmuş, zarar görmüş ya da tamamen yok olan tarihi yapıların yeniden inşa edilmesi günümüzde tartışmalı bir konudur. Tarihi yapıların rekonstrüksiyonu konusunda yeterli ve doğru bilgiye ulaşmak, tarihi yapıya müdahalede bulunurken var olan değerlerine zarar vermemek önemlidir. Bu yüzden yapılan müdahalelerin en az düzeyde tutulması gereklidir. Rekonstrüksiyonda herhangi bir yanlış kararın ya da müdahalenin istenmeyen, geri dönüştürülemez sonuçları olabilmektedir. Benzer şekilde tarihi

evrelerin geçirdikleri dönemsel değişikliklerin irdelenmesinde, algılanmasında ve bir takım restorasyon kararlarının alınmasında restitüsyon çalışmaları değerli olmaktadır. Bu kapsamda, tarihi çevrelerin ifadesinin güçlendirilmesi konusu gündeme geldiğinde, miras yapılarının sanal ortamlarda yeniden inşa edilerek varlığını sürdürmesinde ve tarihi çevreyle olan bütüncül algısını korumasında sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik yöntemlerinden yararlanılmaktadır.

Tarihi evre için öğretici oyunlar kurgulamak: Tarihi evre ve tarihi yapılar hakkında bilgi vermek için sanal gerçeklikle öğretici oyunlar kurgulanmaktadır. Sanal olarak oluşturulan tarihi çevreyle kullanıcı arasındaki etkileşimin oyunlar aracılığıyla aktif tutulması sağlanmaktadır. Kullanıcı oyundaki görevlerini gerçekleştirirken tarihi çevreye katılarak, bu çevrenin parçası olmakta ve tarihi çevreyle ilgili keşifler yapmaktadır. Bu durumda kullanıcı, tarihi çevreye ilişkin mimari ve kültürel bilgileri deneyimleyerek öğrenirken, tarihi evre algısını da geliştirmektedir.

Tarihi evre için sanal geziler oluşturmak: Kültürel mirasın tanıtımında rehberlik ve bilgilendirme amaçlı, sanal ortamda tarihi çevreler canlandırılmakta ve sanal gezi rotaları oluşturulmaktadır. Ayrıca gerçek hayatta tarihi çevrelerde gezi yapılırken aynı amaçlar doğrultusunda kullanılabilen; kare kod yardımıyla, coğrafi bilgi sistemi teknolojileriyle ilişkili ve GPS tabanlı geliştirilen sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamaları gerçekleştirilmektedir.

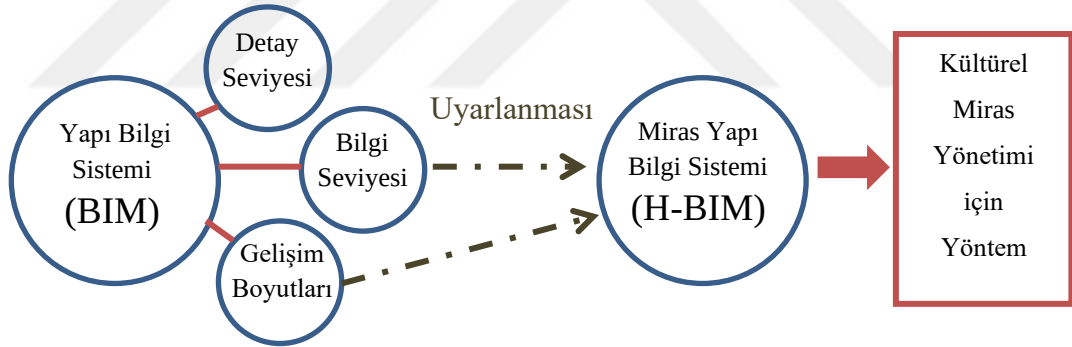
Bu bölümde, tarihi çevrelerde kullanılan sanal gerçeklik yaklaşımları, dünyada ve Türkiye’de yapılan örnek çalışmalar üzerinden incelenmekte olup, yaklaşımların geliştirilmesine yönelik yeni öneriler sunulmaktadır.

3.3.1 Dünyada Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımları

3.3.1.1 Kültürel Miras İçin Yapı Bilgi Sistemi Oluşturmak (H-BIM)

“Miras Yapı Bilgisinde Boyutlar ve Bilgi Düzeyleri Modelleme, HBIM: Charterhouse'un Modeli” Örneği (Castellano-Román ve Pinto-Puerto, 2019)

Bu çalışmada, yapı bilgi modelleme (BIM) ve miras yapı bilgi modelleme (H-BIM) kavramları incelenmektedir. BIM’de yapıyı tanımlamak için kullanılan detay seviyesi, gelişim seviyesi ve modelin bilgi seviyesi olarak ifade edilen ölçütlerden söz edilmektedir. BIM’i oluşturan “bilgi seviyesi” ve “gelişim boyutları” ölçütleri temel alınarak, H-BIM’in kültürel mirasın yönetimi için bir yöntem olarak nitelendirilmesi hedeflenmektedir (Şekil3.16). Geliştirilen yöntem ile örnek vaka üzerinden değerlendirme yapılması ve yorum sunulması amaçlanmaktadır.



Şekil 3.16 Miras Yapı Bilgi Sistemi (H-BIM) için geliştirilen yöntemin oluşum şeması (ilgili çalışmadan üretilmiştir)

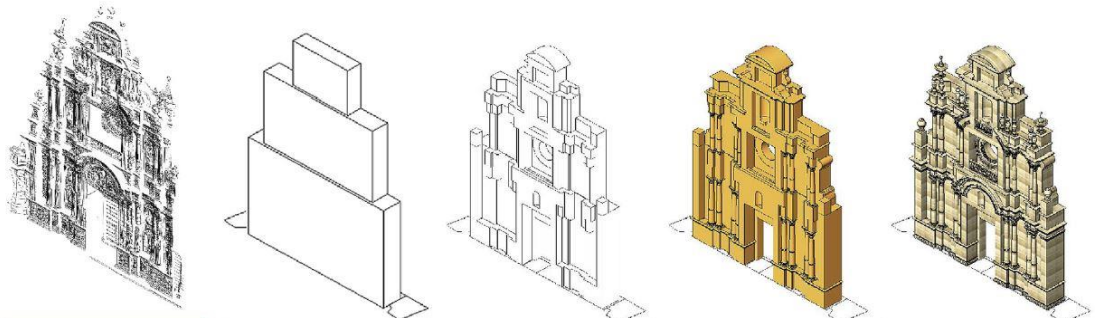
Araştırma için İspanya Jerez’de bulunan Charterhouse (manastır) seçilmektedir. Yapı, 15.yy’da inşa edilmekte ve tarihsel süreçte sanatsal, arkeolojik, mimari anlamda kültürel değerler kazanmaktadır. Aynı süreçte yapı yağmalanmaya maruz kalmakta, harabe duruma gelip bakımının ihmal edilmesi gibi çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır. Yapı; mimari ölçeği, şehirdeki konumu, manastır yapısının hacimsel, mekânsal, işlevsel ve sembolik zenginliği hakkında kapsamlı bilgi

bulundurmaktadır. Bu özellikler yapının, miras yapı bilgi sistemi (H-BIM) üzerinden analizinin yapılması için büyük potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırma yönteminin temelini oluşturan bölüm; geniş bir belge deposunun oluşturulmasını, anıtın kendisinin belge olarak değerlendirilmesini, yapı izlerinin incelenmesini, yapının tasarım, düzen ve yapım süreçlerinin yorumlanmasını, süreçteki mimari anlayışına odaklanan analiz çalışmasının yapılmasını kapsamaktadır. Bu bölüm, mevcut bilgi kaynaklarının dijital ortama aktarılıp, burada bir araya getirilmesini sağlayacak, aynı zamanda kültürel miras yönetimi kapsamına göre kategorize edilmiş bir miras yapı bilgi deposu (HBIR) oluşturulmasını içermektedir.

Çalışmanın alt yapısı oluşturulduktan sonra, yapının tarihsel sürecine ilişkin hazırlanan çizelgeye uygun olarak modellemesi yapılmaktadır. Modelleme, yapı bilgi sistemi (BIM) ölçütlerinin, miras yapı bilgi sistemine (H-BIM) uyarlanmasıyla belirlenen; analitik araştırma (3D), tarihsel süreç (4D), müdahale süreci maliyet tahmini (5D), kültürel bağlam (6D) ve koruma-müdahale ve değerlerin araştırılıp, korunması, tanıtılması (7D) olarak ifade edilen “gelişim boyutlarını” kapsamaktadır. Bunlar kültürel mirasın yönetimi konusunda etkili olmaktadır.

Modellemeyi etkileyen diğer faktör olan yapı bilgi sistemindeki (BIM) “bilgi seviyeleri (LOK)” beş aşama olarak, miras yapı bilgi sistemine (H-BIM) uyarlanmaktadır. Bunlar kısaca; LOK₁₀₀ miras varlığının tanımlanması, LOK₂₀₀ varlığın korunması ve tanıtılması için temel strüktür ve yapım evriminin modellenmesi, LOK₃₀₀ varlığın ileri araştırma aşaması olarak karmaşık strüktür sisteminin modellenmesi, LOK₄₀₀ varlığın korunma ve müdahalesi için proje, kritik, prosedür tanımlama ve LOK₅₀₀ varlığın kapsamlı yönetimini sağlayan önleyici koruma, periyodik yatırım planı çalışmalarıyla ilişkilidir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Sırasıyla LOK100, LOK200, LOK300, LOK400 ve LOK500 bilgi düzeylerinin model üzerinde ifadesi (Castellano-Román ve Pinto-Puerto, 2019)

Modelleme aşamasında Revit programı kullanılmaktadır.

Çalışmanın sonunda; Charterhouse, LOK₂₀₀ seviyesinde tamamlanan bir araştırma olmakla birlikte bazı bölümleri LOK₃₀₀ değerindedir. Miras yapı bilgi sistemi (H-BIM), yapının durumu hakkındaki bilgileri içermekte ve grafiksel olarak ifade edilmesini sağlamaktadır (Şekil 3.18). Önerilen metodolojiyle, elde edilen veriler doğrultusunda modelin kültürel miras yönetimi için sistemli bir şekilde geliştirilmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 3.18 20.yüzyılın ikinci yarısı Charterhouse ve çevresi ile Charterhouse'un modellemesi (Castellano-Román ve Pinto-Puerto, 2019)

3.3.1.2 Sanal Ortamda Rekonstrüksiyon ve Restitüsyon Yapmak

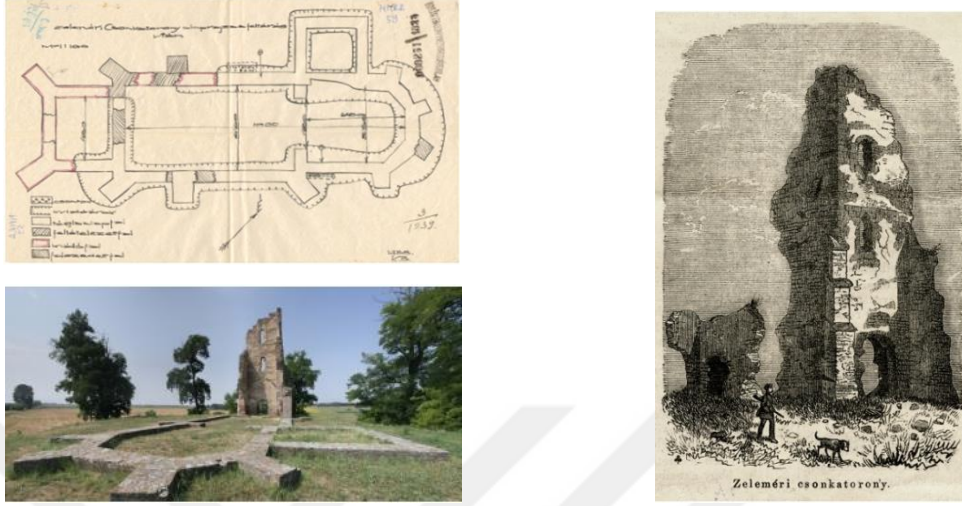
“Orta Çağ Kilisesinin Sanal Rekonstrüksiyonu” Örneği (Gil’anyi, Bujdos’o ve B’alint, 2017)

Çalışmada, Orta Çağ Zelem’er Kilisesi’nin sanal rekonstrüksiyonu, üç boyutlu sanal ortamlar hazırlamayı ve paylaşmayı sağlayan bir internet platformu olan MaxWhere ortamında geliştirilmektedir. Bu çalışma, ulaşılamayan ya da artık var olmayan, yok olmuş tarihi yapılara ve anıtlara erişim sağlamayı amaçlayan ve bunun için yapıların sanal rekonstrüksiyonlarını ve üç boyutlu görselleştirmelerini oluşturan projenin bir parçasıdır.

Zelem’er Kilisesi günümüzde mevcut değildir, kalıntıları Macaristan’ın doğusunda, Budapeşte’nin 200 km uzağında, Büyük Macar Ovası’ndaki bir höyüğünün üzerinde bulunmaktadır. Kalıntılar, altındaki höyükle birlikte yerel ve doğal öneme sahip bir yer olarak korunmaktadır. Kalıntıların bulunduğu alan ve çevresi, tarihi ve dini öneme sahip olmasıyla turistler tarafından yoğun ilgi gören bir bölge olmaktadır. Yapının gerçekte yeniden inşa edilmesi düşünülmekte ve bu durum tartışmalara yol açmaktadır. Yapının rekonstrüksiyonunun yüksek maliyetli olacağı görüşü ve özgün yapıya ait çok fazla verinin bulunmaması sebebiyle yapının sanal rekonstrüksiyonunun yapılmasına karar verilmektedir.

Sanal rekonstrüksiyon için kullanılacak bilginin doğruluğu önemsenmektedir. Bu kapsamda kilise ve çevresi hakkındaki temel bilgilere arkeolojik kaynaklardan ve arşivlerden ulaşılmaktadır. Zelem’er Kilisesi’nin görselleştirilmesinde arkeolojik kazılara ait belgeler, resimsel temsiller, eski el yapımı haritalar ve diğer belgelerin fotoğraf ve çizimleri kullanılmaktadır (Şekil 3.19). Ancak çatının şekli, pencereleri ve kilisenin diğer bazı bölümleri hakkında kesin bilgiye ulaşılamamaktadır. Bu sebeple kilisenin orijinal görünümünde, diğer Orta Çağ kırsal kiliselerinin arkeolojik ve mimari araştırmalarının sonuçları ve duvarları yıkılmamış olan Gotik kiliselerin analogileri dikkate alınarak karşılaştırmalı analiz yapılmaktadır. Çatısı sadece analogi

verilerine göre modellenmektedir. Sanal rekonstrüksiyonda yalnızca yapıya ve iç mekâna odaklanılmaktadır.



Şekil 3.19 Kilise kazılarında elde edilen çizimi, kalıntıların 2006 yılına ait fotoğrafı ve Kilisenin 1960 yılına ait resimsel gösterimi (Gil'anyi, Bujdos'o ve B'alint, 2017)



Şekil 3.20 Kilisenin MaxWhere'de yer alan sanal rekonstrüksiyonu dış cephe ve iç mekân görünümü

Çalışmanın sonucunda modellemenin yalnızca tarihi yapıyı kapsadığı görülmektedir. Yapılan modellemede bazı kısımlarda kesin verilere ulaşılamadığı için analogi yöntemi kullanılmaktadır. Modellenen kilise yapısı yer aldığı MaxWhere platformunda, sanal ortamda aynı zamanda sergi alanı olarak da kullanılmaktadır (Şekil 3.20). Sanal ortamda yapılan sergi etkinlikleri yapının, burada daha çok ziyaret edilme olasılığını arttırmaktadır. Çalışmayı yürüten ekip, kilisenin kalıntılarını da gösteren ve kesin olarak belirlenebilen parçalar ile şekli yalnızca analogilere dayanan parçalar arasındaki farklılığı gösteren görselleştirmenin yeni bir sürümünü geliştirmeyi hedeflediğinden söz etmektedir.

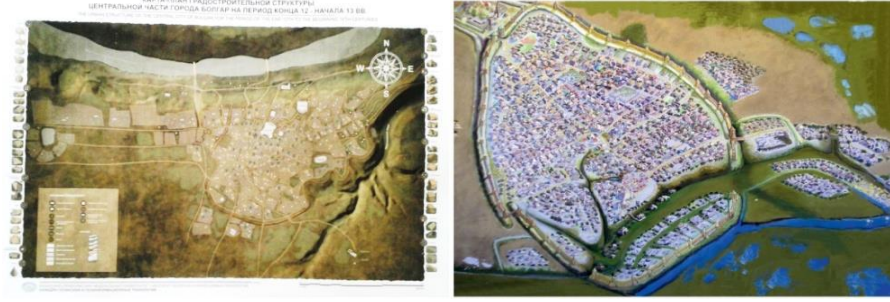
3.3.1.3 Tarihi Çevre için Öğretici Oyunlar Kurgulamak

“Orta Volga'nın Kültürel ve Tarihi Anıtlarının Sanal Yeniden İnşası” Örneği
(Razuvalovaa, E. ve Nizamutdinova, A. 2015)

Çalışma, Tatar Cumhuriyeti'nin imajını oluşturmaya yardımcı olmak için mevcut kültürel ve tarihi anıtlar ile bunlar hakkındaki bilgileri sistematik duruma getirmeyi, kaydetmeyi ve dijital tarihin geliştirilmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca sanal gerçekliği tarihi öğretmek için eğitim aracı olarak kullanmayı hedeflemektedir.

Örneklem olarak, 14. yüzyılda Orta Volga'daki Eski Bulgar şehrinin bulunduğu bölge seçilmektedir. Proje kapsamında buranın sanal ortamda tekrar inşa edilmesi süresince, arkeologlar, tarihçiler, paleontologlar, jeologlar, etnograflar, mimarlar, üç boyutlu modelleme yapanlar, programcılar, animatörler, yazarlar ve ses yönetmenleriyle disiplinler arası çalışma gerçekleştirilmektedir.

Öncelikli olarak yapılan arşiv araştırmalarından sonra elde edilen verilere göre modelleme aşaması gerçekleştirilmektedir. Modellemede sırasıyla gerçekleştirilen adımlar; yerleşim alanı oluşturulması, yerleşim yolu ağları geliştirilmesi, ses doldurma yöneticisinin geliştirilmesi, gün değişiminin dinamik bir sisteminin kaydedilmesi, yerleşimin topografyasının, peyzajının düzenlenmesi, ayakta kalan anıt yapılarının modellenmesi (saray, cami, türbe, minare), diğer kentsel yapıların modellenmesi (demirhane, çömlek atölyesi, fırın, basit ev, taş duvarlı ev, ahşap ev, kulübe), dönemin kültür ve tarihine uygun olarak farklı etnik ve sosyal grup dönemlerini içeren üç boyutlu karakterlerin modellenmesi, dokuların işlenmesi, modellerin alana yerleştirilmesi, etnik özelliklere uygun müzik bestelenmesi, ara yüzün oluşturulması ve internet ortamına sunulmasıdır (Şekil 3.21). Yapı modelleri BIM kavramlarından “ayrıntı seviyeleri (LOD)” dikkate alınarak oluşturulmaktadır. Çalışmada Autodesk Maya, Bender, Unity, Adobe Photoshop CC ve CBS teknolojileri kullanılmaktadır.



Şekil 3.21 14. yüzyılda çalışma alanının haritası ve oluşturulan model (Razuvalovaa ve Nizamutdinova 2015)



Şekil 3.22 Alandaki anıtsal yapıların doku kaplanmış modelleri ve oluşturulan bir karakter modeli (Razuvalovaa ve Nizamutdinova 2015)

Kullanıcı oluşturulan sanal dünyanın bir parçası durumuna gelirken, kurgulanan "Bolgar XIV" adlı öğretici oyunda antik kentte yaşayan biri o dönemin tarihi, mimarisi ve sosyo-kültürel aktiviteleri hakkında hem görsel hem teorik bilgi sahibi olabilmektedir. Oyun hem tarihi çevrenin hem de o dönemin yaşantısının canlandırıldığı bir sanal rekonstrüksiyon niteliğindedir (Şekil 3.22 ve Şekil 3.23).



Şekil 3.23 2016 yılındaki ön gösterim videosunda oyunun gelişiminin gözlemlenmesi (Digital Media Lab, 2019)

3.3.2 Türkiye’de Tarihi Çevrenin Korunmasında Sanal Gerçeklik Kullanım Yaklaşımlarının İncelenmesi

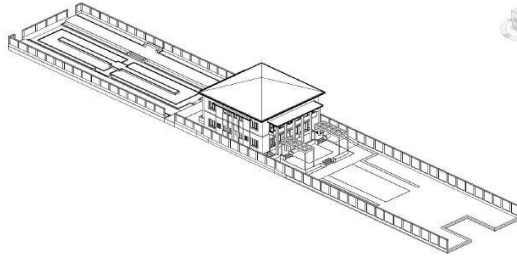
3.3.2.1 Sanal Ortamda Rekonstrüksiyon ve Restitüsyon Yapmak

“Salih Bozok Villası” Örneği (Sürücü, 2017)

Cumhuriyet Dönemi’nin ilk modern mimarlık örneklerinden biri olan Salih Bozok Villası, Seyfi Arkan tarafından 1936-1937 yılları arasında İstanbul Suadiye’de inşa edilmiştir. 2012 yılında yıkılmış olan yapının konumu ise Selim Ragıp Emeç Sokak ve Çetin Emeç Bulvarı’nın kesişiminde yer alan 354/6 parselde görünmektedir.

Yapı Anıtlar Yüksek Kurulu tarafından, 1977 yılında ilk modern mimari örneklerinden olduğu gerekçesiyle, aynen korunması gerekli sivil mimari örneklerinden biri olarak kabul edilmiştir. 1980’lerde III. grup ve sonrasında 1/B olarak tescillenen yapının koruma derecesinin, bilirkişi heyeti tarafından IV. Grup olarak değerlendirilmesi sonucunda yapı 2012 yılında yıkılmıştır. İlgili çalışmada, modern mimarlık mirasının korunması konusunda bir farkındalık oluşturması amacıyla Cumhuriyet Dönemi’ne ait modern bir yapı olan Salih Bozok Villası seçilmektedir.

Öncelikle yapıyla ilgili bilgilere ulaşmak için literatür araştırması yapılmaktadır. Bu aşamada eski dergilerden plan çizimlerine, yıkılmadan önceki fotoğraflarına, koruma kurulundan ve belediye arşivlerinden rölöve projesine ve proje dosyasında yer alan detay fotoğraflarına ulaşılmaktadır. Elde edilen veriler Revit programına aktarılarak, üç boyutlu olarak yapı bilgi sistemi oluşturulmaktadır. Oluşturulan üç boyutlu modelin pencere, kapı doğramaları gibi detayları Sketchup programı ile modellenmekte ve ayrı ayrı “family” dosyası olarak modele aktarılmaktadır. Yapının tefrişleri dönemine uygun olarak fotoğraflar dikkate alınarak modele işlenmektedir. “Oculus Rift” ile gerçekçi bir sanal gerçeklik deneyimi sağlayabilmek için Autodesk Revit ile Enscape yazılımları kullanılmaktadır (Şekil 3.24). Enscape ile modelde yapılan değişiklikler eş zamanlı olarak sunulmaktadır (Şekil 3.25).



Şekil 3.24 Yapının Revit'te oluşturulan modelinin dış görünümü ve iç mekânı (Sürücü, 2017)



Şekil 3.25 Yapı modelinin dış ve iç mekânının Enscape sunumu (Sürücü, 2017).

Modelleme yalnızca yapı ve yapı parseli ölçeğinde oluşturulmuştur. Yapının yakın çevresinin de sanal gerçeklikte yer alması, yapının bağlamıyla birlikte değerlendirilmesini sağlayacaktır.

3.3.2.2 Tarihi Çevre için Öğretici Oyunlar Kurgulamak

“Kıranköy Tarihi Rum Hamamı” Örneği (Şahbaz, 2018)

Örnek, tarihi bir yapının anlatılmasına ilişkin sanal gerçeklik, simülasyon ve oyun destekli öğrenme yöntemlerinden oluşan hiper ortam araçlarının katılımcılar üzerinde test edildiği bir tez çalışmasından alınmaktadır. Tez çalışmasında, tarihi yapıların öğretilmesinde algı yöntemi olarak söz konusu hiper ortam araçlarının potansiyellerinin sorgulanması amaçlanmaktadır. Tezin örnek alınan bölümünde ise oyun konusu yer almaktadır.

Hamam yapıları bulundukları döneme ve mimari anlayışa ilişkin bilgiler barındırması nedeniyle önemlidir. Safranbolu, tarihte Türk ve Rum kültürlerine ev sahipliği yapmıştır. Barındırdığı değerler sebebiyle 1994 yılından itibaren dünya miras kentleri arasında yer almaktadır. Çalışmada örnek yapı olarak, Safranbolu’da bulunan Kıranköy Tarihi Rum Hamamı seçilmektedir.



Şekil 3.26 Kıranköy Rum Hamamı cephesi ve hamamın modellenmesi (Şahbaz, 2018).

Tarihi yapının üç boyutlu modellenmesi ve doku kaplamaları Blender oyun motoru aracılığıyla yapılmaktadır. Dokuların uygun hale getirilmesi ise GIMP programıyla sağlanmaktadır. “Lanetli hamamdan kaçış” oyun teması için, oyun senaryosu yazılmakta, oyunun karakterleri, nesneleri yine Blender’da modellenmekte ve modellenen karakterlere ve nesnelere hareket özelliği kazandırılmaktadır (Şekil 3.26).

Oyundaki görevlerde katılımcıların verilen ipuçlarını takip ederek yapıyı deneyimlemesi ve bunun sonucunda bilgi edinmesi amaçlanmaktadır. Yapıda aktarılmak istenen özellikler, bulmaca gibi çözülmesi ve keşfedilmesi açısından kullanıcıda merak uyandıran gizemli oyunlarla sağlanmaktadır. Böylece katılımcılar yapıya ilişkin bilgileri, oyundaki görevler ile kendileri araştırıp, akıl yürüterek, sorular sorarak, bulmakta ve kendi deneyimleriyle öğrenmektedir (Şekil 3.27 ve Şekil 3.28).



Şekil 3.27 Kıranköy Rum Hamamı oyun direktifleri ve oyunun içinde yer alan yapının plan şeması yapbozu (Şahbaz, 2018).



Şekil 3.28 Kıranköy Rum Hamamı oyunu anahtar bulma görevi ile oyunun modellenen hayalet karakteri yay aracı (Şahbaz, 2018)

3.3.2.3 Tarihi Çevre için Sanal Geziler Oluşturmak

“Dijital Teknolojilere Adapte Olan Bir Kent: Bergama” Örneği (Karabağ, 2017)

Bu örnekte, Arkeolojik turizmin geliştirilmesi, arkeolojik kalıntıların ziyaretçiler tarafından daha anlaşılabilir olmasını ve bütüncül olarak algılanmasını sağlaması amacıyla Bergama antik kentinde gerçekleştirilen “iVisit Anatolia: Tarih üç boyutlu canlanıyor” projesine dikkat çekilmektedir. Bu projeyle Bergama Antik Kenti üç boyutlu modelleme programları ve mobil teknolojiler aracılığıyla sanal geziye açılmaktadır.

Bergama tarih öncesi devirlerden başlayarak yerleşim merkezi olmakta, MÖ 241-133 yılları arasında Pergamon Krallığı’na başkentlik yapmakta, MÖ 129 yılında Roma

İmparatorluğu egemenliğine girmekte ve Asya eyaletinin merkezi olmaktadır. Tarihsel süreçte kültür ve sanat merkezi konumundadır. Bu dönemlerde yapılan yapılar günümüzde kısmen ya da tamamen zarar görmüşlerdir. Bergama'nın içinde barındırdığı kültürel zenginlikler nedeniyle de arkeolojik turizm potansiyeli yüksektir.

Projede, Bergama hakkında literatür araştırması yapılmakta ve veri açısından en çok kaynak bulunan alanlar; Zeus Sunağı, Athena Tapınağı ve Kutsal Alanı, Asklepeion ve Kızıl Avlu olarak modellenmek için belirlenmektedir. Archicad programı ile üç boyutlu modellemeler yapılmakta ve yüzeylere doku kaplanmaktadır. Yapılan modellemeler ayrıntı seviyesi LOD₁₀₀'ü geçmeyecek şekildedir. Gökyüzü, gün ışığı gibi doğal çevre etmenleri Artlantis Studio programı ile modele aktarılmaktadır. Bakı noktaları belirlenmiş ve modelden alınan render görselleri bu noktalara entegre edilmiştir. Arkeolojik alanda yapılan gezi sırasında bakı noktalarına yerleştirilen modeller ile mobil uygulamalar kullanılarak ya da alanda bulunan karekodlar okutularak arkeolojik alanın bütüncül olarak algılanması sağlanmaktadır (Şekil 3.29 ve Şekil 3.30).



Şekil 3.29 Kızıl Avlu'nun bir numaralı bakı noktasından 2016 yılına ait görüntüsü ve iVisit Anatolia Projesi kapsamında aynı noktadan üç boyutlu modeli (Karabağ, 2017 ve Ender Aydın arşivi)



Şekil 3.30 Athena Tapınağı ve Kutsal Alanı'nın, bir numaralı bakı noktasından 2016 yılındaki görünümü ve aynı bakı noktasından elde edilen üç boyutlu görünümü (Karabağ, 2017 ve Ender Aydın arşivi)

3.3.3 Değerlendirme ve Öneriler

Tarihi çevrelerde sanal gerçeklik yöntemi, kullanım amacına göre ve edinilen bilgiler ışığında şekillenmektedir. H-BIM yönteminin geliştirilmesinde tarihi yapıların tanıtılması, verilerinin saklanması, mevcut durumunun izlenmesi, koruma stratejilerinin geliştirilmesi gibi çeşitli amaçlar gözetilmektedir. Bu doğrultuda, BIM'in sahip olduğu “detay seviyesi, bilgi seviyesi ve gelişim boyutları” gibi kavramlar üzerinden H-BIM yöntemi geliştirilmektedir. Belirlenen amaçlar ve sahip olunan bilgi düzeyi ile ilişkili olarak, oluşturulan sanal modeller birbirlerinden farklı detaylara sahiptir. Örnek projelerde de tarihi çevreler farklı amaçlara hizmet etmek için sanal olarak canlandırılmaktadır. Buna göre, tarihi yapılar bulundukları geniş ölçekli bağlam ile, bazılarında yapı parseliyle birlikte ya da yalnızca yapı kütlesi şeklinde farklı ayrıntılarda modellenmektedir.

İncelenen örnekler değerlendirildiğinde, bazılarında yapıların çevrelerinden bağımsız olarak ele alındığı görülmektedir. Ancak tarihi yapılar çevreleriyle bir bütündür. Söz konusu çevreler dikkate alınmadığında değerlendirmeler eksik kalmaktadır. Sanal gerçeklik ortamında da tarihi yapılar çevreleriyle birlikte korunmalı ve bağlamlarına göre değerlendirilmelidir. Bu durumda tarihi yapıların çevreleriyle birlikte doku olarak incelenmesi önemlidir.

Oluşturulan H-BIM metodunun, yapı verileri izin verdiği sürece, miras yönetimine katkı sağlayacak ve koruma anlayışının perspektifini genişletecek şekilde geliştirilmesi de olanaklıdır. Yapı ölçeğinde sanal gerçekliği oluşturulan bir çalışma daha sonra çevresel verilerle geliştirilebilir ve tarihi yapı bağlamıyla bütüncül bir şekilde sunulabilir. Daha sonra geliştirilmiş model CBS teknolojileri ile üç boyutlu haritalara entegre edilebilir. Üç boyutlu kent rehberlerinde sanal olarak tarihi çevreler ve kültürel rotalar oluşturulabilir. Gerçek kültür rotalarının sanal versiyonları elde edilebilir.

H-BIM ile kültürel miras bilgilerinin toplanması, saklanması, dağıtılması, ayrıca kültürel mirasın tanıtılması ve yorumlanması konularında bir sistem aracı olarak kullanılması hedeflenmektedir. Kısaca H-BIM, kültürel miras yönetiminin en iyi şekilde planlanmasında rol oynayacak, geliştirilmeye açık bir yöntem olarak düşünülmektedir. H-BIM yönteminde, kültür varlıklarıyla ilgili verilerin sınırlı olması durumunda yapıların üç boyutlu modelleri, bilgi seviyeleriyle paralel olarak gelişim göstermektedir. Bu kapsamda her kültürel mirasa uygulanan H-BIM yönteminin sonuçları birbirinden farklı olacaktır. Var olan bir kültür mirasının dijital arşiv olarak kayıt altına alınmasının yanı sıra, sürdürülebilir korunmasının sağlanması amaçlanabilir. Günümüz teknolojileri sensörler, nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler aracılığıyla kültür varlıklarının mevcut durumlarının sürekli izlenmesi sağlanarak önleyici koruma çalışmaları gerçekleştirilebilir.

Sanal gerçekliği oluşturulan tarihi çevreler, çevrimiçi platformlarda genel sergileme alanları olarak kullanılmaktadır. Kullanıcıların tarihi alanları deneyimlemesi, tarihi çevre algılarını da geliştirmesine katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde tarihi çevre ve yapılar hakkındaki belge ve fotoğraflar, sergileme yöntemiyle sanal gerçekliğe entegre edilmelidir. Böylece sanal gerçekliği oluşturulan tarihi çevre aynı zamanda o çevre hakkında bilgi sunan sergileme mekânı ve ilgili dokümanların sanal kütüphanesi olma niteliği kazanacaktır. Kullanıcıların deneyimledikleri sanal mekân, aynı zamanda dijital bir kütüphane olacaktır.

Tarihi çevrenin sanal ortamda üç boyutlu rekonstrüksiyonu için yeterli bilgiye ulaşılmadığı zaman, yapının kendi içinde ya da tarihsel süreçte benzer dönem özellikleri gösteren diğer yapılarla karşılaştırmalı analizleri yapılmakta ve elde edilen analogi verilerine göre tarihi yapı modellenmektedir. Bu durumda analogisi yapılan kısımlar farklı ifade edilmeli, izleyiciyi tarihi çevre algısına yönelik yanılgıya düşürmemelidir. Bu anlamda 1. derece güvenilir bilgisine ulaşamayan tarihi çevrenin sanal rekonstrüksiyonu için mimari plan, cephe kurgusu, ya da strüktür elemanları ile ilgili farklı öneriler ortaya çıkmaktadır. Bunlar sanal restitüsyon önerisi olarak da modellenmeli, bilgi kaynakları modele entegre edilmelidir. Bu kısımlar sanal modellerde fark edilir şekilde ifade edilmelidir. Restitüsyon çalışması için çevrim içi açık kaynak oluşturulabilir. Koruma uzmanlarına açık olacak tartışma platformuyla, yapı hakkında daha çok veri elde edilebilir ya da korunması konusunda öneriler sunulabilir.

Gerçek hayatta uygulamaya geçirilecek restorasyon çalışmalarında, tarihi çevre için oluşturulan sanal restitüsyon önerileri, karar sürecinin hızlı ve daha doğru gerçekleşmesinde etkili olacak ve müdahale için gerekli maliyet hesaplamalarında kolaylık sağlayacaktır.

Tarihi çevreye yeni yapı yapılması durumunda ya da kentsel planlamada bir müdahale söz konusu olduğunda, oluşturulan sanal gerçeklik modeli tasarımcının alana yaklaşımı konusunda yardımcı olacak, somut bir çevre analizi için veri oluşturarak tasarım sürecine katkı sağlayacaktır. Bulanık mantık yönteminden yararlanılarak yapılan bir çevre analizinde, alanın kullanım potansiyeli yanı sıra ses ve ışık analizleri de somut veri sağlayacaktır.

Sanal gerçeklik modelleri kültürel miras için risk faktörlerinin analiz edilmesi için de kullanılmaktadır. CBS teknolojileri ile bir bölgenin fay hattı ve etki alanları ya da iklim değişikliklerinin sonucu olan sıcaklık değişimleri belirlenebilir ve su seviyesinin yükselmesi beklenen alanlar tespit edilebilir. Bu alanlarda yer alan tarihi yapıların üç boyutlu modelleri geliştirilerek risk faktörlerine göre olası zarar görme oranları daha detaylı analiz edilebilir. Buna göre güçlendirme ve bakım çalışmaları planlanabilir.

Tarihi çevrede değişen gabari, tarihi yapıların güneş ve rüzgâr gibi doğal iklimlendirme elemanlarıyla olan ilişkilerini etkilemektedir. Bu durum üç boyutlu modeller üzerinden canlandırılarak, somut bir şekilde tartışılabilir.

Farklı tarihsel dönemleri içeren sanal gerçeklik modelinde tarihi bir aks belirlenerek gezi rotası oluşturulması durumunda, dönemin sosyal yaşantısını anlatan somut olmayan kültürel miras hakkında da görsel, yazılı ve sesli bilgiler sunulabilir. Bu anlamda öğretici oyun kurgulanabilir, dönemlerin günlük sosyal yaşantısına ilişkin görevler oluşturulabilir ya da tarihi çevrenin ve yapıların deneyimlenerek öğrenilmesini sağlayacak görevler geliştirilebilir.

Modellenen tarihi çevrenin ya da tarihi bir aksın, Bölüm 3.3.2.3'te ele alınan Bergama örneğinde olduğu gibi bir mobil sanal gerçeklik uygulaması geliştirilebilir ve tarihi yapıların gerçek zamanlı olarak farklı dönemlerdeki durumunun gözlemlenmesi sağlanabilir.

Tarihsel süreç içerisinde tarihi çevreye ilişkin değişimler, üç boyutlu olarak sunulduğunda daha kolay algılanmaktadır. Tarihi bir çevrenin farklı dönemlerine ait doku analizi çalışmalarının üç boyutlu sanal ortamda canlandırılması, dönemler arasındaki değişimin hızlı bir şekilde gözlemlenmesini ve karşılaştırma yapılmasını sağlayacaktır. Bu da koruma alanında yapılacak tartışmalar için etkili olacaktır.

Bu bağlamda yapılan modellerde yapı-parcel ilişkisinin süreçteki değişimi değerlendirilebilir. Bu durumun diğer faktörlerle olan ilişkisi irdelenebilir. Örneğin değişen yol ağlarının yapı parsel ilişkisine olan etkisi gözlemlenebilir. Dönemlere göre yapılara yapılan ekler parsel içerisinde yapı boyutlarındaki değişimler üzerinden okunabilir. Tarihi yapılara uygulanan müdahalelerin uzun vadedeki etkisini görselleştirerek, bu müdahalelerin daha titiz gerçekleştirilmesinin gerekliliğine vurgu yapılabilir.

Sanal gerçekliği oluşturulan tarihi yapıların tekil ölçekte ada-parcel ilişkileri sorgulanabilir. Bu bağlamda parcel kullanımlarına ilişkin bilgiler, parcel dolu boş oranının değişimi, yapının parcele yerleşimi, yapının ve parselin girişlerindeki değişimler gözlemlenebilir. Ayrıca yapıların işlev değişikliklerinin yapı kütesine olan yansımalarının çevresel boyutta yarattığı etki tartışılabilir.

Tarihi dokudaki yapılar kullanımlarına göre dönemsel olarak modellenenebilir. Bunda tarihi yapılarda meydana gelen işlev değişikliklerine odaklanılabilir. Tarihi yapılar tekil yapı ölçeğinde modellenenebilir ve içerisindeki yaşam canlandırılabilir ya da tarihi yapıların geçirdiği müdahaleler ve mekânsal evrimler, plan kurgularını içeren aksonometrik animasyonlarla da canlandırılabilir. Böylece fonksiyon değişimi hem somut hem de somut olmayan değerler üzerinden tartışılabilir.

Oluşturulan tarihi yapı modellerinin içine sanal gerçeklik ile yapıların yapım sistemleri hakkındaki bilgiler entegre edilebilir ve strüktür sistemine ilişkin bilgiler de görsel katmanlar olarak, animasyon ya da gif şeklinde aktarılabilir. Yapım sistemlerine ilişkin öğretici oyunlar geliştirilip, sanal gerçeklik kapsamında yer alabilir.

Sanal gerçeklik ortamında yer alan tarihi çevre, kullanıcıların yaş gruplarına göre farklı ayrıntı seviyelerinde modellenenebilir. İçindeki oyun kurguları ve temaları da yaş düzeyine göre değişkenlik gösterebilir. Örneğin yapıda mekânların plansal olarak algılanması için çocuklara yapboz oyunu kurgulanabilir, yetişkin bir birey için daha ileri seviyede görev verilebilir. Çocuklar için oluşturulan sanal gerçeklik ortamı hikâyelerle desteklenebilir, böylece ilgileri canlı tutulabilir.

Tarihi yapıların üç boyutlu modellerini ve genel bilgilerini içeren telefon oyun uygulamaları geliştirilebilir. Tarihi yapı ve çevre ile ilgili bilgilendirme sonrası kullanıcılar arasında bilgi yarışmaları düzenlenebilir ve çevrimiçi sıralama ile kullanıcılar teşvik edilebilir.

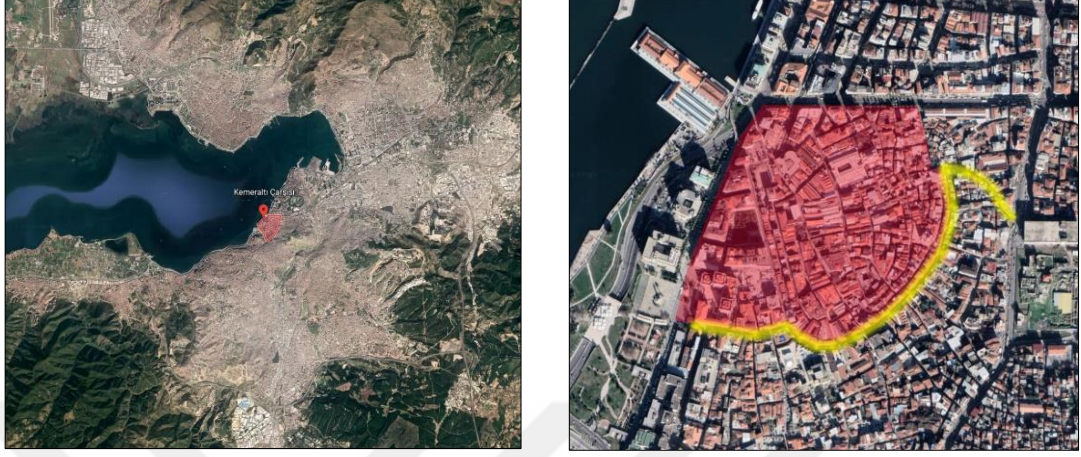
BÖLÜM DÖRT

İZMİR'DE TARİHSEL ÇEVRENİN KORUNMASINDA SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI İLE İLGİLİ PROJE ÇALIŞMASI

4.1 Proje Alanının Konumu, Önemi ve Tarihsel Özellikleri

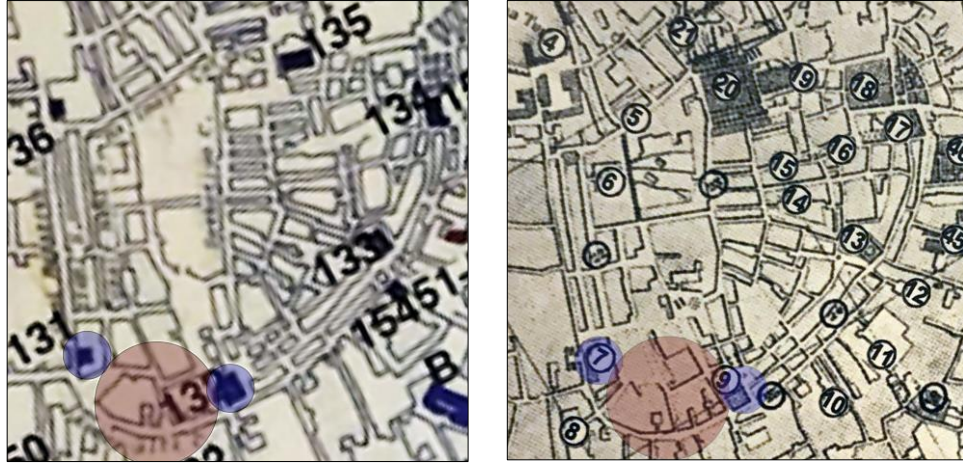
İzmir kenti 16. yüzyılda Osmanlı'nın siyasi istikrarı sağlamasıyla ticari yönden kalkınmaya başlamıştır. 17. yüzyılda önem kazanan liman, 18. yüzyılda yabancılara tanınan kapitülasyonlar sebebiyle daha hareketli duruma gelmiştir (Atay, 2003). Ticaretin hız kazanmasına yol açan bu durum kentin sosyo-kültürel yapısının da çeşitlenmesine sebep olmuştur. Bu dönemde kent, gerek İran İpek Yolu'nun İzmir'den geçmesi gerekse Anadolu ve Ege'nin art bölgelerinden gelen mal ve ürünlerin buradan batıya açılması ile önemli bir merkez durumuna gelmiştir (Tekeli, 1992). Kente çok sayıda gezgin ve tüccar gelmiştir. İzmir limanı da Osmanlı Devleti'nin en önemli ihraç limanı ve İstanbul'dan sonra ikinci ithal limanı konumuna gelmiştir. Kentte şehirleşme gelişmiş, yapılaşma ve nüfus hızla artmıştır (Beyru, 2000). Tarihsel süreçte siyasal, doğal nedenler ve afetler nedeniyle dolmaya başlayan iç limanın çeperinde bu dönemde ilk yapılaşmalar görülmüştür. Böylece antik iç liman aksının konturunu oluşturan günümüzdeki Anafartalar Caddesi'nin sınırladığı Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar bölgesinin ortaya çıkma süreci de başlamıştır (Kıray, 1998). Özetle Anafartalar Caddesi kent dokusundaki fiziksel değişimlerin izini taşımakla birlikte kentin sosyo-ekonomik ve kültürel yapısındaki değişimleri de barındıran önemli bir aks niteliği yansıtmaktadır.

4.1.1 Proje Alanının Konumu ve Önemi: İzmir-Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi -Anafartalar Caddesi



Şekil 4.1 Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi-Anafartalar Caddesi (Google Earth, 2022)

Çalışma alanı olarak İzmir tarihinde önemli bir yer edinmiş Kemeraltı Tarihi Kent Merkezi ile Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi'ni sınırlayan ve eski iç liman aksını tanımlayan Anafartalar Caddesi'ne odaklanılmıştır (Şekil 4.1). Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi, tarihsel süreçte antik iç limanın dolmasıyla oluşan, dönemin yeni yerleşme alanına duyulan gereksiniminin giderilmesi bağlamında yapılaşmanın başladığı bir alandır. Günümüzde bu alan; kuzeyde Fevzi Paşa Bulvarı'nın, doğuda Anafartalar Caddesi'nin, batıda ise Cumhuriyet Bulvarı'nın sınırlarını çizdiği bölgeyi kapsamakla birlikte İzmir- Konak- Kemeraltı ve Çevresi Yenileme Alanı 1. Bölgede, 3. derece kentsel ve arkeolojik sit alanı içerisinde yer almaktadır. Anafartalar Caddesi ise Kemeraltı ve çevresinin tarihsel süreçte geçirdiği morfolojik değişime tanıklık etmesi yönüyle önemlidir. Bu kapsamda çalışma alanı olarak Anafartalar Caddesi üzerinde, Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi kısmında antik iç liman kavisinin de vurgulandığı, 238-239 numaralı yapı adaları üzerine odaklanılmıştır.



Şekil 4.2 1856 Storari Haritası'nda ve 1876 Haritası'nda odaklanılan ada ve parseller (Beyru, 2011)

Proje alanında odaklanılan adalar Şekil 4.2'de yer alan 1856 Storari Haritası'nda ve 1876 Haritası'nda Kemeraltı ve Başdurak Camileri arasında belirgin bir şekilde ifade edilmiştir. Ancak Beyru'nun çalışmasında bu haritalarda odaklanılan yapılar, dönemin önemli kuruluşları olarak işaretlenmemiş olup, han yapıları listelerinde isimleri bulunamamıştır (Beyru, 2011). 1905 yılında yapılan İzmir Sigorta Haritası'nda ise alandaki, yapı-parcel ilişkisi netleşmiş ve yapıların malzemesi, gabarisi ve kullanım durumları gibi özellikleri tanımlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Odaklanılan ada ve parsellerin 1905 İzmir Sigorta Haritası ve günümüzdeki görünümü (Goad, 1905; Google Earth)

Çalışmanın amacı tarihi çevrenin süreçte geçirdiği değişimin sanal gerçeklik ile kullanıcılara etkileşimli bir deneyim yaşatarak daha net aktarılacak tarihi çevreyi

yorumlama altyapısını geliştirmek ve koruma bilincini artırmak olduğundan, çalışma alanında Anafartalar Caddesi tarihi yaya aksı üzerinde tarihsel süreçte değişim göstermiş ve verilerine ulaşılabilen yapılar göz önünde bulundurulmuştur. İlgili kriterler sonucunda 1905 tarihli İzmir Sigorta Haritası'nda B: 169 ada olan, Kemeraltı Camii ve Başdurak Camii arasında kalan, günümüzdeki 42 numaralı pafta, 238 ve 239 yapı adaları üzerine odaklanılmıştır. 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda bu parsellerde Tellal Başı Han, Kemahlı İbrahim Efendi Han, Rotsetti Han, Bey Han, Eşrefpaşa Han ve Batak Han yer almaktadır (Goad, 1905). Bu tarihi han yapılarından yalnızca 238 ada/13 parselde bulunan Kemahlı Han parsellerinde değişiklik yaşanarak günümüze tescilli olarak ulaşmıştır. Ancak bu yapının da geçirdiği restorasyon sonucu mimari kurgusu tümüyle değişmiştir. Diğer han yapılarının ise günümüze ulaşamadığı, yerlerine yeni yapıların yapıldığı bilinmektedir.

Odak alan 238 ada, tarihsel süreçte ada- parsel ilişkisi, mimari kütlesel oluşumu ve işlevsel yönlerden değişimler geçirmiş, daha sonra Anafartalar Caddesi'ne bakan cephesi dışında restorasyonla da tümüyle değişikliğe uğramış tescilli bir han yapısını içermesiyle önemlidir. Tarihsel süreçte geçirdiği çarpıcı değişimler nedeniyle seçilen Kemahlı Han, tarihi çevrenin bütüncül olarak değerlendirilmesi ve algılanması için verilerine ulaşılmış olan bitişiğindeki yapılar ile birlikte ele alınmıştır. 238 ve 239 adada günümüze ulaşamayan diğer han yapıları ise ada parsel ilişkisindeki değişim ve günümüzde yerine yapılan yeni yapılar kapsamında, bitişiklerinde yer alan verilerine ulaşılmış olan diğer yapılarla birlikte yakın tarihi çevrenin değişimini incelemek ve değerlendirmek için çalışma alanına dahil edilmiştir. Bu parsellerde yer alan yapıların tarihsel süreçte geçirdikleri değişim irdelenerek, tarihi evre koruma bağlamında kentsel bir alanın farklı dönemlere ait değişiminin üç boyutlu olarak sanal gerçeklik aracılığıyla sunulması üzerine çalışılmıştır.

4.1.2 Proje Alanının Tarihsel Süreci

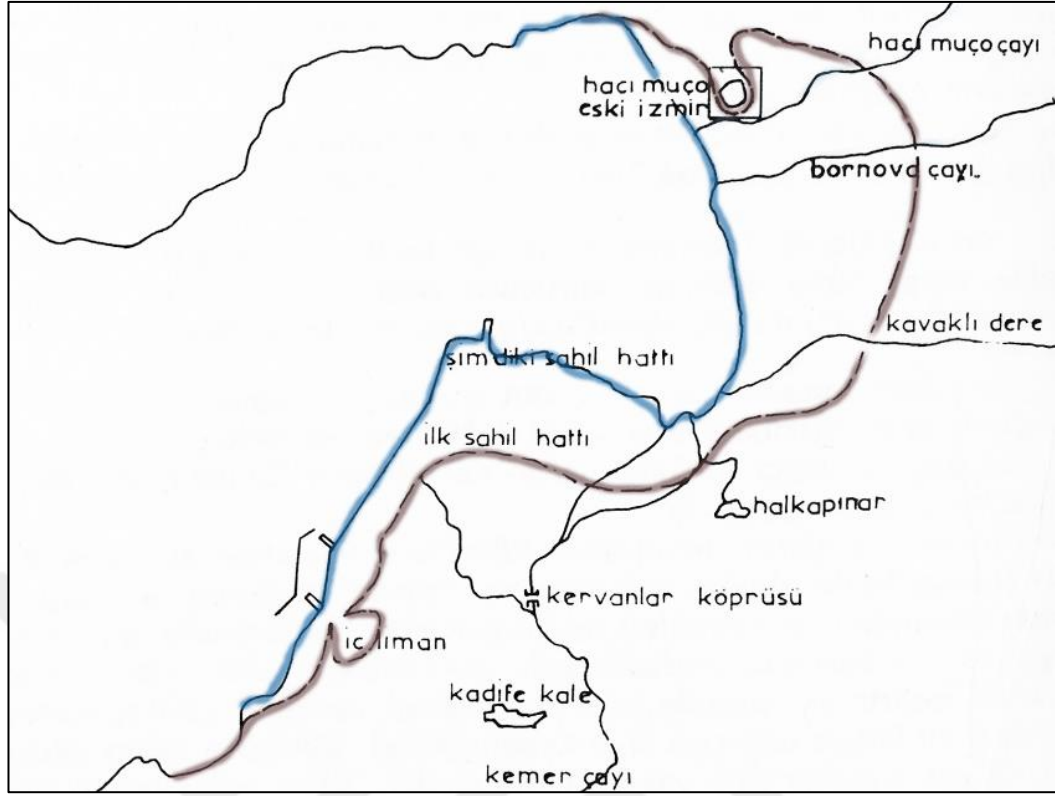
Günümüzde, İzmir'in tarihi i limanının dolmasıyla ortaya çıkıp gelişen Kemeraltı'nın tarihsel süreci, bir liman kenti olan İzmir'in tarihiyle yakından ilişkili olarak şekillenmiştir. Bu sebeple Kemeraltı'nın tarihsel süreci, çalışma alanı olarak

belirlenen eski iç liman aksının tanımladığı Kemeraltı bölgesine odaklanılarak İzmir'in tarihiyle paralel incelenmektedir.

İzmir kentinin adı, tarihte çeşitli şekillerde (Smira, Smire, Lesmirr, Asmira, İsmira gibi) ifade edilen “Smyrna” kelimesinin Türkçeleşmesiyle ortaya çıkmıştır (Baykara, 1974). İzmir, aynı isimli körfezin sonunda kurulmuştur (Atay, 1978). Günümüzün bilgilerine göre ve İzmir'e ilişkin bugüne dek yapılan tarihi, arkeolojik araştırmalar ışığında kentin üç yerde kurulduğu bilinmektedir. Kentin ilk kurulduğu yer Yeşilova Höyüğü olmakla birlikte tarihi M.Ö. 6500 yıllarına dayanmaktadır (Derin, 2010). M.Ö. 4000'de Karaburun Çakmaktepe'de iskân tespit edilmiştir (Canpolat, 1953). İkincil olarak kent M.Ö. 3000 yıllarında ada ya da yarımada olarak Şekil 4.4'te belirtildiği üzere Bayraklı- Tepekule (Hacı Mutso) Höyüğü'nde kurulmuştur (Akurgal, 1983). Bu yer kuzey-güney yönünde alçalıp günümüzdeki Bornova Ovası'na doğru genişlemiştir (Atay, 1978).



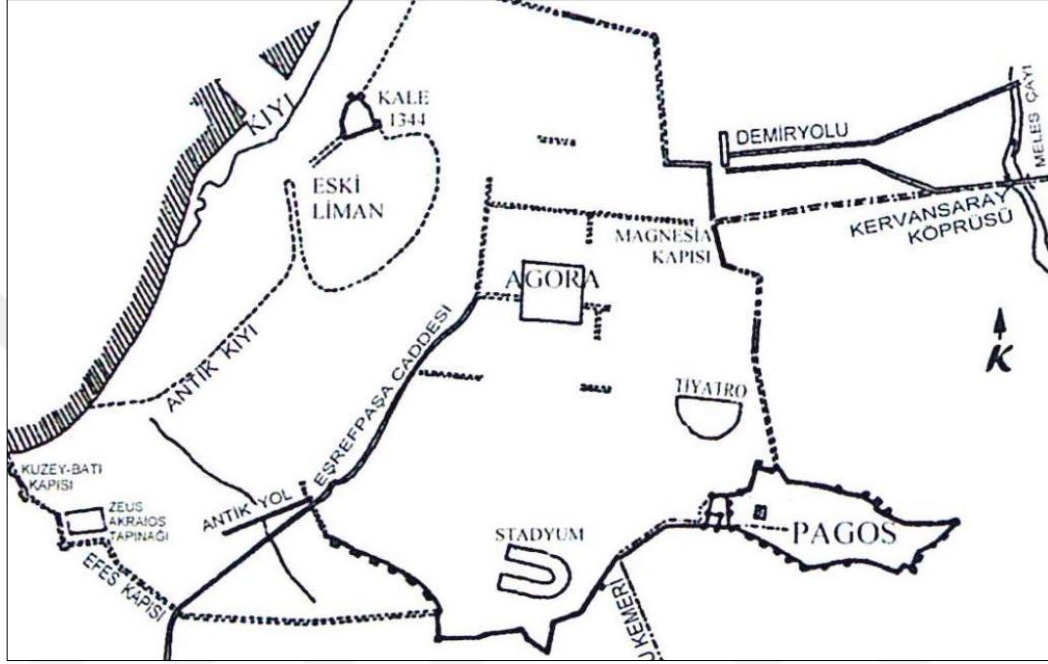
Şekil 4.4 Eski İzmir (Smyrna) çizimi (Cook, 1958)



Şekil 4.5 M.Ö. 7. yüzyıldaki antik şehir körfez sınırı (Atay, 1978)

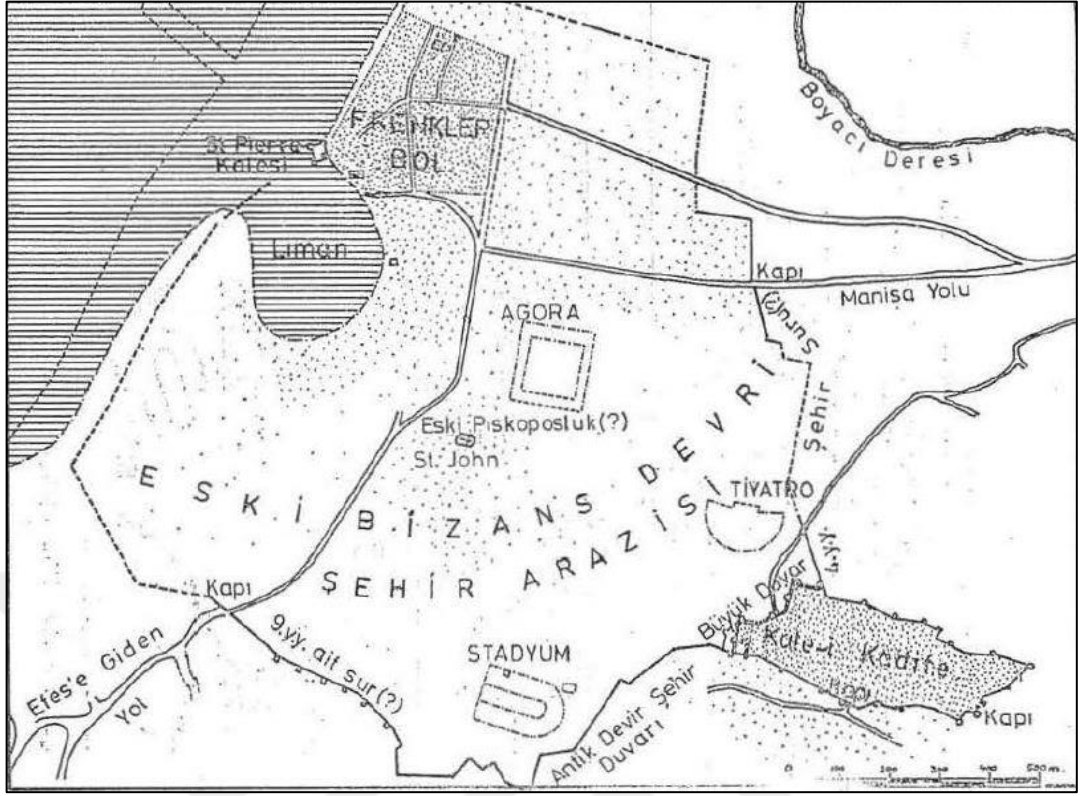
M.Ö. 7. yüzyıldaki antik şehir körfez sınırı Şekil 4.5'te yer almaktadır. Bayraklı'daki yerleşimden sonraki süreçte İzmir Körfezi; Etiler, Grekler, Aioller, İonlar, Lidyalılar ve Persler gibi uygarlıkların istilaları ve hakimiyetlerine tanık olmuştur. Smyrna da bu istilalardan zarar görmüştür (Canpolat, 1953). Son olarak İzmir, Pers Egemenliği'ni sona erdiren Büyük İskender tarafından M.Ö. 344'te ele geçirilip, öncülüğünde bugünkü Kadifekale (Pagus) Dağı ve eteklerinde yeniden kurulmuştur (Beyru, 2000). Antik çağda İzmir'i gören Strabon'un aktardıklarına göre şehir; Pagos Dağı'nın üzerine ve ovada limana olmak üzere iki kısma yerleşmiştir. Kentin kontrolünde olan kapalı bir limanı, kemerli yolları, tiyatroları, stadyumu, agoraları, gymnasiumu, mabedi, kütüphanesi bulunmaktadır. Ancak Strabon bu kentte alt yapı sorunlarının olduğunu belirtmektedir (Baykara, 1974; Canpolat, 1953). M.Ö. 133'te İzmir, Roma Egemenliği'ne girmiştir. Bu dönemde şehrin tanınırlığı artarak, ticaret, sanat, mimari, şehir planlama ve bilimsel konularda da gelişmiştir. İzmir'in iç limanı da bu Roma devrinde kapanmıştır (Şekil 4.6). İzmir M.S. 395 yılında Doğu Roma İmparatorluğu'nun hakimiyetinde durağan bir dönem geçirmiştir (Atay, 1978).

1071 yılında Türklerin Anadolu'ya girmelerinden önce İzmir, bir kez Atilla ve Hunların, iki kere de kısa süreli olarak Arapların egemenliğinde kalmıştır (Atay, 1978). Daha sonra kent sırasıyla Çaka Bey, Bizans ve Anadolu Beylikleri dönemini görerek Osmanlıların egemenliğine girmiştir (Beyru, 2000).



Şekil 4.6 Roma kalıntılarını gösteren İzmir haritası (Naumann ve Kantar, 1943)

13. yüzyılın ikinci yarısında Kadifekale'den farklı olarak deniz kenarında yer alan başka bir kale dikkat çekmektedir (Baykara, 1974). Söz konusu olan Liman Kalesi 1261 yılında Cenevizliler tarafından yapılmıştır. Şehirdeki nüfusun bu iki kale çevresinde yoğunlaşması, İzmir'in iki kısımda tanımlanmasına sebep olmuştur. İlki Pagos (Kadifekale) ve etekleri, diğeri aşağı kale ve liman yani günümüzdeki Konak ve Hisar Cami arasındaki alandır (Atay, 1978). Buna göre İzmir'in üst kısımlarında Türklerin, alt kısımlarında Rodos Şövalyeleri'nin egemen olduğu dönemler de yaşanmıştır (Beyru, 2000). 1244 yıllarında Rodos Şövalyelerinin eline geçen kale onarılmış ve Saint Pierre olarak adlandırılmıştır (Atay, 1978). 14. yüzyılda İzmir, İtalyanların ve Kıbrıs Rumlarının uğradıkları bir pazar şehri durumuna gelmiş; Cenevizliler ve Venediklilerle ticari ilişkiler içerisine girmiştir (Canpolat, 1953). Bu yüzyılda kent Şekil 4.7'deki gibidir.

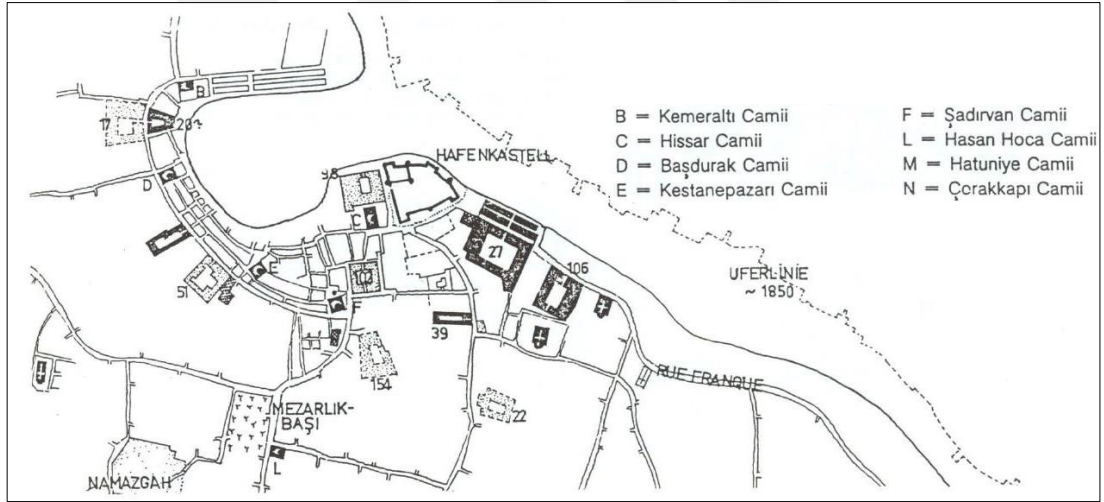


Şekil 4.7 14.yüzyılda İzmir haritası (Ülker, 1982)

1402’de Timur iç limanı doldurarak şehri istila etmiş ve söz konusu kaleyi geri dönüştürülemez şekilde yıpratmıştır. Bu sebeple Osmanlılar 1451-1481 tarihlerinde bu kaleyi yıkıp yerine “Ok Kalesi” adında yenisini yapmıştır (Ülker, 1994; Atay, 1978). Bu kalenin yapılmasıyla, aşağı kısmın güvenli duruma gelmesi ve siyasi olarak istikrar da sağlanınca halk Kadifekale’den limana doğru inmeye başlamıştır (Baykara, 1974). Osmanlı Devleti’nin Bizans üzerinde tam hakimiyetini kurmasıyla 15. ve 16. yüzyıllarda barış ve huzur sağlanmış; ticaret tekrar gelişmeye, şehir de yeniden inşa edilmeye başlanmıştır (Canpolat, 1953). İzmir’in 1472 yılında Venediklilerin kısa işgalinden sonra Birinci Dünya Savaşı’ndaki Yunan işgaline kadar Osmanlı’nın egemenliğinde kalmasından da siyasi istikrarın sağlandığı anlaşılmaktadır (Beyru, 2000). Bu dönemde İzmir’de ekonomi tarıma bağlıdır. Buğday, arpa, burçak, nohut, susam, pamuk gibi tarım ürünlerinin yanı sıra üzüm, ceviz, incir gibi meyvelerin üretildiği bilinmektedir. Ayrıca arıcılık da yapılmaktadır (Arıkan, 1992).

17. yüzyılda İzmir’de sanayi ve dış ticari faaliyetler öncesi merkezi iş alanı olarak bu iç liman rıhtımı kullanılmaktadır (Kıray, 1998). 17. yüzyılın ortalarına kadar iç liman ticaret gemileri tarafından yükleme ve boşaltma işi için kullanılmıştır. Hisar Camii’nin olduğu alan ise liman işlevlerine yönelik kullanılmıştır (Baykara, 1992). İç limanın Kadifekale Dağı ve eteklerinden rüzgâr ya da sellerle gelen alüvyonlarla dolması nedeniyle 17. yüzyılın ilk yarısında, büyük gemilerin artık bu limana giremediği ve Ok Kalesi’nin kuzeyine doğru denize paralel uzanan İzmir’in ticaret bölgesi olarak nitelendirilen Frenk Caddesi hizasında demirlendiği bilinmektedir. Yabancı tüccarlar, Frenk Caddesi’ndeki iskeleler ve küçük tekneler sayesinde gümrük işlerinden kaçarak, yükleme ve boşaltma işlerini yapmıştır (Ülker, 1994). 17. yüzyılda Sakız Adası, Osmanlının işgali ile ticaretteki üstünlüğünü kaybetmiş ve buradaki yabancı devlet konsoloslukları İzmir’e taşınmıştır. Kentte gayrimüslim topluluklar artmaya başlamıştır. Sakız ve diğer Ege adalarından Rumlar; Selanik ve kısmen İstanbul’dan Museviler, İstanbul, İran ve Halep’ten Ermeniler gelmişlerdir. Avrupalıların da geldiği bilinmektedir. Cenevizliler, Venedikliler, Fransızlar, İngilizler ve Hollandalılar kapitülasyonlardan yararlanmışlardır (Karataş, 2001). Ayrıca gelişen karayollarıyla İran İpek Yolu’nun İzmir’den geçmeye başlamasıyla şehrin önemi uluslararası boyutta artmıştır. İzmir hem Anadolu’dan hem de Uzak Doğu’dan gelen kervanların varış ve dağıtım yeri durumuna gelmiştir. Ticaretin önemli ölçüde artması, şehrin de gelişimini tetiklemiştir. Bu yüzyılda İzmir’de yapılaşma oldukça artmıştır. Şehirde ticaretin kontrollü sürdürülebilmesi için Gümrük binası ve bedesten inşa edilmiştir (Arıkan, 1992). Bu dönemde yerli ileri gelenler güçlenip çiftliklerde üretimin gelişmesinde ve artık ürünün kontrolünün sağlanmasında etkili olmuşlardır (Baran, 2003). Bu yüzyılda Evliya Çelebi’nin ifadesine göre şehir oldukça gelişmiş, yapılaşma ve nüfus artmıştır. Kenti “260 benderin cümlesinden şöhretli” olarak nitelendiren Evliya Çelebi şehirde “12 cami, 40 medrese, 82 han, 11 hamam, 70 çeşme, 17 sebil, 3060 dükkân, 300 depo, 40 kahvehane, 20 bozahane, 200 eğlence yeri ve meyhanenin” ve adları “Tilkilik, Hasan Hoca, Ermeni, Frenk, Kasap Hızır” olan beş mahallenin varlığından söz etmektedir (Evliya Çelebi, 1935). Bu dönemde Fazıl Ahmet Paşa da İzmir’i askeri üs olarak kullanmıştır. Hisar Camii ve kalenin etrafına uzun mesafe ticaret hanları yapılmıştır. Bu hanlarda kervan tüccarı ve hayvanları barınırken, ticaret malları da güvenli bir

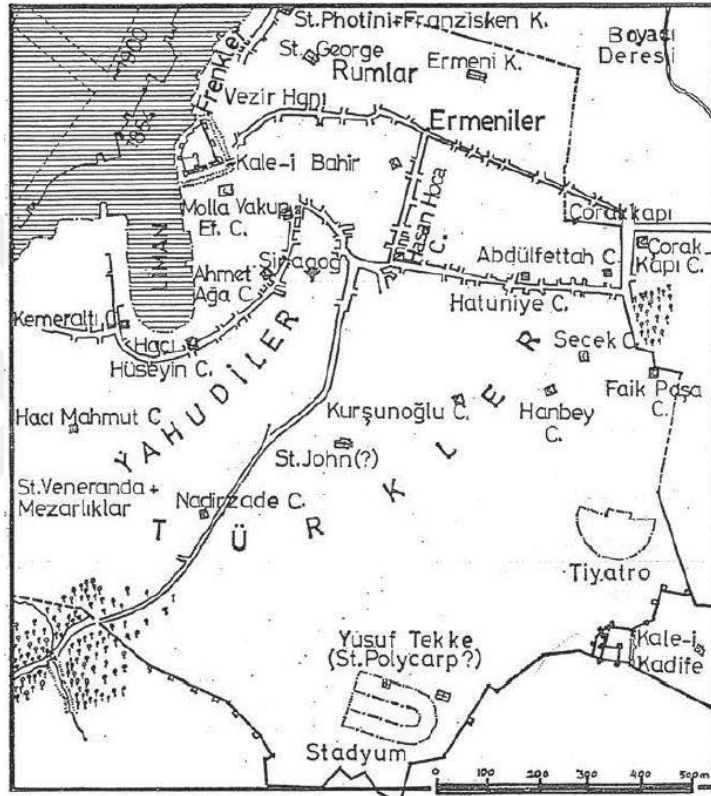
şekilde korunmaktadır (Kıray, 1998). Büyük ve Küçük Vezir Hanları, Girit Hanı ve Vezir Suyu bu dönemde inşa edilen önemli yapılardandır (Canpolat, 1953). Üstelik Çuhacılar Çarşısı ve Büyük Vezir Han'ın yapılması için antik tiyatronun son kalan mermerleri kullanılmıştır (Atay, 1978). Yine anfiyatronun büyük taş blokları Sadrazam Köprülü Mehmet Paşa'nın gümrük vergilerinin ödenmesini sağlamak ve İzmir koyunun güvenliğini sağlamak için yaptırdığı Sancak Kalesi'nin inşasında kullanılmıştır (Ülker, 1994). Bu durum bize yapılaşma ile birlikte arkeolojik alanların da tahrip edildiğini göstermektedir. Bu yüzyılda 1664 ve 1668 yıllarında hem can hem mal kaybına sebep olan iki büyük deprem yaşanmıştır (Canpolat, 1953). Ayrıca Piri Reis'in ifade ettiğine göre bu yüzyılın sonlarında biraz daha dolan iç limanda sadece kadırgalar bulunmaktadır (Piri Reis, 1935). Tournefort, iç limana sadece kadirga ve sandallar girebildiği için burayı “Kadırgalar Limanı” olarak adlandırmıştır (Tournefort, 1741).



Şekil 4.8 17. yüzyılın sonları ve 18. yüzyılın ortalarında İzmir kentsel alanı ve iç limanın dolmaya başlaması ve yapılaşma (Müller-Wiener, 1962)

Şekil 4.8’de de görüldüğü üzere iç liman yayı daralırken ortaya çıkan boş arazilerde de yapılaşma başlamıştır. Buradaki planda günümüzdeki Anafartalar Caddesi’ni tanımlayan Şadırvan Camii’nden Başdurak Camii’ne kadar uzanan kavis, eski iç limanın rıhtımını oluşturmaktadır. Ayrıca rıhtım çizgisinin Şadırvan Cami’den Hissar Camii’ne kadar olan kısımda devam ettiği düşünülmektedir (Kıray, 1998). Evliya

Çelebi'nin ifade ettiğine göre 18. yüzyılda Kaptan Kaplan Mustafa Paşa, küçülen bu limanın karşı tarafında ve Ahmet Ağa Camii'nin önünden başlayarak limanın yarısını doldurup üzerine uzunluğu 300 adım olan ve iki tarafı kırlangıç kanadına benzer süslenmiş 150 dükkânı olan yeni bir çarşı yaptırmıştır. Çarşının sonunda ve iskele başında meyve gümrük hanesi olan bir saray bulunmaktadır (Evliya Çelebi, 1935) 18. yüzyılda daralan iç liman ve kentin durumu Şekil 4.9'da görülmektedir.



Şekil 4.9 18. yüzyılda İzmir'in durumu ve iç limanın daha da daralması (Müller-Wiener, 1962)

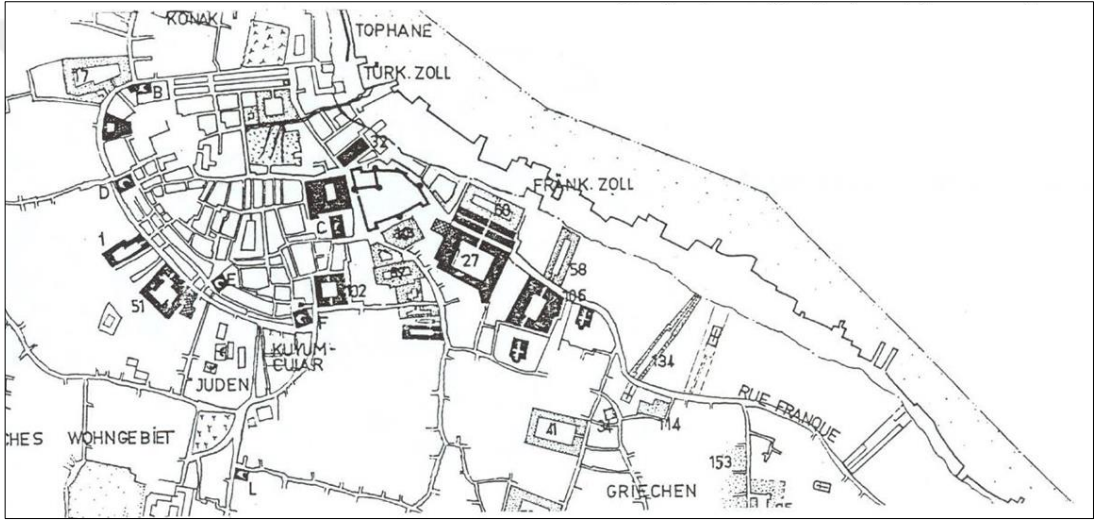
İç liman dolma sürecinde başlangıçta zemin olarak inşaat yapmak için uygun değildir. Bu nedenle iç liman çevresindeki çarşı bölgesi eski ilgisini kaybederek, sahilden kuzey yönüne, Rumların ve Levantenlerin yaşadıkları alana doğru yayılmıştır (Beyru, 2011). 18. yüzyılın ortalarında ipek ticareti gerilemiş ancak tarımsal faaliyetler ve maden işletmeleri gelişmiştir. Kent, Avrupa'nın hammadde ihtiyaçlarını da karşılayabilen tarım, endüstri ve maden yönünden zengin bir coğrafyanın "ihraç limanı" olmuştur (Tekeli, 1992). Yabancılar tarafından kapitülasyonlar sebebiyle

ticaretin hareketli olduğu bu dönemde İzmir limanı ilgi çekmeye devam etmiştir (Atay, 2003).

Ancak 18. yüzyılın sonlarına doğru merkezi iş alanı, gerisinde konut alanları olduğundan o yönde büyümemektedir. Söz konusu arazi ihtiyacını gidermek amacıyla, süreçte kendiliğinden büyük ölçüde dolup kullanışsız durumda olan iç liman tümüyle doldurulmuştur. Eskiden iç liman rıhtımı olan aks (günümüz Anafartalar Caddesi izi), iki yönünde de çarşı sokaklarının uzandığı, üzerinde ise yeni hanların yapıldığı ana yol, Başdurak ve Hisar Cami etrafındaki iki merkezi birleştirerek şehrin eksenini konumuna gelmiştir (Kıray, 1998). Ticaret de bu aks üzerinde Kemeraltı Caddesi'nde (günümüzdeki Anafartalar Caddesi) yer alan camilerin çevresinde hayat bulmuştur. Ayrıca iç limanın dolmasıyla oluşan Kemeraltı bölgesinde Avrupalı tüccarların iş takibini yapan Rum, Ermeni ve Musevi aracılardan "büro" işleviyle kullandıkları mekânlar ortaya çıkmıştır. Bununla ilişkili olarak geleneksel hanlarda işlev değişiklikleri görülmüştür. Art bölgelerden gelen ürünlerin depolanması gereksinimine karşılık, iç limandaki dolgu alanlara, Kemeraltı'nın denize ulaşan aksları üzerine konumlanacak şekilde dar uzun parsellerde görülen taş depo hanları yapılmıştır (Atay, 1998). Bu dönemde Kemeraltı Bölgesi'nde Kızlar Ağası Hanı, Mirkelamoğlu Hanı, Manisalı Hanı, Servili Hanı, Karaosmanoğlu Hanı, Demir Hanı, Büyük ve Küçük Kuzuoğlu Hanları da inşa edilmiştir (Canpolat, 1953). Ayrıca ticaret alanındaki ilerlemeler şehirde genellikle bu faaliyetleri yürüten Avrupalılarda ve gayrimüslimlerde nüfus artışına sebep olmuştur. Sosyal hayatta da farklı etnik grupların kendi mahallelerini oluşturup yaşadıkları görülmüştür. Bu parlak dönemde kent pek çok gezgin tarafından ziyaret edilmiştir. Söz konusu gezginler, farklı etnik grupların yaşaması, salgın hastalıkların ortaya çıkması ve yangın, deprem gibi afetlerin yaşanmasına karşın kentin canlılığını koruduğunu ifade etmiştir (Beyru, 2000).

18. yüzyılın ortası ve 19. yüzyılın ortası arasındaki süreçte daha çok, ticaret mallarının taşınmasından ziyade malların sınıflandırılması, korunması ve satışına ilişkin hanlar inşa edilmiştir (Şekil 4.10). Bununla ilişkili olarak Arap Hanı ve Çakaloğlu Hanı mekânsal olarak uzun mesafe hanlarından farklı olarak avlusuz, içerisinde sınıflandırılan ürünleri yerleştirmek için ayrı bölmeleri olan ve ortasında

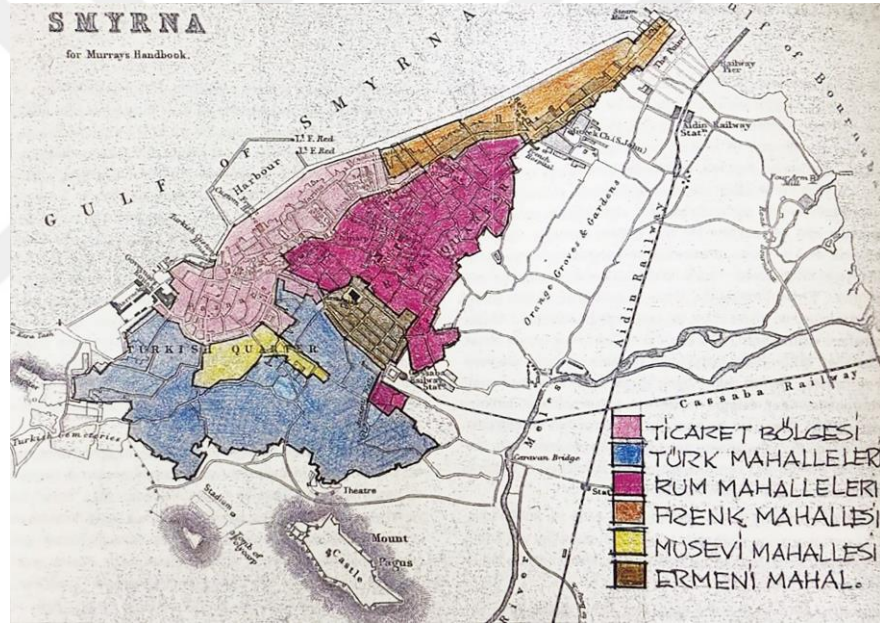
yazılı ve sözlü ticaret işlerini gerçekleştirmek için kullanılabilecek boş bir alanı bulunan yapılardır. Ayrıca bu dönemde kervan hayvanlarının, mallarının ve tüccarların birbirlerinden ayrı şekilde kalabilecekleri yerler ortaya çıkmıştır. Örneğin kervan hayvanlarının bakımı ve kervanın tamiri, şehir içinden Kemer ve Basmane arasındaki mekâna taşınmıştır. Oteller bu dönemde ortaya çıkmış, malların depolanıp satıldıkları hanlar çoğalmış ve kervanlar da yalnızca ulaştırmayla ilgilenmeye başlamıştır. Hanlarda ortaya çıkan bu değişimlerden sonra konaklama ve otel kullanımları merkeze kaymıştır. Bu dönemde dış ilişkilerin artmasıyla da banka, borsa gibi kurumlaşmalar ortaya çıkmaya başlamıştır (Kıray, 1998).



Şekil 4.10 18. ve 19. yüzyıllarda İzmir'in kentsel alanı ve yapılaşma (Müller-Wiener, 1962)

19. yüzyılın başlarında da afetlerden zarar gören yapılar onarılmaya çalışılmıştır. Sabun imalathanelerinin sayısı artmış, camilere kütüphaneler tesis edilmiştir. 1827'de Kadifekale'den taşınan taşlarla Sarı Kışla inşa edilmeye başlanmıştır (Atay, 1978). 19. yüzyılın ikinci yarısında kıyı şeridi doldurularak rıhtım inşası başlamıştır. Rıhtım boyunca yeni dükkanlar, oteller, mağazalar, tiyatrolar açılmıştır. Rıhtımın yapılmasıyla kentin diğer kesimlerine kıyasla Frenk Mahallesi hızla gelişmiştir (Arıkan, 1997). 19. yüzyılda kentteki mahalleler ve iş merkezinin durumu Şekil 4.11'de görülmektedir. Avrupa ülkelerinin konsoloslukları, denizcilik ve sigorta şirketlerinin şubeleri söz konusu limanda, kıyıda yerlerini almıştır. Bu dönemde Rumlar deniz ticareti yapmış, sanayi ve tarımla ilgilenmiştir. Dini ve kültürel yönden

daha içe dönük bir toplumsal yapıya sahip olan Müslüman-Türkler ise toprağa bağlı olarak hayatlarını sürdürmüş, askerlik ve memurluk gibi işleri ticaretten daha değerli görmüştür. Bunun sonucunda kentte yabancılar Türklere göre daha varlıklı duruma gelmiştir (Karataş, 2001). Kemeraltı'ndan Frenk Mahallesi yönüne doğru yabancı tüccarlar yer değiştirmeye başlamıştır. Özellikle Rum, Ermeni ve Museviler tarafından boşalan işyerlerine Türk tüccarlar ve zanaatkarlar geçmiştir. Büyük mülkiyetler ise daha küçük parçalara bölünlenerek, küçük dükkanlar şeklinde Türklere satılmıştır. Bu dönemde Kemeraltı önemini yitirmeye başlamış, rant değeri düşmüştür. Böylece Kemeraltı, ucuza mal depolanan, ucuz ve basit üretimin yapıldığı, ekonomik gücün azaldığı ve daha fazla gelişemeyen bir bölgeye dönüşmüştür. Kemeraltı bu durumunu 1922 yangınına kadar sürdürmüştür (Atay, 1998).



Şekil 4.11 19. yüzyıl ortalarında mahalleler ve merkezi iş alanı (Beyru, 2011).

Kemeraltı, 19. yüzyılın sonundan 20. yüzyılın başlarına kadar kentin ticari yaşamında önemli bir yer tutmuştur. Bu dönemde İzmir'i ziyaret eden gezginler kenti, ikili yapı olarak tanımlamaktadır. Birincisi, kıyı kesimde yer alan Levanten, Rum ve Ermeni Mahallerinden oluşan, batı kimliği taşıyan, batıdan gelen ürünlerin satıldığı, hizmetlerin verildiği yapıdır. Diğeri ise; geleneksel sanat ve zanaatların, ticaretin geliştiği, kendi özgün yaşam şekli ve fiziksel oluşumuyla kale eteklerine yerleşmiş

Türk Mahalleleri ve Kemeraltı Caddesi'nden oluşan yapıdır. Bu dönemde Kemeraltı çarşı bölgesinde geçmişten gelen lonca sisteminin yansımaları devam etmektedir. Kemeraltı'nda çeşitli iş kolları sokak boyunca, han içinde ya da tek bir bina içinde gruplaşarak yer almıştır (Beyru, 1992).

20. yüzyılın başlarında gerçekleşen Birinci Dünya Savaşı, İzmir kentini oldukça etkilemiştir. Bu dönemde kentte Yunan işgali, mübadele, büyük yangın gibi önemli olaylar yaşanmıştır. Türkiye olarak yeniden kurulan ülkenin yönetim şeklinin Cumhuriyet olarak değişmesiyle, devletin izlediği politikalar farklılaşmış ve İzmir'in demografik yapısı, ekonomik yapısı ve şehir planlamasında değişiklikler yaşanmıştır. Tüm bu durumlar Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi'ni de etkilemiştir.

İzmir 1922 büyük yangınından sonra, yangın alanlarının modern bir şekilde yeniden imarını kapsarken kentin ekonomisinin tekrar canlanması için fonksiyonel ve mekânsal örgütlenmenin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. 1925'te İzmir Belediyesi, Henri Prost ile Rene ve Raymond Dange'ye plan yaptırmıştır. Danger-Prost Planı daha sonra revize edilerek uygulanmıştır (Bilsel, 2009). Plan, yangından zarar görmeyen Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi'ni kapsamamaktadır. Bu sebeple Kemeraltı geleneksel dokusu korunmuştur. Fevzi Paşa Bulvarı'nın kuzeyinde olan Alsancak Bölgesi ile güneyinde kalan Kemeraltı Bölgesi farklılaşmıştır.

Ardından artan kent nüfusuyla birlikte kentsel ölçekte kentin gelişimini yönlendirecek, kentsel fonksiyonları bütünleştiren bir planın yapılması gerekliliğiyle 1930 yılında Le Corbusier ile anlaşılmıştır. İkinci Dünya Savaşı nedeniyle plan 1948 yılında tamamlanmış, ancak uygulanmamıştır. Bu planda, Le Corbusier yalnızca Kemeraltı'ndaki tarihi aks olan Anafartalar Caddesi ile tarihi camileri korumayı önemsemiştir. Yönetim ve iş merkezi olarak düşündüğü Kemeraltı ve çevresine ızgara planlı bir sokak dokusu önermiştir (Bilsel, 2003).

Le Corbusier'nin nazım imar planının uygulanmaması üzerine, 1950'li yıllarda nüfusun ani bir şekilde hızla artmasıyla, yeni bir şehir planına gereksinim duyulup, 1951 yılında "İzmir Şehri İmar Plânı Milletlerarası Proje Müsabakası" düzenlenmiştir.

Aru, Özdeş ve Canpolat'ın projeleri uygulanabilir bulunup seçilmiştir. Bu proje Kemeraltı tarihi ticaret merkezinin korunmasını önermesi nedeniyle önemlidir. Ancak hızlı nüfus artışı ve gecekondulaşmadan dolayı bu proje de yetersiz kalmıştır. 1957 yılında Türkiye'de İmar Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ve İmar ve İskân Bakanlığı'nın kurulmasıyla bu yıllarda İzmir'in planlanması için bakanlık uzman olarak Alfred Bodmer'ı görevlendirmiştir (Bilsel, 2009). Bodmer'in planında gecekondulu bölgeleri üzerine çalışılmış ve mülkiyet dokusuna önem verilmiş, var olan konut dokusu ve merkez korunmuştur (Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu, 2002).

Kemeraltı Çarşısı ve Hanlar Bölgesi'nde ise bu süreç şöyle gerçekleşmiştir. 1922 büyük yangınından sonra, kuzeye taşınmış olan ticari hareketlilik tekrar eski yerine doğru güneye yönelmiştir. Kemeraltı bölgesindeki arazi fiyatlarının bir miktar artması kaybedilen ticari değer az da olsa kazanılmasını sağlamıştır. 1950'li yıllara kadar antik iç liman konturunu oluşturan Anafartalar Caddesi'nde toptan ve perakende satış, zanaatlar, çeşitli hizmetler ve serbest meslekler düzensiz bir şekilde yer almaktadır. İncir, üzüm ve tütün depoları aynı şekilde dururken, bu depolarda büro kullanımları görülmeye başlanmıştır. Ayrıca depo kullanımları merkezi iş alanının dışına çıkmaya başlamıştır. Bölgede boşalan ve kullanılmayan yapılar eskimiştir. 1960'lı yıllara kadar Kemeraltı bölgesinde perakende satış örgütlenmemiş ve yerini bulamamıştır. Dolayısıyla perakende satış için, büyük hacimli yapılar içinde ayrı ayrı küçük dükkanların olduğu "pasajlar" ortaya çıkmıştır. Bu yıllarda kente olan iç göçle birlikte Kemeraltı Bölgesi'nde işporta artmış ve buna kalıcı bir çözüm bulunamamıştır (Kıray, 1998). Söz konusu pasajlar tarihi yapıların yıkılmasıyla da ortaya çıkmıştır. Bu durum Kemeraltı tarihi kentsel dokusunu zedelemiştir. Söz konusu dönemde Bey Han yıkılarak yerine Havuzlubey Çarşısı'nın yapılması, Eşrefpaşa Han'ın yerine Öktem Pasajı ve Batak Han'ın yerine Zincirci Oğulları Pasajı'nın inşa edilmesi bu duruma örnek oluşturmaktadır.

1965 yılında İzmir Metropoliten Alan Nazım Plan bürosu kurularak yeni bir şehir planı hazırlığı başlamıştır. Ana merkezin Konak ve Kemeraltı olarak benimsendiği 1973 yılında hazırlanan plan 1978 yılında da revize edilmiştir. Daha geniş ölçekte kararların alınması için 1989 yılında onaylı Revizyon Nazım İmar Planı

oluşturulmuştur. Kent merkezinin günümüzdeki durumunun şekillenmesinde bu plan etkili olmuştur (Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu, 2002).

1973 yılında çıkarılan 1710 sayılı Eski Eserler Kanunu'nda, tarihi çevrelerde koruma, tek yapı ölçeğinde iken 1983 yılındaki 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile kentsel doku ölçeğine genişletilmiştir. 1978 yılında başlanıp 1982'de tamamlanan Kemeraltı Kentsel Sit Alanı İmar Planı Taşınmaz ve Kültür ve Tabiat Varlıkları Yüksek Kurulu'nun 27.7.1984 gün ve 348 sayılı kararı uyarınca; İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından 14.08.1984 tarihinde onanmıştır. Yüksek Kurul, 2863 sayılı yasa uyarınca koruma konusunda daha duyarlı olunması gerekçesiyle 17.7.1987 gün ve 3509 sayılı karar ile Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu istemiştir. Ancak süreçte işlem yapılmamıştır. İzmir I. No'lu KTVK Kurulu'nca bu kez 28.4.1995 gün ve 5823 sayılı karar ile Kemeraltı Kentsel Sit Alanı Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu yeniden istenmiştir. Ardından bu plan, 2002 yılında İzmir Büyükşehir Belediyesi ve Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından gerçekleştirilmiştir (Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu, 2002).

Günümüzde İzmir Tarihi Kent Merkezi'ni canlandırmak amacıyla, kamu, özel ve sivil ortaklarla Kemeraltı Bölgesi için projeler yürütülmektedir. Tarihi Kemeraltı Çarşısı, İzmir Tarihi Liman Kenti kapsamında 2020 yılında UNESCO Dünya Mirası Geçici Listesi'ne girmiştir. 2022 yılında ise İzmir Tarihi Liman Kenti Yönetim Planı ve UNESCO Dünya Mirası Adaylık dosyası hazırlıkları sürdürülmektedir (unescoizmir, 2022).

4.2 Proje Sürecinin Kurgulanması

Tarihi çevrenin sanal gerçeklikle sunumu için öncelikle tezin amacına uygun olacak şekilde odaklanılacak alan seçilmiştir. Odaklanılan alanın konumu ve önemi Bölüm 4.1.1'de ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.

Odaklanılan proje alanının tarihsel süreci ve alanda yer alan yapılar ile ilişkili internet ortamı, kütüphaneler, İzmir 2 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge

Kurulu Müdürlüğü, İzmir Vakıflar Bölge Müdürlüğü, İzmir Kadastro Müdürlüğü, İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü ile Plan ve Proje Müdürlüğü'nde arşiv araştırmaları yapılmıştır.

Elde edilen verilere göre tarihsel çevredeki değişimin okunabilmesi adına öncelikle proje alanı olarak seçilen 238 ve 239 adada yer alan yapıların geçirdikleri değişimler dikkate alınmıştır. Bunun paralelinde 1905, 1950'ler ve 1990 yılları için üç farklı dönemin sanal gerçeklikle sunumunun gerçekleştirilmesine karar verilmiştir. 1905 yılının sanal gerçeklik çalışmasının oluşturulmasında aynı tarihli İzmir Sigorta Haritası kullanılmıştır. Belirlenen diğer tarihsel dönemlere yönelik ise proje alanının yapı yüksekliklerinin de yer aldığı en yakın tarihli haritalara ulaşılmıştır. Bu kapsamda 1950 yılı sanal gerçeklik çalışması için 1972 yılı Kadastro Haritası ve 1990 yılı için 2001 yılı Halihazır Haritası kullanılmıştır.

Tablo 4.1 ve Tablo 4.3'te arşiv kayıtlarında dosyalarına ulaşılan 238 ve 239 adadaki yapıların parselleri listelenmiştir. Bu tablolarda gri renk ile vurgulanan parsellerde yer alan yapıların rölöve, restorasyon projesi, plan, kroki, evrak ve fotoğraflarına ulaşılmıştır. Şekil 4.12'de ise odak alandaki yapıların günümüzdeki konumları görülmektedir.

Elde edilen dijital olmayan veriler AutoCAD programı aracılığıyla iki boyutlu olarak kadastral pafta temel altlık olarak kullanılarak, tekrar çizilerek sayısallaştırılmıştır.

Ardından her yapı Revit programı yardımıyla ayrı ayrı üç boyutlu olarak; ayrıca yapının yakın çevresi de mimari kütle olarak soyutlanarak modellenmiştir. Elde edilen modeller yine bir Revit projesinde *Insert-Link Revit* adımları ile birleştirilmiştir.

Birleştirilen model sanal gerçeklik kullanımı için Twinmotion'a aktarılmıştır. Bu aktarmanın gerçekleşebilmesi için Revit programına *Datasmith Eklentisi (The Datasmith Exporter plugin for Revit)* kurulmuştur. Bu eklentiyle Revit ve Twinmotion senkronize olarak çalışabilmektedir. Twinmotion'a aktarılan model elde edilen veriler

doğrultusunda gerçeğine uygun doku, malzeme ve renklerle kaplanmıştır. Malzeme verilerine ulaşamayan yapılara ise kullanıcıları yanıltmamak için krem rengi ile kaplama yapılmıştır. Ancak tescilli yapıların cephelerinin 1990 yılına ait görünümünün sanal gerçeklik kapsamındaki canlandırılmasında süreçte çok değişime uğramadıkları düşünülerek, 2011 yılındaki durumunu yansıtan Yandex harita verileri uygulanmıştır. Bu aşamada ilgili yapıların günümüz cepheleri Autocad ile çizilmiş, Photoshop ile gerçeğe uygun renklendirilerek Twinmotion için kaplama malzemesine dönüştürülmüştür. Özetle model canlandırılmaya çalışılan dönemini yansıtacak şekilde kaplanmış, yüksek görüntü kalitesine sahip gerçek zamanlı görselleştirmeler yapılmasına özen gösterilmiştir.

Bu programda sanal gerçeklik moduna geçilerek odak proje alanının belirtilen üç farklı dönemi gezilebilmektedir. Sanal gerçeklik kullanılarak gerçekleştirilen bu sunumlarda, tarihi çevrenin korunması alanında kullanıcılarda farkındalık yaratması, tarihi çevre algısını artırması ve yorumlayıcı altyapının geliştirilmesi üzerine fikirler üretilmiştir. Bu kapsamda sanal ortama yapının tarihi ve mimarisiyle ilgili olarak bilgilendirici panolar ve yazılar eklenmiştir. Yapılar fotoğraflarına ulaşılmışsa canlandırıldığı döneme ait fotoğraflarıyla birlikte sergilenmiştir. Yapılara günümüzdeki durumu ve canlandırıldığı yılın daha rahat karşılaştırılabilmesi için benzer açılardan çekilmiş fotoğraflardan oluşan panolar eklenmiştir. Ayrıca yapıya sesli anlatımlar ve videolar da aynı amaçlarla eklenebilmektedir.



Şekil 4.12 Alandaki yapıların günümüzdeki parsel sınırları (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması, 2022)

Tablo 4.1 238 numaralı yapı adasındaki parsellerden arşiv belgelerine ulaşılanlar

Ada	Parsel	Tescil Durumu	Veri Yeterliliği (Rölöve, restorasyon projesi, plan, kroki, fotoğraf gibi)
238	2	Tescilli	(-)
	4 (3+4)	Tescilsiz	(+) 1961 yılı mimari projesi var.
	5 * Bey Han	Tescilsiz	Arşiv dosyasına ulaşılamamıştır. (Havuzlubey Çarşısı)
	7	Tescilsiz	(+) 1987 yılı rölöve projesi var.
	8	Tescilsiz	(-)
	10	Tescilli	(-)
	11	Tescilli	(-)
	12	Tescilsiz	(-)
	13 * Kemahlı İbrahim Efendi Hanı	Tescilli	(+) 1990 yılı rölövesi, restorasyon projesi ve 1993 yılı fotoğrafları var (Kemahlı İşhanı).
	14	Tescilli	(-)
	15	Tescilli	(-)
	16	Tescilli	(+) 1961 yılı rölöve projesi ve 2013 yılı fotoğrafları var.
	26 (24-25) * Rotsetti Han	Tescilsiz	(+) 1986 yılı mimari projesi var.
	27 (17-20-21)	Tescilsiz	(+) 1990 yılı rölöve projesi ve fotoğraflar var.

Tablo 4.2 239 numaralı yapı adasındaki parsellerden arşiv belgelerine ulaşılanlar

Ada	Parsel	Tescil Durumu	Veri Yeterliliği (Rölöve, restorasyon projesi, plan, kroki, fotoğraf gibi)
239	2 * Batak Han	Tescilsiz	(+) 1981 yılı rölöve projesi (Zencirci Oğulları Pasajı) ve fotoğraflar var.
	6	Tescilsiz	(+) 1994 yılı mimari projesi var.
	10	Tescilsiz	(+) 1997 yılı rölöve projesi ve fotoğraflar var.
	11	Tescilsiz	(-)
	12	Tescilli	(-) fotoğraflar var.
	15	Tescilli	(-)
	19	Tescilsiz	(-)
	20	Tescilli	(-) fotoğraflar var.
	22	Tescilsiz	(+)1993 yılı mimari projesi var
	24 (9+8+7+6+5) * Eşrefpaşa Hanı	Tescilsiz	1993 yılı, (tevhid öncesi 1991yılı) mimari projeleri ve fotoğrafları var.
	25* Eşrefpaşa Hanı	Tescilsiz	(+) 1950 ve 1962 yılı mimari projeleri var. (Bay İbrahim Kardiçalı'ya ait inşaat- Öktem Pasajı)

4.2.1 Proje Alanı ve Proje ile ilgili Literatür Taraması ve Veri Toplanması

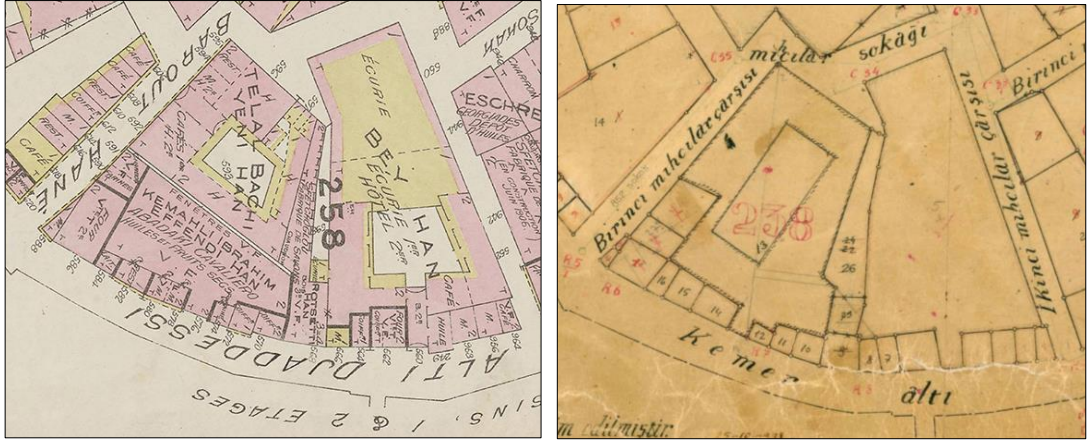
1905 yılı İzmir Sigorta Planı'nda proje alanında yer alan han yapılarından bir kısmı günümüze özgün olarak ulaşmış olan Tellalbaşı Yeni Han ve Kemahlı İbrahim Efendi Hanı, ardından günümüze ulaşmamış olan Rotsetti Han, Bey Han, Eşrefpaşa Han ve Batak Hanı ayrı ayrı incelenmektedir. Ardından aynı alanda bulunan çevre yapılar irdelenmektedir.

4.2.1.1 238 Ada 13 Parsel: Tellalbaşı Yeni Han ve İzmir Kemahlı Han



Şekil 4.13 Kemahlı Han'ın günümüzdeki konumu (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022)

Kemahlı İbrahim Efendi Hanı kentin ticari gelişimiyle birlikte dolmaya başlayan antik liman çeperinde konumlanmış kentsel yaşamın sosyo-ekonomik durumunun tarihi bir kesitini yansıtan ticaret yapılarından biridir. Günümüzde bu yapı Kemahlı İş Hanı olarak Anafartalar Caddesi kıvrımında, 42 pafta 238 ada 13 parselde yer almaktadır (Şekil 4.13). Ayrıca kuzey ve batı yönlerinde 852 Sokak, güneyinde Anafartalar Caddesi ile çevrilidir. Tarihsel süreçte değişimlere uğramış olan yapı 1990 yılında da restorasyon geçirmiştir. Günümüzde bu durumunu sürdüren hanın Anafartalar Caddesi'ne bakan cephesinin özgünlüğünü koruması önemlidir.



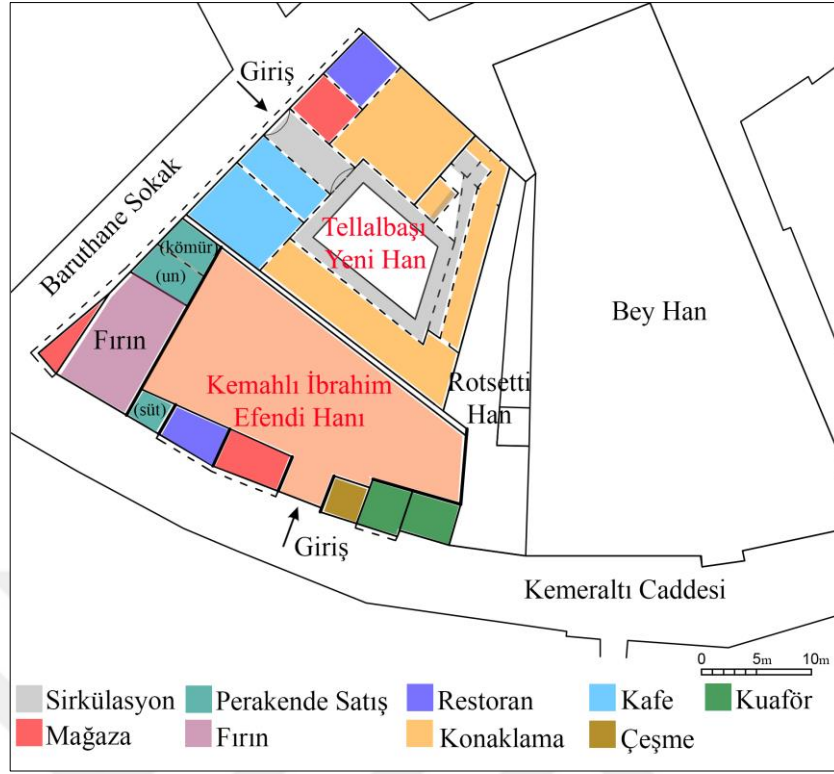
Şekil 4.14 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Kemahlı Hanı (İzmir Kadastro Müdürlüğü arşivi)

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda Kemahlı Han net bir şekilde belirtilmiştir (Şekil 4.14). Ancak günümüzdeki parselinin kuzeyinde Tellalbaşı Yeni Han'ın yer alması ilgi çekmektedir. Ayrıca söz konusu haritada Kemahlı Han'ın yakın çevresinde konumlanan Rotsetti Han, Bey Han, Eşrefpaşa Hanı ve Batak Han'ın yerinde günümüzde başka yapılar bulunmaktadır. Kadastro Haritası'nda ise Kemahlı Han ve Tellalbaşı Yeni Han'ın parsellerinin birleştiği görülmektedir. Bu parselde Kemahlı Han, iç avlulu bütüncül tek bir yapı kütesi şeklinde yer almaktadır.



Şekil 4.15 Kemahlı Han'ın Anafartalar Caddesi'ne bakan cephesi (kişisel arşiv, 2022)

Kemahlı Han'ın kesin yapım tarihi bilinmemekle birlikte, 19. yüzyılın ikinci yarısında yapıldığı kitabesine dayanılarak düşünülmektedir. Yapı adını, sahibinden yani İzmir'in üzüm tüccarı olan Kemahlı İbrahim Efendi'den almıştır (Aktepe, 1971). Hanın mimari kütlesi ve kurgusu tarihsel süreçte oldukça değişmiştir. Günümüzde dikdörtgen bir avlusu bulunan bu yapı zemin kat, galeri katı ve birinci kattan oluşmaktadır. Yapımında taş, tuğla ve ahşap kullanılmıştır. Kiremit kaplı kırma çatısının güneydoğu yönündeki kısmında çatı penceresi bulunmaktadır. Kuzeybatı ve güney yönünden iki girişi vardır. Anafartalar Caddesi'ne bakan üç kat yüksekliğindeki güney cephesi günümüzde özgünlüğü korunan kısımdır (Şekil 4.15). Bu cephesinde Anafartalar Caddesi'ne uzanan girişinde zemin katta beşik kemerli açıklık, üst katta ise açık çıkmaya geçiş veren kemerli iki pencere arasında yer alan kemerli bir kapı bulunmaktadır. Zemin katın güney cephesindeki giriş avluya "L" şeklinde bağlanmaktadır. Yapının cephe açıklıkları taş sövelerle tanımlanmaktadır. Kemerlerde ise kilit taşları daha vurguludur. Söz konusu girişin üst katındaki kemerlerin üzerinde kilit taşlarının iki yanında simetrik bir şekilde "S" kıvrımlı taş kabartmalar yer almaktadır. Ayrıca bu giriş cephesi köşe silmelerle belirginleştirilmiştir. Giriş açıklığının üzerinde ve açık çıkmanın hemen altında taş kabartmalar bulunmaktadır. Bunlardan yaprak desenli olanın iki yanında simetrik olarak ay yıldızlı taş kabartmalar yer almaktadır. Söz konusu güney girişini tanımlayan cephe üçgen alınlıkla sonlanmaktadır. Bu alınlığın altında ise 1321/1905 tarihlerinin yazılı olduğu bir kitabe bulunmaktadır. Atay (2003) ilgili kitabenin hana yerleştirilme tarihinin kesin olmadığını belirtmiştir. Hanın mimarisinin daha detaylı olarak ele alınması için tarihsel süreçte geçirdiği değişimler irdelenmelidir.



Şekil 4.16 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Tellalbaşı Yeni Han ve Kemahlı İbrahim Efendi Hanı'nın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022)

1905 yılı İzmir Sigorta Haritası'na göre Kemahlı Han'ın yer aldığı parselin kuzey kısmında avlulu yapısıyla Tellalbaşı Yeni Han'ın varlığı dikkat çekmektedir. Tellalbaşı Yeni Han'ın yapım tarihi bilinmemektedir. Ancak 1985 yılında Ersoy tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada yapıya ait olduğu düşünülen bir kilit taşı bulunmuştur. Söz konusu kilit taşında 1278/1861-62 tarihlerinin yer alması nedeniyle, bu tarihlerin yapım tarihi olarak kabul edilebileceği düşünülmüştür (Ersoy, 1991). Tellal Başı Yeni Han'ın sahibinin Osmanlı hukuk sisteminde yer alan, borsa ya da pazarda taraflar arasındaki anlaşmaların yürütülmesinde aracılık eden tellaklık kurumuyla ilişkili olarak, bu sistemin başında olan bir kişi olduğu düşünülmektedir. Hanın adının bu yüzden Tellal Başı olduğu ve hanın “tellaliye” işleri için de kullanıldığı varsayılmaktadır (Atay, 2003).

1905 İzmir Sigorta Haritası'ndaki verilere göre Tellalbaşı Yeni Han'ın temel işlevinin yerini konaklamanın aldığı anlaşılmaktadır (Şekil 4.16). Bu han, zemin

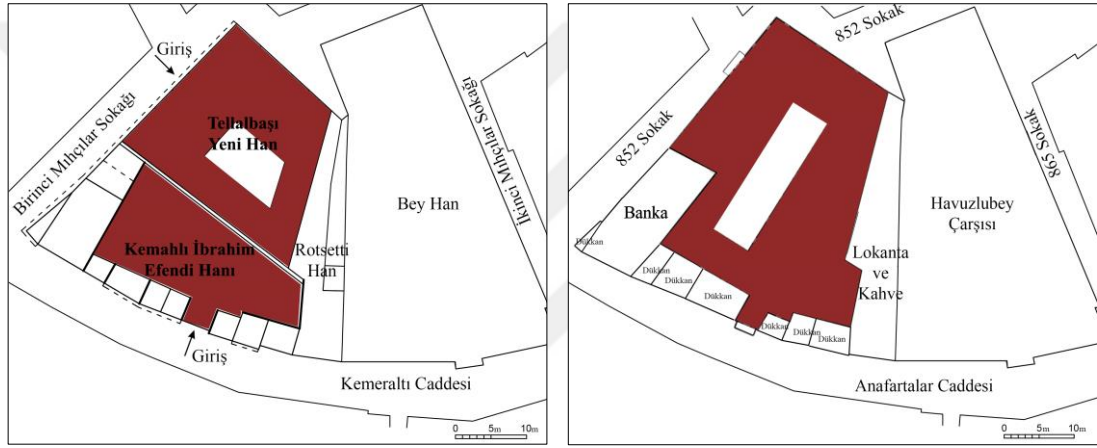
seviyesinden bir ve iki kat yükseklikte olup avlulu, asimetrik bir plan kurgusuyla kâgır olarak inşa edilmiştir. Mimari sirkülasyonu da avlu çevresinde kurgulanmış ve bu kısımlarında ahşap malzeme kullanılmıştır. Hanın çatısı alaturka kiremit ile örtülmüştür. Yapının batı cephesinden üstü kapalı dar ve uzun bir geçitle avluya ulaşım sağlanmaktadır. Zemin katında bu girişin güneyinde iki katlı kafeler, kuzeyinde mağaza (dükkân) ve restoran bulunmaktadır. Yapının Kemahlı İbrahim Efendi Han'a komşu olan güney yönünde iki katlı konaklama kısmı yer almaktadır. Ayrıca yapıda avluya bakan diğer mekânlar da bir kat yüksekliğinde konaklama işlevinde kullanılmaktadır. Özetle bu dönemde handa konaklama kullanımı yoğundur. Yapının strüktür sisteminde kemerler de yer almaktadır. Yapının cephe açıklıkları genellikle avlu yönündedir (Goad, 1905).

Atay, hanın yapılışı ve çevre özellikleri nedeniyle zemin katta kuzey ve güneydeki geniş hacimlerin ahır işlevine uygun olarak biçimlendiğinden daha sonra konaklamaya dönüştüğünden söz etmektedir. Ayrıca bu süreçte zemin kattaki kafe mekânlarının yerini de sandık ve ahşap kutu imalathanelerinin aldığını eklemektedir. Birinci katta sirkülasyonun avluyu saran ahşap bir koridorla sağlandığını ve buradan mekânlara erişildiğini belirtmektedir (Atay, 2003).

Kemahlı İbrahim Efendi Hanı'nın Tellalbaşı Yeni Han'dan daha sonra inşa edildiği varsayılmaktadır. Bunun nedenlerinden biri, bu dönemde sonradan inşa edilen yapıların, diğer yapıyla bitişik olan cephelerinde açıklık yapma olanağının sağlanması için gabarilerinin daha yüksek tutulduğunun bilinmesidir. Ayrıca Kemahlı Han'ın Tellalbaşı Yeni Han'dan yüksek ve kuzey cephesinde açıklıklarının olması bu düşüncüyü kuvvetlendirmektedir (Atay, 2003). Kemahlı Han'ın yapım tarihi kesin olmamakla birlikte 19.yüzyılın ikinci yarısına dayanmaktadır.

1905 İzmir Sigorta Haritası'ndaki verilere göre Kemahlı İbrahim Efendi Hanı, iki kat yüksekliğinde tek hacimden oluşan, yağ ve kuru meyve depolamak için kullanılan kâgır yapıdır. Bu yapının avlusu veya galeri boşluğu yoktur. Yapıda geniş açıklıklar volta döşemeyle geçilmiştir. Hanın çatısı ise kiremit örtülüdür. Kuzeyindeki Tellalbaşı Yeni Han ile arasında bir metre boşluk olması dikkat çekmektedir. Yangından

korunmak için böyle bir önlem alınarak inşa edildiği bilinmektedir (Atay, 2003). Ayrıca haritadaki kalın çizgilerle belirtilen taş duvarların da 70 cm- 90 cm genişliğinde olduğu ve aynı amaçla bu şekilde inşa edildiği görülmektedir. Örneğin Kemahlı Han'ın doğusundaki fırınla batısında bulunan Rotsetti Han ile arasında ve bazı iç mekân ayrılımlarında bu duvarlar kullanılmıştır. Hanın Kemeraltı Caddesi'ne bakan güney cephesinde bir ve iki kattan oluşan süt satış, restoran, mağaza ve kuaför olarak kullanılan toplam altı dükkân yer almaktadır. Girişin doğusunda ise günümüze izi ulaşamamış bir çeşme yapısının varlığı dikkat çekmektedir. İlgili haritada yapıda demir kepenklerin bulunduğu belirtilmiştir (Goad, 1905).



Şekil 4.17 1905 yılında ve günümüzde Kemahlı Han'ın kütesel durumu ve ada-parcel ilişkisi (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022)

20. yüzyılın başlarında Kemeraltı Bölgesi'ndeki depo olarak kullanılan hanlara duyulan gereksinimin azalmasıyla depo hanlar eski önemini kaybetmiştir. Söz konusu depo hanlardan biri olan Kemahlı İbrahim Efendi Hanı da bu süreçte Tellalbaşı Yeni Han ile birleştirilerek, otel kullanımı için iç avlulu bir yapıya dönüştürülmüştür (Atay, 2003). Bu işlev değişikliğiyle Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi özgün şekliyle korunarak yeniden yapılaşan han, günümüzde de karşımıza aynı bütüncül kütlesi ile çıkmaktadır (Şekil 4.17).

Yapı, Kemahlı Otel'e dönüşürken mimari kütlesi ve kurgusu tamamen değişmiş ve gabarisi artmıştır. (Ersoy, 1991). Şekil 4.18'de görüldüğü üzere han, zemin, ara ve

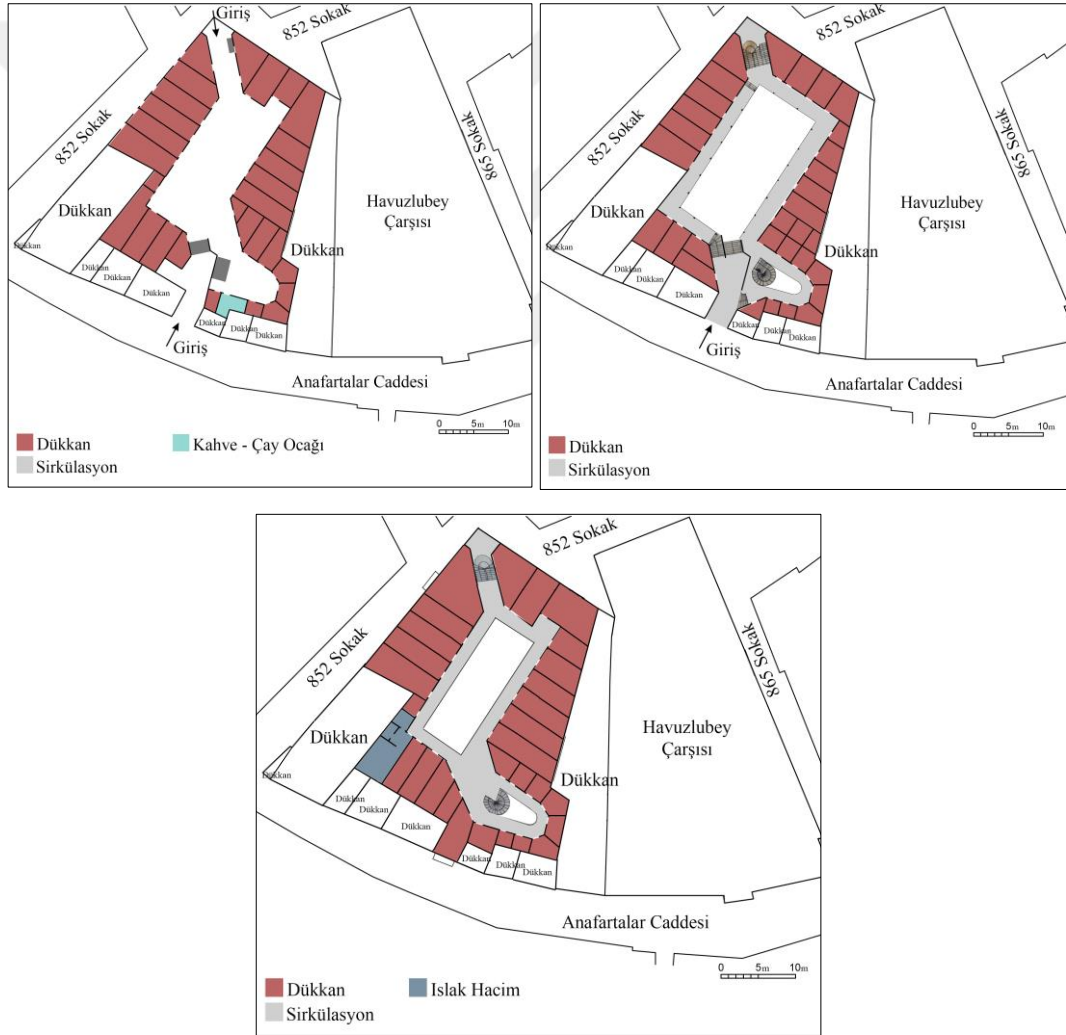
birinci kattan oluşmaktadır. Otel işlevini karşılayan dikdörtgen formlu yeni bir iç avlusu vardır. Yapıya erişim Yemiş Çarşısı'na açılan kuzey cephesinden ve Kemeraltı Caddesi'ne bakan güney cephesinden iki farklı girişle sağlanmaktadır (Aktepe, 1971). Yapının kuzey ve doğu kısımları ara katta avluyu “L” şeklinde çevreleyen bir koridor oluşturarak avluya açılmaktadır. Zemin katla dikey sirkülasyonu ise avludan ulaşılan iki ahşap merdivenle sağlanmaktadır. Avlunun güneyinde sekizgen formlu mermer bir süs havuzu bulunmaktadır. Yapının batı kısmında yer alan bazı mekânlarda ara kat kullanımı görülmektedir. Bu kısımda zemin kattan birinci kata ulaşım ise yine avludan ahşap bir merdivenle sağlanmaktadır. Yapı, birinci katında avluyu çevreleyen cepheleri avluya doğru çıkma yapmasıyla genişlemektedir. Söz konusu katta mimari kurgu, mekânların avluya ve cepheye karşılıklı paralel yaslanmasıyla aralarından geçirilen koridorlarla şekillenmiştir. Bu koridorlar ara ara çatıda yer alan ışıklıklarla aydınlatılmaktadır. Böylece koridorlara açıklık veren mekânların da ışık alması sağlanmaktadır. Avluya bakan cephelerdeki mekânların dikdörtgen formlu giyotin (düşey sürme) pencereleri ahşap pervazlıyken, cadde ve sokaklara bakan mekânların düz atkılı taş söveleri vardır. Yapının avluya çıkma yapan cephelerinde üst katın kat hizası ile çatı altında ahşap dantelalı kat ve saçak bordürü dikkat çekmektedir. Yapının zemin katında ise bazı duvarlarda ahşap plaster kullanımları görülmektedir (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022). Süreçte yapının otel işleviyle konaklamaya hizmet eden mekânları, bölgenin gereksinimlerine göre değişmiştir. Bu mekânlar depolama, imalathane ve büro kullanımlarına dönüşmüştür. Kemeraltı Caddesi'ne bakan cephesine bitişik olan dükkânlar, genellikle gıda üzerine olan perakende ticaret işlevini tekstil ürünlerine doğru yönlendirmiştir (Atay, 2003). 1986 yılında Kemahlı Han'ın bakımsız bir durumda olduğu bilinmektedir. Bu dönemde yapının zemin ve ara katlarında giyim, cilt, ayakkabı gibi küçük imalathane; gıda, kırtasiye, spor eşyaları ve yiyecek içecek dükkânlarından oluşan perakende ticaret ile depo mekânları yer almaktadır (Çakar, 1986).



Şekil 4.18 1990 rölovesine göre Kemahlı Hanı'nın sırasıyla zemin, ara ve birinci kat mekân bölümlenmesinin şematik gösterimi (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022)

Günümüzde ise söz konusu yapı Kemahlı İş Hanı adıyla karşımıza çıkmaktadır. Han, GEEAYK'nun 20.06.1981 tarih ve A2954 sayılı kararı ile 2. grup olarak tescillenmiştir (İzmir 2 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü arşivi). Han, Şekil 4.19'da görüldüğü üzere zemin, galeri ve birinci katlardan oluşan üç katlı bir yapıdır. Geçirdiği restorasyon sonrası ara katındaki “L” şeklindeki koridor tamamen avluyu çevreleyen bir galeriye dönüşmüştür. Yapının batı kısmındaki bazı mekânlarda görülen ara kat kullanımı kalkmıştır. Hanın kuzey giriş yönü ve yeri değişmiştir. Yeni girişi yapının kuzeybatı köşesinden avluya diyagonal olarak bağlanmaktadır. Avludaki süs havuzunun yerini yeni peyzaj elemanları almış,

havuz ise yapının güneydoğusunda yer alan galeriye taşınmıştır. Yapının sirkülasyonu ve mimari kurgusu tamamen değiştirilip, yeni düşey sirkülasyonu da avluyu saran yenilenen galeri sınırlarında çözülmüştür. Yapının düşey sirkülasyonunda yeni kot kullanımları ortaya çıkmıştır. Yapının birinci kat planı ise avluya bakan koridorlar ve cephelere yaslanan mekânlar olarak yenilenmiştir. Değişen birinci katın özgün durumunda var olan çatı pencereleri kaldırılmış ve yeni mimari kurguya uygun olarak yapının güneydoğusunda yer alan küçük galeri mekânının üzerine yeni bir ışıklık eklenmiştir. Günümüzde buradaki mekânlar ticari dükkânlar ve depolardan oluşmaktadır (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022).



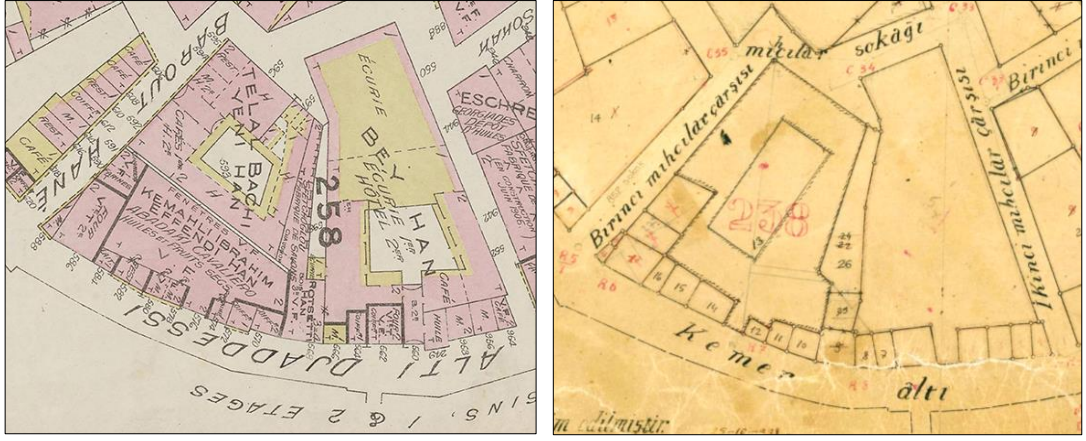
Şekil 4.19 1990 restorasyon projesine göre Kemahlı Hanı'nın sırasıyla zemin, galeri ve birinci kat mekân bölümlenmesinin şematik gösterimi (Karadallı ve Akyüz Levi, 2022)

4.2.1.2 238 Ada 26 Parsel: Rotsetti Han



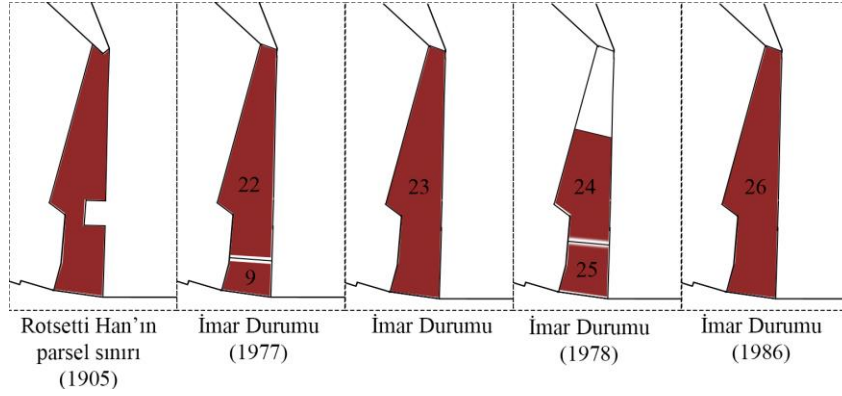
Şekil 4.20 Rotsetti Han'ın günümüzdeki izi (Google Earth)

Rotsetti Han, tarihsel süreçte yok olmuş, günümüze kadar ulaşamamış olan han yapılarından biridir. Bugün yerinde konfeksiyon satışının yapıldığı dört katlı betonarme bir yapı bulunmaktadır. Bu yapı, Anafartalar Caddesi kıvrımında, 42 pafta 238 ada 26 parselde konumlanmaktadır (Şekil, 4.20). Ayrıca kuzey yönünde 852 Sokak ve güneyinde Anafartalar Caddesi ile çevrilidir. Rotsetti Han, döneminin han tanımlarını tam olarak karşılamayan, sistem olarak diğer han yapılarından ayrılan bir sabun fabrikası olarak kullanılması yönüyle önemlidir (Atay, 2003).

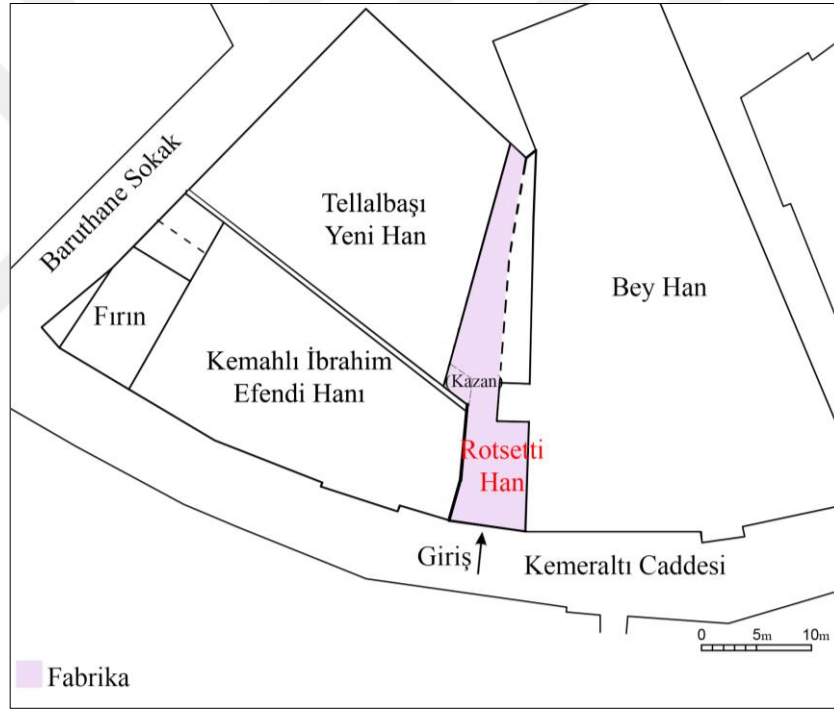


Şekil 4.21 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Rotsetti Han'ın Konumu (İzmir Kadastro Müdürlüğü arşivi)

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda Rosetti Han, batısında Tellalbaş Yeni Han ve Kemahlı İbrahim Efendi Hanı ile doğusundaki Bey Han arasında yer almaktadır (Şekil, 4.21). 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda ise, Rotsetti Han'ın konumlandığı parsel sınırlarının, daha sonraki süreçte geçirdiği değişimler dikkat çekmektedir. 1905 yılı İzmir Sigorta Haritası'nda Rotsetti Han'ın 1977, 1978 ve 1986 yılındaki imar durumlarından, bu parselin dönemin sosyo-ekonomik ve kültürel değişiminden etkilendiği düşünülmektedir (Şekil, 4.22). İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşivinden elde edilen verilere göre; tarihsel süreçte bu parsellerde kafeterya, restoran, depo, gıda satış yeri, konfeksiyon mağazasının faaliyet göstermiş olduğu ve yapının gabarisinin arttığı belirlenmiştir.



Şekil 4.22 Rotsetti Han'ın yer aldığı parselin süreçte geçirdiği değişimler (İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşiv verilerinden oluşturulmuştur)



Şekil 4.23 1905 İzmir Sigorta Haritası'na göre Rotsetti Han'ın mekânsal durumunun şematik yorumu

Bir sabun fabrikası olan Rotsetti Han, adını kentin önemli sabun üreticilerinden biri olan Sfetcioğlu J. Rotsetis ile ilişkili olarak almıştır (Fardhoulis, 1900 aktaran Atay, 2003). Yapının 19. yüzyılın ortalarında sabun üretim işi için tasarlanıp, inşa edildiği düşünülmektedir (Atay, 2003). 1905 İzmir Sigorta Haritası incelendiğinde hanın kuzey-güney yönünde ince uzun bir parselde yerleştiği ve kuzeydoğu yönünde bir açık

alanının olduğu gör÷lmektedir (Şekil, 4.23). Yapının bu açık alana bakan cephesinde normalden daha fazla pencere kullanımı gör÷lmektedir. Hanın, Kemeraltı Caddesi'ne bakan kısmı üç katlı, açık alana cephe veren tarafı iki katlı olacak şekilde kagir olarak inşa edilmiştir. Çatısı kiremit kaplıdır. Tek girişı olan yapıya erişim güney yönünden Kemeraltı Caddesi üzerinden sağlanmaktadır. Yapının Tellalbaşı Yeni Han ile bitişik olan duvarının güneybatı köşesinde “kazan” kısmının yer aldığı gör÷lmektedir. Ayrıca yapının Kemahlı İbrahim Efendi Hanı ile birleşik olan duvarı yangından koruma önlemi olarak inşa edilen duvarlardandır. Yapıda demir kepenkler kullanılmaktadır (Goad, 1905). Atay'a göre, yapının açık alanı sabun kurutmak ve depolamak için kullanılmaktaydı (Atay, 2003).

4.2.1.3 238 Ada 5 Parsel: Bey Han



Şekil 4.24 Bey Han'ın günümüzdeki izi (Google Earth)

Bey Han, tarihsel süreçte tümüyle yok olmuş olan tarihi han yapılarıdır. Yıkılmasının ardından 1970'li yıllarda yerine Havuzlubey Çarşısı yapılmıştır (Aktepe, 1971). Günümüzde bu yapı, Anafartalar Caddesi üzerindedir ve 42 pafta 238 ada 5 parselde konumlanmaktadır (Şekil, 4.24). Yapı kuzey yönünde 852 Sokak, doğuda 865 Sokak ve güneyinde Anafartalar Caddesi ile çevrilidir. Bey Han, kısıtlı topraklardan elde edilen meyve ve sebze gibi tarım ürünlerinin pazarlanma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlarken, insanların binek hayvanlarıyla birlikte konaklamasına

olanak sunması yönüyle önemli bir yapıdır. Ayrıca tek girişli olması ve dış cephelerine açıklık vermemesi açısından güvenli bir yapı olarak görülmektedir (Atay, 2003).

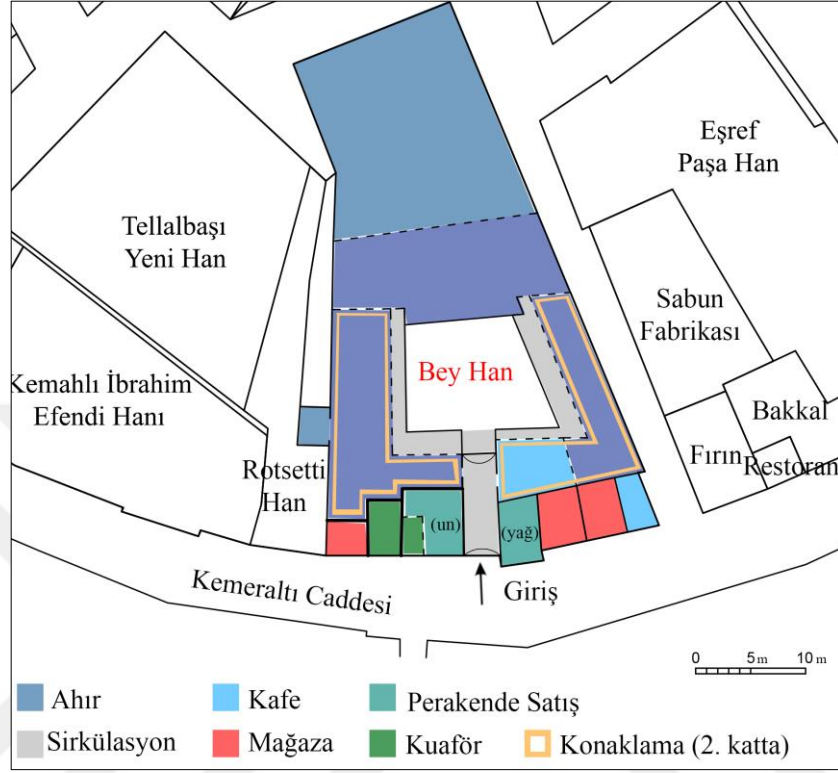


Şekil 4.25 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Bey Han'ın Konumu (İzmir Kadastro Müdürlüğü arşivi)

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda Bey Han, batısında Rotsetti Han ile komşudur. Hanın, doğu cephesi Vakıf Hoca Sokak'a, güney cephesi Kemeraltı Caddesi'ne bakmaktadır (Şekil, 4.25). 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Bey Han'ın, konumlandığı parsel sınırlarının, değişmediği görülmektedir. Ancak söz konusu olan 238 ada 5 parsel ile ilişkili olarak, İzmir 2 Numaralı Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü, İzmir Konak Belediyesi İmar, İzmir Vakıflar Bölge Müdürlüğü ve Şehircilik Müdürlüğü ile İzmir Kadastro Müdürlüğü'nde ilgili dosyaya ulaşamadığından yapılan araştırma sınırlı kalmıştır. İlgili ada-parselin ve Havuzlubey Çarşısı'nın tarihsel süreçteki değişimi ile bağlantılı olarak ayrıntılı veri elde edilemediğinden detaylı olarak değerlendirme yapılamamıştır.

Günümüzde Bey Han'ın yerine inşa edilmiş olan Havuzlubey Çarşısı, ortasında galerisi olan iki katlı betonarme bir yapıdır. Bu galeriyi çevreleyen sirkülasyona açılan sıra dükkanlardan oluşmaktadır. Galerisinde üçgen formlu havuz bulunan bir yapıdır. 1970'lerde buradaki dükkanlar, terzi işleri, ayakkabı, züccaciye ve tuhafiye eşyalarının satıldığı mekânlardır (Aktepe, 1971). Günümüzde bu yapının üst katı genellikle boş

dükkanlardan oluşurken, zemin katında ayakkabı ve çanta satışı yapan dükkanlar bulunmaktadır.



Şekil 4.26 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Bey Han'ın mekânsal bölünmesinin şematik yorumu

Yapım tarihi kesin olmamakla birlikte 19. yüzyılın ikinci yarısında inşa edildiği düşünülmektedir (Aktepe, 1971). 1905 İzmir Sigorta Haritası'na göre Bey Han, ahşap ve kagirden bir ve iki katlı olacak şekilde iç avlulu bir mimari kurguyla inşa edilmiştir (Şekil, 4.26). Çatısı kiremit kaplıdır. Yapıya erişim, Kemeraltı Caddesi'ne bakan güney cephesinin orta aksından, avluya dik bir şekilde konumlanmış, tuğladan örülmüş, üstü kapalı olan dar ve uzun geçitle sağlanmaktadır. Yapının zemin katında, Kemeraltı Caddesi'ne cephe veren sekiz dükkan bulunmaktadır. Yapının girişinin batısındaki dükkanlar sırasıyla mağaza, kuaför ve yağ satışı için kullanılmaktadır. Girişin doğusundakiler ise yağ satış, mağaza ve kafeden oluşmaktadır. Yapının içinde, girişin doğusunda başka bir kafe daha bulunmaktadır. Zemin katta avlu ve avluyu çevreleyen diğer mekânlar, tarım ürünlerinin satılması işi için kullanılmaktadır.

Yapının kuzey cephesinde ve batı cephesinde ürünlerin taşınmasında kullanılan hayvanların barınması için gereksinim duyulan ahırlar yer almaktadır. Yapının bu ahır kısımlarında beden duvarlarında kagir kullanılırken, çatısı ahşap malzeme ile kapatılmış ve kiremit kaplanmıştır. 1905 İzmir Sigorta Haritası’nda yapının birinci katı otel olarak belirtilmiştir. Konaklama mekânlarına erişim avlunun çevresini doğu, batı ve güney yönlerinden çevreleyen ahşap sirkülasyon aksıyla sağlanmaktadır. Dış cepheye açıklığı olmayan bu mekânlar, avlu yönüne bakan cephelerindeki açıklıklardan ışık almaktadır (Goad, 1905). Atay, hanın birinci katında konaklama için sekiz odanın olduğundan söz etmektedir. Ancak müşterilerin bu odaların değil, odalardaki yatakların doluluk oranına göre kabul edildiğini belirtmektedir (Atay, 2003).

4.2.1.4 239 Ada 24- 25 Parsel: Eşrefpaşa Han (Rıza Bey Han)



Şekil 4.27 Eşrefpaşa Han’ın günümüzdeki izi (Google Earth)

Günümüze hiçbir izi kalmayan, tümüyle yıkılan Eşrefpaşa Han’ın yerine 1964 yılında “Öktem Pasajı” adlı bir çarşı inşa edilmiştir (Aktepe, 1971). Günümüzde Eşrefpaşa Han’ın izi, Anafartalar Caddesi üzerinde, 42 pafta 238 ada 24 parselin kuzey kısmı ve 25 parselle eşleşmektedir (Şekil, 4.27). Yapı kuzey yönünde 867 Sokak ve güneyinde Anafartalar Caddesi ile çevrilidir. Eşrefpaşa Hanı da Bey Han gibi işlevsel

olarak benzer özellikler göstermektedir. Han, aynı yapı içerisinde hem insanların hem de binek hayvanlarının konaklamasına olanak sağlaması açısından önemlidir.



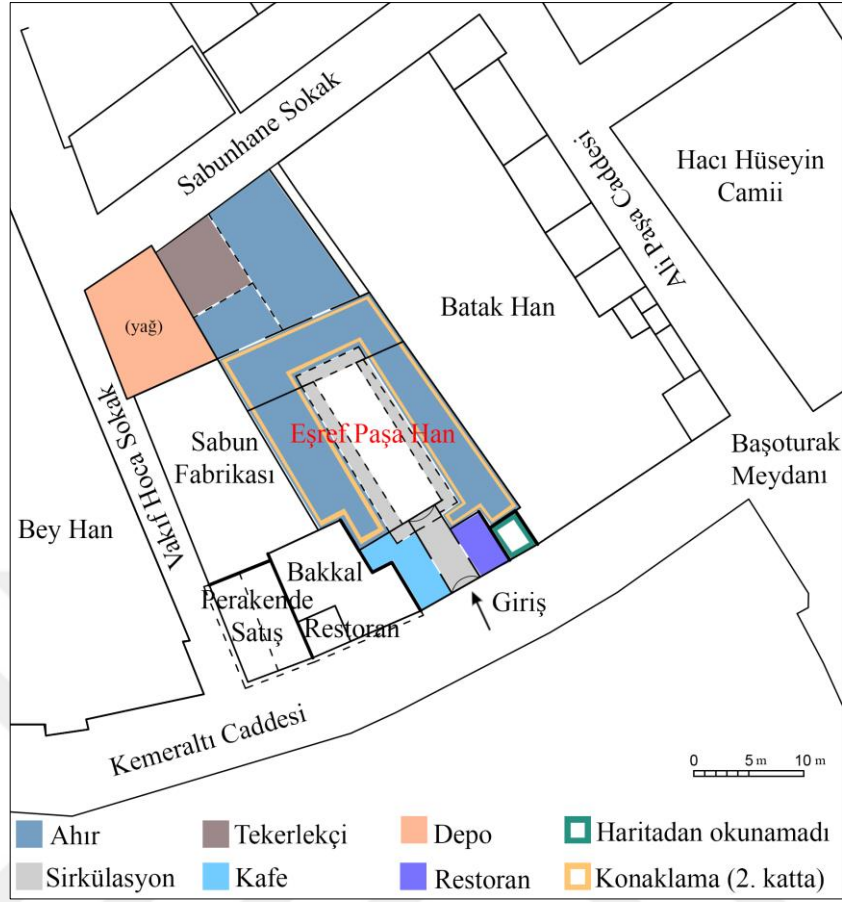
Şekil 4.28 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Eşrefpaşa Han'ın Konumu (İzmir Kadastro Müdürlüğü arşivi)

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda Eşrefpaşa Hanı, doğusunda Batak Han ile komşudur. Hanın, yağ deposu olarak kullanılan batı cephesi Vakıf Hoca Sokak'a, güney cephesi Kemeraltı Caddesi'ne bakmaktadır (Şekil, 4.28). Batı cephesinin diğer kısmı 1905 yılında inşa edilen sabun fabrikasına bitişiktir. 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Bey Han'ın, konumlandığı parsel sınırlarının, süreçte değiştiği gözlemlenmektedir. Eşrefpaşa Han'ın yer aldığı parselin süreçte geçirdiği diğer değişimler Şekil 4.29'da gösterilmektedir.



Şekil 4.29 Eşrefpaşa Han'ın yer aldığı parselin süreçte geçirdiği değişimler (İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşiv verilerinden oluşturulmuştur)

İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşivine göre, bu parsellerde süreçte farklı yapıların yer aldığı görülmektedir. 1950 yılında 238 ada ve 4 parselde “Bay İbrahim Kardiçalı’ya ait inşaat” olarak belirtilen simetrik planı olan, betonarme iki katlı, içerisinde dükkanların karşılıklı olarak yer aldığı bir pasaj bulunmaktadır. (İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşiv verilerinden oluşturulmuştur). 1964 yılından günümüze kadar ise, süreçte tadilat geçirmiş olan Öktem Pasajı yer almaktadır. Günümüzde strüktür sistemi betonarme ile çelik malzemeden oluşan, iki katlı ve galerili bir plana sahip olan bu pasajın iki girişi vardır. Karşılıklı dükkanlardan oluşan mimari kurgusu serbest plan olarak değişmiştir. Böylece yapı tek hacim olarak tümüyle konfeksiyon satışı için kullanılmaktadır.



Şekil 4.30 1905 İzmir Sigorta Haritası'nda yer alan verilere göre Eşrefpaşa Han'ın mekânsal bölümlenmesinin şematik yorumu

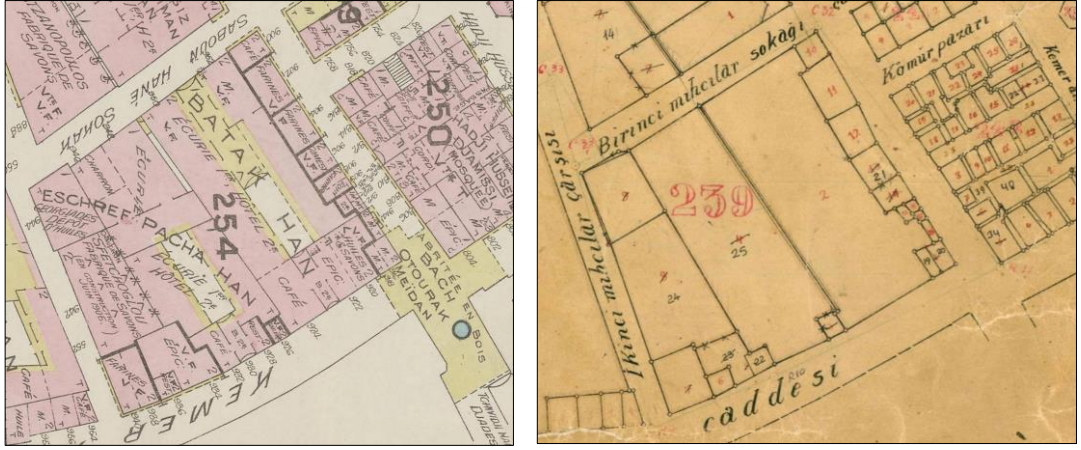
Yapım tarihi kesin olmamakla birlikte 19. yüzyılın ikinci yarısında ahşap ve kagir olarak inşa edilmiştir (Atay, 2003). 1905 İzmir Sigorta Haritası'na göre Eşrefpaşa Han, bir ve iki katlı olacak şekilde iç avlulu bir mimari kurguyla inşa edilmiştir (Şekil 4.30). Hana giriş, Kemeraltı Caddesi'nden avluya dik bir şekilde konumlanmış, tuğladan örülmüş, üstü kapalı olan dar ve uzun geçitle sağlanmaktadır. Çatısı kiremit örtülüdür. Yapının zemin katında, Kemeraltı Caddesi'ne cephe veren, kafe, restoran ve kullanımı haritadan okunamadığı için saptanamayan toplam üç dükkân bulunmaktadır. Zemin katta yapının avlusunun etrafında ahırlar bulunmaktadır. Yapının kuzeyinde Sabunhane Sokak'a cephe veren mekânları ise yağ deposu, tekerlekçi ve yine ahırdan oluşmaktadır. Yapının bu kısmı tek katlı olarak inşa edilmiştir. Haritada, yapının zemin katının ahır, birinci katının ise otel olarak kullanıldığı belirtilirken, kat sayısına yer verilmemiş ve hanın sabun fabrikasına bitişik olan batı cephesinde pencere açıklığı

4.2.1.5 239 Ada 2 Parsel: Batak Han



Şekil 4.32 Batak Han'ın günümüzdeki izi (Google Earth)

20. yüzyılın ortalarında özelliklerini kaybetmeye başlayan Batak Han'ın yerine parçalı bir şekilde 1948, 1952, 1954, 1960 ve 1962 tarihlerinde “Zencirci Oğulları Pasajı” inşa edilmiştir (İzmir Konak Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü arşivi). Günümüzde Batak Han'ın izi, Anafartalar Caddesi üzerinde, 42 pafta 238 ada 2 parselle eşleşmektedir (Şekil 4.32). Yapı kuzey yönünde 867 Sokak, doğusunda 863 Sokak ve güneyinde Anafartalar Caddesi ile çevrilidir. Batak Han, üstü dörtyola uzanan ahşap örtüyle kapalı olan ve 20. yüzyılın başına kadar özgünlüğünü koruyan Başoturak Meydanı'nın köşesinde yer almasıyla önemli bir yapıdır (Atay, 2003).



Şekil 4.33 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Batak Han'ın Konumu (İzmir Kadastro Müdürlüğü arşivi)

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda Batak Han'ı, batısında Eşrefpaşa Han ile komşudur. Kuzeyinde Sabunhane Sokak, doğusunda Ali Paşa Caddesi ve güneyinde Kemeraltı Caddesi ile sınırlıdır. Hanın Ali Paşa Caddesi'ne bakan cephesi, handan bağımsız olan kafe, un gibi gıda ürünlerinin perakende satışının yapıldığı dükkanlar ve mağazalar ile sınırlanmaktadır (Şekil 4.33). 1905 Sigorta Haritası'nda (Goad, 1905) ve 1998 yılında revize edilmiş olan 1931 tarihli Kadastro Haritası'nda Bey Han'ın, konumlandığı parsel sınırlarının, süreçte çok fazla değişmediği gözlemlenmektedir. Günümüzde bu parselde bulunan Zencirci Oğulları Çarşısı'nın Anafartalar Caddesi'ne bakan cephesi dört katlıyken, diğer kısımları iki katlıdır. Çarşıya erişim hem Anafartalar Caddesi'nden hem de 867 Sokak'tan sağlanmaktadır. Cepheleeri ortalayan geçiş aksının üzeri çelik strüktür ile kapatılmıştır. Çarşının içindeki dükkanlar karşılıklı olarak sıralanmıştır. Bu dükkanlar ayakkabıcı ve konfeksiyon mağazalarından oluşmaktadır. Yapının 863 Sokak'a bakan cephesindeki dükkanlarda ise bijuteri, enstrüman satışı ve oyuncak satışı yapan dükkanlar ile restoran bulunmaktadır. 867 Sokak'a bakan cephesinde de restoran yer almaktadır.

hayvanların mallarını indirdiği alan olarak kullanılmaktadır. Hanın zemin kat tavanları volta döşeme ile geçilirken birinci kat tavanları ahşap ile örtülmüştür. Hanın otel kısmına Kemeraltı Caddesi'nden girişte doğudaki bir merdivenle erişilmektedir. Buradaki konaklama mekânları avluya bakan ahşap revaklara açılmaktadır. Bu mekânların avlu yönünde tek kapı ve penceresi vardır. Bu katta tuvaletler ortak kullanıma hizmet ederken yapının arka kısmına konumlanmıştır. Batak Han sebze meyve hali olarak, çevreden gelen ürünlerin pazarlanmasında kullanılmaktadır (Atay, 2003).

4.2.1.6 238 ve 239 Ada'da Yer Alan Diğer Parsellerdeki Yapılar

1905 İzmir Sigorta Haritası'nda günümüzdeki 238 ve 239 Ada'da yer alan diğer yapılar bir ve iki katlıdır. Kagir olarak inşa edilen bu yapıların çatıları kiremit örtülüdür. Söz konusu yapılar; mağaza, perakende satışın yapıldığı mekânlar, fırın, restoran, kafe, kuaför, bakkal ve sabun fabrikası olarak kullanılmaktadır.

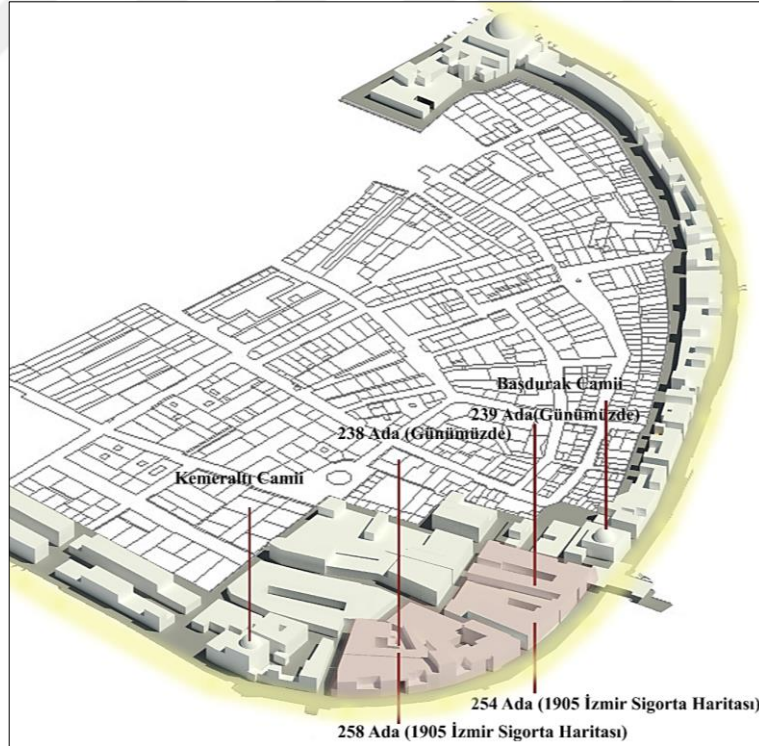
Günümüzde ise ilgili parsellerdeki yapılar genellikle iki ve üç katlıdır. Bu duruma neden olan yapılar genellikle tescilsiz olmakla birlikte tarihsel süreçte değişim geçirmiş ya da yeniden inşa edilmiştir. Dolayısıyla söz konusu adalardaki yapıların gabarisinde artış gözlemlenmiştir. Günümüzde bu parsellerde, büfe, restoran, kuyumcu, çantacı, oyuncakçı, bijuteri ve konfeksiyon satışı yapan dükkanlar bulunmaktadır.

4.2.2 Üç Boyutlu Modellemenin Yapılması ve Görselleştirme Süreci

Öncelikle proje alanının ve yakın çevresinin üç boyutlu modellemesinin yapılabilmesi için 1905 İzmir Sigorta Haritası Autocad ile iki boyutlu sayısal ortamda yeniden çizilerek dijital ortama aktarılmıştır. Ardından İzmir Büyükşehir Belediyesi'nden alanın 2001 yılı hava fotoğraflarından üretilen dwg formatındaki halihazır haritasına ulaşılmıştır. Benzer şekilde belediyeden edinilen alanın 1972 yılına ilişkin durumu da bu dosya üzerinden revize edilmiştir. Ardından arşiv çalışmaları yapılmış ve ulaşılan verilere göre detaylandırılacak olan modelleme

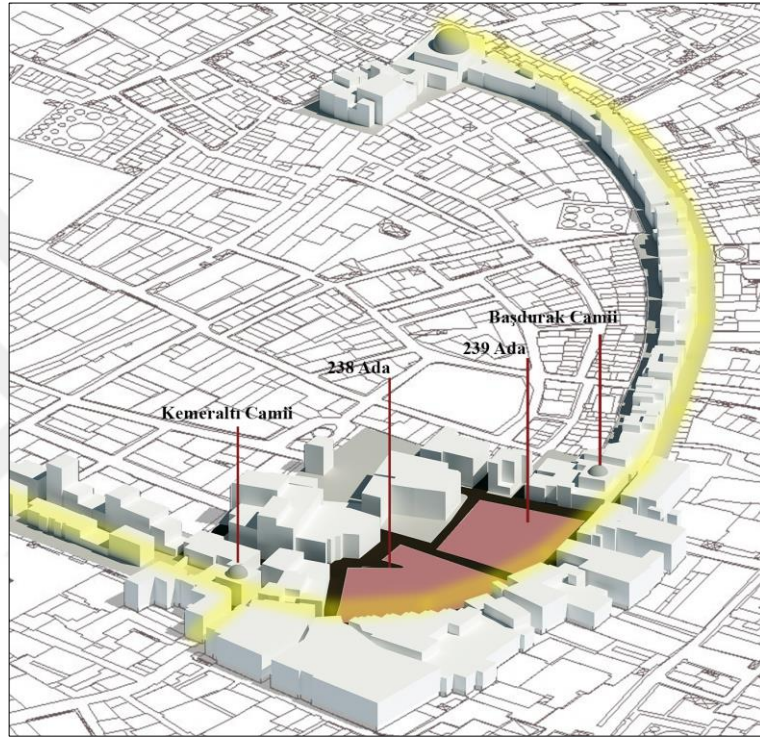
alışmaları derecelendirilmiştir. Bu aşamada yapılan modeller Bölüm 3.1.1’de söz edilen miras yapı modelleme ayrıntı düzeylerine göre LOD₁₀₀, LOD₂₀₀, LOD₃₀₀, LOD₄₀₀ ve LOD₅₀₀ olacak şekilde beş seviyede ele alınmıştır. Bu çalışmadaki seviyelerden LOD₁₀₀, yapının tanımlanması için gerekli olan iki boyutlu verileri içerir. LOD₂₀₀, yapıların üç boyutlu olarak ifade edilmesi için gerekli olan yükseklik, en ve boy verilerini kapsamakta, yapı kütlesini tanımlamaktadır. LOD₃₀₀, yapı kütlesindeki hacimsel boşlukların tanımlanmasını kapsamaktadır. LOD₄₀₀, yapı kütlesindeki hacimsel boşlukların yapı elemanlarıyla tanımlanmasıyla mimari kurgunun yansıtılmasını içermektedir. LOD₅₀₀ ise, yapının mimari elemanlarının da gerçeği yansıtacak şekilde detaylandırılarak modelde yer almasını ifade etmektedir.

Proje alanının 1905 yılı İzmir Sigorta Haritası’na göre üç boyutlu modellemesinin yapılmasında kullanılacak olan verilerin kısıtlı olması sebebiyle model LOD₂₀₀ ve LOD₃₀₀ seviyesinde tamamlanabilmiştir. Bu model Şekil 4.35’te yer almaktadır.



Şekil 4.35 Proje alanının üç boyutlu model üzerinden gösterimi (1905 yılı)

Diğer dönemler için ise odak alanın belediyeden alınan dwg formatındaki halihazır ve düzenlenen haritası Revit dosyasına aktarılmış ve proje alanının tanımlanabilmesi için antik liman aksı olan Anafartalar Caddesi ve odak alanın yakın çevresi modellenmiştir. Bu çalışmada, odak alanda olup modelleme çalışması için hakkında yeterli veriye ulaşılamayan yapılar ve odak alan dışında kalan çevre yapılar yapı kütlesi bağlamında ifade edildiği için LOD₂₀₀ seviyesindedir (Şekil 4.36).

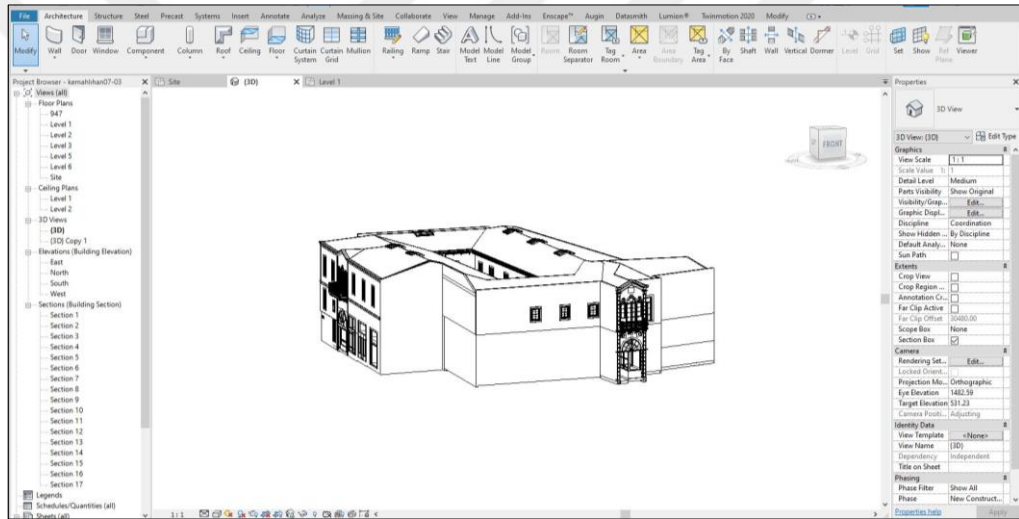


Şekil 4.36 Proje alanının üç boyutlu model üzerinden gösterimi (1990 yılı)

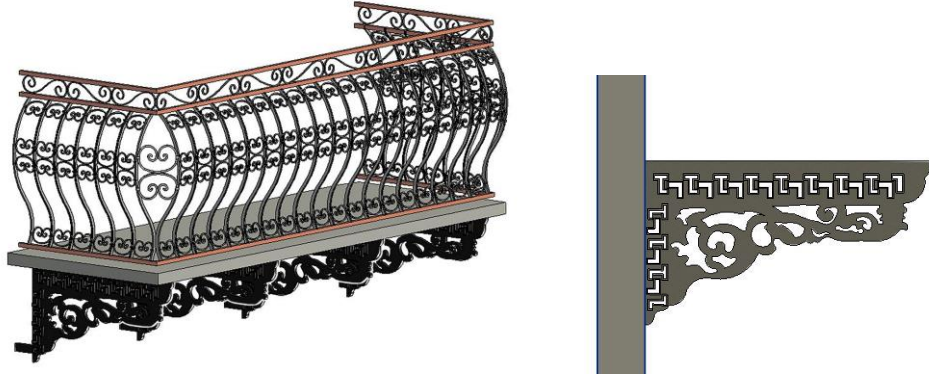
Ardından odak alanda, Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de belirtilen, üç boyutlu modelleme için yeterli plan, kesit, cephe ve fotoğraf verilerine ulaşılan yapılar üzerinde Revit programında ayrı ayrı çalışılmıştır. Revit programında yapılar gerçekçi malzeme detaylarına göre kaplanmamıştır. İlgili kaplamaların yanıltıcı olmaması için bu bölümde, yapıların üç boyutlu Revit modellerine *visual style: hidden line* modunda yer verilmiştir.

Odak alandaki yapılardan tescilli olan ve 238 ada 13 parselde yer alan Kemahlı Han’ın 1990 yılı rölöve projesine göre oluşturulan modelinin Revit programı

arayüzündeki görünümü Şekil 4.37’de yer almaktadır. Kemahlı Han’ın modeli, yapı kütleindeki dolu boş oranının yansıtılması, mimari kurgusunun işlenmesi ve mimari yapı elemanlarının detaylı bir şekilde ifade edilmesiyle LOD₅₀₀ seviyesindedir. Kemahlı Han’ın modellenmesinde rölöve planında olan bütün detayların yer almasına önem verilmiştir. Özellikle yapıya özgü olan ahşap ve demir korkuluk detayları, pencereler, kapılar gibi mimari elemanlar için modellemeler yapılmış ve *family* şeklinde ayrı ayrı kaydedilip modelin içine aktarılmıştır (Şekil 4.38). Söz konusu *family* dosyaları bu yapı için ayrı bir dijital dokümantasyon oluşturulmasını sağlamaktadır. Ayrıca cephe kabartmaları ve süslemeleri, silmeler, ahşap dantelalar, demir payandalar ve söve detaylarına dikkat edilmiştir.

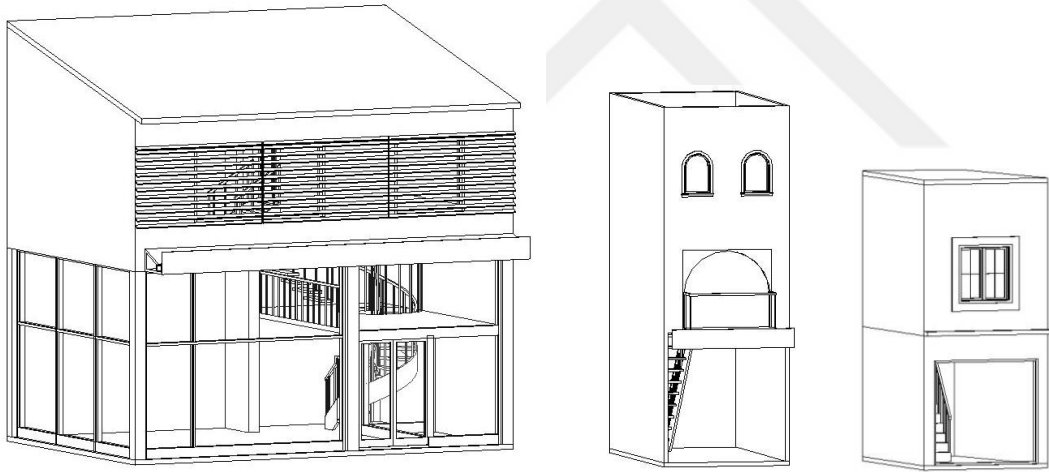


Şekil 4.37 Kemahlı Han’ın Revit’te modellenmesi



Şekil 4.38 Kemahlı Han'ın bazı ferforje yapı elemanlarının gerçeğe yakın modellenmesi

Şekil 4.39'da 238 adada tescilsiz olan 4 ve 7 parselde yer alan yapıların modellenmesinde sırasıyla 1961 yılı mimari projesi, 1987 yılı rölövesi dikkate alınmıştır. 16 parseldeki tescilli yapı ise 1961 yılı rölövesine göre modellenmiştir.



Şekil 4.39 Sırasıyla 238 ada 4, 7 ve 16 parseldeki yapıların Revit'teki üç boyutlu modeli

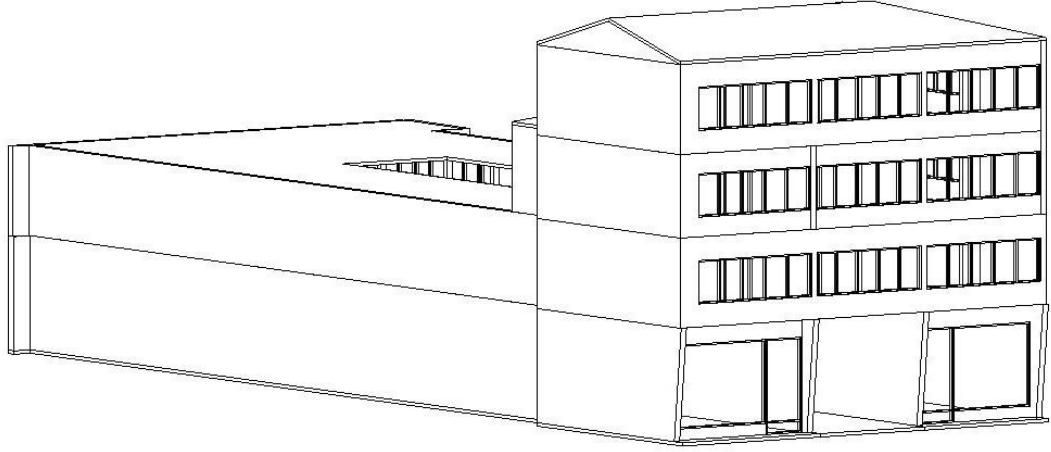
Yıkılan Rotsetti Han'ın yerine inşa edilen ve süreçte değişimler geçiren 238 ada 26 parselde bulunan tescilsiz yapı 1986'daki mimari projesine ve 27 parselde bulunan tescilsiz yapı ise 1990 yılı rölöve projesine göre modellenmiştir. Bu yapılar Şekil 4.40'ta yer almaktadır.



Şekil 4.40 Sırasıyla 238 ada 26 ve 27 parseldeki tescilsiz yapıların Revit'teki üç boyutlu modeli

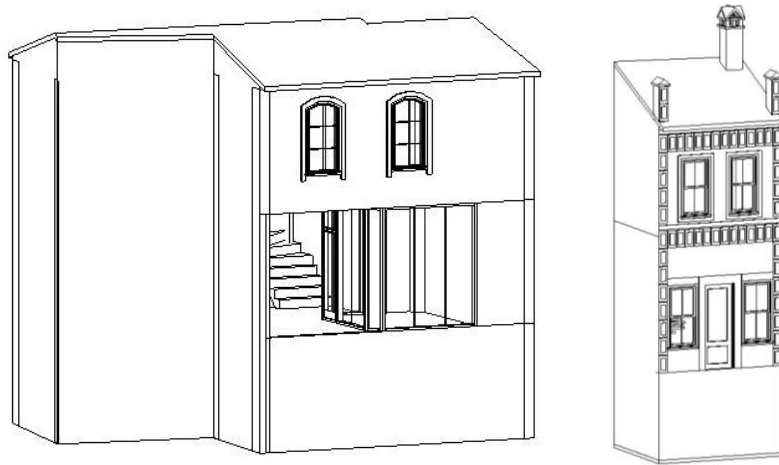
238 parselde yer alan, Şekil 4.38 ve 4.39'da yer alan yapılar, proje çizimlerindeki yapı detaylarının ve yapı malzeme bilgilerinin kısıtlı olması sebebiyle LOD₄₀₀ düzeyinde modellenmiştir.

239 ada 2 parselde bulunan ve yıkılan Batak Han'ın yerine yapılan tescilsiz bir yapı olan Zencirci Oğulları Pasajı 1981 yılı rölöve projesine göre LOD₄₀₀ düzeyinde modellenmiştir. Bu pasajın modeli Şekil 4.41'de gösterilmektedir.



Şekil 4.41 Zencirci Oğulları Pasajı'nın Revit'teki üç boyutlu modeli

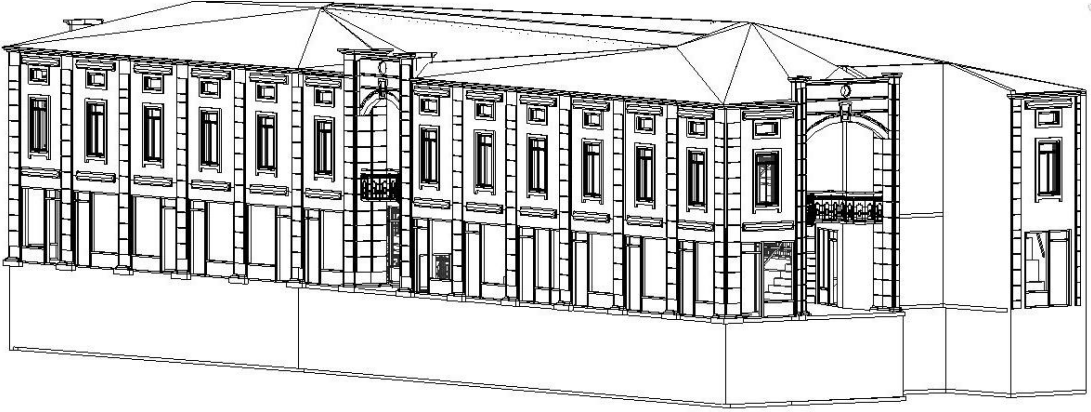
Bölüm 4.2.1.4'te Eşrefpaşa Han'ın kuzeybatı kısmının bulunduğu parselin süreçte geçirdiği değişimlerden 1962 yılı imar durumunda 5, 6, 7, 8 ve 9 parsellerden oluştuğu bilinmektedir. Bu parseller 1993 yılında 24 parsel olarak birleştirilmiştir. İlgili parsellerden 5, 6, 7 ve 9'daki yapıların 1991 yılındaki durumlarının üç boyutlu modelleri Şekil 4.42 ve Şekil 4.43'te yer almaktadır. Parseller birleştirildikten sonra inşa edilen yapının üç boyutlu modeli ise Şekil 4.44'tedir. Bu modellerinden 5, 7 ve 9 parsellerde yer alan yapıların detay seviyeleri modelde LOD₄₀₀; 6 ve 24 parseldeki yapıların ise LOD₅₀₀ ile ifade edilmiştir.



Şekil 4.42 239 ada 5 ve 6 parselde yer alan tescilsiz yapıların Revit'te yapılan üç boyutlu modeli



Şekil 4.43 239 ada 7 ve 9 parselde yer alan tescilsiz yapıların Revit'te yapılan üç boyutlu modeli



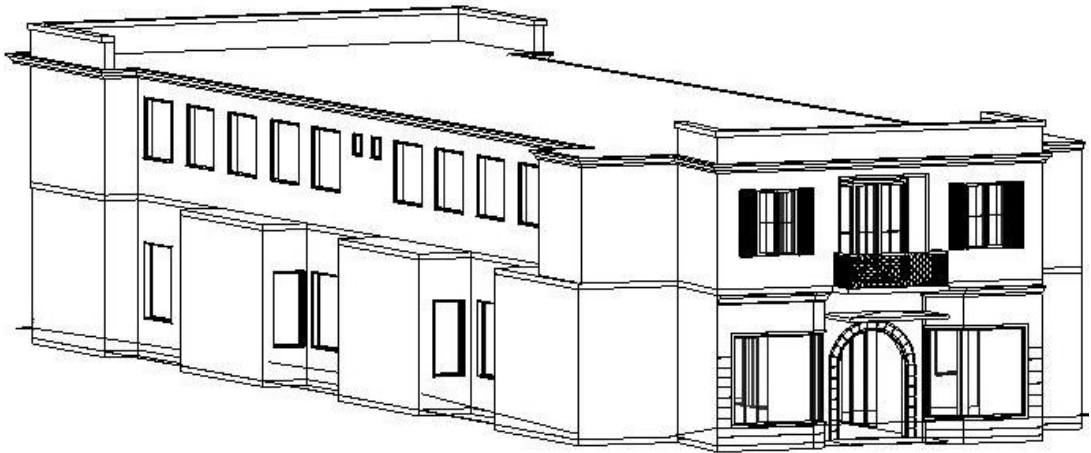
Şekil 4.44 239 ada 24 parselde yer alan tescilsiz yapının Revit'te yapılan üç boyutlu modeli

Şekil 4.45'teki 239 ada 10 parselde bulunan tescilsiz yapı 1997 yılı rölöve projesi, 22 parseldeki tescilsiz yapı ise 1993 yılı mimari projesine göre LOD₅₀₀ seviyesinde modellenmiştir.

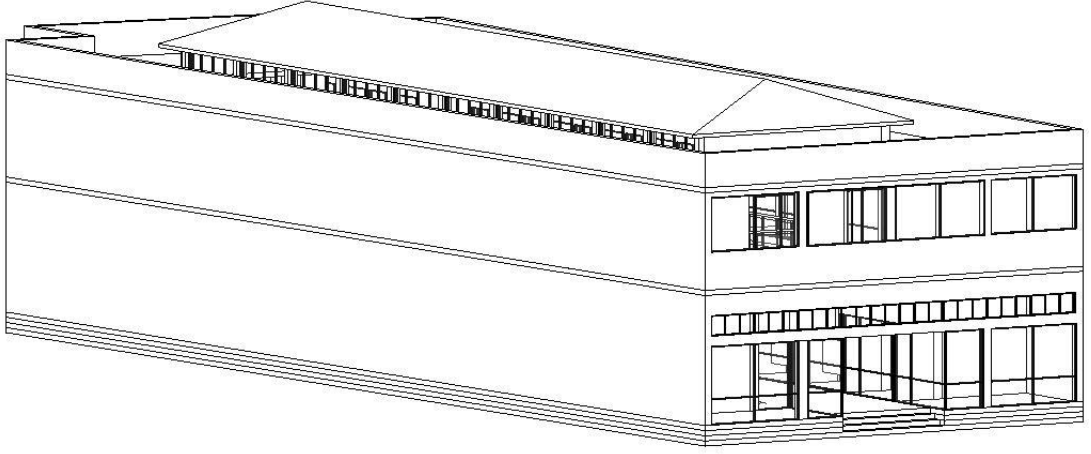


Şekil 4.45 239 ada 10 ve 22 parselde bulunan yapıların Revit'te üç boyutlu modeli

Bölüm 4.2.1.4'te anlatıldığı gibi yıkılan Eşrafpaşa Han'ın bulunduğu 239 ada 25 parselde, süreçte 1950 ve 1962 yıllarında yapılan iki farklı yapı yer almaktadır. Şekil 4.46'da Bay İbrahim Kardıçalı'ya ait yapının 1950 yılı mimari projesine göre canlandırılan LOD₄₀₀ seviyesindeki modeli yer almaktadır. Şekil 4.47'de ise Öktem Pasajı'nın 1962 yılı mimari projesine göre yapılan LOD₄₀₀ seviyesindeki modeli görülmektedir.

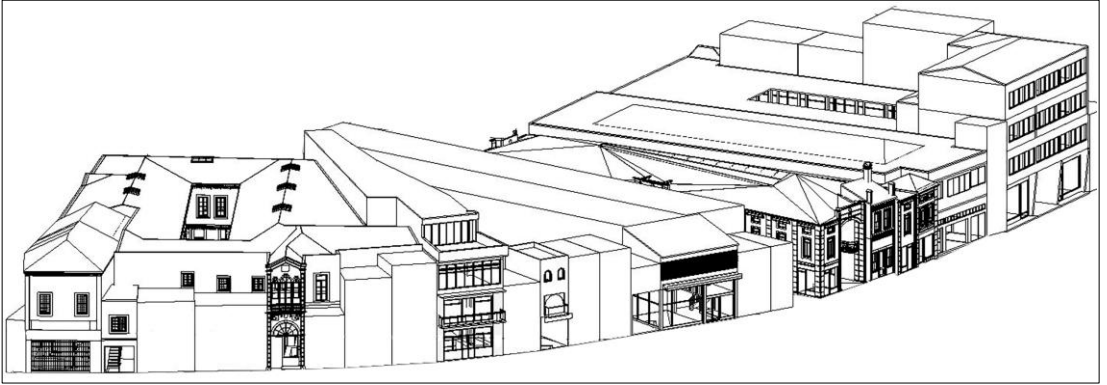


Şekil 4.46 239 ada 25 parselde bulunan yapının 1950 yılındaki durumunun Revit'te üç boyutlu modeli



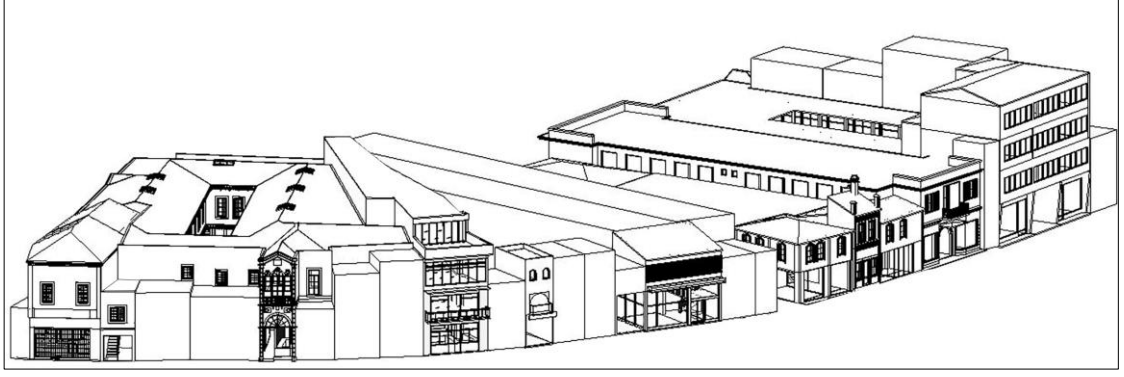
Şekil 4.47 239 ada 25 parselde bulunan yapının 1962 yılındaki durumunun Revit’te üç boyutlu modeli

Şekil 4.48’de ayrı ayrı üç boyutlu modelleri tamamlanan yapılar Revit dosyası içerisinde *insert-revit link* ile birleştirilmiştir. Odak alanın 1990’lı yıllarındaki yapı parsel ilişkisi üç boyutlu olarak canlandırılmıştır.



Şekil 4.48 Tamamlanan üç boyutlu modellerin birleştirilmiş durumu (1990 yılı)

Şekil 4.49’da Odak alanın 1950 yılındaki durumu görülmektedir. 230 ada 24 ve 25 parsellerdeki değişimler dikkat çekmektedir.



Şekil 4.49 1950 yılındaki duruma göre birleştirilen Revit modeli

Son olarak bu çalışma, proje alanının üç boyutlu modeli ile birleştirilmiş ve sunum çalışması için *Datasmith* eklentisi ile *Twinmotion*'a aktarılmıştır.

4.3 Sunum

Odak alanın sunumu kapsamında, Bölüm 3.2.1'de değinilen 2008 yılı Kültürel Miras Alanların Algılanması ve Sunumu Tüzüğü dikkate alınmıştır. Bu tüzükte yorumlama ve sunum kavramları şu şekilde ifade edilmektedir.

Yorumlama, halkın farkındalığını artırmayı ve kültürel miras alanı anlayışını geliştirmeyi amaçlayan tüm potansiyel faaliyetlerdir. Bu faaliyetler; elektronik yayınları, halka açık dersleri, yerinde ve doğrudan ilgili alan dışı kuruluşları, eğitim programlarını, topluluk faaliyetlerini ve devam eden araştırma, eğitim ve yorumlama sürecinin kendisinin değerlendirilmesini içerebilir (ICOMOS, 2008a).

Sunum, daha spesifik olarak, bir kültürel miras alanındaki yorumlayıcı bilginin, fiziksel erişimin ve yorumlayıcı altyapının düzenlenmesi yoluyla yorumlayıcı içeriğin dikkatlice planlanmış iletişimidir. Bilgi panoları, müze tipi gösterimler, resmi yürüyüş turları, konferanslar ve rehberli turlar ve multimedya uygulamaları ve web siteleri gibi unsurlar dahil ancak gerekli olmayan çeşitli teknik yollarla iletilebilir (ICOMOS, 2008).

Bu tüzük tarihi çevrede yerinde yapılacak sunumları kapsayacak şekilde düzenlenmiş ve “erişim ve anlama, bilgi kaynakları, bağlam ve çevre, özgünlük, sürdürülebilirlik, kapsayıcılık ve araştırma, eğitim ve değerlendirmenin önemi” şeklindeki ilkelere dayandırılmıştır (ICOMOS, 2008a). Ancak dayandığı ilkeler tüm zamanlara uyarlanabilecek şekilde zaman ötesi esnekliktedir. Bu çalışmada ise günümüzün gelişen teknolojisinin olanaklarıyla şekillenen sanal gerçeklik yöntemi ile tarihi çevrenin uzaktan sunumu ve yorumlanması yapılmış ve söz konusu geçerliliğini her zaman koruyan ilkeler göz önünde bulundurulmuştur.

Sunumda, gerçekçi bir görselleştirmenin sağlanması için, odak alanın üç boyutlu modelinin uygun doku ve malzemelerle kaplanmasına öncelik verilmiştir. Bu aşamada arşiv çalışmasından elde edilen veriler kullanılmıştır. Kaplama malzemelerinin doğru renk tonlarının elde edilmesinde, Photoshop Programı kullanılmıştır. Photoshop’a aktarılan yapıların renkli fotoğraflarından *damlalık aracı* ile renk kodları analiz edilmiştir. Elde edilen renk kodları Twinmotion’da kaplamaların renk tonları olarak girilmiştir. Malzeme bilgisine ulaşamayan yapılar krem rengi ile kaplanmıştır. Yapılarla ilişkili olarak çatı çeşidi ve kaplaması gibi ulaşamayan veriler modelde işlenmemiştir. Yapı bilgisine ulaşamayan ve süreçte cephelerinin çok değişime uğramadığı düşünülen tescilli yapılar ise Bölüm 4.2’de de belirtildiği gibi 2011 yılındaki durumunu yansıtan Yandex harita verileri kullanılarak cepheleri Autocad ile çizilmiş ve Photoshop ile gerçeğe uygun renk kodları girilerek Twinmotion’da kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır.

Ancak 1905 yılı için hazırlanan sanal gerçeklik sunumu, aynı yıla ait İzmir Sigorta Haritası’ndaki yapıların kat yükseklikleri, işlevleri ve malzeme bilgileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple yapılarda ahşap malzemenin kullanıldığı kısımlar Twinmotion’da hacimsel olarak krem, tuğla ve taşın kullanıldığı diğer kısımlar ise bej renginde kaplanmıştır. Modele dönemi ve odak alandaki yapıların işlevlerini yansıtacak karakterler ve tefriş elemanları eklenmiştir.

Twinmotion’da üç farklı dönemi yansıtan sanal gerçeklik sunumları için tamamlanan modeller Şekil. 4.50, Şekil. 4.51, Şekil 4.52, Şekil 4.53, Şekil 4.54 ve Şekil 4.55’te gösterilmektedir. Twinmotion’da yüksek kaliteli ve eş zamanlı görselleştirmeler yapılmıştır. Bu programda sanal gerçeklik moduna geçilerek odak alan gerçekçi bir şekilde gezilebilmektedir.



Şekil 4.50 Odak alanın Twinmotion’da oluşturulan sanal gerçeklikte kuş bakışı görünümü (1905 yılı)



Şekil 4.51 Kemeraltı Caddesi 238 ve 239 adanın sanal gerçeklikte görünümü (1905 yılı)



Şekil 4.52 Odak alanın 1990 yılı Twinmotion’da oluşturulan sanal gerçeklikte kuş bakışı görünümü



Şekil 4.53 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 238 adanın görünümü (1990 yılı)



Şekil 4.54 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 239 adanın görünümü (1990 yılı)



Şekil 4.55 Sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi 239 adanın görünümü (1950)

Odak alanın sanal gerçeklikte gerçekçi bir şekilde canlandırılmasının ardından, kullanıcıların tarihi çevre bilincinin ve algısının geliştirilmesi ve yorumlama altyapılarının oluşturulması için sanal ortama bilgi panoları eklenmiştir. Bu panoların bir kısmı, alandaki yapı ve parsellerin tarihsel süreciyle ilgili kısa bilgiler içerirken, kullanıcının geçmiş ile ilişki kurmasını sağlamaktadır. Söz konusu panolarda ilgili parsellerdeki tarihi yapıların ya da günümüze ulaşamayan tarihi yapıların mimarisi ve tarihçesi ile ilişkili bilgiler yer almaktadır. Ayrıca tarihsel süreçte değişen ada parsel ilişkileri ile ilgili açıklayıcı bilgiler bulunmaktadır (Şekil 4.56, ve Şekil 4.58). Süreçte bu parsellerde yer alan yapılara ve işlev değişikliklerine değinilmektedir. Diğer panolar ise günümüzde benzer açılardan çekilmiş fotoğrafları içermektedir. Böylece kullanıcıya odak alanın tarihsel süreçteki değişimini yorumlayabilme olanağı

sunulmuştur (Şekil 4.57 ve 4.59). Bu sunuma sesli anlatımlar ve videolar da aynı amaçlarla eklenilmekte olup, işitsel ve görsel etkileşimin artırıldığı bir sanal rehberlik geliştirilebilmektedir.



Şekil 4.56 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi



Şekil 4.57 Günümüzde, Rotsetti Han'ın konumlandığı parselde yer alan yapının sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi



Şekil 4.58 Günümüzde, Eşrefpaşa Han'ın konumlandığı parselde yer alan yapının sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi



Şekil 4.59 Günümüzde, Batak Han'ın konumlandığı parselde yer alan Zencirci Oğulları Çarşısı'nın sanal gerçeklikte Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesine bakış

Ayrıca çalışma alanının odak yapısı, geçmişten günümüze değişimler geçirerek ulaşan ve alandaki tarihsel sürekliliği somut olarak gerçekte yansıtan bir yapı olan

Kemahlı Han'dır. Kemahlı Han, bu özelliği sebebiyle alanda en çok verilerine ulaşılan yapıdır. Bu verilerin zenginliğiyle de sanal gerçeklik projesi diğer yapılara göre daha gelişmiş düzeyde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.60 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi girişinden avluya bakış



Şekil 4.61 Sırasıyla günümüzde Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan güney cephesi girişinden avluya bakış (kişisel arşiv) ve restorasyon öncesi avluya bakan cephe fotoğrafı (Eti Akyüz Levi arşivi)

Bölüm 4.2.1.1'de detaylı olarak açıklanmış olan Kemahlı Han'nın değişen mimari kurgusu, peyzaj elemanları ve sirkülasyonu sanal gerçeklikte daha kolay

anlaşılabilmektedir (Şekil 4.60 ve Şekil 4.61). Yapının geçmişteki durumunun üç boyutlu olarak canlandırılması, kullanıcının algısını artırmakta ve günümüzdeki şekliyle karşılaştırma yapmasını hızlandırmaktadır. Han yapısı geçmişteki bağlamıyla birlikte gerçekçi bir şekilde canlandırılması için doğal ve fiziksel çevresiyle birlikte ele alınmıştır. Restorasyon öncesinde avlunun karosiman kaplı olduğu görülmektedir. Aynı karosiman kaplama malzemesi bulunamamış ve eski resmi net olmadığı için üretilmemiştir. Bu sebeple sanal gerçeklikte benzer bir karo kaplama kullanılmıştır. Şekil 4.63'te yapının 1990 yılı öncesine ait fotoğraflarında görülen avlu kullanımı sanal gerçeklikle Şekil 4.60 ve Şekil 4.62'deki gibi yansıtılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4.62 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın, kuzey cephesi girişinden avluya bakış



Şekil 4.63 Günümüzde Kemahlı Han'ın, Anafartalar Caddesi'ne bakan kuzeybatı cephesi girişinden avluya bakış (kişisel arşiv) ve restorasyon öncesi birinci kattan avluya bakış (Eti Akyüz Levi arşivi)



Şekil 4.64 Sanal gerçeklikte Kemahlı Han'ın kuzeybatı yönünden görünümü

Kemahlı Han'ın restorasyon sonrası değişen mimari kurgusu cephesine yansımış ve cephe açıklıkları artmıştır. Kullanıcı sanal gerçeklikte gezerken, bilgi panolarındaki verilerle eş zamanlı olarak karşılaştırma yapabilmektedir. Bu durum tarihi çevre algısını artırdığı için, söz konusu değişim kullanıcı tarafından yorumlanabilecektir. Ayrıca sanal gerçeklik kullanıcısı için, yapının kuzey cephesinin, özgünlüğü korunmuş olan güney cephesiyle uyumlu olduğu anlaşılabilecektir (Şekil 4.64).

Odak alanın Twinmotion ile yüksek kaliteli ve eş zamanlı görselleştirme sunum hazırlıkları tamamlandıktan sonra Twinmotion Cloud'a aktarılmasıyla bu sanal gerçeklik çalışması internet üzerinden, uzaktan erişilebilir duruma gelmektedir. Kullanıcı bu sanal gerçekliğe tablet, telefon ya da bilgisayarlardan karekodı taratarak ya da ilgili linki açarak uzaktan erişim sağlayabilmektedir (Şekil 4.65, Şekil 4.66, ve Şekil 4.67). Uzaktan erişim aşamasında link ya da karekod açıldığında internet bağlantısının güçlü olması ve sanal gerçeklik açılana kadar yenilenmemesi önemli olmaktadır. Sanal gerçekliğe bağlanıldığında yürüme hızı, hava durumu, yürüme ya da uçuş modu, baş takibi için gerekli olan aktivasyonlar değiştirilebilmektedir. Ayrıca istekleri paralelinde sanal gerçeklik deneyimini artırmak için sanal gerçeklik gözlüğü ve denetleyiciler gibi sanal gerçeklik sistem araçlarından yararlanılabilmektedir.

Odak alanın 1905 yılı sanal gerçeklik sunumuna ilişkin link, https://twinmotion.unrealengine.com/presentation/_hq7g97bQYEmhx9H şeklindedir.



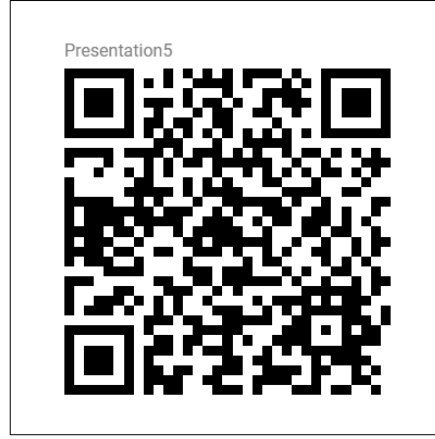
Şekil 4.65 Odak alanın 1905 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod

Odak alanın 1990 yılı sanal gerçeklik sunumuna ilişkin link, <https://twinmotion.unrealengine.com/presentation/L6uSgt3t86sKizCA> şeklindedir.



Şekil 4.66 Odak alanın 1990 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod

Odak alanın, 239 adada ada-parcel ve yapı bağlamında değişimlerin yaşandığı 1950 yılını kapsayan sanal gerçeklik sunumuyla ilgili link, https://twinmotion.unrealengine.com/presentation/n_qwrzTvAGvHiIny şeklindedir.



Şekil 4.67 Odak alanının 1950 yılı sanal gerçeklik sunumuna uzaktan erişim için kullanılacak karekod

BÖLÜM BEŞ

SONUÇ

Endüstri 4.0 ile birlikte dünyada ses getiren teknolojilerden biri olan sanal gerçeklik günümüzde çeşitli alanlarda ve tarihi çevrenin sunumunda etkisini göstermektedir. Teknolojiye dayanan altyapısının sürekli güncellenmesiyle daha etkili kullanımlara da olanak sunmaktadır.

Koruma alanındaki yasal düzenlemeler de çağdaş teknolojinin kullanımını destekler ve teşvik eder niteliktedir. Tarihi çevreleri koruma yöntemlerinden biri olarak sunum, toplumun tarihi çevreyi yorumlaması, algılaması ve benimsemesiyle, toplumun koruma bilincinin oluşturulmasına ve geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Bunun paralelinde tarihi çevrelerde modern araçlardan biri olan sanal gerçeklik hedef kitesine göre sanal rekonstrüksiyon, restitüsyon, restorasyon yapmak, tarihi yapı bilgilerinin dijital dokümantasyonunun yapılması, ciddi oyunlar kurgulanması ve sanal geziler oluşturulmasında kullanılmaktadır. Tüm bu kullanım yaklaşımlarının temelinde, tarihi yapı bilgilerinin amaçlar paralelinde somutlaştırılması, daha algılanabilir ve erişilebilir duruma getirilmesi hedeflenmektedir.

Tarihi çevrelerde sanal gerçeklik kullanımı kamu için geçmiş ve gelecek arasında bir köprü olan kültürel mirasımızın somut ve daha algılanır şekilde ifade edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca toplumun geçmişte var olan ve günümüze ulaşamayan tarihsel dokuyu deneyimlemesine olanak sunar. Tarihsel süreçte insanlar hatıra ve anı değeri olan nesneleri korumaya meyilli olmuştur. Söz konusu deneyim, geçmişin izini günümüzde canlandırmamızı sağlamaktadır. Bu açıdan tarihi çevrede sanal gerçeklik kullanımı, toplumun anı değeri taşıyan geçmişini çağrıştırarak, tarihiyle olan bağlarının güçlendirilmesi olanağı yaratır. Böylece toplumun koruma bilincinin geliştirilmesini desteklemektedir.

Tarihsel çevrenin sanal gerçeklik gibi modern tekniklerle toplum tarafından henüz alışılmadık şekillerde deneyimlenmesi ve bu deneyimin ilerleyen teknolojiyle her zaman yenilenerek sunulması fikri, deneyimi eşsiz kılarak toplumda tarihsel çevreyle

ilgili olarak sürekli merak ve ilgi uyandıracaktır. Bu da toplumun tarihsel çevre algısını artırarak koruma davranışının gelişmesine yardımcı olacaktır.

Bu çalışmada tarihi bir kentsel dokunun süreçteki değişiminin sanal gerçeklik ile somut ve çarpıcı bir şekilde açığa çıkarılması hedeflenmiştir. Çünkü tarihi çevreler için değişimin olumlu ya da olumsuz olması, sonraki koruma çalışmalarına da ışık tutmaktadır. Bununla ilişkili olarak odak alanda sanal gerçeklik çalışmasının oluşturulmasında, alanın geçmiş bir zaman dilimindeki sanal rekonstrüksiyonu gerçekleştirilirken, alandaki yapıların mimari projeleri dijitalleştirilmiş ve bu yapılarla ilişkili olarak tarihçe, mimari özellikleri, tarihsel süreçteki kullanım durumları gibi bilgiler sanal ortama dahil edilmiştir. Ayrıca yapının pencere, korkuluk, süsleme gibi detayları da *family* olarak modellenmiş olup, ileride bir HBIM kütüphanesi oluşturulmak istenirse eklenebilecektir.

Söz konusu çalışmada yapının sanal gerçeklikle canlandırılan belli bir dönemi ile bilgi panolarında yansıtılan günümüzdeki durumunun izleyici tarafından karşılaştırılması olanaklı olmaktadır. Bu durum kullanıcının tarihi çevre algısını artırırken, tarihi çevreyi yorumlama yeteneğini geliştirmektedir.

Sanal gerçeklikte yer alan söz konusu bilgi panoları, tarihsel çevrenin dönemsel olarak yapı parsel ilişkisi, parsel dolu boş oranı, işlev değişikliklerinin yapı kütlesi üzerindeki etkileri gibi analizlerin yapılmasını ve çıkarımlarda bulunulmasını kolaylaştırmaktadır.

Çalışmada sanal gerçeklik alanına yerleştirilen günümüz fotoğrafları, kullanıcıların karşılaştırma yaparak tarihi çevreyi yorumlama algısını nasıl artırıyorsa, gerçek tarihi çevreye yerleştiren karekodlarla sanal çevreye yerinde erişim sağlanmasıyla benzer ilişki tersine uygulanabilir. Böylece tarihi çevrede gezen insanlar telefon ya da tabletlerinden duvarlara asılan karekodları okutarak ortaya çıkan dijital pano ve resimlerden, tarihi çevre hakkında bilgi edinebilir. Ayrıca bu durum sanal gerçeklikte tarihsel çevre verilerine daha hızlı erişmeyi sağlamaktadır.

Sanal gerçeklik, üç boyutlu olarak algılanması kolaylaşan tarihsel çevre ile ilişkili olarak gözlemlenen değişimlerin ve koruma sorunlarının tartışılması için verimli bir ortam sunmaktadır.

Tarihi çevrenin sanal gerçeklikle sunumunun daha etkili olmasında ise Kültürel Miras Alanlarının Yorumlanması ve Sunumuna İlişkin ICOMOS Tüzüğü Yorumlama ve Sunum İlkeleri de göz önünde bulundurulmuştur.

Erişim ve anlama ilkesi: Bu çalışmada kullanıcılar söz konusu tarihsel çevreye uzaktan erişebileceklerdir. Bu durum ilgili sanal gerçeklik çalışmasının bulut aracılığıyla paylaşılmasıyla gerçekleşmektedir.

Bilgi kaynakları ilkesi: Bu çalışmada gerçekleştirilen sanal gerçeklik sunumu, odaklanılan tarihi alan ve alanda yer alan yapılar, arşiv araştırmalarından elde edilen projelerine ve fotoğraflarına dayanılarak, dijitalleştirilmiş, üç boyutlu olarak modellenmiş, tarihsel verilerle zenginleştirilmiş ve gerçeği yansıtacak biçimde görselleştirilmiştir. İlgili yapıların projelerinde yer almayan çatı ve strüktür gibi verileri kişisel olarak yorumlanmamıştır. Yapı malzeme bilgisine ulaşamayan yapılar yanıltıcı olmaması açısından krem renginde kaplanarak bırakılmıştır.

Bağlam ve ortam ilkesi: Çalışma alanındaki ticari han yapılarından günümüze ulaşan tescilli tek yapı olması nedeni ile belgelenen verilerine daha çok ulaşılan Kemahlı Han, çalışmanın odak yapısı konumundadır. Ancak tarihi çevrenin parçası olan ve bulunduğu ortamla birlikte şekillenip özgün bir değere sahip olan tarihi yapılar bağlamlarından ayrı düşünülemez. Bu sebeple Kemeraltı Camii ve Başdurak Camii arasında yer alan 1905 yılı İzmir Sigorta Haritası'na göre Kemahlı Han ve yakın çevresindeki Rotsetti Han, Bey Han, Eşrefpaşa Han ve Batak Han'dan oluşan diğer ticari han yapılarını içeren günümüzdeki 238 ve 239 adalar odak alan olarak belirlenmiştir. Odak alanda söz konusu tarihi yapıların bitişiğindeki yapılar da bağlamın bir parçası olduğu için dikkate alınmıştır. Yapı bilgilerine ulaşamayan yapılar LOD₂₀₀ seviyesinde modellenerek sanal gerçekliğe dahil edilmiştir. Bu durum tarihi çevrenin algılanabilir olması ve ifadesinin daha güçlü ifade edilmesi açısından

önemlidir. Ayrıca odak alanın tarihsel süreçte geçirdiği gabari ve parsel gibi değişimlerinin daha rahat okunabilmesini sağlamaktadır. Kemahlı Han'ın eski fotoğraflarından edinilen bilgiler doğrultusunda doğal çevresinin de canlandırılmasına önem verilmiştir. Somut olmayan kültürel miras bağlamı da dahil olmak üzere ulaşılan her yeni çevresel bilgiyle söz konusu oluşturulan sanal gerçeklik çalışması geliştirilebilir bir altyapıya sahiptir.

Özgünlük: Tarihsel çevrenin sanal gerçeklikle sunumu, tarihsel çevrenin özgün değerlerinin açığa çıkarılmasını hedeflerken kullanıcıların bu değerleri benimseyerek koruma bilincini geliştirmeyi ve eylemini gerçekleştirmeyi amaçlar. Sanal çevrede tarihsel çevrenin özgünlüğünün açığa çıkarılması ve fark edilir kılınması, toplumun fiziksel çevredeki tarihi çevreyi koruma hassasiyetini artıracaktır. Tarihi çevrenin özgünlük değerlerini keşfeden toplumun, kültürel mirasımızı benimserken aidiyetlik hissi güçlenecektir. Böylece içgüdüsel olarak tarihsel çevreyi özgün değerleriyle koruması gerektiğini fark edecektir.

Sürdürülebilirlik: Sanal gerçeklik çalışmasında odak alanın günümüzdeki fiziksel çevresine hiçbir şekilde müdahale edilmemektedir. Sanal gerçeklik içerisine yerleştirilen odak alanın tarihçesi, mimari ve çevresel özelliklerini aktaran, günümüzle karşılaştırma yapılmasını sağlayan ya da geçmişteki durumunu sergileyen fotoğraflardan oluşan panolar, yazılı notlar ve sesli rehberlikler ile kullanıcılar bilgilendirilmekte ve tarihi çevreyi yorumlama altyapıları geliştirilmektedir. Bu durum toplumun tarihi çevre farkındalığını artırarak yalnızca odak alanın değil, bütün tarihi çevrelerin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır.

Kapsayıcılık ilkesi: Bu çalışma multidisipliner bir katılımı ile gerçekleştirilip, zenginleştirilebilir ve farklı yaş grupları, kültürler, uzmanlık seviyesi gibi toplumun her kesiminden insana uygun olacak şekilde daha geniş kitlelere göre geliştirilip etkili duruma getirilebilir.

Araştırma, Eğitim ve Değerlendirmenin önemi ilkesi: Bu çalışmada odak çalışma alanı olarak belirlenen tarihi çevre ve sunumunda kullanılan sanal gerçeklik ile ilgili

olarak düzenli araştırmaların yapılması, yeni verilerin elde edilmesi, teknolojiadaki ilerlemelerle bu verilerin daha etkileşimli bir şekilde sunulmasına olanak sağlamaktadır. Bunun paralelinde sũrekli geliştirilen ve gũncellenen çalışma, tarihi çevrelerin keşfedilmemiş değerlerini ortaya çıkarırken kullanıcı deneyimini daha etkili duruma getirebilmektedir. Bu durum tarihsel çevrelerin öneminin daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca yenilenen sanal gerçeklik etkileşimiyle ve tarihi çevrenin açığa çıkarılan yeni değerleriyle gũncellenen sanal gerçeklik deneyimi heyecan uyandırmaktadır. Bu da tarihi çevrenin daha çok benimsenmesini sağlayabilir ve koruma davranışının gerçekleşmesini tetikleyebilir.

Sanal gerçekliğin tarihi çevrenin sunulmasında kullanılması geniş kitlelere ulaşmasını olanaklı duruma getirirken, toplumun tarihsel çevrelere uzaktan zamandan ve mekândan bağımsız bir şekilde hızlı erişmesini sağlamaktadır. Ayrıca dũřuk maliyetli, evre dostu, sũrdũrũlebilir korumayı teşvik eden ve her yeni somut- somut olmayan kũltũrel miras verisiyle gũncellenebilir. Disiplinler arası çalışmalarla daha etkileyici duruma gelebilecek, diğer bilimsel çalışmalara katkı sağlayabilecek bir teknolojidir.

Tarihi çevrenin korunması alanında sanal gerçeklik kullanımı, farklı amaç, kapsam ve hedef kitle ynũnden değiştirilebilir, geliştirilebilir ve gũncellenebilir olmasıyla esnek bir kullanım sunmaktadır. Bu bağlamda İzmir Kemeraltı Anafartalar Caddesi ũzerinde yer alan 238 ve 239 ada odak alanında sanal gerçeklik kullanımını irdeleyen bu çalışma, ardıl çalışmalar için yönlendirici, teşvik edici ve katkı sağlayıcı bir niteliktedir.

KAYNAKLAR

Aggarwal, R. ve Das, M. L. (2012). RFID security in the context of “internet of things.”. *SecurIT’12: Proceedings of the First International Conference on Security of Internet of Things*, 51-56. <https://doi.org/10.1145/2490428.2490435>

Ahunbay, Z. (2017). *Tarihi çevre koruma ve restorasyon*. 9. Baskı. YEM Yayın, İstanbul.

Ahunbay, Z. (2019). *Kültür mirasını koruma ilke ve teknikleri*. 1. Baskı. YEM Yayın, İstanbul.

Air Force Academy, (23 Aralık 2019). <https://www.airforcetimes.com/news/your-air-force/2019/10/08/academy-brings-vr-pilot-training-to-cadets/>

Akgöl, O. (2019). Spor endüstrisi ve dijitalleşme: Türkiye'deki espor yapılanması üzerine bir inceleme. *TRT Akademi*, 4(8), 206-224. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/772972>

Aktan, M., Uygun, M., Erbayat, C. K. ve Gezici, S. (2015). Avustralya Teknik İnceleme Raporu. https://www.researchgate.net/publication/304571780_AVUSTRALYA_KOMUR_MADENLERI_VE_ARGE_KURULUSLARINA_YAPILAN_INCELEMELER_LE_ILGILI_TEKNIK_RAPOR

Aktepe, M. (1971). İzmir hanları ve çarşıları hakkında ön bilgi. *Tarih Dergisi*, 25, 105-154.

Akurgal, E. (1983). *Eski İzmir, yerleşme katları ve Athena Tapınağı*. Türk Tarih Kurumu yayınları: V. dizi, Ankara.

Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: sanayi 4.0. *Journal Of Life Economics*, 3(2), 19-30.

Alqahtani, A. S., Daghestani, L. F., ve Ibrahim, L. F. (2017). Environments and system types of virtual reality technology in STEM: A survey. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 8(6). <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080610>

Aksoy, S. (2017). Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş. *SAV Katkı*, 4, 34-44. <http://www.katki.org/wp-content/uploads/2020/02/SAVKatki4.pdf>

Almeida, F. ve Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136. <https://doi.org/10.30935/cet.554469>

Ando, S. ve Katayose, H. (2018). UPP (Unreal Prank Painter): graffiti system focusing on entertainment of mischievous play. *International Conference on Advances in Computer Entertainment*, 626-636. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76270-8_44

Anthes, C., García-Hernández, R. J., Wiedemann, M., ve Kranzlmüller, D. (2016). State of the art of virtual reality technology. *2016 IEEE aerospace conference*, 1-19. <https://doi.org/10.1109/AERO.2016.7500674>

Apaydın Özkan, H. (2016). A smart building as a cyber pyhsical system. *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers*, 4, 200-204. <https://doi.org/10.18100/ijamec.270297>

Arches, (26 Aralık 2020). <https://www.archesproject.org/>

Arıkan Z. (1992). Akdeniz’de bir liman: 15. 16. Yüzyıllarda İzmir. *Üç İzmir*, 59-70. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.

Arıkan, Z. (1997). İzmir ve Kemeraltı. *Tarih Enstitüsü Dergisi: Münir Aktepe’ye Armağan*, 15, 29-48.

ArkaeVision, (02 Nisan 2021). <https://www.arkaevision.com/landing/index.html>.

Arockia Panimalar, S., Varnekha Shree, S. ve Veneshia Kathrine, A. (2017). The 17 V’s of big data. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(9), 329-333.

ASELSAN, (14 Ağustos 2020). <https://www.aselsan.com.tr/tr/cozumlerimiz/insansiz-sistemler/insansiz-araclar/kaplan-bomba-imha-robotu>

Ashton, K. (2009). That “Internet of Things” Thing. *RFiD Journal*, 22, 97-114.

ASM’de Industrie 4.0, (22 Nisan 2020). <https://www.kuka.com/tr/tr/bran%C5%9Flar/%C3%A7%C3%B6z%C3%BCmveribankas%C4%B1/2016/12/asm-assembly-systems>

Aslan, Ş. ve Güzel, Ş. (2019). Endüstri 4.0 gelişim süreci ve sağlıkta dijital dönüşüm. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD)*, 650-659. <https://doi.org/10.21733/ibadjournal.584464>

Atay, Ç. (1978). *Tarih içinde İzmir*. Yaşar Eğitim ve Kültür Vakfı Yayınları, İzmir.

Atay, Ç. (1998). *Osmanlı’dan Cumhuriyet’e İzmir planları*. Yaşar Eğitim ve Kültür Vakfı Yayınları, İzmir.

Atay, Ç. (2003). *Kapanan Kapılar (İzmir Hanları)*. İzmir Büyükşehir Belediyesi Kültür Yayını, İzmir.

- Bamodu, O. ve Ye, X. M. (2013). VR and VR system components. *Advanced Materials Research*, 765, 1169-1172.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.765-767.1169>
- Baran, T. A. (2003). *Bir kentin yeniden yapılanması, İzmir 1923-1938*. Arma Yayınları, İstanbul.
- Barontini, A., Masciotta, M. C., Ramos, L. F., Amado-Mendes, P. ve Lourenço, P. B. (2017). An overview on nature-inspired optimization algorithms for structural health monitoring of historical buildings. *Procedia Engineering*, 199, 3320-3325.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.09.439>
- Baykara, T. (1974). *İzmir şehri ve tarihi (No. 2)*. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Baykara, T. (1992). Kemeraltı, binlerce yılın hatırası. *Ege Mimarlık*, 92(1), 26.
- Bayraktar, E. ve Kaleli, F. (2007). Sanal gerçeklik ve uygulama alanları. *Akademik Bilişim*, 1(6).
- BBC, (02 Nisan 2021). <https://www.bbc.com/news/world-asia-56337042>
- Beyer, M. A. ve Laney, D. (2012). *The importance of 'big data': a definition*. Gartner, Stamford.
- Beyru, R. (1992). 20. Yüzyılın başlarında Kemeraltı, *Ege Mimarlık Dergisi*, 92/1, 4.
- Beyru, R. (2000). 19. yüzyılda İzmir'de Yaşam. Literatür Yayınları, İstanbul.
- Beyru, R. (2011). 19. yüzyılda İzmir kenti. Literatür Yayınları, İstanbul.

- Bienvenido-Huertas, D., Nieto-Julián, J. E., Moyano, J. J., Macías-Bernal, J. M. ve Castro, J. (2019). Implementing artificial intelligence in H-BIM using the J48 algorithm to manage historic buildings. *International Journal of Architectural Heritage*, 14(8), 1-15. <https://doi.org/10.1080/15583058.2019.1589602>
- Bilsel, F. C. (2003). Le Corbusier ve İzmir geleceğin kenti üzerine tematik bir proje. *Sanat Dünyamız Kültür ve Sanat Dergisi*, 87, 151-165.
- Bilsel, F. C. (2009). İzmir'de Cumhuriyet dönemi kent planlaması (1923-1965): 20. yüzyıl kentsel mirası ve kamusal mekânlar, *Ege Mimarlık*, 19(71), 12-17.
- Bülbül, A., İsmail, S. H. ve Çetin, R. (2017). Halep minarelerinin rekonstrüksiyonu için alternatif yaklaşım. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 165-174.
- Bogue, R. (2014). The role of artificial intelligence in robotics. *Industrial Robot: An International Journal*, 41(2), 119-123. <https://doi.org/10.1108/IR-01-2014-0300>
- Bozzelli, G., Raia, A., Ricciardi, S., Nino, M.D., Barile, N., Perrella, M., Tramontano, M., Pagano, A., & Palombini, A. (2019). An integrated VR/AR framework for user-centric interactive experience of cultural heritage: The ArkaeVision project. *Digit. Appl. Archaeol. Cult. Heritage*, 15, 00124.
- Brooks, F. P. (1999). What's real about virtual reality? *IEEE Computer graphics and applications*, 19(6), 16-27. <https://doi.org/10.1109/38.799723>
- Büyükgöze, S. (2019). Sağlık 4.0'da giyilebilir teknolojilerden sağlık alanındaki sensör yamalar üzerine bir inceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 17, 1239-1247. <https://doi.org/10.31590/ejosat.658020>
- Büyükgöze, S. ve Dereli, E. (2019). Dijital sağlık uygulamalarında yapay zekâ, VI. *Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık*, 7-10.

https://www.researchgate.net/profile/Selma-Buyukgoze/publication/339091309_Dijital_Saglik_Uygulamalarinda_Yapay_Zeka/links/5e3d4bad458515072d868263/Dijital-Saglik-Uygulamalarinda-Yapay-Zeka.pdf

Calp, M. H., Bahcekapili, E. ve Berigel, M. (2018). Endüstri 4.0 kapsamında akıllı fabrikaların incelenmesi. *5th International Management Information Systems Conference*, 116-120.

Canpolat, E. (1953). *İzmir: Kuruluşundan bugüne kadar*. Pulhan Matbaası, İstanbul.

Cardboard, (25 Ekim 2020). https://arvr.google.com/intl/tr_tr/cardboard/get-cardboard/

Castellano-Román, M. ve Pinto-Puerto, F. (2019). Dimensions and levels of knowledge in heritage building information modelling, HBIM: The model of the Charterhouse of Jerez (Cádiz, Spain), *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 14, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.daach.2019.e00110>

Chen, M., Mao, S. ve Liu, Y. (2014). Big data: a survey. *Mobile networks and applications*, 19(2), 171-209.

Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., ve Yin, B. (2017). Smart factory of industry 4.0: Key technologies, application case, and challenges. *IEEE Access*, 6, 6505-6519. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2783682>

Christou, C. (2010). Virtual Reality in Education. In A. Tzanavari ve N. Tsapatsoulis, (Ed.), *Affective, interactive and cognitive methods for e-learning design: creating an optimal education experience* (228-243), IGI Global.

Classvr, (11 Aralık 2019). <https://www.classvr.com/school-curriculum-content-subjects/virtual-reality-resources/>

Coates, G. (1993). Virtual reality. *TheatreForum*, 3(4), 80.

Cobots in the industry, (22 Nisan 2020). <https://www.kuka.com/tr-tr/future-production/industrie-4-0/industrie-4-0-cobots-in-industry0>

Cook, J. M. (1958). *Old Smyrna, 1948-1951 (vol.53-54)*. British School at Athens, Atina.

Coşkun, C. (2017). Bir sergileme yöntemi olarak artırılmış gerçeklik. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 20, 61-75.

Craig, A. B., Sherman, W. R. ve Will, J. D. (2009). *Developing virtual reality applications: foundations of effective design*. Morgan Kaufmann, ABD.

Craig, A. B. (2013). *Augmented reality concepts. Understanding augmented reality: Concepts and applications*, 39-67. Morgan Kaufmann, ABD.

CYARK, (26 Aralık 2020). <https://cyark.org/>

CWRU, (27 Aralık 2019). <https://case.edu/hololens/>

Çakar, A. (1986). *İzmir Hanları, tarihsel ve mimari etüd koruma ve geliştirme önerileri* [Yüksek Lisans Tezi]. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çaktı, E., Saygılı, Ö., Görk, S., Zengin, E, Oliveira, C. S. ve Lemos, J. V. (2013). Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii minaresinin deprem davranışı. *Vakıf Restorasyon Yıllığı*, 6, 33-40.

Çarkacıoğlu, A. (2016), Kripto Para Bitcoin. *Sermaye Piyasası Kurulu Araştırma Raporu*, 14 Ağustos 2020, <https://www.spk.gov.tr/SiteApps/Yayin/YayinGoster/1130>

Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve simülasyon. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 9-26.

Davies, A., Fidler, D. ve Gorbis. D. (2011). *Future work skills 2020*. Palo Alto, CA: Institute for the Future for University of Phoenix Research Institute.

Davutoğlu, N. A., Akgül, B. ve Yıldız E. (2017). İşletme yönetiminde sanayi 4.0 kavramı ile farkındalık oluşturarak etkin bir şekilde değişimi sağlamak. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5(52), 544-567.

Derin, Z., (2010). *İzmir'in Tarih Öncesi Dönemi ve Yeşilova Höyüğü*. Dr. Eren Akçiçek'e Armağan Kitabı (Hazırlayan: Gökser Gökçay), 57-71, İzmir.

Digital Media Lab, (29 Aralık 2019). *Bolgar XIV Stages (January 2016 Trailer)* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LGfsxtDT2Bc>

Dijital-Kağıtsız Hastane Nedir?, (18 Mayıs 2020). <https://dijitalhastane.saglik.gov.tr/TR,5007/dijital-kagitsiz-hastane-nedir.html>

Dombrowsi, U. ve Wagner, T. (2014). Mental strain as field of action in the 4th industrial revolution. *Variety Management in Manufacturing. Proceedia CIRP*, 17, 100-105.

Donžon kule, (02 Nisan 2021). <https://krusevacgrad.rs/prozor-u-proslost-donzon-kule/>

EBSO (Ege Bölgesi Sanayi Odası), (2015). *Sanayi 4.0*. http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi-40_88510761.pdf

EMRAM nedir?, (18 Mayıs 2020). <https://dijitalhastane.saglik.gov.tr/TR,4859/emram-nedir.html>

Erder, C. (2018). *Tarihi çevre algısı*. YEM Yayın, İstanbul.

Ersen, A. (2013). Taş korumada son 20 yıldaki gelişmeler ve yenilikler. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 10, 3-19.

Ersoy, B. (1991). *İzmir hanları*. Atatürk Kültür Merkezi Yayınları, Ankara.

Esports, (2 Temmuz 2020). <https://ie-sf.org/esports>

Evliya Çelebi (1935). *Evliya Çelebi Seyahatnamesi: Anadolu, Suriye, Hicaz (1611-1612)*, Devlet Matbaası, İstanbul.

Faludi, B., Zoller, E. I., Gerig, N., Zam, A., Rauter, G. ve Cattin, P. C. (2019). Direct visual and haptic volume rendering of medical data sets for an immersive exploration in virtual reality. *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, 29-37. Springer, Cham.

Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A. ve Kamal, T. (2015). A Review on Internet of Things (IoT). *International Journal of Computer Applications*, 113(1), 1–7.

Fealreal, (25 Ekim 2020). <https://www.indiegogo.com/projects/feelreal-the-world-s-first-multisensory-vr-mask--2#/>

Firican, G. (2017, 8 Şubat). The 10 Vs of Big Data. 27 Mart 2020, <https://tdwi.org/articles/2017/02/08/10-vs-of-big-data.aspx>

Fisk P, (2017). *Education 4.0 ... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life*. 15 Temmuz 2020, <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/>

Foley, J. D. (1987). Interfaces for advanced computing. *Scientific American*, 257(4), 126-135.

Frayn, M. (1968). *A very private life*. William Collins, Glasgow.

Gabaçlı, N. ve Uzunöz, M. (2017). IV. Sanayi Devrimi: Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. *3rd International Congress on Political, Economic and Social Studies (ICPESS)*, 149-174.

Gabellone, F. (2015). Integrated technologies for museum communication and interactive apps in the PON DiCet Project. *International Conference on Augmented and Virtual Reality*, 3-16. Springer, Cham.

Gandomi, A. ve Haider, M. (2015). Beyond the hype: big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 35(2), 137-144.

Gantz, J. ve Reinsel D. (2011). Extracting value from chaos. *IDC iView*, 1–12.

Gil'anyi, A., Bujdos'o, G. ve B'alint, M. (2017). Virtual reconstruction of a medieval church. *8th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)*, 283-287.

Gutierrez, M., Vexo, F. ve Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. Springer Science & Business Media, London.

Goad, C. E. (1905). *Plan d'assurance de Smyrne (Smyrna): Turquie: plan, index* [Map]. 3 Ağustos 2022, <https://curiosity.lib.harvard.edu/scanned-maps/catalog/44-990093754910203941>

Goel, R. ve Gupta, P. (2020). Robotics and Industry 4.0. In A. Nayyar ve A. Kumar (Ed.), *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development* (157-169). Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development). Springer, Cham.

- GPS World StaffEst, (2017). *Esri CityEngine 2017 designed for efficient urban planning*. 29 Aralık 2019, <https://www.gpsworld.com/esri-cityengine-2017-designed-for-efficient-urban-planning/>
- Grodzki, J., Ortelt, T. R. ve Tekkaya, A. E. (2018). Remote and virtual labs for engineering education 4.0. *Procedia Manufacturing*, 26, 1349–1360.
- Gunal, M. M. (2019). Simulation and the Fourth Industrial Revolution. *Simulation for Industry 4.0*, 1–17. Springer, Cham.
- Günay, D. (2002). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Hado, (07 Temmuz 2020). <https://hado-official.com/en/#arena>
- Hamdaqa, M. ve Tahvildari, L. (2012). Cloud computing uncovered: a research landscape. In A. Hurson ve A. Memon (Ed.), *Advances in Computers*, 86, (41–85). Elsevier.
- Harkins, A. M. (2008). Leap frog principles and practices: core components of Education 3.0 and 4.0. *Futures Research Quarterly draft VIII*, 1-15.
- Hasol, D. (2017). *20. yüzyıl Türkiye mimarlığı*. YEM Yayın, İstanbul.
- HIMSS, (18 Mayıs 2020). <https://himsseurasia.com/himss-hakkinda/>
- Horvath, J. (2014). A Brief History of 3D Printing. In *Mastering 3D Printing*, (3-10). Apress, Berkeley, Kaliforniya. https://doi.org/doi:10.1007/978-1-4842-0025-4_1
- Hu, H., Wen, Y., Chua, T. S. ve Li, X. (2014). Toward scalable systems for big data analytics: A technology tutorial. *IEEE access*, 2, 652-687.

Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 made simple: ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies (IJELS)*, 6(3), 92-98.

HVS Image, (27 Aralık 2019). http://hvsimage.com/virtual-reality/?gclid=CjwKCAjwoc_8BRAcEiwAzJevtcsXN7REkKYMcwTB2d4Pnnt3UoeM89ZbciCvicBtRLVGU7-OcYSp7xoC7zIQAvD_BwE

ICOMOS, (1931). *Carta Del Restauero*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0660878001536681682.pdf

ICOMOS, (1964). *Venedik Tüzüğü*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0243603001536681730.pdf

ICOMOS, (1975). *Amsterdam Bildirgesi*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0458320001536681780.pdf

ICOMOS, (1982). *Quebec Kültür Mirasının Korunmasına Yönelik Tüzük*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0278064001542192555.pdf

ICOMOS, (1987). *Tarihi Kentlerin ve Kentsel Alanların Korunması Tüzüğü (Washington Tüzüğü)*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0627604001536681570.pdf

ICOMOS, (1990). *Arkeolojik Mirasın Korunması ve Yönetimi Tüzüğü*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0574229001536913919.pdf

ICOMOS, (1994). *Nara Özgünlük Belgesi*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0756646001536913861.pdf

ICOMOS, (1996). *Sualtı Kültür Mirasının Korunması ve Yönetimi Tüzüğü*. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0882066001536913778.pdf

ICOMOS, (1999a). *Ahşap Tarihi Yapıların Korunması için İlkeler*. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0596659001587378959.pdf

ICOMOS, (1999b). *Geleneksel Mimari Miras Tüzüğü*. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0464062001536913566.pdf

ICOMOS, (1999c). *Uluslararası Kültürel Turizm Tüzüğü: Kültürel Miras Değerine*

Sahip Alanlarda Turizmin Yönetimi. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0300983001536913522.pdf

ICOMOS, (2003a). *Mimari Mirasın Analizi, Korunması ve Strüktürel Restorasyonu*

için İlkeler. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0033791001536913477.pdf

ICOMOS, (2003b). *Miras Koruma için Endonezya Kartası (Indonesia Charter For*

Heritage Conservation). 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0313350001587381111.pdf

ICOMOS, (2008). *Québec Deklarasyonu (Québec Declaration On The Preservation*

Of The Spirit Of Place). 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0931825001587380615.pdf

ICOMOS, (2008a). *The ICOMOS Charter for The Interpretation and Presentation of*

Cultural Heritage Sites. 20 Ocak 2021,

http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0066198001536912401.pdf

ICOMOS, (2010). *Kültürel Miras Afet Risk Yönetimi Lima Deklarasyonu (Lima Declaration For Disaster Risk Management Of Cultural Heritage)*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0621998001587380717.pdf

ICOMOS, (2011a). *Paris Deklarasyonu*. 20. Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0294537001587380802.pdf

ICOMOS, (2011b). *Tarihi Kent ve Kentsel Alanların Korunması ve Yönetimi için Valetta İlkeleri*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0592931001536912260.pdf

ICOMOS, (1981/2013). *Burra Kartası (The Burra Charter)*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0795934001587381516.pdf

ICOMOS, (2013). *ICOMOS Türkiye Mimari Miras Koruma Bildirgesi*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0784192001542192602.pdf

ICOMOS, (2014). *İnsani Değer Olarak Miras ve Peyzaj Hakkında Floransa Bildirgesi*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0034808001536912096.pdf

ICOMOS, (2017a). *Miras ve Demokrasi Üzerine Delhi Deklarasyonu (Delhi Declaration on Heritage and Democracy)*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_en0487125001587380902.pdf

ICOMOS, (2017b). *Ahşap Mimari Mirasın Korunması için İlkeler*. 20 Ocak 2021, http://www.icomos.org.tr/Dosyalar/ICOMOSTR_tr0633313001536913605.pdf

IKEA ve Apple'dan Ortak AR Projesi, (29 Aralık 2019). <https://www.webtekno.com/ikea-ve-apple-arttirilmis-gerceklik-teknolojisinde-guclerini-birlestiriyor-h30408.html>

Interactive experiments with atoms and molecules, (11 Aralık 2019).
<https://melscience.com/vr/>

Ismail, R. M., Muthukumaraswamy, S. ve Sasikala, A. (2020). Military support and rescue robot. *2020 4th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 156-162.

Kagermann, H., Wahlster, W. ve Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. *Acatech National Academy of Science and Engineering*. Germany.

Kalender, M., Bozkurt, Y., Ersoy, S. ve Selman, S. (2020). Product development by additive manufacturing and 3d printer technology in aerospace industry, *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 13(1), 129-138.

Kamarul Bahrin, M. A., Othman, M. F., Nor Azli, N. H. ve Talib, M. F. (2016). Industry 4.0: A Review on industrial automation and robotic. *Jurnal Teknologi*, 78(6-13), 137-143.

Karabağ, N. E. (2017). Dijital teknolojilere adapte olan bir antik kent: Bergama. *Mimarlık*, 398, 60-66.

Karabörk H., Karasaka L. ve Yıldız E. (2015). Tarihi ve kültürel varlıkların belgelenmesinde disiplinlerarası çalışmanın önemi. 5. *Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu*, 2127567.

Karadallı, Ş. G. ve Akyüz Levi, E. (2022). Tarihi çevrenin korunmasında sanal gerçeklik kullanımı: İzmir Kemahlı Han Örneği. 4. *International Ankara Multidisciplinary Studies Congress Full Texts Book*, 916-938.

Karataş, N. (2001). Geçmişten bugüne Kemeraltı. *İzmir Kent Kültürü Dergisi*, 4, 152-161.

KAT VR, (25 Ekim 2020). <https://www.kat-vr.com/products/kat-walk-premium-vr-treadmill#kat-contact>

Kaya, U., Yılmaz, A. ve Dikmen, Y. (2019). Sağlık alanında kullanılan derin öğrenme yöntemleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 16, 792-808.

Kengla, C., Lee, S. J., Yoo, J. J. ve Atala, A. (2020). 3-D bioprinting technologies for tissue engineering applications. In R. Narayan (Ed.), *Rapid Prototyping of Biomaterials (Second Edition)* (269–288). Woodhead Publishing, ABD.

Khalil, A., Wang, X. ve Celik, K. (2020). 3D printable magnesium oxide concrete: towards sustainable modern architecture. *Additive Manufacturing*, 33, 101145.

Khan, M. A., Uddin, M. F. ve Gupta, N. (2014). Seven V's of Big Data understanding Big Data to extract value. *Conference of the American Society for Engineering Education* (1-5). Bridgeport, CT, USA.

Kıray, M. B. (1998). *Örgütlemeyen kent; İzmir*. Bağlam Yayıncılık, İstanbul.

Kingspray Graffiti, (29 Aralık 2019). <http://infectiousape.com/>

Kocadağ, M. (2017). Elektronik spor kariyeri ve eğitim. *Doğu Anadolu Sosyal Bilimlerde Eğilimler Dergisi*, 1(2), 49-63.

Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyonu (2002). Koruma amaçlı imar planı revizyonu raporu. Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Haziran, İzmir.

Kurbanoğlu, S. (1996). *Sanal gerçeklik: gerçek mi, değil mi?*. Türk Kütüphaneciliği 10(1), 21-31.

Laser Solution, (04 Ağustos 2020).

<https://www.raytheonintelligenceandspace.com/capabilities/products/lasers>

Laurel, B. (2016). *What is virtual reality?*.

<https://www.researchgate.net/profile/Brenda-Laurel>

2/publication/301891235_What_Is_Virtual_Reality/links/572b691608ae2efbfdbd635/What-Is-Virtual-Reality.pdf

Lavingia K. ve Tanwar S. (2020) Augmented reality and industry 4.0. In A. Nayyar ve A. Kumar (Ed.) *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)* (143-155). Springer, Cham.

League of Legends Türkiye Büyük Finali 2018, (7 Temmuz 2020).
<http://tesfed.gov.tr/FotografGalerisi/89419/league-of-legends-turkiye-buyuk-finali-2018.aspx>

Ledermann, F. ve Schmalstieg, D. (2003). Presenting an archaeological site in the virtual showcase. In D. Arnold, A. Chalmers ve F. Niccolucci (Ed.), *4th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage* (1-8).

Lee, E. (2015). The past, present and future of cyber-physical systems: a focus on models. *Sensors*, 15(3), 4837–4869.

Lee, J. (2015). Smart factory systems. *Informatik Spektrum*, 38, 230–235.

Lele, A. (2013). Virtual reality and its military utility. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 4(1), 17-26.

- Logothetis, S., Delinasiou, A. ve Stylianidis, E. (2015). Building information modelling for cultural heritage: a review. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. II-5/W3, 177-183.
- López, F. J., Lerones, P. M., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J. ve Zalama, E. (2018). A review of heritage building information modeling (H-BIM). *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21.
- Luciani, A. (2007). Virtual reality and virtual environment. Enaction and enactive interfaces: a handbook of terms, *Enactive Systems Book*, 299-300.
- Ma, J., Choi, J. S. (2007). The Virtuality and Reality of Augmented Reality, *Journal of Multimedia*, 2, 32-37.
- Mac, A. (26 Aralık 2020). <https://www.ilsole24ore.com/art/rivivere-passato-l-archeologia-virtuale-AEgB2FfG>
- Madakam, S., Ramaswamy, R. ve Tripathi, S. (2015). Internet of Things (IoT): A Literature Review. *Journal of Computer and Communications*, 3, 164-173. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Mandal, S. (2013). Brief introduction of virtual reality & its challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), 304-309.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. ve Hung Byers, A. (2011). *Big data: the next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute.
- Maunder, J. (25 Ekim 2020). *Omniverse ESPORTS*. <https://www.virtuix.com/virtuix-launches-omniverse-esports-competitive-vr-gaming-platform/>.

Mell, P. ve Grance, T. (2011). The NIST definition of cloud computing. *National Institute of Standards and Technology Special Publication*, 53, 1-7.

Mevzuat (20 Ocak 2021). *Kültür ve tabiat varlıklarını koruma kanunu*.
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2863.pdf>

Microsoft Today in Technology, (26 Aralık 2020). [Video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?v=GxJAmcrfp4c&ab_channel=MicrosoftTodayinTechnology

Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays, *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.

Mishra, M., (2021). Machine learning techniques for structural health monitoring of heritage buildings: A state-of-the-art review and case studies. *Journal of Cultural Heritage*, 47, 227-245.

Müller-Wiener, W. (1962). Die Stadtbefestigungen von İzmir, Sığacık und Çandarlı. *İstanbul Mitteilungen*, 12, 59-114.

Mora, R., Sánchez-Aparicio, L. J., Maté-González, M. Á., García-Álvarez, J., Sánchez-Aparicio, M. ve González-Aguilera, D. (2021). An historical building information modelling approach for the preventive conservation of historical constructions: Application to the Historical Library of Salamanca. *Automation in Construction*, 121, 103449.

Moshell, M. (1993). Three views of virtual reality: virtual environments in the US military. *Computer*, 26(2), 81-82.

Moura, J. A. ve Hutchison, D. (2016). Review and analysis of networking challenges in cloud computing. *Journal of Network and Computer Applications*, 60, 113-129.

Naumann, R. ve Kantar, S. (1943). İzmir’de Roma devrine ait İyon agorasında yapılan hafriyat hakkında ikinci ihzari rapor. *Belleten*, 7(26), 213-225.

Narasimhan, R. ve Bhuvaneshwari, T. (2014). Big Data- A Brief Study. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(9), 350-353.

Novak-Marcincin, J. ve Kuzmiaková, M. (2009). Basic components of virtual reality. *Annals of the University of Petroşani, Mechanical Engineering*, 11, 175-182.

Oculus Touch, (25 Ekim 2020).

<https://developer.oculus.com/documentation/unreal/unreal-controller-input-mapping-reference/>

Odom, J. (26 Aralık 2020). <https://hololens.reality.news/news/have-you-seen-this-oriental-museum-app-explores-chinas-forbidden-city-hololens-0175616/>

OECD, (15 Temmuz 2020). *Education 2030: the future of education and skills*. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)

Omsignal biometric smartwear medical monitoring, (02 Temmuz 2020). <https://www.todaysmedicaldevelopments.com/article/omsignal-biometric-smartwear-medical-monitoring-51414/>

OMsignal launches smart sports bra, (02 Temmuz 2020). <https://www.mobihealthnews.com/content/omsignal-launches-smart-sports-bra-announces-10m-new-funding>

Osello, A., Lucibello, G. ve Morgagni, F. (2018). HBIM and virtual tools: A new chance to preserve architectural heritage. *Buildings*, 8(1), 12.

- Özçelik, T. ve Onursal, F. S. (2020). Endüstri 4.0'ın iş hayatı ve sendikalaşma üzerine etkisi, *BMIJ (Business & Management Studies: an International Journal)*, 8(1), 981-1007.
- Pramanik, P. K. D., Mukherjee, B., Pal, S., Upadhyaya, B. K. ve Dutta, S. (2019). Ubiquitous Manufacturing in the Age of Industry 4.0: A State-of-the-Art Primer. In A. Nayyar ve A. Kumar (Ed.), *A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development, Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)* (73-112). Springer, Cham.
- Raji, R. S. (1994). Smart networks for control. *IEEE Spectrum*, 31(6), 49-55.
- Razuvalovaa, E. ve Nizamutdinova, A. (2015). “Virtual reconstruction of cultural and historical monuments of the middle volga”. *Procedia Computer Science*, 75, 129-136.
- Pakben, U. (2013). *Tarihi yapıların rölöve ve analizlerinde kullanılan ileri belgeleme teknikleri* [Yüksek Lisans Tezi]. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Palladino, T. (26 Aralık 2020). <https://mobile-ar.reality.news/news/usa-today-enhances-notre-dame-fire-coverage-with-augmented-reality-experience-0196345/>
- Parlak, O., Keene, S. T., Marais, A., Curto, V. F. ve Salleo, A. (2018). Molecularly selective nanoporous membrane-based wearable organic electrochemical device for noninvasive cortisol sensing. *Science Advances*, 4(7), eaar2904.
- Pimentel, K. ve Teixeira, K. (1993). Virtual reality through the new looking glass.
- Polat, M., Karaş, İ. R., Kahraman, İ. ve Alızadehashrafi, B. (2016). Safranbolu eski çarşı tarihi noktaları için cbs tabanlı artırılmış gerçeklik uygulaması. 6. *Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016)*, 5(7), 927-932.

- Portman, M. E., Natapov, A. ve Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 376-384.
- Prieto, A. J., Macías-Bernal, J. M., Chávez, M.J. ve Alejandre, F. J. (2017). Fuzzy modeling of the functional service life of architectural heritage buildings. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 31(5), 04017041.
- Promotional graphics, (14 Ağustos 2020).
https://en.bitcoin.it/wiki/Promotional_graphics#See_Also
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New challenge of learning. *St. Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92-97.
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M. ve Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia engineering*, 69, 1184-1190.
- Rajkumar, R. (Raj), Lee, I., Sha, L. ve Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems. *Proceedings of the 47th Design Automation Conference on- DAC'10*, 731-736.
- Piri Reis, (1935). *Kitab-ı bahriye* (No. 2). Devlet Basımevi, İstanbul.
- Riva, G. (2006). Virtual reality. In M. Akay (Ed.), *Encyclopaedia of Biomedical Engineering*. John Wiley & Sons, London.
- Rutter, C. E., Dahlquist, L. M. ve Weiss, K. E. (2009). Sustained efficacy of virtual reality distraction. *The Journal of Pain*, 10(4), 391-397.
- Rocker, I. (2016). *Reimagining urban planning with 3dexperientcity: new urban morphologies for connected work- and lifestyles*. 29 Aralık 2019,

<https://blogs.3ds.com/perspectives/reimagining-urban-planning-with-3d-experiencity-new-urban-morphologies-for-connected-work-and-lifestyles/>.

Rodič, B. (2017). Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm. *Organizacija*, 50(3), 193-207.

Rojko, A. (2017). Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 11(5), 77.

Rosen, R., Wichert, G.v., Lo, G. ve Bettenhausen, K. D. (2015). About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing. *15th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, 48(3), 567–572.

Saisi, A., Gentile, C. ve Ruccolo, A. (2018). Continuous monitoring of a challenging heritage tower in Monza, Italy. *J Civil Struct Health Monit*, 8, 77–90.

Sanal gerçeklik ile iş güvenliği eğitimlerinde farklı sektör uygulamaları, (2018). 29 Aralık 2019, <https://moderninnova.com/2018/12/10/sanal-gerceklik-ile-is-guvenligi-egitimlerinde-farkli-sektor-uygulamalari/>

Semi-Immersive Virtual Reality, (2 Ağustos 2022). <https://www.smlease.com/entries/technology/what-is-virtual-reality/>

Shaping Europe's digital future, (26 Aralık 2020). <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-member-states-sign-cooperate-digitising-cultural-heritage>

Sharma A. ve Jain D. K. (2020). Development of industry 4.0. A. Nayyar ve A. Kumar (Ed.), *A roadmap to industry 4.0: smart production, sharp business and sustainable development. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)* (33-35). Springer, Cham.

Sherman, W. ve Craig, A. B. (2002). *Understanding virtual reality 1st edition interface, application, and design*. Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Sherman, W. R. ve Craig, A. B. (2018). Input: interfacing the participant(s) with the virtual world. In W. R. Sherman, ve A. B. Craig, (Ed.), *Understanding Virtual Reality* (2. Baskı, 190-256). The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics.

Sherman, W. R. ve Craig, A. B. (2019). Output: interfacing the virtual world with the participants. In W. R. Sherman, ve A. B. Craig, (Ed.), *Understanding Virtual Reality* (2. Baskı, 258-396). The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics.

Shields, R. (2005). *The virtual*. Routledge, London.
<https://doi.org/10.4324/9780203987186>

Shrouf, F., Ordieres, J. ve Miragliotta, G. (2014). Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm. *2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 697-701.

Sigala, A. ve Langhals, B. (2020). Applications of unmanned aerial systems (UAS): A delphi study projecting future UAS missions and relevant challenges. *Drones*, 4(1), 8.

Silva, J. N., Southworth, M., Raptis, C. ve Silva, J. (2018). Emerging applications of virtual reality in cardiovascular medicine. *JACC: Basic to Translational Science*, 3(3), 420-430.

Simonis, F. ve Schilthuizen, S. (2006). Nanotechnology: innovation opportunities for tomorrow's defence, (426-432). Delft: TNO Science & Industry.

Song, X., Wu, Y., Ma, Y., Cui, Y. Ve Gong, G. (2015). Military simulation big data: background, state of the art, and challenges. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015, 1–20.

Sensory VR, (25 Ekim 2020). <https://vr.tobii.com/products/hp-reverb-g2-omnicept-edition/>

SENTIAR, (23 Aralık 2019). <https://sentiart.com/>

Shafer, T. (2017, 1 Nisan). *The 42 V's of Big Data and Data Science* [Blog yazısı]. 27 Mart 2020, <https://www.elderresearch.com/blog/42-v-of-big-data>

Skyrim VR, (29 Aralık 2019). <https://www.wildtangents.com/games/the-eldern-scrolls-v-skyrim-vr>

Subnautica, (29 Aralık 2019). <https://www.oculus.com/experiences/rift/993520564054974/>

Stanford Children's Health, (27 Aralık 2019). <http://www.stanfordchildrens.org/en/about/news/releases/2017/virtual-reality-program>

Sürücü, O. (2017). *Sanal gerçekliğin kültürel mirası korumada kullanımı, Salih Bozok villası örneği* [Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Sürücü, O. ve Başar, M. E. (2016). Kültürel mirası korumada bir farkındalık aracı olarak sanal gerçeklik. *Artium*, 4(1), 13-26.

Şahbaz, E. (2018). *Mimarlık eğitiminde tarihi yapıların öğretilmesi için hiper ortam araçlarının algısal bir yöntem olarak kullanılması*. [Doktora Tezi]. Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

Şahin, K. ve Turan, B. (2018). Üç boyutlu yazıcı teknolojilerinin karşılaştırmalı analizi. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2(2), 97-116.

Şener, S., ve Elevli, B. (2017). Endüstri 4.0'da Yeni İş Kolları ve Yüksek Öğrenim. *Mühendis Beyinler Dergisi*, 1(2), 31-32.

Tama, D., Gomes, P., Abreu, M. J., Souto, A. P. ve Carvalho, H. (2017). Intelligent textiles for martial arts (Oral Presentation). *XIV. International Izmir Textile and Apparel Symposium*.

Tate, (29 Aralık 2019). *The making of modigliani VR: The Ochre Atelier*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=CdYLscE6kE0>

Tekeli, İ. (1992). Ege Bölgesinde yerleşme sisteminin 19.yüzyılda dönüşümü. *Üç İzmir*, 125-141. Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.

Teknolojinin spor dünyasına kattığı yenilikler, (02 Temmuz 2020). <http://www.teknolojigundem.com/foto-haber/teknolojinin-spor-dunyasina-kattigi/1025217/9>

The history of 3D printing: 3D printing technologies from the 80s to today, (25 Mart 2020). <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing/>

the teslasuit, (2 Ağustos 2022). <https://www.wkbw.com/entertainment/tesla-suit-unveiled-at-ces-2019-takes-virtual-reality-to-new-heights>

Tilt Brush, (25 Ekim 2020). <https://www.tiltbrush.com/>

Tournefort, M. J. (1741). *A voyage into the Levant*. London. <https://archive.org/details/Travel18thTournefort/page/n465/mode/2up>

Toubekis, G., Jansen, M. ve Jarke, M. (2017). Long-Term Preservation of the Physical Remains of the Destroyed Buddha Figures in Bamiyan (Afghanistan) Using Virtual Reality Technologies for Preparation and Evaluation of Restoration Measures. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 271-278.

Tresoldi, E. (02 Nisan 2021). <https://www.edoardotresoldi.com/works/basilica-di-siponto/>

Tutar, S. (2019). Endüstri 4.0'ın muhasebe mesleğine olası etkileri. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 3(2), 323-344.

Turkish Esports Federation-TESFED, (2 Temmuz 2020). <https://iesf.org/about/members>

Türkmen, M. ve Mutlutürk, N. (2014). Spor malzemelerinde nano-teknoloji kullanımı ve performansa katkısı. *International Journal of Social Science Research*, 3(1), 1-10.

Uluengin, M. B. (2016). *Rölöve*. 7. Baskı, YEM Yayın, İstanbul.

UNESCO (1976). *Recommendation concerning the safeguarding and contemporary role of historic areas*. 20 Ocak 202, http://portal.unesco.org/en/ev.php-URL_ID=13133&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

UNESCO, (2003). Charter on the preservation of digital heritage. *32nd General Conference*. Paris.

unescoizmir, (10 Ağustos 2022). *Kemeraltı'nın 20 yıllık UNESCO dünya mirası olma hayaline sadece bir adım kaldı*. <http://www.unescoizmir.com/2022/07/04/1080/>

Uz, A. O. (29 Aralık 2019). *Sanal gerçeklik deneyimiyle dünyanızı değiştirecek 10 VR oyunu*. <https://listelist.com/en-iyi-vr-oyunlari/>

Ülker, N. (1982). Batılı gözlemcilere göre 17. yüzyılın ikinci yarısı İzmir şehri ve ticari sorunları. *Tarih Enstitüsü Dergisi*, 12, 317-353.

Ülker, N. (1994). *XVII. ve XVIII. yüzyıllarda İzmir şehri tarihi (Vol. 1)*. Akademi Kitabevi, İzmir.

van Mulken, T. J., Scharmga, A. M., Schols, R. M., Cau, R., Jonis, Y., Qiu, S. ve Sve van der Hulst, R. R. (2020). The journey of creating the first dedicated platform for robot-assisted (super) microsurgery in reconstructive surgery. *European Journal of Plastic Surgery*, 43(1), 1-6.

Varinlioğlu, G. (2018). Teos Antik Kentinin sayısal ortamda üçüncü boyutta yeniden canlandırılması. *Ege Mimarlık*, 101, 22-25.

Vasi Múzeumbarát Egylet, (2 Nisan 2021).

<http://www.muzeumbarat.hu/tartalom.php?tart=397>

Vasseur, J. P. ve Dunkels, A. (2010). What Are Smart Objects?. *Interconnecting Smart Objects with IP*, (3–20). Morgan Kaufmann.

Vince, J. (1998). *Essential virtual reality fast*. Essential Series. Springer, Cham.

Virtual Reality in Medicine, (11 Aralık 2019). <https://www.unibas.ch/en/News-Events/News/Uni-Research/Virtual-Reality-in-Medicine.html>

Virtuix, (25 Ekim 2020). <https://www.virtuix.com/>

Vishwakarma, P., Mukherjee, S. ve Datta, B. (2020). Travelers' intention to adopt virtual reality: A consumer value perspective. *Journal of Destination Marketing & Management*, 17, 100456.

Voorsluys, W., Broberg, J. ve Buyya, R. (2011). Introduction to cloud computing. In R. Buyya, J. Broberg ve A. Goscinski, (Ed.), *Cloud Computing: Principles and Paradigms* (3–41). Wiley.

VR GO, (25 Ekim 2020). <http://www.vrgochair.com/>

VSTS, (23 Aralık 2019). <https://vr-sync.com/it/the-5-best-examples-of-virtual-reality-training/>

Yazıcı, E. ve Düzkaya, H. (2016). Endüstri devriminde dördüncü dalga ve eğitim: Türkiye dördüncü dalga endüstri devrimine hazır mı?. *Eğitim ve İnsani Bilimler Dergisi: Teori ve Uygulama [Journal of Education and Humanities: Theory and Practice]*, 7(13), 49-88.

Yılmaz, F., Arar, M. E. ve Koç, E. (2013). 3D Baskı ile Hızlı Prototip ve Son Ürün Üretimi. *Dünya Gazetesi*.

Yorgancılar, E. (2015). Sanayi 4.0: Uyum Sağlamayan Kaybedecek!. *Ege Bölgesi Sanayi Odası Dergisi*.
http://www.ebso.org.tr/ebsomedia/documents/sanayi40_88510761.pdf

YÖK, (2019). *Geleceğin meslekleri çalışmaları*. Ankara: YÖK.

Yüksel, F. A. (2009). Tarihi yapıların restorasyonlarında jeofizik yöntemlerin kullanılması metodolojisi. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 1(2), 62-67.

- Zakar, L. ve Eyüpgiller, K. (2018). *Mimari Restorasyon Koruma Teknik ve Yöntemleri*. Ömür Matbaacılık, İstanbul.
- Zanini, A, Bresciani, V. ve Yar, N. (2010). Mimari taş yüzeylerin ve nesnelerin lazerle temizlenmesi. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, 4, 89-93.
- Zhang, Y., Ren, J., Liu, J., Xu, C., Guo, H. ve Liu, Y. (2017). A Survey on Emerging Computing Paradigms for Big Data. *Chinese Journal of Electronics*, 26(1), 1-12.
- Zhang, Z., Wu, X. ve Zhang, J. (2016). Research related to application of 3D printing technique in educational military equipment. *2016 International Conference on Advances in Management, Arts and Humanities Science (AMAHS 2016)*, (452-456). Atlantis Press.
- Wang, D., Guo, Y., Liu, S., Zhang, Y., Xu, W. ve Xiao, J. (2019). Haptic display for virtual reality: progress and challenges. *Virtual Reality & Intelligent Hardware*, 1(2), 136-162.
- Wang, W., Liu, H., Lin, W., Chen, Y. Ve Yang, J. (2020). Investigation on works and military applications of artificial intelligence, *IEEE Access*, 8, 131614-131625.
- Weyer, S., Meyer, T., Ohmer, M., Goreck, D. ve Zühlke, D. (2016). Future modeling and simulation of CPS-based factories: an example from the automotive industry, *IFAC-PapersOnLine*, 49(31), 97-102.
- Whyte, J. (2002). *Virtual reality and the built environment*. Routledge, London.
- Wojtkowska, M., Kedzierski, M. ve Delis, P. (2021) Validation of terrestrial laser scanning and artificial intelligence for measuring deformations of cultural heritage structures. *Measurement*, 167, 108291.

World Economic Forum, (2016). *The future of jobs and skills*, 15.07.2020, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>

Xiao, A., Bryden, K. ve Brigham, D. (2004). Virtual reality tools for enhancing interactive learning. *2004 Annual Conference*, 1-9.

Quest 2- Rift S, (25 Ekim 2020). <https://www.oculus.com/compare/>

