

T. C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANASANAT DALI

**İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE
KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİYLE
SUNUM YÖNTEMİ**

Yüksek Lisans Tezi

SENA TOMAK

İstanbul, 2022

T. C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
İÇ MİMARLIK ANASANAT DALI

**İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE
KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİYLE
SUNUM YÖNTEMİ**

Yüksek Lisans Tezi

SENA TOMAK

Danışman: DR. ÖĞR. ÜYESİ SEDEN ODABAŞIOĞLU

İstanbul, 2022

GENEL BİLGİLER

İsim ve Soyadı:	Sena Tomak
Anasanat Dalı:	İç Mimarlık
Programı:	İç Mimarlık Tezi Yüksek Lisans Programı
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Seden Odabaşoğlu
Tez Türü ve Tarihi:	Yüksek Lisans – Eylül 2022
Anahtar Kelimeler:	Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, Karma gerçeklik, sunum yöntemleri, iç mimarlık eğitimi

ÖZET

İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE

KARMA GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİYLE SUNUM YÖNTEMİ

Mimarlık, iç mimarlık, endüstriyel tasarım ve grafik tasarım gibi lisans eğitimi verilen birimlerde öğrenciler tarafından tasarlanan bilgi içeriklerinin, jüri önünde öğrenci tarafından etkili ve başarılı olarak sunulması önem arz etmektedir. Bu durum, öğrencinin, lisans sürecinde edindiği bilgi birikimi ve deneyimleri ile tasarım problemini amaçlanan özellikte, yeterlikte ve nitelikte başarılı olarak tamamlayabilmesiyle ilgilidir. Mimari görselleştirme yöntemleri geleneksel ve dijital olmak üzere iki ana grupta toplanabilir. Günümüzde sürdürülen iç mimarlık eğitiminde hem geleneksel hem de dijital yöntemlerle görselleştirme ve bir temsil aracı olarak sunum yöntemleri karma olarak sürdürülmektedir. Yakın zamanda geliştirilen, ulaşılabilirliği kolaylaşmaya ve kullanımı yaygınlaşmaya başlayan karma gerçeklik teknolojisinin, görselleştirme ve sunum yöntemlerinden biri olarak iç mimarlık eğitimindeki potansiyellerinin irdelenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada iç mimarlık eğitimi sürecinde stüdyo dersleri kapsamında karma gerçeklik teknolojilerinin bir görselleştirme ve sunum yöntemi olarak eğitim sis-

temine entegre edilmesinin avantajları ve dezavantajları araştırılmıştır. Türkiye, ABD ve Avrupa’da bu teknolojiyi eğitim sürecine dâhil etmiş olan üniversiteler tespit edilmiştir. Bu üniversitelerdeki öğretim elemanlarının ve öğrencilerin; görüşlerinden yola çıkarak öğrencilerin, etkileşimli ve gerçek zamanlı sanal bir ortamda projesiyle ilgili eksiklik ve hatalarına ilişkin farkındalık düzeylerinin artırılabilceğı ve olası sorunlara zamanında ve doğru bir şekilde çözüm önerisi geliştirebileceğı, sektörel düzeyde ve bu yönde gelişme eğilimi gösteren sisteme adaptasyonlarına, hazırbulunuşluk düzeylerine ve akademik kazanımlarına böylece daha fazla katkı sağlanabileceğı ve ayrıca karma gerçeklik teknolojileri kullanılarak yenilikçi ve gelecekçi yaklaşımlarla temsiliyeti ve sunumu yapılan projenin, kullanıcıya etkileyici, sürükleyici ve kuşatıcı bir deneyim sunabileceğı öngörülebilir.

GENERAL KNOWLEDGE

Name and Surname:	Sena Tomak
Field:	Interior Architecture
Programme:	Interior Architecture Master Program with Thesis
Supervisor:	Assistant Professor Seden Odabaşıoğlu
Degree Awarded and Date:	Master – September 2022
Keywords:	Virtual reality, augmented reality, mixed reality, presentation methods, interior architecture education

ABSTRACT

PRESENTATION METHOD WITH MIXED REALITY TECHNOLOGY IN INTERIOR DESIGN EDUCATION

It is important that the information content designed by the students in departments such as architecture, interior architecture, industrial design and graphic design is presented effectively and successfully by the students in front of the jury. This situation is related to the student's ability to successfully complete the design problem with the intended feature, competence and quality, with the knowledge and experience gained during the undergraduate period. Architectural visualization methods can be grouped into two main categories, traditional and digital. In today's interior architecture education, visualization with both traditional and digital methods and presentation methods as a representation tool are carried out in a mixed manner. As one of the visualization and presentation methods interior architecture, it is important to examine the potentials of mixed reality technology, which has recently been developed and which has become easily accessible and widely used. In this study, the advantages and disadvantages

of integrating mixed reality technologies into the education system as a visualization and presentation method within the scope of studio courses in the interior architecture education process were investigated. Universities which have included this technology in the education process in Türkiye, USA and Europe were identified. Based on the opinions of the lecturers and students at these universities, it can be said that in an interactive and real-time virtual environment, it is possible to increase students' awareness of their deficiencies and mistakes related to their project and to offer solutions to potential problems in a timely and accurate manner, thus improving their adaptation to the system at the sectoral level and tending to develop in this direction, their readiness level and academic achievements. It can also be predicted that the project, which is represented and presented with innovative and futuristic approaches by using mixed reality technologies, will provide an impressive, immersive and encompassing experience to the user.

ÖNSÖZ

Tez yazımsürecimde bana daima destek olan, akademik birikimi ve deneyimlerini emekli olana dek benimleher zaman paylaşan ve yoluma ışık tutanbirinci tez danışmanım Prof. Dr. İnci DENİZ ILGIN’a, tezimin özellikle bitim aşamasında benden desteğini hiç esirgemyen,anlayışlı ve yapıcı tutumuyla, sevgi ve samimiyetiyledaima yanımda olan, çözüm önerileriyle akademik gelişimime katkılarından ötürü ikinci tez danışmanım,değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Seden ODABAŞIOĞLU’na ve Çağlayan KARAGÖZLER’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, her zaman yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen, birikim ve deneyimleriyle ufkumu açan, beni cesaretlendiren babam Prof. Dr. Ali TOMAK’a, beni ben yapan, benliğimin ilk ve en değerli parçası olan annem Şükriye TOMAK’a, ruhumun diğer yarısı kardeşim Mert TOMAK’ a sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunar, bu süreçte benimle olan tüm arkadaşlarıma, dostlarıma teşekkür ederim.

İstanbul, 2022

Sena Tomak

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	x1
1. GİRİŞ	1
1. 1. Çalışmanın Konusu ve Kapsamı	1
1. 2. Çalışmanın Amacı	3
1. 3. Çalışmanın Önemi	4
1. 4. Çalışmanın Yöntemi	4
1. 5. Çalışmanın Sınırları	5
1. 6. İlgili Çalışmalar	6
2. İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE GÖRSELLEŞTİRME ve SUNUM YÖNTEMLERİ	10
2.1. İç Mimarlık Eğitiminde Geleneksel Sunum Araçları ve Yöntemleri	18
2.1.1. Kâğıt Üzerine İki Boyutlu Çizimler	19
2.1.2. Üç Boyutlu Çizimler: Perspektifler	22
2.1.3. Üç Boyutlu Modeller: Maket	25
2.2. İç Mimarlık Eğitiminde Dijital Sunum Araçları ve Yöntemleri	27
2.2.1. Piksel Bazlı Yazılımlar	29
2.2.2. Vektör Bazlı Yazılımlar	29
2.2.3. Katı Modelleme ve NURBS (Eğrisel Formlar) Yazılımlar	31
2.2.4. Obje Bazlı Yazılımlar	31

2.2.5. Animasyon, Seslendirme, Resim İşleyici ve Son İşlemler Amaçlı Yazılımlar...	32
2.3. Geleneksel Sunum Yöntemleri ile Dijital Sunum Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	35
3. KARMA GERÇEKLİK ve KULLANIM ALANLARI.....	43
3.1. Karma Gerçekliğin Tanımı.....	45
3.2. Karma Gerçeklik Donanımları.....	49
3.2.1. Bilgisayar.....	50
3.2.2. Başlıklar/Gözlükler.....	52
3.2.3. Sensörler.....	55
3.2.4. Hareket Kontrolör cihazları.....	57
3.3. Karma Gerçeklik Yazılımları.....	60
3.4. Karma Gerçekliğin Kullanım Alanları.....	71
3.4.1. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Eğitimde Kullanımı.....	72
3.4.2. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Farklı Alanlarda Kullanımı.....	84
4. KARMA GERÇEKLİK ve İÇ MİMARLIK EĞİTİMİ.....	93
4.1. Karma Gerçeklik Teknolojileriyle İç Mimarlık Eğitiminde Sunum Yöntemleri.....	96
4.1.1. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanımı:	
Amerika Birleşik Devletleri Örneği.....	105
4.1.2. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanımı:	
Avrupa Örneği.....	116
4.1.3. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanımı:	
Türkiye Örneği.....	127
4.2. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin İç Mimarlık Eğitiminde	
Kullanılmasının Avantajları ve Dezavantajları.....	132
5. SONUÇ.....	139
EKLER	143
EK 1: ÖZGEÇMİŞ	144
EK 2: Çağlayan Karagözler İle Yapılan Röportaj İçeriği.....	145
EK 3: Tilanka Chandrasekera İle Yapılan Röportaj İçeriği.....	149
KAYNAKÇA.....	151

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1: Geleneksel ve dijital sunum yöntemlerinin karşılaştırılması.....	37
Tablo 2: Geleneksel ve dijital sunum yöntemlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 3: YTÜ Reality Lab’da bulunan 6 adet dizüstü bilgisayarın genel özellikleri.....	51
Tablo 4: YTÜ Reality Lab’da bulunan 1 adet masaüstü bilgisayarın genel özellikleri.....	51
Tablo 5: Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Alanları.....	84
Tablo 6: Artırılmış gerçeğin mekânın düzenlenmesi üzerindeki etkinliği ve işlevselliğine ilişkin elde edilen veriler.....	100
Tablo 7: ABD’de karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo.....	114
Tablo 8: Avrupa Birliği ülkelerinde karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo.....	125
Tablo 9: Türkiye’de karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo.....	131

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1: Yatay olarak tasarlanmış bir pafta örneği.....	16
Şekil 2: Konsept eskizi örneği.....	20
Şekil 3: Analitik eskizi örneği (sol), Gözlem eskizi örneği (sağ).....	20
Şekil 4: Perspektif çeşitleri.....	25
Şekil 5: Ahşap malzeme kullanılarak hazırlanmış olan bir maket örneği (sol), Fotoblok ve fiberglas malzeme kullanılarak hazırlanmış olan bir maket örneği (sağ).....	26
Şekil 6: Sanallık Süreci’nin basitleştirilmiş gösterimi.....	46
Şekil 7: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik arasındaki farklılıklar...	47

Şekil 8: El ve parmak hareketlerini algılayabilen Leap Motion cihazı.....	49
Şekil 9: HTC başlığı, hareket kontrolörleri ve sensörleri.....	50
Şekil 10: The Wild tarafından 2021 yılında yapılan Sanal Gerçeklik başlıklarının karşılaştırılması.....	53
Şekil 11: Hololens 2 başlığı.....	54
Şekil 12: Oculus Rift başlığı, hareket kontrolör cihazları ve sensörleri.....	56
Şekil 13: HTC başlığı, hareket kontrolör cihazları sensörleri.....	56
Şekil 14: Eller ve hareket denetleyicilerinin görünüşleri.....	57
Şekil 15: El ile hologramları doğrudan yönlendirme ve etkileşime girebilme örneği.....	58
Şekil 16: El ile hologramları doğrudan yönlendirme ve etkileşime girebilme örneği.....	58
Şekil 17: Hareketleri algılayabilen akıllı eldivenler ile akıllı giysi örneği.....	59
Şekil 18: Sanal mekân içinde bulunan objelerle ilgili çeşitli bilgiler örneği.....	60
Şekil 19: Sanal iç mekânda duvar rengini gerçek zamanlı olarak değiştirme örneği.....	61
Şekil 20: Mekân içinde yürüyerek gerçek zamanlı gezinebilme dışında, menü aracılığıyla istenilen odaya gidebilme özelliği örneği.....	61
Şekil 21: Sanal iç mekânda bulunan koltuk rengini gerçek zamanlı olarak değiştirme örneği.....	62
Şekil 22: Sanal iç mekânda bulunan televizyonun açılması örneği.....	62
Şekil 23: Sanal iç mekânda bulunan televizyonun açılması örneği.....	63
Şekil 24: Owcad tarafından Unreal Engine 4 ile yapılan sunum tasarımında yer alan semboller.....	67
Şekil 25: Owcad tarafından hazırlanmış iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.....	67
Şekil 26: Beyond Visual firması tarafından hazırlanmış bir iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.....	68
Şekil 27: Mustafa Dağdelen tarafından hazırlanmış bir sanal iç mekânın arayüz tasarımı örneği.....	68
Şekil 28: Fajar Kurniawan tarafından hazırlanmış bir iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.....	69
Şekil 29: Gayrimenkulde ev satın almadan önce karma gerçekliğin kullanımı örneği.....	70

Şekil 30: Hololens 2 başlığı ile sanal ortamda kalp kesitinin görüntülenmesi.....	76
Şekil 31: Öğrenme yöntemlerinin karşılaştırılması.....	82
Şekil 32: Google Tilt Brush ile sanal ortamda dijital resim yapılması.....	86
Şekil 33: Kyoto Karma Gerçeklik Müzesi.....	90
Şekil 34: Türkiye’de iç mimarlık bölümleri lisans eğitim müfredatındaki derslerin beş ders grubuna göre AKTS yüzdeleri.....	97
Şekil 35: Dünyanın herhangi bir yerindeki katılımcıların üç boyutlu nesneleri ve ortamları Prism by Object Theory ile 3B olarak değerlendirmesi ve deneyimlemesi.....	104
Şekil 36: Yaşlanma, görme ve işitme kaybı simülasyonu donanımları.....	107
Şekil 37: Milan Avrupa Tasarım Enstitüsü Sanal Gerçeklik İçin Tasarım lisans programı öğrencileri ve tüplü taşıma sistemi olan Hyperloop projeleri.....	123
Şekil 38: Karma gerçeklik teknolojisi ile bilgisayar ekranında başlıksız olarak mouse ya da gamepad kullanımıyla bir mekânın gezilmesi.....	133

KISALTMALAR

2B	: 2 Boyutlu
3B	: 3 Boyutlu
3D	: 3 Dimension
ADHD	: Attention Deficit Hyperactivity Disorder
AEC	: Architecture, Engineering, Construction
AG	: Artırılmış Gerçeklik
AR	: Augmented Reality
bk.	: Bakınız
C.	: Cilt
CAD	: Computer Aided Design: Bilgisayar Destekli Tasarım
CADRE	: Dijital Araştırma ve Eğitimi Geliştirme Koalisyonu
CAGR	: Compound Annual Growth Rate
CEO	: Chief Executive Officer
COVID-19	: Coronavirus Disease-19
CPU	: Central Process Unit
ECG	: Electrocardiogram Amplifier System
EDA	: Electrodermal Activity Amplifier System
Edt.	: Editör
EEG	: Emotiv Electroencephalography
EMG	: Elektromiyografi
FNIR	: Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopi
FNIR	: Functional Near Infrared Optical Imaging System
GG	: Genişletilmiş Gerçeklik

GPS	: Global Positioning System
GPU	: Graphics Processing Unit
HMD	: Head Mounted Display
HPU	: Holographic Processing Unit
HUD	: Head-Up Display
IDEC	: İç Mimarlık Tasarım Eğitimcileri Konseyi
IMU	: Atalet Ölçüm Birimi
iLAB	: Immersion And Visualization Lab
İSTKA	: İstanbul Kalkınma Ajansı
KG	: Karma Gerçeklik
Lab	: Laboratuvar
MR	: Mixed Reality
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NFT	: Nitelikli Fikri Tapu
NSF	: Ulusal Bilim Vakfı
NURBS	: Düzgün Olmayan Rasyonel Temel Eğri (Non-Uniform Rational B-Spline)
OSU	: Oklahoma State University
USC	: United State California
Öğr. Gör.	: Öğretim Görevlisi
ÖzÜ	: Özyeğin Üniversitesi
Prof. Dr.	: Profesör Doktor
s.	: Sayfa
SCAD	: Savannah Sanat ve Tasarım Üniversitesi
SDSU	: San Diego Eyalet Üniversitesi

<i>SG</i>	: Sanal Gerçeklik
<i>TOBB</i>	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
<i>UE4</i>	: Unreal Engine 4
<i>vb.</i>	: Ve benzeri (ve bunun gibi)
<i>VITaL</i>	: Virtual Immersive Teaching and Learning
<i>VR</i>	: Virtual Reality
<i>VRML</i>	: Sanal Gerçeklik Modelleme Dili (Virtual Reality Modelling Language)
<i>WIPO</i>	: World Intellectual Property Organization (Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü)
<i>XR</i>	: Extended Reality
<i>Yay.</i>	: Yayınları
<i>yy.</i>	: Yüzyıl
<i>YTÜ</i>	: Yıldız Teknik Üniversitesi

1. GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMANIN KONUSU VE KAPSAMI

Bu çalışmanın konusu, iç mimarlık eğitiminde karma gerçeklik teknolojisiyle sunum-yöntemidir. Çeşitli sektörlerde bir kişi tarafından bir konu hakkında belirli bir topluluğa birtakım anlatım ve bilgi paylaşımlarının yapılabilmesi için farklı görsel ve/veya işitsel sunum yöntemleri kullanılabilmektedir. Bunlar, yalnızca jest ve mimikler kullanılarak sözel bir anlatım şeklinde olabileceği gibibir sunum programında hazırlanan bilgi içeriğinin projeksiyon cihazı ile perdeye yansıtılarak paylaşılması, bir çizim tahtası ya da 2B dijital paftalar, 3B maketler aracılığıyla da olabilmektedir. Görselleştirmenin ve sunumun önemli bir yere sahip olduğu mimarlık, iç mimarlık ve endüstriyel tasarım gibi tasarım alanlarının eğitiminde öğrenciler, uygulamalı (tasarım stüdyosu, proje vb.) derslerde tasarladıkları projeleri bölüm öğretim elemanlarından oluşan değerlendirme jürisi karşısında sunmaktadır. Bunun için öğrenciler, bazı bilgisayar yazılımları aracılığıyla farklı boyutlarda paftalar üzerinde (projenin anlaşılmasını sağlamak amacıyla) plan, kesit, görünüşler, çizimler, işlenmiş olan görüntüler vb. birlikte kurgulayarak, fotoblok malzeme üzerine renkli baskı alıp sunumlarını yapabilmektedir. Buna ek olarak, bu bölümlerin eğitim süreçlerinde bir mekânın, objenin veya prototipin, jüri üyelerine 3B maketlerle ve 3B tasarım modelleri ile görselleştirilerek sunumunun yapılması, onun hacimsel yapısının anlaşılabilirliğini; hiç şüphesiz plan, kesit, görünüş ve çizimlere göre daha net, açık ve anlaşılır olmasını sağlamaktadır. Üç boyutlu maketve “CAD sistemlerinde 3B tasarım modelleri oluşturmak tasarımcılar için faydalıdır çünkü insanlar üç boyutlu düşünürler” (Topal, 2021, s.28). Bu düşünme modeli, mimari görselleştirme ve sunum yöntemlerinde karar verme aşamasında olan kullanıcılara yarar sağlayacak bir avantaja dönüşebilir veya dezavantajla sonuçlanabilir.

Sunum aşamasında fiziksel 3B maketler ve kaplama malzemeleri, bilgisayar ortamındaki 3B modelleme ve render seçeneklerindeki gibi o malzemeye ilişkin aynı görsel çağrışıma her zaman yapamayabilir. Çünkü maket yapımında kullanılan pek çok malzemeye her zaman, her yerde ve her koşulda ulaşılamayabilir. Malzeme temin edilemediğinde ise manuel yöntemlerle benzeri bir sonuç elde etmeye çalışmak, beceri ve teknik yeterlik açısından öğrenci

için mümkün olamayabilir. Elde var olan seçeneklerle tamamlanmaya çalışılan sonuç ise bir durumu kurtarmaktan ziyade tasarımın ve sunumun başarısına gölge düşürebilir, projeye ilgili olumsuz kanaatlere neden olabilir. Diğer taraftan sunum paftaları ve maket tasarımları 1:1 ölçeğinde sergilenemeyeceği için tasarımı yapılan iç mekâna ilişkin algı tam oluşmayabilir, dokunsal bir etkileşim ve geri bildirim sağlanamayabilir. Başarılı bir 3B maket oluşturulmak istenirse de bu hem çok zaman hem de yüksek bir maliyet ve yoğun bir çaba gerektirebilir. Proje, tasarım olarak çok ütöpik, kompleks bir mekâna ve malzeme çeşitliliğine sahipse, işin içinden çıkılamayabilir, sunum yapılamayabilir ya da sınırlı olanaklarla yapıldığı için projeyi gerektiği gibi temsil edemeyebilir, oluşturulmaya çalışılan sonuç onun anlaşılabilirliğini engelleyebilir. Oysa bire bir gerçeği gibi görülen, sanal olarak temas edilebilen, içinde eş zamanlı olarak gerçekmiş gibi gezilebilen ve çeşitli etkileşimlerde bulunulabilen, sunum paftaları ve maketlerden çok daha öte karma gerçeklik teknolojileriyle bunların yapılabilmesi ve deneyimlenebilmesi mümkün olabilmektedir. Yakın zamanda geliştirilen, ulaşılabilirliği kolaylaşmaya ve kullanımı yaygınlaşmaya başlayan karma gerçeklik teknolojisinin, görselleştirme ve sunum yöntemlerinden biri olarak iç mimarlık eğitimindeki potansiyellerinin irdelenmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle iç mimarlık eğitiminde karma gerçeklik teknolojisiyle sunum yöntemi çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

İç mimarlıkta proje sunumu; pek çok olasılığın/alternatifin düşünülerek sınındığı, birtakım önerilerin kullanım amacına, işlevselliğine, estetiğine ve konseptine en uygun olacak şekilde değerlendirildiği, geliştirilerek somutlaştırıldığı uzun, yoğun, yorucu, kapsamlı ve detaylı bir sürecin son aşamasıdır. Proje, konu ve konsept itibarıyla son derece önemli, gerekli ve yararlı olabilir. Ancak plan, kesit ve görünüşler teknik olarak en az hatayla tamamlanmış olmasına rağmen, sunum ve kullanılan yöntem anlaşılabilir ve etkileyici değilse tüm çaba, emek, zaman ve maliyet heba olabilir ya da bazen telafi edilemeyen sonuçlar doğurabilir.

Sınırlı görselleştirme olanakları olan iki boyutlu sunum paftaları ve 3B maketlerden çok daha öte bir anlayış ve yaklaşımla, sunumun, bir yöntem olarak karma gerçeklik teknolojisiyle gerçekleştirilmesi durumunda 1:1 ölçekte tıpkı gerçeği gibi görülen, objelere sanal olarak temas edilebilen, içinde eş zamanlı olarak (gerçekmiş gibi) gezilebilen, mekâna, malzemeye ve objelere ilişkin farklı ve çeşitli alternatifleri seçenek olarak sunabilen ve dinamik etkileşimlerde

bulunulabilen sürecin deneyimlenmesi sağlanabilir, iç mimarlık eğitiminde bu sunum yöntemi-öğrencilere yarar sağlayacak bir avantaja dönüştürülebilir.

İç mimarlık bölümü öğrencilerinin 2B renkli paftalar ve 3B maketler kullanarak yaptıkları final sunumlarının bir alternatif olarak; projelerini sanal bir ortamda karma gerçeklik teknolojisi aracılığıyla sunmaları durumunda, bu yöntemin; projeye ve sunuma, öğrenciye ve öğrenim sürecine etkileri değerlendirilmelidir. Bu nedenle, iç mimarlık tasarım eğitiminde karma gerçeklik teknolojisi yazılım ve donanımlarının kullanılabilmesi durumunun öğrenme çıktılarına, öğrenci motivasyonu ve yaratıcılığına, tasarımı yapılan mekânın algılanmasına etkisi, bu teknolojinin eğitim-öğretim sürecindeki yeri ve önemi, Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri örnekleminde kullanım olanağı ve yaygınlığı çalışma kapsamında yer almaktadır. Bu amaçla aşağıda belirtilen soruların cevapları araştırılmıştır:

- Karma gerçeklik teknolojileri ve kullanım alanları nelerdir?
- Karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık eğitiminde yeni bir görsel anlatım dili olarak sunum ve görselleştirme yöntemlerine olası yansımaları nelerdir?
- Karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık eğitim-öğretim sürecine etkileri, avantaj ve dezavantajları nelerdir?
- Karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık öğrencilerinin kazanımlarında, yeterliklerinde meydana getirebileceği olası değişimler nelerdir?
- Karma gerçeklik teknolojilerinin Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde iç mimarlık eğitimindeki kullanım olanakları ve yaygınlığı nasıldır?

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

İç mimarlık eğitiminde geleneksel sunum yöntemleri yok sayılmadan, ona bir alternatif olarak, tasarlanmış olan sanal bir mekânın karma gerçeklik teknolojisiyle sunumu yapıldığında projedeki olası eksikliklerin, hataların fark edilebilmesi ve düzeltililebilmesi, sunumun daha açık ve anlaşılır olabilecek şekilde başarıyla ifade edilebilmesi, projenin uygulanma amacının hedeflenen çıktılar açısından sonuca yansımalarının çok yönlü değerlendirilebilmesi ve sorgulanabilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, iç mimarlık bölümü öğrencilerinin günümüzde geçerli olarak kullanımı halen devam eden 2B renkli dijital paftalar ile yapılan sunum teknikleri

yanında; karma gerçeklik teknolojilerini kullanarak sunum yapmaları durumunda, bu yöntemin uygulamalı derslerde proje, eğitim-öğretim kazanımları ve öğrenci ile jüri üyeleri açısından sağlayacağı avantajların ve dezavantajların irdelenmesi, Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri örneklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Yapılan literatür taramasına bağlı olarak, iç mimarlık eğitimi alanında karma gerçeklik teknolojisi ile yapılan akademik çalışmaların yeteri kadar olmaması bu konunun önemini artırmakta ve bu anlamda literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Diğer taraftan, ulusal ve uluslararası yayınlar incelendiğinde, karma gerçeklik teknolojisinin özellikle eğitim sürecinde kullanımının eğitim sürecine, öğrenme çıktılarına, öğrenci dikkatine ve motivasyonuna sağladığı avantajlar vesilesiyle gittikçe yaygınlaştığı ve olumlu sonuçlara ulaştığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla iç mimarlık eğitiminde öğrencilerin proje final sunumlarını alternatif bir yöntem olarak karma gerçeklik teknolojisiyle yapmalarının, bu eğitim-öğretim sürecini deneyimlemelerinin ve elde edilebilecek olası kazanımların ve özellikle sektörel geleceğin gelişen teknoloji ile bu yönde ilerleyebileceği öngörüsünden ötürü önem arz etmektedir.

Çalışmanın konusu, iç mimarlık tasarım eğitiminde karma gerçekliğin proje ve/veya diğer uygulamalı derslerde sunum yöntemi olarak kullanılması ile sınırlandırıldığı için bu çerçevede değerlendirilmesi özgünlük açısından önem arz etmektedir.

1.4. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Araştırmada belirlenmiş olan problemin, amacına ve gerekçesine uygun şekilde çözüme ulaştırılması için literatür taraması yapılarak konu ile ilgili ulusal/uluslararası kitaplar, makaleler, bildiriler, tezler ve internet ortamındaki verilerden yararlanılmış, belirli kişilerle görüşmeler ve yazışmalar gerçekleştirilmiş, elde edilen verilerle analizler yapıp sentezlenerek çalışmanın önemine ilişkin elde edilebilen çıktılar, iç mimarlık eğitiminde karma gerçekliğin bir sunum yöntemi olarak kullanılabilmesi kapsamında açıklanmaya çalışılmıştır.

1.5. ÇALIŞMANIN SINIRLARI

Çalışmanın evreni iç mimarlık eğitiminde karma gerçeklik teknolojisi ve sunum yöntemi; çalışmanın örnekleme alanı ise Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri örnekleri ile sınırlı tutulmuştur. Çalışmaya, tüm kıtaların ya da yukarıda yer alan 3 örneklem dışında orta ve uzak doğunun dâhil edilmesi, zaman yönetimi açısından kapsam dışında tutulmuştur. Çalışmada örneklem alanı olarak Amerika Birleşik Devletleri'nin seçilme gerekçesi şöyle ifade edilebilir: Dünyada güçlü rekabet koşullarında belirleyici olan faktörlerin başında ekonomik büyüme ve buna bağlı olarak AR-GE çalışmalarının geldiği söylenebilir. Bu kapsamda doğal olarak Amerika Birleşik Devletleri ile Avrupa ve doğu Asya ülkeleri arasında Çin Halk Cumhuriyeti ile Japonya'nın güçlü bir ekonomiye ve yüksek ciro lu AR-GE harcamalarına sahip olduğu düşünülebilir. Gelişmiş ülkeler, devletler/hükümetler etkili ekonomik, toplumsal, kültürel politikalar ve teknolojik yenilikler geliştirebilme konusunda birbirlerine üstünlük sağlamada çeşitli araştırmalar içindedir. Bunun için de yenilikçi projelerin, teknolojilerin, AR-GE çalışmalarının desteklenmesi, yaşanan/karşılaşılan bürokratik engellerin aşılması ve yeni politikalar geliştirilmesi noktasında girişimcilere yardımcı olunması, ülkelerin ekonomik büyümeleri açısından önemlidir. Amerika Birleşik Devletleri'nin karma gerçeklik teknolojisinin geliştirilmesinde ve yaygınlaştırılmasında önemli bir payı olduğu söylenebilir. Apple, Microsoft, Google ve Metaverse gibi küresel ölçekli bilişim teknoloji devlerinin/geliştiricilerinin bu ülkede olması ve bu teknolojiye yatırım yapmaları, teknoloji transferi ile ülke ekonomisine ciddi oranlarda girdi ve katkı sağlamaktadır. Ayrıca yenilikçi teknolojik değişimlerin artarak ivme kazandığı, ilk olarak üretildiği ve pazarlanarak yaygınlaştırıldığı gelişmiş ülkeler, az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere askeri ve savunma sanayi, sağlık, eğitim gibi alanlarda metodoloji, yazılım, donanım, makine, teçhizat vb. yaptıkları ihracatlarıyla yüksek cirolar ve avantajlar elde edebilmektedir. Dolayısıyla gelişmiş ülkeler arasında yer alan Amerika Birleşik Devletleri, geliştirdiği teknolojinin avantajlarından öncelikli olarak yararlanan ve uyguladığı yöntemler sayesinde diğer ülkelerle arasında fark yaratan, çeşitli alanlarda öncü konumda olan bir düzeye ulaşabilmektedir.

Çalışmada örneklem alanı olarak Avrupa'nın seçilme gerekçesi şöyle ifade edilebilir: “WIPO (World Intellectual Property Organization) tarafından yayınlanan 2021 yılı küresel inovasyon sıralamasında 132 ülke arasında yer alan ilk 10 ekonomi ülkesi şöyledir: İsviçre, İsveç,

Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Kore, Hollanda, Finlandiya, Singapur, Danimarka, Almanya” (World Intellectual Property Organization, 2021). Görüldüğü üzere, en yenilikçi 10 ekonomi ülkesi sıralamasındaki ülkelerin 7’sinin Avrupa’da olması, Amerika Birleşik Devletleri dışında Avrupa ülkelerinde örnekleme dâhil edilmesinde belirleyici olmuştur. Türkiye, yapılan bir araştırma sıralamasına göre, Kuzey Afrika ve Batı Asya ülkeleri kategorisinde ilk üçe giriş yapan 3. ülke olarak gösterilmektedir (Global Innovation Index 2021, s. 23). Dünya ekonomilerinin inovasyon kapasitesi ve çıktısına ilişkin sıralamada, küresel inovasyon çıktı oranları yıllara göre takip edildiğinde, çoğunlukla yüksek gelirli sadece birkaç ekonominin bu sıralamada genellikle aynı yerlere hâkim olacağı öngörülebilir. Dolayısıyla, karma gerçeklik teknolojileri, ekonomik büyümeye ve sosyal refaha bağlı olarak diğer pek çok alanda olduğu gibisağlam bireğitim sistemi ve başarılı öğretim elemanları birlikteliğinde yenilikçi yaklaşımlarla eğitim-öğretim teknolojilerine uygulandığında, bir toplumun geleceğini inşa eden nitelikli insan gücünün yetiştirilmesine şüphesiz daha fazla katkı sağlayabilir, güçlü rekabet ortamında daha avantajlı kılabilir. Bu gerekçelerden ötürü çalışma, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve Türkiye ile sınırlı tutulmaktadır.

1.6. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi web sitesinde ‘karma gerçeklik’ ve ‘iç mimarlık eğitimi’ anahtar kelimeleri ile tarama yapıldığında (Mart 2022), yalnızca ‘Karma Gerçeklikte Çoklu Mekân Tasarımı’ (2019-Sanatta Yeterlik tezi), ‘İç Mimarlık Tasarım Stüdyosu Eğitimi Sürecinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı’ (2018-Yüksek Lisans), ‘Gelişen Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Tasarım Odaklı Düşünme Üzerindeki Etkisi’ (2019-Yüksek Lisans), ‘Mimari Tasarımlar İçin Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik Ortamlarının Geliştirilmesi ve Ciddi Oyunlar İle Kullanıcı Etkileşimlerinin İyileştirilmesi’ (2019-Yüksek Lisans) ile son olarak ‘Endüstriyel Tasarım Eğitiminde Sunumları Zenginleştirmek İçin Karma Gerçeklik Teknolojileri’ (2021-Sanatta Yeterlik) adlı tezlere ulaşılabilmiş, onlar dışında konu ile ilgili diğer tezlere rastlanılamamıştır.

Yukarıda adı geçen tezler biraz daha detaylı incelendiğinde şunlar söylenebilir:

‘Karma Gerçeklikte Çoklu Mekân Tasarımı’ (İpek, 2019) adlı tez, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Grafik Anasanat Dalı’nda hazırlanmıştır. Tezde algı, gerçek,

zaman, mekân ve simülasyon kavramlarına ilişkin açıklamalarda bulunulmuş, artırılmış gerçekliğin ve sanal gerçekliğin tanımına, teknolojisine, donanım ve yazılımına, Türkiye’den uygulama örneklerine, kurgu ve popüler kültürde artırılmış gerçekliğin kullanımına ve artırılmış gerçeklik sorunlarına değinilmiş, sanal gerçekliğin tanımı, tarihçesi, uygulama alanları, Türkiye’den uygulama örnekleri, kurgu ve popüler kültürde artırılmış gerçekliğin kullanımı ve artırılmış gerçeklik sorunları ifade edilmiş, gerçeklik ve sanallık ile ilgili kavramlar araştırılmış, karma gerçeklik uygulama konusu açıklanarak sonuçlandırılmıştır. Tezde sayısal ortamda sanal olarak tasarlanmış olan, Ankara’nın kültürel ve sanatsal üretiminin gelişimine katkıda bulunan CerModern adlı mekân karma gerçeklik teknolojileri aracılığıyla içinde hareket edilebilir ve gezinilebilir duruma getirilmiştir.

‘İç Mimarlık Tasarım Stüdyosu Eğitimi Sürecinde Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı’ (Gülel, 2018) adlı tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır. Tezde temel kavram ve tanımlara, artırılmış gerçeklik uygulamaları incelenerek, artırılmış gerçekliğin iç mimarlık tasarım stüdyosunda kullanılmasına yer verilmiştir.

‘Gelişen Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Tasarım Odaklı Düşünme Üzerindeki Etkisi’ (Cindioğlu, 2019) adlı tez, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen ve Uygulamalı Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır. Tezde temel tasarım eğitiminin kökeni, tasarım araştırması, tasarım eğitimi için karma gerçeklik ortamları, çalışma metodolojisi, temel tasarım için yeni bir karma gerçeklik tabanlı tasarım aracı açıklanmıştır.

‘Mimari Tasarımlar İçin Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik Ortamlarının Geliştirilmesi ve Ciddi Oyunlar İle Kullanıcı Etkileşimlerinin İyileştirilmesi’ (Ergün, 2019) adlı tez, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Enformatik Enstitüsü Modelleme ve Simülasyon Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır. Tezde sanal çevre, sanal, artırılmış ve karma gerçeklik arasındaki ilişki, sanal çevre ve mimarlık, ciddi oyunlar ve sanal çevre gibi başlıklara, bina bilgisi modelleme temelli sanal gerçeklik ve karma gerçeklik aracı olarak Ho- loarch’a, sanal ve karma gerçeklikte uzaysal navigasyon için geliştirilmiş ciddi oyunlara yer verilmiştir.

‘Endüstriyel Tasarım Eğitiminde Sunumları Zenginleştirmek İçin Karma Gerçeklik Teknolojileri’ (Topal, 2021) adlı tez, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü Endüstriyel Tasarım Anabilim Dalı’nda hazırlanmıştır. Tezde endüstriyel tasarımda ürün geliştirme süreci, endüstriyel tasarımda görsel temsil, eğitsel endüstriyel tasarım projelerinde karmaşıklık faktörleri, karma gerçeklik teknolojileri terminoloji ve tanımları, karma gerçeklik teknolojisinde immersiyon (daldırma/sürükleyici olma) ve var olma, endüstriyel tasarımda karma gerçekliğin ticari ve eğitsel kullanımı, öğrenme ortamlarında karma gerçekliğin sağladığı imkânlar, tasarım proje değerlendirme çalışması, katılımcı gözlem çalışmasına yer verilmiştir.

Bu konu kapsamında daha önce yapılan çalışmalar olarak tezler dışında ulusal/uluslararası düzeyde çeşitli akademik çalışmalar da yer almaktadır. Bu çalışmaların üst çatı başlık konu grupları şöyle özetlenebilir: *Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik ve genişletilmiş gerçeklik*. Bu gruplar, çok fazla araştırma yapılmış ve akademik veriye dönüştürülmüş olandan, daha az araştırma yapılmış ve akademik veriye dönüştürülmüş olana doğru sıralanmıştır. Sanal ve artırılmış gerçeklikle ilgili daha fazla yayın olmasının nedeni, o teknolojinin bilinirliğinin, yaygın etkisinin ve kullanımının geçmişe dayanması şeklinde açıklanabilir.

Alt çatı başlık konu grupları ise şöyle özetlenebilir: İç mimarlık, yazılım, donanım ve uygulamalar, görselleştirme ve sunum yöntemleri, eğitim metodolojileri, yeni nesil öğrenme teknolojileri ve pedagojileri. Bu konuların kapsamı ise, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, iç mimarlık eğitimi kelimeleriyle sınırlandırıldığından bazı konu başlıkları şöyle öne çıkmaktadır: ‘Sanal Gerçekliğin İç Mekân Tasarımında Kullanımı’, ‘İç Mekân Tasarımı Eğitiminde Artırılmış Gerçekliğin Uygulanması’, ‘Sanal Gerçekliğin İç Mekân Tasarımı Öğrencileri İçin Kullanışlı Bir Araç Olması’, ‘Artırılmış Gerçekliğin Mekân Tasarımı Eğitiminde Kullanımına Potansiyeller ve Kısıtlamalar Işığında Güncel Bir Bakış’, ‘İç Mekân Tasarımında Görselleştirme Yöntemleri’, ‘Tasarım Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Prototiplerinin Kullanımı’, ‘Artırılmış Gerçeklik Ortamında İç Mekân Tasarımı’, ‘Artırılmış Gerçeklik İle İç Mekân Tasarımı’, ‘Bir Sergileme Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik’, ‘İç Mekân Tasarımında Kullanılan Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarına İlişkin Bir İnceleme’, ‘İç Mekân Tasarımı Öğrencileri ve Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları’, ‘Artırılmış Gerçeklik: Geleneksel ve Dijital

talın Kâğıt Üzerinde Buluşması', 'Mimari Stüdyo Öğreniminde Artırılmış Gerçeklik', 'Artırılmış Gerçekliğin İç Mekân Tasarımında Kullanıcı Merkezli İşlevi', 'İç Mekân Tasarımı ve Mekan Geliştirmede Artırılmış Gerçekliğin Yükselişi', 'Tasarım Eğitiminde Artırılmış Gerçeklik Prototiplerinin Kullanımı', 'İç Mimarlıkta Projede Fikrinin Sunum Paftasına Yansıması', 'İç Mimarlık ve Mimarlık Tasarım Eğitiminde Grafik Sunumun Konumu', 'Küresel COVID-19 Pandemisi Sürecinde İç Mekân Tasarımı Öğretim Metodolojisi, Mimari Miras Görselleştirmede İnteraktif Teknolojileri Kullanma', 'Karma Gerçekliğin Entegre Edildiği Bir Öğrenme Ortamında Öğretim Eğitimi', 'Eğitim ve Eğlencede Karma Gerçeklik', 'Karma Gerçeklik Teknolojisinin Kullanıcı Tarafından Kabulünün Değerlendirilmesi', 'Etkileşimli Karma Gerçeklik Sunumlarının Dinamik Yaratımı', 'Mr-Deco: İç Mekân Planlama ve Tasarım İçin Karma Gerçeklik Uygulaması', 'İç MekanTasarımı İçin Yeni Karma Gerçeklik Ortamına Doğru', 'Eğitim İçin Teknoloji Trendleri', 'Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik-Pedagojide Eğilimler', 'Karma Gerçeklik Teknolojisinde Göz İzleme Tekniği: Göz İzleme Metrikleri ve Navigasyon Verilerininİncelenmesi', 'Karma Gerçeklikli Görsel Müze Olarak Troya Müzesinin Karma Görsellik Yöntemi İle İncelenmesi' şeklinde özetlenebilir.

Bu çalışma yukarıda değinilen çalışmalardan farklı olarak karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık tasarım eğitimine katkıları, yansımaları, avantaj ve dezavantajları ile Türkiye, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri örnekleri üzerinden iç mimarlık eğitiminde kullanım olanağı ve araştırmalarına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

2. İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE GÖRSELLEŞTİRME VE SUNUM YÖNTEMLERİ

İnsan, doğası gereği sosyal ve fiziki çevresiyle sürekli olarak etkileşimde bulunan, düşünme yetisi olan, duyuları aracılığı ile olmuş, olan ve olabilecek olguları bir bütün olarak kavrayabilen, analizleri ve bulguları aracılığıyla onları sentezleyebilen bir canlıdır. Fiziki ve sosyal çevresinden bireye ulaşan her uyaran (duyu), psiko-fizyolojik süreçlerle idrak etme ve düşünme süzgecinden geçirilerek çeşitli duyumlara dönüştürülür. Duyular aracılığı ile edinilen duyumlar da bilişsel süreçlerde değerlendirilerek anlamlandırılabilir ve yeni öğrenme çıktıları edinelebilmektedir. Bu sayede insan fiziki ve sosyal çevresiyle iletişim kurarak onları tanımlayabilmekte, anlamlandırabilmekte ve bilgi sahibi olabilmektedir.

Bulunduğu çevreyi anlamlandırabilmek, çevresi tarafından anlaşılabilir, sosyal ve psikolojik bir varlık olarak kendini ifade edebilmek durumunda olan insan, görsel ve işitsel yöntemler aracılığıyla iletişim sağlayabilmektedir. Dolayısıyla görsel ve işitsel iletişim insanoğlunun yaşamında en çok kullandığı yöntemlerdir denilebilir. İnsan sözcüklerle iletişim kurmadan önce ‘görmeyi’ öğrenir. *Berger (1986), “görme konuşmadan önce gelmiştir. Çocuk, konuşmaya başlamadan önce bakıp tanımayı öğrenir” (s.1)* derken aslında görsel iletişimin sözel iletişimden önce başlamasını vurgulamaktadır. Görsel iletişimin temelinde görsel algılamaya ilişkin bir süreç yaşanırken, işitsel iletişim temelinde en önemli unsur sözel dildir ve insanın bu dil yardımıyla kurduğu iletişim ancak öğrenebildiği diller ile sınırlıdır. Bu bakımdan görsel iletişim, kolay ve hızlı öğrenilebilen evrensel bir iletişim aracıdır.

Görme duyusu insanda konuşma eyleminden önce geldiğinden, henüz yazının icat edilmediği dönemlerde insanların birbirleri ile görsel olarak iletişim kurdukları varsayılabilir. Bu vesile ile görsel iletişim insanoğlunun tarihi ile birlikte gelişip evrimleşmiştir denilebilir. Geçmiş M.Ö. 15.000’li yıllara dayanan ve bilinen en eski mağara resimlerinden biri olduğu kabul edilen örnekler, Lascaux mağarasında bulunmaktadır. *“Lascaux mağarasındaki çizimlerin sanatın ilk örnekleri olup olmadığı konusu tartışılabilir, ancak görsel iletişimin ilk örnekleri olduğu kesindir” (Uçar, 2004, s.18)*. Eski uygarlıklarda çizgi ve yazı, toplumların dini ve kültürel miraslarını gelecek nesillere aktarabilmeleri için görsel iletişim amacıyla bir araç olarak

kullanılmış, zamanla kültürlerin gelişimiyle birlikte yazı, her kıtada farklı özgün formlar kazanmıştır. Yazı, uygarlıkların çeşitli kültürel ve dini olgularıyla birlikte harmanlanarak zaman içinde uygulama alanları bakımından çeşitlenmiş ve temsil ettiği kavramlar da farklılıklar göstermiştir.

Görsel iletişimin ilk örneklerini oluşturan çizimlerden, uygulama alanlarının ve temsil edilen kavramların değişmesiyle günümüzde görsel iletişimin pek çok çeşidinin bulunduğu bir noktaya gelinmiştir. Görsel medya (gazete, dergi, internet ve sosyal medya) aracılığıyla insanlar çok sayıda içerikle karşılaşmaktadır. Üretilen içeriklerde görseller ile (fotoğraf, illüstrasyon, karikatür vb.) büyük puntolu ve kalın başlıklı yazıların daha fazla dikkat çektiği ve öncelikle algılandığı söylenebilir. Sosyal medya ortamında görsel içeriklerin daha fazla yer aldığı, paylaşıldığı hatta daha kolay anlaşıldığı ve etkileşim oranının daha hızlı olduğu belirtilebilir. “*Yapılan araştırmalar insanların görsellere diğer herhangi bir uyarandan daha iyi tepki verdiğini göstermektedir. İnsan beyni görsel bilgiyi metinden 60.000 kat daha hızlı işler. Aslında, görsel veriler beyne iletilen bilgilerin yüzde 90’ını oluşturur*” (Çelik ve Akdamar, 2018, s.258). Dolayısıyla haber, reklam, eğlence ya da belgesel içerikli verilerin, çeşitli görseller aracılığıyla aktarılması durumunda iletilmek istenilen mesajlar, daha hızlı ve daha kolay özümşenerek akılda kalıcı olabilmektedir. Ayrıca, Uçar’a (2004) göre, “*insan öğrendiklerinin %83’ünü çevresini gözlemleyerek, %10 duyarak, %4 koklayarak ve %2 dokunarak öğrenmektedir*” (s.59). Buna bağlı olarak, görsel ve işitsel izlenimler bir arada olduğu zaman iletişimde daha güçlü bir etki yaratmaktadır denilebilir.

Görsel iletişim sürecinde şüphesiz en önemli işlevlerden birincisi göze aittir. İnsan göz ile çevresindeki biçim, renk, ışık ve dokuları ayırt ederek nesneleri algılayarak onlara yönelir. Görme eylemi, dış çevreye ilişkin görsel algılama sürecinin başlangıcını oluşturmaktadır. Görmek; göz yardımıyla bir şeyin varlığını algılamak, seçmek olarak tanımlanabilir. Crick’a (1997), göre ise “*görme; beynin görsel olayın pek çok değişik özelliklerine aynı anda yanıt verdiği ve geçmiş deneylerinin rehberliğinde, bunları anlamlı bir bütünde bir araya getirdiği bitişirici bir süreçtir*” (s.41). Dolayısıyla algılanan duyuların deneyimlenme sürecine bağlı olarak anlamlandırılabilmesi ve öğrenme olgusunun beyin aracılığıyla gerçekleşebilmesi mümkün olabilmektedir. Görme eyleminden sonra gerçekleşen süreçte beyine iletilen görüntü, zihin tarafından anlamlandırıldığı için görsele dönüştürülür.

Görüntü daha çok mekanik bir anlam olarak yaygın kullanıma sahiptir. Örneğin fotoğraf makinesi, röntgen ya da MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) ile edinilen sonuçların birer görüntü olduğu söylenebilir. Dolayısıyla görüntüselleştirme, yalnızca teknik ve elektronik cihazlarla üretilen görüntüleme eylemi olarak adlandırılabilir. Görselleştirme ise, daha çok özne konumunda olan insan tarafından o görüntüye ilişkin gerçekleştirilen bilgi, yorum, değerlendirme ve sentezler bütünlüğü ile ilgilidir. Örneğin, bir illüstratör tarafından yapılan illüstrasyon, bir mimar ya da iç mimar tarafından geleneksel ya da dijital yöntemlerle yapılan eskizler, çizimler, planlar, paftalar birer görselleştirmedir. Dolayısıyla görsel algıyla oluşan görüntü, zihinsel süreçte değerlendirilerek tasarımcı tarafından öznelendirilerek yorumlanır ve biçimlendirilerek görselleştirilir. *Barnard'a (2002) göre, "görsel olan; insanlar tarafından üretilmiş, yorumlanmış ya da meydana getirilmiş, işlevsel, iletişimsel ve/veya estetik amacı olan her şeydir"* (s.34). Dolayısıyla görselleştirmenin, görme eylemi dışında özne tarafından üretilen, bilgi içeren bir mesajı iletme amacıyla görsel algılama sonrası verilerin ve onlar arasındaki ilişkilerin anlamlandırılabilmesine yönelik bir durum olduğu söylenebilir.

Belirli bir amaca yönelik olarak farklı disiplinlerde üretilen veriler farklı biçimlerde olduğu için onları görselleştirme yöntemleri de oldukça farklı olabilmektedir. Örneğin, bir sanatçının geleneksel tuval üzerine ya da çağdaş yöntemlerle yeni medya araçlarını kullanarak oluşturduğu eserleri, bir bestekârın duygu ve düşünce yoğunluğunu notalara dökmesi, bir tasarımcının tasarım problemini çözümleyebilmek için yaptığı eskizler, çizimlerin tamamı görselleştirmeye birer örnek olarak verilebilir. Ayrıca bunlara ilave olarak, çeşitli disiplinlerde kullanılan tüm maketler, modeller ve dijital ortamlardaki uygulamalar da görselleştirme yöntemleri arasında yer almaktadır. Tarih boyunca çeşitli harita çizimleri, askeri çizimler, bilimsel çizimler ve el yazmalarında gerçekleştirilen görselleştirme yöntemleri hem kendi dönemi içinde bilgi aktarımı için kullanılmışlar hem de geçmişe ışık tutabilecek birer arşiv özelliği gösterebilmişlerdir.

Buluşlar, icatlar, bilimsel ve tıbbi araştırmalar, tasarım fikirleri ve konseptler, imgelemeler, projeler; taslak, eskiz, çizim, illüstrasyon ve el yazmaları aracılığıyla görsel notlar olarak somutlaştırılıp kayıt altına alınabilmışlerdir. Böylece hatırlanmayı kolaylaştırması, daha sonra aynı fikir üzerinde analiz ve sentezler, bulgular ve değerlendirmeler sonucu yapılabilecek

güncellemelere alt yapı oluşturmaları mümkün olabilir. Fikrin, alanında uzman diğer bilim insanları, eğitmenler ya da alan dışı olanlar tarafından daha hızlı, daha kolay, daha doğru ve daha etkin anlaşılabilmesi için sunum olarak kullanılması, çizimi yapan kişinin sezgisel ve deneysel yaklaşımlarının izdüşümleri olarak onlardan ilham alınması, çizimlerin geleceğe dair görsel not düşülerek bir bakıma arşivlenmesi görselleştirme nedenleri arasında yer alabilir. Tasarım, mimarlık ve mühendislik (endüstriyel tasarım, grafik tasarım, iç mimarlık, elektrik-elektronik, harita mühendisliği vb.) gibi disiplinlerde tasarlama eylemi sürecinde imgelemde oluşan düşüncelerin çizim araçları ve teknikleri ile görselleştirilmesi durumu da söz konusudur. Bir tasarım probleminin çözümlenmesi için kullanılan ve temelinde çizgi ögesinin kullanıldığı görselleştirme eylemleri, bazen yeni bir ürünün ilk prototipi bazen de ürünün güncellenmesine, geliştirilmesine ya da sunumuna yönelik birtakım sonuçlar dizisini içerebilir.

Sunum, bir konuyu, bilgi içeriğini, bir şeyi; önemli yönleriyle bir kişiye, gruba ya da topluluğa gösterme, anlatma ve ifade etmedir. Mimarlık, iç mimarlık disiplinlerine göre bu kapsamda her sunumun birer temsil özelliğinde olduğu söylenebilir. Temsil; tasvir etme, ifade etme, işaret etme, yerine geçme, görselleştirme, eşdeğer olma gibi anlamlara gelebilmektedir. *Odabaş'a (2020) göre, "temsil, zihinde oluşan imgeyi aktarmak için kullanılan her türlü araç ve yöntemlerdir" (s.15).*

Bu anlatım teknikleri aracılığıyla yaratıcı düşüncenin önerme dili varlık kazanmakta ve anlamlandırılabilir. Anlatım teknikleri bu anlamda hem kapsayıcı ve kuşatıcı bir şekilde bir sunum yöntemi hem de sunumun oluşturulmasında bir aracı konumunda olabilmektedir. İç mimarlık alanlarında görselleştirme, tasarım problemine getirilen çözüm önerisinin iki boyutlu eskizler, çizimler ya da üç boyutlu maketler aracılığı ile somutlaştırılmasıdır. *Yıldırım, Yavuz ve İnan'a (2010) göre, "bir mekânsal nesnenin tasarım, uygulama ve uygulama sonrasında algılanabilecek biçimde semboller ve simülasyonlar düzenlenerek iki veya üç boyutlu modellere dönüştürülmesine" mimari görselleştirme denilmektedir (s.18).* Görselleştirme, tasarım sürecinde öğrenci, eğitmen ya da profesyoneller tarafından aktif olarak kullanılan bir yöntemdir.

Görsel sunum yöntemleri projenin, tasarım, projelendirme ve üretim sürecini anlaşılabilir kılarak, projenin tamamlandığında nasıl olacağını gösterebilmek için oldukça önemli bir

işleve sahiptir. Mimari ve mekânsal görselleştirme süreci; öğrencilerin belirli bir tasarım probleminin çözümüne yönelik düşünsel olarak ürettikleri imgeler, çeşitli çizim anlatım teknikleri ile görselleştirilerek, iki ya da üç boyutlu anlaşılabilen çıktılara dönüştürülen zihinsel bir yaratma süreci olarak ele alınabilir. Gökmen ve Süer 'e (2003) göre, “tasarım süreci, tüm dönüşümün gerçekleştiği psikolojik-zihinsel bir süreç olduğu kadar, öğretimi ve hatta uygulama aşamaları dikkate alındığında, sosyal bir iletişim ve etkileşim sürecidir. Öğrenci bu süreçle birlikte düşünce üretmeyi deneyimler” (s.20). Çözüm odaklı, mekânsal tasarım ve aktarım sürecinin başlangıç noktası genellikle fikirlerin anlık ve hızlı bir şekilde kâğıt üzerine yapıldığı eskizlerdir. Yapılan eskizler ile tasarımcı fikirlerini planlayabilir, geliştirebilir ve aktarabilir hale getirebilmektedir.

Atılğan'a (2006) göre; “bir tasarımın fiziksel nitelik kazanabilmesi için en olası yöntem, çizim teknikleri ile planlama ve çözümlemelerin yapılarak sunuma aktarılması ve sonrasında uygulamaya alınmasıdır. Bu tasarım süreci, mimarlık alanlarının merkezinde konumlanarak yüzyıllardır mimaride ve mühendislikte eserler ortaya çıkarılmasında etkili olmaktadır. Günümüz iç mimarlık ve mimarlık eğitimlerinde, gelişen teknolojiye uyum sağlayarak öğrencileri mesleki sürece hazırlayabilmek adına geleneksel çizim yöntemleri ile birlikte dijital üretim yöntemlerine de yer verilmektedir” (s.125-127).

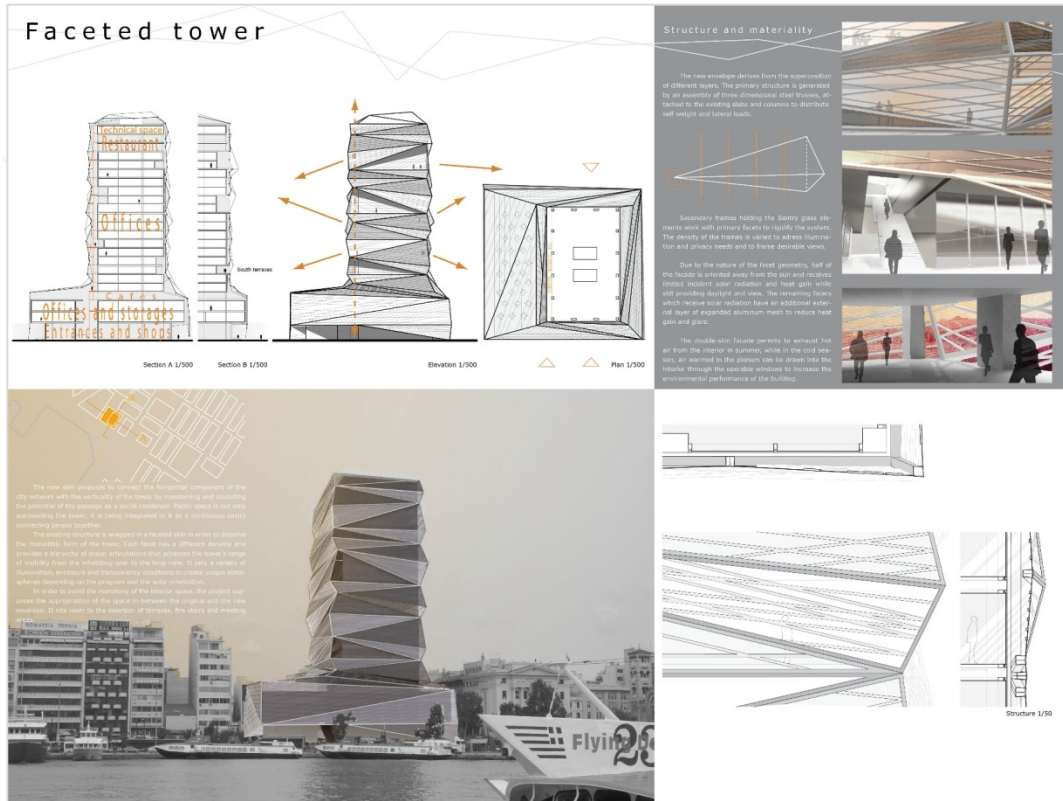
Ortak olarak çalışan bu karma (hibrid) eğitim sisteminde, tüm tasarımın başlangıç noktası olan tasarım süreci, işleyen bu mekanizmanın en temel ögesi olarak düşünülebilir. Tasarım süreci, belirli bir kavramın oluşmasından, tamamlanmış bir projeye kadar sürebilmektedir. Pek çok farklı tasarım süreci yaklaşımı olmakla beraber problemin tanımlanması, araştırma, analiz, karar ve uygulama aşamalarını içerir. Tasarımcı bu yaratıcı süreçte fikirlerini öncelikle hızlı çizim çalışmalarıyla konsept araştırması yaparak ilerleyebilir, daha sonra onu çeşitli geleneksel ya da dijital yöntemlerle eskiz çizimleri, plan çizimleri, maket, model ya da modelleme ile somutlaştırarak görselleştirebilir.

Tasarım disiplinlerinde bir ürünün çıktı olarak görselleştirilebilmesi süreci benzerlikler gösterebilmektedir. Mimarlık, iç mimarlık, grafik tasarım, endüstriyel tasarım gibi tasarım tabanlı alanlarda lisans eğitimi ya da profesyonel iş yaşantısında tasarım süreci genel olarak;

tasarım problemini belirleme ve tanımlama, veri toplama ve çözümleyerek analiz etme, sentezleme ve değerlendirme, geliştirme ve uygulama ile ürüne dönüştürme olarak özetlenebilir. İç mimarlık tasarım eğitiminde ders yürütücüsü tarafından öğrencilere ortak bir tasarım problemi verilerek, amaçlanan bir doğrultuda ve planda her öğrencinin farklı çözüm önerileri geliştirilmesi, işlevsel ve estetik bir ürün ortaya koyması ve bunu eskiz, görünüş, kesit, üç boyutlu çizim, maket ya da üç boyutlu modelleme gibi yöntemler aracılığıyla görselleştirmesi ve pafta düzenlemesi ile sunması beklenmektedir. İç mimarlık tasarım eğitimi süreçlerinde alan dersleriyle ilgili tasarımlar, genel olarak ‘stüdyo’ dersi adı altında yürütülmektedir. Kuramsal içerikli derslerde edinilen bilgiler yanında, yazılımlarla ilgili teknik birikimler ve mesleki beceriler de kazanılabilmekte ve temel düzeyde bir yeterliğe sahip olunabilmektedir. İç mimarlık tasarım eğitiminin 1. veya 2. yılından itibaren öğrenciler, stüdyo dersinde seçilen konuyla ilgili imgeledikleri oluşumu; önce eskiz ve teknik çizimlerle anlaşılır kılıp, ölçek, kesit ve görünüşle birlikte uygun yazılımlarla dijital ortama aktarmaktadır. Daha sonra geleneksel yöntemler, araç ve gereçler (oluklu mukavva, fotoblok, çeşitli gramajlarda kâğıtlar, kalemler, silgi, cetvel, gönye, maket bıçağı, yapıştırıcı vb.) kullanılarak el ile maketler oluşturulmaktadır. Günümüzde fotoblok ve mukavva gibi gereçler lazer kesim yöntemiyle kesilip yapıştırılarak da maketler yapılabilmektedir. İç mimarlık dışında mühendislik ve inşaat alanlarında da yoğun olarak kullanılmaya başlanan 3B yazıcılar aracılığıyla da maketler tamamlanabilmektedir. Böylece öğrenci projenin mekânsal ilişkilerini daha iyi kavrayarak anlayabilmekte, projeyi paftayla, maketle görselleştirerek sunum yapmayı öğrenebilmekte ve süreci böylece deneyimleyebilmektedirler.

Geleneksel ya da dijital yöntemlerle görselleştirilen her proje, lisans öğrencisi ya da profesyonel iş hayatında yer alan bir mimar/iç mimar tarafından bir jüriye ya da müşteriye (özel, kamu, şahsa ait bir kurum ya da firma) sunulacağı zaman, amaçlanan etkinin gerçekleşebilmesi için bilginin açık ve anlaşılır kılınması gerekmektedir. Tasarlanan mekânın hem 3B modelleme ve maketinin hem de kullanılacak olan malzemeye ilgili üretim detaylarının ifade edebilmesini ve anlaşılır olabilmesini olanaklı kılan etken, onun geleneksel ya da dijital yöntemlerle ortaya koyduğu sunumlarıdır. Bu durumda bilginin karşı tarafça kısa sürede net olarak algılanabilmesi, kavranabilmesi ve anlamlandırılabilmesini, projenin önemli özelliklerinin ön plana çıkartılarak simgesel yönleriyle somutlaştırılmasını ve görselleştirilmesini ve proje başarılı ise onun kabul edilebilirliğini kolaylaştırabilmektedir. Çünkü geleneksel ya da dijital olarak mimari sunumu yapılan proje paftalarında, tasarımcı tarafından tasarlanan bir mekânın biçimi, rengi, modeli,

boyutu, kesiti, çevresel etmenlerle ilintisi vb. bilgiler yer alır. Mimari sunum tekniklerinde tasarımın en iyi şekilde anlatılabilmesi ve bilgilerin doğru olarak aktarılabilmesi, pafta adı verilen çalışmalar/uygulamalar/tasarımlar aracılığıyla yapılmaktadır. Genel olarak mimari sunumlarda A0, A1 ve A2 gibi farklı boyutlarda yatay ve dikey olacak şekilde tercih edilen paftalar (Kürşad, 2020, s.218) belirli tasarım ilkelerine göre anlaşılır bir görsel iletişim gerçekleştirecek şekilde kurgulanmalı, özenle ve dikkatle hazırlanmalıdır (Şekil 1).



Şekil 1: Yatay olarak tasarlanmış bir pafta örneği.

Kaynak: <https://i.pinimg.com/originals/63/0a/fd/630afd919dc0ffefef85a5004174cfb0>

Tasarım sürecine ilişkin ilk aşamalarda projesini yoğun çabayla ve başarıyla geliştirebilen bir öğrencinin, jüri karşısında yapacağı sunum için kullanacağı paftalara o performansı aynı özende yansıtması gerekmektedir. Mezuniyet sonrası, bir iç mimar olarak profesyonel yaşamda, kullanıcı/müşterilere yapılan sunumların da özenli bir şekilde yapılması gerekmektedir. Sunum paftasında; tasarım problemine en işlevsel yaklaşımla tasarımı yapılan projenin kulla-

nıcı tarafından özümsebilmesi amacıyla plan, kesit, görünüşler, detaylar ve üç boyutlu görsellerden yararlanılır. Böylelikle öğretim elemanlarının/kullanıcıların/müşterilerin karar verebilmeleri, ikna edilebilmeleri daha kolay ve hızlı gerçekleşebilir.

Tasarım sürecinde, sunumlar aracılığıyla varılan kararlar, projenin sorunsuz olarak tamamlanabilmesine yardımcı olabilir. Eskizler, konsept çizimler, teknik çizimler ve modellemeler, yapının kullanıcı/müşteri tarafından çok daha iyi anlaşılmasını mümkün kılabilir. Bu kapsamda sunum yapılması, projede yapılmış ve yapılabilecek olan çalışma süreci hakkında müşterinin onayını alabilmeyi, projenin geliştirilmesine ya da nihayete erdirilecek olan durumlara ilişkin kararlar alınmasını kolaylaştırabilir.

Mimari görselleştirme yöntemleri hem öğrenciler tarafından hazırlanan projelerin önce kendileri daha sonra ise eğitmenleri tarafından anlaşılabilmesini hem de meslek dışı kişilerce de açık ve net olarak anlaşılabilmesini mümkün kılabilmektedir. Bu kapsamda Akın (2008), *“kullanılan görselleştirme teknikleri ve ortamlarının, aktarılacak istenen içeriğin ve hedef kitlenin çeşitliliğine göre farklılık göstermesiyle birlikte ortaya geniş bir kullanım alanı çıkmakta”* (s.1) olduğuna vurgu yapmaktadır. Görselleştirme teknikleri geleneksel ya da dijital olsun, oluşturulan içeriğin daha kolay, hızlı açık ve anlaşılır olmasını sağlamakla görsel iletişim sürecinde bilginin doğru olarak transfer edilmesinde vazgeçilemez bir aracı ve köprü olabilmektedir.

Mimari görselleştirme kapsamında sunum, hem tasarım sürecinde mimar/iç mimar tarafından çözüm önerileri içeren imgesel oluşumların görselleştirilmesinde, ortaya konulmasında ve somutlaştırılmasında bir yöntem olarak hem de bu sürecin sonunda kullanıcıya/müşteriye/ders yürütücüsü öğretim elemanına sunularak, projenin daha iyi algılanabilmesini, anlaşılabilmesini ve ikna edilebilmeyi kolaylaştırması bakımından geleneksel ya da dijital olarak gerçekleştirilen bir görselleştirme yöntemi olarak düşünülebilir. Mimari tasarımda görselleştirme sunum yöntemleri Yıldırım, Özen Yavuz ve İnan (2010b) tarafından geleneksel ve dijital olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır. Bunlar:

1. Geleneksel ifade teknikleri

- 1.1. Kâğıt üzerine iki boyutlu çizimler
- 1.2. Üç boyutlu çizimler: Perspektifler
- 1.3. Üç boyutlu modeller: Maket

2) Dijital ifade teknikleri

- 2.1. Dijital ortamda vektörel bazlı yazılımlar
 - 2.1.1. İki boyutlu çizimler: Ortografik çizimler (plan, kesit, görünüşler)
 - 2.1.2. Üç boyutlu modeller: Modelleme, animasyon ve fotogerçekçi görüntüler
- 2.2. Dijital ortamda obje bazlı yazılımlar: Obje bazlı çizim, modelleme, animasyon ve fotogerçekçi görüntülerdir (s.18).

İlerleyen bölümlerde geleneksel ve dijital sunum araçları ve yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

2.1. İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE GELENEKSEL SUNUM ARAÇLARI VE YÖNTEMLERİ

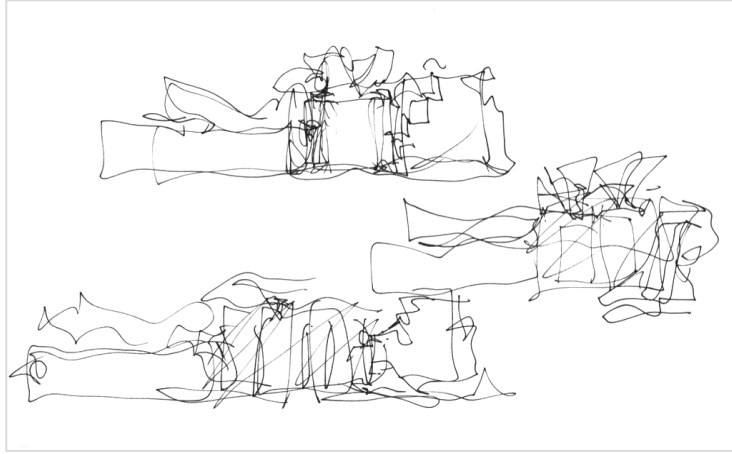
Tasarım sürecinde projenin ifade edilmesinde, anlaşılır kılınmasında/somutlaştırılmasında/sunum aşamasına getirilmesinde ilk olarak geleneksel sunum teknikleri ile çalışılır. Dijital teknolojilerin mimari görselleştirme sürecinde kullanılabilmesinde dahi ilk önce geleneksel sunum yöntemlerine gereksinim duyulabilmektedir. Önemli olan tasarıma/projeye bağlı olarak yaratıcı ve işlevsel çözümler için kesin ve önyargılı ayırmda bulunmadan tarafsız bir yaklaşımla hangi tekniklerin hangi amaçlara bağlı olarak tercih edilmesi gerektiğinin bilincinde olmaktır. Belardi (2015) bunu şu şekilde ifade etmiştir: “*Dijital araçları küçümsemenizi önerecek değilim. Bunlar hem yaratıcı hem de iletişimsel olanaklarla doludurlar. Böyle yaparsanız çağınızın gerisinde kalabilirsiniz. Ancak, bu yenilikçi gösterim tekniklerinin sınırlarının farkında olmak demek, amacın yerine araçları koyma tehlikesinin de farkında olmak demektir*” (s.56). Dolayısıyla başlangıçta önyargılı davranmaksızın ve ayırım yapmaksızın tasarım sürecinde, amaçlanan ve planlanan sonuca en uygun mantık yürütme ve yaratıcı imgesel düşünmeye bağlı olarak zihinde oluşturulan biçimleri görselleştirebilmek amacıyla, iki ve üç boyutlu çizimler/temsiller, maketler kullanılabilir. Bu kapsamda kullanılan geleneksel ifade yöntemleri bir önceki bölümde belirtildiği üzere üç ana gruba ayrılmaktadır: Kâğıt üzerine iki boyutlu çizimler, üç boyutlu çizimler-perspektifler ve üç boyutlu modeller-maketler (Yıldırım, Özen Yavuz ve İnan, 2010, s.18).

2.1.1. Kâğıt Üzerine İki Boyutlu Çizimler

Öğrenci/iç mimar tarafından bir tasarım problemine çözüm önerisi olarak sunulabilecek fikirler, imgelem aşamasından somut gerçekliklere, temsili değerlere dönüştürülürken ilk olarak kâğıt ve kalem gibi geleneksel araçlardan yararlanılır. İç mimarlık disiplinde çok katmanlı ve yaratıcı olunabilen geleneksel tasarım süreci ilk önce kâğıt üzerine yapılan çizimlerle başlamaktadır. Çözüm önerisi geliştirilirken anlık (spontane) ya da planlı olarak gerçekleştirilebilen birtakım eskizler ve çizimlerde yaratıcı düşünceye ket vurabilecek herhangi bir olumsuzluğa yer yoktur. Çünkü kâğıt bir okyanus olarak düşünülürse kalem bir yelken gibidir. Sınırsız olasılıklar beyin fırtınasıyla tasarımcının işlevsel ve yaratıcı çözümler içeren fikirlerine damıtılarak indirgenir. Bu eskizler, çizimler tasarımcının fikirlerinin somutlaştırılarak anlaşılabilir olmasını; düşüncesinin yeniden yapılandırılarak görselleştirilmesini mümkün kılabilmektedir. Teknik resim ve ölçek birimlerinden bağımsız olarak tanımlanabilen ve kâğıt üzerine hızlıca yapılan bu çizimler ‘eskiz’ olarak adlandırılmaktadır. Eskiz, projeye ilişkin ilk sayfayı temsil ettiğinden özünde kesinlik ve detay içeren bilgiler barındırmaz.

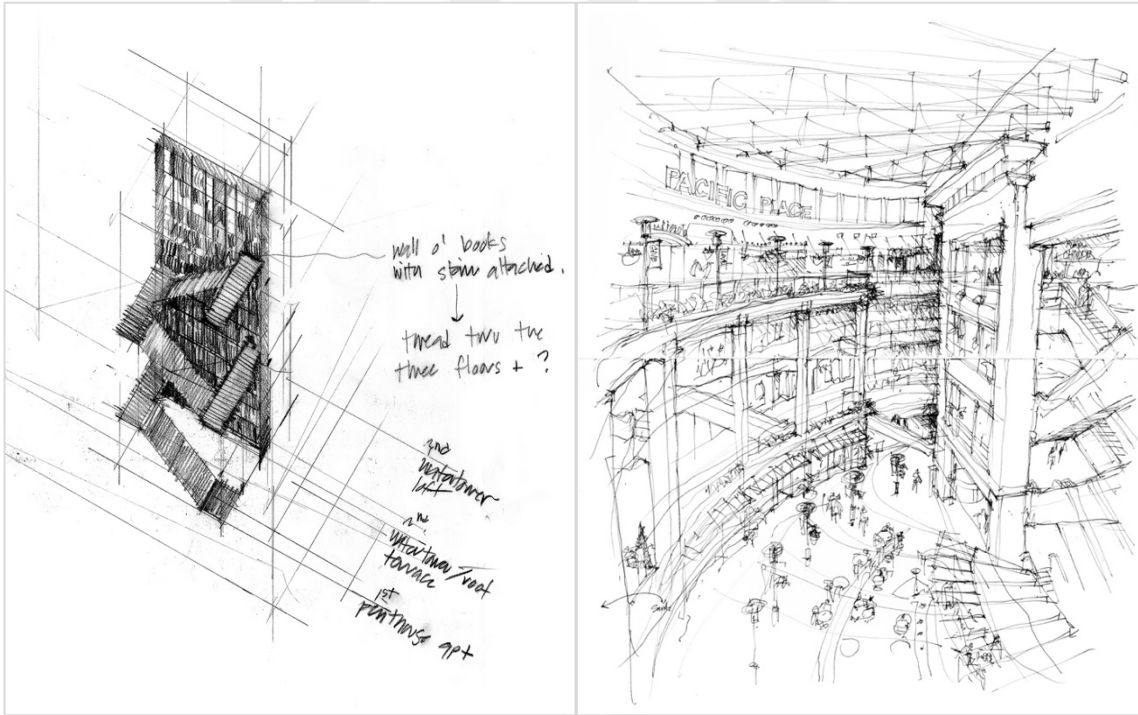
Eskiz türleri görsel notlar tutmak, gerçek durumları ve halleri gözlemlemekten bir düşünce ya da konsepti yapı sökümüne uğratan, analitik çizimlerin üretimine kadar uzanabilir.

“Eskizler; konsept eskizleri, analitik eskizler ve gözlem eskizleri olarak sınıflandırılabilir. Konsept eskizleri, projenin başında çizilip düşüncenin özünü ortaya çıkarırken projenin tamamlanışıyla da tutarlı olmalıdır. Analitik eskizler bir binayı, mekânı ya da birleşen parçaları analiz etmek için kullanılabilirler. Gözlem eskizleri ise binanın parçalarını, malzemeleri ve mekânı detaylı olarak inceleyerek betimleyebilir” (Farrelly, 2012, s.11). (bk. Şekil 2 ve Şekil 3).



Şekil 2: Konsept eskizi örneği.

Kaynak: www.architectural-review.com/essays/reputations/frank-gehry-1929-10030660.article



Şekil 3: Analitik eskizi örneği (sol), Gözlem eskizi örneği (sağ).

Kaynak: <https://architizer.com/blog/practice/tools/how-architecture-is-born-olson-kundig-architects/>

Kaynak: <https://architizer.com/blog/practice/tools/how-architecture-is-born-olson-kundig-architects/#media-15>

İnceoğlu'na (1995) göre, eskiz, *“tasarım sürecinde düşüncenin görselleştirilmesi amacına yönelik kavramı anlatır. Eskiz genellikle, düşüncenin bir ön tasarıma dönüşmesidir ve beklenen ürünün bir öncüsü niteliğindedir. Hayal edilen ürünün bütün temel niteliklerini, ana fikri içinde barındırır”* (s.39). Belardi'ye (2015) göre ise eskiz, *“fikirlerin DNA'sıdır. Eskiz fikrin doğuşudur çünkü etkinliğin yaratıcı çekirdeği çerçevesinde geçici de olsa, çekirdeğin şimdilik dışında olan her karmaşıklığa çözüm getirmeyi amaçlar”* (s.43). (...) *“Eskiz, doğası gereği az ve öz olduğundan, süratli olma niteliğine sahip bir not alma sistemidir”* (s.47). Tasarımcı eskizler aracılığı ile tasarım probleminin getirdiği sorunlara çözüm önerileri geliştirirken aynı zamanda, kesintisiz olarak edindiği yeni imgesel düşünme ve betimsel öneriler sayesinde tasarımını ilham verici ipuçlarıyla donatabilir onun her an daha fazla gelişmesine olanak sağlayabilir. *“Tasarımcılar, eskizleri, kavramlar oluşturmak, problemleri görsel olarak temsil etmek, bilişsel çabalarını düzenlemek, problem çözmeyi ve yaratıcı faaliyetleri teşvik etmek, fikirlerinin görsel çevirilerini yürütmek ve tasarımın geometrik formunu oluşturmak için kullanır”* (Topal, 2021, s.21). *“Özellikle tasarımın ilk aşamalarında eskizin görsel ve zihinsel imgeler arası kurduğu bağ, belirsiz ifade biçimi ve yeniden yorumlanmaya açık yapısıyla tasarımsal düşünceyi desteklemede çok önemli bir yer tutmaktadır”* (Atılğan, 2006, s.21). Eskiz ve çizimler; düşünce ile başlayıp tasarım ile devam ederek, proje ve üretim sürecini anlaşılabilir kılmayı amaçlayan bir görselleştirme ve iletişim yöntemi olarak da düşünülebilir. Sunum yöntemleri arasında yer alabilen ve mimarın/iç mimarın izlenimlerini, düşüncelerini görselleştirdiği eskizler, çizimler; üzerinde çalışılan projenin, işveren/meslek dışı kişilerce de anlaşılabilir kılınması amacıyla anlatım teknikleri kapsamında hazırlanmış görselleştirme sunuları haline getirilmektedir.

Çizimle sunum yöntemi Rönesans döneminden bu yana tasarım düşüncesinin betimlenmesinde ana yöntem olarak kullanılmaktadır. Geleneksel çizim yöntemlerinde temel amaç, tasarımın eskizlerle kâğıda aktarılıp, projenin ana hatlarını ve çizgilerini belirlemektir. Bu süreçte kullanılacak malzemeler konusunda tasarımcı tamamen özgür iken faydalanabileceği temel çizim araç ve gereçleri arasında; çizim masası, T cetveli, paralel cetvel, pergel, gönye, rapido ve kurşun kalemler, marker kalemler, silgi, maket bıçağı, kare, düzgün çokgen, elips ve çember şablonlar ile eğri cetvelleri (pistoleler) vb. bulunmaktadır. Teknik çizimlerde kullanılan T cetveli gönyelerle birlikte x, y ve z doğrultularının oluşturulmasında kullanılmak-

tadır. Döner ve sabit başlıklı olarak iki gruba ayrılmaktadır. Uzunlukları farklı olan T cetvellerinin ahşap, plastik ve metal türleri mevcuttur. Oval ve dairesel çizgileri kusursuz olarak çizmek için farklı ölçeklerde hazır elips ve çember şablonlar kullanılmaktadır. Eğri cetvelleri (pistoleler) ile de el ile çizilemeyecek kusursuz eğrisel çizgiler uygun şablonlar aracılığıyla çizilebilmektedir. Pergel aracı ile istenilen ölçüde daire çizimleri yapılabilmektedir. Marker kalemlemler ile proje renklendirilmekte, ışık ve gölge değerleri eklenerek daha estetik görünmesi sağlanabilmektedir. Farklı uç kalınlıklarına sahip olan rapido kalemi olarak bilinen mürekkepli kalemlemler ile ise projede uçlu kalemlemlerle çizilen çizgiler üzerinden geçilerek proje belirginleştirilir. Bu araçların dışında, çeşitli amaçlar için değişik boyutlarda, gramajlarda, dokularda ve renklerde tabaka ve rulo şeklinde saydam ve mat olan kâğıtlar kullanılmaktadır.

Oldukça geniş olan bu malzeme çeşitliliğini kullanmak ise tasarımcı açısından hem çok fazla dikkat ve emek hem de iyi bir el becerisi gerektirmektedir. Dolayısıyla geleneksel sunum yöntemlerinden olan çizimler (teknik resim) kapsamında kullanılan araç ve gereçlerin kullanımı; onların nitelikleri, özellikleri ve kullanılışları bakımından iyi bilinmek zorundadır. Mimari ve mühendislik tabanlı ve teknik içerikli tüm tasarımlar, izdüşüm yöntemleriyle çizilmelidirler. *“Teknik resim, bir mekânın ya da bir objenin belli ölçeklerdeki paralel-dik izdüşümlerinin, düşey-yatay kesitleri ve görünüşlerinin iki boyutlu olarak resim düzlemine çizilmesidir”* (Şahinler ve Kızıl, 2008, s.95). İki boyutlu çizimler eskizler, teknik resim, plan, kesit ve görünüşler olarak var olabilmektedir. Geleneksel yöntemlerle görselleştirilen teknik resim; çizim masaları, tablaları üzerinde, farklı gramajlarda mat beyaz veya renkli çizim kâğıtları yanında aydınlar olarak adlandırılan saydam kâğıtlar üzerine ölçü cetvelleri, eğri cetvelleri ve ölçekli cetveller yanında, çeşitli sertlik ve yumuşaklıkta kurşun kalemlemlerle ya/ ya da çini mürekkepli teknik çizim kalemlemleriyle yapılan çizimleri kapsar. Belirli bir genişlik (x eksenini doğrultulu) ve yükseklik (y eksenini doğrultulu) bilgisine sahip olunan teknik içerikli tasarım çizimleri yanında perspektifin aktif olarak kullanıldığı ve derinliği olan (z eksenini doğrultulu) üç boyutlu çizimler de söz konusudur.

2.1.2. Üç Boyutlu Çizimler: Perspektifler

Perspektif, imgesel ya da görünür olan üç boyutlu figür, mekân ve nesneleri, iki boyutlu düzlem/ortam üzerine belirli kurallara göre oluşturmak için kullanılan bir temsil/görselleştirme

süreci olarak ifade edilebilir. *Sözen ve Tanyeli'ye (1986) göre perspektif, “üç boyutlu gerçeklikleri iki boyutlu resim düzlemi üzerinde betimleyerek üçüncü boyut yanılsaması yaratma işine yarayan bir resim ve çizim tekniğidir” (s.189).* Perspektif çizimler, sanat, tasarım, mühendislik gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. İç mimarlık alanı ve eğitiminde yaratıcı imgesel düşüncenin geleneksel ifade teknikleri kullanılarak görselleştirildiği durumlarda tasarımın hacimsel etkisinin gösterilebilmesi ve mekânın tasarlanıp tamamlandığında gerçeğine yakın görünümünün anlaşılır olabilmesi için perspektif tekniğinden yararlanılmakta ve mekânlar, nesneler düzlemde somut karşılıklarıyla ve biçimlerine ilişkin anlamlarıyla yer almaktadırlar. Çünkü üç boyutlu perspektif çizimlerde mekân ve nesneler derinlik algısı sayesinde daha iyi anlamlandırılabilir. Perspektif aracılığıyla mekân ve nesneler görüldüğü ya da görüldüğüne yakın biçimde algılanabildiği için projenin daha kolay anlaşılabilmesini ve yorumlanabilmesini sağlamaktadır. Üç boyutlu perspektif çizimler, iki boyutlu olarak görselleştirilen mimarinin ilgili plan, kesit ve görünüşlerle teknik bilgi donanımlı kişiler tarafından yeteri kadar anlaşılamadığı durumlarda ya da mimari tasarımın karşı taraf imgeleminde daha iyi oluşturulabilmesi ve daha kolay anlamlandırılabilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Perspektif aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

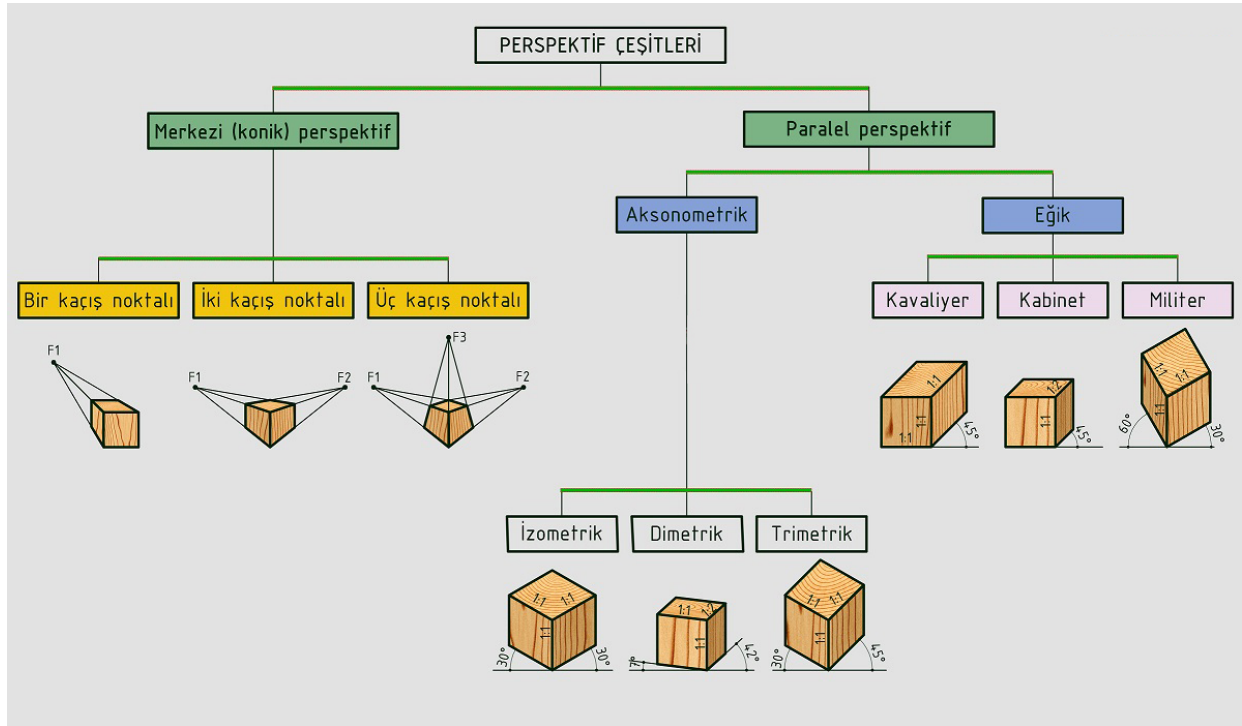
1. Konik (merkezi) Perspektif

- 1.1 Tek noktalı perspektif
- 1.2 İki noktalı perspektif
- 1.3 Üç noktalı perspektif.

2. Paralel perspektif

- 2.1 Aksonometrik Perspektif
 - 2.1.1 İzometrik perspektif
 - 2.1.2 Dimetrik perspektif
 - 2.1.3 Trimetrik perspektif
- 2.2 Eğik Perspektif
 - 2.2.1 Kavalier perspektif
 - 2.2.2 Militer perspektif
 - 2.2.3 Kabine perspektif

Konik (merkezi) perspektif; gerçek görünüme en yakın perspektiftir. *Konik perspektifin paralel perspektife nazaran cisimleri gözle görüldüğü gibi ifade etme üstünlüğü vardır. Çünkü konik perspektifte elde edilen resim, insan gözünün tabiat üzerinde cisimleri gördüğü duruma çok benzemektedir (Gürer, 1990, s.185).* Konik perspektif merkezi izdüşüm yöntemine göre çizilmektedir. İz düşürücü ışınlar bir noktadan çıkarak cismin köşelerinden geçmektedir. Konikperspektif; tek noktalı perspektif, iki noktalı perspektif ve üç noktalı perspektif olarak üçe ayrılmaktadır. Konik perspektifte, kişinin göz hizasından geçtiğivarsayılan ufuk çizgisi; kişinin ufuk çizgisi ile bulunduğu konumun kesişmesinden oluşan ufuk/bakış noktası, yer düzlemi gibi kavramlar konunun anlaşılabilmesi bakımından önem arz etmektedir. Örneğin, perspektif çizimlerde bulunan ufuk/bakış noktası, çizimin 3 boyutlu derinliğini ve objeler arası es-pas ilişkisini sağlamaktadır. *“Paralel perspektif, bir cismin, ışınların cisme sonsuzdan gelip izdüşüm düzlemine paralel olarak aktarılması ile elde edilen görünüşüne denir. Bu iz düşümde cisim ile izdüşümü aynı boyutta olmaktadır (Söğüt, 2019, s.46).* Paralel Perspektif; aksonometrik perspektif ve eğik perspektif olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Aksonometrik perspektif, ışınların dik geldiği paralel izdüşümdür. Cisim, izdüşüm düzlemine belli açılar yapacak şekilde konumlandırılmaktadır. Aksonometrik perspektif; izometrik, dimetrik ve trimetrik perspektif olmak üzere 3 alt gruba ayrılmaktadır. İzometrik perspektifte tüm kenarlardaki kısalma oranları ve eksenler arasındaki açılar eşittir. Dimetrik perspektifte iki eksen doğrultusundaki kısalma oranları eşit fakat üçüncü eksen doğrultusundaki kısalma oranı farklıdır. Trimetrik perspektifte ise her üç eksen doğrultusundaki kısalma oranları ve eksenler arası açılar farklıdır. Eğik perspektif dekavaliyer, militer ve kabine perspektif olmak üzere 3 alt gruba ayrılmaktadır. Eğik perspektifte ise izdüşürücü ışınlar izdüşüm düzlemini 30°, 45° veya 60° açıda keser. Cismin kenarları aksonometrik perspektifte olduğu gibi birbirine paraleldir (bk. Şekil 4).



Şekil 4: Perspektif çeşitleri.

Kaynak: <https://www.mesleklisesinetmeslek-bolumlerimiz-mobilya-teknik-resmiperspektif-cesitleri-renkli-teknik-resim.html>

Perspektif çizimleri, tasarımların görüldüğü gibi bir resim düzleminde belirtilmesi esasına dayanır. Bu nedenle mimari yapının boyutlarıyla, mekânsal ilişkileriyle ve ilgili bakış açılarıyla manuel olarak çizilmesi, yoğun düzeyde bir zaman ve çaba gerektirir. Bu durumda konik perspektif türü çizimlerle el ile herhangi bir araç kullanmaksızın hızlı ve pratik olarak çizimler yapılabilir. Ama belirli yöntemlerle ölçülendirilmiş, ölçeklenmiş perspektif türlerinde daha planlı ve dikkatli olunmalıdır. Geleneksel sunum yöntemleriyle yapılan sunum paftalarında mekânın/yapının doğru izlenimini sunan perspektif imgeleri, mimarın/iç mimarın deneyimi sayesinde en uygun perspektif türü ve en uygun bakış açısı ile projenin en ideal şekilde ve sürede doğru algılanmasını, anlaşılmasını, ikna olunmasını kolaylaştırabilir.

2.1.3. Üç Boyutlu Modeller: Maket

Geleneksel sunum yöntemlerinde son olarak maketlerden bahsedilebilir. Maketler, iç mimari tasarımların üç boyutlu olarak görselleştirilme yöntemlerinden diğeridir. “Maketler

farklı biçimlerde ve çok değişik malzemelerden, ihtiyaca uygun olarak, farklı ölçeklerde üretilirler” (Farrelly, 2013, s.112). Tüm maket tiplerinde önemli olan ölçek ve tasarım fikrine uygun malzeme kullanımıdır. Ölçeksiz maketler, tasarım sürecinin ilk aşamalarında fikri geliştirmek amacıyla hızla üretilen maketler eskiz maketi olarak adlandırılmaktadır. Kavramsal maketler, çok farklı malzemeler kullanılarak gelişmekte olan fikri yorumlamak üzere hazırlanan maketler iken detay maketleri, projenin özellikle dikkat çekilmesi istenilen bir parçasını ya da bir iç mekân detayını göstermek üzere üretilirler. Arazi maketlerinde projenin çevresiyle (topografyasıyla) ve birbirleriyle kurduğu ilişki araştırıldığı için detay içermez ve maketler kütsel olarak üretilirler. Sunum maketlerinde ise mimari öneri olabildiğince kapı, pencere, çatı, renk vb. olarak detaylandırılarak tasarımın daha iyi kavranabilmesi sağlanır (Farrelly, 2013). Geleneksel maket yapımında kullanılan asetat film, bambu ağacı, ıhlamur ağacı, akça ağaç, kontrplak, mdf, sunta, mantar levha, ahşap kaplamalar, kil, fotopolimer, reçine, pleksiglas, dekota, poliüretan köpük, paslanmaz çelik, vinil, tel, bakır alüminyum, çeşitli kalınlıklarda oluklu mukavva, strafor, fotoblok, sünger, çeşitli ölçeklerde insan figürleri ve ağaçlar, taşıtlar gibi farklı malzemeler, uygun araçlarla kullanılarak amaçlanan sonuca ulaşılmasına katkı sağlayabilirler (bk. Şekil 5).



Şekil 5: Ahşap malzeme kullanılarak hazırlanmış olan bir maket örneği (sol), Fotoblok ve fiberglas malzeme kullanılarak hazırlanmış olan bir maket örneği (sağ).

Kaynak: <https://br.pinterest.com/pin/576249714833011896/.jpeg>

Kaynak: <https://br.pinterest.com/pin/227783693626377114/.jpeg>

Geleneksel görselleştirme ve sunum yöntemleri ciddi ve hassas düzeyde bir el emeği, iyi düzeyde ilgili araç ve gereçleri kullanabilme bilgi ve becerisi, dirençli bir sabır, özveri ve güçlü bir motivasyon gerektirebilir. Diğer taraftan bu yöntemler yoğun zaman alıcı olmasına rağmen, onu kullanan mimar/iç mimarların sanat kökenli yaratıcı yönlerini bu sayede daha belirgin ortaya koymalarına vesile olabilir. Bir anlamda mimarın/iç mimarın kişisel tarzını yansıttığı söylenebilir. *“Sunuş çizimleri, mimarın imzası gibidir. Kendine özgü bir teknik ile ifade edilir ve projenin anlaşılır bir biçimde akılda canlandırılmasını sağlaması beklenir. Proje tamamlandığında öngörülen sonucun karşı tarafa en etkili bir biçimde aktarılmasını sağlar”* (Kürşad, 2020, s.213). Günümüz iç mimarlık eğitiminde geleneksel sunum yöntemleri ve araçlarının kısmen kullanılıyor olması yanında dijital teknolojiler eşliğinde sunum yöntemlerinin daha fazla tercih edildiği söylenebilir. Dolayısıyla günümüzde gelenekselden daha çok dijitali de kapsayan karma (hibrit) bir eğitim modeli benimsenmektedir.

2.2. İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE DİJİTAL SUNUM ARAÇLARI VE YÖNTEMLERİ

Bilişim teknolojilerinin yazılım, uygulama ve donanım tabanlı tarihsel gelişimi beraberinde onların kullanım alanlarını, ortamlarını, amaçlarını ve sonuçlarını da çeşitlendirmiştir. Bugün fen bilimleri, sağlık bilimleri, sosyal, beşerî ve idari bilimler, doğa bilimleri, uygulamalı bilimler, mimarlık ve mühendislik bilimleri, eğitim bilimleri, güzel sanatlar (sanat/tasarım) gibi pek çok alanda genel ve özel amaçlı bilgisayar destekli yazılım, uygulama ve donanım teknolojileri ile bilginin üretimi, iletişimi, paylaşımı, arşivlenmesi çok hızlı, etkileşimli, hassas ve hatasız mümkün olabilmektedir. Bu teknolojilerin üstünlükleri iş verimliliğini artırdığı için eğitim alanında da kullanımı hızla yaygınlaşmış ve geleneksel eğitim sistemindeki araç-gereçlerle öğrenim içeriğinin hazırlanması ve sunulmasıyla ilgili uygulama ve yöntemlerin değişimi beraberinde gelmiştir.

“Bu doğrultuda mimari eğitim kurumlarında, iki boyutlu çizim ve üç boyutlu modelleme, animasyonlar, fotogerçekçi simülasyonlar, elektronik arşiv ve kütüphanecilik hizmetleri, internet üzerinden uzaktan erişim olanaklarını kullanan tasarım stüdyoları gerekli hale gelmiştir. (...) Bilgi ve iletişim teknolojilerinin, kullanıldığı alanlarda verimliliği artırması ve sağladığı olanaklar nedeni ile eğitim alanında da kullanımı hızla artmakta ve geleneksel

eğitim biçimlerini temelden değiştiren bilgisayar odaklı ‘dijital teknoloji devrimi’ yaşanmaktadır. Bu değişim eğitimci ve öğrencinin eğitim mekânında bulunduğu geleneksel eğitim sistemindeki; mekânsal, donanımsal ve eğitim içeriğinin; hazırlanması, sunulması ve sınanmasıyla ilgili değişiklikleri beraberinde getirmektedir. (...) Böylece kâğıt üzerine yapılan çizimlerin ve maketlerin kullanıldığı, karşı etkileşimli geleneksel tasarım stüdyoları yerlerini, bilişim teknolojilerinin kullanıldığı ve uzaktan erişim destekli dijital tasarım stüdyolarına bırakmaktadır” (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a).

Günümüz iç mimarlık eğitiminde geleneksel sunum yöntemleri, dijital sunum yöntemleriyle desteklenerek yürütülmektedir. İç mimari çizimler, kendine özgü teknik kurallar bütünlüğü doğrultusunda önce geleneksel daha sonra dijital yöntemlerle görselleştirilerek somutlaştırılmaktadırlar. Bu süreçte bir iç mekânın, tasarım aşamasında yapıya ilişkin tüm parametrelerinin çok dikkatli ve ayrıntılı olarak değerlendirilmesi ve test edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde gözden kaçan bir ayrıntının telafî edilemeyen yüksek bir maliyeti ve zaman kaybı söz konusu olacaktır. *“Yüksek kaliteli fiziksel modeller üretmek, maliyetli ve zaman alıcı olabilir. Tasarımcılar, sanal prototipler oluşturarak ve bunları sanal gerçeklik ortamında deneyimleyerek bu sorunlardan kurtulabilir” (Topal, 2021, s.79).* O nedenle bu kayıpların önlenmesi için mimari öğretim, üretim ve sunum yöntemleri dijital ortamlarda oluşturulmalıdır.

Dijital sunum yöntemleri kapsamında iç mimarlık eğitiminde sunumların görselleştirilebilmesi için kullanılan yazılımlar genellikle benzer şekillerde sınıflandırılmaktadır. Örneğin, Yıldırım (2004), mimarlık eğitim ve uygulama bilgi disiplini içerisinde kullanılan grafik amaçlı, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımlarını 5 grupta toplamaktadır. Bunlar;

- Piksel bazlı yazılımlar,
- Vektör bazlı yazılımlar,
- Katı modelleme ve NURBS (Eğrisel Formlar) yazılımlar,
- Obje bazlı yazılımlar,
- Animasyon, seslendirme, resim işleyici ve son işlemler amaçlı yazılımlardır (s.66);

Olgun ve Yılmaz ise (2014), mimarlık disiplini içerisinde sunuma hizmet veren ‘Grafik’ amaçlı CAD yazılımlarını; piksel bazlı yazılımlar, vektör bazlı yazılımlar ve obje bazlı yazılımları olmak üzere üç grupta incelemektedir (s.51).

2.2.1. Piksel Bazlı Yazılımlar

Piksel, JPEG, BMP, GIF, PNG dosya uzantılı dijital bir görüntüde kare şeklinde olan en küçük birimdir. Pikseller topluluğundan oluşan dijital görüntü, imgenin eninde ve boyunda bulunan piksel sayısı ile tanımlanmaktadır. Görüntüdeki piksel sayısı az olduğunda çözünürlük düşük, çok olduğunda ise yüksektir. Dolayısıyla görüntü kalitesinde belirleyici olan piksel yoğunluğudur. *“Bilgisayarların tasarımcı ile ara yüzü olan ekranlar, çözünürlük olarak isimlendirilen matris yapıdadır. Bu matrislerin her hücre, düzlemsel karelerden oluşan piksellerden oluşmaktadır. İki boyutlu en küçük tanecik olan piksellerin yan yana gelmesi, renk atanması işlemleri ile grafik elde edilen yazılımlar ‘Piksel Bazlı’ yazılımlar grubundadır”* (Pisek Bazlı Yazılımlar, 2018). Piksel bazlı yazılımlar, genel olarak Bitmap görüntü öğeleri (örneğin JPEG, BMP, GIF, PNG, TIFF, PSD vb.) için yaygın olarak kullanılırlar. Piksel bazlı yazılımlar, iç mekân tasarım sürecinde kullanılmaya uygun değildir. Ancak, dijital ortamda mimari tasarım süreci sonrasında (post prodüksiyon) yüksek çözünürlüklü olarak oluşturulan render görüntülerdeki aydınlık ve gölge kontrastlıklarını ve ışık sorunlarını iyileştirebilme, kısmi açısal deformasyonları ve çözünürlük yetersizliklerini düzeltebilme, iç mekânı daha etkili ve estetik bir görünüme dönüştürebilme, çeşitli efektler, filtreler ekleyebilme, renk tonları ile ilgili ayarlama yapabilme ve konseptte uygun bazı fotografik görüntüleri bitmap dosyaya dahil ederek sunumu daha nitelikli ve gerçekçi kılabilmek amacıyla kullanılabilirler. Bu yazılıma Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint ve Gimp gibi programlar örnek olarak verilebilir.

2.2.2. Vektör Bazlı Yazılımlar

Kavramsal/konsept çizimlerin somutlaştırılıp proje çizimleri olarak olgunlaştırılmasından sonra, üç boyutlu bir tasarımın iki boyutlu olarak kâğıda aktarılması için ortografik (plan, kesit ve görünüşler) yöntemden yararlanılır. *“Ortografik izdüşüm binanın karşılıklı ilişkisi olan iki görünümü ile ilgili bir sisteme gönderme yapar. Bu sistem, yukarıdan veya binanın enine yatay kesitleri (plan), binanın kenar yüzeyleri (görünüş) ve düşey kesitler ve düşey enine kesitlerinin (kesit) görünümünü içermektedir”* (Farrely, 2012, s.69). Plan çizimi, yukarıdan görünecek şekilde görselleştirilen bir mekânın ya da yapının yatay düzlemde izdüşümünün alınmasıyla ilgilidir. Plan yapının hem çevresiyle olan yerleşim durumunu hem de kendi iç mekânında var olan özelliklerini (kapılar, pencereler, duvarlar ve mobilyalar gibi) sergiler. Kesit çizimi, mekânın ya da yapının düşey olarak izdüşümünün alınmasıyla ilgilidir. Görünüş ya da cephe çizimi ise, bir mekânın ya da yapının dışarıdan ya da içeriden görülen düşey yüzeyi

ile ilgilidir. Örneğin yapının batı cephesi, onun batıdan görünüşünü temsil etmektedir. Plan çizimleri mekân ile ilgili düzenlemeleri ortaya koyarken; kesit çizimleri tavan, kapı, pencere ve kat yüksekliklerinin kıyaslanabilmesini ve her ikisinin iç mimarlar tarafından imgelemde üç boyutlu olarak daha kolay oluşturulabilmesini sağlarlar. İki boyutlu ortografik çizimler, belirli çizim kurallarına göre hem geleneksel hem de dijital görselleştirme yöntemleriyle ayrı ayrı ya da bütünleştirilerek birlikte bir sunuma dönüştürülebilir. El ile çizilen geleneksel planlarda hizalamalara önemle dikkat edilmesi gerekirken; bilgisayar yazılımlarıyla yapılan çizimler hatasız olarak katmanlara kayıt edilir. *“Bu, planların tekrar yapılmasını ve hızlı bir biçimde değiştirilebilmelerini sağlar” (Farrely, 2012, s.74).* Böylelikle dijital sunum yöntemlerinde ortografik görüntülerin bilgisayar yazılım ve donanımları aracılığıyla daha hatasız ve hassas olarak çizilebilmesi, istenilen ebatlarda, ölçeklerde, gramajlarda kâğıtlara renkli çıktısının alınabilmesi, mukavva, fotoblok türü malzemelerin lazer kesimleri yapılarak ya da üç boyutlu yazıcılarla projenin makete dönüştürülmesi ve sergilenmeye hazır hale getirilebilmesi pratik sonuçlar sağlamıştır.

Ortografik çizimlerin oluşturulmasında genellikle vektör tabanlı yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımlar 3 boyutlu modelleme için de kullanılmaktadır. *Vektör grafikleri ile çizgiler bilgisayara denklemler halinde kaydedilirler. Bunlar vektör formatında belirtilirler ve bir başlangıç noktası, bir uzunluk ve bir de yönleri(x-y) bulunmaktadır. Vektör grafikleri herhangi bir çözünürlük kaybı olmadan kolaylıkla değiştirilebilmektedirler (Vektörel Bazlı Yazılımlar, 2018).* Vektör tabanlı çizimler, dijital ortamda büyültme ya da küçültme yapılsa bile görüntü kalitesinde değişimin, pikselleşmenin olmadığı çizimlerdir. Bitmap görüntülerde çalışabilmek için uygun olmayan vektör tabanlı yazılımlar, mühendislik alanlarında 3 boyutlu nesneler oluşturma, grafik tasarım alanında logo, illüstrasyon, dergi, kitap, afiş, broşür vb. uygulamaların tasarlanabilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Vektör tabanlı yazılımlarda tasarım aşaması öncelikle 2 boyutlu çizim olarak başlamakta, 3 boyutlu modelleme ile devam etmekte, son olarak nesnelere üç boyutlu kaplama ve doku eşleme, mekânın iç ve dış aydınlatma sistemleri ile ışıklandırılması yapılarak tamamlanmaktadır. Vektör tabanlı yazılıma örnek olarak AutoCAD, Revit, 3D Studio Max, Maya, ArchiCAD, Interior Design CAD, Sketchup, Adobe Illustrator, CorelDraw verilebilir. Vektör tabanlı bir program olan AutoCAD, Autodesk firmasının geliştirdiği bir çizim programı olup mimarlık ve mühendislik alanlarında yoğun ola-

rak tercih edilen ve kullanılan programlardan birisidir. AutoCAD ile tamamlanan çizim, görüntü kalitesi bozulmadan rahatlıkla büyütülüp küçültülebilir. AutoCAD programıyla çizimin yapılma amacına bağlı olarak iki boyutlu veya üç boyutlu çizimler kolaylıkla yapılabilir. Autodesk Revit programı ile yapı ve yapı bileşenleri üç boyutlu olarak tasarlanabilir, model veritabanında bulunan 2B elemanların çizimleri ve açıklamaları kullanılabilir, tasarımdaki yapıların orantısal ilişkileri kolayca ölçeklendirilebilir.

2.2.3. Katı Modelleme ve NURBS (Eğrisel Formlar) Yazılımlar

Katı modelleme yazılımlar, iki boyutlu çizimi yapılan modellerin, nesnelerin, katı model yani içi dolu olarak gerçek bir nesne gibi üç boyuta dönüştürülmesi ile ilgilidir. Olgun ve Yılmaz (2014)' a göre, *“katı modelleme, bilgisayar destekli tasarımın en gelişmiş modelleme tekniği olarak, bir objenin sunumundaki en ileri metottur. Tel kafes ve yüzey modellerinin aksine, katı model objeyi hacmiyle yüzeyleriyle ve köşeleriyle gerçekte varmış gibi sanal bir çevrede sunar”* (s. 51). Katı modelleme de bir tür 3 boyutlu modellemedir. Ancak 3D Studio Max gibi bir programda modellenen nesnenin aslında içi boştur, 6 adet yüzeyden oluşur ve kullanıcıya mühendislik hesaplamaları ile ölçülendirmeler sunamaz. Oysa katı modellemede bu özellik mevcuttur. *“Katı modeller bilgisayara matematiksel olarak sınırlandırılmış hacimli yüzeyler grubu olarak kaydedilir. Bunun sonucu olarak parçaların üretim özelliklerini hesaplamak mümkün olur”* (Olgun ve Yılmaz, 2014, s.51). O nedenle katı modelleme yazılımları, endüstriyel makine ve parçaları yanında, mimari tasarımlar ve tüm 3 boyutlu parametrik tasarımlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Katı modelleme yazılımına örnek olarak SolidWorks, FreeCAD, Blender Modifiers verilebilir. *“NURBS yazılımları ise; vektör yazılımların benzeri olmakla birlikte, düzenli geometrik formların dışında kalan eğrisel, organik ve irrasyonel formların yaratılmasında kullanılmaktadır”* (Yıldırım, 2004, s.68).

2.2.4. Obje Bazlı Yazılımlar

Üç boyutlu modelleme programlarında tasarımcıların kullanımına sunulmuş, modelleme için zaman kaybı gerektirmeyen tek tip, standart hazır objeler, yazılımın içindeki veri tabanında yer almaktadır. Modellenmiş olan ve tasarımcıya hız kazandıran bu hazır modeller hem biçimsel hem kaplama (texture) hem de orantısal olarak revize edilebilmektedirler. Ayrıca tasarımcılar hem kendi obje ve mekân kütüphanelerini oluşturabilecekleri gibi bazı web sayfalarında ücretli ya da ücretsiz olarak sunulan 3B arşivlerinden de yararlanabilmektedir. Örneğin

kaliteli olarak modellenmiş olan ofis araç ve gereçleri, mutfak eşyaları ve mobilyalar, oyuncaklar, çeşitli araç ve gereçler, doğa (ağaç, çimen, taş vb.), gökyüzü, insan modelleri ve daha pek çoğu bunların arasında yer almaktadır. Bu hazır objeler kendisine kaliteli materyal atanmış olarak bulunabileceği gibi materyalsiz olarak da yer alabilmektedir. Ayrıca objeler, dosya boyutunun download ve upload sürecinin kısa bir zamanda tamamlanabilmesi için ağırlıklı olarak texture yani kaplamasız olarak da sunulmaktadır.

Obje bazlı yazılımlar, “temel geometrik formların, taşıyıcı sistem, duvar, kapı, pencere gibi yapı elemanlarının obje kütüphaneleri halinde yazılımda var olduğu ve tasarımcı tarafından parametrik olarak seçilerek; mimari kompozisyonun elde edildiği yazılımlardır. Burada; yapı elemanları ile birlikte tiptleşmiş mekanlar, objeler (laboratuvarlar, ıslak hacimler, tefriş elemanları, düşey sirkülasyon araçları) gibi mimari elemanlar hazır veri tabanından alınarak kullanılmaktadır. Bu veri tabanı, tasarımcı tarafından tasarım problemine göre yeniden yaratılabilmektedir. Yapı endüstrisinde gelişmiş ve standartlaşmış yapı elemanı kullanan tasarım ortamları için kullanılan yazılım tipidir” (Yıldırım, 2004, s.68-69).

Sonuç olarak, 3B modelleme ve çizimde kullanılan obje tabanlı yazılımların pek çoğu için oluşturulmuş ve kullanıma sunulmuş bu hazır kütüphaneler, tasarım sürecini hızlandırmakta, zaman yönetimini azaltmakta tasarımcılara ve mühendislere avantajlar sağlayabilmektedir.

2.2.5. Animasyon, Seslendirme, Resim İşleyici ve Son İşlemler Amaçlı Yazılımlar

Animasyon (canlandırma) yazılımlarıyla da hareketli görüntüler oluşturulabilmektedir. Böylece sunum yöntemleri kapsamında paftalarda kullanılmak üzere ilgili yazılımlarla dijital görselleştirmeleri yapılan statik görüntü öğeleri dışında, tasarlanan mekân içinde hareketli kamera aracılığıyla sanki o mekân içinde geziliyormuş izlenimi yaratan animasyonlarla etkili sunumlar gerçekleştirilebilmektedir. Kamera açıları ve hareket hızı ile kamera sahneleri arasındaki geçişin dikkate alınması, sunumun başarısını olumlu etkileyebilmektedir. Animasyon yazılımına örnek olarak 3D Studio Max ve Maya verilebilir.

Üç boyutlu modelleme, katı modelleme ve animasyon yazılımlarıyla oluşturulan işlenmemiş, ham 2 ya da 3 boyutlu çıktıların gerçekçi görünüme ulaştırılabilmeleri için işlenip

yüksek çözünürlüklü bir kalitede nitelikli ve son derece başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlayan render yazılımları da dijital sunum yöntemlerinde aktif olarak kullanılmaktadır. Bunlar arasında render motorlarına örnek olarak Vray, Lumion, Corona, Enscape verilebilir.

“Tasarım yaparken kullanılan program içerisinde her ne kadar gerçekli ışık kaplamaları, renk, obje gibi seçenekler yer alsa da bunlar elde edilmek istenen son görüntüyü yansıtmaz. Render işlemi sonrası tasarımı yapılan görüntü son haline gelmiş olur. Daha sonra render işlemi yapılarak görüntü yüksek kalite ve ışık kaplamalara sahip bir şekilde çıktı olarak elde edilir. Bu şekilde hem zamandan hem de bilgisayar maliyetinden tasarruf sağlar” (Leblebicioğlu, 2020).

Bu tür yazılımların kendi içinde bazen avantaj ve dezavantajları söz konusu olabilir. O nedenle modellenen mekânın kullanıldığı yazılıma, amaçlanan etkiye ve sonuca göre en yüksek verimin alınabileceği seçenek tercih edilmelidir. Üç boyutlu olarak modellenen mekâna uygun bakış açılarında kameralar yerleştirilmesiyle farklı perspektif görüntüleri alınabilir ve bunlar sunum temsili için kullanılabilir. Üç boyutlu modellemesi yapılan bir mekânın kamera, ışık ve yapı malzemesi eşlemeleri başarılı olarak yönetilebildiğinde render aracılığıyla oluşturulan fotogerçekçi görüntülerin kalitesi ve niteliği artırılabilir, gerçeğinden ayırt edilemeyecek sonuçlar elde edilebilir. Render işlemleri tamamlanan gerçekçi animasyonlar, hareketli video olarak etkileyici bir sunuma dönüştürülebilir. Böylece hem mekân hakkında daha fazla bilgi verebilmek ve mekân algısını daha güçlü yansıtabilmek hem de o mekânda yaşamaya dair pozitif duygular çağrıştırabilmek amacıyla (müzik eşliğinde kadın ya da erkek dış sesi ile seslendirilmiş) animasyonlar kullanılabilir. Bu duruma emlak satışıyla ilgili televizyon reklamlarında oldukça sık rastlanılmaktadır.

Geleneksel ve dijital anlatım yöntemleri ayrı ayrı planlanarak ve paftalara dönüştürülerek stüdyo dersi kapsamında projenin anlatımı için bir sunum yöntemi olarak düşünülebileceği gibi görsel etkiyi, estetik beğeniye ve anlaşılabilirliği artırabilmek amacıyla tasarım konseptini dikkate alarak geleneksel ve dijital yöntemler birlikte de kullanılabilir. Geleneksel gereçler arasında yer alan guaj boya, sulu boya, renkli kuru/sulandırılabilir boya kalemeleri, marker kalemeler, toz pastel boyalar ile çeşitli gramajlarda, dokularda ve renklerde kâğıtlar kullanılarak

yapılabilen çalışmaların çok daha fazlası artık dijital ortamda grafik tabletlerle de gerçekleştirilebilmektedir. Geleneksel yöntemlerde kullanılan araç ve gereçlerle sunum görselleştirme yöntemleri hem ekonomik, zaman ve emek kaybına neden olabilmekte, hem de dijital ortama aktarılmasıyla ilgili sorunlar yaşanabilmekte, görüntü işleme programlarıyla renk tonları ve ışıklılık değerlerini düzeltmek uğraş gerektirebilmektedir. Oysa yine el çizimleri aracılığıyla ve iç mimarın yaratıcılığını sınırlandırmayan, yüksek çözünürlüklü, kaliteli, hassas ekranları olan grafik tabletler ve çoklu aksesuarlarla çalışıldığında bu sorunlar yaşanmamaktadır. Grafik tablet teknolojisi; mimarlık, sağlık, fotoğrafçılık, grafik tasarım, endüstriyel tasarım, uzaktan eğitim, sanal gerçeklik (SG) ve artırılmış gerçeklik (AG)dijital sanat, video ve animasyon gibi alanlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Günümüzde Covid-19 salgını sonrası bilişim teknolojileri ile sanal ve artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla 360 derecelik sanal turlara yoğun bir ilgi oluşmuştur. Eğitim, eğlence, turizm sektöründe, havayolu endüstrisinde, askeri/tehlikeli ortam operasyonlarında, mühendislik, tıp, sergileme, sanat, tasarım vb. pek çok alanda kullanıcılar ya mouse ya da özel donanımlar aracılığıyla (sanal ve artırılmış gerçeklik gözlükleri (Magic Leap, Hololens, Oculus, Gear), veri eldiveni, hareket kontrolörleri vb.) kendilerinin yapay bir dünyada oldukları gerçeğini unutmaları olarak adlandırılan ‘immersiyon’ durumunu deneyimlemektedirler. *“İmmersiyon, kullanıcılara duygusal yoğunluğu yüksek olağanüstü bir deneyim sağlayarak, geleneksel yöntemlere kıyasla daha büyük bir etki sağlamaktadır”* (Think with Google, 2017). SG, AG ve karma gerçeklik (KG) teknolojileriyle kullanıcılar, karşı etkileşimli olarak oluşturulmuş bu ortamlarda belirlenmiş noktalara tıklayarak kat arasında geçiş yapabilmekte, ilerleyebilmekte, mekânı gezebilmekte, eserler önünde durup yakınlaştırma (zoom) özelliği ile detaylı inceleme yapabilmekte, eser ve sanatçı hakkında ayrıntılı bilgiye erişebilmektedirler. İnternet ağı aracılığıyla ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok resmi ya da özel kurum ve kuruluşa ait sanat merkezleri, galeri ve müzeler fotogerçekçi eserlerini, bu teknolojilerle sanal olarak oluşturulmuş ortamlarda sergileyerek ziyaretçilerin ücretsiz hizmetine sunmuştur.

“Fotogerçekçi mimari simülasyon yazılımlarındaki diğer bir gelişme karşı etkileşimli (interactive) animasyonların yaratılmasıdır. Dijital filmlerde önceden kurgulanan kamera yolunda sabit bir dolaşım sağlanırken, karşı etkileşimli animasyonlarda izleyici mouse hareketi ile istediği yöne harekete ederek mimari tasarımı istediği gibi gezebilmektedir. Bu animasyon

çeşitlerine VRML (Virtual Reality Modelling Language: Sanal Gerçeklik Modelleme Dili), IPIX ve Panoramik (Pan) dosya tiplerinde oluşturulmuş animasyonlar örnek olarak verilebilir” (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010).

Sonuç olarak, öğrenciler/profesyoneller tarafından iç mekân tasarımlarında sunum yöntemleri/ anlatım teknikleri/temsilleri için artık dijital süreçler tercih edilmekte ve benzer araçlar, yazılımlar, donanımlar kullanılmaktadır. Bunun dışında, özel konsept sunumlarda da geleneksel sunum yöntemleri ya tek ya da dijital ile bir arada bütünleşik olarak kullanılabilir. Doğru, detaylı ve yoğun bir yazılım, uygulama ve donanım bilgisi ile nitelikli bir iç mimarlık tasarım eğitimi bileşkesinde dijital yöntemlerle iki boyutlu, üç boyutlu ya da immersion etkili sanal ortamlarda son derece gerçekçi sunumlar, başarılı sonuçlar elde edilebilir. Bu noktada bilişim teknolojilerinin tasarım eğitimi, üretimi ve sunum yöntemlerinde öğrenciye projesini iki ve üç boyutlu ya da sanal olarak görselleştirebilmesi için bir araç olarak destek vermektedir.

Üç boyutlu bir CAD modeli oluşturmak, görselleştirme için başlangıç noktası olup, modeli içeren veri tabanı, plan, kesit, görünüş, perspektif gibi iki boyutlu sunular şeklinde gerçekleştirilebilmektedir. Bugün kullanılmakta olan bilgisayarlı görselleştirme ve modelleme programları geleneksel tekniklere göre (eskiz, perspektif, maket vb.) önemli üstünlüklere sahiptir. Bilgisayar tabanlı bu programlar hem tasarım sürecine hem de tasarımcının fikirlerini yansıttığı mekânsal ilişkilerin değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır.

2.3. GELENEKSEL SUNUM YÖNTEMLERİ İLE DİJİTAL SUNUM YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Sunumlar oluşturulurken iç mekân ve tasarım tüm yönleriyle, boyutlarıyla, özellikleriyle, hissettirebildikleriyle ifade edilebilmelidir. Sunumlar ister geleneksel ister dijital yöntemler kullanılarak görselleştirilmiş olsunlar, sonuçta tasarlanmış olan bir mekânın hangi amaçla ve kim için yapıldığının bir sonucu olarak gösterilmek, görselleştirilmek, sunulmak, takdim edilmek amacıyla hazırlanırlar. Projenin işlevsel, estetik, ilgi çekici, özgün ve yaratıcı olması kadar sunumun da aynı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Nitelikli proje, kötü sunum başarısız sonuç; niteliksiz proje, iyi sunum başarılı sonuç doğurabilir. Ama tasarım eğitiminde en ideali ve olması beklenen nitelikli proje, başarılı sunum ve başarılı sonuçtur. Sunum biçimleri,

mimarlık tarihi boyunca geçmişten günümüze bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak gelişimini ve değişimini sürdürmeye devam etmiştir. Kullanılan teknoloji ile sunum yöntemleri arasında olağan bir paralellik söz konusu olagelmıştır. Doğal olarak, bir tasarımın oluşturulma süreci ve kullanıldığı teknoloji ile ürüne ve sunuma dönüştürülme süreci bağlantılıdır. Mimari bir proje geleneksel yöntemlerle sunuma elverişli kılınmak amacıyla görselleştiriliyorsa, ortografik çizimler ve modeller de ilgili araç ve gereçler kullanılarak bu yöntemle üretilmek durumundadır. Dijital yöntemler ise geleneksel üretim ve sunum sürecini pek çok açıdan kolaylaştırmakta, hassaslaştırmakta, zaman ve mekândan bağımsız olarak disiplinlerarası çalışmaya uygun bir zemin oluşumunu da desteklemektedir. Mimari tasarım süreci, disiplinlerarası bir anlayış ve koordinasyonla yürütülmektedir. İnşaat, makine, elektrik, elektronik mühendislikleri, iç mimarlık ve peyzaj mimarlığı gibi disiplinlerin ortak kararlar almasını, bir arada çalışılmasını gerektirmektedir. Bu birlikte çalışma gerekliliği, mimari tasarım projelerinde organizasyonel ilişkileri, iletişim yöntemlerini ve karar alma süreçlerini de belirlemektedir.

“Gelişen iletişim teknolojileri sayesinde, bilgisayarların kullanıldığı geleneksel sistemlerdeki bilgi alışverişi için belli dönemlerde bir araya gelmek zorunluluğu ortadan kalkmakta, tasarım ekibinde görev alan kişiler arasında zaman ve mekâna bağlı kalınmadan dijital-senkronize bir iletişim ortamı sağlanmaktadır. Böylece, zamanı daha verimli kullanma imkânı doğmakta, tasarımın her aşamasında bilgi alışverişi sağlandığından karar verme hızını arttırmakta ve ortak çalışmalar daha verimli hale gelmektedir” (İnan ve Yıldırım, 2009, s.594).

Tablo 1’ de görüldüğü üzere dijital anlatım teknikleri kapsamında bilgisayar kullanımının sunum bakımından daha fazla seçenek sunduğu söylenebilir. Dolayısıyla dijital teknolojilerin kullanım olanakları, sunduğu avantajlar ve sonuçlar bakımından bu disiplinler benzer şekilde etkilenmektedir.

Tablo 1: Geleneksel ve dijital ifade tekniklerinin karşılaştırılması, (Özdemir, 2008, s.34).

GELENEKSEL ANLATIM	İki boyutlu çizimler	Serbest El Çizimleri
		Uygulama Çizimleri
	Eskizler	Düşünce Eskizleri
	Maket	Çalışma Maketleri
		Sunum Maketleri
	Perspektif	Serbest El Resimler
DİJİTAL ANLATIM TEKNİKLERİ		İz Düşüm Yöntemleri
	Grafiksel Anlatım	Kolaj Çalışmaları
	İki Boyutlu Anlatımlar	Doku Farklılıkları
		Efektli Anlatımlar
	Üç Boyutlu Anlatımlar	Dijital Eskiz
		Algılanabilir Mekân
	Grafiksel Anlatım	Fotogerçeklik
		Fotomontaj
	Dijital Anlatım	Yapay Model
	Animasyon	Deneyimlenen Mekân
	İnternet	Erişimli Bilgi
		Sanal Platform

Geleneksel sunum yöntemlerinde maketi zor yapılabilecek mekânlar/nesneler, dijital ortamda ve sunum yöntemlerinde kolaylıkla yapılabilir ve bu 1:1 ölçekli sunumla avantaj sağlayabilir. Bu teknolojiler aracılığıyla gerçek ölçülerinde bir iç mekân tasarımı projesi içinde dolaşılabilir. Kullanıcı istediği yönde hareket edebilir, dilediği gibi sanal iç mekânda gezebilir, tasarımda birtakım değişiklikleri (örneğin koltuk ya da duvar rengini ya da bir nesneye materyal atamasını) aynı anda gerçekleştirebilir. Böylece tasarlanan mekân içinde hareketli kamera ile oluşturulmuş bir animasyondan çok daha gerçekçi ve etkileşimli bir sunum gerçekleştirilebilir.

Dijital sunum yöntemlerinde bir araç olarak kullanılan çeşitli yazılımlar kullanım özellikleri, proje içeriği, süresi, sunumu göz önünde bulundurularak (ortografik çizimler, modelleme ve render alma işlemleri için planlanan ve hedeflenen) en uygun ve verimli sonuçların alınabilmesine göre doğru tercih edilmelidir. Aksi takdirde aynı işlemlerin geleneksel yöntemlerle yapıldığından daha fazla bir zaman ve emek kaybına neden olabilir. Ayrıca, Geleneksel yöntemlerle kâğıt ve kalem kullanılarak çizimi yapılan fiziki bir mekânın plan, kesit ve görünüşleri ile hacimsel yapısının algılanabilmesi ve imgesel düzeyde üç boyutlu olarak kavranabilmesi, özellikle iç mimarlık eğitimi başlangıcında olan öğrenciler açısından güç olabilmektedir. Dijital tasarım olanaklarıyla öğrencilerin projesi ve tasarlama süreci zenginleştirilsin, tasarım becerileri geliştirilsin derken, yaratıcı çözüm önerilerinden ödün verilebilir, fonksiyonel

formlardan vazgeçilebilir, bu durum yanlış kazanımlar ve hedefine ulaşamayan öğrenme çıktılarına neden olabilir.

Öğrenciler tarafından tasarım eğitimi sürecinde yazılımların olanak olarak sunduğu hazır 3B mobilya kütüphaneleri ya da mimari elemanlar gibi şablonların, kalıpların tasarım konsepti göz ardı edilerek değiştirilmeden kullanılması sunumlarda tektipleşme ve sıradanlığı, benzersiz tasarımlar yerine benzer sonuçları beraberinde getirmektedir.

“Tasarım sürecinde kullanılan program ve yazılımların teknolojilerinden kaynaklanan problemler, tasarımcıyı etkileyerek ya da kısıtlayarak yönlendirmekte, tasarım süreci içerisinde ortaya çıkan ürünün başkalaşmasına ve aynı zamanda da benzeşmesine neden olmaktadır. (...) Bilgisayar, tasarlama sürecinde sunum ve anlatımın verimini artıran bir araçtır. Tasarlama sürecinde bu görevini aşıyor ise, tasarımın gelişeceği sonsuz fikirler havuzunu sınırlıyor demektir” (Durusoy, 2015, s.43).

“Bu durumun aşılabilmesi ve bilgisayar teknolojilerinin tasarlamaya sınır değil; sonsuz biçimlendirme olanakları getirebilmesi için öncelikle eğiticinin yazılım olanaklarına hâkim olarak, her tasarlama yöntemi için öğrenciye farklı yazılım veya bir yazılım içerisinde farklı uygulama modüllerini önermesi rasyonel yaklaşım olmaktadır” (Yıldırım, 2004, s.70).

Dijital teknolojilerin sunum yöntemleri ile var olabilmesi geleneksel anlatım tekniklerine bağlı olmaya devam etmektedir. Bu iki sunum yönteminin avantajları ve dezavantajları söz konusudur. Yıldırım, İnan ve Yavuz tarafından (2010b) yapılan bir araştırmaya göre, toplam 72 öğrenci ile birinci sınıftan başlayarak üçüncü sınıfa kadar ardışık dört yarıyıl boyunca (2007-2010) devam eden bir değerlendirme çalışması yapılmıştır. Burada mimari tasarım kalitesinden öte, farklı sunum araçları ile ürün görselleştirme sürecinin belirlenen ölçütlere göre değerlendirilmesi temel amaçtır. Ardışık dört dönemde öğrencilerin geleneksel ve farklı dijital ortamda ürettikleri tasarım görselleri,

- Üretim Süresi,
- Mekân Gereksinimi- Donanım,
- Hassasiyet- Kalite,
- Fotogerçekçi Sonuçlar,

- Revizyon Kolaylığı,
- Yeni Alternatiflerin Üretilmesi,
- Arşivleme Kolaylığı,
- Uzaktan Eğitime Uygunluk,
- Öğretici ve Öğrenci Memnuniyetleri başlıkları bağlamında, ders yürütücüleri tarafından yılsonu ürünleri üzerinden değerlendirilmiştir.

Yıldırım, İnan ve Yavuz'un (2010b) çalışmalarında (bk. Tablo 2); 'geleneksel ve dijital görselleştirme teknolojileri', tasarım süresi, mekân gereksinimi, hassasiyet-kalite, revizyon kolaylığı, fotogerçekçi sonuçlar, yeni alternatiflerin türetilmesi, arşivleme kolaylığı, uzaktan eğitime uygunluk, öğretici ve öğrenci memnuniyetleri başlıklarıyla karşılaştırılmış ve bütün bu başlıklarda bilgisayar destekli çizim programlarının geleneksel yöntemlere göre daha avantajlı olduğu belirtilmiştir.

Tablo 2: Geleneksel ve dijital yöntemlerin karşılaştırılması,
(Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s. 25).

		Üretim Süresi (Dakika)	Mekan gereksinimi (m2)-Donanım	Hassasiyet Kalite	Fotogerçekçi Sonuçlar	Revizyon kolaylığı	Yeni alternatiflerin türetilmesi	Arşivleme kolaylığı	Uzaktan eğitime uygunluk	Öğretici ve öğrenci memnuniyeti
Geleneksel İfade Teknikleri	Kağıt üzerine iki boyutlu çizimler	240	1,5	Orta	Zayıf	Zayıf	Zayıf	Orta	Çok zayıf	Zayıf
	Üç boyutlu çizimler: Perspektif	180	1,5	Orta	Orta	Çok zayıf	Zayıf	Orta	Çok zayıf	Zayıf
	Üç boyutlu modeller: Maket	300	2,5	Zayıf	Orta	Çok zayıf	Zayıf	Çok zayıf	Çok zayıf	Zayıf
Dijital İfade Teknikleri	Dijital ortamda vektörel bazlı yazılımlar	İki boyutlu çizimler.	90	0,81	Çok iyi	Orta	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi
		Üç boyutlu modeller.	120	0,81	Çok iyi	İyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	İyi
	Dijital ortamda obje bazlı yazılımlar		90	0,81	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi

Dijital sunum yöntemlerinin geleneksel sunum yöntemlerinin göre avantajları
Şunlardır:

- Dijital ortamda görsellerin üretilmesi ve üzerinde değişiklikler yapılması, geleneksel yöntemlere kıyasla daha kısa zamanda gerçekleştirilmektedir. Proje verileri hızla revize edilebilmekte, daha sonraki aşamalar için saklanabilmekte, arşivlenebilmektedir. Ayrıca, iki ve üç boyutlu olarak proje ölçekli çizilebilmekte, istenilen ölçek ve boyutta istenilen malzeme üstüne çıktı alınabilmektedir. Proje üç boyutlu yazıcılar aracılığıyla üretilmektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25; Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a).
- Dijital yöntemler ile geleneksel yöntemlere kıyasla, daha az emek harcanarak daha çok sayıda alternatif oluşturulabilmektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25; Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a).
- Bilgisayarda oluşturulmuş aynı modelle; iki boyutlu çizimler, foto gerçekçi görüntüler, animasyonlar ve yürüyüş simülasyonları elde edilebilmektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25) Sesli/müzikli video animasyonlarla sunumun verimliliği ve kalitesi artırılabilir.
- Dijital görselleştirme teknikleri, geleneksel yöntemlerin eksik kaldığı üç boyut ifadesi, mekân algısı, ölçek, doku, gölge, ışık gibi girdileri ifade etmede daha başarılı sonuçlar vermektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25) İki boyutlu ve üç boyutlu çizimlerde kolayca ve sınırsız renk seçeneğiyle renklendirebilme, sınırsız seçeneklerle malzemeye materyal atayabilme olanakları sunmaktadır.
- Dijital modellerle, çizim ya da maket gibi geleneksel yöntemlerden daha gelişmiş modeller kolayca üretilerek daha fazla bilginin interaktif olarak paylaşılması sağlanmaktadır (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25). Böylece projeye dair alınacak kararların alınabilmesini ve sonuçlandırılabilmesini kolaylaştırabilmektedir. Simülasyonlar yapılarak, oluşabilecek sorunlar, proje henüz tasarım aşamasındayken tespit edilebilmekte, hata payları, zaman kaybı ve ekstra maliyetler minimuma indirilebilmektedir.
- Dijital modellerle öğrencinin mekânı algılama, değerlendirme ve yeniden üretme süreci hızlanmaktadır. Öğrenciler, zihinlerinde oluşturdukları imajları, fotogerçekçi biçimde

nesnelleştirebilmektedir. Gerçeğe yakın görsel benzetimler ve canlandırmalar, öğrencilerin mekâna ilişkin deneyimleri yaşamalarına olanak vermektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a).

- Geleneksel sunum yöntemlerinden farklı olarak, bilgisayarda oluşturulmuş modeller üç boyutlu olarak istenen noktadan gözlemlenebilmektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25).
- Dijital sunum yöntemleri bilgisayar ve internet teknolojilerinin birlikte kullanımı ile uzaktan eğitime olanak sağlamaktadır (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25). Bilişim teknolojilerinin uzaktan erişime olanak sağlaması ile birlikte, eğitimci ve öğrencinin zamana bağlı olma, bina gereksinmesi, eğitim programı içinde kısıtlı görüşme olanakları gibi olumsuzluklar ortadan kalkmaktadır (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a). Profesyonel iş yaşantısında da, projeyi çalışan ekiplerin senkronize olabilmesi ve süreci bir bütün olarak yönetebilmesini mümkün kılmaktadır.
- Geleneksel görselleştirme eğitimi, bilgisayar ile görselleştirme eğitimine kıyasla daha uzun süre almakta ve ders programında daha fazla ders saati gerektirmektedir. Ancak bilgisayar ile tasarlamak için teknik resim gibi temel mimari formasyonun geleneksel bağlamda verilmesi gerekli olmaktadır. Bu nedenle eğitimdeki ders saati paylaşımı bir olumsuzluk oluşturmamaktadır (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010b, s.21-25).

Dijital sunum yöntemlerinin dezavantajları ise şunlardır:

- Dinamik bir yapıya sahip olan bilişim ortamında, yazılımlardaki büyük değişikliğe rağmen, donanımların yetersiz kalabilmektedir (Yıldırım, İnan ve Yavuz, 2010a).

Sonuç olarak, dijital yazılımların, görselleştirme ve sunum yöntemlerinin, yaratıcı düşünce aşaması ve eskiz çizimlerinden sonra geleneksel yöntemlerle desteklenerek kullanıldığı söylenebilir. Geleneksel olandan dijital olana geçişin vazgeçilemez gerekliliği ve geçişi, iç mimarlık eğitimi sürecinde müfredat ile eş zamanlı revize edilerek olanaklar ve yeterlikler ölçüsünde yansıtılabilmelidir. Bunlar yanında ders yürütücülerinin dijital teknolojinin kullanım bilgi, birikim ve deneyimine sahip olabilmeleri önem arz etmektedir. Dijital teknoloji laboratuvarlar, donanım ve yazılım altyapısı aracılığıyla öğrenciler yarınlar için daha deneyimli, bilgi ve becerili olarak ilgiyle ve önemle hazırlanabilmelidir. Türkiye’deki bazı vakıf ve devlet üniver-

sitelerinde bu anlayış ve yaklaşımla lisans ve lisansüstü düzeyde güncellemeye gidildiği bulgulanmıştır. Bu üniversitelere araştırmanın, 4. bölümündeki ‘4.1.3. Karma Gerçeklik Teknolojilerinin İç Mimarlık Eğitiminde Kullanımı: Türkiye Örneği’ başlığı altında detaylı olarak değinilmiştir. Eğitim alanında varlığı yadsınamaz güçlü rekabet ortamında artık üniversiteler, bünyelerinde bulunan iç mimarlık bölümlerinin teknolojik üstünlüklerini ayırt edici ve farklılaştırıcı bir özellik olarak ön plana çıkartmakta, eğitim-öğretimlerinin niteliğini ve tercih edilebilirlik oranlarını böylece artırmaktadırlar.



3. KARMA GERÇEKLİK VE KULLANIM ALANLARI

Günümüz yaşantısında teknolojinin hızla gelişmesi, SG, AG ve KG teknolojilerini, birçok farklı alan ve disiplinde iş verimliliğini artırması, disiplinler arası çalışmaya uygun olması, mekândan bağımsız olarak gerçek zamanlı iletişime olanak sağlaması ve daha birçok avantaja sahip olmasından dolayı deneyimlenebilir kılmaktadır. Bireyin etkileşim halinde olmasına olanak tanıyabilen bu sanal ortamlar eğlence, pazarlama ve reklam, turizm, askeri ve özellikle eğitim gibi pek çok alanda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, gerçeklik algısını manipüle edebilen, birbiri ile karıştırılabilen iki ortamdır. AG ve SG kavramları yeni nesil gerçeklik teknolojileri olarak da bilinir. Dijital gerçeklik teknolojisi, gerçeklik algısını tamamen yeni bir düzeye taşıyarak, yazılım ve donanımlar (HMD başlığı ve eldiven) ile gerçek ya da kurgusal olarak bilgisayar ortamında tasarlanan bir mekânın yüksek çözünürlüklü 3B model ve işlenmiş (rendered) görüntülerden oluşan bir simülasyon ortamıdır. Sanal gerçeklik, kullanıcıyı tamamıyla ilgili 3B yazılımlarıyla oluşturulan bir ortamın içinde etkileşimsiz olarak kuşatırken, artırılmış gerçeklik, sanal öğelerin gerçek ortam üzerine bindirilmesiyle var olabilmektedir. Artırılmış gerçeklik bu özelliği ile sanal ve gerçek ortamların bir karışımı olarak düşünüldüğünde, sanal gerçekliğin yerini almanın aksine onu tamamlamaktadır.

Sanal gerçeklik ortamı kullanıcıya veri eldivenleri ve HMD başlık kullanımıyla 3B bir deneyim sunmaktadır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi sanal gerçeklikten farklı olarak, gerçek dünyadan tamamen kopmadan üzerine sanal bir katman eklenmesidir. Artırılmış Gerçeklik, yazılımlar kullanılarak oluşturulan interaktif bir gerçeklik kavramıdır. *“Artırılmış Gerçeklik (AG), gerçek dünya ile sanal imgelerin birleştiği, gerçek ve sanal nesneler arasında eş zamanlı etkileşimin sağlandığı bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır” (Günel ve Arabacıoğlu, 2019, s.154). “Gerçek dünya görüntüleri üzerine bilgisayar tarafından üretilmiş metin, ses, video, 3B model, animasyon ve GPS gibi veri ve görüntülerin eklenmesiyle oluşturulan ortamların görüntüsüne Artırılmış Gerçeklik, bu ortamların oluşturulması için kullanılan teknolojiye Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi denilmektedir” (İçten, 2019, s.6).* Bu teknoloji, kullanıcıların gerçek dünyayla olan bağımlı koparmadan, gerçekliğin yerini almadan onun üzerine inşa edilerek onu

daha interaktif kılmaya olanak sağlamaktadır. Telefon, tablet gibi mobil cihazlar ile bu deneyim yaşanabilmektedir.

Karma Gerçeklik ise, SG ve AG teknolojilerinin bir arada var olmasıdır. SG'nin aksine KG'de kullanıcı, gerçek dünyadan koparılmadan AG teknolojisinde olduğu gibi gerçeklik üzerine oluşturulan katmanlar ile anlık olarak iletişime geçebilmektedir. Özetle kullanıcıya SG ve AG teknolojilerinden yararlanarak, yazılımlar aracılığı ile geliştirilen görüntü, grafik, ses ve animasyonlar ile sanal ve fiziksel ortamlardan yeni 'karma' bir ortam türü sunulmaktadır. *“Karma gerçeklik teknolojisi temelinde gerçek ve sanal dünyayı birleştirerek tek bir potada eriten ve deneyimi kullanıcılarına aktaran bir teknoloji olarak çalışmaktadır. Bu iki dünyanın bir araya gelmesi ile hem daha gerçekçi hem de sınırları olmayan bir deneyim sunulabilmektedir”* (Papuççuyan, 2021). Kısacası karma gerçeklik ile birlikte hem fiziksel hem de sanal nesneler gerçek zamanlı olarak etkileşime geçebilmektedir. Böylelikle sanal gerçekliğin yapaylığından uzak gerçeğe daha yakın bir deneyim sunulmaktadır.

SG, AG ve KG teknolojilerinden çok daha yeni bir ortam türü olan Genişletilmiş Gerçeklik (GG) ise bahsi geçen bütün teknolojileri bünyesinde barındıran en üst kümedir. Bu vesile ile çatı bir terim olmasına rağmen GG, diğer gerçeklik teknolojileri kadar hem yaygın bir tanınırlığa ve kullanıma sahip değil hem de akademik literatürde diğerleri kadar yer almamaktadır. Ama yakın gelecekte bu durumun değişebileceğine ilişkin öngörüler bulunmaktadır. *“Yapılan araştırmalar GG pazarının 2022 yılına kadar sekiz kat artarak 209 milyar dolara ulaşabileceğini göstermektedir. Bu büyüme 2030 yılında yaşanabilecek gerçek gelişmelerin hayal gücünün ötesinde olduğunu göstermektedir”* (Künüçen ve Samur, 2021, s.52). GG'nin kavranabilmesi için kendisinden önce gelen SG, AG ve KG teknolojilerinin iyi kavranması yerinde olacaktır çünkü kendisinden önce gelen bu teknolojilerin tamamını kapsamakta olduğu için onlarla var olabilmektedir. *“GG, kullanıcılar, bilgisayar ve giyilebilir teknoloji tarafından oluşturulan insan-makine etkileşimlerini kullanarak fiziksel ortamın bir uzantısı haline gelmekte ve bu durum gerçeklik ile sanal dünya arasındaki çizgileri daha da bulanıklaştırarak ayırt edilemez hale getirmektedir”* (Hui, Estrina, Zhou ve Huang, 2021, s.1710).

Bu teknolojilere ilişkin küresel ölçekte özellikle eğitim, inşaat, mühendislik ve askeri alanlar olmak üzere çeşitli alanlarda yapılan yatırımlar her geçen gün hızla artmakta ve kullanım sıklığı giderek daha fazla yaygınlık göstermektedir.

“Nisan 2020 ve Nisan 2021 yılları arasında yapılan bir karşılaştırmada, toplam nüfus 2020’ye göre %1 oranında (80 milyon kişi), cep telefonu kullanan kişi sayısı %1,9 oranında (97 milyon kişi), internet kullanıcı sayısı %7,6 oranında (332 milyon kişi) ve aktif sosyal medya kullanıcı sayısı ise %13,7 oranında (521 milyon kişi) artış göstermiştir. Sıralanan bu verilerin yüzde oranlarına bakıldığında mobil, internet ve sosyal medya kullanımlarının büyük oranda artış gösterdiği görülmektedir. Verilerden de anlaşılacağı gibi dünyada dijital gelişim, hızlı bir şekilde devam etmektedir. Geline nokta, dijitalleşme ile birlikte dijital gerçeklik ortamları konusu önem kazanmaktadır” (Künüçen ve Samur, 2021, s.39-40).

Dijital gerçeklik teknolojilerinin neredeyse tüm alanlarda kullanımı vesilesiyle hayatı kolaylaştırmaya devam edeceği, iş akışındaki performansı ve verimliliği artırırken maliyeti giderek daha da azaltacağı ve insanlığın yaşam kalitesine avantaj sağlamaya devam edeceği öngörülmektedir. İlerleyen bölümlerde dijital gerçeklik teknolojilerinden olan karma gerçekliğin tanımı yapılmış, eğitim ve farklı alanlardaki kullanım durumlarına değinilmiştir.

3.1. KARMA GERÇEKLİĞİN TANIMI

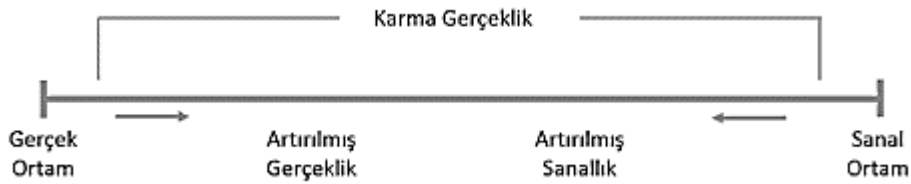
Karma gerçeklik teknolojisi, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerini bünyesinde bütünleştiren, fiziksel ve sanal dünyayı üst üste örtüştüren, mekân, obje ve diğer içeriklerle gerçek zamanlı olarak etkileşime geçilebilen bir teknoloji olarak açıklanabilir. Karma gerçeklik teknolojisi, HMD başlığı ile görme, bluetooth bağlantılı hareket kontrolör cihazları, Leap Motion cihazı, veri eldivenleri ya da yalnızca el ile holografik görüntülere dokunabilme gibi süreçleri içerebilmektedir. Farklı kaynaklarda karma gerçeklik şu şekilde tanımlanmıştır:

“Karma gerçeklik (KG), fiziksel gerçekliğin ve dijital içeriğin, gerçek dünya ve sanal nesnelerle ve bunlar arasında etkileşime olanak sağlayacak şekilde birleştirildiği bir kullanıcı ortamıdır. Son kullanıcıyı tamamen dijital bir ortama sokan sanal gerçeklikten (SG) veya dijital içeriği fiziksel bir ortamın üzerine katmanlayan artırılmış gerçeklikten (AG) farklı

olarak; karma gerçeklik, dijital ve gerçek dünya ayarlarını harmanlar. Karma gerçeklik bazen bir tür artırılmış gerçeklik (AG) olarak kabul edilir. Ancak gerçek dünya ve dijital öğeler arasındaki etkileşim kapasitesi onu bir uçta fiziksel gerçekliğe ve diğer uçta ise sürükleyici sanal gerçekliğe sahip olan sanallık süreci ile daha ileriye taşır” (Wigmore, 2018).

“Karma Gerçeklik, kendi ellerinizi kullanarak sanal bir ortamla etkileşime girerken bile HMD başlığınızı hiç çıkarmadan etrafınızdaki dünyayı görmenize ve kendinizi bu dünyaya kaptırmanıza olanak tanır. Bir ayağın (veya elin) gerçek dünyada, diğerinin ise hayali bir yerde olması, gerçek ve hayali arasındaki temel kavramları ortadan kaldırarak, bugün oyun oynama ve çalışma şeklinizi değiştirebilecek bir deneyim sunma yeteneği sağlar” (Healthaxr News, 2022).

“Karma gerçekliğin artırılmış gerçeklikten farkı, sanal nesnelerin gerçek ortamlarda gerçek nesneler gibi konumlandırılmasıdır. Bu konumlanma, gerçek zamanla ve gerçek nesnelerle hizalanarak gerçekleştirilmektedir; yani sanal nesneler sadece gerçek dünya üzerine bindirilmez, aynı zamanda onunla sürekli olarak etkileşime girilebilir. Karma gerçeklikte sanal ve gerçek veriler aynı ortamda birleştirilmesiyle sanal verinin gerçekliğinin artırılması sağlanırken var olan gerçek ortamında sanal verinin kullanılacağı ortamlara dönüştürülmesi sağlanmaktadır” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.12).



Şekil 6: Sanallık Süreci'nin basitleştirilmiş gösterimi, (Milgram ve Kishino, 1994, s.3).

Kaynak: https://www.researchgate.net/publication/277295097_Applications_of_Mixed_Reality/figures?lo=1

Karma gerçeklik kavramı ilk olarak, 1994 yılında Milgram ve Kishino tarafından ‘Karma Gerçeklik Görselleştirmelerinin Sınıflandırılması’ (A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays) adıyla yayımlanan makalede kullanılmıştır. Bu makalede karma gerçeklik, ‘sanallık süreci’ (virtuality continuum) şemasıyla temsil edilirken (bk. Şekil 6), karma gerçeklik

evreni içinde yer alan gerçek ortam, artırılmış gerçeklik, artırılmış sanallık ve sanal ortam kavramlarına yer verilmiştir. Yukarıdaki şemaya göre sol taraf gerçek dünyayı, sağ taraf ise yalnızca sanal nesnelerden oluşan sanal ortamı temsil etmektedir. Bu bağlamda karma gerçeklik, sanallık sürecinin iki uç noktası arasında gerçek ve sanal nesnelerin birlikte tek bir ekranda var olması olarak tanımlanabilir. Dolayısıyla sanallık sürecinin, gerçek ve sanal ortam arasındaki bölümü kapsadığı söylenebilir. “*Karma gerçeklik gerçek ve sanal öğelerin bir arada gerçeklik ve sanallık süreci içerisinde sunulduğu ortamlar olarak ifade edilmektedir*” (Milgram ve Kishino, 1994, s.4). KG teknolojisini sanal gerçeklik teknolojisinden ayıran en temel özelliğinin, mekân kavramı ve kullanıcıya sağladığı hareket alanı olduğu söylenebilir. SG teknolojisi, kullanıcıyı gerçek dünya uyarılarından tamamen kopartıp, ona sanal ortamda gerçek dünyayı simüle edecek şekilde veya tamamen ütöpik farklı bir mekân içinde ‘gerçekmiş gibi’ bir his sunabilmektedir. Karma gerçeklik ortamında kullanıcı, SG donanımlarından farklı olarak, yalnızca HMD başlık yardımıyla, bulunduğu mekândan koparılmadan; aksine, fiziksel dünyanın içine inşa edilen interaktif bir sanal ortam deneyimleyebilmektedir (bk. Şekil 7).



Şekil 7: Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik arasındaki farklılıklar.

Kaynak: <https://arvrtech.eu/why-do-you-need-an-augmented-reality-app-for-your-business/>

Karma gerçeklik teknolojileri ile sanal ve gerçek dünya arasındaki sınır, her geçen gün biraz daha yok olmaktadır. Bu durum, doğal olarak alanlar arasında tanımlamaların kendi içinde karıştırılmasına neden olabilmektedir. Yaygın görüşe göre sanal gerçeklik, gerçek dünya ile benzerlikler içeren ancak gerçek dünyadan tamamen kopuk, gerçekte var olmayan sanal bir ortamı, sanal bir dünyayı temsil etmektedir ve 3B yazılımlar aracılığıyla üretilen, simüle edilen, yalnızca yapay biçimde yeniden oluşturulan dijital ortamlardan oluşmaktadır. Dolayısıyla kullanıcı o anda, fiziksel gerçeklikten koparak, sanal bir gerçekliğin içine hapsolmaktadır. Bu sanal ortamı deneyimleyebilmek için uygun donanım ve yazılımların var olması gerekmektedir. Freina ve Ott (2015) tarafından sanal gerçeklik, *“içinde ekran olan başlıklar veya alıcılar yerleştirilmiş eldivenler gibi özel elektronik aletler yoluyla bir kişinin bilgisayar tarafından üretilen 3 boyutlu görüntü ya da ortam simülasyonları ile gerçek veya fiziksel bir yoldan etkileşime geçmesidir”* (s.1) olarak tanımlanmaktadır. Sanal gerçeklik için bir bilgisayar, oyun kumandası (gamepad) ile HMD başlık yeterli olabilmektedir.

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyadaki öğeler üzerine dijital içeriklerin üst üste bindirilmesiyle ilgilidir. Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyayı merkeze alarak onu dijital içerikle zenginleştirip yeni sanal bilgi katmanları oluşturur ve fiziksel gerçekliğin yerini almadığı gibi onu tamamlar. Artırılmış gerçeklik,

Bozat ve Dedelioğlu'na (2018) göre, “gerçek dünya ve çevrenin, bir bilgisayar tarafından üretilen; görüntü, ses ve grafik öğeleri ile gerçek zamanlı olarak zenginleştirilerek değiştirilmesidir. Süreç temel olarak, gerçek dünyadan daha önceden belirlenmiş bir görselin, ilgili uygulamayı tetiklemesi, uygulamanın belirli veri tabanları, grafik/ses veya video depoları, GPS verisi, gün içinde bulunan zaman dilimi vb. gibi birçok değişik kaynaktaki veriyi kullanarak, gerçek görüntünün tasarlanan şekilde zenginleştirilmesi şeklinde gerçekleşir” (s.930).

Dodevska ve Mihic'e (2018) göre ise, “gerçek zamanlı olarak gerçek ortam üzerinde bir veya daha fazla katman olarak görünen ve bilgisayar tarafından oluşturulan öğeleri veya sanal nesneleri içeren gerçek dünya ve bilgisayar grafiklerinin bir kombinasyonudur. Günlük hayatta AG'nin en bilinen örneklerinden bazıları şunlardır: Bize gerçek yolları (gerçek kullanıcı ortamı) ve sanal yardımcı navigasyon öğelerini gösteren araç navigasyonu için

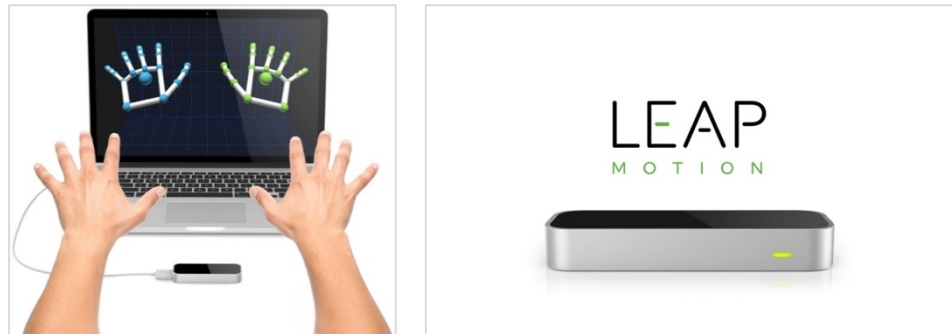
AG ‘head-up display’ (HUD), Pokémon Go mobil AR oyunu, gerçek ortamda ürün görselleştirme için mobil uygulamalar vb.” (s.18) bu kapsamdadır.

Yeni nesil otomobillerde standart olarak bulunan ve sürücüler arasında hayalet gösterge olarak da bilinen dijital HUD teknolojisi dışında, artırılmış gerçeklik için yeni nesil cep telefonu ya da tablete, artırılmış gerçeklik uygulamasına ve tetikleyici olarak adlandırılan bir görüntü öğesine gereksinim duyulabilmektedir.

Sonuç olarak sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik kavramları, donanımları ve kullanıcıya sunduğu olanaklara açısından birtakım farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıkların gelecekte de devam edecek olması, teknolojinin hızlı gelişimi gereği olağan bir sonuç olarak düşünülebilir.

3.2. KARMA GERÇEKLİK DONANIMLARI

Karma gerçeklik kapsamında yeni nesil algılama ve görüntüleme teknolojileri ile iç mimarlık eğitiminde kullanılan üç boyutlu yazılımlar aracılığıyla oluşturulan sanal ortam içinde kullanıcının, mekân içinde gerçek zamanlı hareket edebilmesi ve objelerle etkileşim içinde olabilmesi (onları yönlendirilebilmesi, hareket ettirebilmesi ve yeniden boyutlandırabilmesi) artık mümkün olabilmektedir. Bunun için bir bilgisayar, bir HMD başlık, sensörler, bir çift hareket kontrolör cihazı ya da bir Leap Motion cihazı gibi teknik donanımlara gereksinim duyulabilmektedir (bk. Şekil 8 ve 9).



Şekil 8: El ve parmak hareketlerini algılayabilen Leap Motion cihazı.

Kaynak: https://miro.medium.com/max/1200/1*x1X-gEekypzUfjPg23QhnA

Kaynak: <https://livitstudios.com/wp-content/uploads/2017/07/leap-motion-1>



Şekil 9: HTC başlığı, hareket kontrolörleri ve sensörleri.

Kaynak: <https://academy.archistar.ai/.jpeg>

3.2.1. Bilgisayar

Karma gerçeklik teknoloji laboratuvarlarında donanım olarak yüksek performanslı bir bilgisayar kullanılmaktadır. Üst düzey masaüstü, dizüstü bilgisayarlar ve HMD başlıklar söz konusu olduğunda Holografik İşlem Birimi HPU (gerçek ve hologram verilerini birleştiren bir işlem birimi) CPU (bilgisayar işlem birimi), GPU (grafik işlem birimi), gelişmiş sensörler (baş izleme, göz izleme, kamera) ve bellek en önemli bileşenler olarak ön plana çıkmaktadır. Üst düzey bir işlemci, konum izlemeye yardımcı olmakta, sanal ortamın ne kadar gerçekçi ve etkili olacağını kontrol etmekte, böylece gerçeğe yakın bir ortamda derinlemesine bir deneyim yaşanabilmesini sağlamaktadır. Karma gerçeklik sistemini oluşturan bileşenler, birbirleriyle uyumlu çalışmadıklarında kullanıcının olumsuz bir deneyim yaşamasına neden olabilmektedir. Karma gerçeklik teknoloji laboratuvarlarında kullanılan bilgisayarlara, Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi Reality Lab’da bulunan bilgisayarlar örnek verilebilir. Bu laboratuvarı aşağıdaki Tablo 3’ de belirtilen özelliklere sahip 6 adet bilgisayar, ayrıca bir de Tablo 4’ de belirtilen özelliklere sahip 1 adet render bilgisayarı bulunmaktadır.

Tablo 3: YTÜ Reality Lab’da bulunan 6 adet dizüstü bilgisayarın genel özellikleri.

Bellek Hızı	3200 MHz
Ekran Kartı Bellek Tipi	GDDR6
Ekran Kartı Hafızası	16 GB
Ekran Kartı Tipi	Yüksek Seviye Harici Ekran Kartı
Ekran Kartı	Nvidia GeForce RTX 3080
Ekran Yenileme Hızı	165 Hz
İşlemci Cache	24 MB Cache
İşlemci Tipi	Intel Core i7
İşlemci	11800H
Maksimum İşlemci Hızı	4,6 GHz
Max Ekran Çözünürlüğü	2560 x 1600
Ram (Sistem Belleği)	32 GB
Ram Tipi	DDR4
SSD Kapasitesi	1 TB
Temel İşlemci Hızı	2,30 GHz

Tablo 4: YTÜ Reality Lab’da bulunan 1 adet masaüstü bilgisayarının genel özellikleri.

Bellek Hızı	3200 MHz
Ekran Kartı Hafızası	16 GB
Ekran Kartı Tipi	Yüksek Seviye Harici Ekran Kartı
Ekran Kartı	Nvidia GeForce RTX 3080
Harddisk Kapasitesi	3 TB
İşlemci Cache	16 MB Cache
İşlemci Nesli	11.Nesil
İşlemci Tipi	Intel Core i9
İşlemci	11800H
Power Supply (güç kaynağı)	850 W
Max Ekran Çözünürlüğü	2560 x 1600
Ram (Sistem Belleği)	128 GB
Ram Tipi	DDR4
SSD Kapasitesi	2 TB
Temel İşlemci Hızı	3,50 GHz

Tablolardaki verilerden görüleceği ve anlaşılabileceği üzere karma gerçeklik teknoloji laboratuvarı altyapısı kurulmak istendiğinde satın alınması planlanan dizüstü bilgisayarda ekran kartı, ekran kartı belleği, ekran kartı hafızası ve işlemci teknik özellikleri ön plana çıkarken, render alma işleminin yapıldığı masaüstü bilgisayarda ekran kartı, harddisk kapasitesi, işlemci, güç kaynağı (power supply) ve özellikle ram gereksinimi ön plana çıkmaktadır.

3.2.2. Başlıklar/Gözlükler

Karma gerçeklik başlıklarının çalışma prensibi ve kullanılan donanımlar şöyledir: *“Takılan saydam ya da yarı saydam gözlükler mekânda holografik görüntülerin görüntülenmesini sağlar. Etkileşimlere izin vermek için bakış, ses ve jestleri bütünleştirir. Böylelikle 3D görüntünün ne alanda nasıl kullanılması gerektiği kişinin donanım ve hayal gücüne kalarak her alanda kullanılmasına olanak tanır. Gözlüklerin temel donanım birimleri aşağıdaki gibi özetlenebilmektedir:*

- *Holografik İşlem Birimi (HPU- gerçek ve hologram verilerini birleştiren bir işlem birimi)*
- *Üst düzey CPU (bilgisayar işlem birimi) ve GPU (grafik işlem birimi)”* (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.14).

Karma gerçeklik başlıkları ve teknik özellikleri çok fazla olduğundan bu çalışmada, HMD başlıklarının daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla HoloLens 2 başlığı dışında diğer başlıkların, yalnızca marka ve model isimlerine değinilecektir. Hololens 2'nin diğer başlıklardan ayrı tutulmasını gerektiren en önemli özelliklerinden bir tanesi sensörlerinin, başlığın içinde olmasıdır. Diğer başlıklarda ise sensörler masa üstünde ya da tripod ayaklarla kullanıcının hareketlerini algılayacak şekilde dışarıda konumlandırılmaktadır. Bu başlıklar şu şekilde sıralanabilir: Microsoft HoloLens 2, Lenovo Explorer, Acer AH101, Dell Visor, Apple, HP WMR headset, Samsung Odyssey, Asus HC102, Samsung Odyssey +, HP Reverb, Acer OJO 500, HP Reverb G2, Magic Leap One, HTC Vive Pro 2, HTC Vive Cosmos Elite, Sony PlayStation VR, Oculus Rift, Oculus Quest 2, Valve Index VR (Wikipedia, 2022; Greenwald, 2022; Dexter, 2022). Bu cihazlar; ekran türü, ekran çözünürlüğü ve yenilenme hızı, kamera, işlemci ve bellek, ses ve mikrofon, görüş alanı, donanım ve yazılım platformu uyumluluğu, hareket kontrolörleri, hare-

ket algılama düzeyleri ve fiyatları kapsamında karşılaştırmaları yapılarak kullanıcılar tarafından tercih edilebilmektedirler (bk. Şekil 10). Bu başlıklar Windows Karma Gerçeklik Platformuyla uyumlu olarak çalışabilmektedir.

THE WILD IMMERSIVE COLLABORATION FOR TEAMS 2021 Sanal Gerçeklik Başlıkları Karşılaştırma Tablosu					
	Oculus Quest 2	Pico Neo 2	HP Reverb G2	Valve Index	HTC Vive Pro
					
Desteklenen	✓	✓	✓	✓	✓
Çözünürlük	1832 x 1920	1920x2160	2160x2160	1440x1600	1440x1600
Yenilenme oranı	90	75	90	144	90
Ekran türü	LCD	LCD	LCD	LCD	Dual AMOLED
Bakış alanı	100°	101°	114°	130°	110°
İzleme	Tersyüz	Tersyüz	Tersyüz	Baz istasyonu	Baz istasyonu
Ağırlık	503g	670g	544g	570g	563g
Kablolu/Bağımsız	Bağımsız	Bağımsız	Kablolu	Kablolu	Kablolu
Fiyat	\$299 / 🛒 \$799	🛒 \$699	\$599	\$999	\$1,199

Şekil 10: The Wild tarafından 2021 yılında yapılan Sanal Gerçeklik başlıklarının karşılaştırılması.

Kaynak: <https://5ebuy.tk/ProductDetail.aspx?iid=569532982&pr=81.88>

Microsoft teknoloji şirketi bir geliştirici olarak holografik (Mesh) ve karma gerçeklik platformuna yatırım yapmakta ve bunu web sayfasında tanıtmaktadır. Windows Karma Gerçeklik Platformu, ergonomik tasarımlı başa takılan ekranlarla artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik deneyimleri sağlayan Windows 10 işletim sisteminin bir parçası olarak tanıtılan bir platformdur. Karma gerçeklik teknoloji ve uygulamaları, Microsoft firması tarafından geliştirilen HoloLens teknolojisi ile birleştirilerek geliştirilmiş bir teknoloji hizmeti sunmaktadır. “İlk olarak 2016’da piyasaya sürülen HoloLens, karma gerçeklik (KG) başlıklar kategorisine ilk girenler arasındadır ve Windows KG platformunu çalıştıran türünün ilk örneğidir. Sensörler, kameralar, projeksiyon lensleri ve 3B ses hoparlörleriyle dolu başa takılan bir ekran ünitesi ve öne bakan bir vizörden oluşmaktadır” (XRToday, 2021), (bk. Şekil 11).



Şekil 11: HoloLens 2 başlığı.

Kaynak: <https://www.geospatialworld.net/blogs/hololens-2-whats-been-done/.png>

Microsoft tarafından 2019 yılında tanıtılan ikinci nesil HoloLens 2, sahip olduğu kameralar ve sensörler aracılığı ile kullanıcının el hareketlerini takip ederken aynı zamanda yapay zekâ desteği ile göz izleme özelliğine sahiptir ve sesli komutları da algılayabilmektedir. Gerçek dünyayı sanal dünyayla birleştirerek hologramların gerçek görünmesini sağlayabilen uzamsal eşleme, uzamsal koordinat sistemleri ve sahne anlama özelliklerine sahip olan HoloLens 2, hologramların gerçek görünmesini sağlayabilmekte ve görüntü konusunda kullanıcı beklentileriyle daha doğal bir şekilde uyumlu olabilmektedir (Microsoft, 2022a). Karayılanoğlu ve Arabacıoğlu'na (2020) göre, *“HoloLens 2, yüksek çözünürlüklü spiral görüntüleme sistemi ile 3 boyutlu mekânsal algı oluşturabilmekte, aynı zamanda yapay zekâ desteğiyle hologram içeriklerle etkileşime girilebilmesini sağlamaktadır. Gerçek alana yerleştirilen holografik görüntüler, 360 derecelik bir görüş açısıyla izlenebilmektedir”* (s.433). HoloLens 2 hakkında daha detaylı teknik bilgi sahibi olunabilmesi için Microsoft Karma Gerçeklik Platformu ziyaret edilebilir (Microsoft, 2022b).

3.2.3. Sensörler

HoloLens 2 cihazı sahip olduğu kamera ve sensörler ile çalışma alanını tarayıp uzamsal eşleme (mekânsal haritalama) yaparak, kullanıcıya çevresinin ayrıntılı bir ağ modeli gösterimini sağlamaktadır.

Terrugiye ve Fassi 'ye (2022) göre, “cihaz, gerçek dünyadaki nesnelere hologramlar yerleştirebilir, sanal modellerin çevresini kapatabilir ve yalnızca çalışma ortamının geometrik bilgisine sahip olarak iki dünya arasındaki fizik etkileşimlerini simüle edebilir” (s.489). “Uzamsal eşleme, nesneleri gerçek yüzeylere yerleştirmeyi mümkün kılar. Bu, kullanıcının dünyasındaki nesneleri sabitlemeye yardımcı olur ve gerçek dünya derinlik ipuçlarından yararlanır. Hologramlarınızı diğer hologramlara ve gerçek dünya nesnelere göre kapatmanız, kullanıcıyı bu hologramların gerçekten kendi alanında olduğuna ikna etmeye yardımcı olur” (Microsoft, 2022a).

Hololens 2 sensörleri başlıkta yerleşik olarak yer alırken, diğer bazı HMD başlık markalarında sensörler ayrı olarak yer almakta ve kullanıcının bulunacağı ortama kurulumu yapılarak öyle kullanılabilmektedir.

“HoloLens 2’de dâhili olarak bulunan 8 megapiksel sensör, görüntülü görüşmelerin daha kolay gerçekleştirilmesini sağlıyor. HoloLens 2’nin en dikkat çekici özelliklerinden biri, yapay zekâ destekli ToF sensörü sayesinde kullanıcıların elleri ile hologram içeriklerle etkileşime girmesine izin vermesidir. Ama isteyen kullanıcılar göz takibi ve sesli komut ile de içeriklerle etkileşime girebilirler” (Kartal, 2019).

“Bir SG başlık sisteminin görüntüleme ekranına yansıtılan görüntüyü doğru bir şekilde ayarlaması veya bir AG sisteminin yansıtılan hologramları yerleştirmesi için bilgisayarın, kullanıcının başının göreceli konumunu ve hareketini bilmesi gerekir. Bu görevi gerçekleştirmek için genellikle bir Atalet Ölçüm Birimi (IMU) kullanılır. Bir IMU, üç tip sensörü birleştirir. Bunlar: İvmeölçer, jiroskop ve manyetometredir. Bu algılama elemanlarının her biri 3 ekseninde (X, Y, Z) ölçülen özelliği de algılamalıdır. Bu sinyallerin birleştirilmesi, hata düzeltmeyi kolaylaştırır ve kullanıcının baş konumunu ve hareketini izlemek için doğru ölçümler sağlar” (Riendeau, 2017).

HTC Vive, Oculus Rift markalarında ise sensörler başlıktan bağımsız (harici) olarak yer almakta ve tripod ayaklarıyla istenilen yükseklikte ve açıda ayarlanabilmektedir (bk. Şekil 12 ve 13).



Şekil 12: Oculus Rift başlığı, hareket kontrolör cihazları ve sensörleri.

Kaynak: <https://www.roadtovr.com/oculus-acknowledges-ongoing-tracking-issues-3-sensor-setups-promises-february-update/.jpeg>



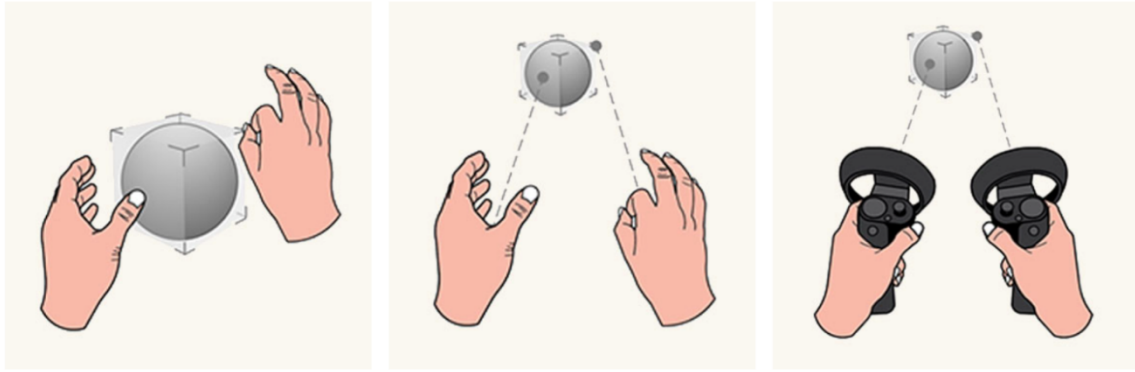
Şekil 13: HTC başlığı, hareket kontrolör cihazları ve sensörleri.

Kaynak: <https://www.amazon.com.tr/HTC-VIVE-Virtual-Reality-System/dp/B00VF5NT4I>

Kaynak: <https://www.amazon.com/-/es/Skywin-Tripod-Compatible-Station-Sensors-Constellation/dp/B07B6FDKZ8>

3.2.4. Hareket Kontrolör cihazları

Hareket kontrolör cihazları sanal mekânda objelere, butonlara dokunabilme, onları döndürebilme, büyültüp küçültebilme, bir yerden alıp başka bir yere koyabilme gibi çeşitli etkileşime geçilebilme olanağı sağlamaktadır. Bu etkileşim 3 farklı şekilde olabilmektedir (bk. Şekil 14). Birinci olarak; kullanıcılar, hareket kontrolör cihazları olmaksızın yalnızca (çıplak) el ile doğrudan yönlendirme sayesinde hologramlara elleriyle dokunmayı, günlük yaşam deneyimlerini kullanarak sanal nesnelerle etkileşime geçmek için aynı şekilde gerçek dünya nesnelerini manipüle edebilmektedirler. İkinci olarak eller ile işaret etme ve işlemede kullanıcıların hologramlarla uzaktan etkileşim kurması sağlanabilmekte, kullanıcıların hologramları diledikleri gibi yerleştirip bunlara her yerden erişebilmesine olanak sağlanmaktadır. Üçüncü olarak, hareket denetleyicileri donanımları ile etkileşim sağlanabilmektedir.

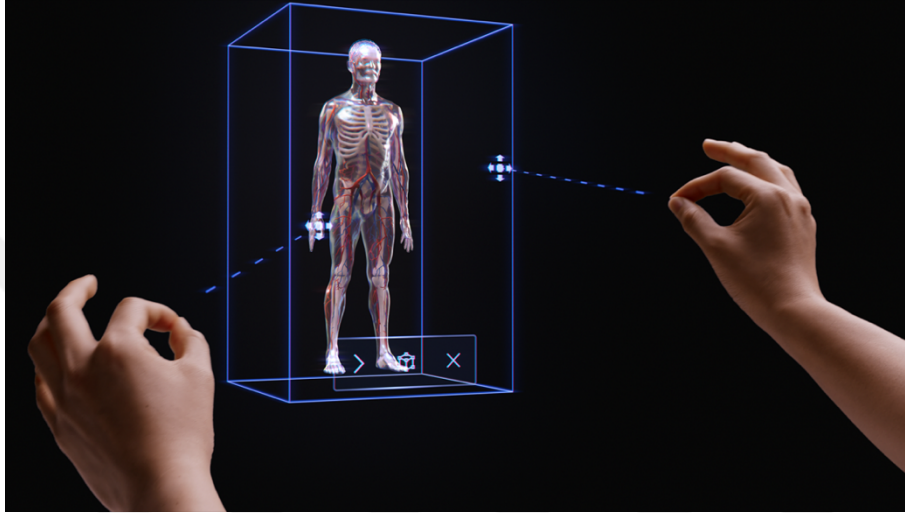


Şekil 14: Eller ve hareket denetleyicileri görünüm örnekleri.

Kaynak: <https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/design/hands-and-tools>

Bu Hareket Kontrolör Cihazları üzerinde birçok etkileşim için kısayol tuşları yer almakta ve çeşitli eylemler için dokunsal geri bildirimler sağlanabilmektedir (Microsoft, 2022c). Yalnızca (çıplak) el (bk. Şekil 15 ve 16) ve Hareket Kontrolör Cihazları dışında el ve parmak hareketlerini algılayabilen akıllı eldivenler (smartgloves), beden hareketlerini algılayabilen akıllı giysiler (smartsuit) (bk. Şekil 17), yüz hareketlerini algılayabilen Face Capture ve Leap Motion Veri Sağlayıcı cihazı gibi karma gerçeklik teknolojileri ile de eylemler, sanal ortamda dijital verilere dönüştürülerek hologramlarla etkileşime geçirilebilmektedir” (Rokoko Electro-

nics, 2020a; Rokoko Electronics, 2020b; Rokoko Electronics, 2020c). Ayrıca el ve parmak hareketlerinin, sensörü aracılığıyla dijital ortama veri olarak aktarılabilmesini sağlayan Leap Motion Veri Sağlayıcı sayesinde de hologramlarla etkileşim içinde olunabilir. Bunlar dışında hologramlarla etkileşim; sesli komut ve içgüdüsel/sezgisel etkileşim ile de gerçekleştirilebilmektedir (Microsoft, 2022d), (Microsoft, 2022e).



Şekil 15: El ile hologramları doğrudan yönlendirme ve etkileşime girebilme örneği.

Kaynak: <https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/design/interaction-fundamentals>



Şekil 16: El ile hologramları doğrudan yönlendirme ve etkileşime girebilme örneği.

Kaynak: <https://www.expansion.com/economia-digital/companias/2018/05/06/5aec2c3d22601d32378b45f7.html>



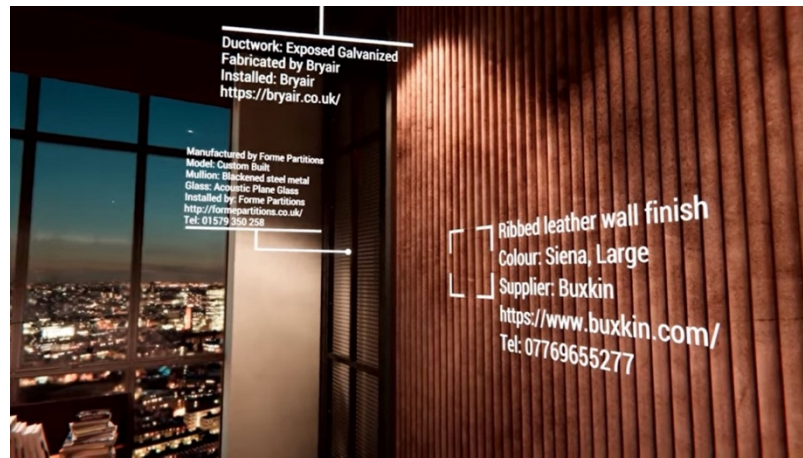
Şekil 17: Hareketleri algılayabilen akıllı eldivenler ile akıllı giysi örneği.

Kaynak: <https://www.3dvf.com/en/redaction/smartgloves-comes-in-hand-for-motion-capture/>

Sonuç olarak, karma gerçeklik, 3B etkileşimli hologramlar oluşturmak ve bunları kullanıcının HMD başlığı ile görebilmesini ve onlarla etkileşime geçebilmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilir. Karma gerçekliğin artırılmış gerçekliğin kullandığı telefon, tablet ve bilgisayarlara göre avantajı, fiziksel alanla sürdürülebilir bağlantı düzeyidir. 3B ve etkileşimli dijital hologramlar başlık sayesinde kullanıcının gözleri önünde yer almakta ve kullanıcı hologramlarla gerçek zamanlı aktif bir dokunsal etkileşime geçebilmektedir. Karma gerçeklik teknolojilerinin donanım üstünlükleri (görsel, dokunsal, kokusal özellikler yanında görüntü ve ses işleme alanındaki gelişmeler) artarken gün geçtikçe daha uygun maliyetlerle daha fazla kullanıcının hizmetine ve yararına sunulması mümkün olabilecektir. HMD başlıklardan sonra kontak lenslerle de bu sürükleyici deneyimin yaşanabilmesine ilişkin ar-ge çalışmalarına hızla devam edildiği söylenebilir. Dolayısıyla karma gerçeklik teknolojisi yakın gelecekte, tıpkı Metaverse’de olduğu gibi mekânın, nasıl yeniden üretilen haliyle algılanabileceğine ve anlamlandırılabilmesine ilişkin öngörülerini giderek daha güçlü kılmaktadır.

3.3. KARMA GERÇEKLİK YAZILIMLARI

İç mimarlık eğitiminde yaygın olarak kullanılan Autodesk 3D Studio Max yazılımı ile modellenen iç mekân tasarımları, dijital oyun geliştirme yazılımları aracılığıyla (Unity Engine, Unreal Engine, CryEngine vb.) ile çalışabilmek için dönüştürülerek (oyun motorlarında çalışılabilecek dosya uzantısıyla import etmek) ya da iç mekân tasarımları doğrudan bu yazılımlarda modellenerek mimari görselleştirme kapsamında proje sunumları yeni bir boyuta taşınabilmektedir. Bu sayede (istenildiğinde) mekân dışındaki hava koşulları (yağmurlu, karlı ya da güneşli bir hava) hızlı ve pratik olarak kolayca belirlenebilir, gündüz ya da gece zaman aralığında pencerelerden ya da ışık kaynaklarından yönelen ortamın ışık etkisi izlenebilir, odalar içinde yer alan duvar, mobilya ve diğer aksesuarlar, zemin renkleri ve dokuları mekân içinde gezilebilirken interaktif bir şekilde değiştirilebilir (interaktif doku, renk, ışık ve objeler), sanal mekân içinde bulunan objelerle ilgili çeşitli bilgiler (mekânın yapı bilgi modellemesiyle ilgili veriler) (ürün marka ismi, web sitesi, iletişim bilgileri ve renk gibi) (bk. Şekil 18) ve mekâna ait ölçüler gösterilebilir, mekân içinde gerçek zamanlı (eş zamanlı: Real time) yürünerek gezilebilir (walkthrough), hareket kontrolörleriyle objeler dokunularak, tutularak konumları değiştirilebilir, ışıklar yakılabilir, televizyon, müzik seti, musluk, mutfak ocağı vb. açılıp kapatılabilir, objelere, duvarlara renk ve materyal ataması yapılabilir, güçlü bir gerçeklik algısıyla gerçek bir mekânda geziliyormuş izlenimi ve immersiyon (daldırma, sürükleyici olma) durumu yaratılabilir, yaşatılabilir (bk. Şekil 19; 20; 21; 22 ve 23).



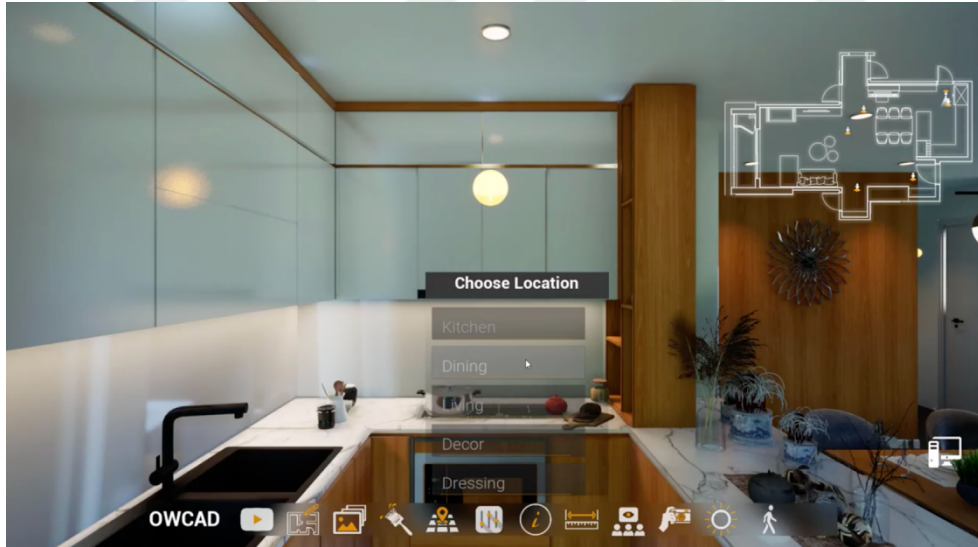
Şekil 18: Sanal mekân içinde bulunan objelerle ilgili çeşitli bilgiler örneği.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=9hAZ2ovh6fo&ab_channel=Unity



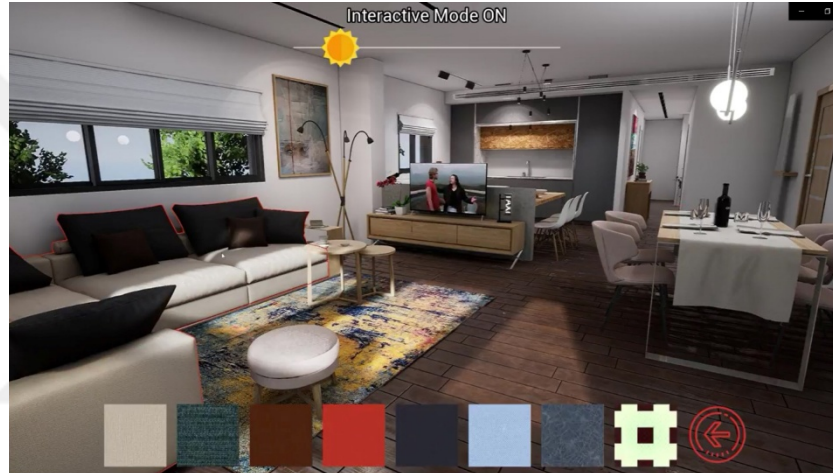
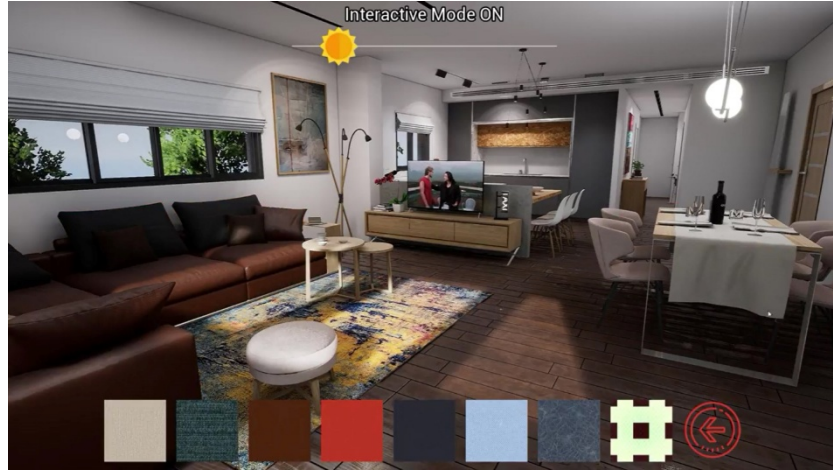
Şekil 19: Sanal iç mekânda duvar rengini gerçek zamanlı olarak değiştirme örneği.

Kaynak: <https://www.artstation.com/artwork/oAvWzO>



Şekil 20: Mekân içindeyürüyerek gerçek zamanlı gezinebilme dışında, menü aracılığıyla istenilen odaya gidebilme özelliği örneği.

Kaynak: <https://www.artstation.com/artwork/oAvWzO>



Şekil 21: Sanal iç mekânda bulunan koltuk rengini gerçek zamanlı olarak değiştirme örneği.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=zcfE3P8qeU&t=139s&ab_channel=4dvisual



Şekil 22: Sanal iç mekânda bulunan televizyonunaçılması örneği.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=UiLISyMwg7g&ab_channel=FajarKurniawan



Şekil 23: Sanal iç mekânda bulunan ayaklı lambaderin açılıp kapanmasıörneği.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=UiLISyMwg7g&ab_channel=FajarKurniawan

İç mimarlık eğitiminde anlatım teknikleri kapsamında kullanılan ve genellikle tercih edilen yazılımların

"(...) niteliklerini, olanaklarını ve kısıtlamalarını tanıyarak kullanmak zaman kazandıran ve nitelikli ürünü oluşturan rasyonel sonuçlar vermektedir. Mimari biçimlendirmede geleneksel görselleştirme araçları olan, çizim, maket gibi simülasyon araçları, daha uzun zaman gerektirip, ekonomik olmadığından ve CAD hassasiyetini taşımadığından ortadan kalkmaktadır. Bilgisayar donanım ve yazılımları bu sürecin her aşamasında hız, gerçeklik ve hassasiyet sağlamaktadır" (Uslu, 2008, s.49).

Gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak içinde gezilebilir bir mekân deneyimi algısının oluşturulabildiği ve yaşatılabildiği bu yeni nesil dijital gerçeklik teknolojisi ile mimari görselleştirme kapsamında aktif olarak iki yazılım yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlar Unity ve Unreal Engine oyun motorlarıdır.

“Oyun motoru, geliştiricilerin oyunu çalıştırmak için kullandıkları mimaridir. Oyun motorları, video oyunlarının üzerine inşa edilecek yazılım çerçevesini sağlar, böylece oyun geliştiricileri, bir oyun oluşturmak için zaman harcamak zorunda kalmazlar. Biraz açmak gerekirse, oyun motorları, geliştiricilerin, oyunun düzgün çalışması için ihtiyaç duyacağı temel özellikler üzerinde çalışmak için aşırı zaman harcamak yerine, oyunun benzersiz hissetmesini sağlayacak yönlerine odaklanmasını sağlar” (3dmax.com, 2020).

İç mimari görselleştirmede de oyun motorlarının kullanılması, öğrenciler/tasarımcıların sürükleyici ortamlar yaratmasına olanak sağlamaktadır. Çünkü statik bir mekân; gerçek, eş zamanlı ve etkileşimli destekle ilgi çekici kılınabilmektedir. Unity, bilgisayar, konsol ve mobil cihazlar için video oyunları ve simülasyonları geliştirmek için kullanılan ve çeşitli işletim sistemlerinde çalışmak üzere geliştirilen bir oyun motorudur. Unreal Engine ise birinci şahıs nişancı oyunları için geliştirilen oyun motorudur. Her iki oyun motoru gelişen talep ve koşullarla çeşitli türlerdeki oyunlarda ve alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin Unity, oyun dışında hızla gelişen bir endüstri ortamında gerçek zamanlı 3B ile rekabet avantajı elde edinilmesi amacıyla otomotiv, ulaştırma ve imalat kategorisinde; sanatsal özgürlük ve daha hızlı üretim için film, animasyon ve sinematik kategorisinde; gerçek dünyadaki uygulamalar için geniş ölçekte sürükleyici 3B deneyimler oluşturabilmesi amacıyla da mimarlık, mühendislik ve inşaat kategorisinde alternatif çözümler sunmaktadır.

Unity ve Autodesk, yukarıda sıralanan (ve daha fazlası da olan) sektörlerle ilişkin görselleştirme, gerçek zamanlı ve sürükleyici deneyimler sunmak ve daha verimli iş akışı gerçekleştirebilmek amacıyla 2018 yılında bir araya gelerek iş birliği yapmışlardır. Unreal Engine oyun motoru da aynı şekilde, oyun dışında mimari, film ve televizyon, yayın ve canlı etkinlikler, animasyon, otomotiv, ulaşım ve simülasyon (benzetim) kategorilerinde alternatif çözümler sunmaktadır. Her iki programın kurulumu ve kullanımı ücretsizdir. Her iki program da;

“Çok yönlüdür, profesyonel stüdyolarda yaygın olarak kullanılır ve internette birçok ücretli ve ücretsiz öğretici içeriğe sahiptir. Unreal Engine 4'ün (UE4), Unity'ye göre iki önemli avantajı vardır: Birincisi, daha büyük grafiklerde UE4, mimari görselleştirme için yaygın olarak kullanılmaktadır ve daha basit bir kodlama yöntemine sahiptir. Unity'de yazılımı kullanan kişi, Visual Studio aracılığıyla C# betiklerini kodlamak zorundadır. UE4, C++ kodlamasına izin verirken aynı zamanda planlar aracılığıyla ve Blueprint özelliğiyle C# kodlama dili bilinmeden dahi kodlama imkânı sunabilmektedir. UE4'te blueprint, kodun görsel bir temsilidir. Değişkenleri ayarlayabilir, bileşenleri oluşturabilir ve kodlamaya gerek kalmadan girdiler eklenebilir” (Fonseca, vd., 2021, s.10-11).

Unity Engine ve Ureal Engine dışındagelişmiş bir içerik oluşturma paketi olan 3D Max yazılımı ailesine yeni eklenen 3D Max Interactive (Stingray)oyun motoru ile de artık gerçek zamanlı deneyimler ve etkileşimler karma gerçekliğe taşınabilmektedir. Bu yazılımdan gerçek zamanlı çıktı alınabilmesi ve onun optimize edilerek hazırlanabilmesi için 3ds Max'den yararlanılmaktadır. 3ds Max'de modellenen tasarım/proje verileri3ds Max Interactive (Stingray)'e transfer edilereketkileşimler ve tetikleyiciler ilavesiyle tasarım/projede kolay ve hızlı birtakım iyileştirmeler yapılabilir.

Başka bir oyun motoru ise, Alman oyun geliştiricisi Crytek tarafından tasarlanan, C++ yazılım dili kullanan, 2004 yılında ortaya çıkarılan ve Far Cry oyunu ile ünlenmiş olan bir CryEngine'dir. Bu oyun motoru da tıpkı Unity Engine, Unreal Engine ve 3ds Max Interactive (Stingray)'de olduğu gibi mimari görselleştirmede de kullanılmaktadır. Yazılım, tasarımcıların fikirlerini 3B modellere dönüştürmelerine yardımcı olabilecek bir dizi araç ve özellik sunmaktadır. CryEngine oyun motoru, kullanıcı dostu olan Unity Engine ve Unreal Engine oyun motorlarının aksine öğrenilmesi süreç gerektiren bir yazılımdır.

Oyun motorları dışında artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirildiği çeşitli platformlar da bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi Vuforia Engine'dir. Bu yazılımda Unity Engine ile Vuforia altyapısı birlikte kullanılmaktadır. *“Vuforia Engine, AG deneyimlerini ortamdaki belirli görüntülere ve nesnelere bağlama gücü olan HoloLens için önemli bir özellik sunmaktadır. Bu özelliği, endüstriyel kuruluşa yönelik makinelerin üzerine kılavuzlu adım adım*

yönergeler eklemek veya fiziksel bir ürüne veya oyuna dijital özellikler ve deneyimler eklemek için kullanabilmektedir. Telefonlar ve tabletler için oluşturulmuş mevcut Vuforia Engine uygulamaları Unity'de HoloLens üzerinde çalışacak şekilde kolayca yapılandırılabilir” (Microsoft, 2022). Bu uygulama, “sokakta belirli bir araba modelini tanıyabilmekte ve bir geliştirici, artırılmış bir gerçeklik uygulamasında bu arabanın üstünde oynamak için bir animasyon başlatabilmektedir. Bu şekilde, akıllı telefonun kamerası veya AR gözlükleriyle bir araca bakıldığında, aracın özellikleri ve fiyatı gibi ayrıntıları öğrenebilmektedir” (Bulut, 2021). Görüldüğü üzere Vuforia sayesinde, “kullanıcılar herhangi bir uygulamaya gelişmiş bilgisayar görüşü ve özellikler ekleyerek, uygulamanın görüntüleri ve nesneleri tanımasına ve gerçek dünyadaki alanlar ile etkileşime girmesine izin verebilmektedir” (informatikplm.com, 2022).

Yeni yazılımlarla çalışma yöntemleri geliştirilebilmesi ve bunun hevesle benimsenebilmesi düşünülüyorsa ilgili yazılımın kullanım kolaylığı önemli olabilmektedir. Projelerin detay barındırması o yazılımda mükemmelleşmek için çok zaman harcanmasını ve emek verilmesini gerektirebileceğinden, basit çalışma alanı ve arayüzüne sahip olan yazılımlar iç mimarlar tarafından tercih edilebilmektedir. Buna bağlı olarak iç mimarlık tasarım eğitimi müfredatında karma gerçeklik teknolojilerinin görselleştirme kapsamında dâhil edilebilmesi durumunda Unity ve Unreal Engine oyun motorlarının avantaj sağlayabileceği öne sürülebilir.

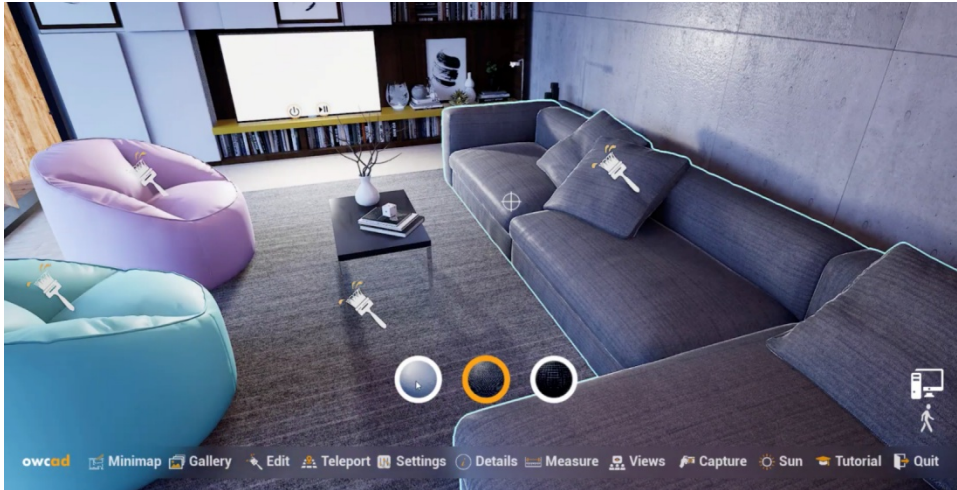
İç mimarlık sektöründe görselleştirme ve sunum hizmetleri kapsamında tasarım ofisleri tarafından müşterilere adı geçen yazılımlarla ve yüksek donanımlı bilgisayarlarla çok yüksek çözünürlüklerde render işlemleri yapılarak hizmetler verilebilmektedir. Gerçekçi sanal deneyimler yaratma konularında uzman olan bu ofisler tarafından müşteri iş akışıyla uyumlu yazılım ve donanım çözümleri sunulabilmektedir. Örneğin, birden fazla işletim sisteminde ve cihazda (çoklu ya da çapraz platform) yüksek performanslı ve etkileşimli çözümler üretilirken sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, gerçek zamanlı (real time) üretim yöntemleri ve teknolojileri kullanılabilir. Bu ofisler tarafından Unity ya da Unreal Engine kullanarak tasarlanan ve sunum olarak hazırlanan karma gerçeklik ortamındaki arayüz tasarımları ve kullanılan semboller projede sunulacak özelliklere göre değişiklik ve çeşitlilik gösterebilmektedir (bk. Şekil 24; 25; 26; 27 ve 28). Örneğin, iç mekân planından seçim yapabilme, gün ışığını ayarı yapabilme, HD, 2K, 4K gibi farklı çözünürlük seçeneği sunabilme, objelere materyal atama ya-

pabilme, lokasyon seçebilme, uzunluk ölçümü yapabilme gibi. Ayrıca bu tasarım ofisleri tarafından gerçek zamanlı render motoru kullanılarak çeşitli yazılımlar aracılığıyla her ihtiyaca cevap verebilen farklı görselleştirme ve sunum içerikleri elde edilebilmektedir. Örneğin, sanal mekân içinde gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak dolaşabilme, sinematik video, 360° video, 16K çözünürlüğünde 360° rendering gibi.



Şekil 24: Owcad tarafından Unreal Engine 4 ile yapılan sunum tasarımında yer alan semboller.

Kaynak: <https://www.artstation.com/artwork/oAvWzO>



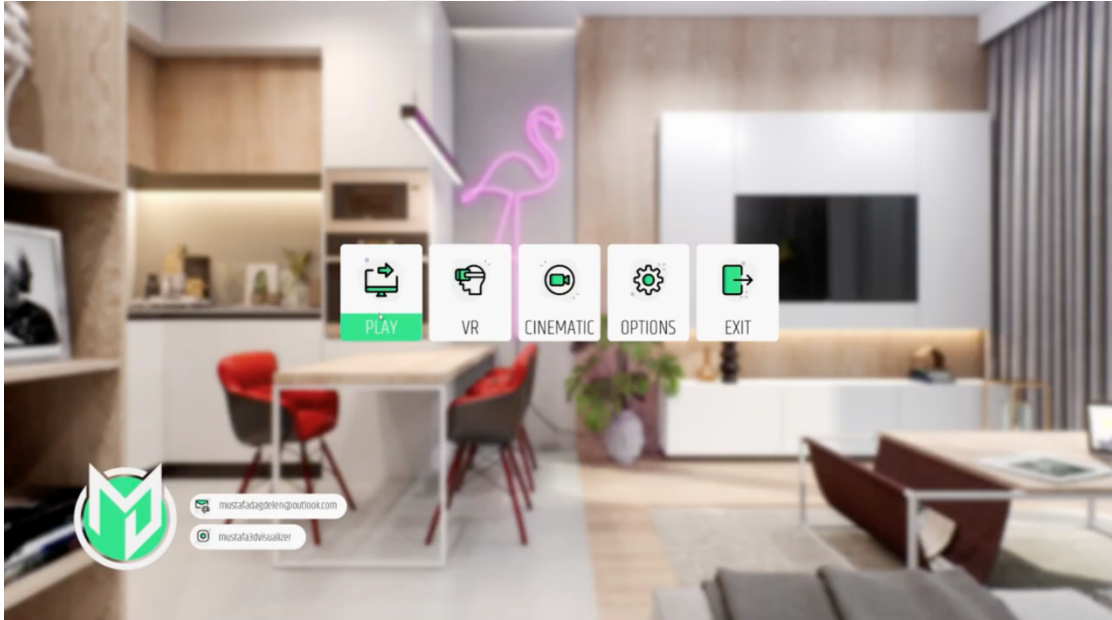
Şekil 25: Owcad tarafından hazırlanmış iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=f04H1_gRd8E



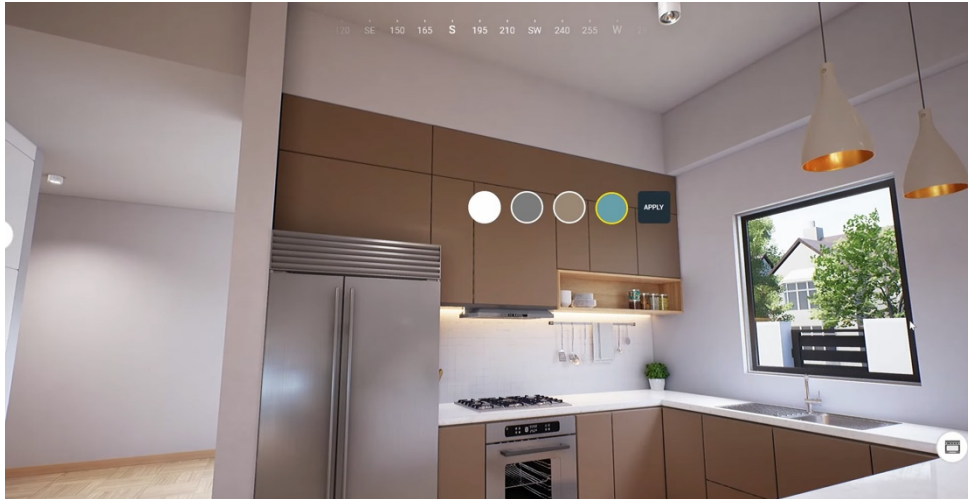
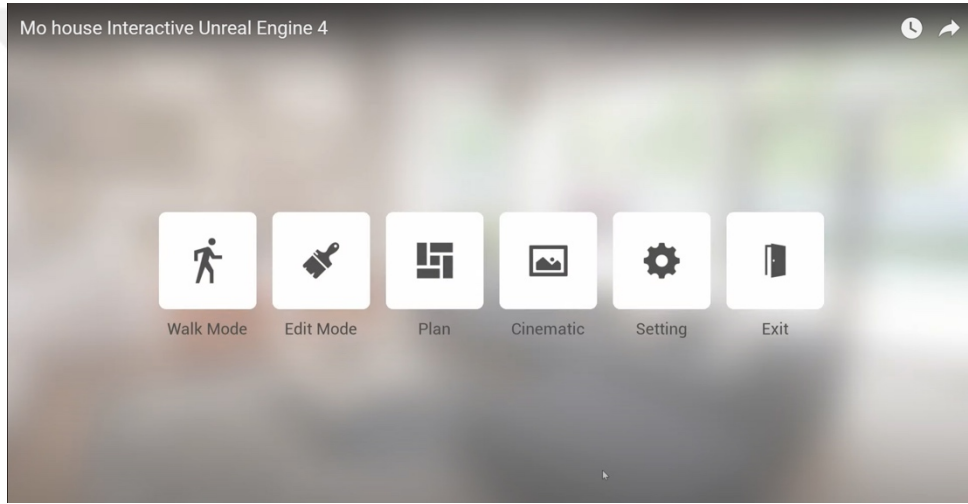
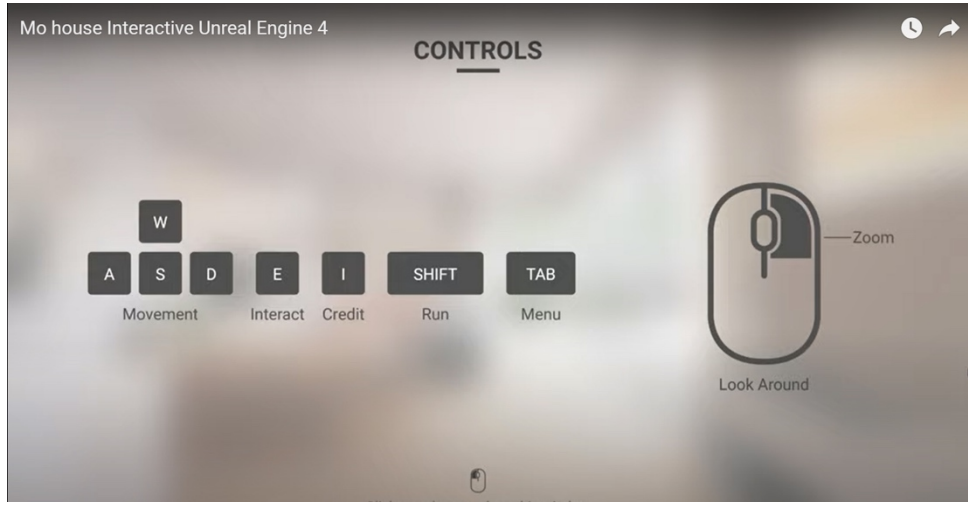
Şekil 26: Beyond Visual firması tarafından hazırlanmış bir iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=zcfeE3P8qeU&t=139s&ab_channel=4dvisual



Şekil 27: Mustafa Dağdelen tarafından hazırlanmış bir sanal iç mekânın arayüz tasarımı örneği.

Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=LW4zc6uKeVI>



Şekil 28: Fajar Kurniawan tarafından hazırlanmış bir iç mekân tasarımında, gerçek zamanlı ve etkileşimli olarak gezilebilmesi ve objelerin renk ile dokularının değiştirilebilmesi.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=6A59jj8m42U&ab_channel=FajarKurniawan

İç mimari görselleştirmede 2B render yanında 3B render da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu renderlar aracılığıyla genellikle kısa metrajlı bir video üretimi yapılarak sunum yöntemi gerçekleştirilebilir. Şöyle ki, mekâna ait 2B olarak render görüntüler belirli bir ardışık sıralamayla video düzenleme (editing) yazılımları kullanılarak müzik eşliğinde sunuma dönüştürülebilir. Bunun dışında, bir kamera mekân içine dolaştırılarak hareketli çekimi yapıp video düzenleme yazılımları (Adobe Premiere) ile işlenerek yine sunuma dönüştürülebilir. Dolayısıyla karma gerçeklik yazılımlarının, amaçlanan duruma göre ilgili sektörlerde kullanılması kullanıcının, kiralama ya da satın alma kararındabelirleyici olabilir. Gayrimenkul sektöründe müşteriye, pazarlama ve reklam amaçlı kullanılabilecek olası mekânın nasıl görünebileceğine dair bir sunum gösterilebilir (bk. Şekil 29). Ama bu sektörde asıl etkili olabilecek olan karma gerçeklik yazılımlarıyla desteklenen sanal sunum yöntemlerinin kullanımı olduğu söylenebilir.

“Gelişen teknoloji sayesinde tüketiciler, müşteriler mimari ortamlarla daha fazla etkileşime geçebilmeyi istemektedir”. (...) “Ek etkileşim elde etmek için mimari görselleştirme şirketleri, bir 3B video oyun motorunun kullanımını benimseyebilir. Oyun motorları bir 3B render uygulaması gibidir. Ancak üretilen ortamların tümü gerçek zamanlı olarak çalışır ve kullanıcının ‘sanki oradaymış gibi’ ortamda dolaşmasına izin verir. İkisi arasında küçük görsel farklılıklar olsa da bir video oyun motorunun yararı, 3B oluşturma uygulamasının yararlarından daha ağır basabilir” (Ratcliffe, 2017). Yine Ratcliffe’nin makalesinde yer alan ankete göre (2017);



Şekil 29: Gayrimenkulde ev satın almadan önce karma gerçekliğin kullanımı örneği.

Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=8I9qRDMVNRy&ab_channel=AtlasBayVR

Bir karma gerçeklik laboratuvarında kullanılan yazılımların ne olabileceği konusunda daha somut bilgi sahibi olunabilmesi amacıyla örneğin Özyeğin Üniversitesi VR Lab ele alınabilir: Laboratuvarda yazılım olarak; Unity Game Engine, Unreal Game Engine, Maya, ZBrush, Reality Capture, Blender ve Vuforia kullanılmaktadır. ZBrush yazılımı ile gerçek zamanlı 3B modelleme yapılabilenken, Maya ve Blender ile 3B modelleme yanında 3B animasyon da yapılabilir. Reality Capture, gerçek dünyadan ya da sırasız fotoğraflardan lazer tarama sayesinde 3B modeller oluşturularak sanal ortamda kullanılabilmesini sağlayan bir yazılımdır. Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi Reality Lab’da ise yazılım olarak; Unity Game Engine, Unreal Game Engine, Adobe CC, Blender, Cinema 4D yazılımları kullanılmaktadır. Bahçeşehir Üniversitesinde ise CryEngine yazılımı bulunmaktadır. Sonuç olarak yazılım teknolojisindeki gelişmeler hem sektördeki güncel talepleri karşılayabilmek adına hem kullanıcı geribildirimlerini önemseyerek sürdürülmekte ve çözüm önerileri yazılımların yeni sürümleriyle sunularak döngü devam etmektedir.

3.4. KARMA GERÇEKLİĞİN KULLANIM ALANLARI

Resmi ya da özel çeşitli kamu kurum ve kuruluşlarında bilim insanları, akademisyenler ve araştırmacılar tarafından yapılan akademik ve kuramsal düzeyde karma gerçeklikle ilgili araştırmaların özellikle son yıllarda mühendislik, mimarlık, sanat, tasarım, reklam ve pazarlama, eğitim, arkeoloji, askeri, tıp, turizm, ticaret ve spor gibi pek çok alana yayıldığı, çalışmalara konu olduğu söylenebilir. Diğer taraftan, dijital sektörün lider geliştiricileri aracılığıyla gün geçtikçe karma gerçeklik teknoloji donanımları, yazılımları ve platformlarına ilişkin güncel bilgi, deneyim, hizmet ve ürünler tanıtılmaya, paylaşılmaya, daha ekonomik bir alım düzeyine indirgenmeye ve kullanım kolaylığı sunmaya başlamaktadır. Böylelikle dünyanın dört bir tarafından, çeşitli meslek ve yaş gruplarından insanlar, karma gerçeklik teknolojisinin sunmuş olduğu olanakları deneyimleyebilmektedirler.

3.4.1. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİNİN EĞİTİMDE KULLANIMI

Güncel, çağdaş ve geçerliği olan bilimsel bilginin üretimi ve onun geliştirilen sistemli ve planlı yöntemlerle çeşitli alanlara, disiplinlere bütünleştirilerek transfer edilmesi, amaçlanan/hedeflenen çıktıların elde edilebilmesine bağlıdır. Eğitim alanında ya da eğitimle ilgili bilimlerde de pek çok metodolojik yaklaşım, araştırma, yöntem ve teknikler, çağdaş yaklaşımlar gerçekleştirebilme, yenilenebilme ya da onlara uyum sağlayarak etkin bir şekilde kullanabilme açısından önemli görülebilmektedir. Eğitimin niteliği, kalitesi ve kazanımları bakımından farklı ya da karşıt eğitim anlayışlarının ya da yaklaşımlarının karşılaştırılması yerinde olacaktır.

Geleneksel/ezberci eğitim anlayışında öğretmenin aktardığı bilgilerin ve kültürel değerlerin öğrenciye aktarılması sürecinde öğrenci yalnızca pasif alıcı, edilgen durumundadır. Bu geleneksel öğretim yönteminde öğretmen hep merkezdedir, liderdir, etkendir, vericidir, disiplin ve otorite sahibidir. Sınıfta öğretmenden öğrenciye hep tek taraflı, sözel, işitsel ve toplu bir eğitim sürdürülmektedir. Öğrenci hayata ve onun gerçeklerine göre değil, evrensel doğrulara göre yetiştirilmekte ve biçimlendirilmektedir. Bu ilişkide öğretmen, anlatan ‘özne’ öğrenciler ise sabırla dinleyen ‘nesne’ konumundadır. Bu düzeyde bir anlatım ne kadar canlı ve hayati olursa olsun bir süre sonra cansızlaşma ve taşlaşma eğilimi gösterecektir. Öğretmen öğrencilerin varoluşsal gerçekliklerine tamamen yabancı bir şekilde öğrencileri anlatısının içerikleriyle doldurmayı hedeflemektedir (Bikiç, 2020, s.79-81). Bu eğitim modelinde öğrenci, yığmacı anlayışla öğretmen tarafından doldurulması gereken bir kap olarak görülmektedir.

Çağdaş/inşacı eğitim anlayışında ise öğretmen ve konu merkezli bir yaklaşımdan öğrenciyi temele alan bir anlayış esas alınmaktadır. Bu anlayışta öğrencinin doğuştan pek çok potansiyele sahip olduğu, eğitimin ve eğitmenin görevinin otorite ile baskılayıcı olmak yerine öğrencinin yetenek ve kabiliyetlerini önemseyip kendini gerçekleştirmesine fırsat verdiği, ona rehberlik ederek güdülediği, böylece öğrenmesini kolaylaştırdığı ve bilgiyi üreten bir sürece dâhil ettiği söylenebilir. Bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sonucunda bilgiye araştırma yöntemleri geliştirerek öğrencinin kendisinin ulaşması, onunla etkileşime girmesi ve onu özümseyerek sentezlemesi gerekmektedir.

Çağdaş eğitim yaklaşımında “öğrenci, eğitim ve öğretimin merkezinde olup, bilgi yüklenen değil, öğrenmeyi ve düşünmeyi öğrenen konumdadır. Bu yaklaşımda öğrencilerin bedensel, duyuşsal, bilişsel gelişim özellikleri, hazırbulunuşlukları ve konunun özelliği göz önüne alınarak eğitim ve öğretim faaliyetleri planlanmakta ve uygulanmaktadır. Çok yönlü iletişimin gerçekleştiği öğretim sürecinde öğrenci etken, öğretmen ise edilgen konumdadır. Öğretmen öğrencinin öğrenmesini kolaylaştırma, öğrenciye rehberlik etme, öğrenme sürecine katılımını, katkısını sağlama ve öğrenciyi sürekli güdüleme ile yükümlüdür” (Yıldırım, 2009, s.25).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte bireylerin bilgiye erişimi geçmişe göre çok daha hızlı ve kolay olmuştur. Yaklaşık 20 yıl öncesine göre internetin telefon, tablet ve bilgisayar aracılığıyla gittikçe artan kullanımı, günümüz geleneksel eğitim sürecinde değişimler meydana getirmiş, ayrıca Covid-19 salgın süreci ile çevrimiçi eğitim dönemi uluslararası düzeyde aktif olarak başlamıştır. Özellikle Y, Z ve 2013 yılından sonra doğmuş olan alfa kuşağının bilişim teknolojilerine olan ilgisi ve yatkınlığı, onların öğrenme becerilerini geliştirebilmeleri için teknoloji bazlı bir eğitim sistemine geçilmesi öngörüsünü güçlü kılmıştır.

“Teknolojik gelişime bağlı ortaya çıkan değişimleri etkileyen başka dinamikler de söz konusudur. Bu değişiklikler yalnızca yeni eğitsel dijital araçların girişiyle değil, aynı zamanda yeni neslin ilgi alanlarının, dikkat sürelerinin ve akran etkileşimlerine sahip olma kapasitelerinin evrimi nedeniyle de tetiklenir. Alfa kuşağının bugüne uyarlanmış ve geleceğe odaklanmış bir eğitim sistemine sahip olması gerekmektedir” (Pavoni Studio, 2020).

Y ve Z nesli yanında özellikle alfa neslinin hazırbulunuşluk düzeyleri ve yeni teknolojilere ilgisi, yatkınlığı; Covid-19’un neden olduğu çevrimiçi eğitimin bir katalizör görevi görmesiyle birlikte artık yeni pedagojik paradigmaların kapısı aralanmıştır. Örneğin, Microsoft, geliştirdiği HoloLens 2 teknolojisi ile birlikte 2021 yılı haziran ayında Microsoft Mesh platformunun tanıtımını yapmıştır. Microsoft Mesh platformu, coğrafi olarak farklı yerlerde olan kullanıcıların ya da ekiplerin, aynı ortamda gerçek zamanlı olarak iş birliği içinde toplantılar yapabilmesini, dolayısıyla sanal oturumlar gerçekleştirilebilmesini (sohbet, oyun, eğlence vb.), kullanıcıların birbirlerine yardımcı olabilmelerini ve öğrenebilmelerini ya da sanal sosyal içerikli buluşmalar yapılabilmesini ve bunların tamamının holografik olarak üstelik sesli deneyimlenebilmesini mümkün kılan bir teknolojidir. Kullanıcılar bu holografik sanal deneyimlerinde

kendilerinin 3 boyutlu avatarlarını ya da fotogerçekçi temsillerini ‘ışınlanma’ olarak bilinen holoportasyon sistemi aracılığıyla çeşitli amaçlar doğrultusunda yapabilmektedirler. Pabuççıyan (2021) bir karma gerçeklik platformu olan Microsoft Mesh’in pek çok cihazda (akıllı telefon, PC, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gözlükleri) holografik bir deneyim sunmayı hedeflediğini ve özellikle Coronavirüs salgınıyla birlikte pek çok insanın evden çalışması nedeniyle bu platformun uzaktan çalışmaya yeni bir boyut kazandıracağını belirtmektedir. Microsoft, bu teknoloji için yeni uygulama alanları ve oyun dünyası geliştirebilmek amacıyla çeşitli ortaklıklar yaparak çalışmalarını sürdürmektedir.

Geleneksel eğitim ve öğretim ortamlarından farklı olarak AG ve SG teknolojileri eğitim sürecine, görsel, animasyon, ses, 2B veya 3B animasyon ve video gibi çeşitli ders materyalleri sağlayabilmektedir. *“Bu tür çoklu ortam materyalleriyle birden fazla duyu organına hitap eden, etkileşimli ve iyi tasarlanmış AG ortamları, öğrencinin sürece aktif olarak katılmasını sağladığı gibi, kalıcı öğrenmenin oluşmasına da yardımcı olmaktadır”* (Küçük, Yılmaz ve Gökteş, 2014, s.394). Bu bağlamda, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri üzerinden ders materyallerinin öğrencilere sunulması, öğrenme sürecine farklı bir boyut kazandırarak görselliği ve yaratıcılığı temel alan, kavranması güç konularda bile sağladığı destekler ile teori ve pratik arasındaki boşluğu sanal ortamlar ile doldurarak öğrencilere yenilikçi bir öğrenme modeli sunabilmektedir. *“AG öğretim ortamları, öğrenilmesi zor olan sistemlerin ya da objelerin üç boyutlu görünümünü sağlayarak öğrencilerin ilgi ve dikkatini bilgi içeriğine çekmekte, konular üzerinde farklı bakış açıları kazandırmakta ve böylece daha analitik bir öğrenme oluşturmaktadır”* (Babur, 2016, s.48). Yapılan araştırmalarda öğrencilerin derse katılım konusunda çok daha istekli olduğu ortaya konulmaktadır. Vlasova (2020) SG ve AG teknolojilerinin kullanıldığı sınıflarda artan bir ilginin olduğunu ve araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin %97’sinin SG teknolojisi olan bir sınıfa/kursa katılma isteği gösterdiklerini belirtmektedir. Ayrıca, eğitim sektörünün, karma gerçeklik de dâhil olmak üzere tüm bu teknolojilere yatırım yapacak olan sektörlerin başında geleceğini, yapılan çalışmalara göre 2025 yılına kadar bu teknolojilerin eğitimde 700 milyon dolarlık bir endüstri olacağının tahmin edildiğini belirtmektedir.

Eğitim ortamlarına hızla dâhil edilmeye başlanan bu dijital gerçeklik teknolojileri ile eğitimde verimliliğin artırılması hedeflenmektedir.

“Bu doğrultuda yapılan araştırmaların sonuçları incelendiğinde ise olumlu sonuçlar elde edildiği gör÷lmektedir. İleride yapılacak olan artırılmış gerçeklik konusundaki bilimsel çalışmaların özellikle eğitim alanında yapılması ve katılımcıların artırılmış gerçeklik teknolojilerini aktif olarak kullanması ile bu teknolojilerinin ÷lkemizde ve eğitim sistemimizde hızla yaygınlaşması sağlanabilir” (Korucu, Usta ve Yavuzaslan, 2016, s.89).

T÷m dünyada etkisini gösteren Covid-19 salgın sürecinin başlaması, gündelik yaşantı yanında pek çok alanda kökl÷ değişimler yaratırken çalışma ve eğitim hayatında da farklılaşmameydana gelmiştir. Bu değişimlerden birisi de geleneksel eğitim sürecinden çok farklı işleyen uzaktan (çevrimiçi/online) eğitim sürecinin başlaması olmuştur. Yeni başlayan bu süreçte öğrenci ve öğretmenler yüz yüze eğitimden aniden çevrimiçi eğitime geçiş yaparak yeni bir bilişim ağıyla tanışmış ve onu deneyimlemişlerdir.

“Küreselleşmenin neden olduğu sanallaştırmaya dayalı Covid-19 pandemisi ve ardından hibrit sistemlere geçiş hem mesleki hem de eğitimsel ihtiyaçlar için daha dinamik, sürdür÷lebilir, dijital ve sanal olan yeni yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu süreçler bilginin teşvik edilmesini, iletişim davranışlarını, gelenekleri ve düşünme biçimlerini değişirmiştir” (Fonseca vd., 2021, s.5-6).

Yeni nesil öğrenme ortamları ve dijital gerçeklikler hem öğretmen hem de öğrenci için bilgi, eğitim, inceleme, araştırma, tasarlama ve eğlenme gibi pek çok içerik oluşumunda ve paylaşımında devrim yaratma potansiyeline sahip olabilmektedir. Microsoft şirketi tarafından geliştirilen, ergonomik olduğu için sür÷kleyici bir karma gerçeklik deneyimi sunan HoloLens gibi cihazlar, holografik gerçeklikte bir öğretme ve öğrenme seçeneği sunabilmektedir. Öğrenciler, bu cihazla kalpteki aort kapağının gerçekte nasıl çalıştığını, kas ve iskelet sisteminin nasıl olduğunu ya da bedenimizi saran damarları sanal olarak görebilir, yakında ya da uzakta olan uzmanlarla gerçek zamanlı ve interaktif iletişimde, etkileşimde olabilirler (bk. şekil 30).



Şekil 30: Hololens 2 başlığı ile sanal ortamda kalp kesitinin görüntülenmesi.

Kaynak: er.educause.edu/articles/2018/7/mixed-reality-a-revolutionary-breakthrough-in-teaching-and-learning

Öğrenciler coğrafya dersindeki herhangi bir konuyu geleneksel öğretim yöntemlerinde olduğu gibi sadece kitaptan fotoğrafını görerek, projeksiyonla yansıtılmış görüntüsünü ya da videosunu izleyerek değil, aynı zamanda içinde varmış, sanki oradaymış gibi o anı ve mekânı yaşayarak da bu teknoloji ile öğrenebilirler. Öğrenciler, bu teknoloji ile gerçekten orada olduklarına inanabilmekte, immersive olma durumunu yaşayabilmekte ve bu deneyime bilişsel ve duygusal bir tepki vererek daha bütünsel bir öğrenme içinde bulunabilmektedirler. Dijital gerçeklik teknolojileri konuların, mekânların ve nesnelerin üç boyutlu olarak görselleştirilmesi ile sürecin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabilir ve kullanıcının öyle bir görsel alandaymış gibi olmasını sağlayabilir.

“Karma gerçeklikte izleyiciler yalnızca bir video yönetmeninin insanların görmesini istediği şeyi gözlemlemekle sınırlı değildir. Bunun yerine bakışlarını, 360 derecelik bir alanda ve her yöne yönlendirebilirler. Roma sokaklarında yürüyebilir, içinden kan akarken atan bir kalbi görebilir, bina tasarımını tamamlamadan önce onun içinde olabilir ve daha fazlasını yapabilirler. Geçmişte, bir ders kitabı okuyarak Roma Kolokyumu gibi tarihi ortamlar hakkında bilgi edinildi. Günümüzde öğrenciler AR/VR/MR ile videoları izleyebilir, resimleri görebilir, deneyimlerini paylaşabilir ve ayrıca mekân içinde gezinebilir ya da sıcak hava balonuyla Kolokyum üzerinde uçabilir ve alanın coğrafyası hakkında fikir edinebilirler. Birden fazla öğrenci, çeşitli bakış noktalarından görerek ve etkileşimde bulunarak holografik bir

proje üzerinde iş birliği içinde çalışabilir”. (...) “Microsoft HoloLens, bu keşfin sosyal düzeyde gerçekleşmesini sağlar. Öğrenciler HoloLens taktıklarında dünyadan veya çevrelerindeki insanlardan soyutlanmadan, tıpkı geleneksel bir laboratuvar ortamında yaşadıkları gibi, dijital bir anatomi modeliyle aynı anda bir grup olarak etkileşime girerek birbirlerini görebilir, duyabilir ve ‘gerçek’ ortamları görebilirler” (Workman, 2018).

Günümüz sağlık bilimleri eğitiminde (tıp, diş hekimliği, eczacılık, hemşirelik, veterinerlik vb.) karma gerçeklik teknolojilerine sahip olan birimler, onu öğrenciler yararına etkin olarak kullanabilmektedirler. Bu birimlerde öğrenciler insan ve hayvan bedenleri dışında, organlar, iskelet yapıları, kas ve sinir sistemleri gibi pek çok konuda hem teorik hem de pratik bir eğitim almak durumundadırlar.

“Tıp fakültesindeki öğrenciler her zaman insan vücudunun nasıl çalıştığını öğrenirler. Ancak materyali daha iyi anlamak için daha fazla etkileşimli bir deneyim edinmeleri gerekmektedir. Karma gerçeklik, teknolojisi, canlı dokuyu simüle ederken, vücutta dinamik bir yolculuk yapmalarına izin vermektedir. Bu, belirli organlar, kaslar ve sinir sistemleri hakkında benzersiz bir iç görüşü düzeyi sunarken, hata yapma konusunda endişelenmelerine gerek olmayan stressiz bir öğrenme ortamı da sağlamaktadır. Karma gerçeklik hem bireysel hem de grup deneyimine de izin vermektedir”. (...) “Öğrenciler her şeyi canlı renkler ve dokular olarak görme fırsatı bulabildiği için bu durumun kadavra kullanmaktan çok daha iyi olduğu açıktır. Karma gerçeklikte eğitim içeriği hareketsiz görüntülerle sınırlı değildir. Organların nasıl çalıştığını ya da kanın vücutta nasıl aktığını anlamak için onların bunu hayal etmeleri gerekmemektedir. Bu süreç onların eğitimlerini önemli ölçüde geliştirmektedir. Çünkü öğrenciler gerçek hastalarla yüzleştiklerinde kadavra, insan dokusunu, kaslarını ve organlarını tam olarak gerçekte oldukları gibi tasvir edemeyebilir. Karma gerçeklik teknolojisi, mümkün olduğunca gerçeğe yakın bir deneyime yaklaşmak için eğitim sürecini bir adım öteye taşımaya olanak vermektedir” (Watson, 2021a).

“Londra Kolej Üniversitesi’nde (University College London: UCL) tıp uzmanları ve öğrenciler, insan vücudunu inceleme ve hastaları tedavi etme sürecini hiç olmadığı kadar kolay ve doğru hale getirmek için HoloLens’i kullanmaktadır. 2B bilgisayarlı tomografi taramaları doktorlar ve cerrahlar için gerçek bir 3B yaşam formu bağlamında yorumlamaları zor olabilirken, HoloLens kemiklerin, organların, kan damarlarının, kasların ve hatta tüm insan vücudunun etkileşimli 3B modelini oluşturmalarına olanak

tanımlanmaktadır. Bu da onların tam bileşimlerini kavrayabilecekleri, ilgi alanlarına odaklanabilecekleri, sorunları doğru teşhis edebilecekleri ve cerrahi prosedürleri hassas bir şekilde planlayabilecekleri anlamına gelir” (Workman, 2018)

“Case Western Reserve Üniversitesi ve Cleveland Klinik Sağlık Eğitimi 2016 yılında tıp eğitiminde yeni bir atılım için Microsoft HoloLens mağazasındaki ilk üçüncü taraf uygulaması olan HoloAnatomy’yi piyasaya sürmüştür”. (...) “HoloAnatomy, fizyolojik ve biyokimyasal süreçler de dâhil olmak üzere canlı dokuların simülasyonları için bir fırsat sunmaktadır. Bu dijital model, öğrencilere belirli organları veya sistemleri çıkarmalarını, vücudu çeşitli açılardan görmelerini ve hata yapma korkusu olmadan keşif yapabilmelerini sağlayacak bir modeldir. IC İdari Direktörü Erin Henninger, programların yüzyıllarca süren diseksiyon ve 2B çizimlerden gerçek insan ölçeğinde 3B düzeyinde bir görünüme geçmek için tasarlandığını belirtmektedir. Bu görselleştirme tekniği sayesinde, çeşitli analizler görüntülenerek rahatsızlıkların anlaşılmasına olanaklı kılmıştır. İnsan bedeni iç organlarını ve sistemlerini üç boyutlu olarak görüntülemenin, gerçekte onların nasıl göründüklerinin anlaşılmasına yardımcı olmuş, karma gerçeklik (SG/AG/KG) teknolojileri ile çeşitli senaryoların anlaşılmasını kolaylaştırmak için sanal bir görsel ortamda olunmasını sağlamıştır” (Workman, 2018).

Tıp eğitiminde önemli bir yeri olan kadavrayı hem tedarik etmek hem de kullanımını sürdürülebilir kılmak zorlu olabilmektedir. “Tıbbi araştırma için kadavra sıkıntısı nedeniyle, tıp eğitiminde sanal kadavra kullanmak büyük kolaylık ve avantaj sağlamaktadır. Tıp eğitiminde, bilgisayardaki bir insan vücudunun gerçekçi bir taklidinin kullanılmasıyla sürdürülen eğitimin daha yararlı olacağı görülmektedir. Bunun yanı sıra tıp eğitimi sürecinde kadavra bulma problemi söz konusudur. Ayrıca kadavra eğitimi pek çok açıdan gerçekçi olmaması nedeniyle birçok dezavantaja sahiptir”. (...) “Bunun yanı sıra kadavralarda yapılan hiçbir işlem tersine çevrilemez. Sanal gerçeklik ile eğitimde ise bir damar kesilince neler yaşanabileceğini görmek ve işlemi geri almak ve yeniden yeni bir strateji ile sürdürmek mümkündür”. (...) “Doktorlara ve tıp öğrencilerine belirli ameliyatlar, prosedürler ve diseksiyonların nasıl yapıldığı öğretilir. Çalışmalar, doktorların ilk birkaç düzine cerrahi prosedürü sırasında hata yapma olasılığının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu nedenle özellikle karmaşık cerrahi prosedürlerin prova edilmesi karma gerçeklik ile mümkündür. Cerrahi prosedürlerin hızını ve doğruluğunu artırır. Hasta travmasını ve riskini azaltır. Cerrahi işlemler sırasında cerrahlara yardımcı olur. Bu simülasyonların ve anatominin rahatlıkla anlaşılması

dışında hastaların tam olarak vücutlarında olanı görmeleri güvenilirliği artırır. Sağlık alanı için yeni bir çağ başlatan bu teknolojinin gelecekte hemen her hastanede ihtiyaç olarak görüleceği öngörülmektedir” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s. 15-16).

Öğrencilerin tasarım, sanat, tıp, fen bilimleri, tarih, sosyal bilgiler ve coğrafya gibi daha pek çok dersle ilgili üç boyutlu hologramlarla yaşayabilecekleri ve başka türlü sahip olamayacakları deneyimleri unutamayacakları aşîkârdır. Bu tür deneyimler hem yeni öğretim yöntemlerini ve yeni öğrenme alanlarını gerektirebilir hem de öğrencilerin taleplerini ve beklentilerini artırabilir.

Karma gerçeklikle ilgili birtakım incelemeler yapıldığında eğitim pedagojisi alanında sürecin gittikçe ortaöğretim ve üniversite kurumlarına yöneldiği görülebilecektir. Mobil, küçük ölçekli ve ağ bağlantılı dijital gerçeklik cihazların, herhangi bir zamanda ve yerde canlı çevrimiçi deneyimler sağlamak için eğitim kurumlarıyla bütünleştirilebilmesi durumunda çeşitli avantajlar sağlayabilecektir. Eğitimciler, sınıfta farklı öğrenme becerilerine sahip olan öğrenciler için derste fırsat eşitliği sağlayabilecek çeşitli durumlara gereksinim duyabilmektedirler.

“Ortalama olarak, normal bir öğrenci duyduklarının %30'unu ve gördüklerinin %20'sini hatırlayabilir. Öğretmenlerin yalnızca görsel ve işitsel materyalleri kullandığı geleneksel sınıflarda, öğrenciler çoğu zaman karmaşık kavram, teori ve konular söz konusu olduğunda resimlerden ve açıklamalardan ancak düşük bir oranda anlayabilirler. Oysa SG ve AG ile onlar öğrendikleri konularla ilgili farklı gerçekler ve bakış açılarını kolayca keşfedebilirler. İki boyutlu bir resmi sadece görmek yerine, o materyali deneyimleyerek öğrenirler. Öğrencilerin, deneyim yoluyla öğrenilmesi durumunda konunun %90'ını hatırladıklarını doğrulamaktadır. Bu oran, SG ve AG'nin öğrenme sürecini iyileştirdiğini daha da doğrulamaktadır” (Vlasova, 2020).

Öğrencilerin bu teknolojik gerçekliklerle yalnızca teorik olana değil aynı zamanda pratik olana odaklanmaları, onların yüksek bir ilgi, merak ve motivasyonla öğrenmeye ilişkin etkileşimli bir süreci deneyimlemelerini sağlayabilir. Karma gerçeklik, öğrencilere öğretilen kavramları gerçekten görebilecekleri, görselleştirebilecekleri ve deneyimleyebilecekleri daha sürükleyici ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunabilir.

Çalışılan konuya yoğunlaşmakta ve öğrenme sürecine odaklanmakta güçlük çeken öğrencilerin sayısı gün geçtikçe daha da artmaktadır.

“Üniversite öğrencilerinin ruh sağlığı istatistikleri; onların derslerde odaklanmada zorluk yaşadıklarını, depresyon ve kaygı gibi diğer sağlık sorunlarıyla da karşı karşıya kaldıklarını göstermektedir” (Admissionsly, 2020). “Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi, K-12 okullarında ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu) tanılarının artmaya devam ettiğini ve şu anda teşhis edilen 5,7 milyondan fazla çocukolduğunu bildirmiştir” (Centers for Disease Control and Prevention, n.d.).

O nedenle öğrenme sürecinde bu tür sağlık sorunları yaşayan bireylerin, dikkatini ve ilgisini çekebilmenin etkili yollarından birisinin dijital gerçeklik teknolojilerini kullanmak olduğu söylenebilir ki bunu araştırmalar da doğrulamaktadır.

“Eğitimcilerin %90'ını, SG teknolojisinin öğrenciler için farklılaştırılmış ve kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri sağlamanın oldukça etkili bir yolu olduğu konusunda hemfikirlerdir. Öğretmenlerin karşılaştığı ana zorluklardan biri öğrencilerin dikkatini çekmek ve sürdürmektir. SG ve AG teknolojileri, yalnızca öğretmenlerin, çocukların dikkatini çekmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda onların daha heyecan verici, üretken bir şekilde öğretmelerini sağlar”. (...) “Dersler sırasında karma gerçeklik teknolojileri, öğrencilerin kelimenin tam anlamıyla gözlerinin önündeki şeye konsantre olmalarına ve onunla etkileşime girmeye başlamalarına yardımcı olur. Bu teknolojiler, dersleri, kitapları ve alıştırmaları daha sürükleyici, etkileşimli, pekiştirici ve ilgi çekici hale getirerek öğrencilerin odak ve dikkatini çekmek için uygun bir çözüm haline gelmektedir” (Vlasova, 2020).

Jeoloji, biyoloji, astronomi, coğrafya vb. gibi öğrencilerin zorlandığı bilim konuları, AG ve SG'nin yoğun olarak uygulandığı alanlardan bazılarıdır. Karma gerçeklik, gerçeklik ve sanallık algısını sürekli hale getirmektedir. Bu teknoloji, sanal ortamda bireyin fizyolojik ve psikolojik unsurları birlikte hissetmesini sağlamaktadır. Birbirine bütünleştirilen bu iki öge, deneyimlerle etkileşimleri artırarak pek çok farklı sektörde kullanım alanına sahip olmaktadır.

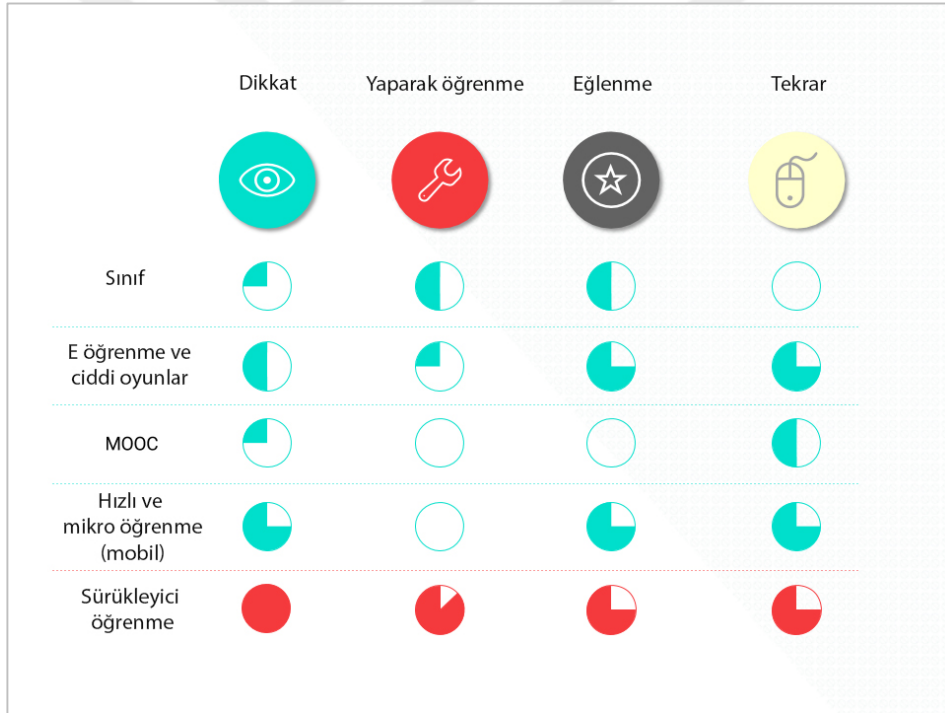
Örneğin, “antik kente girdiğinizde kentin sokaklarında insanların dolaştığını, sohbet ettiğini gördüğünüzde, bir evde pişen yemek kokuları burunuza geldiğinde, evin kapısını açıp kapatabildiğinizde ve kent yerleşim yeri olarak kullanıldığı zaman ki gibiyse artık bir karma gerçeklik ortamındasınızdır. Karma gerçeklik sayesinde maddi gerçeklik içinde tarihi bir bilgi görünür hale gelmektedir. Böylece geçmiş yaşamın deneyimleri yalnızca kelimelere ve fotoğraflara indirgenmemiş olacaktır” (Vizyoner genç, 2019).

AG tabanlı bir coğrafya dersinde, coğrafi oluşumların nasıl oluştuğunu, ekosistemin birbiriyle nasıl bağlantılı olduğunu bu coğrafi bölgenin etrafında yürüyerek gözlemleme imkânı sunarken aynı zamanda bir tarih dersinde anlatılan antik uygarlıklara ait obje ve şehir kalıntılarını üç boyutlu bir şekilde öğrencilere iletebilmektedir. “AG ortamları, öğrencilere gerçek dünyada yapılması zor olan deneyleri, anlatılması anlaşılması güç ve maliyetli olan konuları öğretmeye yardımcı olmaktadır. Astronomi, coğrafya, fizik, kimya vb. konuların sunulmasında gerçekçi bir benzetim ortamı sunmaktadır” (Shelton, vd., 2002, s.8). Bu bağlamda AG ve SG teknolojilerinin, öğrencilere nesneleri özgürce incelemelerine olanak sağlayarak, onlara hayal güçlerini etkin bir şekilde kullanabilecekleri ve yeni fikirler üretebilecekleri bir ortam sunmaktadır.

Karma gerçeklik aracılığıyla öğrenciler yalnızca somut nesnelerle değil, aynı zamanda bilimsel veriler, formüller ve diğer soyut kavramlarla da etkileşime girerek onların sözlü olarak açıklanması durumunda yaşanılacak zorlukları aşabilir ve onlar hakkında daha fazla şey öğrenmeleri sağlanabilir. İlk ve ortaöğretim ile lisans eğitiminde kontenjanlarının artmaya devam etmesi gerçeğinden hareketle öğretmenler, yalnızca öğrenme sürecini kolaylaştırmakla kalmayıp aynı zamanda olanaklar ölçüsünde bu sürecin öğretim materyalleriyle modernize edilebilmesine, farklı ilgi alanlarına ve öğrenme yöntemlerine sahip öğrencilerin dersten eşit derecede yararlanabilmelerine yönelik araçlara ilişkin de gün geçtikçe gereksinim duyabilmektedir. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik gibi dijital gerçeklik teknolojilerini sınıflarda, laboratuvarlarda derslerde uygulayabilmek, eğitimcilerin eğitim hedeflerine ve ders kazanımlarına ulaşabilmelerinde daha etkili, verimli ve nitelikli sonuçlar açığa çıkartabilmektedir. Bu vesile ile birçok eğitimci, öğretim sürecinde SG, AG ve KG teknolojileri için parlak bir gelecek öngörebilmektedir. Çünkü bu teknolojiler günümüzde ‘sürükleyici öğrenme yöntemleri’ kapsamında ele alınmaya başlanmıştır. “Sürükleyici öğrenme, öğrencilerin senaryoları ve

simülasyonları deneyimlemesi için artırılmış, simüle edilmiş veya tamamen yapay ortamlardan yararlanmaktadır” (Roundtable Learning, 2019). Geleneksel sınıf temelli öğrenme yöntemlerinin, büyük ölçüde işitsel ve yazılı öğrenme tabanlı olması öğrenme sürecini sınırlandırırken, sürükleyici öğrenme yöntemleri sayesinde ilgi çekici ve etkileşimli içerikler sağlayarak daha fazla öğrenciye erişilebilmektedir (bk. Şekil 31).

“Sürükleyici öğrenme (immersive learning), sanal ve artırılmış gerçeklik kullanılarak öğrenmenin sürükleyici hale getirildiği bir tekniktir. Bu tür teknolojilerin kullanılması öğrenme deneyimini daha çekici hale getirerek zihne güçlü mesajlar göndermeye imkân tanır. (...) Teknolojiyle birleştirilen müfredatın içeriği de öğrenmenin sürükleyiciliği açısından önemlidir. Hatalı bir müfredatın sanallaştırılması bir anlam ifade etmeyecektir” (EduBook, 2022).



Şekil 31: Öğrenme yöntemlerinin karşılaştırılması.

Kaynak: <https://www.amazon.com.tr/HTC-VIVE-Virtual-Reality-System/dp/B00VF5NT4I>

Eğitim ve öğrenme süreçleri gelişen dijital teknoloji ile hızlı bir bütünleşme gerçekleştirirken, geleneksel öğrenme yöntemleri giderek daha geride, geçmişte kalmaktadır. Eğitimcilerin öğrenmeyi kolaylaştırıcı, katılımcı ve kapsamlı bir ortam yaratabilmesi öğrenciyi pasif

izleyici olmaktan çıkartıp daha aktif katılımcı yaparak onun gelişimi için son derece yararlı olabilen bilgi ve becerilerini geliştirebilmekte, zenginleştirebilmektedir. Bu beceri ve yöntemlerin kalıcı öğrenmeye dönüşebilmesi için sanal ortamların ve içeriklerin gerçek yaşama göre ama dijital olarak oluşturulması önemli olabilmektedir. Sürükleyici öğrenmeye katkı sağlayan her türlü teknoloji, öğrenme kapsamında benzersiz yararlar sağlayabilmektedir. Bu teknolojiler şöyle sıralanabilir: “*Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik ve 360° video*” (Future Visual, 2022). Bu araştırma kapsamında SG, AG ve KG’ye ilişkin bilgi verildiği için yalnızca 360° videodan kısaca şöyle bahsedilebilir: Bu teknoloji sayesinde öğrenci ya da öğrenci gruplarının başka türlü ziyaret edilmesi zor, pahalı veya tehlikeli olabildiği yerleri görebilmeleri ve deneyimleri sağlanabilmektedir. Bir bilgisayar ya da telefon ve tablet gibi mobil cihazlar ve sanal ortam gözlüğü (HMD) aracılığıyla video izlenebilmektedir. 360° videolarda:

“Bir içeriğe bir sanal gerçeklik başlığı ile erişilmiş ve bir ortama tamamen dalınmış olmasına rağmen, öğrenci film yapımcısının bakış açısına bağlıdır. Bu, öğrencinin etraflarındaki dünyayı görmek için başlarını hareket ettirebileceği, ancak bağımsız olarak dolaşamadığı veya çevresiyle etkileşime giremediği için etkileşimin kaybolduğu anlamına gelir. Öğrencileri sınıftan ayrılmadan uzak yerlere götürerek sanal alan gezilerini tanıtmanın harika bir yoludur” (Future Visual, 2022).

Eğitim anlayışlarını, yöntemlerini, tekniklerini ve teknolojilerini belirleyici kılan; o çağda çeşitli disiplinlerde ortaya çıkan temel değerlerin (teknolojik, sosyolojik, ekonomik, kültürel) diğerleri üzerinde belirleyici bir güce sahip olabilmesiyle ilgilidir. Felsefi düşünce ve bilimsel anlayışlar, eğitim modellerinin geliştirilmesine referans olabilmekte, eğitim anlayışını biçimlendirebilmekte, belirleyebilmektedir. Sınırlı teknoloji öğrenme ve öğretme sürecinde derse katılımı, motivasyonu, öğrenciye erişebilmeyi ve kalıcı öğrenmeyi çoğunlukla etkileyebilmektedir. Artık teknolojinin eğitim ve öğretimi desteklediği tamamen yeni bir oluşum sağladığı çağ içinde yaşıyoruz. Yeni dijital teknolojiler, on yıllarca devam eden geleneksel/ezberci eğitim anlayışını değiştirebilme potansiyeli ile çağdaş/inşacı eğitim anlayışı ve kapsamı yanında sürükleyici öğrenme yöntemini bu alanın hizmetine sunarak eğitimde yeni fırsatlar yaratabilecek duruma gelmiştir. Günümüzde yeni nesil öğrenme ortamları olarak adından söz ettiren sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik ve genişletilmiş gerçeklik teknolojileri çağdaş eğitim anlayışında yerini ve önemini gittikçe artırmaya başlamıştır.

3.4.2. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİNİN FARKLI ALANLARDA KULLANIMI

Sanal, artırılmış ve karma gerçeklik gibidijital gerçeklikler eğitimdeki kullanımının yanı sıra, oyun ve eğlence, askeri, otomotiv, reklam ve pazarlama, turizm, tarih, arkeoloji, lojistik, mimarlık, mühendislik, inşaat, dekorasyon, emlak sektörü, müzeler, sağlık, sanat ve tasarım alanlarında, çeşitli mekanik cihaz ve sistemlerin kurulum ve onarımında ulusal ya da küresel ölçekli markalar, kurum ve kuruluşlar tarafından da kullanılmaktadır (bk. Tablo 5). *“Hızlı bir ivme ile gelişmeye ve ilerlemeye devam eden karma gerçeklik gibi görüntüleme teknolojileri birçok konuda zaman, mekân ve kişilerden bağımsız olarak ilgili süreçlerin işletilebilmesini veya uzaktan da verimli bir şekilde yürütülebilmesini temel almaktadır” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.17).*

Tablo 5: Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Alanları.

Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Alanları	
1) Eğitim	10) Sağlık
2) Oyun	11) Sanat ve Tasarım
3) Eğlence	12) Lojistik
4) Askeri Eğitim	13) Mimarlık
5) Otomotiv	14) Mühendislik
6) Reklam ve Pazarlama	15) İnşaat
7) Turizm	16) Emlak
8) Tarih	17) Müzecilik
9) Arkeoloji	18) Mekanik sistemlerin montaj, bakım ve onarımı

IKEA, en son teknolojileri benimseyen bir mobilya firması olarak, müşterilerin memnuniyetini ve mobilya satışını artırmak için yeni bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde müşterilere ücretsiz olarak IKEA Place AR Katalog uygulaması sunulmuştur. Bu katalogu kullanarak müşteriler mobilya seçip, telefon veya tableti doğrultarak seçtikleri mobilyayı konulacak

olan yere koyabilmektedir. Katalogdaki mobilyalar 3 boyutlu ve tam boy olarak görülebilmekte, cihazda gerekli ayarlamalar yapılarak döndürülebilmekte ve mobilyaların etrafında dolaşılabilir. Bunu yaparken ortamın aydınlatma koşulları da dikkate alınmaktadır. “Bir araştırmaya göre, bu AG uygulamasını kullanarak IKEA, 2012 yılında %27,6 olan satışlarını 2016 yılında %35,1'e çıkarmayı başarmıştır” (Digital Aptech Private Limited (2022).

Karma gerçekliğin eğitim, sağlık ve güvenlik gibi alanlarda uygulanması, insanlar ve toplumlar için yaşam kalitesini doğrudan iyileştirme potansiyeline sahip olduğu için birçok özel sektör kuruluşu da KG'ye yönelerek onu bir iş avantajına dönüştürmekte olduğundan kendisine yapılan yatırımlar artmaktadır. “Şu anda, Fortune 500'deki 50'den fazla şirket, operasyonlarına gerçeklik teknolojisi yerleştirmiştir. Karma Gerçeklik, dünyanın en büyük markalarından bazılarının büyümesinde çok önemli bir araç olabilmektedir, özellikle de Amerika genelinde 2025 yılına kadar 14,4 milyon çalışanın akıllı gözlük kullanması beklenmektedir” (XRToday, 2020). Teknolojisi ile gerçeklik ve sanallık arasında iken duyular aracılığıyla dünyayı algılama, düşünme biçimleri ve sorunlara çözüm üretme yöntemlerini değiştirerek sürükleyici deneyimler oluşturan dijital gerçeklikler hızla büyüyerek milyarlarca dolarlık bir sektöre dönüşmeye başlamıştır. Gelirler, çalışan sayısı ve sektörlerin durumu, eğilimler ve tahminler hakkında en son bilgiler dâhil olmak üzere pazarlar ve sektörler hakkında kapsamlı veriler ile-

“yakın tarihli bir Statista raporunda uzmanlar, karma gerçeklik pazarının 2017'de 47 milyon dolardan 2025'e kadar 3,7 milyar dolara çıkacağını ve eğitimin bu büyümenin büyük bir yüzdesini oluşturacağını tahmin etmektedir”(XRToday, 2020). “Küresel çapta AG ve KG pazarının, 2026 yılına kadar yaklaşık 103,9 milyar dolarlık bir değere ulaşacağı ve endüstrinin yazılım kategorisinde 2026 yılına kadar 32 milyar dolar değerinde olacağı tahmin edilmektedir. Sanal içeriği gerçek dünyaya getiren artırılmış deneyimlere yatırım artıyor. Karma Gerçekliğin "artırılmış" deneyimleri daha erişilebilir hale geldiğinden SG'den çok daha hızlı gelişebilmektedir. Şu anda Microsoft gibi şirketler KG teknolojisinin daha hızlı gelişmesinin önünü açacak “Mesh” platformu gibi kavramları tanıtmaktadır” (XRToday, 2021).

“Mühendislik alanında da karma gerçeklik teknolojisi etkin olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Cambridge Üniversitesi İnşaat Bilgi Teknolojisi (Construction Information Technology: CIT) Laboratuvarı'ndaki mühendisler, inşaat müfettişlerinin köprülerdeki potansiyel tehlikeli çatlakları fiziksel

olarak ziyaret etmek zorunda kalmadan tespit etmeleri için HoloLens'i kullanmaktadırlar. Güvenlik müfettişlerinden oluşan bir ekibi binlerce kilometre uzakta bulunan köprüye yollamak yerine, o bölgede çalışanlar önce DSLR (Digital Single Lens Reflex) kameralar kullanarak yapının fotoğraflarını çekip daha sonra bulut hizmetine yüklemektedir. Güvenlik ekibi daha sonra birleştirilmiş görüntüleri tek bir 3B model olarak görüntüleyebilmek için HoloLens'i kullanıyorlar. Bu, nerede olurlarsa olsunlar, köprüyü yakınlaştırıp uzaklaştırmalarına, görüntüyü döndürmelerine ve çevresinde 'yürümelerine' olanak sağlar. Tasarruf sağlanan maliyetler, sorunları daha hızlı belirleme ve çözme yeteneği bakımından karma gerçeklik HoloLens ile çeşitli yararlar sağlamaktadır" (Foundry4 is becoming TPXimpact, 2017).

Sanat alanında da karma gerçeklik teknolojisi etkin olarak kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemlerle kâğıt ya da tuval üzerine resim, çizim yapan sanatçılar bu süreçte uygulamalar gerçekleştirirken iki boyutlu alanla sınırlıdır. Karma gerçeklik ile bu durum yeni ve yaratıcı bir boyuta taşınmıştır. Google şirketi 2016 yılında sanal ortamda 3B dijital resim ve çizimler yapılabilmesini mümkün kılan ve yeni nesil fırça olarak adlandırılan Tilt Brush uygulamasını tanıtmıştır (bk. Şekil 32).



Şekil 32: Google Tilt Brush ile sanal ortamda dijital resim yapılması.

Kaynak: <https://teknoseyir.com/wp-content/uploads/2016/06/a43683d33b40f41-5>

Tilt Brush sanal gerçeklik gözlüğü (HTC Vive, Ocvulus Rift, Oculus Quest, Valve Index ve Playstation VR) kullanılarak deneyimlenebilmektedir. Google, Tilt Brush, sayesinde sanal gerçeklik ortamında 3B olarak boyama yapılabileceğini, odanızın sizin tuvaliniz, paletinizin ise sizin hayal gücünüz olacağını, imkânların ise sonsuz olduğunu vurgulamaktadır. Böylelikle kullanıcı, içinde bulunduğu odanın boşluğunu bir tuvale dönüştürerek onun içinde hareket edebileceği bir ortama çevirebilmektedir. Dijital bir palet ve fırçadan çok daha fazlası olan, kullanıcılarına yaptığı dijital 3B sanal resimlerin büyülterek içine girme ve (3B bir seramik ya da heykel çalışması gibi) çevresinde dolaşma, küçülterek dışına çıkma ve çeşitli görsel efektlerin dâhil edilebildiği olağanüstü deneyimler yaşatan

“Google’ın ‘yaratıcılıkta sınırsız olasılıklar’ mottosuyla tanıttığı Tilt Brush’ın moda ve tekstil sektöründeki kreatif süreçlerine etkisi, sunduğu bu sınırsız özgürlük alanıyla yakından ilişkilidir. Bu cihaz sayesinde tasarımcılar, kot, deri ve ipek gibi dokularla üç boyutlu çizimler yapabilecek ve tasarım eskizlerini mümkün olan tüm açılardan görüntüleyebileceklerdir” (Çağlayan, 2016). “Bu, motivasyonun, dikkatin ve aynı zamanda uzamsal hayal gücü ve algının beslendiği anlamına gelir. İlkokul ve ortaokul öğrencilerinin çizimlerini hayata geçirmek için kullanılabilir ve sürece yeni bir eğlence düzeyi katar. Lise ve üniversitelerde uygulama seviyesi yükseldikçe, öğrencilerin dijital resimlerin belirli yönleri hakkında daha iyi eğitim alabilmeleri mümkün olabilir” (Watson, 2021b).

Bir sanat galerisinde sergilenmeye devam eden ya da sergilenmiş olan çalışmaların depolanması için yeterli düzeyde fiziki bir alana gereksinim duyulabilmektedir. Ayrıca sergi etkinliği için sanatçı/tasarımcının eserlerini fiziki olarak galeriye ulaştırması (nakliye ve galeriye taşınma sürecinde eserin hasar alma riski) ve asılarak sergilemeye hazır hale getirilmesi, aydınlatma sistemlerinin yerleştirilmesi, serginin duyurusu için afiş tasarımı ve ziyaretçilerin davet edilmesi için davetiye tasarımı yapılması dijital basımı ve dağıtımı, kokteyl giderleri vb. durumlarla ayrı ayrı ilgilenilmesi gerekebilmektedir. Oysa sergi sanal ortama taşındığında yukarıda sıralanan dezavantajlı (bütçe, güvenlik, nakliye ve zaman gibi) durumlar sorun olmaktan çıkabilir. Sergi küratörünün nadir bulunan sanat eserlerini ya da ünlü sanatçıların, tasarımcıların eserlerini elde etmek için çok uğraşmasına da gerek kalmayabilir. Sanat eseri dijital platformda belgelenirse, galeri, eser görüntüsünü elde edebilir ve fiziksel ürün endişesi olmadan dijital olarak sergileyebilir. İzleyici sanal âlemde zaman sınırlaması olmaksızın eserleri yakınlıştırıp

uzaklaştırarak, çevresinde dolaşarak, ona dokunarak ve pikselleşme olmaksızın net olarak izleyebilir eser ve yapımcısı hakkında bilgi alabilir.

“Kullanıcı deneyimi neredeyse tamamen dijital olduğunda, küratörün artık aydınlatma kalitesi veya sergi ortamı ile ilgilenmesi gerekmiyor. İzleyici artık en yakın sanal galeriyi ziyaret edip neredeyse gerçek gösterimi deneyimleyebildiğinde ünlü sanat eserlerini görebiliyor. Bu erişilebilirlik düzeyi, tamamen dijital olan sanat eserlerini düşünüldüğünde doğal olarak artacaktır. Böylelikle sanat eserinin, tasarımın yalnızca dijital bir kopya halinde küratöre gönderilmesi yetmekte ve dünya çapında bir galeride anında sergilenmeye hazır hale gelebilmektedir” (Tang, 2018).

Meta CEO’su Mark Zuckerberg, 2021 yılında Facebook’un gelecek 10 yılda geliştireceği sanal evren Metaverse’in tanıtımını, ‘bir sonraki dijital ortamda izlemekle kalmayıp, deneyimin içinde bulunduğu daha sürükleyici ve somutlaştırılmış internet’ olarak yapmıştır. Bireysel ya da grup olarak, resmi ya da özel kurum ve kuruluşlar tarafından Metaverse evreninde HMD başlıklarla karma gerçeklik ortamlarında olduğu gibi sanal sergiler açılabilir.

Örneğin, 2021 yılı aralık ayında Metaverse’de “New York şehrinin Washington Square Park’ından esinlenerek tasarlanan sanal gerçeklik kozmopolit parkı olan VR WSPark’ta ilk sergi açılışı gerçekleşmiştir. (...) Geçtiğimiz dokuz ayda NFT satarak 1 milyon dolar kazanan Hintli sanatçı ve galerist Amrit PalSingh, sahip olduğu NFT’leri sergilemek için Metaverse’den 30 Ethereuma bir arsa olarak ilk sanat galerisini açmıştır. (...) Bu yeni teknolojiye yatırım yapan şirketlerin en başında bir de Microsoft bulunmaktadır. Hologramları aktif olarak kullanan yazılım devi, artırılmış gerçekliği sanal gerçeklik ile birleştirdiği platform Microsoft Mesh’te, karma ve genişletilmiş gerçeklik (XR) uygulamaları geliştirmektedir” (Çağlar, 2021).

Bu tür teknolojiler Türkiye’de de yakından ilgiyle takip edilmektedir. Örneğin, “İş Sanat, yeni sergisini ‘yüksek çözünürlük ve grafik kalitesiyle hizmet veren bağımsız bir 3B sanal gerçeklik platformu’ olarak ifade edilen Decentraland ‘de izleyiciyle buluşturmuştur. Metaverse evreninde tasarlanan, teknolojik kurgusu Türkiye İş Bankası ile bankanın teknoloji iştiraki Softtech’in Türkiye ve Çin’deki inovasyon merkezleri iş birliğinde tamamlanan resim sergisi ‘Tablolarla Boğaziçi’nde Bir Gezinti’, 8-20 Nisan tarihleri arasında tüm ziyaretçilere kapılarını açmıştır” (ArtDog İstanbul, 2022).

Arkeoloji ve turizm alanında da karma gerçeklik teknolojisi etkin olarak kullanılmaktadır. Günümüzde bilişim ve dijital gerçeklik teknolojileri kültürel mirasın tanıtılmasında, arkeolojik araştırmalarda, çalışmalarda ören yeri ve müze sergileme yöntemlerinde ziyaretçileri bilgilendirme amacıyla yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, hasar görmüş, yıkılmış kalıntıların artırılmış gerçeklik ile görünür kılınması, yok olan heykel ve tapınakların kendi ortamlarında 3B holografik görüntüleri, tarihi eserler, heykeller, yapılar hakkında ayrıntılı bilgi edinilmesi gibi alanlarda dijital gerçeklik uygulamaları arkeoloji alanında ziyaretçiler yararına kullanılmaktadır. Önemli olan geçmiş kültürel mirasın doğru kavranabilmesi amacıyla uygun sunum yöntemlerinin geliştirilmesi ve hizmete sunulabilmesidir. Eğitici dijital gerçeklik sunum yöntemleri sayesinde tarihi eserlere (takı, seramik, heykel vb.), tarihi coğrafyaya, mimari yapıya ya da mekâna ilişkin simülasyonlar, animasyonlar, seslendirmeler ile ziyaretçilerin görsel etki ve bilinç düzeyleri artırılabilir, edinimleri daha kalıcı olabilir.

“Arkeolojide bilişim teknolojileri ile arkeolojik nesnelerin sanal ortamda 3 boyutlu görüntülenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca anıtların, çanak çömleklerin ve müzelerdeki eserlerin simülasyonu ve modellenmesi ile sit alanlarındaki yıkıntı bina ve eserlerin rekonstrüksiyonunun yapılmasında kullanılmaktadır. AG arkeolojide genel olarak sit alanlarında bulunan yapıların eksik kısımlarının bilgisayarda hazırlanan içerikle tamamlanması ve gerçek binanın kalıntılarıyla ses de dâhil edilerek görüntünün bütünsel olarak izlenmesini sağlamaktadır” (Durak, Sarıtepeci ve Çam, 2020, s.160-161).

Görme, dokunma, duyma hatta koklama duyularının arkeolojik sergileme ve sunum yöntemlerine dâhil edilebildiği dijital gerçeklik teknolojileri sayesinde bu süreç ziyaretçilere unutulmaz, etkileyici ve sürükleyici birçok duyu deneyimi sunabilmektedir.

“Hem çocuklar hem de yetişkinler için dijital etkileşimli kurulum ve etkinlik alanı aracılığıyla katılım ve iletişim daha fazla teşvik edilmektedir. Bir araştırma merkezi olarak, insanlar karma gerçeklik teknolojilerinden ve çevrimiçi veri tabanından çok daha fazla bilgi ve daha iyi deneyim elde edebilmektedirler. Sadece birkaç mağara ziyarete açıkken, karma gerçeklik insanların ilgilendikleri mağaralardan herhangi birine göz atmalarını sağlamaktadır. Zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın, bu sanal mağaradaki herhangi bir arkeoloji detayı çıkarılıp ziyaretçilere holografik modeller olarak gösterilebilmektedir” (Tang, 2018).

Diğer taraftan “2018 yılında Japonya’da ‘MR Museum Kyoto’ adında bir karma gerçeklik müzesi kurulmuştur. Bu müzede ziyaretçiler, sergilenen 400 yıllık bir başyapıtı incelerken 3 boyutlu grafiklerle desteklenen 10 dakikalık bir karma gerçeklik deneyimi yaşamak için Microsoft HoloLens KG setini kullanmaktadır. Böylece sanat eserleri, hem eser bağlamında tarihsel bir figürün anlatımı ile hem de 3 boyutlu görsellerin sağladığı sürükleyici bir deneyim ile detaylı bir şekilde sunulmaktadır” (Künüçen ve Samur, 2021, s. 51) (bk. Şekil 33).



Şekil 33: Kyoto Karma Gerçeklik Müzesi.

Kaynak: <https://blogs.windows.com/wp-content/uploads/prod/sites/43/2018/02/e7d9d94d339489f0b4903142dde69908.png>

Kamu hukuku ve düzenini, insanların kendilerini her zaman güvende hissetmelerini sağlayan emniyet güçlerinin olay yeri ve delil inceleme yöntemlerinde de bu teknoloji artık kullanılmaya başlanmıştır.

Örneğin, “Birleşik Krallık’ ta yazılım geliştirme şirketi olan Black Marble, KG kullanımının doğrudan bir sonucu olarak modern polisliği dijitalleştirmenin bir yolunu bulmuştur. TuServ uygulaması, araştırmacıların fiziksel alanı bozmadan veya kanıtları bozma riskine girmeden sanal işaretçiler yerleştirmesine ve multimedya kanıtları toplamasına izin vererek suç mahalline yaklaşmanın yepyeni bir yolunu sunmaktadır. Ayrıca, olay yeri fotoğ-

rafına bakmaktan çok daha etkileşimli ve teşvik edici bir şekilde, komuta kontrol birimleri ve yetkilileri dava boyunca potansiyel olarak hayati ipuçlarını tekrar gözden geçirmeye devam edebilmektedirler” (Foundry4 is becoming TPXimpact, 2017).

“TuServ, Microsoft’un Evrensel Windows Platformu (UWP) üzerinde geliştirilen ve tabletler, dizüstü bilgisayarlar, telefonlar, Surface Hub ve HoloLens dâhil olmak üzere cihazlar arasında sunulan ödüllü bir polislik uygulamasıdır. Operasyonel polis memurları ile geliştirilen tuServ, modern polisliğin dijitalleştirilmesine yönelik devrim niteliğinde bir yaklaşım” (Tu-Serv, 2022) olarak ifade edilmektedir.

Karma gerçeklik otomotiv ve iş dünyasında da kullanım örneklerinin yaygınlaştığı bir teknoloji haline dönüşmüştür. Karma gerçeklik sayesinde dar alanlarda bile, örneğin otomobil gibi çeşitli ürünlerin karma gerçeklikle sunulduğu ve satışının gerçekleştirilmesi mümkündür. *“Böylece galerilere otomobilleri sığdırmak yerine karma gerçeklik teknolojisinin sunmuş olduğu imkânlardan faydalanılabilecektir. Birçok sektör bu şekilde çevrimiçi mağazalar açarak müşteri ve kullanıcılarına bireysel ürün deneyimi sunabileceklerdir” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.17).*

Karma gerçeklik, küresel ölçekli, geniş bir endüstri sektörleri yelpazesini kapsayan uygulama alanına sahip, bünyesinde çok fazla uzman ve mühendis barındıran ve oldukça yüksek ciroları yöneten firmalar tarafından da kullanılmaktadır.

Örneğin, “dünyanın en büyük tasarım ve mimarlık firması olan Gensler firması, Trimble tarafından geliştirilen bir karma gerçeklik çözümü olan HoloLens için SketchUp Viewer’ı kullanmaktadır. Bu teknoloji, firma mimarlarının yaptıkları tasarımların holografik temsillerinin, gerçek fiziksel alan bağlamında onlarla etkileşime girebilmek ve değerlendirebilmek amacıyla sanal olarak içine girilmesine olanak tanımaktadır. Bunun Gensler’in projelerinde yarattığı fark önemlidir. Ayrı konumlardaki iş arkadaşları arasında iş birliği her zamankinden daha hızlı ve kolay olup, tasarımdan inşaat ve hatta bakıma kadar tüm bina sürecinde kararların daha güvenli ve tutarlı bir şekilde alınmasına olanak tanımaktadır. Dahası, çalışanların müşteriler ve diğer paydaşlarla aynı doğal ve sürükleyici şekilde paylaşmasına olanak

tanır ve tüm tarafların proje boyunca bilgilendirilmesine, senkronize olmasına ve katılımına yardımcı olmaktadır” (Foundry4 is becoming TPXimpact, 2017).

Gensler'in dâhili iş akışlarını optimize etmek ve müşterilerine daha iyi bir hizmet sunmak için HoloLens'i kullanması gibi, asansör şirketi Thyssenkrupp da karma gerçekliğin potansiyeline yönelmiştir.

“Şirketin 20.000 saha servis mühendisinin araç setine HoloLens'i eklemek, onların daha verimli ve güvenli çalışmasına yardımcı olmaktadır. Mühendisler, ofisten ayrılmadan önce ziyaret etmeleri gereken asansörlerin ve yürüyen merdivenlerin ayrıntılı 3B modellerini görüntüleyebilmekte ve herhangi bir endişe alanını önceden belirleyebilmektedir. Mühendisler ayrıca her kurulum için geçmiş notlara erişebilmekte ve hatta video eğitimlerine erişmek için HoloLens'i kullanarak bilgilerini tazeleyebilmektedir. Ziyaret sırasında, çalışırken tavsiye ve rehberlik için projeyi kurum içi konu uzmanlarıyla canlı olarak paylaşabilmektedir” (Foundry4 is becoming TPXimpact, 2017).

Her geçen gün giderek artan yenilikleriyle gelişimini sürdüren karma gerçeklik teknolojileri, yukarıda değinildiği gibi eğitim dışında pek çok alanda zaman ve mekân sınırlaması olmaksızın donanım ve personelin en iyi optimizasyonu ve iş birliği sayesinde en verimli, nitelikli sonuçlar ve maksimum yararlar alınabilmesini sağlamaktadır.

4. KARMA GERÇEKLİK ve İÇ MİMARLIK EĞİTİMİ

İç mimarlık eğitimi süreçleri, bilgisayar destekli çizim ve tasarım yazılımları ile bilişim teknolojilerindeki gelişmelerden etkilenebilmiş; böylece tasarımcılar projelerini daha kolay, daha hızlı ve daha kesin bir doğrulukla tasarlayabilmiş, görselleştirebilmiş ve değerlendirebilmişlerdir. Mimari görselleştirme konusunda son on yıl içinde sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, artırılmış sanallık, karma gerçeklik ve genişletilmiş gerçeklik teknolojilerinin, donanımların, yazılım ve uygulamaların da pek çok disiplinle iç içe geçerek bütünleştiği söylenebilir. Bu dijital gerçeklik teknolojileri, günümüzde eğitimle ilgili pek çok alanda olduğu gibi iç mimarlık eğitimi sürecinde de yenilikçi bir yaklaşım olarak başarılı sonuçlar elde edilebilmesine katkı sağlayabilir. Yeni pedagojik eğitim yöntemlerinin öğrenim süreci ve akademik kurumlarla bütünleştirilmesi sağlanabilirse öğrencilere önemli yararlar sağlayabilecek farklı öğretim sistemleri ve sunum yöntemleri geliştirilebilir.

Güncel yöntemler ile mekânlar tasarlayabilmek, üretebilmek için sanal alanlar arasında var olabilmek ve bunları etkili bir şekilde sunabilmek, tasarım konseptinin anlaşılabilirliğini, mekân algısı oluşturulabilmesini daha açık ve anlaşılabilir kılabilir.

“Karma gerçekliği deneyimleme, mimarlık öğrencilerinin gerçek mimari alanlarla sanal nesnelerin üst üste doğru bir şekilde bindirildiği (yerleştirildiği) artırılmış gerçeklik modellerine, gerçeklik algısını arttırmaya ve mimarlara eğitim konularında çoklu avantajlar sağlamaya izin verecektir.” (...) “Karma gerçeklik teknolojisi, daha fazla medya birleşimine izin verdiğinden, yeni pedagojik ortamların geliştirilmesi için uygun bir araç gibi görünmektedir. KG kullanımının önemi, sadece görsel ve işitsel duyuları değil, aynı zamanda haptik, koku alma ve diğer duyuları da uyarması ve böylece daha verimli öğrenme etkinliklerine olanak sağlamasından kaynaklanmaktadır. Gerçek ve sanal ortamları bütünleştirmek öğrencileri motive eder. Öğrenme sürecine daha aktif katılabilirler ve daha yaratıcı olabilirler” (Hosny ve Abdelmohsen, 2004).

Mimarlık, mühendislik ve inşaat sektörüyle ilgili tasarım stüdyolarının dijital gerçeklik teknolojilerini tasarım, inşa ve değerlendirme aşamaları yanında görselleştirme yöntemi olarak kullanmaya başladıkları söylenebilir. Çünkü “daha fazla iş birliği potansiyeli, artan iş akışı

verimliliği ve çekici sunumlar ile endüstri liderleri, müşterileri için tasarımlar oluşturma yöntemlerini geliştirmek amacıyla sürükleyici deneyimlerin potansiyelini görmektedir” (Blog Moduluc, 2019). İç mimarlık eğitiminde bir mekân tasarımı yapabilmek için gereken temel becerilere sahip olmanın yanında, onu dijital gerçeklik teknolojileriyle görselleştirebilme yeterliğine sahip olan öğrenciler, yakın gelecekte diğer öğrencilerden daha ayırt edici bir nitelik, bilgi ve beceri kazanabilirler, fark yaratabilirler. Elbette bu teknoloji trendini ve onunla ilgili gelişmeleri yakından takip eden yalnızca mimarlık, mühendislik ve inşaat alanlarıyla ilgili özel sektör ve tasarım ofisleri değil. Hem uluslararası hem de ulusal düzeyde iç mimarlık eğitimi veren birimler de bu teknolojileri artık akademik programlarına dâhil etme eğilimindedirler (Bu çalışmanın 4. Bölümünde ‘Karma Gerçeklik ve İç Mimarlık Eğitimi’ başlığıyla bu durum detaylı olarak irdelenmiştir). Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik endüstrileri, donanım ve yazılım alanındaki son yeniliklerle desteklenen ve hızlı büyüyen alanlar arasında yer alabilmektedir. Geçtiğimiz on yıllar boyunca, mimari tasarım endüstrisindeki temsil şeklinin, bilişim ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak güncellendiği ve değiştiği söylenebilir.

“Özellikle son birkaç yılda akıllı gözlüklerin, AG’ye hazır cep telefonlarının ve Microsoft HoloLens, Oculus Rift, HTC Vive gibi karma teknoloji cihaz ve yazılımların kullanıma sunulmasıyla birlikte, KG teknolojisi mimari uygulamaya yeni mimari görselleştirme aracı olarak yeniden tanıtılmıştır. KG, müşterinin o alanın ölçeği hakkında daha iyi bir fikir sahibi olmasına ve sanal ortamda yürütmesine izin vermektedir” (Tang, 2018).

ABD’nin New York şehrinde bulunan dünyanın en saygın ve prestijli mimarlık okullarından biri olan Cornell Üniversitesi’ ne bağlı Mimarlık, Sanat ve Planlama Fakültesi’nde ‘Elektronik Çağda Görsel Görüntüleme’ konseptiyle, dijital temsilin ardındaki ‘nasıldan ziyade neden’i açıklamaya yardımcı olmak için 2019 yılında kavramsal bir sınıf olan ART 2907’nin tanıtımı yapılmıştır. Bu sınıfa ilişkin yapılan vurgu; dijital deneyimler yaratmak için gereken teknik becerilerden daha fazlası olan tasarım sunumunda sürükleyici teknolojilerin neden faydalı olabileceğini anlama üzerineydi (bk. Blog Moduluc, 2019).

“Cornell’den Öğretim Üyeleri, SGdeneyimi için Unreal Engine 4’ü (UE4: Epic Games tarafından geliştirilen popüler ve yaygın olarak kullanılan

bir oyun motorudur) mimari tasarıma uyarlamaya odaklanan ve adı Sanal Yerler (Virtual Places) olan araştırma gruplarını bir araya getiren sanal mimari ve kentsel tasarım konusunda bir iş birliği içinde yer almışlardır. Bu çaba, öğrencilerin UE4'ün bir tasarım iş akışına nasıl entegre edilebileceğini anlamak için denedikleri bir yaz seminerini içermektedir. Oyun Mimarisi semineri ve Sanal Yerler araştırma projesi, SG teknolojisinin tasarım kabiliyeti açısından test edilmesindeki ve herhangi bir mimarlık okulunda sunulacak ilk sanal gerçeklik tasarım stüdyosunun geliştirilmesindeki adımlardandır” (Blog Moduluc, 2019).

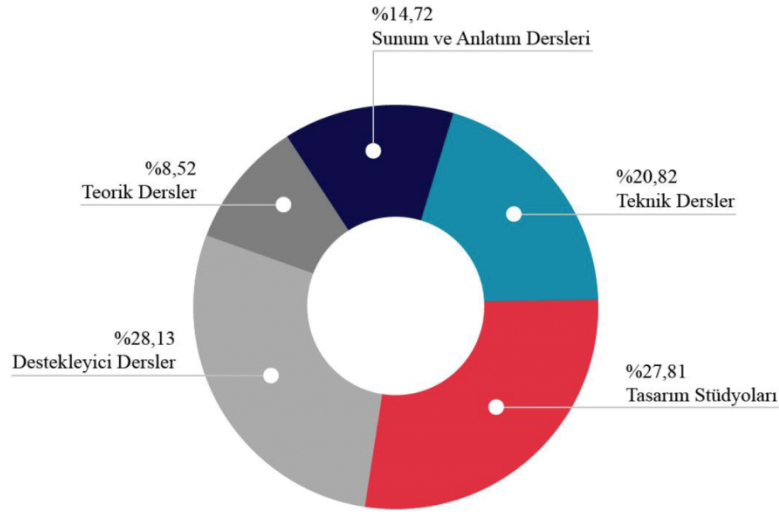
Öğrenme sürecindeki yaygın ve güçlü etkisi ile karma gerçeklik, eğitim teknolojileri yanında pek çok farklı disiplinde sıklıkla kullanılan ve verim alınabilen bir dijital ortamdır. Yurtdışında sanat ve tasarım eğitimi veren bazı fakültelerin, iç mimarlık bölümleri müfredat ders içeriklerine ya tasarım stüdyo dersi kapsamında ya ayrı bir ders ya da seminer olarak dâhil edilmeye başlandığı söylenebilir. Böylece bir proje kapsamında öğretim üyeleri ve öğrenciler arasındaki iş organizasyonu, tasarım probleminin tasarım öncesi aşamadan tasarımın geliştirilip uygulanma aşamasına kadar tamamıyla tasarım stüdyosu dersinde planlanan bir stratejiye göre gerçekleştirilir. Tasarım stüdyo dersindeki mimari proje uygulamada, modelleme için kullanılan yazılımlar (3D Studio Max, Cinema 4D vb.) ile dijital mimari görselleştirme için kullanılan Unity ve Unreal Engine 4 gibi oyun motorları aracılığıyla gerçek zamanlı ve etkileşimli deneyimler yaşatılabilmesi eğitimde verimliliği artırabilir. Şöyle ki bu programlarla, *“ilgili uygulama ortamı fiziksel olarak nelere sahipse sanal olarak da aynı olacak şekilde modellenenmektedir. Sanal nesneler ne kadar gerçeğe yakın olursa eğitimin kalitesi de o kadar gerçek uygulamalı eğitime yakın olacaktır” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.15).*

Görselleştirme kapsamında kullanıcı, yazılımlar aracılığıyla oluşturulan mimari bir projenin sanal mekânı içinde ve objeleri arasında HMD başlığı ile (HoloLens 2, Magic Leap, Gear, Oculus, HTC, Vive vb.) gerçek zamanlı olarak hareket olanağı bulabilmekte ve onlarla rahatlıkla etkileşime geçebilmektedir. *“KG sisteminin ideali, kullanıcıların nesneler etrafında fiziksel olarak dolaşmalarına ve bu nesnelere gerçekmiş gibi dokunmalarına olanak sağlayabilenidir” (Jerald, 2016, s.9).* Bu teknolojinin sunduğu avantajlar ile mekânlar, yeniden ama içinde gezilebilecek ve onlarla etkileşime geçilebilecek şekilde üretildiğinde; öğrencilerin, tasarımını yaptıkları mimari mekânın algısı daha iyi geliştirilebilir, hatalar, eksiklikler ya da gözden kaçabilen detayların fark edilebilmesi sağlanabilir, karma gerçeklikte olduğu gibi çoklu

alternatif seçenekleriyle değil tek tercihte bulunularak onun 2B pafta üzerine çıktısı alınıp duvara asılarak sunum yapılması yerine, projenin içine HMD başlıklarla dalınarak, onun içinde daha yoğun duygusal bağlar oluşturularak, süreç, daha sürükleyici deneyimlenebilir. Ayrıca jüri üyelerinin, öğrencinin ders kapsamında edindiği kazanımlarını ve öğrenme çıktılarını daha açık görebilmesini ve değerlendirebilmesini sağlayabilir. Karma gerçeklik teknolojileri, bir tasarımı tamamlayıp onu inşa etmeden önce farklı alternatiflerde farklı malzeme seçimlerine olanak tanıyan, hızlı, pratik, kolay ve etkileşimli olarak doğrudan sonucu görebilmeyi ve tercihlere göre daha alternatifli revizyona gidebilmeyi mümkün kılan bir potansiyele sahiptir. Bunun için iç mimarlık bölümü öğrencilerinin tasarım eğitimi sürecinde dijital gerçeklik teknolojilerine hem kuramsal düzeyde hem de uygulama yapabilecek teknik yeterlik düzeyinde ve deneyiminde olabilmeleri, yakın geleceği tasarım eğitimi anlayışıyla inşa edebilme potansiyeli olan genç adaylar açısından içinde bulunduğumuz inovasyon çağına uygun düşebilir.

4.1. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİYLE İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE SUNUM YÖNTEMLERİ

Günümüzde çeşitli kamusal alanlarda, ofislerde, konutlarda, diğer ortak yaşam alanlarında vb. kullanılmakta olan yapı ve iç mekânlar, insan psikolojisini, tutum ve davranışlarını hatta alışkanlıklarını değiştirebilme, biçimlendirebilme özelliğine ve gücüne sahiptir. Bu potansiyel gücü yönetebilecek, amaçlanan işlevsel ve estetik sonuçlara dönüştürebilecek mimar ve iç mimarların eğitimi bu vesile ile hayati bir önem taşımaktadır. İç mimarlık eğitiminin ilk yılında iç mimarlığa giriş, mekân tasarımına giriş, teknik resim, temel tasarım, temel sanat eğitimi, yapı bilgisi ve tasarım geometri gibi dersler verilebilmektedir. İlk yıllarda genel olarak teorik ve uygulamalı devam eden dersler, ikinci yıldan itibaren mekân tasarlama, iç mimarlık tasarımı 1, iç mimarlık stüdyo 1, iç mimari proje 1 gibi alana ilişkin daha çok uygulama ağırlıklı derslere dönüşebilmektedir. Özellikle 3. ve 4. yıldaki tasarım eğitiminde stüdyo dersi (iç mimarlık tasarımı 1, iç mimarlık stüdyo 1, iç mimari proje 1, tasarım stüdyo olarak da adlandırılmaktadır) iç mimarlık eğitim müfredatının en önemli kısmını oluşturabilmekte ve diğer pek çok dersi de kapsamına alabilmektedir. Çünkü bu ders, atölye ortamlarında edinilen bilgiler ve diğer ders kazanımlarının kuramsal ve uygulamalı bileşimiyle anlam kazanabilmekte ve bunun sonucunda bir tasarım ürünü ortaya çıkabilmektedir (bk. Şekil 34).



Şekil 34: Türkiye’de iç mimarlık bölümleri lisans eğitim müfredatındaki derslerin beş ders grubuna göre AKTS yüzdeleri (Gül, 2016).

“İç mimarlık eğitiminin ilk yılında öğrencilerden, iç mimarlık programındaki farklı dersler aracılığıyla ulaştıkları bilgiler ile tasarım sürecinde hem sezgisel hem de deneyimsel olarak elde edilen becerileri tasarım sorunlarının çözümünde kullanmaları beklenmektedir. Bu süreçte öğrencinin birinci yarıyıla başlayıp her yarıyıl içinde farklılaşan ve karmaşık hale gelen konularda istenilen tasarım problemlerini analiz etmesi ve tanımlaması sonucunda çözüm önerileri üreterek özgün bir tasarım ortaya koyması beklenmektedir. (...) Bu eğitim yılı öğrencilerin iç mimarlık disiplinin dilini öğrendikleri, kendilerini ve yaratılarını mimarlığın temsil araçları (iki ve üç boyutlu çizimler, bilgisayar programları, maketler, kuramsal metinler, analiz yöntemleri vb.) ile ifade etmeyi öğrendikleri bir yıldır. Bu öğretiler sonucunda öğrencinin özgün düşünme yetisini, tasarım yeteneğini, sunma ve yorumlama becerisini geliştirmesi hedeflenmektedir” (Kalay, 2019, s.30).

Sunum yöntemleriyle ilgili dersler kapsamında öğrenci tarafından bir tasarım problemi belirlenip, proje konusu olarak ders yürütücüsü tarafından onaylandıktan sonra bilimsel araştırmalara başlanarak çeşitli kaynaklardan doğru bilgiler edinilir. Eskiz ve tasarıma başlanmadan önce ders yürütücüsü tarafından genel olarak projenin amacı, hedefi, genel süreci ve kullanılacak analiz ölçütleri belirlenir. Veriler analiz edilerek sentezlenir ve elde edilen bulgularla ilk eskizlere başlanır. Dönem boyunca ders yürütücüleri ve öğrenci arasında düzenli periyotlarla

görüşmeler gerçekleştirilerek, açığa çıkan ve çözüm bekleyen tasarım sorunlarına ilişkin fikir alışverişi yapılarak çeşitli değerlendirmelerde bulunulur. Dönem sonunda ise ders yürütücüsü rehberliğinde sürdürülen stüdyo dersi tamamlanarak proje sunum aşamasına getirilir.

“Tasarlama eylemi gerçekleşirken kullanıcıyla olan ilişki de önemli rol oynamaktadır. Tasarımcı olarak bir iç mimar; süreci dikkatli bir şekilde yürütebilirse sonucunda kullanıcının isteklerine ve gereksinimlerine cevap verebilecek, beklentilerini karşılayabilecek nitelikte iyi çözümlenmiş bir tasarım elde etmiş olacaktır. Bunu gerçekleştirirken ise çeşitli görsel araçlar kullanarak, projeyi kullanıcıyı ikna edici nitelikte sunması gerekmektedir. Bu araçlar ise “sunum paftası” olarak adlandırılmaktadır. İki boyutlu teknik çizimler, tasarımın çıkış noktasını anlatan konsept paftası ve mekânın kullanıcının zihninde canlanmasını sağlayacak üç boyutlu görsellerin oluşturduğu bu paftalar kullanıcının projeyi benimseyip içselleştirmesi açısından önemli yer tutmaktadır” (Buldaç ve Levent, 2015, s.2).

Stüdyo dersi çeşitli üniversitelerde farklı isimlerle adlandırılabilmektedir. Örneğin: Görsel anlatım teknikleri, media for representation, mimari anlatım teknikleri, sunum teknikleri, dijital sunum teknikleri, bilgisayar destekli sunum teknikleri gibi. Adları farklı olsa da içeriği aynı olan bu derslerde, sunum aşamasına getirilen projenin paftalar üzerine uygun bir kurguyla yerleşiminin nasıl olabileceğine, projenin açık ve net olarak görsel iletişiminin nasıl başarılı kılınabileceğine ilişkin teknik, kuramsal ve uygulamalı bir eğitim verilmektedir. Bu derslerde öğrenciler, tasarım stüdyosu derslerinde projelerini hangi sunum yöntemleriyle nasıl sunulabileceklerini öğrenmektedir. Stüdyo derslerinde “proje bitiminde ise jüri olarak da adlandırılan son görüşme düzenlenmektedir. Öğrenciler çalışmaları sonucunda oluşturdukları projeleri, ders yürütücüsüne ve bazen de misafir olarak jüriye katılan mesleki kişilere sunmaktadır” (Kalay, 2019, s.31). Sunum sürecinde jüri üyelerinden projeye ilgili geribildirimler gelebilmektedir ki bunlar, proje eksikliklerinin tamamlanabilmesi ve hataların düzeltilebilmesi bakımından hem öğrenciye hem de projesine oldukça değerli kazanımlar sağlayabilmektedir.

Geleneksel sunum yöntemlerinden farklı olarak karma gerçeklik teknolojileri, genel olarak mimarlık, iç mimarlık eğitimi sürecinde önemli bir yeri olan sunum yöntemlerine yeni bir boyut ve anlam kazandırabilir.

“Öğrencilerin coşku ve ilgisi, akademik başarılarında önemli faktörlerdir. Gelişen teknolojiler, çoğunlukla yeniliklere ve yeni deneyimlere açık oldukları için gençler tarafından genellikle heyecanla karşılanmaktadır. Sınıfta sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanılması, öğrencilerin konuya ilgilerini artırarak onların başarı düzeylerini yükseltebilir. Tasarım stüdyosu derslerinde akademik başarıları olumlu yönde etkilenen öğrenciler, sanal gerçeklik araçlarını tasarım ve temsil süreçlerinin doğal bileşenleri olarak kullanmayı düşünebilirler” (Ceylan, 2021, s.2).

Karma gerçeklik teknolojileri; projeyi çok daha etkili ve dikkat çekici sunabilme onu tüm yönleriyle detaylı olarak görünür ve anlaşılır kılabilmek konusunda geleneksel sunum yöntemlerine göre daha avantaj sağlayabilir. Gülel (2018), günümüzde iç mimarlık tasarım stüdyosu derslerinde sunum tekniği olarak sanal gerçekliğin kullanımının yaygın olduğunu, buna ek olarak, el çizimi, boyama, maket gibi geleneksel yöntemlerin de ağırlıklı olarak kullanıldığını belirtmektedir (s.85-86).

“Etkili bir sunum tekniğinin aşağıda yer alan niteliklere sahip olması önemlidir;

- Foto gerçekçilik,
- Düşünceyi her açıdan anlaşılır bir şekilde ortaya koyma gerekliliği,
- Tasarım nesnesinin detaylı açıdan görebilme,
- Etkili ve dikkat çekici anlatım dili,
- Sunumun stüdyo ortamına kolay taşınırılığı ve adaptasyonu.

Bu gereklilikleri sağlamak açısından geleneksel yöntemler yetersiz kalmaktadır” Gülel, 2018, s.85-86). Diğer taraftan AG teknolojileri Gülel ve Arabacıoğlu’na göre (2019), “iç mimarlık tasarım stüdyosunda öğrencilerin sunum tekniklerini daha etkin kılacak olumlu katkılar sağlamaktadır (...) AG donanımlarının taşınabilir kolaylığı, anlaşılır arayüzleri, gelişen ve çeşitlenen yazılımları ile iç mimarlık tasarım stüdyosunun çok yönlü olarak verimliliğini arttıracak niteliklere sahiptir. AG uygulamalarının iç mimarlık tasarım stüdyolarında kullanımının yaygınlaşması öğrenim potansiyeline katkı sağlayacağı araştırılan örneklerde de ortaya konulmuştur” (s.168).

Yıldırım, İnan ve Yavuz’a göre (2010), “bilgiyi kullanmada güncel teknolojilerin sağladığı görsel/işitsel iletişim ortamlarının, mimarlık eğitiminde görerek ve duyarak öğrenmenin yanında öğrenme hızını ve kalitesini arttırdığı da bilinmektedir”. Gürçınar ve Esen ise (2018),

AG teknolojisi kullanılarak yaptıkları araştırmada, öğrencilerin AG'nin mekânın düzenlenmesi üzerindeki etkinliği ve işlevselliğinde %81, öğrenci motivasyonunu geliştirmede %72, yaratıcılığı geliştirmede %65, mekân algısını geliştirmede ise %93 etkili olduğunu belirtmektedir (bk. Tablo 6).

Tablo 6: Artırılmış gerçekliğin mekânın düzenlenmesi üzerindeki etkinliği ve işlevselliğine ilişkin elde edilen veriler (Gürçınar ve Esen, 2018).

Konu	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum
1. Verilen mekânın algısını geliştirdi	%0	%7	%93
2. Motivasyonu geliştirdi	%7	%21	%72
3. Yaratıcılığı geliştirdi	%7	%28	%65
4. Artırılmış gerçeklik, mekân düzenlemesi üzerinde etkin ve işlevlidir	%5	%14	%81
5. Donanım olarak cep telefonları tercih edildi	%7	%21	%72

Karma gerçeklik teknolojisiyle iç mekân görselleştirme yöntem önerisinde bulunulurken geleneksel yöntemlerle sürdürülen öğrenim sürecinin ve sunum yöntemlerinin tamamen bir kenara bırakılması, yok sayılması söz konusu değildir. Geleneksel yöntemlerin günümüz mimarlık, iç mimarlık eğitiminde ağırlıklı olarak kullanıldığı ve belki uzun bir süre daha kullanılmaya devam edebileceği söylenebilir. Bununla birlikte fiziki ve ekonomik koşulların uygunluğu durumunda, yenilenen eğitim teknolojilerinin kademeli olarak sürece dâhil edilebilmesinin, ulusal ve uluslararası düzeyde artan güçlü rekabet koşulları göz önünde bulundurulduğunda kurumlara ve öğrencilere daha fazla yarar sağlayabilir. Ceylan (2021), 'Mimarlık Eğitiminde Bir Temsil Aracı Olarak Sanal Gerçekliğin Kullanımına İlişkin Bir Sınıf Deneyimi' adlı makalesinde 87 öğrenciyle bir anket gerçekleştirmiştir. Anket sonuçlarına göre, "Mimarlıkta sanal gerçeklik teknolojileriyle tanışmak benim için faydalı oldu" ifadesi yüksek oranda öğrenciler tarafından kabul edilmiştir (Ceylan, 2021). Bunu "sanal gerçeklik panoraması faydalı oldu fikrimi temsil etme açısından" ve "sanal gerçeklik deneyimi tasarımı farklı yönlerini algılamama yardımcı oldu" ifadeleri takip etmiştir. Bu ifadeler öğrenciler tarafından yüksek oranda

kabul edilmiştir. Bu verilere dayanarak Ceylan (2021), “öğrencilerin sanal gerçeklik teknolojilerini mimari tasarımda etkili bir temsil yöntemi olarak değerlendirdikleri” (s.10) sonucuna varmıştır. Bunlara ek olarak, çalışmada şu ifadelere yer verilmiştir:

“Anketin son ifadesi, öğrencilerin mimaride sanal gerçekliğin kullanımına ilişkin beğenilerini de kanıtladı. Altmış iki öğrenci “Gelecek ödevlerimde sanal gerçeklik teknolojilerini kullanmak istiyorum” cümlesine tamamen katılmışlardır. Toplam sonuç 4.63/5”. (...) “Anket, vaka çalışmasının onaylanması ve farklı cihazlar ve daha fazlasını kullanarak sanal gerçeklik teknolojilerini geliştirmenin mimarlık eğitiminde sürükleyici araçlar olduğunu gösteren bir göstergeydi” (s.11). (...) “Bazı öğrenciler, tasarım dersindeki final sunumlarında sanal gerçeklik panorama renderlerini kullandıklarını belirtmişlerdir. Jüri üyelerinin ve meslektaşlarının geribildirimlerine dayanarak, sunumlarına sanal gerçeklik teknolojilerini dâhil etmenin çok etkili ve bilgilendirici olduğunu söylediler. Buna göre, araştırma sorusu 3'e yanıt olarak (Sanal gerçeklik teknolojisinin bir tasarım aracı olarak kullanılması mimarlık eğitime nasıl ve ne ölçüde katkı sağlıyor?), VR araçlarının kullanımının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediğini belirtmek mümkündür” (Ceylan, 2021, s.12).

Günümüzde stüdyo derslerinde mimari proje sunumlarının ağırlıklı olarak geleneksel yöntemlerle gerçekleştirildiği bilinse de ulusal ve uluslararası düzeyde yeni nesil dijital gerçeklik teknolojilerinin kullanılmaya başlandığına, böylece hibrit bir eğitim modelinin benimsendiğine daha önceki bölümlerde değinilmişti. İç mimarlık eğitiminde dijital gerçeklik teknolojilerinin sunacağı olanaklara göre lisans eğitimi müfredatlarının yeniden yapılandırılması (revizyonu) olası gibi görünmektedir. 2021 yılı Ekim ayı sonunda Metaverse evreninin duyurusu ve bu âlemde NFT'lerin (Nitelikli Fikri Tapu) kullanım olanaklarına ilişkin haberlerin üzerinden daha 1 yıl geçmeden güzel sanatlarla ilgili lisans eğitiminde müfredat güncellemelerine gidilerek seçmeli dersler şimdiden yerlerini almaya başladı. Örneğin, Ankara Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Temel Sanat Eğitimi Bölümü'nde, Genel Sosyal Seçmeli Dersler havuzuna NFT'ye Giriş dersi eklendi (Ankara Üniversitesi, 2022). İç mimarlık eğitiminde geleneksel sunum yöntem ve teknikleriyle öğrenime devam ediliyorken, bilgisayar yazılım ve donanımlarındaki gelişmelerle birlikte bu teknolojilerin eğitim sürecine dâhil edilmesi avantajlar sağladığı gibi, şimdi yeni nesil öğrenme ortamları kapsamında dijital gerçeklik teknolojileri de bu sürece

geçmişte olduğu gibi zamanla dâhil olacak gibi görünüyor. Gelişen teknoloji ile birlikte değişimin kabullenilmesi ve ona ilişkin planlamaların yapılarak uyum sağlanması sürecinin daha kolay ve hızlı gerçekleşebilmesi mümkün olabilir. Diğer taraftan teknolojinin yalnızca donanımları, yazılımları ve nesneleri değiştirdiği yanılgısına da kapılmamak gerekebilir. Çünkü bu teknolojilerin kullanımıyla yaygınlaşması durumunda bir toplumun, bir kuşağın, bir anlayışın ve algılama biçimlerinin de değişimi söz konusu olabilmektedir. Şu anda iç mimarlık bölümlerinde öğrenim gören Y ve Z kuşağı olarak adlandırılan bu öğrenciler, dijital oyun kültürü ve teknolojisi ile büyüdüler.

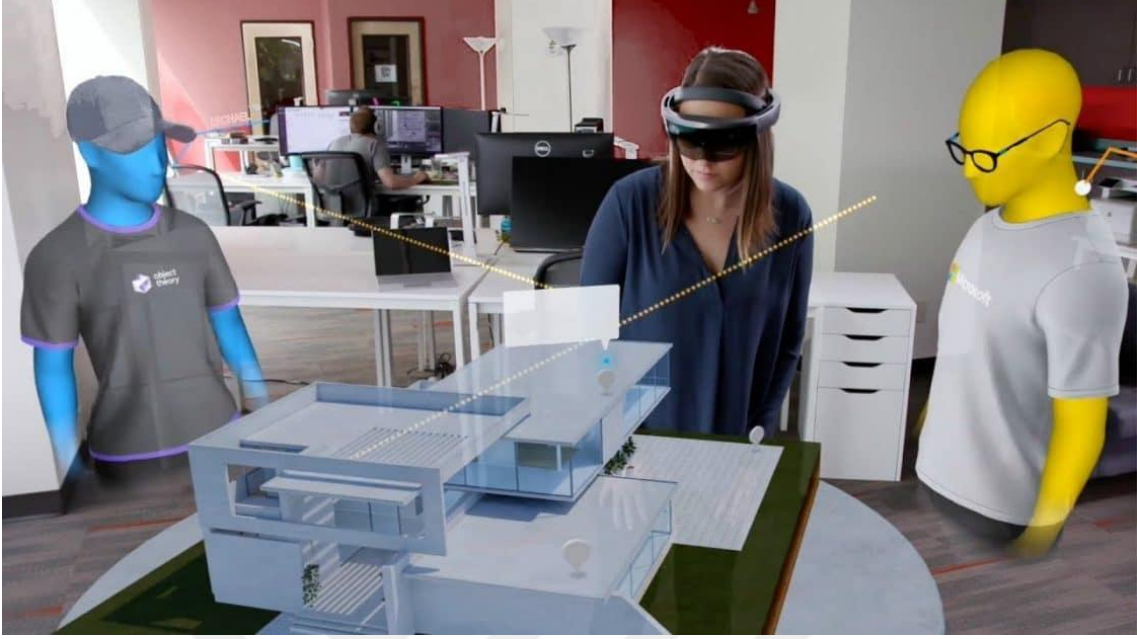
Tomak'a göre (2020), "Günümüzde özellikle y ve z kuşakları gelişmekte ve yaygınlaşmakta olan bilişim teknolojilerinden bağımsız düşünülemez. Dolayısıyla her iki kuşağın bilişim teknolojileri ve dijital oyun kültürüne olan özel ilgi, eğilim, uzamsal yetenek ya da becerileri, tekno-kültürel yatkınlıkları, görsel okuryazarlıkları, bilişsel ve duyuşsal algılama düzeyleri; şu anda iç mimarlık tasarım eğitimi alan y ve z kuşağı öğrencilerinin mesleki tercihlerinde (en azından küçük örneklem grubunda) etkileyici ya da belirleyici olmuş görünmektedir" (s.219) (...) "Buna göre; örneklemde belirtilen birinci ve ikinci sınıf Y ve Z kuşağı öğrencilerinin mesleki tercihleri ile oynadıkları dijital oyunlardaki mekân ve iç mekân tasarımları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Söz konusu ilişkinin özellikle Z kuşağında yer alan katılımcılar üzerinde, Y kuşağında yer alan katılımcılara göre daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır" (s.226).

Dolayısıyla arkadan gelen böyle bir neslin, içinde büyüdükları kültürle zaten hâlihazırda ve belirli bir düzeyde aşinalığı olduğu söylenebilir.

"Yeniden yapılanma gerçekleşmediği sürece, her yeni teknolojik olarak yeni bir yama olarak eğitime ekleniyor. Üstüne üstlük, Lego oynayarak değil, mimar Bjarke Ingels'in de ilham aldığı gibi Minecraft oynayarak yetişen bir kuşak geliyor. Bilgisayarda kendi istedikleri dünyayı yaratan bu kuşağın, içinde yaşamayı yeğleyeceği yapılı çevrenin şimdikinden başka özelliklere sahip olacağını tahmin etmek zor değil. Böylesi bir kuşağın üyelerine hitap edecek ve aynı zamanda bu kuşağa uyum sağlayacak bir çevreyi yaratacak mimarları yetiştirecek bir mimarlık eğitiminin uygulamaya yönelik birçok değişimlere ve dönüşümlere gereksinimi var elbet" (Özcan, 2020, s. 67). "Tüm bunlar gerçekleştiğinde artık hem mimarlar ve müşteriler için hem de öğrenci ve hocalar için bir projenin sanal gerçeklik ortamında sunulması ve

değerlendirmesinin sanal ortamda yapılması olanaklı kılınacak. Projelerin hiçbir zaman gerçekten inşa edilmemesi, yalnızca sunumları üzerinden değerlendirilmesi bu durumun başlıca etkenlerinden. Sayısal üretim olanakları ile nicedir kırılan bu döngü, denilebilir ki sanal gerçeklik ile tümüyle ortadan kalkacak ve mimarlık eğitimi kuram ile inşa arasında daha dengeli bir platforma oturacak. Burada daha da ileri giderek tasarım sürecinde modellemenin ilk araç olacağı; iki boyutlu plan, kesit, cephe gibi çizimlerin modelden üretilebildiği için ikincilleşeceği bir dizgiyi öngörmek olanaklı. Başka bir deyişle, plana yükselti ekleyerek bütüncül forma varmak yerine, önce formu üretmek ve formdan plan, kesit vb. üretmek burada söz konusu olan. Şu anda birçok bilgisayar programı bu anlayışla çalışıyor zaten. Ancak, mimarlık eğitimi bu süreci desteklemiyor. Sanal gerçeklik aracılığıyla içine girilebilen tasarımlar yaygınlaştığında, bu sürecin mimarlık eğitiminde de değişim ve dönüşümlere yol açacağını düşünebiliriz (Özcan, 2020, s.66).

Dijital gerçeklik ortamlarının alanlara açısından en önemli avantajı bu yeni kuşağın hem hazırbulunuşluk düzeyine uygun hem de onların ilgisini çekebilecek sürükleyici bir deneyim sunuyor ve yaşıyor olmasıdır. “Sonuçlar, öğrencilerin bu sürükleyici ortamı projelerini görselleştirmek için kullandıklarını, mekânsal deneyimlerini zenginleştirdiklerini ve tasarım sonuçlarını iyileştirdiklerini; öğrencilerin bu dijital gerçeklik ortamlarını tasarım süreçleri için yararlı bulduklarını göstermektedir” (Milovanovic, Moreau, Siret ve Miguet, 2017). Karma gerçeklik gibi dijital gerçeklik ortamlarının öğrenim süreciyle bütünleştirilerek eğitim müfredatlarında yer alması, ulusal ya da uluslararası ölçekli farklı coğrafyalarda disiplinler arası çalışabilmeyi, fikir alışverişinde bulunabilmeyi, ortak workshoplar düzenlenebilmesini, grup çalışmalarlarıyla akran etkileşimini geliştirebilir, daha derin bir iş birliği ile üretkenlik verimlilik sağlayabilir (bk. Şekil 35). Bu etkileşimli ortam, sürükleyici bir sinerji yaratarak mimari projeler hakkında birtakım değişiklikler yapılarak ya da alternatif önerilerin kolayca gerçekleştirilmesini sağlayarak daha fazla yaratıcı düşüncenin ortaya çıkmasına fırsat verebilir, böylelikle ideal, uygun ve doğru bir uzlaşıya varılabilmesini sağlayabilir.



Şekil 35: Dünyanın herhangi bir yerindeki katılımcıların üç boyutlu nesneleri ve ortamları

Prism by Object Theory ile 3B olarak değerlendirmesi ve deneyimlemesi.

Kaynak: <https://www.microsoft.com/en-us/p/prism-by-object-theory/9pjlwd0ls4w8?activetab=pivot:overviewtab#>

Bileşen (donanım ve yazılım), cihaz türü (kablolu ve kablosuz) ve uygulamaya (havacılık ve savunma, mimari, eğlence ve oyun, medikal ve diğerleri) göre karma gerçeklik pazarı küresel fırsat analizi ve 2018-2024 yılları arası endüstri tahminlerine göre, “karma gerçeklik veya MR şu anda %71,6’lık bir Yıllık Bütünleşik Büyüme Oranı (CAGR: Compound Annual Growth Rate) ile gelişmekte ve bu da onu teknoloji ortamında en hızlı gelişen çözümler arasında yapmaktadır”. (...) “Hem oyun ve eğlence endüstrilerinde karma gerçekliğin benimsenmesindeki hem de eğitim sektöründeki talep artışı, pazarın büyümesini etkilemektedir. Ek olarak, karma gerçeklik donanımlarının yüksek maliyeti, küresel karma gerçeklik pazarının büyümesini etkiliyor ve bu faktörlerin pazar büyümesini yönlendirmesi beklenmektedir”. (...) “Bu teknoloji, yalnızca daha iyi ve etkileşimli çalışma yöntemleri sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda 3B görüntüler kullandığından öğrenme hatalarının azaltılmasına da yardımcı olmaktadır. Bu faktörlerin tümü, pazarın büyümesine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır” (Poddar, 2018).

Karma gerçeklik teknolojilerinin yakın gelecekte iç mimarlık eğitiminde sunum yöntemleri ve teknikleri kapsamında geleneksel olanın yerini alacağı iddiasında bulunulmamaktadır. Uluslararası iç mimarlık eğitim kurumlarında ve şimdilik kısmen de olsa Türkiye’de sürece dâhil edilen karma gerçeklik teknolojilerinin, görselleştirme kapsamında bu alanın bir gerekliliği olan sunum yöntemlerine dâhil edilebilmesi, onunla bütünleştirilebilmesi durumunda bunun kuruma ve öğrencilere birtakım avantajlar sağlayabileceği düşünülmektedir.

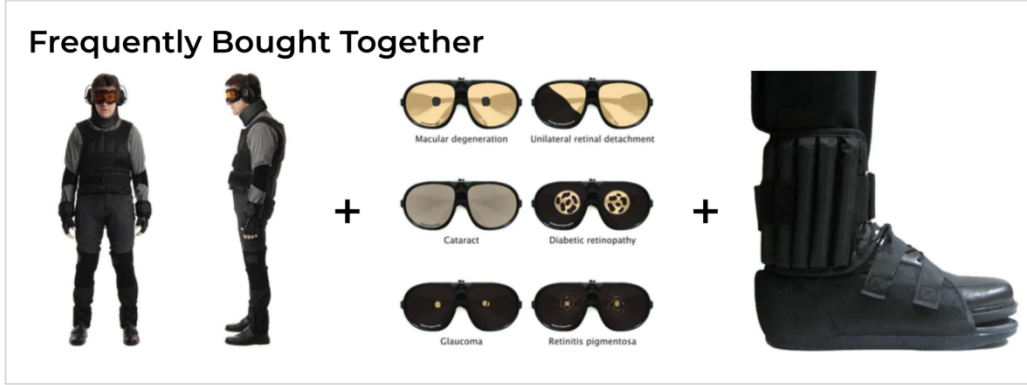
4.1.1. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİNİN İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE KULLANIMI: AMERİKA BİRLEŞİK DEVLETLERİ ÖRNEĞİ

Dijital gerçeklikler, kullanıcıların nesneleri hassas bir şekilde değiştirmesini, düzenlemesini ve dönüştürmesini sağlayan bir etkileşim dünyası sağlamaktadır. Dijital dünya ile fiziksel dünyanın harmanlanmasının bir sonucu olarak bu teknolojilerden biri olan karma gerçeklik, insan, bilişim teknolojisi donanımları, yazılımları ve çevre etkileşimlerine ilişkin yeni ve güncel gelişmeler getirebilmektedir. Bu gelişmelere bağlı olarak sürdürülebilir mimari tasarımların çeşitli simülasyonlarından elde edilen veriler (enerji simülasyonu, gün ışığı verimliliği simülasyonu, gürültü simülasyonu, yaşlanma simülasyonu vb.) karma gerçeklik teknolojileriyle hesaplanarak olası eksiklikler fark edilebilmekte, maliyet kaybı önlenebilmekte ve tasarımlar daha verimli kılınabilmektedir. Akademik platformlarda lisans ve lisansüstü düzeyde bilimsel araştırmalar ve çeşitli düzeylerde etkinlikler değişik periyotlarla yapılmakta (konferans, sempozyum, panel, workshop vb.) ve yayınlar (makale, kitap vb.) üretilmekte, ayrıca iç mimarlık eğitimiyle elde edilen çıktılar (isteğe bağlı olarak) eğitim müfredatlarıyla bütünleştirilebilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri’nin çeşitli eyaletlerinde dijital gerçeklik teknolojilerine ilişkin laboratuvarlarda mimari, iç mimari tasarım eğitimine ilişkin çalışmalar sürdürülmektedir.

Dijital gerçeklik teknolojilerine ilişkin çalışmalar yapan eğitim kurumlarından biri olan Oklahoma Eyalet Üniversitesi’nin İnsan Bilimleri Fakültesi’nde akredite olmuş dört yıllık bir lisans eğitimi veren İç Mimarlık programı bulunmaktadır. Ayrıca ilave bir yıl, hızlandırılmış eğitim ile yüksek lisans öğrencilerine gelecekteki kariyerleri için yenilikçi bir teknoloji hizmeti sunulmaktadır. Karma gerçeklik laboratuvarı sayesinde öğrencilere projelerinde artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve dijital prototiplemeyi kullanma fırsatları sunulmaktadır. Ayrıca

karma gerçeklik sınıfında, öğrencilerin tasarım süreçlerinde kullanmaları için ayrılmış son teknolojiyle donatılmış 25 sanal gerçeklik istasyonu ile öğrencilere nitelikli bir alt yapı hizmeti sunulmaktadır (bk. Oklahoma Eyalet Üniversitesi, 2022). Tasarım, Konut ve Mağazacılık Bölümüne bağlı olan laboratuvar, tasarım eğitimi ve uygulamasında kullanılan teknoloji odaklı araştırmaları kolaylaştırmaktadır. Öğrenciler burada tasarladıkları projelere ilişkin empatik tasarım sürecini de öğrenebilmektedirler. Bilgisayar simülasyonlu, üç boyutlu ortamlarda sanal gerçeklikler ya gerçek dünyayı taklit edebilir ya da görsel, işitsel, dokunsal, koku alma ve tat alma duyularına hitap eden, hayali dünyalar olarak hareket edebilir. Laboratuvar, eğlence ve eğitim için yaygın olarak kullanılsa da insan davranışlarını inceleyen araştırma fırsatları da sunabilmektedir. Tasarım araştırmaları ve tasarım eleştirileri için bu teknolojileri kullanan tasarım stüdyolarında öğrenciler, tasarladıkları alanları gözden geçirme deneyimi yaşayabilmektedirler. Karma Gerçeklik Laboratuvarı eğitmenlerin teknolojiyi sunmasına ve simülasyonların nasıl geliştirildiği konusunda talimat vermesine olanak sağlayacak şekilde donatılmıştır. Bu alt yapı yatırımının doğal bir sonucu olarak bu da onu, öğrencilere ve araştırmacılara, dersleri ve büyük ölçekli sanal gerçeklik araştırma projelerini yürütme fırsatları sunabilen önemli bir laboratuvar haline getirmektedir (bk. Oklahoma Eyalet Üniversitesi, 2022).

Yaşlanma simülasyonu bu araştırma projelerine birinci örnek olarak verilebilir. Yaşlanma simülasyonu donanımları ve giysileri (gözlükler, kulaklıklar, eldiven ve ayakkabılar) aracılığıyla genç öğrenciler, yetişkin ve yaşlıların sahip oldukları çeşitli sağlık sorunlarını gerçeğine çok yakın bir şekilde (görme bozuklukları, göz merceğinin şeffaflığını yitirmesi, görme alanının daralması, yüksek frekanslı işitme kaybı, baş hareketliliği kısıtlamaları, eklem sertliği, güç kaybı, kavrama yeteneğinde azalma ve koordinasyon becerilerinde azalma vb.) deneyimleyebilmektedirler. Bu giysiler bir dizi ayrı bileşenden oluşmaktadır. Örneğin, özel gözlükler, kulak tıkaçları dahil işitme koruması, boyunluk, ağırlık yeleği, dirsek sargıları, bilek ağırlık manşetleri, özel eldivenler, diz sargıları ve ayak bileği ağırlık manşetleri ve göz hastalığı simülasyon gözlükleri gibi (bk. Şekil 36).



Şekil 36: Yaşlanma, görme ve işitme kaybı simülasyonu donanımları.

Kaynak: <https://www.gtsimulators.com/products/aging-simulation-suit-gert-ppd1002>

Bu simülasyon deneyimi, daha sonra gerçek dünyadaki problemlere ve çözümlere dönüştürülebilecek olan yaşlı ve yetişkinlerin azalmış fiziksel aktivitelerini öğrencilerin empati yoluyla anlayabilmelerini daha güçlü kılmaya yardımcı olmaktadır. Böylece öğrenciler tasarımlarında hastaların görme bozuklukları ve çeşitli diğer rahatsızlıklardan ötürü erişim yetersizliklerini ve iç mekânın kullanımına (işlevselliğine) ilişkin yaşadıkları sorunları; dikkate alarak mobilyalarını, aydınlatma sistemlerini, merdiven basamaklarını, eşik ve lavabo yüksekliklerini simülasyondan elde ettikleri deney verilerine göre yeniden tasarlayabilmekte ve değerlendirmelerle yeniden revize ederek en ergonomik sonuca ulaştırabilme fırsatına ulaşabilmektedir (bk. Oklahoma Eyalet Üniversitesi, 2022).

Hareket Yakalama Sistemi simülasyonu bu araştırma projelerine ikinci örnek olarak verilebilir. Kablosuz elektromiyografi (EMG) sistemiyle birleştirilmiş sekiz kameralı hareket yakalama sistemi, insan hareketini ve kas aktivitesini ölçmek için kullanılmaktadır. Öğrenciler bu teknolojiyi, yaşlı bireylerde yürüyüş, polis memurlarında oturma duruşu ve mağaza ortamlarında eğilme sorunları dâhil olmak üzere farklı hareketleri incelemek için kullanabilmektedirler. Bu teknoloji aynı zamanda araştırmacıların gerçek dünya senaryolarını simüle etmesine ve yeni tasarımları laboratuvar ortamında test etmesine olanak tanımaktadır (bk. Oklahoma Eyalet Üniversitesi, 2022).

Oklahoma Eyalet Üniversitesi İnsan Bilimleri Fakültesi İç Mimarlık programında lisans eğitimi alan ve adı geçen karma gerçeklik laboratuvarlarında araştırmalarıyla önemli başarılar elde eden iki öğrenciyle röportaj yapılmıştır. Bu röportajda öğrencilerden biri olan Kate Korneva, konuşmasında; danışmanı ile birlikte insanların doğrusal ve eğrisel mağaza düzenlerinde mekânı nasıl algıladıklarını görebilmek için bu iki düzeni 3 boyutlu olarak geliştirip bireyleri bu ortama sokmak için sanal gerçekliği kullandıklarına yer vermektedir. Karma Gerçeklik Laboratuvarı'ndaki donanımların, nöron davranışıyla ilişkili hemodinamik tepkiler yoluyla beyin aktivitesinin ölçülmesini sağlayan FNIR (Fonksiyonel yakın kızılötesi spektroskopisi) cihazları gibi psikofizyolojik donanımları kullanarak bu bireylerin algısını ölçmeye yardımcı olduğunu belirten Kate, bu araştırmasının, İç Mimarlık Tasarım Eğitimcileri Konseyi (IDEC) konferansı ile Çevresel Tasarım Araştırmaları Derneği (EDRA) konferansında sunulduğunu ve Dijital Araştırma ve Eğitimi Geliştirme Koalisyonu (CADRE) konferansında Halkın Seçimi Ödülü'nü aldığını ifade etmektedir. Röportajda yer alan diğer öğrenci Andre Ferreira ise yaşlıların oturma pozisyonundan ayakta durma pozisyonuna geçmesine izin veren özel bir mobilya tasarlayarak onların sağlık, güvenlik, rahatlık ve konforunu artıracak bir projede çalıştıklarını belirtmektedir. Yaşlıların hem diz kuvvetlerinin zayıf olması hem de oturdukları bazı koltukların oturma yüksekliğinin düşük olmasının, onlar için bir tehdit oluşturmasını, karma gerçeklik laboratuvarındaki simülasyonlarla deneyimlemiş, soruna çözüm bulabilmek amacıyla yaşlılar, mobilya üreticileri, iç mimarlar ve fizyoterapistlerle görüşmüştür (bk. Oklahoma Eyalet Üniversitesi, 2022).

Oklahoma Eyalet Üniversitesi Tasarım, Konut ve Mağazacılık Bölümünde akademisyen olan Dr. Öğretim Üyesi Dr. Tilanka Chandrasekera ile sanallık sürekliliği ve bunun tasarım alanları için önemiyle ilgili röportaj yapılmıştır. Bu röportajda Tilanka (bk. Grush 2016); sektördeki şirketler tarafından 'sanal gerçeklik tasarımcısı' gibi yeni iş unvanları yaratıldığını, tasarım alanında SG, AG ve 3B baskı teknolojilerine olan talebin arttığını ve bunların kolay ulaşılabilir oldukları için kullanılmaya başlandığını, özellikle iç mimarlıkta profesyonel tasarımcıların, bu mekânların mekânsal kalitesini etkileyen faktörlere, daha inşa edilmeden önce müdahale edebilmelerini sağladığını belirtmektedir. Tilanka; İç Mimarlık Tasarımı eğitim programlarındaki stüdyo derslerine sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve üç boyutlu baskıyı dâhil ettiklerini, öğrencilerin modelleme yazılımlarıyla bir 3B ortamı modelleyerek onları sanal gerçeklikte simüle edebilmek için Unity 3D veya CryEngine gibi oyun motorlarını kullanabilir

duruma geldiklerini ifade etmektedir. Karma gerçekliğin belki de öğrencilere sağladığı en önemli avantajlarından bir tanesini Tilanka şöyle açıklamaktadır: “Öğrencilerimiz SG’yi yalnızca projeleriyle ilgili nihai sonucu görüntülemek için kullanmaz; SG, tasarımın farklı yinelenmelerini değiştirmek için yaratıcı bir tasarım aracı olarak kullanılır. Öğrenciler SG simülasyonu ile projelerini görüntüleyebilir, gözden geçirebilir ve ardından uygun gördükleri değişiklikleri yapabilirler” (bk. Grush 2016). Tilanka ayrıca, bir tasarım stüdyosu projesinde öğrencilerin tasarladıkları mobilyayı, AG kullanarak simüle ettiklerini, bunun, öğrencilerin ve jüri üyelerinin mobilyanın gerçek dünyada nasıl görüldüğünü görmelerini sağladığını söylemiştir. Yine başka bir tasarım projesinde öğrencilerin tasarladığı bir mobilyanın ağırlık merkezinin doğru yerleştirilip yerleştirilmediğini, mobilyanın devrilip devrilmeyeceğini test etmek ve onun gerçek dünyada çalışıp çalışmadığını görebilmek amacıyla 3B yazıcı kullandıklarını belirtmiştir.

Oklahoma Eyalet Üniversitesi iç mekân tasarımı öğrencilerinden Ashtyn Shugart ile yapılan röportajda Ashtyn, kendisinin karma gerçeklik laboratuvarındaki deneyimleri ile ilgili düşüncelerini şöyle dile getirmektedir:

“Bir tasarımcı olarak, bir alanın nasıl görüldüğüne dair bir 3B gerçeklik görünümü, hem tasarımınızın nasıl sonuçlanacağını anlamanın zor olduğu hem de gerektiğinde düzeltme yapmanın daha da zor olduğu 2B kâğıt temsilinden çok daha iyi. VR başlığı taktığınızda, tasarımınızın nasıl çalıştığını kolayca test edebilirsiniz ve elbette, bir şeyin beklediğiniz gibi çalışmadığını fark ettiğinizde, değişiklik yapabilirsiniz” (bk. Grush 2016).

Ayrıca Ashtyn, karma gerçeklik laboratuvarında çalışmış öğrenciler olarak hem staj bulma konusunda hem de gelecekte tasarım firmalarında kullanacakları teknoloji türlerini bilebilme konusunda avantajları olacağını belirtmektedir. Buna ek olarak Dr. Öğretim Üyesi Dr. Tilanka Chandrasekera, kampüslerinde bulunan İnsan Gelişimi ve Aile Bilimleri, Grafik Tasarım, İşletme, Matematik ve diğer bölümlerle iş birliği yapmaya başladıklarını, dolayısıyla mezunlarının mimarlar, mühendisler, müteahhitler, grafik tasarımcılar, iş liderleri gibi çeşitli alanlardan insanlarla çalışacaklarını, bu durumun öğrencilerinin gerçek dünyaya adım atarken gerçek problemlerle iş birliği içinde mücadele etmeye başlamalarına yardımcı olacağını ifade etmektedir (bk. Grush 2016).

“Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat firmaları ve stüdyoları artık iş modellerinde SG, AG veya KG'yi benimsemeye başlıyor. Daha fazla iş birliği potansiyeli, artan iş akışı verimliliği ve çekici sunumlar ile endüstri liderleri, müşterileri için tasarımlar oluşturma yöntemlerini geliştirmek amacıyla sürükleyici deneyimlerin potansiyelini görüyor. Harika tasarımlar yaratmak için gereken temel becerilere ve gerçek zamanlı teknolojileri bir araya getirebilmeye sahip bir mimar, önümüzdeki yıllarda kendini kalabalıktan ayırabilir. Bu trendi gören sadece biz değiliz. Mimarlık ve tasarım okulları da bunu görüyor ve bu teknolojileri zaten akademik programlarına dâhil ediyor” (Blog Moduluc, 2019).

Dijital gerçekliğin günlük yaşamda daha büyük bir rol oynamasıyla San Diego Eyalet Üniversitesi (SDSU) 2022 yılı ocak ayında, sınıfta gelişmekte olan sürükleyici teknolojilerin kullanımını genişletmek için bir artırılmış, sanal ve karma gerçeklik (SG/AG/KG) araştırma merkezinin tanıtımını yapmıştır. Bilgi Teknolojisi Birimi, Sanal Sürükleyici Öğretme ve Öğrenmeyi resmi bir araştırma merkezi olarak başlatmıştır.

Bilgi teknolojilerinden sorumlu başkan yardımcısı Jerry Sheehan, *"bu, geleneksel öğrenme ortamını geliştirmek ve öğrenci katılımını artırarak öğrencinin dikkatini önemli ölçüde artırmak için sürükleyici teknolojilerin muazzam gücünden yararlanmakla ilgilidir" (San Diego Eyalet Üniversitesi, 2022) demiştir.*

ABD Cincinnati Üniversitesi Tasarım, Mimarlık, Sanat ve Planlama Fakültesi'nde Öğretim Üyesi olan Dr. Ming Tang, sanal gerçeklik ve fiziksel mimari arasındaki ilişkiyi araştıran karma gerçeklik çağında mimarlık eğitimi vermektedir. Tang (2018), mimarlık eğitiminde karma gerçekliğin kullanımı konusunda; stüdyo dersindeki öğretim ve gözlemler yoluyla, duyusal deneyim sağlamak ve bir gerçeklik duygusu yaratmak amacıyla SG ve AG'nin mimarlık eğitiminde tanıtılması ve kullanılması gerektiğine inandıklarını, stüdyo dersi projelerinde öğrencilerin, konsept değerlendirme, program planlama ve son olarak prototip oluşturmaya kadar önerilerde bulunduklarını, karma gerçekliğin gelecekçi projeleriyle ilgili önerilen senaryoların hızla oluşturulmasında, görselleştirilmesinde ve paylaşılmasında kendilerine yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Stüdyo dersinde yapılan ankette, öğrenci Christian Austin, stüdyoda bir iletişim aracı olarak KG kullanmanın yararını şöyle anlatmaktadır:

"Bir şeyi 3B olarak görüntülemek, bir binanın hacmini bilgisayar ekranlarımızda küçük olarak objeleştirmek yerine, bu teknoloji ile daha önce göremediğimiz sorunları bulmamıza, onları keşfederek ölçeğini ve kullanıcı deneyimini değerlendirmemize böylece proje ile ilgili daha derin bir analiz yapabilmemize izin veriyor. Böylece tasarımlarımız, projelerimiz, tasarım sürecinde hedeflenenden daha erken bir zamanda oturulabilir bir mekâna getirilebiliyor, bu ise tasarıma ilişkin yaklaşımı ve dolayısıyla tasarımın kendisini iyileştirebiliyor" (Tang, 2018).

Öğrenci Mark Specker ise, karma gerçekliğin, gerçek dünyadainşaatı oluşturulacak olan bir yapının inşa edilmeden önce yeni nesil mimarlara, öncü bir deney yapmaları için mükemmel bir çözüm sunduğunu; karma gerçekliğin, her konseptin, benzeri görülmemiş bir netlikle yeniden keşfedilmesini sağladığını ve mimarlığın ilkelerini yeniden tanımladığını ifade etmektedir (bk. Tang, 2018).

İç Mimarlık Eğitiminde Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı başlığı (4.1)'de belirtildiği gibi ABD'nin New York şehrinde bulunan dünyanın en saygın ve prestijli mimarlık okullarından biri olan Cornell Üniversitesi' ne bağlı Mimarlık, Sanat ve Planlama Fakültesi ile Epic Games (Unreal Engine video oyunu yapım ve geliştirme şirketi) sanal mimari ve kentsel tasarım konusunda bir iş birliği içinde yer almış ve Cornell'den Öğretim Üyeleri Unreal Engine oyun motorunu mimari tasarıma uyarlamaya odaklanmışlardır (bk. Blog Moduluc, 2019).

Northwestern Üniversitesi McCormick Mühendislik Okulu'nun SG/AG/KG ile tasarım ve bina inşaatını gerçek zamanlı olarak deneyimleme olanağı sunan sınıfları bulunmaktadır. Bu sınıf, öğrencilerin proje süreci sürecinde karma gerçeklik teknolojilerinin mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) endüstrisinde nasıl kullanılacağını anlamalarına yardımcı olmayı amaçlamaktadır (bk. Blog Moduluc, 2019).

Güney Kaliforniya Üniversitesi (USC), Mimarlık Fakültesi, mimari görselleştirme için oyun motorlarının kullanımı konusunda sınıf eğitimi veren mimarlık programlarından biridir. 'Gerçek Zamanlı Temsil: Oyun Motorları ve Sanal Gerçeklik', mimarlık öğrencilerine oyun

motoru Unity programı aracılığıyla SG deneyimleri için mimari görselleştirmelerin nasıl geliştirileceğini öğreten bir sınıftır. California Üniversitesi Karma Gerçeklik Laboratuvarı, ortaya çıkan insan-makine etkileşimlerini keşfetmek ve bu süreçte yenilikçi donanım, platform ve sistem çözümleri geliştirmek amacıyla 2008 yılında Yaratıcı Teknolojiler Enstitüsü'nde kurulmuştur. Laboratuvar, o zamandan beri, kapsamlı içerik tasarımı, sanal varlıklar için uyarlanabilir optimizasyon teknikleri, sanal deneyimlere akıllı sistem entegrasyonu, karmaşık veri görselleştirme ve yeni nesil arayüz geliştirmeyi içerecek şekilde kapsamını genişletmiştir. Laboratuvarda 7 stüdyo ve 4 SG istasyonu yer almaktadır. Bu teknolojik olanaklar sayesinde öğrenciler mimari projelerde yapısal ölçeği, yüksekliği, mekânda ışığı daha iyi anlamayabilmenin yanı sıra onları daha etkili bir şekilde nasıl sunacaklarını öngörebilmekte ve projelerinde gerektiğinde sunum öncesinde revizyon yaparak avantaj sağlayabilmektedir (bk. Blog Moduluc, 2019).

Missouri Üniversitesi Mimarlık Bölümü, üniversite sistemi genelindeki öğrencilerin ve araştırmacıların sürükleyici deneyimler içeren projeler üzerinde iş birliği yaptığı iLab (Immersion and Visualization Lab) 'a ev sahipliği yapmaktadır. Bölüm, laboratuvara erişimi olan iki farklı kurs sunmaktadır ve araştırmaların çoğu, bir kullanıcı tarafından sanal bir ortamda uzamsal temsilin nasıl deneyimlendiğini anlamaya odaklanmıştır. Böylece hem tasarımcıların hem de müşterilerin bir dijital projeyi SG, AG ve KG ile nasıl yorumlayabileceğini anlamak doğrudan mümkün olabilecektir (bk. Blog Moduluc, 2019). Missouri Üniversitesi Mimarlık Bölümü'ndeki Görselleştirme Laboratuvarı (Visualization Lab-iLab) mimari, iletişim ve ilgili disiplinler alanında sürükleyici deneyim, mekânsal anlayış, görsel biliş ve veri analitiği gibi konularda kuramsal bilgiyi artırmaya çalışmaktadır. Ayrıca Laboratuvar, yüksek lisans ve lisans öğrencilerine çeşitli araştırma metodolojileri ve uygulamalı deneyimler sunmaktadır. Öğrenciler deneysel uyaranların geliştirilmesi ve gözlem ile ölçme teknikleri gibi konularda pratik deneyim kazanmaktadır (bk. Architectural Studies, 2022)

Savannah Sanat ve Tasarım Üniversitesi (SCAD), güzel sanatlar lisans eğitiminde, sürükleyici gerçeklikte bir eğitim hizmeti sunmaktadır. Üniversite, müfredatın bir parçası olarak Apple ARKit, Google ARCore ve Oculus gibi yazılımları ve hatta Unity ve Unreal Engine oyun motorlarını kullanmaktadır. Oculus Rift, Oculus Go, HTC Vive, Samsung Gear ve Microsoft HoloLens gibi en yeni donanımlarla SCAD öğrencileri, sürükleyici teknolojilerin en ileri noktasında çalışmaktadır. Müfredat mimaride zorunlu dersleri listelemese de bu ana dalın uzun

süredir mimari ve tasarım odaklılığıyla bilinen SCAD kampüsüne dâhil edilmesi, bu programdan mezun olan öğrencilerin mimarlık, mühendislik ve inşaat (AEC) endüstrisinde bu teknolojileri nasıl kullanılabileceklerine dair güçlü bir anlayışa sahip olmalarını mümkün kılmaktadır (bk. Blog Moduluc, 2019).

Drexel Üniversitesi Westphal Medya Sanatı ve Tasarımı Fakültesi bünyesinde yer alan Virtual Reality and Immersive Media programı, teknik bilgi birikimini ve sanatsal ifadeyi sürükleyici teknolojilere dâhil etmek isteyen öğrenciler için bir eğitim hizmeti sunmaktadır. SCAD gibi, program doğrudan mimarlık bölümüne bağlı değildir. Ama SCAD gibi, Philadelphia merkezli okulda güçlü bir mimari eğitim programı bulunduğu için yakın gelecekte ikisi arasındaki iş birliği olasılığı görülmektedir (bk. Blog Moduluc, 2019).

Ringling Sanat ve Tasarım Okulu, Sanal Gerçeklik Geliştirme biriminde güzel sanatlar lisans eğitiminde hizmet sunmaktadır. Bir öğrencinin lisans olarak dört yıl boyunca SG eğitimi tamamen keşfetmesine izin veren bir eğitim kurumudur. Okul, endüstride sürükleyici teknolojilerin potansiyel uygulamasını açıkça gördüğü için mezuniyet sonrası olası iş alanlarından biri olarak mimariyi öncelemektedir (bk. Blog Moduluc, 2019).

Shenandoah Üniversitesi, birden çok formatta SG/AG eğitimi sunmaktadır. Oyun motoru Unity programının kullanımı eğitim müfredatında yer almıştır. Unity geçmişine sahip bir mezun, sürükleyici teknolojileri birleştirmek isteyen mimarlık, mühendislik ve inşaat tasarım ofisleri tarafından tercih edilir olacaktır (bk. Blog Moduluc, 2019).

Görüldüğü üzere SG/AG/KG teknoloji deneyimleri, oyun ve eğlenceden çok daha fazlasını sunmaktadır. Bu süreçten mezun olan öğrenciler, ihtiyaç duyulan gerçek zamanlı teknolojileri yukarıda adı geçen endüstri alanlarına uygulamak için gerekli becerilere sahip adaylar olacaklardır. Böylece hızla büyüyen bir sektörde yerlerini alabileceklerdir. Sürükleyici dijital gerçeklik, tasarım, teknoloji, eleştirel düşünme ve yaratıcılığın yeniden tanımlandığı bir süreçte bu mezunlar güçlü bir etki yaratabilme potansiyelinde olabileceklerdir. Dijital gerçekliklerle ilgili gelişmelerde asla mükemmelliğe ve sürecin tamam olduğuna inanmamak, onun yerine sürekli araştırmaya, geliştirmeye, iyileştirmeye ve sürekli değişime dönük olmak hem mesleğin

ve alanın geleceği, sektörün geleceği açısından hem de akademisyen ve profesyoneller açısından göz ardı edilmemelidir. Üniversiteler tarafından sunulan akademik teklifler, mimarlık, mühendislik ve inşaat firmalarının akademik merkezlerle ortaklık kurulması ve iş birliğinde olunması noktasında bir görev üstlenebilir. Böylece bu becerileri sektöre kazandırmak için yeni ekip üyeleri bulmak amacıyla verimli, kaliteli, güvenilir ve gelecekçi bir zemin oluşturabilir, anlaşma sağlanabilir.

Görüldüğü üzere, Amerika Birleşik Devletleri örneğinde yer verilen üniversitelerin yapmış olduğu hem alt yapı yatırımlarının hem karma gerçekliğin stüdyo derslerine entegre edilmesinin; hem de karma gerçekliğin öğretim üyeleri ve öğrencilerle yapılan röportajlarda onlara sağladığı avantajların, bu teknolojinin iç mimarlık eğitime sağladığı avantajlarının olduğu düşüncesini ve gelecekte kullanımının daha da önem kazanacağı öngörüsünü destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Günümüzde bu dijital teknolojilerin eğitim, eğlence, askeriye, turizm, pazarlama ve reklam, mimarlık, mühendislik ve inşaat gibi alanları ne kadar etkilediği, endüstrinin teknolojiyi ne kadar hızlı benimsediği yukarıda yer alan açıklamalarda ortadadır. SG, AG ve KG geliştirici firmaların (Apple, Microsoft, Samsung, HTC, Acer vb.) pazar büyüklüğü ve kullanıcı benimseme oranları göz önünde bulundurulduğunda bu teknolojilere yatırım yapmaya başladığı söylenebilir. Bu eğilimlerin sektörü ne kadar hızlı değiştireceğini tahmin etmenin zor olmayacağı düşünülebilir. Yukarıda adı geçen üniversitelerin kullandığı donanımlara, yazılımlara ve bu teknolojilerin eğitime nasıl dâhil edildiğine dair bilgiler özet olarak aşağıda yer almaktadır (Tablo 7).

Tablo 7: ABD’de karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo

Üniversite	Donanım-Yazılım	Kullanım alanı	Ders-Kurs
Oklahoma Eyalet Üniversitesi Tasarım, Konut ve Mağazacılık Bölümü	SketchUp, Unity Game Engine, CryEngine, Autodesk Revit	Mimarlık ve İç mimarlık	Ders/kurs verisine ulaşılamadı
Oklahoma Eyalet Üniversitesi İnsan Bilimleri Fakültesi İç Mimarlık	1) Yaşlanma simülasyonu donanımları/giysileri (gözlükler, kulaklıklar, eldiven ve ayakkabılar) 2) Hareket yakalama Sistemi simülasyonu	Mimarlık ve İç mimarlık	Ders/kurs verisine ulaşılamadı

Programı	3) Göz takibi simülasyonu 3) FNIR (Functional Near Infrared Optical Imaging System) cihazları, ECG (Electrocardiogram Amplifier System), EDA (Electrodermal Activity Amplifier System) ve EEG (Emotiv Electroencephalography) gibi psikofizyolojik donanımlar		
San Diego Eyalet Üniversitesi	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Kullanım alanı verisine ulaşılamadı	Ders/kurs verisine ulaşılamadı
Cincinnati Üniversitesi Tasarım, Mimarlık, Sanat ve Planlama Fakültesi	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Mimarlık ve İç mimarlık	Ders
Cornell Üniversitesi Mimarlık, Sanat ve Planlama Fakültesi	Unreal Game Engine	Mimarlık	Kurs/ Seminer
Tufts Üniversitesi Güzel Sanatlar Müzesi Üniversitesi	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Sinema ve dijital oyun tasarımı	Kurs
Northwestern Üniversitesi McCormick Mühendislik Okulu	Autodesk Revit	Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC)	Ders
Güney Kaliforniya Üniversitesi (USC), Mimarlık Fakültesi	Unity Game Engine	Mimarlık	Ders
Minnesota Üniversitesi Tasarım Fakültesi	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Mimarlık	Ders/kurs verisine ulaşılamadı
Missouri Üniversitesi Mimarlık Bölümü	70 inç 3D TV'ler, sanal gerçeklik (VR) HMD'leri (HTC Vive, HTC Vive Pro Eye, Oculus Rift, Quest ve Go, Fove, Gear VR, Loox VR), etkileşimli 3D ekranlar (zSpace) artırılmış gerçeklik (AR) gözlükleri (HoloLens, Meta 2, Epson Moverio), tam vücut hareket yakalama ve izleme (18 kameralı Optitrack sistemi ve IMU tabanlı) Algı Nöronu); yüksek çözünürlüklü 3D tarayıcı (Creaform HandySCAN 3D) ve insan-bilgisayar etkileşimi için ölçüm araçları (LogSquare, INTERACT), göz izleme (VR ekranlarıyla kullanım için SMI Mobil gözlükler) ve psikofizyolojik donanım (çeşitli sensörlere sahip 10 kanallı Procomp Infinity sistemi) – EKG, EMG, GSR; Duygusal EEG kulaklığı) CAD (AutoCAD, Rhino, Modo, Solidworks), modelleme ve animasyon (Blender, Mudbox, 3D Stu-	Mimarlık	Kurs/ Seminer

	dio Max, Maya, MotionBuilder, Motive Yapı Bilgisi Modelleme (Revit) ve eşleştirme, 3D birleştirme ve özel efekt yazılımı (PFTrack, PFDepth, Nuke, Mari, Ocula, After Effects, Premiere, Vegas), Oyun geliştirme platformları (Unity3D, Unreal) ile sanal ve artırılmış gerçeklik geliştirme (EON Reality) araçlarının yanı sıra laboratuvarında ayrıca yüksek kaliteli, fotogerçekçi işlemler ve sanal gerçeklik simülasyonları geliştirmek için bu yazılım araçlarını desteklemek için 14 üst düzey grafik iş istasyonu bulunur.		
Savannah Sanat ve Tasarım Üniversitesi (SCAD)	Apple ARKit, Google ARCore ve Oculus Unity Game Engine ve Unreal Game Engine yazılımları kullanılıyor. Oculus Rift, Oculus Go, HTC Vive, Samsung Gear ve HoloLens bulunmaktadır.	Mimarlık, Mühendislik ve İnşaat (AEC)	Ders
Drexel Üniversitesi Westphal Medya Sanatı ve Tasarımı Fakültesi	Unity Game Engine, Unreal Game Engine	Sanal Gerçeklik ve Sürükleyici Medya Programı	Kurs
Ringling Sanat ve Tasarım Okulu, Sanal Gerçeklik Geliştirme Birimi	Donanım/yazılım verisine ulaşamadı	Mimarlık	Ders/kurs verisine ulaşamadı

4.1.2. KARMA GERÇEKLIK TEKNOLOJİLERİNİN

İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE KULLANIMI: AVRUPA ÖRNEĞİ

Avrupa Birliği ülkelerinin bir kısmının geçmişte özellikle otomotiv, havacılık ve makine endüstrisine yaptıkları yatırımlar ve geliştirdikleri politikalar sayesinde, bugün güçlü ekonomisiyle dünya ülkeleri arasında yer aldığı düşünülebilir. Örneğin otomotiv sektöründe Almanya (Porsche, BMW, Audi, Mercedes-Benz, Volkswagen, Opel), Fransa (Bentley, Citroën, Peugeot, Renault), İngiltere (Rolls-Royce, Jaguar, Land Rover, Mini Cooper, Aston Martin, Lotus), İspanya (Seat), İsveç (Volvo), İtalya (Ferrari, Lamborghini, Alfa Romeo, Fiat) dünya piyasalarına hâkim konumdadır. Avrupa’da otomotiv sektörü dışında tarım ve balıkçılık, bankacılık ve taşımacılık gibi diğer sektörlerle ek olarak yazılım sektörünün de gelişmesiyle birlikte, bilgi, iletişim ve yazılıma dayalı iş alanlarının; geleneksel sanayi alanlarında yer alan iş alanlarının yerini almaya başladığı, hatta bilişim sektöründe yer alan firmaların hızla büyüdüğü ve ülke ekonomisine çok büyük katkı sağladığı söylenebilir. Geçmişin sanayi ekonomisinden/toplumundan bugünün bilgi ekonomisine/toplumuna geçişin, değişimin, dönüşümün önemi

artık güçlü ülkeler tarafından kavranmış durumdadır. Uygulamalı bilimler alanında güçlü olan bu ülkelerden bazıları bu birikimlerini yazılım ve donanım teknolojilerine aktarmayı başarabilmişlerdir. Günümüzde bilgi ve yazılım üretimiyle içerik oluşturan çeşitli çalışmaların dünyada önem kazandığı, özellikle karma gerçeklik teknolojilerinin bu alana yapılan yatırımlar sayesinde yüksek katma değerli endüstri yarattığı bilinmektedir. Dünya haritasına bakıldığında Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve bazı Asya ülkelerinin (Güney Kore, Çin, Japonya, Tayvan gibi) önemli bir birikime ve geçmişe sahip merkezler olduğu söylenebilir. Bezegová, Ledgard, Molemaker, Oberč ve Vigkos’a (2017) göre Avrupa;

“sanal gerçeklik araştırma ve üretim endüstrisi uygulamalarında uzun süredir devam eden bir geleneğin rekabet avantajı yanı sıra, yaratıcılık ve kültürel çeşitlilik açısından da, küresel SG sahnesinde güçlü ve gelecek vaat eden bir oyuncudur” (s.5). (...) “Sadece Avrupa Birliği’nin 28 devletini değil, aynı zamanda İsviçre, Norveç, İzlanda, Lihtenştayn, Balkan ülkeleri ve Doğu Avrupa’yı da anladığımız Avrupa, akademik SG ve AG araştırmalarında zengin bir geleneğe sahip olduğu, uygun ortam ve yüksek hassasiyetli teknolojilerin geliştirildiği yerdir” (s.8). Ayrıca, “1990’ların başından bu yana, AB araştırma fonları, SG ve AG’ye ayrılmış 450’den fazla projeyi destekledi ve toplam 1 milyar Avro’yu aştı. Kamu araştırma fonlarının (Avrupa Birliği ve ulusal kamu fonları) mevcudiyeti nedeniyle, Avrupa üniversiteleri ve araştırma merkezleri 1970’lerden beri SG ve AG ile deneyler yapıyor ve başarılı uygulamalar bulma konusunda oldukça ilerlemiş durumdadır (s.9).”

Ekonomisi güçlü, yazılım ve bilişim teknolojilerinde girişimci ve üretken olan bazı Avrupa ülkelerinin karma gerçeklik teknolojisinde de iyi olabileceği ve bilgi birikimi transferiyle bunu başarabileceği varsayılabilir. Örneğin Avrupa’nın en büyük birinci ekonomisi olan Almanya’nın, sanal gerçeklik pazarına en çok katkıda bulunan ülkelerden biri olması şaşırtıcı değildir. *“Fransa, Almanya, Birleşik Krallık ve Hollanda, SG ve AG sektörünün Avrupa’daki öncüleri arasında yer almaktadır. Almanya, küresel SG/AG pazarına en çok katkıda bulunan ülkelerden biridir. Avrupa’nın en büyük ikinci ekonomisi olan İngiltere (Birleşik Krallık) 2019’da küresel SG/AG pazarına yaklaşık %11 katkıda bulunmuştur. 2019 ve 2025 yılları arasında, Birleşik Krallık’ın SG pazarında %33,3’lük bir Bileşik Yıllık Büyüme Oranı büyümesi beklenmektedir. Fransa, küresel VR/AR pazarına en çok katkıda bulunan ülkelerden biridir. 2019’da küresel SG/AG pazarına neredeyse %5,5 katkıda bulunmuştur” (bk. cbi.eu, 2021).* İtalya’nın yukarıda küçük bir ülke olduğundan bahsedilmişti. O nedenle Avrupa SG pazarında

öncü olarak kabul edilmeyebilir. Ancak, tarihi ve doğal güzellikleriyle oldukça popüler bir turizm ülkesi olan İtalya’da, SG ve AG teknolojilerinin bu sektörde oldukça yaygın olarak kullanıldığı öngörülebilir. *“İtalya, Avrupa Birliği tarafından en fazla finanse edilen VR araştırma projelerine sahip üçüncü Avrupa ülkesidir. Avrupa Birliği'nden araştırma fonu alan ikinci Avrupa ülkesidir” (bk. cbı.eu, 2021).* Hollanda ve İsveç ise Avrupa’nın en teknolojik ülkelerinden ikisidir. *“Forbes 2000, bilişim teknolojileri şirketlerinin etkileyici bir şekilde %60’ı Hollanda’da faaliyet göstererek ülkeyi gerçek bir BT etkin noktası haline getirdi” (bk. cbı.eu, 2021).* Bu ülkelerde yatırım yapılan karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık eğitiminden daha ziyade özellikle film ve dijital oyun sektöründe etkin olduğu, şirketlerin ve geliştiricilerin daha çok bu alana yöneldiği görülmektedir. *“En büyük SG ve AG endüstri segmentleri film ve oyun endüstrisidir. Örneğin, “İsveç’in SG ve AG market pazarında oyun stüdyoları ve okulları vardır” (bk. cbı.eu, 2021).*

Dolayısıyla Avrupa ülkeleri ilgili politikalarla, akademik kurumları ve bilim insanlarıyla, inovasyon ve Ar-Ge merkezleriyle, destekleme projeleri ve şirketleriyle, yaratıcı çalışmalara ilham kaynağı olabilecek çok kültürlülüğü ve dil çeşitliliğiyle karma gerçeklik rekabet ortamında güçlü bir Avrupa olarak var olduklarını göstermektedir.

“SG ve AG için Avrupa pazarının 2018 ile 2026 arasında katlanarak büyümesi bekleniyor. Ortalama yıllık %35’lik etkileyici bir büyüme oranıyla, pazarın 2026’da 43 milyar Euro civarında bir değere ulaşması bekleniyor. Avrupa SG ve AG pazar büyümesinin 2023’e kadar Kuzey Amerika’yı geçmesi bekleniyor. 2023’e kadar dünya çapında AG/SG gelirinin %25’i Avrupa’ya atfedilebilir. Avrupa’da SG ve AG araştırmaları Fransa, Birleşik Krallık, Almanya ve İsveç’te yoğunlaşmıştır. Hollanda ve İtalya daha küçük ülkelerdir, ancak yine de SG ve AG hizmet sağlayıcıları için ilgi çekici yerlerdir” (bk. cbı.eu, 2021).

Avrupa Birliği ülkeleri tarafından elde edilen bu başarının ardında nitelikli işgücünün olması onun büyümesini nispeten kolaylaştırabilmektedir. Çünkü bilişim sektörünün en önemli sermayesi eğitilmiş insanlardır. Bu nedenle Avrupa Birliği üniversiteleri bu alanda içerik geliştiricilerin eğitime önem vermektedir. *“Avrupa, oyun endüstrisi ve SG animasyon sektörü için*

3B modelleme ve bilgisayar aracılığıyla içerik oluşturabilme yeteneğine sahip çok sayıda yüksek vasıflı ve kalifiye personele sahiptir (Bezegová ve diğerleri, 2017, s.9). Avrupa Birliği ülkelerinde bu endüstride eğitim veren üniversitelere ilişkin açıklamalar şöyledir:

İngiltere’de bulunan Falmouth Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü’nün web sayfasında, kurumun özel tasarım stüdyolarında sanal ve artırılmış gerçeklik donanım ve yazılımları ile öğrencilere projelerinde destek verildiği ifade edilmektedir (bk. falmouth.ac.uk, 2022). Bölüm web sayfasında müfredat ders içerikleri incelenmesine rağmen karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili bir ders içeriğine rastlanılamamıştır.

Yaratıcı Sanatlar Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü’nün web sayfasında, öğrencilerin, çeşitli ortamlar için tasarımlar oluşturmak amacıyla Mimarlık ve Tasarım Okulu’ndaki öğrencilerle birlikte çalışacakları, tasarımcının çağdaş toplumdaki rolünü sorgulayacakları ve değerlendirecekleri bilgisi yer almaktadır. Ayrıca eğitimin her yılı için grup dersleri ve kişisel çalışma için kullanılan açık plan stüdyo alanları olduğu, eğitim kapsamında öğrencilere sunulan olanaklar arasında ise sanal gerçeklik laboratuvarı, ahşap, metal, plastik ve seramik üzerinde çalışmak için makineler içeren bir 3B atölyesi ve tasarım ve animasyon için yazılım çalıştıran Mac’ler ve PC’ler ile tam donanımlı bilgisayar stüdyoları bulunduğu bilgisi paylaşılmaktadır (bk. Uca.ac.uk, 2022). Bölümün web sayfasından müfredat ders içerikleri incelendiğinde karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili tanımlı bir ders olmadığı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, Yaratıcı Sanatlar Üniversitesi’nde onur dereceli (BA Hons) lisans Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü de bulunmaktadır. Bu bölümün müfredat ders içerikleri web sayfasından incelendiğinde ise birinci yıl; ‘Sanal Gerçeklik Teknolojileri’, ‘Genişletilmiş Gerçeklik Tarihi ve Evrimi’, ‘Genişletilmiş Gerçeklik Uygulaması ve İçeriği’, ikinci yıl; ‘Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri’, ‘Mekânsal Etkileşim Tasarımı’, ‘Sanal Prodüksiyon Stüdyosu (seçmeli)’ gibi dersler okutulduğu gözlemlenmiştir (bk. Uca.ac.uk, 2022).

Plymouth Üniversitesi Yaratıcı Teknolojiler Bölümü yüksek lisans programının temel uzmanlıkları arasında; etkileşim tasarımı, arayüz tasarımı, sosyal medya tasarımı, etkileşimli web medyası, mobil uygulama tasarımı, web tasarımı, duyarlı ve sürükleyici ortamlar, internet sanatı, ağ tabanlı sanat ve yazılım sanatı bulunmaktadır. Üniversitede hem kurumsal araştırma ve akademik gelişimi hem de tasarım fikri, prototip oluşturma ve ürün geliştirmeyi desteklemek

için sanal ve artırılmış gerçeklik, robotik, 3B tarama, yazdırma ve hareket yakalama teknolojilerinin kullanıldığı ‘Dijital Üretim ve Sürükleyici Medya Laboratuvarları’ yer almaktadır. Laboratuvar, öğrenciler ve akademisyenler yanında AG, KG ve SG ile deney yapmak isteyen tüm sektörlerden yaratıcı disiplinler arası iş birliklerini desteklediğini belirtmektedir (bk. Palymouth.ac.uk, 2022). Üniversitede İç Mekân ve Stil Tasarımı Bölümü olmasına ve müfredat ders içerikleri incelenmesine rağmen karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili bir ders içeriğine rastlanılamamıştır.

Portsmouth Üniversitesi Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü lisans programının web sayfasında bölümle ilgili olarak, eğlence dışı uygulamalara ağırlık verilerek sanal ve artırılmış gerçekliğin hem teknik hem de tasarım temellerinde ustalaştıkça, adayların becerilerinin artacağına, gelişen teknoloji endüstrilerinde ve ötesinde kariyer başarısı sağlayacaklarına vurgu yapılmaktadır (bk. Port.ac.uk, 2022). Bölüm bünyesinde yer alan Sanal Gerçeklik Laboratuvarı’nın, SG endüstrisi tarafından kullanılan en yeni sürükleyici ve etkileşimli teknolojilerle donatıldığı, öğrenci ve akademisyenlerin laboratuvarı araştırma projeleri için kullanabileceği, kurum dışı şirketler tarafından da kiralayabileceği ifade edilmektedir. Laboratuvarda yapılan araştırmaların 3 uzmanlık alanına odaklandığı belirtilmektedir. Bunlar: Teknolojiyle geliştirilmiş sağlık ve refah, ciddi oyunlar ile sanal ortamlarda etkileşimli hareket (bk. Virtual Reality Lab, 2022). Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü ise, SG/AG geliştiricileri, mimar ve mühendisler, C++/C# geliştiricisi ve daha fazlası olmak için beceri kazanmak isteyen öğrenciler için en uygun derece olduğu; öğrencilerin, oyun motorları, kaynak geliştirme kitleleri ve Oculus Rift, HTC Vive, Elektroensefalogramlar (beyin dalgası arayüzleri), kalp monitörü ve yüz tanıma sistemleri gibi en yeni ticari çevre birimleri dâhil olmak üzere endüstri standardı yazılımları kullanabilecekleri belirtilmektedir.

Lund Üniversitesi Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Yüksek Lisans Programında çok disiplinli bir araştırma ve öğrenme ortamı ile SG ve AG teknolojisinde bütünsel bir yaklaşımla teorik bilgi ve teknik becerilerin kazanımı konusunda eğitim verildiği ve sanal gerçekliği tasarlayabilen, uygulayabilen, değerlendirebilen nitelikli profesyoneller yetiştirmesi amaçlandığı ifade edilmektedir. Program içeriği şunları bünyesinde barındırmaktadır: Bilgisayar grafikleri ve SG/AG uygulamaları için etkileri, SG/AG izlemede görüntü analizi ve uygulamaları, SG/AG uygulamalarında 3B etkileşim ve SG/AG geliştirme için kullanıcı merkezli

tasarım metodolojisi. Web sayfasında yer alan program müfredat ders içerikleri incelendiğinde, sanal ve artırılmış gerçeklikle ilgili derslerin doğrudan tanımlı olduğu görülmektedir. Örneğin, ikinci dönemde, ‘Teori ve Pratikte Sanal Gerçeklik’ (7.5 kredi), üçüncü dönemde ‘Artırılmış Gerçeklik Etkileşimi’ (7.5 kredi) ve Genişletilmiş Gerçeklik (7.5 kredi) şeklinde dersler yer almaktadır (bk. Lunduniversity.lu.se, 2022).

Bristol ÜniversitesiSürükleyici Teknolojiler (Sanal ve Artırılmış Gerçeklik) Lisansüstü Programında, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile çalışmalar için teknolojik bilgi ve beceri; genişletilmiş gerçeklik deneyimlerini destekleyen sürükleyici teknolojilerdeki eleştirel teori ve pratik becerilerin genişliği ve derinliği; teknolojik kısıtlamaları karşılarken ve ticari ihtiyaçları ele alırken ilgi çekici sürükleyici deneyimler sağlamak için içerik oluşturma, ve sunuma hazırlama bilgi ve becerisi; işbirliği içinde çalışarak çeşitli bağlamlar için yenilikçi sürükleyici deneyimler yaratmak amacıyla disiplinler arası çalışma yeterliği kazandırıldığı ifade edilmektedir (bk. Bristol.ac.uk, 2022). Bristol Üniversitesi’nde iç mimarlıkla ilgili lisans ya da lisansüstü programı bulunmamaktadır.

Londra Sanat ÜniversitesiSanal Gerçeklik yüksek lisans programı (MA), sanal gerçeklik, film yapımı, görsel efektler, animasyon, 3B bilgisayar animasyonu, 3B modelleme ve çevre tasarımı,360 derece film yapımı, oyunlar ve etkileşimli AG uygulamaları, dijital oyun geliştirme ve sürükleyici artırılmış gerçeklik deneyimlerinde karma gerçeklik teknolojilerinin uygulamasını keşfetme ve geliştirme fırsatları sunulmakta; SG endüstrisinin yanı sıra animasyon, film, televizyon, oyun ve pazarlama gibi sanal gerçeklik teknolojilerini hızla benimseyen sektörlere öğrencileri hazırlamaktadır. Web sayfasında yer alan program müfredat ders içerikleri incelendiğinde ‘Yaratıcı SG Proje Portfolyo’ (40 kredi) ve ‘Sürükleyici Deneyimler Tasarlamak’ (20 kredi) gibi dersler olduğu görülecektir (bk. Arts.ac.uk, 2022). Ayrıca Londra Sanat ÜniversitesiLondra İletişim KolejiYaratıcı Teknoloji Laboratuvarı’nda çeşitli teknoloji projeleri desteklenmektedir. Yaratıcı Teknoloji Laboratuvarı öğrencileri, ‘Sanal Gerçeklik ve Oyunlar’ alanında da desteklemektedir. Her iki alan da oyun geliştirmelerinde Unity ve Unreal Engine gibi oyun motorlarını kullanmaktadır. Bu yazılım ve programlama araç zinciri, bir mobil cihazdan sanal gerçeklik başlığına, oyun konsolu ya da masaüstü bilgisayara kadar çeşitli araçbirimler kullanılarak keşfedilebilecek sanal ortamlar oluşturulmasına olanak tanımaktadır (bk. Arts.ac.uk, 2022).

İngiltere’de bulunan York St John Üniversitesi Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü web sayfasında, büyüyen sanal ve artırılmış gerçeklik endüstrisi için öğrencilerin kendilerini ifade etmelerine ve dijital deneyimler tasarımlarına olanak tanıdığını ve öğrencileri bu gelişmekte olan alanda yeni nesil dijital içerik oluşturucu olarak yetiştirildiği bilgisine yer verilmektedir. Web sayfasında yer alan program müfredatı ders içerikleri incelendiğinde, ‘İmmersive Tasarım’ ve ‘Tasarım İnovasyon Projesi: Sanal ve Artırılmış Gerçeklik’, ‘Büyük Tasarım Projesi: Sanal ve Artırılmış Gerçeklik’, ‘Tasarım Düşüncesi’ gibi dersler verildiği gözlemlenmektedir (bk. Yrksj.ac.uk, 2022). İç Mimarlık Bölümü lisans programının web sayfasında yer alan program müfredatı ders içerikleri incelendiğinde ise sanal ve artırılmış gerçeklikle ilgili herhangi bir derse rastlanılamamıştır.

İspanya’da bulunan Milan Avrupa Tasarım Enstitüsü (IED) yüksek lisans programında, yeni nesil tasarımcılara sanal gerçeklik teknolojisi ve araçlarını kullanarak sürükleyici deneyimler ve çözümler yaratılması öğretilmektedir. Sanal gerçeklik hızla birçok sektörde yerini alırken pazar, bugün ve gelecek senaryosunu anlayan, mevcut teknolojinin potansiyelini fark eden ve içerik, deneyim, ürün ve hizmetlerin tasarımında yaratıcı bir yaklaşım sergileyen daha fazla uzmanlaşmış profesyoneller yetiştirebilme misyonuyla hareket edildiği söylenmektedir (bk. Ied.edu, 2022). Program üç bölüme ayrılmıştır. Bunlar:

- Teori modülünü kapsayan tasarım stüdyosu,
- Belirli sanal gerçeklik donanım ve yazılımlarıyla nasıl çalışılacağını öğrenmek için tasarım teknolojisi,
- Çeşitli alanlarda projeler ve deneyimler oluşturmak ve geliştirmek için kapsamlı bir tasarım laboratuvarıdır (bk. Ied.edu, 2022).

Öğrenci bu yüksek lisans programını tercih ettiğinde;

- Sanal gerçeklik kullanarak sürükleyici, iletişimsel, duygusal ve sosyal deneyimler tasarlamak, geliştirmek ve üretmekle ilgili süreçleri ve metodolojileri kavrayabilecek,
- Gelecekteki profesyonel projeleri geliştirmek için belirli sanal gerçeklik teknik bilgisi, metodolojisi ve araçlarından oluşan sağlam bir temel oluşturabilecek,
- Tasarım ve VR teknolojisi araçlarını kullanarak anlatılar, ortamlar ve hizmetler geliştirebilecek,

- Sanal gerçeklik tasarım yazılımını ve donanımını rahatça yönetebilmek için öğrenme sürecinde bağımsızlık kazanabilecek,
- İşlevsel ve etkili tasarımlar oluşturmak için tartışmaların ve iş birliğinin teşvik edildiği çok disiplinli ekiplerde yer alabilecektir.

Milan Avrupa Tasarım Enstitüsü'nde, İç Mekân ve Tasarımı programı bulunmaktadır. Bu program kendi içinde; kentsel çevre için tasarım, hastane için iç mekân tasarımı, yat tasarımı, otel ve gastronomik mekânlar için tasarım, ticari ve perakende mekânlar için tasarım, sergileme alanı tasarımı olarak çeşitlenmektedir. Ancak bu programda karma gerçeklik teknolojisiyle ilgili bir eğitim verildiği bilgisine rastlanılamamıştır. Enstitünün Sanal Gerçeklik İçin Tasarım lisans programından (bk. Şekil 37) mezun olan adayların ise;

- Unity Engine'de sanal gerçeklik tasarımcıları ve içerik geliştiricileri,
- SG platformları için yöneticiler ve içerik geliştiriciler,
- Sanal gerçeklik kullanan UX tasarımcıları,
- GG/SG içeriği ve ürünleriyle ilgilenen proje yöneticileri,
- Sürükleyici ortamlara sahip sergi tasarımcıları ve etkinlik organizatörleri,
- Mimari ve tasarım stüdyoları için simülasyon geliştiricileri ve tasarımcıları,
- Bilgi ve iletişim teknolojisi şirketleri, etkileşimli ajanslar veya ticari uygulamalar gibi iş alanlarında çalışabilme seçeneğine sahip olabileceklerdir (bk. İedbarcelona.es, 2022).



Şekil 37: Milan Avrupa Tasarım Enstitüsü Sanal Gerçeklik İçin Tasarım lisans programı öğrencileri.

Kaynak: <https://www.ied.edu/projects/Stations-of-a-Near-Future>

İspanya’da bulunan Marbella Tasarım Akademisi programında yer alan İç Mimarlık ve Tasarım Bölümündeki öğrencilere, sanal gerçekliğin kalıcı olacağı yeni teknolojik dünya tanıtılıp gerekli bilgi ve beceri kazandırıldıkça onların yaratıcılıklarının daha da arttığı, müşterilere projeyi dışarıdan sunmak yerine, artık müşterilerini onuniçine yerleştirebilecekleri ve onlara sanal sunum yaparak mekânı gösterebilir durumda olabilecekleri bir eğitim verildiği belirtilmektedir (bk. Designschool.com, 2022).İç Mimarlık ve Tasarım Bölümü web sayfasında yer alan program müfredat ders içerikleri incelendiğinde sanal ve artırılmış gerçeklikle ilgili herhangi bir derse rastlanılamamıştır.

Sonuç olarak çalışmanın bu kısmında hem Avrupa Birliği ülkeleri bazında hem de ülkelerle ilgili ayrı ayrı yapılmış araştırma bazında Amerika Birleşik Devletleri örneğinde olduğu gibi iç mimarlık eğitiminde karma gerçeklik teknolojilerinin kullanımına ilişkin yoğun ve nitelikli bir içeriğe rastlanılamamıştır. Başta İngiltere olmak üzere bazı Avrupa üniversitelerinde lisans öncesi, lisans ve lisansüstü düzeyde yer alan programlarda ‘Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü’, ‘Sürükleyici Teknolojiler Bölümü’, ‘Yaratıcı Teknoloji Bölümü’ ya da ‘Sanal Gerçeklik İçin Tasarım’ gibi programların/bölümlerin/birimlerin ulaşılabilen web sayfası müfredat içeriklerinde ise karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili nitelikli bir eğitim verildiği söylenebilir. Ayrıca ‘Yaratıcı Teknoloji Laboratuvarı’, Dijital Üretim ve Sürükleyici Medya Laboratuvarı, ‘Sanal Gerçeklik Laboratuvarı’ gibi kampüs içinde yer alan, öğrenci ve akademisyenlerin bireysel, grup ya da kurum bazında projeleriyle ilgili araştırma ve incelemelerinde kullanılabilen hatta kurum dışı şirketlerin kullanımına kira bedeliyle sunulan teknoloji merkezlerinde karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili hizmet verildiği tespit edilmiştir. Ancak üniversite, enstitü ya da akademi bazında lisans ve lisansüstü düzeyde eğitim hizmeti veren iç mimarlık bölümleri web sayfaları ders içeriklerinde karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili ders verildiği ve projeler yaptırıldığı bilgisine pek rastlanılamamıştır. Aynı üniversitenin lisans programında hem İç Mimarlık hem de Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü olmasına rağmen, karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili derslere ve uygulamalara yalnızca Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümlerinde rastlanılmıştır. Elbette ki bu bilgiler ışığında, Avrupa Birliği ülkeleri iç mimarlık bölümlerinde karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili dersler verilmediği ve proje uygulamaları yürütülmediği genellemesine gidilemeyecektir. Bu konuda çok daha geniş bir zaman aralığında Avrupa Birliği ülkelerinde iç mimarlık eğitimiyle öne çıkan üniversite bölümleriyle yazışmalar

gerçekleştirilerek, görüşmeler yapılarak hatta yerinde incelemelerde bulunularak değerlendirilmeye gidilmesi en doğru ve uygun olan seçenek olacaktır. Çünkü birimlerin web sitelerinde müfredat ders içerikleriyle ilgili Türkiye’deki üniversitelerde olduğu gibi detaylı bir veri kümesine erişilememektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde daha çok, dijital oyun, 3B modelleme, animasyon ve bilgisayar aracılığıyla içerik oluşturabilme konusunda sektörel bir uzmanlaşma olduğu, üniversitelerden mezun olan adayların bilgileriyle, becerileriyle ve yüksek vasıflı düzeyleriyle sürükleyici teknolojilerde sanal gerçeklik ortamıyla ilgili sektörel beklentileri karşılayabildikleri sonucuna ulaşılmıştır. Çünkü Avrupa Birliği ülkelerindeki iç mimarlık bölümü dışındaki pek çok bölüm tarafından karma gerçeklik endüstrilerinde tasarımcı olabilmeyi, SG/AG simülasyonları, dijital oyun tasarımı, uygulama tasarımı, sanal ortamda etkileşimli arayüz tasarımı, mimari görselleştirme ve diğer çeşitli uygulamalar oluşturmak için gereken beceriler kazanabilecekleri, 2B ve 3B dijital sanat eserlerinin yanı sıra SG/AG için bilgisayar animasyonu ve ses konularında eğitim modeli vaat edilmektedir. Haliyle bu kategorilerde ve daha geniş bir yelpazede özellikle Z kuşağının hem karma gerçeklik teknolojilerine yüksek ilgisi hem de eğitim olarak bu sektörde istihdam olmak istemesi, onlara daha cazip geldiğinden olsa gerek, Avrupa’daki yüksek öğrenim bu arz talep dengesine göre biçimleniyor olabilir. Yukarıda adı geçen üniversitelerin kullandığı donanımlara, yazılımlara ve bu teknolojilerin eğitime nasıl dâhil edildiğine dair bilgiler özet olarak aşağıda yer almaktadır (Tablo 8).

Tablo 8: Avrupa Birliği ülkelerinde karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo.

Üniversite	Donanım-Yazılım	Kullanım alanı	Ders-Kurs
Falmouth Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	İç mimarlık	Ders
Yaratıcı Sanatlar Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	İç mimarlık	Ders
Yaratıcı Sanatlar Üniversitesi- Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü Sanal Gerçeklik Laboratuvarı	HTC Vive pro kablosuz kulaklıklar, Oda ölçekli VR kabinleri, mobil cihazlar (iPod Touch, iPhone ve Samsung Galaxy), oyun denetleyicileri aralığı, 360° video kameralar (GoPro Fusion, Garmin, Kodak)	İç mimarlık	Ders

Plymouth Üniversitesi Yaratıcı Teknolojiler Bölümü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Etkileşim tasarımı, arayüz tasarımı, mobil uygulama tasarımı, web tasarımı	Ders
Portsmouth Üniversitesi Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü	HTC Vive Pro, Vive Pro Eye ve kozmos Oculus Rift S ve Oculus Quest Valve Index kulaklık ve kontrolörler, Vive izleyicili HoverBike ve Robo J gibi kontrolörler, 8x Optitrack Flex 13 (optik hareket yakalama sistemi), kendi kendine tempolu koşu bandı DelSys kablosuz EMG sistemi Jetson TX2 (öğrenme için) CyberGlove III (kablosuz) ve 5DT eldiven Stereoskopik arkadan yansıtılan ekran (4.5mx2.3m) Polarize 3D TV	Oyun tasarımı ve sanal ortamda etkileşimli hareket	Kurs ve Üniversite ve sanayi iş birliği çerçevesinde gerçekleştirilecek projeler
Lund Üniversitesi Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik Programı	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Kullanım alanı verisine ulaşılamadı	Ders
Bristol Üniversitesi Sürükleyici Teknolojiler Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Programı	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Kullanım alanı verisine ulaşılamadı	Ders
Londra Sanat Üniversitesi Sanal Gerçeklik programı	Unity Engine, Unreal Engine	Oyun tasarımı	Ders
York St John Üniversitesi Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Bölümü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Dijital deneyimler tasarlama	Ders
Milan Avrupa Tasarım Enstitüsü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Dijital deneyimler tasarlama	Ders
Marbella Tasarım Akademisi İç Mimarlık ve Tasarım Bölümü	Donanım/yazılım verisine ulaşılamadı	Kullanım alanı verisine ulaşılamadı	Ders

4.1.3. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİNİN İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE KULLANIMI: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Amerika Birleşik Devletleri yanında küresel ölçekte çeşitli ülkelerde ve pek çok üniversitede gittikçe yaygınlaşmaya başlayan dijital gerçeklik teknolojileri elbette Türkiye'deki resmi kamu kurum ve kuruluşları yanında özel sektör tarafından da ilgiyle takip edilmekte, bu teknolojilerin kendi birimleriyle bütünleştirilmesinde aktif rol üstlenilmekte ve laboratuvarlar açılabilen, eğitimler verilebilme, müfredata dâhil edilebilme ve yeni kullanım alanları oluşturulabilmektedir. *“Ülkemizde bu alana yapılan yatırımların teknolojilerin bilinirliğinin artması ile beraber çeşitleneceği tahmin edilmektedir” (Öğrenci Kariyeri, 2019).*

Türkiye’de 2019 yılı Nisan ayında Arel Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü tarafından dijital çağa geçiş kapsamında hayata geçirilen Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarı’nın tanıtımı yapılmıştır. Laboratuvarın tanıtım etkinliğinde açıklamalarda bulunan Arel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölüm Başkanı Prof. Dr. Didem Baş, iç mimarlıkta bilgisayar destekli programlarla paftalar üretildiğini, sanal ve artırılmış gerçeklikte artık bu paftaların kalktığını belirterek, Türkiye’de Arel Üniversitesi dışında iç mimarlık bölümlerinde lisans düzeyinde henüz sanal deneyim tasarım laboratuvarı bulunmadığını aktarmıştır (Haberler.com, 2019). Prof. Dr. Didem Baş; öğrenciler tarafından 3B yazılımlar aracılığıyla modellenen bir tasarımı gerçek mekânın üzerine karma gerçeklik teknolojisiyle bindirerek sunabildiklerini, insanları o mekân içinde eş zamanlı olarak gezdirebildiklerini, bölüm derslerinde kurgusal atölyenin yanı sıra ‘sanal deneyim atölyesi’ adlı bir atölye uygulaması başlattıklarını, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileri aracılığıyla öğrencilerin kendi projelerini tekrar tanıttığını ve her dönem sonunda bu çalışmaların karma gerçeklik aracılığıyla tekrar izlendiğini belirtmektedir. Prof. Dr. Didem Baş sözlerine şöyle devam etmiştir:

"Geleceğin ben bu yönde ilerleyeceğini düşünüyorum. Eskiden ben lisans eğitimi alırken hocalarım bilgisayar destekli çizim çalışmalarını yasaklardı ve bütün projeyi elle çizmemiz gerektiğini söylerlerdi. Artık bunlara çok gülüyoruz. Çünkü artık paftalar kalkacak ve biz projelerin içinde gezeceğiz. Hatta bu dünyanın içinde yaşıyor olacağız ve bunların mimarları da bizim öğrencilerimiz iç mimarlar olacak. Biz bunu şimdiden başlattık. (...) Biz

sadece bunu proje derslerine entegre ettik ve öğrencilerimize bunu nasıl yapacaklarını, ileride mezun olduklarında hangi ortamlarda bunu kullanacaklarını öğretiyoruz” (Haberler.com, 2019).

Arel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü Öğr. Gör. Çağlayan Karagözler; öğrencilerini sektöre çok daha güçlü bir şekilde hazırlamaya çalıştıklarını, karma gerçeklik teknolojilerini kullanabilmelerinin sayesinde onların kariyerlerinde bir şirkette iş bulabilmelerine, işe girebilmelerinde kendilerine çok büyük bir avantaj sağlayacağını belirtmiştir. Ayrıca, kendi ofislerini açmak istediklerinde dışarıdan yazılım desteği ya da yardımını almadan kendilerinin bu donanım ile birlikte sektöre çok ciddi destek sağlayabileceklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin sanal tasarım laboratuvarı sayesinde projelerini çok hızlı hazırlayabileceklerini ve aynı zamanda ciddi maliyet avantajına da sahip olabileceklerini belirten Öğr. Gör. Çağlayan Karagözler:

“Normal şartlarda bir mimari veya iç mimari iş olduğu zaman eski sistemde paftalar, renderlar, görseller, kâğıtlar bir sürü fiziksel materyal ile binanın sunumu söz konusu oluyor. Fakat bu laboratuvar ve burada öğrenilenler sayesinde öğrenciler bütün projelerini sanal olarak sunabilecekler. Sanal gerçeklik gözlüğü ile projelerini tecrübe ettirebilecekler” (Haberler.com, 2019) demiştir.

Çağlayan Karagözler bu çalışma kapsamında kendisi ile yapılan röportajda (bk. EK: 2) ayrıca; bölüm müfredatında Unity yazılımının, toplam 2 yıl içerisinde karma gerçeklik üretebilecekleri şekilde öğrenebilme üzerine tasarlandığını, iç mimarlık bölümü öğrencilerinin üçüncü ve dördüncü sınıfta, karma gerçeklik teknolojisi yazılımı teknik alt yapısı ve donanımıyla tanışmaya ve çalışmaya başladığını, final proje sunumlarında öğrencilere, uygun gördükleri ve yapabildikleri takdirde HTC Vive sanal gerçeklik gözlüğü kullanarak jüri üyelerine tasarımlarını deneyimletme izni verildiğini ve bu şekilde öğrencilerin jüri sunumlarını tamamlayabildiklerini, öğrencilerin proje sunumunda bu yöntemi kullandıklarında, anlatım şekillerinin çok daha kolaylaştığını, daha yüksek puanlar aldıklarını ve projelerinin detaylarına çok daha fazla hâkim olduklarını gözlemlediklerini ifade etmektedir. Çağlayan Karagözler, öğrencilerin, özellikle programlama ve yazılım dili ile ilgili olan kısımları anlamakta güçlük çektiğini, bu nedenle Unity’de programlama sorununu aşabilmek amacıyla önden hazırlanan şablon projeler ile öğrencilere sadece bunların kullanımının öğretilerek karşılandığını, donanım kullanımının

ders boyunca öğretilmekte olduğunu ve öğrencilerin alışma konusunda bir problem yaşamadıklarını, genellikle 14 haftalık bir ders döneminde öğrenciler tarafından iç mekânı gezilebilir duruma getirmenin mümkün olduğunu, aynı zamanda kaliteli ve gerçekçi görünüm için görüntü işleme üzerine de çokça eğitim aldıklarını dile getirmektedir. Ayrıca, öğrencilerin proje sunumlarını karma gerçeklik teknolojisiyle yapıyor olmaları ve bu yeterlikte mezun olmalarının, iş edinme kariyerlerinde avantajlı kıldığını ve onları hem özgeçmişlerinde hem de ilanlarda bu teknolojiye hâkim olmayan rakiplerine karşı 1 adım öne çıkardığını vurgulamaktadır. Çağlayan Karagözler, Üniversitelerindeki Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarı sayesinde bölüm kontenjanlarının tamamını doldurduklarını, kurumlar arası yapılan toplantı, konferans ve sunum gibi görüşmelerde bölümün bu konuya yatırım yapması ve bu sayede öğrencilerin gelişimlerinin tebrik edildiğini sözlerine ekledi. Son olarak, karma gerçeklik teknolojisini öğrencilerin kullanabiliyor olmalarının onlara Metaverse’de de katkısı olacağını, en önemli ve belirgin katkısının ise herhangi bir metaverse uygulaması veya oyununda, direkt olarak tasarımlarını bulundurmaları ve/veya bu alanda tasarım işleri almalarının mümkün olabileceğini, ayrıca yapılan tasarımları böyle bir ortama geçirmek üzerine de çalışma yapabileceklerini dile getiren Çağlayan Karagözler, genişletilmiş gerçeklik teknolojisi ve Metaverse ile sunum yönteminin son derece mantıklı ve ortamın anlaşılmasını kolaylaştıran, ikili iletişimi rahatlatan ve tasarım anlatımını hızlandıran bir yöntem olduğunu belirtmektedir.

Çağlayan Karagözler ile yapılan röportaj içeriğinde; iç mimarlık eğitiminde öğrencilerin proje final sunumlarını alternatif bir yöntem olarak karma gerçeklik teknolojisiyle yapmalarının, bu eğitim-öğretim sürecini deneyimlemelerinin ve elde edilebilecek olası kazanımların ve özellikle bu teknolojiye hâkim olmayan rakiplerine karşı sektörde kendilerinin avantaj elde edecekleri yönündeki açıklamalarının, bu araştırmanın öngörüsünü destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Arel Üniversitesi Araştırma Görevlisi Seda Meral ise; iç mimari proje üretiminde sunum yöntemini sanal dünyaya taşıma amacıyla proje derslerinde bir reforma gidildiğini, sektörde, dijital çağın sunduğu gelişmeler kapsamında proje sunumunu yepyeni bir bakış açısıyla ele alan öğrenciler yetiştirme hedefinde olduklarını söyleyerek (Meral, 2019), Prof. Dr. Didem Baş ve Öğr. Gör. Çağlayan Karagözler’in sözlerini destekleyen açıklamalarda bulunmuştur.

2019 yılı mayıs ayında Koç Üniversitesi'nin, İstanbul Kalkınma Ajansı'nın (İSTKA) desteğiyle kurduğu 'Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Laboratuvarı' açılmıştır (İstanbul Kalkınma Ajansı, 2019). KARMA Lab; çeşitli endüstrilerde aktif olarak tasarımcı ve geliştiricilerin farklı ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak, özel olarak geliştirilmiş eğitim programları açtığını, genişletilmiş gerçeklik projeleri için tasarım, geliştirme danışmanlığı ve geliştirme hizmeti sağladığını ve bu alanda özgün deneyimler için araştırma faaliyetleri yürüttüğünü ifade etmektedir (bk. Karma Lab, 2019). Koç Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Umran İnan ise: KARMA Gerçeklik Laboratuvarıyla, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojileriyle araştırmalar yapmak ve bu alanda uzmanlar yetiştirmek üzere çalışmalar yürütüleceğini, karma gerçekliğin yenilikçi yöntemlerle fark yaratacağını dile getirmiştir (Öğrenci Kariyeri, 2019)

Karma Gerçeklik Laboratuvarı pek çok etkinlik yanında yerel bir etkinlik olarak 2021 yılı Kasım ayında 1 günlük VRDays Europe Konferansı ve paneli gerçekleştirildi. Panele Bahçeşehir Üniversitesi VR Lab, İstanbul Teknik Üniversitesi MIX-R Lab, Koç Üniversitesi KARMA Lab, Yıldız Teknik Üniversitesi Reality Lab ve Özyeğin Üniversitesi ise XR Lab ekibi ile katılmıştır (Karma Lab, 2019). KARMA Gerçeklik Laboratuvarı; sanal, artırılmış, karma ve genişletilmiş gerçeklik, 360 derece video çekimleri, 3B modelleme, AG ve SG uygulama geliştirme konularında teorik ve uygulamalı eğitimler vermeye devam etmektedir. Dolayısıyla iç mimarlık eğitim sürecine dijital gerçekliklerin dâhil edilmesiyle ilgili teorik, pratik bilgi ve beceriler KARMA Lab ve Ebuliz gibi merkezlerde belirlenen periyotlarda edinilebilir, projeler geliştirilebilir, disiplinler arası iş birliğine gidilebilir. Dijital gerçekliklerle ilgili konferanslara, etkinliklere katılım sağlanarak alan uzmanlarıyla fikir alışverişinde bulunulabilir, çeşitli bağlantılar aracılığıyla ortak bir sinerji oluşturulabilir.

“Ebuliz, SG-AG Mükemmeliyet Merkezi'nde, Sanal Gerçeklik, Artırılmış Gerçeklik ve Karma Gerçeklik üzerine eğitim yazılımları geliştirerek eğitimi daha nitelikli, pratik ve etkileyici hale getirmektedir. Ebuliz'de 3B modelleme ve animasyon çalışmaları yanında sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik için eğitimde kullanılan içerik ve uygulamalar üretilmekte, yabancı içeriklerin yerelleştirilmesine katkıda bulunmaktadır” (Ebuliz, 2019).

Haliç Üniversitesi öğrencileri, mimarlık dersinde anlatılan mekânları sanal gerçeklik sayesinde dolaşırken öğretim elemanlarının anlattığı konuları dinleyebilmekte; daha doğrusu

yaşayabilmektedirler. Bu sayede öğrencilere istenilen bilgi çok net ve açık bir şekilde anlatılabilmekte, öğrencilerin konuyu doğru şekilde anlama ve öğrenme yüzdesi önemli ölçüde artabilmektedir (Haliç Üniversitesi, 2020).

Özyeğin Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi İletişim Tasarımı Bölümüne bağlı ÖzÜ VR Laboratuvarı, sanal gerçeklik ortamları tasarlayarak, yeni nesil araştırmacıları eğiterek ve endüstri ile güçlü iş birliğini destekleyerek sanal ve artırılmış gerçeklik alanlarına katkıda bulunmaktadır. Bu VR Lab’da sanal ortamlar tasarlamının disiplinler arası bir alan olduğu ve bu alanın grup ortamlarıyla düşünülmesi gerektiği varsayılmaktadır. Takım oluşumlarında SG öğretiminin etkileri ölçülebilmekte ve farklı uygulamalar arasında değerlendirme yapılarak Üniversitedeki ilgili bölümler listelenip farklı alanlardan öğrencilerin birbirleriyle nasıl iş birliği yaptıkları gözlemlenebilmektedir (ÖzU VR lab, 2022).

Sonuç olarak Türkiye’de çeşitli disiplinlerde resmi ya da özel kamu kurum ve kuruluşları bünyesinde yer alan laboratuvarlarda, sınıflarda dijital gerçeklik teknolojilerine ilişkin ilgi ve olanaklar projeler ve destekler sayesinde giderek artmakta, bu alana ilişkin yapılan alt-yapı yatırımları önem kazanmaktadır. Türkiye’de karma gerçeklik teknolojileriyle ilgili çalışmalar yapıldığı üniversitelerin kullandıkları donanım ve yazılımlara ve bu teknolojilerin eğitime nasıl dâhil edildiğine dair bilgiler özet olarak aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 9).

Tablo 9: Türkiye’de karma gerçeklik teknolojilerini kullanan bazı üniversitelerin durumlarını özetleyen tablo.

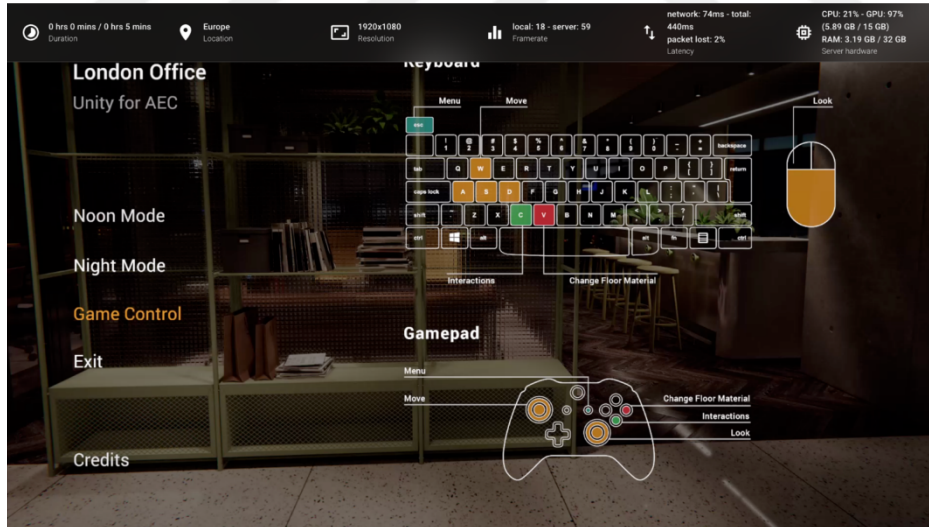
Üniversite	Donanım-Yazılım	Kullanım alanı	Ders-Kurs
Bahçeşehir Üniversitesi	CryEngine,	Dijital Oyun Tasarımı	Ders/kurs verisine ulaşılmadı.
Arel Üniversitesi İç Mimarlık Bölümü	1 Adet Hololens, iPad, Leap Motion ve 3B el tarayıcısı 4 adet HTC Vive Pro, Unity Engine, Cinema4D, 3dsMax, Adobe Creative Suite	Mimarlık ve İç mimarlık	Ders
Koç Üniversitesi KARMA Lab	Donanım/yazılım verisine ulaşılmadı	Kullanım alanı verisine ulaşılmadı	Kurs

Özyeğin Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi	HTC Vive Pro VR başlığı ve sensörleri HTC Vive VR başlığı ve sensörleri MSI Meg Aegis masaüstü bilgisayar MSI NB GT62VR 7RE dizüstü bilgisayar Asus VG278Q 27 inch 144 Hz. monitör Leap motion hand motion sensörü AverMedia portable video kartı Unity Game Engine, Unreal Game Engine, Maya, ZBrush, Reality Capture, Blender, Vuforia, Sketch up ve Steam VR	Mimarlık ve İç mimarlık	Ders
Yıldız Teknik Üniversitesi Sanat ve Tasarım Uygulama ve Araştırma Merkezi Reality Lab	6 Adet Oculus Quest 2, 1 Adet Magic Leap 1, 1 adet HTC Vive Cosmos, 1 adet Oculus Rift S, 1 Adet Insta360 One X2 360 Aksiyon Kamerası one x2, 6 Adet RTX 3080 10 gb ekran kartlı bilgisayar i7 İşlemcili 32 gb ram, 1 tb ssd hardisk, 1 tb harddisk 1 Adet render bilgisayarı (MSI MEG Aegis Ti5 11TE-082EU Intel Core i9 11900K 128GB 3TB + 2TB SSD RTX3080) Adobe CC, Blender, Cinema 4D, Unity Game Engine ve Unreal Game Engine	Oyun, tasarım, sanat, animasyon, 3 boyutlu modelleme, dijital sanatlar, sosyal sorumluluk, sinema, fotoğraf, iletişim tasarımı	Üniversite ve sanayi iş birliği çerçevesinde gerçekleştirilecek projeler

4.2. KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİNİN İÇ MİMARLIK EĞİTİMİNDE KULLANILMASININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Karma gerçeklik teknolojisi pek çok farklı alanda kullanılmakta ve kullanıldığı alanlara çok büyük kolaylıklar sunmaktadır. Bu alanlardan biri olarak iç mimarlık eğitiminde de yarar sağlayabilmekte, projelerini görselleştirme yöntemleri kapsamında sunumlarında avantaj oluşturabilmektedir. Ders yürütücüsü ve jüri üyelerinin, mimari proje planını karma gerçeklik teknolojisi aracılığıyla sanal olmasına rağmen ‘gerçekmiş gibi’ görebilmeleri sağlanabilir. Onlar, eğer mümkün ise HMD başlık, sensörler, eldivenler ya da kontrol cihazlarıyla, değilse bir bilgisayar, mouse ya da gamepad (bk. Şekil 38) ve büyük boyutlu bir gösterim ekranıyla (projenin konusuna bağlı olmakla birlikte) bir konut yerleşkesini, onun içindeki bir evi/apartmanı, iç mekânı/daireyi ya da yaşam alanı içinde olabilir, yapının/mekânın doğal çevresiyle birlikteliğini görebilir, içinde dolaşabilir, balkonundan/penceresinden dış manzaranın hangi saatte ya

da hangi iklim koşullarında nasıl görüneceğini öğrenebilir. Mimari yapının/mekânın/dijital modelin temsiline sınırlı sayıda paftalara bakarak anlamak yerine, onun içine ‘dalarak’ projeyi daha detaylı keşfedebilir. Bu teknoloji sayesinde sanal dünyada dijital objelerle sürükleyici bir etkileşime geçebilme mümkün olabilir. Eğer öğrenci teknik yetersizliklerden ötürü görselleştirmede yetersiz kalırsa; jürinin kendisi için puzzle gibi olabilecek mekânın eksik kalan parçalarını hayal etmeye çalışması yerine, karma gerçeklik teknolojisiyle yapıyı/mekânı, çevreyi ve o atmosferi gerçekmiş gibi hissedebilmesi, algılayabilmesi sağlanabilir. Elbette öğrencinin görselleştirmede yetersiz kalması da bu sürecin doğal bir uzantısı olarak düşünülebilir. Ancak hem arkadaşları önünde hem de jüri üyeleri karşısında projeyi sunarken yaşanabilen heyecan ya da anksiyete ve panik atak rahatsızlıkları gibi nedenlerden ötürü bu süreç normal seyredemeyebilir. Bu noktada karma gerçeklik teknolojileri, öğrenciye can simidi olabilir. Ayrıca bu teknoloji kompleks yapıların/mekanların kavranabilmesinde etkili olabilir, birden fazla kez de olsa gezilerek incelenebilir, etkileşim özelliğinin sunduğu alternatifler çoklu kombinasyonlarla yeniden gözden geçirilerek değerlendirilebilir.



Şekil 38: Karma gerçeklik teknolojisi ile bilgisayar ekranında başlıksız olarak mouse ya da gamepad kullanımıyla bir mekânın gezilebileceğinin belirtilmesi.

Kaynak: <https://unity.com/solutions/architecture-engineering-construction/rt3d-explained>

Jüri üyelerinin dijital bir mekânda/ortamda olmasına rağmen kendilerini fiziksel bir mekândaymış gibi hissedebilmesi, gerçekte o mekânın içindeymiş gibi dolaşabilmesi; duvar ve mobilya renklerini, dokularını; zemin döşeme rengini, malzemesini; mekânın ses akustiğini ve pencerelerden gelen gün ışığı alma yeterliğini; aydınlatma sistemlerinin sunduğu ışığın ambiyansını ve daha pek çok alternatifini tek bir tıklamayla, hızlı, doğrudan ve etkili olarak üstelik dinlendirici bir müzik eşliğinde rahatça yapabilmesi mümkün olabilmektedir.

İç mimarlık bölümü öğrencisinin uygulamalı derste yaptığı proje sunumu, büyük boyutlu renkli çıktısı alınmış paftalarıyla ve 3B maket temsilleriyle bu düzeyde ve bu özelliklerde jüri üyelerine yapılamazdı. Ama bunlar yukarıda değinilen süreçler ve yaşanan gerçek zamanlı, etkileşimli deneyimler göz önünde bulundurulduğunda oldukça sıradan kalabilir. Bu durum bir pazarlama ve reklam unsuru olarak emlak sektörüne uyarlandığında, müşteri yapısı/mekânı ve içindeki ürünleri deneyimlemenin yeni yollarını keşfederken daha bilinçli bir satın alma kararı verebilir. Müşterinin ihtiyaçlarına göre kişiselleştirilmiş içerik '*satın almadan önce dene*' konseptiyle etkileyici bir sunuma dönüştürülebilir. Karma gerçeklik, çeşitli sektörlerde pek çok yeni kapılar aralamasına rağmen, birçok firma bu teknolojiyi kullanma konusunda çekimser davranabilmektedir. Sistem kurulumunun çok pahalı olduğunun düşünülmesi, donanım ve yazılım konusunda yeterli bilgi birikimi ve teknik beceriye sahip olunamaması gibi nedenlerden ötürü birçok firma, geçmişte olduğu gibi tasarım yazılım paketlerine ve geleneksel sunum yöntemlerine bağlı kalabilmektedir. Karma gerçeklik teknolojileri hızla gelişmekte ve resmi/özel kamu kurum ve kuruluşları için etkileyici ve sürükleyici yeni sunum yöntemleri açığa çıkabilmektedir.

Ancak rakip kurum ve kuruluşlar daha önce hem bu teknolojiyi eğitim sistemlerine, müfredatlarına dâhil ederek akademik kadrolarını bu yönde istihdam ederlerse hem de öğretim teknolojileri alt yapısını güncellerlerse daha avantajlı olabilirler ve eğitimde daha fazla tercih edilebilirler.

Karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık eğitiminde kullanılmasının sağladığı avantajlar maddeler halinde şöyle sıralanabilir: Karma gerçeklik;

- Alanında uzman eğitimcilere ve öğrencilere sürecin keşfedilmesi ve deneyimlenmesi için yenilikçi olanaklar sunabilmektedir. Bu vesile ile öğrencilerin derse katılımları, ilgi ve motivasyonlarını artırabilir.
- Öğrencilerin projelerini kolayca düzenleyebilmeleri ve onunla bütünleşerek ona daha iyi hâkim olabilmeleri sağlanabilir. Öğrencinin eğitim ortamında ders yürütücüsü ve akranlarıyla etkileşimini artırabilir, kolaylaştırabilir. Bilişsel becerileri ve kısa süreli belleği geliştirerek öğrencilere daha kalıcı öğrenme süreci yaşatabilir ve dersleri daha sürükleyici kılabilir.
- Öğretim sürecinde bir takım soyut kavramların daha kolay açıklanabilmesini, algılanabilmesini ve anlaşılır olabilmesini mümkün kılabilir.
- Günümüzde artık var olmayan tarihi yapılarda/mekânlarda tarihi nesnelerle, ortamlarla etkileşime geçilebilir, daha objektif bir durum değerlendirmesi ve analizi yapılabilir.
- Sürükleyici ve unutulmaz deneyimler yaşattığı ve konuya ilgiyi artırdığı için öğrencilerin daha azimle çalışabilmelerini, başarı elde edebilmelerini sağlayabilir, özgüven duygularını pekiştirebilir.
- Sunduğu oldukça geniş, kapsamlı ve kuşatıcı özellikleriyle bir projenin farklı, çeşitli ve alternatifli olasılıklarını ek bir maliyet ve çaba gerektirmeden, aşırı bir zaman harcamadan öğrencinin hızlıca ve pratik olarak peş peşe gerektiğinde deneme yanılma yöntemiyle deneyimlemesini olanaklı kılabilir. Böylelikle öğrenci hem zaman yönetimini geliştirebilir hem de onun projeye ilişkin yaratıcılığı geliştirilebilir, en özgün, en işlevsel, en uygun ve en estetik sonuçlar böylece elde edilebilir. Öğrenim sürecinde karma gerçekliğin mimari mekân düzenlenmesi üzerindeki etkin ve işlevsel aracılığı sayesinde öğrencilerin stüdyo performansı artırılabilir.
- Öğrenciler hem staj yapabilme hem tasarım ofislerinde kullanılacak olan teknoloji türlerini bilebilme ve iş akışı sürecinde kullanabilme hem de mezuniyet sonrası sektörde istihdam edilebilme ya da kendi işletmelerinde iş potansiyeli oluşturabilme konusunda avantajlı olabilirler. Sektöre hazır olarak bu donanımla başlayamayan öğrencilerin tasarım ofisinde yetiştirilmesi hem çok zahmetli bir süreçtir hem de çok fazla zaman ve çaba gerektirir. Bazı durumlarda, teknolojik hazırbulunuşluk düzeyinden yoksun olarak işe yeni başlayan bir öğrencinin dijital gerçeklik teknolojileri süreciyle ilgili kendisinden ne istenildiğini anlayabilmesi bile birkaç ay sürebilir.

- Öğrenciler 2B kat planına bakarak mekânların, kesitlerin birbiri ile ilişkisini anlayamayabilir. Nihayetinde pek çok öğrenci boşluğu ve mekânı imgelemelerinde canlandıramayabilir, hayal edemeyebilir. Karma gerçeklik aracılığıyla görselleştirmesi yapılan yapıların, mekânların anlaşılması gerçekmiş gibi olduğundan mekân algısının geliştirilmesi çok daha mümkün olabilir.
- Karma gerçeklik yazılımına dil çevirisi kolayca yerleştirilebilecek özelliklerden biridir. Bu, yabancı dili eğitim sürecinde bir engel olmaktan çıkartabilir, yabancı bir dilde öğrenmenin getirdiği tüm zorlukları ortadan kaldırabilir, öğrenim sürecinde uluslararası iş birliğine, fikir alışverişine, ortak sinerji oluşturulabilmesine ve projeler geliştirilebilmesine izin verebilir.
- Uzaktan (çevrimiçi) eğitimle karma gerçeklik laboratuvarı olan birimlerde, kampüslerde iç mimarlık kapsamında disiplinler arası iş birliği zemini oluşturularak birlikte çalışılabilir. Böylece hem sosyal ortamlar, yardımlaşmalar ve ortak bağlar oluşturularak paylaşımlar artırılabilir, grup çalışmalarıyla ekip ruhu kazanılabilir hem de iş disiplini ve sorumluluk bilinci oluşturulabilir.
- Yakın bir geçmişe kadar karma gerçeklik teknolojileri hem geliştirici firmalar tarafından çok büyük bir titizlikle ve gizlilikle yürütülüyor hem de resmi/özel birçok kamu kurum ve kuruluşu yüksek maliyetler nedeniyle bu sistemlere sahip olamıyordu. Artan rekabet koşulları ve son teknolojik gelişmelerin, yazılım ve donanım üretim maliyetlerini düşürmesi, eğitimin daha nitelikli kılınabilmesi ve tercih sıralamasında önde olunabilmesi konusunda bu teknolojiye sahip olunma fırsatını avantaja dönüştürebilir. Üstelik bu yatırım bir kez yapılacak olan bir yatırımdır. Yazılımın güncellenmesi gerekebilir ama donanım uzun yıllar iyi bir hizmet verebilir.
- Bu teknoloji; kullanımı yaygınlaştıkça, tasarım sürecinin pek çok aşamasında oyunun kurallarını değiştiren bir araç olmaya başlamıştır. Dolayısıyla karma gerçeklik, mimar ve iç mimarların tasarım fikirlerini müşteriye iletebilmeleri için yeni olanaklar sunabilir. Öğrencilere ise projelerini daha hatasız sunabilmeleri konusunda ve etkileşimli ortamlar oluşturulmasında yardımcı olabilir.

Çoğu mimari ve mühendislik firması yararlarına rağmen karma gerçeklik teknolojileri kullanmak yerine, yatırım yaparak yeni bir teknolojiye geçmenin ve onu kullanmanın getirdiği

riski göze alamamaktadır. Bunların elbette çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Örneğin, karma gerçeklik teknolojilerinin iç mimarlık eğitiminde kullanılmasının dezavantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Karma gerçeklik, öğrenim sürecinde müfredata dâhil edilmeden önce dikkatli bir planlama yapılmalıdır. Zira bu teknolojinin kullanımı ile eğitimde revizyona gidileceğinden var olan dersler arasındaki ardışık ve uyumlu düzenle ilgili sorunlar açığa çıkabilir. Ayrıca, ders içerikleri ve sunumları ile öğretim yöntemlerinde değişime, güncellemeye gidilebilir, akademisyenlerin bu teknolojiye ilişkin teknik ve uygulama yeterliklerinin geliştirilmesi gerekebilir.
- *“Artırılmış ve karma gerçeklik teknolojileri, gerçek görüş alanı ve mekânlarla ilişkilendirilip gösterilmesi sonucunda, bu teknolojileri kullanırken gerçek dünyadan kopma, bağımlılık yapma gibi mental ve ruhsal sağlık sorunlarına, baş dönmesi, mide bulantısı gibi fiziksel semptomlara sebep olmazken sanal gerçeklik gözlüklerinin kullanımında bu semptomlar görülmektedir” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.15).*
- *“Ekranların göz sağlığına genel olarak zarar verdiği bilinmektedir. Karma gerçeklik gözlüklerinin göz sağlığını bozabileceği düşünülmektedir fakat bu konu ile ilgili henüz net bir bilgi bulunmamaktadır” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.15).*
- *“Karma gerçeklik uygulamalarının maliyetleri henüz istenen seviyelerde değildir. Teknolojinin aktif kullanımı için ihtiyaç duyulan donanım alt yapısının yüksek seviyede olması maliyetli olmaktadır.*
- *İhtiyaç duyulan altyapı ve donanım ihtiyaçlarıyla birlikte yetkin personel bulunması konusunda tedarik sıkıntıları meydana gelebilmektedir.*
- *Artırılmış ve karma gerçeklik uygulamaları için içerik üretmek, gerekli alt yapıları sağlayacak yeterlilikte uygulamaların geliştirilmesi için yüksek bilgi ihtiyacı, ortamlar arasındaki veri taşıma alt yapı eksikliği, geliştirme ve bakım masrafları göz önüne alındığında zorlayıcı ve masraflı bir süreç gerektirmektedir” (Doğan, Erol ve Mendi, 2021, s.15).*

Karma gerçeklik teknolojisinin kullanım avantajlarının daha fazla olduğu söylenebilir. Bu vesile ile karma gerçeklik teknolojisi kullanımının çeşitli alanlarda yakın gelecekte bireysel ve kurumsal düzeyde daha da yaygınlaşacağı tahmin edilebilir. Çünkü bu teknoloji, gerçeklik hissi sayesinde kullanıcılara çok yönlü bir deneyim imkânı sunabilmekte, özel deneyimler yaşatabilmekte ve kazandırabilmektedir. Avantajlarının daha fazla olduğu varsayımıyla tercih

edilen bir teknolojinin güçlü rekabet ortamında sağlayacağı getiriler elbette çok daha fazla olacaktır.

“Karma gerçeklik, gerçek dünya ile artırılmış ve sanal gerçekliğin mükemmel bir birleşimidir. Bu teknoloji ile yapılabilecek uygulamalar neredeyse sonsuzdur. Avegant firmasının CEO’su Joerg Tewes: ‘3B modelleri doğrudan elleriyle manipüle eden tasarımcılardan ve mühendislerden, öğrencileri için gerçekçi bir insan kalbi modeli aracılığıyla farklı kalp durumlarını gösteren tıp profesörlerine kadar... Tüketiciler evlerinde kendilerini en sevdikleri ürünlerle dolu sanal raflarla çevrili bulabilirler. Karma gerçeklik, insanların ekranlar veya klavyeler yerine fikirleriyle doğrudan etkileşimde bulunmasını sağlıyor’ sözleriyle karma gerçekliğin geleceği hakkında önemli ipuçları veriyor” (Şişman, 2021, s.65).

Sonuç olarak hem yukarıda sıralanan avantajların çok olması hem bu teknoloji donanım ve yazılım geliştiricilerinin (Microsoft, Apple, Acer, HTC vb.) gittikçe büyüyen pazardan kar elde edebilmek amacıyla devam ettirdiği ar-ge çalışmaları hem de bireysel ve kurumsal düzeyde gittikçe artan bir ilgi vesilesiyle karma gerçeklik teknoloji içeriklerinin geleceği parlak görülmektedir.

5. SONUÇ

Geçmişten günümüze kadar olan süreçte, insanoğlunun bir konuyu, bilgi içeriğini bir kişiye, gruba ya da topluluğa anlatabilmesine ifade edebilmesine, sunabilmesine ilişkin yöntemler bilimsel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak farklılıklar sergilemiştir. İç mimarlık eğitiminde tasarımı tamamlanmış bir projenin çizimi, 3B maketi, dijital 3B modellemesi, render görüntüleri, hareketli/hareketsiz olarak oluşturulmuş görüntüleri ve dijital baskılardan oluşan çıktıları, paftaları; projenin anlaşılır olabilmesi ve jüri üyeleri tarafından değerlendirilebilmesi için bir temsil niteliğindedir. Mimari görselleştirme kapsamında sunum, tasarım problemine çözüm önerileri içeren imgesel oluşumların görselleştirilmesinde ve somutlaştırılmasında müşteriye, ders yürütücüsü öğretim elemanına sunularak, projenin daha iyi anlaşılabilmesini kolaylaştırması bakımından geleneksel ya da dijital olarak oluşturulan bir görselleştirme süreç yöntemi olarak düşünülebilir. Geleneksel görselleştirme yöntemleri, yoğun ve yorucu bir çabayı, ileri düzeyde ilgili araç ve gereçleri kullanabilme bilgi ve becerisi yanındakesintisiz bir dikkat gerektirebilmektedir. Tüm bu koşullara rağmen iç mimarlıkta proje açısından geleneksel yöntemlerle görselleştirilerek hazırlanmış sunumlar, konseptin bir tamamlayıcı unsuru olabilmektedir. Ancak değilse, hatalar barındırma olasılığına karşı bir risk de taşıyabilmektedir. Günümüzde geleneksel görselleştirme yöntemleri halen kullanılıyor olsa da ağırlıklı olarak bu sürecin dijitale evrildiği, tasarım eğitimi sürecinde ise karma bir eğitim modelinin benimsendiği söylenebilir.

Artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojilerini kapsayan, fiziksel ve sanal dünyayı üst üste bindiren/örtüşüren, mekân, obje ve diğer içeriklerle gerçek zamanlı olarak etkileşime geçilebilmesini olanaklı kılan karma gerçeklik teknolojisinin, iç mimari görselleştirmede yeni bir öneri olarak sürece dâhil olduğu düşünülebilir. Bu teknoloji; sürükleyici sanal dünyası ile kullanıcıyı bilişsel ve duyuşsal anlamda olağanüstü bir deneyim sağlayan avantajlara sahip olmasından ötürü kendisine duyulan ilginin bir sonucu olarak, Apple, Samsung, HTC vb. içerik geliştiricilerin dikkatini çekmiş ve onların yaptığı yatırımlarla küresel ölçekte gittikçe artan bir pazar durumuna dönüşmüştür. Kullanıcısının, sanal dünya ile etkileşimli olabilmesini sağlayan bu ortamlar sanat, tasarım, tıp, eğitim, eğlence, pazarlama ve reklam, turizm, mühendislik, askeri ve savunma sanayi gibi pek çok alanda oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Karma gerçeklik yazılım ve donanım teknolojilerinin hem dijital oyunlar kategorisinde

hem de sektörel düzeyde pazarlama ve reklam içerikli mimari görselleştirme sürecinde kullanımı, onun, ulusal ve uluslararası kapsamda iç mimarlık eğitimi sürecine, müfredatlarına dâhil edilebileceği düşüncesini de açığa çıkartmış, bu konuyla ilgili çalışmalar başlatılmış ve belirli bir düzeyde yol alınmıştır. Bu vesile ile resmi ve özel kamu kurum ve kuruluşlar, kentsel ve bölgesel kalkınma ajansları (örneğin İstanbul Kalkınma Ajansı, Güney Marmara Kalkınma Ajansı gibi) veya TÜBİTAK proje destekleriyle uygun alt yapı oluşturmaya, bu teknolojiyi etkin olarak kullanabilecek teknik bilgi birikimi ve deneyimi olan akademik personeli birimlerinde tahsis etmeye ve böylece kurum içi ve kurum dışı talepleri değerlendirmeye başlamışlardır.

Bu araştırma, karma gerçeklik teknolojisinin, mimari görselleştirme ve sunum yöntemleri kapsamında geleneksel sunum yöntemlerini yok saymadan iç mimarlık tasarım eğitimi sürecine dâhil edildiğinde hem öğrenciye proje sürecinde olası eksikliklerini, hatalarını görebilme ve düzeltebilme fırsatı sağlaması, sunumunu daha açık ve anlaşılır olabilecek şekilde iyi ifade edebilmesi hem de jüri üyelerine, öğrenci proje sunumlarını, öğrenme kazanımları bakımından hedeflenen duruma göre değerlendirebilmesi konusunda avantajlar sağlayabileceği yönünde bir hipoteze sahiptir. Bu çalışmada, iç mimarlık eğitiminde geleneksel yöntemlerle sürdürülen tasarım eğitimi sürecinin ve sunum yöntemlerinin yok sayılarak yadsınması iddia edilmemektedir. Aksine geleneksel yöntemlerin günümüz iç mimarlık eğitiminde ağırlıklı olarak kullanıldığı ve belki uzun bir süre daha kullanılmaya devam edebileceği söylenebilir. Bununla birlikte, yeni nesil öğrenme teknolojileri donanım ve yazılım alt yapısı yanında gelecekçi ve nitelikli bir müfredat içeriği ile birikimli ve deneyimli akademisyenlerin kademeli olarak sürece dâhil edilebilmesinin, artan güçlü rekabet koşulları da dikkate alındığında kurumlara ve öğrencilere avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda iç mimarlık eğitimi görselleştirme ve sunum yöntemlerinde karma gerçeklik teknolojilerinin sürece dâhil edilebilmesi durumunda çıktılarının olumlu yönde olabileceği öngörülmektedir.

Türkiye’de günümüz iç mimarlık eğitiminde geleneksel yöntemlerin ağırlıklı olarak kullanıldığı bir gerçektir. Bu nedenle karma gerçeklik teknolojilerinin genel olarak henüz hem deneysel bir eğitim yaklaşımı sürecinde olmasından hem de alt yapı maliyetinin yüksek olmasından ötürü proje sunumlarının geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilmesinin bir süre daha kullanılmaya devam edebileceği düşünülebilir. Ulusal düzeyde iç mimarlık eğitimi sürecinde ve

stüdyo dersleri kapsamında yeni nesil öğrenme ortamları ile karma gerçeklik teknolojilerinin bir görselleştirme ve proje sunum yöntemi olarak sürece dahil edilebilmesi durumunda çıktılarının olumlu yönde olabileceği ve lisans eğitim sistemine entegre edilerek müfredatın yeniden yapılandırılmasının (revizyonu) zamanla kaçınılmaz olabileceği öngörülmektedir. Bu kapsamda şu önerilerde bulunulabilir:

- Öncelikli olarak, oluşturulacak karma gerçeklik laboratuvarından disiplinlerarası bir yaklaşımla üniversite içi birimlerce ders yapma/araştırma projeleri kapsamında yararlanacak olan öğrenci ve akademisyenlerin oranı ve bunu karşılayacak olan fiziki alan yeterliği göz önünde bulundurulmalıdır. Eğer kurum dışı şirketlere, gruplara, topluluklara kiralanması, hizmet içi eğitim verilebilmesi veya diğer taleplerin karşılanabilmesi düşünülmüyorsa da ona göre bir planlamaya gidilmelidir.
- Yukarıdaki açıklamaya göre, laboratuvarın kimler tarafından hangi amaçlarla kullanılacağına saptanması durumunda, nitelikli bir alt yapı hizmetinin sunulabilmesi için karma gerçeklik yazılımları (Unity, Unreal Engine, 3D Max, Cinema 4D, Reality Capture, Blender, Vuforia, Sketch up ve Steam VR vb.) ve donanımlarının (başlıklar ve hareket kontrolör cihazları, sensörler, leap motion, masaüstü ve dizüstü bilgisayarlar vb.) hangi özelliklerde, niteliklerde ne kadar sayıda stüdyoda ve iş istasyonunda kullanılacağı belirlenmelidir.
- Yeni nesil öğrenme teknolojileri donanım ve yazılım alt yapısı yanında doğru ve nitelikli bir müfredat içeriği ile sürükleyici, teşvik edici ve program kazanımlarının gerçekleştirilebileceği bir öğrenme süreci oluşturulmalıdır.
- Karma gerçekliğin kullanımı ile müfredatta revizyona gidileceğinden var olan dersler arasındaki ardışık ve uyumlu düzenle ilgili açığa çıkabilecek olan sorunlar çözümlenmelidir. Ayrıca, ders içerikleri ve sunumları ile öğretim yöntemlerinde değişime, güncellemeye gidilmelidir.
- Karma gerçeklik laboratuvarındaki alt yapı parkurunun, amaçlanan çıktı ve kazanımlar doğrultusunda etkin, doğru bir planlama ve programlamayla donanım ve yazılım konusunda yeterli bilgi birikimi ve teknik beceriye sahip uzmanlar/akademisyenler tarafından hizmet verebilmesi için ya ek akademisyen/uzman alımı yapılmalı, birimlerde tahsis edilmeli ya da var olan akademisyenler/uzmanlar hizmet içi eğitim kurslarıyla karma gerçeklik teknolojileri konusunda yetiştirilmelidirler/geliştirilmelidirler.

- Çok amaçlı (hizmet içi eğitim, araştırma projeleri, ders, seminer, konferans, workshop vb.) ve çoklu kullanım olması (kurum içi ve kurum dışı) durumunda, karma gerçeklik teknoloji laboratuvarı için nitelikli alt yapı oluşturma maliyetinin karşılanabilmesi için kentsel/bölgesel kalkınma ajansları (örneğin İstanbul Kalkınma Ajansı, Güney Marmara Kalkınma Ajansı gibi), TÜBİTAK proje destekleri ya da özel sektör sponsorlukları düşünülebilir.



EKLER:



EK 1:

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Sena TOMAK

Yabancı Dil: İngilizce

Doğum Yeri ve Yılı: Samsun /1996

E-posta: senatomak@hotmail.com

Eğitim

Lisans: 2018, FMV Işık Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü

Lise: 2014, Samsun Anadolu Güzel Sanatlar Lisesi, Resim Bölümü

Mesleki Deneyim

2022: GEN Mimari Tasarım, İstanbul.

Yayınlar ve Bilimsel Faaliyetler

Uluslararası hakemli dergilerde yayınlanan makaleler

TOMAK, A. ve TOMAK, S. (2015). “*Tez Antitez ve Sentez Kapsamında Ekslibris Sanatı ve İç Mekân Tasarımı*”, Ex-librist International Journal of Ex-Libris, Vol. 2, Part 4.

TOMAK, S. (2022). “*İç Mimarlık Eğitiminde Görselleştirme ve Sunum Yöntemi Olarak Karma Gerçeklik*”, ART & DESIGN, II. International Congress on Art and Design Research. 20-21 June. Kayseri Üniversitesi ve Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Kayseri.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan bildiri kitabında basılan bildiriler

TOMAK, S. (2020). “*Dijital Oyunların İç Mimarlık Tasarım Eğitimi Alan Y ve Z Kuşağı Öğrencilerinin Mesleki Tercihlerine Etkisi*”, İstanbul Aydın Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Lisansüstü Öğrencileri Sanat ve Tasarım Sempozyumu & Sergisi, 11 -12 Mayıs 2020, İstanbul.

EK 2:

Çağlayan Karagözler İle Yapılan Röportaj İçeriği:

Türkiye’de 2019 yılı Nisan ayında İç Mimarlık Bölümünüz tarafından dijital çağa geçiş kapsamında hayata geçirilen Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarı’nın tanıtımı yapılmıştı.

1) Öğrencilerinize hangi piksel tabanlı, vektörel tabanlı ve 3B modelleme yazılımları, hangi dönemde hangi düzeyde öğretilmektedir?

3.dönemden itibaren bu tür yazılımların eğitimleri başlamaktadır. Genellikle yazılım-agnostik bir yapı izlenmeye çalışıldığından ötürü dersler farklı yazılımlar ile birlikte işlenmektedir ancak en yaygın kullanılan yazılımlar 3dsMax, AutoCAD, SketchUp ve Cinema4D şeklindedir.

2) Karma gerçeklik teknolojisini öğrencilerinizin etkin olarak kullanabilmeleri için hangi dönemde, hangi yazılım(lar) öğretilmektedir? Bu durumu müfredatınızda nasıl planladınız? Haftalara göre ne tür bir eğitim içeriği yapılandırdınız?

Öğrencilerimizin proje dersleri ile birlikte alabildikleri ek dersler mevcuttur. Bu dersler opsiyonel olup, öğrencinin kredi sayımına etki etmemektedir ancak öğrenci bu dersleri proje kapsamında aldığını ders programında görüntüleyebilmektedir. Haftalık eğitim programları, öğrencilerin Unity yazılımını, toplamda 2 yıl içerisinde karma gerçeklik üretebilecekleri şekilde öğrenebilmeleri üzerine tasarlanmıştır.

3) Bölüm öğrencileriniz kaçınıcı sınıfta ve hangi derslerde (stüdyo dersi, proje dersi vb.) karma gerçeklik teknolojisi içeriği üretiyorlar?

Öğrencilerimiz 3. Ve 4.sınıflarda karma gerçeklik ile çalışıyorlar ancak 3.sınıfın çoğunluğu henüz tanışma ve Unity yazılımının teknik altyapısını öğrenmekle geçiyor.

4) Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarınızda kullanılan donanım ve yazılımlar hakkında ayrıntılı bilgi verebilir misiniz?

Laboratuvarda kullanılan yazılımlar, karma gerçeklik tasarımları için Unity3D, Cinema4D, 3dsMax ve diğer gereklilikler için Adobe Creative Suite olarak açıklanabilir. Bu yazılımlar, 3B tasarım ve o tasarımların karma gerçeklikte gösterilebilmesi için gerekli olmaktadır. Donanım olarak ise bu röportajın yapıldığı sırada 8 tane iş istasyonu gücünde bilgisayar, her biri için kullanıma açık HTC Vive Pro Kit, Microsoft HoloLens, iPad, Leap Motion ve 3B el tarayıcısı cihazları bulunmaktadır. Bu cihazlar

VR, AR ve XR gibi alanların hepsinde çalışma yapmaya imkân tanıyabilen ve öğrencilerin derslerini yeterli ve gerekli derecede karşılayabilen ekipmanlardır.

5) Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarını öğrencileriniz hangi dönemde kullanmaya başlıyorlar?

Öğrencilerimiz bu laboratuvarı 5. dönemden itibaren kullanmaya başlıyorlar

6) Karma gerçeklik teknolojisinin öğrencilerinize final proje sunumlarında sağladığı katkılar nelerdir?

En önemli kullanım alanlarından biri budur zaten proje derslerimizde. Öğrencilerimize, uygun gördükleri ve yapabildikleri takdirde HTC Vive gibi sanal gerçeklik gözlüğü kullanarak jüri üyelerine tasarımlarını deneyimletme izni verilmektedir. Bu şekilde jüri sunumlarını tamamlayabilmektedirler.

Bu yöntemi kullandıklarında, anlatım şekillerinin çok daha kolaylaştığı, daha yüksek puanlar aldıkları ve projelerinin detaylarına çok daha hâkim oldukları gözlemlenmiştir.

7) Öğrencilerinizin Unity yazılımı aracılığıyla sanal bir ortamı içinde gezilebilir duruma getirebilmeleri kaç haftalık bir eğitim sonunda mümkün olmaktadır?

Genellikle 14 haftalık bir ders döneminde gezilebilir duruma getirmek mümkün olmaktadır ancak bu, dersin eğitimcisinin sağladığı öğrenciler için ulaşılabilir durumda olan şablon projenin kullanımıyla gerçekleşmektedir. Ders gördükleri zaman boyu öğrenciler sadece gezilebilir hale getirme değil aynı zamanda kaliteli ve gerçekçi görünüş açısından görüntü işleme üzerine de çokça eğitim almaktadırlar.

8) Öğrencileriniz Unity programını ve karma gerçeklik donanımlarını kullanabilmeye zorluk çekiyorlar mı? Çekiyorlar ise ne tür çözümler üretiyorsunuz?

Özellikle programlama ve yazılım dili ile ilgili olan bölümlerde öğrencilerimiz anlamakta epey güçlük çekiyorlar ancak bu bölümler derslerimizde öğretilmemekte. Programlama ihtiyaçları, önden hazırlanan şablon projeler ile, öğrencilere sadece bunların kullanımı öğretilerek karşılanmaktadır. Bunun dışında donanım kullanımı ders boyunca öğretilmektedir ve alışma konusunda bir problem gözlenmemiştir.

- 9) **Karma gerçeklik teknolojisi eğitimleriyle öğrencileriniz, öğrenme çıktılarında hedeflediğiniz düzeye ve teknik yeterliğe ulaşabiliyorlar mı?**

Genel olarak henüz deneysel bir eğitim yaklaşımı olduğundan ötürü proje derslerinin finallerinde bu teknolojinin kullanımı ve eğitiminin çıktıları zorunlu tutulmamıştır ancak katılım gösteren ve kullanan öğrencilere ekstra puan olarak yansıtılmıştır. Bu sebeple, katılım gerçekleştirmeyi tercih edenlerin sayısı değişiklik göstermektedir. Ancak katılım gösteren öğrenciler genellikle teknik yeterliliğe ulaşabilmektedirler.

- 10) **Karma gerçeklik teknolojisinin proje dersi final sunumu dışında yarı yıl boyunca yürütülen diğer derslerdeki kritiklerde kullanımı nasıl?**

Derslerde ve kritiklerde pek sık kullanılmamaktadır. Genellikle final sunumu odaklı bir biçimde çalışma sağlanmaktadır.

- 11) **Öğrencilerinizin derslerde karma gerçeklik teknolojisiyle ilgili motivasyonu, merakı, öğrenme istekliliği ve heyecanı nasıl?**

Genellikle öğrencilerimizin konuya ilgisi oldukça büyük görülmektedir. Motivasyon ve isteklilik anlamında özellikle opsiyonel dersleri tercih eden ve katılım gösteren öğrencilerin gösterdiği heyecan belirgin denebilir.

- 12) **Karma gerçeklik teknolojisini öğrencilerinizin kullanabiliyor olmalarının onlara Metaverse’de katkısı olur mu? Nasıl?**

Elbette katkısı olur. En önemli ve belirgin katkısı, herhangi bir metaverse uygulaması veya oyununda, direkt olarak tasarımlarını bulundurmaları ve/veya bu alanda tasarım işleri almaları mümkün olabilmektedir. Bununla beraber sadece tasarımdan öte, yapılan tasarımları böyle bir ortama geçirmek üzerine de çalışma yapabilme imkanları olmaktadır.

- 13) **Genişletilmiş gerçeklik teknolojisi ve Metaverse ile sunum yöntemi konusunda ne düşünüyorsunuz?**

Metaverse ile sunumun VR ile sunumdan bir farkı yoktur. Son derece mantıklı ve ortamın anlaşılmasını kolaylaştıran, ikili iletişimi rahatlatan ve tasarım anlatımını hızlandıran bir yöntem olduğunu düşünüyorum.

- 14) Öğrencilerinizin proje sunumlarını karma gerçeklik teknolojisiyle yapıyor olmaları ve bu yeterlikte mezun olmaları, onları, iş edinme kariyerlerinde avantajlı kılıyor mu?**

Kesinlikle avantajlı kılıyor. Verilen iş ilanlarında Unity bilmenin avantaj olduğu belirtiliyorsa öğrencilerimiz zaten bu ilanlara direkt olarak bir adım önde başvurabiliyorlar. Bu şekilde belirtilmediyse bile kendileri CV'lerinde bu durumu dile getirerek bu teknolojiye hâkim olmayan rakiplerine karşı avantaj elde etmiş oluyorlar.

- 15) Mezunlarınızdan karma gerçeklik teknolojisini öğrenmiş olmalarıyla ilgili geribildirimler alıyor musunuz?**

Mezun geribildirim toplantılarında zaman zaman konuşulmasıyla birlikte, genellikle bu dersi veren eğitimcilerin öğrencileriyle birebir iletişimleriyle bu geribildirimler alınmaktadır.

- 16) 2019 yılındaki röportajınızda Bölüm derslerinde kurgusal atölyenin yanı sıra Sanal Deneyim Atölyesi adlı atölye uygulamasını başlattığınızı söylemişsiniz. Öğrencilerinize geleneksel sunum yöntemleri eğitimi veriyor musunuz? Yanıtınız “evet” ise geleneksel ile karma gerçeklik teknolojileri arasında bir adaptasyon ya da bocalama sorunu yaşıyorlar mı?**

Evet. Tüm sunum yöntemleri üzerinde durulmaktadır derslerimizde. Adaptasyon sorunu öğrencilerimizin azınlık bir bölümünde görülse de dönem boyu aldıkları dersler ve sunumlarına eğitimcileri ile birlikte hazırlanmaları sonucunda bu problem aşılmaktadır çoğunlukla.

- 17) Sanal Deneyim Tasarım Laboratuvarınız, Bölümünüzü İstanbul'da iç mimarlık eğitimi veren kurumlar arasında avantajlı ve prestijli kıldı mı? Bölümünüze ilişkin farkındalık düzeyini artırdı mı?**

Laboratuvarın açıldığını duyurduğumuz yıl İç Mimarlık ve Mimarlık bölümü kontenjanlarımızın tamamını doldurduk. Bunun dışında kurumlar arası yapılan toplantı, konferans ve sunum gibi görüşmelerde bölümümüzün bu konuya olan yatırımı ve öğrencilerin gelişimleri tebrik alan bir özelliği oldu.

EK 3:

Tilanka Chandrasekera İle Yapılan Röportaj İçeriği:

Questions:

- 1) Which software(s) are taught in which period for your students to use mixed reality technology effectively? How did you plan this situation in your curriculum?**

What kind of educational content did you structure by week?

Content creating: 3Ds max, Sketchup/Enscape Interaction – Unity 3D. Your questions are very open ended. This is more like interview questions. I suggest that you simplify your questions. There is no one course that teaches these skills.

- 2) In which grade and in which courses (studio course, project course, etc.) do your department students produce mixed reality technology content?**

In all years.

- 3) Can you give detailed information about the hardware and software used in your 25 virtual reality stations?**

VR ready PC's and Meta Quest 2. Unity, Sketchup, 3Ds Max, Enscape

- 4) At the end of how many weeks is it possible for your students to make a virtual environment navigable?**

If youre familiar with VR then you would know that once you create the content then you can make it navigable quite easily. So I would say on their first day with the software.

- 5) Do your students have difficulty using mixed reality equipment? If they do, what kind of solutions do you produce?**

No

- 6) How is the use of mixed reality technology in the critiques of other courses conducted during the semester, apart from the final presentation of the project course?**

Students design in VR

- 7) How is your students' motivation, curiosity, willingness and excitement to learn about mixed reality technology in lessons?**

- 8) *High***

- 9) Does the fact that your students are making project presentations with mixed reality technology and graduating in this qualification make them advantageous in their careers in obtaining a job?**

Yes

- 10) Does your Mixed Reality Lab make your Department advantageous and prestigious among other institutions that offer interior design education in your state?
Has the level of awareness of your department increased?**

Yes.



KAYNAKÇA

Türkçe ve İngilizce Kaynaklar:

1. Akın, C. (2008). “Mimarlıkta Dijital Görselleştirme Kavramı ve Uygulamalarının Sistematik Çözümlemesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
2. Atılğan D, (2006). “Gelişen Tasarım ve Teknolojilerinin Mimari Tasarım Ürünleri Üzerindeki Etkileri”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
3. Babur, A., (2016). “Artırılmış Gerçeklik, Benzetim Ve Gerçek Nesne Kullanımının Öğrenme Başarılarına, Motivasyonlarına Ve Psikomotor Performanslarına Etkisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya.
4. Barnard, M. (2002). *Sanat Tasarım ve Görsel Kültür*, Ankara: Ütopya Yayınevi.
5. Belardi, Paolo (2015). *Mimarlar Neden Hala Çiziyor?* (Çev. Atilla Erol), Janus Yayıncılık, İstanbul.
6. Berger, J. (1986). *Görme Biçimleri*. (Çev.) Yurdanur Salman, İstanbul: Metis Yayınları.
7. Bezegová, E., Ledgard, M., A., Molemaker, R., J., Oberč, B., P., Vigkos, A. (2017). Virtual Reality And Its Potential For Europe, https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/vr_ecosystem_eu_report_0.pdf.
8. Bikiç, N., Ç. (2021). Geleneksel Eğitim Anlayışının Üç İdiot Filmi Üzerinden Eleştirel Bir Analizi, *Kültür Araştırmaları Dergisi*, DOI Number: 10.46250/kulturer.840959.
9. Bozat, U., Dedelioğlu, C. (2018). *Artırılmış Gerçeklik-Geleneksel ve Dijitalin Kâğıt Üzerinde Buluşması*, 6. Uluslararası Matbaa Teknolojileri Sempozyumu-01-03 KASIM, İstanbul Üniversitesi.
10. Buldaç, M., Levent, T. (2015). *İç Mimari Projede Fikrin Sunum Paftasına Yansıması*, İç Mimarlık Eğitimi 3. Ulusal Kongresi / Atölye Kuram ve Uygulama Birlikteliği Bildiriler Kitabı, İstanbul Kültür Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, İstanbul.

11. Cellary, W. (2002). Poland and The Global Information Society: Logging on, Human Development Report, United Nations Development Programme, pp. 29–33, Warsaw, Poland.
12. Ceylan, S. (2021). A Classroom Experience on the Use of Virtual Reality as a Tool for Representation in Architectural Education, Design Principles And Practices: An International Journal-Annual Review, Volume: 15, Issue: 1, ISSN: 1833-1874 (Print), ISSN: 24735736 (Online), <https://doi.org/10.18848/1833-1874/CGP> (Journal)
13. Cindioğlu, C., H. (2019). “Gelişen Karma Gerçeklik Teknolojilerinin Tasarım Odaklı Düşünme Üzerine Etkisi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen ve Uygulamalı Bilimler Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
14. Crick, F. (1997). *Şaşırtan Varsayım*, 4.Basım, (Çev.) Sabit Say, Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları.
15. Çelik, S., Akdamar E. (2018). Büyük Veri Ve Veri Görselleştirme, Akademik Bakış Dergisi, Sayı: 65, Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, ISSN:1694-528X.
16. Demir, O. (2020). Yenilik Çıktı Verimliliği ve Ülkelerin RekabetGücüne Etkisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Yıl:19 Sayı:39 Güz:2020/3,s.828-842
17. Dodevska, A., Z., ve Mihic, M. (2018). Augmented Reality and Virtual Reality Technologies in Project Management: What Can We Expect? European Project Management Journal 8 (1): 17-24, November, DOI: 10.18485/epmj.2018.8.1.3.
18. Doğan, D., Erol, T., Mendi, A., F. (2021). Sağlık Alanında Karma Gerçeklik, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Özel Sayı: 29, ss. 11-18.
19. Durusoy, M. (2015). “Düşüncenin Eskizle Anlatımı Ve Mimari Tasarımdaki Önemi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
20. Ergün, O. (2019). “Mimari Tasarımlar İçin Yapı Bilgi Modellemesi Tabanlı Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik Ortamlarının Geliştirilmesi ve Ciddi Oyunlar İle Kullanıcı Etkileşimlerinin İyileştirilmesi”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Enformatik Enstitüsü Modelleme ve Simülasyon Anabilim Dalı, Ankara.
21. Farrelly, F. (2012). *Mimarlıkta Sunum Teknikleri*, (Çev.) Feyza Akder, Literatür Yayınları: 654, İstanbul.

22. Farrelly, F. (2013). *Mimarlığın Temelleri*, (Çev.) Neslihan Şık, Literatür Yayınları: 615, Akademik Temelleri Dizisi: 01, İkinci Basım, İstanbul.
23. Fonseca, D., Cavalcanti, J., Peña, E., Valls, V., Sanchez-Sepúlveda, M., Moreira, F., Navarro, I., Redondo, (2021). E. Mixed Assessment of Virtual Serious Games Applied in Architectural and Urban Design Education. *Sensors* 2021, 21, 3102, <https://doi.org/10.3390/s21093102>.
24. Freina, L., Ott, M. (2015). A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. *eLearning & Software For Education*.
25. Global Innovation Index (2021). Global Innovation Index The GII helps create an environment that evaluates innovation factors continuously.
26. Gökmen, H., Süer, D. (2003). *Mimarlık Eğitiminde Tasarım Stüdyolarına Farklı Yaklaşımlar*. Mimarlar Odası İzmir Şubesi Yayınları, İzmir.
27. Gül, Ö. (2016). Türkiye’de İç Mimarlık Lisans Eğitiminde Tasarım Stüdyosu Derslerinin Yürütülmesine Yönelik Geliştirmeme Modeli Önerisi, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
28. Gülel, Z. (2018). “İç Mimarlık Tasarım Stüdyosu Eğitimi Sürecinde Arttırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
29. Gülel, Z., Arabacıoğlu, B., C., (2019). Arttırılmış Gerçekliğin (AG) Mekân Tasarımı Eğitiminde Kullanımına Potansiyeller ve Kısıtlamalar Işığında Güncel Bir Bakış, *Haziran*, ss. 151-177, e-ISSN 2149-6595.
30. Gürçınar, E., Esen Ö., C. (2018). The Application of Augmented Reality in Interior Design Education, *NordDesign 2018*, August 14-17, Linköping, Sweden, ISBN: 978-91-7685-185-2
31. Gürer, L. (1990). *Perspektif ve Gökge*. İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, 2. Baskı, İstanbul.
32. Hosny, S., Abdelmohsen, S. (2004). Integrating Intelligent Mixed Reality in Architectural Education: A Theoretical Model. *Al Azhar University Engineering Journal*, Volume: 7, No: 3, Pp. 557-568. ISSN: 2146-5193, October 2020, Volume: 10, Issue: 4, pp. 423-440.

33. Hui, V., Estrina, T., Zhou, G., Huang, A. (2021). Applications of Extended Reality Technologies Within Design Pedagogy: A Case Study in Architectural Science, International Journal of Digital Society (IJDS), Volume: 12, Issue: 2.
34. İçten, T. (2019). “Artırılmış Gerçeklik İçerik Geliştirme Ve Tarayıcı Platformu Tasarımı, Uygulaması ve Değerlendirilmesi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Ankara.
35. İpek, A., R. (2019). “Karma Gerçeklikte Çoklu Mekân Tasarımı”, Yayınlanmamış Sanatta Yeterlik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Grafik Anasanat Dalı, Ankara.
36. İnan, N., Yıldırım, T. (2009). Mimari Tasarım Sürecinde Disiplinlerarası İlişkiler ve Eşzamanlı-Dijital Ortam Tasarım Olanakları, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, C: 24, No: 4, ss. 583-594, Ankara.
37. İnceoğlu, N., Gürer, T., Çil, E. (1995). *Düşünce ve Anlatım Aracı Olarak Eskizler*, Güzel Sanatlar Matbaası, Helikon Yayınları, İstanbul.
38. Jerald, J. (2016). *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*, ACM Books, USA.
39. Kalay, T. (2019). “İç Mimarlık Eğitiminde Stüdyo Derslikleri ve Ergonomi: Devlet ve Vakıf Üniversiteleri Üzerinden Bir İnceleme”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Anasanat Dalı İç Mimarlık Sanat Dalı, Kocaeli.
40. Karayılanoğlu, G., Arabacıoğlu, B., C. (2020). Digital Interactive Experiences In Contemporary Art Museums, The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication-TOJDAC
41. Korucu, A. T., Usta, E., Yavuzaslan, İ., F. (2016). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanımı: 2007-2016 Döneminde Türkiye'de Yapılan Araştırmaların İçerik Analizi. Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 2, ss. 81-92.
42. Küçük, S., Yılmaz, R., Göktaş, Y. (2014). İngilizce Öğreniminde Artırılmış Gerçeklik: Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Bilişsel Yük Düzeyleri, Eğitim ve Bilim C: 39, S: 176, ss. 393-404.
43. Künüçen, H., H., Samur, S. (2021). Dijital Çağın Gerçeklikleri: Sanal, Artırılmış, Karma ve Genişletilmiş Gerçeklikler Üzerine Bir Değerlendirme, Yeni Medya Hakemli

- Uluslararası E-Dergi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İletişim Fakültesi, S: 11, E -ISSN: 2587-1285.
44. Kürşad, D. (2020), “Mimari Sunum Paftalarında Görsel Tasarım İlkelerinin Uygulanması Üzerine Öneriler”, GSED, C: 26, S: 44, ss. 211-221.
45. Milgram, P., Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, IE-ICE Transactions on Information Systems, Volume: E77-D, No: 12, December.
46. Milovanovic, J., Moreau, G., Siret, D., Miguet, F. (2017). Virtual and Augmented Reality in Architectural Design And Education An Immersive Multimodal Platform to Support Architectural Pedagogy, <https://www.researchgate.net/publication/319665970>.
47. Odabaş, N. (2020), Mimari Tasarım Ürününün Kendisi ve Temsili Arasındaki İlişki, Tasarım Enformatiği, Cilt: 2, Sayı: 1, MSGSÜ Enformatik Bölümü Dergisi, İstanbul.
48. Olgun R., Yılmaz, T. (2014). Peyzaj Mimarlığında Bilgisayar Destekli Tasarım ve Tasarım Aşamaları, Niğde Üniversitesi Mühendislik Birimleri Dergisi, C: 3, S: 1, Sayfa No: 48-59.
49. Özcan, B., Ş. (2020). Mimarlık Eğitiminde Geleceğe Dair Notlar, Dosya 45-Gelecek, Teknoloji ve Mimarlık, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi.
50. Parveau, M., Adda, M. (2018). A New Classification Method For Virtual, Augmented and Mixed Realities, The 9th International Conference on Emerging Ubiquitous Systems and Pervasive Networks (EUSPN 2018), Elsevier.
51. Ratcliffe, J., Simons, A. (2017). How can 3D Game Engines Create Photo Realistic Interactive Architectural Visualizations? International Conference on Technologies For E-Learning and Digital Entertainment, DOI: 10.1007/978-3-319-65849-0_17, E-Learning and Games, pp. 164-172
52. Shelton, B. E., Hedley, N. R. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationship To Undergraduate Geography Students. The First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop, pp. 1-8.
53. Söğüt, E. F., (2019). “Geleneksel ve Bilgisayar Destekli Anlatım Tekniklerinin İç Mimari Sunuma Etkileri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, FMV Işık Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.
54. Sözen, M., Tanyeli, U. (1986). *Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü*, Remzi Kitabevi, İstanbul.

55. Şahin, M. (2014). Öğretim Materyallerinin Öğrenme-Öğretme Sürecindeki İşlevine İlişkin Öğretmen Görüşlerinin Analizi, Kastamonu Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi, 23 (3), ss. 995-1012.
56. Şahinler O., Kızıl, F. (2006). *Mimarlıkta Teknik Resim*, YEM Yayın: 91, Sayfa No: 95-13, 12. Baskı, İstanbul.
57. Şişman, B. (2021). Bilim Kurgudan Gerçeğe: Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik, Bilim ve Teknik, Ankara.
58. Tang, M. (2018). The 34th National Conference on the Beginning Design Student (NCBDS), Volume: 34, No: 1, College of Design, Architecture, Art, and Planning at the University of Cincinnati.
59. Tanyeli, U. (2002). Mimarlıkta Temsiliyet, Arredamento Mimarlık Tasarım Kültürü Dergisi, 146, 76.
60. Teruggi, T., Fassi, F. (2022). Hololens 2 Spatial Mapping Capabilities In Vast Monumental Heritage Environments, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLVI-2/W1-2022 9th Intl. Workshop 3D-ARCH “3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures”, 2–4 March 2022, Mantua, Italy.
61. Tomak, S. (2020). Dijital Oyunların İç Mimarlık Tasarım Eğitimi Alan Y ve Z Kuşağı Öğrencilerinin Mesleki Tercihlerine Etkisi, Lisansüstü öğrencileri Sanat ve Tasarım Sempozyumu ve Sergisi, İstanbul.
62. Topal, B. (2021). “Mixed Reality Technologies For Enriching Presentations In Industrial Design Education”, Unpublished Doctoral Thesis, The Graduate School Of Natural And Applied Sciences Of Middle East Technical University, Partially Meeting Requirements For Doctor Of Philosophy Degree In Industrial Design, Ankara.
63. Uçar, T., F. (2004). *Görsel İletişim ve Grafik Tasarım*, İnkılap Kitabevi Yayın Sanayi ve Ticaret A.Ş., İstanbul.
64. Uslu, N., D. (2008). “İç Mimarlık Tasarımlarının Sunum Aşamasında El Çizimi ve Bilgisayar Destekli Çizimin Kullanımı”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul.

65. Yıldırım, H., İ. (2009). “Eleştirel Düşünmeye Dayalı Fen Eğitiminin Öğrenme ürünlerine Etkisi”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Ankara.
66. Yıldırım, M. T. (2004). Mimari Tasarımda Biçimlendirme Yaklaşımları İle Bilgisayar-Yazılımları İlişkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, C: 19, No: 1
67. Yıldırım, T., İnan, N., Yavuz, Ö.A. (2010a). Mimari Tasarım Eğitiminde Bilişim Teknolojilerinin Kullanımı ve Etkileri, 10. Akademik Bilişim Konferansı, Muğla, Türkiye.
68. Yıldırım, T., İnan, N., Yavuz, Ö.A. (2010b). Mimari Tasarım Eğitiminde Geleneksel ve Dijital Görselleştirme Teknolojilerinin Karşılaştırılması. Bilişim Teknolojileri Dergisi, C: 3, S: 3, ss. 17-26.
69. Yıldız Durak, H., Sarıtepeci, M., Bağdatlı Çam, F. (2020). Arkeoloji Alanında Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımına Yönelik Üniversite Öğrencilerinin Görüşlerinin İncelenmesi. Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi – Journal of Qualitative Research in Education, C: 8 (1), S: 1, ss. 156-179. Doi:10.14689/issn.21482624.1.8c.1s.8m.

İnternet Kaynakları:

Admissionsly (2020, 20 Kasım). *College student mental health statistics – 2022*.

<https://admissionsly.com/college-student-mental-health-statistics/>

Ankara Üniversitesi (2022, 20 Ocak). *NFT’ye Giriş (Introduction to NFT) dersinin genel sosyal seçmeli dersler havuzuna eklenmesi*.

<http://ayasmao.ankara.edu.tr/2022/01/20/23886/>

Architectural Studies (2022). *About the ILAB Mission Statement Academics*.

<https://arch.missouri.edu/facilities/about-the-ilab/>

ArtDog İstanbul (2022, 4 Nisan). *İş Sanat’tan metaverse’de sergi*.

<https://artdogistanbul.com/is-sanattan-metaversede-sergi/>

Arts.ac.uk (2022). *Course overview*.

<https://www.arts.ac.uk/subjects/animation-interactive-film-and-sound/postgraduate/ma-virtual-reality-lcc#course-overview>

Arts.ac.uk (2022). *Creative Technology Lab*.

<https://www.arts.ac.uk/colleges/london-college-of-communication/student-life-at-lcc/facilities/creative-technology-lab>

Bauman, R. (2018, 7 Şubat). *Dive into the world of molecules*. ETH Zürich.

<https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2018/02/hololens.html>

Blog Moduluc (2019, 9 Ekim). *Architecture and design schools teaching vr, ar, or mr technologies*.

<https://blog.moduluc.com/architecture-and-design-schools-teaching-vr-ar-or-mr-technologies/>

Bristol.ac.uk (2022). *MSc Immersive Technologies (Virtual and Augmented Reality)*.

<https://www.bristol.ac.uk/study/postgraduate/2022/eng/msc-immersive-technologies-virtual-and-augmented-reality/>

Bulut, B. (2021). *Vuforia 7, Artırıl Gerçeklik Ve Gerçek Hayatın Uyumunu Kolaylaştıracak*.

<https://www.teknovr.com/vuforia-7/>

Cbi.eu (2021, 8 Eylül). *The European market potential for VR and AR services*.

<https://www.cbi.eu/market-information/outsourcing-itobpo/virtual-and-augmented-reality-services/market-potential>

Centers for Disease Control and Prevention, (n.d.). *Data and Statistics About ADHD*. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities.

Retrieved September 23, 2021 from <https://www.cdc.gov/ncbddd/adhd/data.html>.

Çağlar, D. (2021, 25 Aralık). Sanat Koleksiyonları Metaverse'e mi taşıyor? HaberTürk.
<https://www.haberturk.com/yazarlar/deniz-caglar/3294828-sanat-koleksiyonlari-metaverse-mi-tasinior>

Çağlayan, B. M. (2016, 15 Mayıs). Google'dan Tilt Brush: hayal gücünün paleti.
<https://vogue.com.tr/trend/googledan-tilt-brush-hayal-gucunun-paleti>

Designschool.com (2022). *Virtual Reality for Interior Architects*.
<https://www.designschool.com/virtual-reality-for-interior-architects/>

Dexter, A. (2022). *The best VR headset for 2022*.Pcgamer.
<https://www.pcgamer.com/best-vr-headset/>

Digital Aptech Private Limited (2022, 29 Mayıs). *How ar, vr and mr are revolutionizing the field of interior design?*
<https://www.digitalaptech.com/how-ar-vr-and-mr-are-revolutionizing-the-field-of-interior-design/>

Ebuliz (2019). *Artırılmış ve sanal gerçeklik mükemmeliyet merkezi*.
<http://www.ebuliz.com.tr/tr/about.html>

EduBook, (2022, 14 Mayıs). *Sürükleyici (immersive learning) öğrenme nedir?*
[https://www.edubook.com.tr/tr/blog/surukleyici-immersive-learning-ogrenme-nedir#:~:text=S%C3%BCr%C3%BCkleyici%20\(immersive%20learning\)%20%C3%B6%C4%9Frenme%20sanal,g%C3%BCr%C3%A7%C3%BC%20mesajlar%20g%C3%B6ndermeye%20imkan%20tan%C4%B1r](https://www.edubook.com.tr/tr/blog/surukleyici-immersive-learning-ogrenme-nedir#:~:text=S%C3%BCr%C3%BCkleyici%20(immersive%20learning)%20%C3%B6%C4%9Frenme%20sanal,g%C3%BCr%C3%A7%C3%BC%20mesajlar%20g%C3%B6ndermeye%20imkan%20tan%C4%B1r)

Falmouth.ac.uk (2022). *Interior Architecture BA(Hons)*

<https://www.falmouth.ac.uk/study/undergraduate/interior-architecture>

Foundry4 is becoming TPXimpact (2017, 7 Ekim). *Mixed reality: the best of both worlds*. Foundry4 is becoming TPXimpact.

<https://foundry4.com/mixed-reality-the-best-of-both-worlds>

FundamentalVR (2022, 4 Haziran). *Multiuser VR*.

<https://www.fundamentalvr.com/#multiuservr>

Future Visual (2022, 9 Mayıs). *Immersive learning – what it is, benefits and how to implement*.

<https://www.futurevisual.com/blog/immersive-learning/>

Greenwald, W. (2022, 20 Nisan). *The best VR headset for 2022*. PC.

<https://www.pcmag.com/picks/the-best-vr-headsets>

Grush, M. (2016, 15 Kasım). *Mixed reality: from the design lab to the professions*. campus technology.

<https://campustechnology.com/articles/2016/11/15/mixed-reality-from-the-design-lab-to-the-professions.aspx>

Haberler.com (2019, 19 Nisan). *Arel üniversitesi iç mimarlık bölümü "dijital çağa" geçti*.

<https://www.haberler.com/guncel/arel-universitesi-ic-mimarlik-bolumu-dijital-caga-11966205-haberi/>

Haliç Üniversitesi (2020, 5 Temmuz). *Sanal gerçeklikte yerini al, hayallerini gerçeğe dönüştür*.

<https://halic.edu.tr/tr/haberler/sanal-gerceklikte-yerini-al-hayallerini-gercege-donus-tur>

Healthaxr News (2022, 30 Mayıs). *Demystifying the Virtual Reality Landscape*

<https://www.healthaxrnews.com/technology/what-is-virtual-reality-difference-between-augmented-reality-and-virtual-reality/>

Hürriyet.com (2020, 28 Nisan). *Türkiye, yazılım geliştirici sayısında Avrupa'da 12'nci sırada.*

<https://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/turkiye-yazilim-gelistirici-sayisinda-avrupada-12nci-sirada-41504752>

İed.edu (2022). *Design for Virtual Reality.*

<https://www.ied.edu/courses/barcelona/master/design-for-virtual-reality>

İedbarcelona.es (2022). *Master In Design For Virtual Reality.*

<https://iedbarcelona.es/en/cursos-info/master-in-design-for-virtual-reality/>

İnformatikplm.com (2021). *Vuforia Engine.*

<https://informatikplm.com/urunler/vuforia/vuforia-engine/#:~:text=Vuforia%20Engine%2C%20art%C4%B1%C4%B1r%C4%B1lm%C4%B1%C5%9F%20ger%C3%A7eklik%20uygulamalar%C4%B1n%C4%B1n,ile%20etkile%C5%9Fime%20girmesine%20izin%20verebilir.>

İstanbul Kalkınma Ajansı (2019, 9 Mayıs). *"KARMA Gerçeklik Laboratuvarı" hizmete girdi.*

<https://www.istka.org.tr/haberler/karma-gerceklik-laboratuvari-hizmete-girdi/>

Karma Lab (2019). *KARMA Lab.*

<https://karma.ku.edu.tr/tr/karmalab>

Kartal, B. (2019). *Microsoft'un ikinci nesil karma gerçeklik seti HoloLens 2 tanıtıldı.* Webtekno.

<https://www.webtekno.com/microsoft-karma-gerceklik-seti-hololens-2-fiyati-ozellikleri-h63821.html>

Leblebicioğlu, E. (2020). *Render nedir? Render alma işlemi nasıl yapılır?* Mühendistan.
<https://muhendistan.com/render-nedir-render-alma-islemi-nasil-yapilir/>

Lunduniversity.lu.se (2022). *Virtual Reality and Augmented Reality Master's Programme*.
<https://www.lunduniversity.lu.se/lubas/i-uoh-lu-TAVAR>

Meral, S. (2019, 18 Nisan). *İstanbul Arel Üniversitesi sanal/artırılmış gerçeklik ile yeniden yapılandırılan iç mimarlık proje derslerinin tanıtımı*. Arkitera.
<https://www.arkitera.com/etkinlik/istanbul-arel-universitesi-sanal-artirilmis-gerceklik-ile-yeniden-yapilandirilan-ic-mimarlik-proje-derslerinin-tanitimi/>

Microsoft. (2022a, 18 Nisan). *Uzamsal eşleme*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/design/spatial-mapping>

Microsoft. (2022b, 11 Mayıs). *HoloLens 2 hakkında*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/hololens/hololens2-hardware>

Microsoft. (2022c, 18 Nisan). *El ve hareket denetleyicileri*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/design/hands-and-tools>

Microsoft. (2022d, 18 Nisan). *İçgüdüsel etkileşimlere giriş*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/design/interaction-fundamentals>

Microsoft. (2022e, 18 Nisan). *Sesli komut*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/out-of-scope/voice-design>

Microsoft. (2022, 18 Ağustos). *Unity ile Vuforia Altyapısını Kullanma*.
<https://docs.microsoft.com/tr-tr/windows/mixed-reality/develop/unity/vuforia-development-overview>

Nsocialtr.com (2022). *Artırılmış gerçeklik platformları sparkAR, vuforia ve webAR.*

<https://www.nsocialtr.com/artirilmis-gerceklik-platformlari-ar-vuforia-spark-web.html>

Oklahoma State University (2022, 4 Haziran). *Undergraduate research in interior design.*

<https://education.okstate.edu/research/labs/mixed-reality-lab/undergraduate-research.html>

Oklahoma State University (2022, 4 Haziran). *Technology.*

<http://www.okstatedesign.com/Curriculum.html>

Onerios (2022). *Using real time rendering engine, it is possible get different visualization content meeting every need.*

<https://oneirosvr.com/portfolio/what-we-do/>

Öğrenci Kariyeri (2019, 4 Ağustos). *Sanal gerçeklik ve arttırılmış gerçeklik olgusunu bir üst seviyeye taşımak: karma gerçeklik.*

<https://ogrencikariyeri.com/haber/sanal-gerceklik-ve-arttirilmis-gerceklik-olgusunu-bir-ust-seviyeye-tasimak-karma-gerceklik>

ÖzU VR Lab (2022). *Virtual Reality Lab.*

<https://vr.ozyegin.edu.tr/>

ÖzU VR Lab 2022). *Our Project.*

<https://vr.ozyegin.edu.tr/projects/>

Papuççayan, A. (2021, 9 Mart). *Karma gerçeklik ve Microsoft Mesh.* Webrazzi.

<https://webrazzi.com/2021/03/09/karma-gerceklik-ve-microsoft-mesh/>

Pavoni Studio (2020, 21 Mayıs). *Mixed Reality in education? From challenge to opportunity.*

Retrieved May 21, 2020 from <https://pavonistudio.com/mixed-reality-in-education-from-challenge-to-opportunity/>

- Palymouth.ac.uk (2022). *Digital Fabrication and Immersive Media Laboratories*.
<https://www.plymouth.ac.uk/about-us/university-structure/faculties/arts-humanities-business/digital-fabrication-and-immersive-media-laboratories>
- Piksel Bazlı Yazılımlar (2018, 19 Mayıs)
<https://perdogan.wordpress.com/2018/05/19/piksel-bazli-yazilimlar/>
- Poddar, C. (2018, Mayıs). *Mixed reality market overview*. Allied Market Research.
<https://www.alliedmarketresearch.com/mixed-reality-market>
- Port.ac.uk (2022). *Virtual And Augmented Reality BSc (Hons)*.
<https://www.port.ac.uk/study/courses/bsc-hons-virtual-and-augmented-reality#facilities>
- Port.ac.uk (2022). *Virtual Reality Lab*.
<https://www.port.ac.uk/about-us/our-facilities/teaching-and-learning-spaces/virtual-reality-lab>
- Riendeau, P. (2017, Haziran). *Sensors for AR/VR*. PressBooks.
<https://augmentedrealitymarketing.pressbooks.com/chapter/sensors-for-arvr/>
- Rokoko Electronics (2020a). *Smartgloves*.
<https://www.rokoko.com/products/smartgloves>
- Rokoko Electronics (2020b). *Smartsuit Pro II*.
<https://www.rokoko.com/products/smartsuit-pro>
- Rokoko Electronics (2020c). *Fce capture*
<https://www.rokoko.com/products/face-capture>
- Roundtable Learning (2019, 24 Ekim). *Immersive learning: what it is and how to use it*.
<https://roundtablelearning.com/immersive-learning-what-it-is-and-how-to-use-it/>

San Diego State University (2022, 25 Ocak). *New research center focusing on augmented, mixed realit.*

https://newscenter.sdsu.edu/sdsu_newscenter/news_story.aspx?sid=78650

Think with Google (2017, Haziran). *Sanal gerçeklik (vr), artırılmış gerçeklik (ar), karma gerçeklik (mr) kavramları ve immersiyonun asıl anlamı.*

<https://www.thinkwithgoogle.com/intl/tr-tr/pazarlamanin-gelecegi/gelisen-teknolojiler/sanal-gerceklik-vr-artirilmis-gerceklik-ar-karma-gerceklik-mr-kavramlari-ve-immersiyonun-asil-anlami/>

TuServ (2022, 29 Mayıs). *Microsoft HoloLens.*

<https://tuserv.com/about-tuserv/microsoft-hololens/>

Uca.ac.uk (2022). *Virtual And Augmented Reality BSc (Hons).*

<https://www.uca.ac.uk/study/courses/ba-interior-architecture/>

Uca.ac.uk (2022). *Virtual And Augmented Reality BSc (Hons).*

<https://www.uca.ac.uk/study/courses/ba-virtual-augmented-reality/>

Vektörel Bazlı Yazılımlar (2018, 07 Mayıs).

<http://nslhan.blogspot.com/2018/05/vektor-bazli-yazilimlar.html>

Vizyonergenç (2019, 26 Haziran). *Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik olgusunu bir üst seviyeye taşımak: karma gerçeklik.*

<https://vizyonergenc.com/icerik/sanal-gerceklik-ve-artirilmis-gerceklik-olgusunu-bir-ust-seviyeye-tasimak-karma-gerceklik>

Vlasova, H. (2020, 12 Eylül). *The future of VR & AR in education.* Getting Smart.

<https://www.gettingsmart.com/2020/09/12/the-future-of-vr-ar-in-education/>

Watson, T. (2021a, 27 Mayıs). Using mixed reality to enhance the educational process. Skywell Software.

<https://skywell.software/blog/using-mixed-reality-to-enhance-educational-process/>

Watson, T. (2021b, 27 Mayıs). Using mixed reality to enhance the educational process. Skywell Software.

<https://skywell.software/blog/using-mixed-reality-to-enhance-educational-process/>

World Intellectual Property Organization (2021, 20 Eylül). *Global Innovation Index 2021: Innovation Investments Resilient Despite COVID-19 Pandemic; Switzerland, Sweden, U.S., U.K. and the Republic of Korea Lead Ranking; China Edges Closer to Top 10*

https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2021/article_0008.html

Wigmore, I. (2018, Mayıs). *Mixed reality (hybrid reality, extended reality)*. Techtarget.

<https://www.techtarget.com/whatis/definition/mixed-reality>

Wikipedia. (2022, 20 Şubat). *Windows Mixed Reality*.

https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Mixed_Reality

Workman, S. (2018, 30 Temmuz). *Mixed reality: A revolutionary breakthrough in teaching and learning*. Educause.

<https://er.educause.edu/articles/2018/7/mixed-reality-a-revolutionary-breakthrough-in-teaching-and-learning>

XRToday (2020, 18 Aralık). *Mixed reality classrooms: The new era of education*.

<https://www.xrtoday.com/mixed-reality/mixed-reality-classrooms-the-new-era-of-education/>,

XRToday (2021, 11 Mayıs). *HoloLens 2 Review: Microsoft's Mixed Reality Headset For Enterprise*.

<https://www.xrtoday.com/reviews/mr-reviews/hololens-2-review/>

XRToday (2021, 30 Haziran). *A beginner's guide to the mixed reality market.*

<https://www.xrtoday.com/mixed-reality/a-beginners-guide-to-the-mr-market/>

Yrksj.ac.uk (2022). *Virtual and Augmented Reality MA.*

<https://www.yorks.ac.uk/courses/postgraduate/visual-design/virtual-and-augmented-reality-ma/#design-innovation-project:-virtual-and-augmented-reality>

3dmadmax.com (2020, 25 Ocak). *En iyi 10 Video Oyun Motoru.*

https://www.3dmadmax.com/oyun_motor/en-iyi-10-video-oyun-motoru/





