T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARİ TEMSİLDE
3 BOYUTLU ETKİLEŞİMLİ PROJEKSİYON KAPLAMA

HASAN TAŞTAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR ORTAMINDA MİMARLIK PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ TOGAN TONG

İSTANBUL, 2018

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARİ TEMSİLDE 3 BOYUTLU ETKİLEŞİMLİ PROJEKSİYON KAPLAMA

Hasan TAŞTAN tarafından hazırlanan tez çalışması 11.06.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Doç. Dr. Zafer AKDEMİR

Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Belinda TORUS

Bahçeşehir Üniversitesi _____

ÖNSÖZ

Günümüzün ve geleceğin önemli temsil ortamlarından birisi olarak öngörülen Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin mimarlık alanında kullanım yöntemlerini ele alan ve bunun pratik bir çalışmasıyla sonuçlanan bu tezin, bu alanla ilgili çalışmalarda yeni fikir ve önemli gelişmelere kapı açacağını düşünmekteyim.

Bu önsöz aracılığıyla öncelikle, tüm yüksek lisans sürecimde her an yanımda olup güven, destek ve bilgilerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Togan Tong ve hocam Dr. Erdal Devrim Aydın' a özellikle akademik ve kişisel gelişimim üzerindeki emek ve çabalarından dolayı teşekkür ederim.

Sonrasında, tez jüriimde bulunan hocalarıma değerli fikirleriyle tezimi yönlendirdiklerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu satırlar arasında sonsuz sabrı, hoşgörüsü, sevgisi ve desteğinden ötürü çok kıymetli arkadaşım sevgili Pınar Sünbül'e, onlara harcamam gereken vakti arada çaldığım için özürlerimle birlikte sevgili aileme ve burada adını sayamadığım tüm kıymetli dostlarıma teşekkür ederim.

Haziran, 2018

Hasan TAŞTAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ vii

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÇİZELGE LİSTESİ x

ÖZET xi

ABSTRACT xiii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 3
1.3 Hipotez 4

BÖLÜM 2

TEMSİL 5

2.1 Mimarlık Alanında Temsiller 7
2.2 Geleneksel Mimari Temsiller 10
2.2.1 Serbest ve Ölçekli El Çizimleri 10
2.2.2 Perspektif 10
2.2.3 Maket 11
2.3 Çoklu Ortamlarda Mimari Temsil 11
2.3.1 Sinema Ortamında Mimari Temsil 12
2.3.1.1 Bilgisayar Destekli Sinema Ortamında Mimari Temsil 13
2.3.2 Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil 14
2.3.3 Arttırılmış Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil 15
2.3.4 Etkileşim Tasarımı - Mimarlıkta Temsil Ortamı İlişkisi 19

BÖLÜM 3

UZAMSAL ARTTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE PROJEKSİYON KAPLAMA TEKNİĞİ 24

3.1 Tanım 24
3.2 Tarihçe 25
3.2.1 Projektörün Tarihçesi 25
3.2.2 Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Tarihçesi 27
3.3 Projeksiyon Kaplama Tekniği Uygulama Süreci 30
3.4 Projeksiyon Kaplama Tekniği Bileşenleri 33
3.4.1 Teknik Bileşenler 33
3.4.1.1 Projektör 34
3.4.1.2 Yazılımlar ve Kullanım Evreleri 38
3.4.1.3 Kontrol Algılayıcılar 41
3.4.1.4 Ses Ögesi ve Görüntüler ile Uyumu 41
3.4.2 Fiziki Bileşenler 41
3.4.2.1 İzleyicinin Açısı 42
3.4.2.2 Projektörün Açısı 43
3.4.2.3 Yansıtım Yüzeyi 45
3.4.2.4 Ortam Aydınlık Düzeyi ve Malzemenin Yansıtma Faktörü 49
3.4.3 Sanal Bileşenler ve İzleyicide Yanılgıyı Oluşturan Etmenler 51
3.4.3.1 Yüzey Üzerinde Boyama, +z ve –z Yönlerinde Derinlik Etkisi 51
3.4.3.2 Sanal Nesnenin Konum ve Biçim Bilgisi için Gölge Kullanımı 54
3.5 Etkileşimli Projeksiyon Kaplama Tekniği 56
3.6 Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Kullanım Alanları 61
3.6.1 Endüstriyel Üretim Alanlarında Kullanım 61
3.6.2 Reklam Amaçlı Kullanım 62
3.6.3 Çeşitli Enstalasyonlarda Yerleştirme Olarak Kullanım 62
3.6.4 Tarihi Eserlerin Sergilenmesinde ve Arkeoloji Alanında Kullanım 64
3.6.5 Teatral Gösterilerde Kullanım 65
3.7 Mimarlık Alanında Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Kullanımı 66

BÖLÜM 4

3B ETKİLEŞİMLİ PK TEKNİĞİNİN MİMARLIKTA KULLANIMI İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ 70

4.1 Projektör Açısı, Yansıtım Yüzeyi Alanı ve İzleyici Açısının Belirlenmesi 73
4.2 Nesne, Projektör ve İzleyici Açısı Bilgisinin Sayısal Ortama Aktarımı 75
4.3 Sanal Nesnelerin Oluşturulması 78
4.3 Oluşturulan Görüntülerin İşlenmesi 80
4.4 Yansıtım Düzenleyici Yazılım ile Yansıtımın Gerçekleştirilmesi 81
4.5 İzleyicinin Sistem ile Etkileşim Kurması 83
4.6 Bölüm Sonucu 86

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER 87

KAYNAKLAR 91

EK-A

UYGULAMADA KULLANILAN PLANLAR 97

EK-B

UYGULAMA SÜRECİ EVRELERİNDE KULLANILAN YAZILIMLAR 99
ÖZGEÇMİŞ 100

KISALTMA LİSTESİ

AG	Arttırılmış Gerçeklik
ANSI	American National Standards Institute
CRT	Cathode Ray Tube
DLP	Data Light Processing
DMD	Digital Mikromirror Device
KIT	Katot Işınlı Tüp
LCD	Liquid Crystal Display
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MIDI	Musical Instument Digital Intenface
UAG	Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik
PK	Projeksiyon Kaplama
3B	3 Boyutlu
3D	3 Dimension

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Dijital temsillerin diğer temsil türlerini taklit edebilmesi 6
Şekil 2. 2 Mimarlıkta temsillerin kullanım evreleri 7
Şekil 2. 3 Mimari temsilin yöntemi [6]. 8
Şekil 2. 4 Mimarlıkta temsil ortamları ve türleri 9
Şekil 2. 5 Sinema ortamında mimari temsil üretim süreci 12
Şekil 2. 6 Bilgisayar destekli sinema ortamında temsil üretim süreci 13
Şekil 2. 7 Sanal Gerçeklik ortamında mekânın temsili [6]. 14
Şekil 2. 8 Ekranlı kask ile Sanal Gerçeklik ortamı deneyimi 14
Şekil 2. 9 Schmalstieg ve Höllerer'e göre Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri [17]. 15
Şekil 2. 10 Bimber ve Raskar' a göre Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri [4]. 16
Şekil 2. 11 İşaretçili, işaretçisiz ve doğal özellik görüntüleme biçimleri [17] [19]. 17
Şekil 2. 12 Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamında mimari temsil 19
Şekil 2. 13 Mimarlık ve etkileşim tasarımı ilişkisi 20
Şekil 2. 14 Karray ve diğerlerine göre tek modlu etkileşim türleri [26]. 21
Şekil 2. 15 Etkileşim için kullanılan ekipmanların tarihsel süreci 21
Şekil 3. 1 Skjyjektor cihazı ile yansıtım [30]. 26
Şekil 3. 2 Disneyland'daki Haunted Mansion kafatasına yapılan yansıtma [32]. 27
Şekil 3. 3 Naimark tarafından uygulanan Displacement adlı yerleştirme [33]. 27
Şekil 3. 4 Geniş ekran gösteriminin bilinen ilk örneği [34]. 28
Şekil 3. 5 John Underkoffle I/O Bulb (Input/Output Bulb) isimli projesi [35]. 28
Şekil 3. 6 Raskar ve ekibinin UAG sistemlerine dair önerisi [36]. 29
Şekil 3. 7 Bimber ve ekibinin Londra İngiliz Müzesi'ndeki çalışmaları [37]. 29
Şekil 3. 8 Projeksiyon Kaplama tekniğinin tarihsel süreci 30
Şekil 3. 9 Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulama süreci 32
Şekil 3. 10 PK tekniğini oluşturan bileşenler 33
Şekil 3. 11 LCD projektörlerde ekran kapısı etkisi [41]. 36
Şekil 3. 12 Günümüzde yaygın olarak kullanılan çözünürlük değerleri 37
Şekil 3. 13 Yansıtma oranı açısı 38
Şekil 3. 14 Yazılımların PK tekniği uygulama sürecinde kullanım aşamaları 39
Şekil 3. 15 Projeksiyon Kaplama tekniğinde kullanılan yazılımlar 40
Şekil 3. 16 Hans Holbein'in resmettiği, The Ambassadors tablosu [45] 42
Şekil 3. 17 Projektör ve izleyici açılarından görüntülerin algılanma biçimi 43
Şekil 3. 18 Projektör bakış açısı ile yansıtım yüzeyleri arasındaki açının önemi 44
Şekil 3. 19 İzleyici gölgesinin çeşitli yöntemler ile maskelenmesi [47]. 45
Şekil 3. 20 Açı düzeltmesinin (keystone distortion) gerçekleştirilmesi 46

Şekil 3. 21 Yüzey alan hesabında metrik ölçü- piksel ölçüsü ilişkisi 48
Şekil 3. 22 Yansıtım yüzeyinde eksenler 52
Şekil 3. 23 Sanal nesnenin izleyici konumundan +z ve –z de konumlanması 53
Şekil 3. 24 Nesneye ekli gölge- geometrik biçim ilişkisi [2]. 54
Şekil 3. 25 Projeksiyon Kaplama tekniğinde sanal nesne-gölge ilişkisi 55
Şekil 3. 26 Russek ve ekibinin ses değişimiyle etkileşimli PK yerleştirmesi [51]. 57
Şekil 3. 27 PK tekniğinde el hareketleri ile etkileşim kurulabilen çalışma [53]. 58
Şekil 3. 28 Climate Wall adlı yerleştirme [54]. 59
Şekil 3. 29 PK tekniğinde dokunsal etkileşimli MirageTable projesi [56]. 60
Şekil 3. 30 Endüstriyel üretimde PK tekniğini kullanımı [57]. 61
Şekil 3. 31 PK tekniğinin reklam amaçlı kullanımı [59]. 62
Şekil 3. 32 Yekpare isimli enstalasyon [61]. 63
Şekil 3. 33 Mejlby Taşı adlı tarihi eser üzerinde PK tekniğinin uygulanması [43]. 65
Şekil 3. 34 Turandot müzikalinde PK tekniğinin kullanılması [64]. 65
Şekil 3. 35 Chen ve ekibinin yaptıkları çalışmada PK tekniğinin kullanım örneği [65]. 66
Şekil 3. 36 PK tekniğinin mimari maket üzerinde kullanımına bir örnek [66]. 67
Şekil 3. 37 Loop City projesindeki perspektif bozulması [67]. 68
Şekil 4. 1 Örnek çalışmanın uygulama süreci 72
Şekil 4. 2 Yansıtım yüzeyleri bilgileri 74
Şekil 4. 3 Projektör, izleyici ve yansıtım yüzeyleri açıları 75
Şekil 4. 4 3ds Max arayüzü ve modellenen gerçek mekan-nesne 76
Şekil 4. 5 Görüntünün 3ds Max programı aracılığıyla taklit edilmesi 77
Şekil 4. 6 SkethcUp yazılımı içerisindeki ShadeDat eklentisi 79
Şekil 4. 7 3ds Max programında hazırlanan animasyon kareleri 79
Şekil 4. 8 Adobe After Effects programı arayüzü 80
Şekil 4. 9 After Effects programında düzenlemeleri yapılmış animasyon kareleri 81
Şekil 4. 10 Kaplama ve maskeleme işlemlerinin uygulanması 82
Şekil 4. 11 Leap Motion kontrol sensörü 83
Şekil 4. 12 MadMapper içerisinde Leap Motion kontrolü 84
Şekil 4. 13 Sanal görüntü- izleyici etkileşimi 85

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1 Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik ortamlarının etkileşim düzeyleri 22
Çizelge 2. 2 Sanal ve Arttılmış Gerçeklik türlerinin karşılaştırılması 23
Çizelge 3. 1 Bazı çevresel faktörlere göre lüks değerleri 49
Çizelge 3. 2 Bazı malzemelerin yansıtım faktörleri 50
Çizelge 3. 3 Kullanım alanlarına göre PK tekniği projelerinin incelenmesi 69
Çizelge 4. 1 Uygulamada kullanılan projektörün özellikleri 73

ÖZET

MİMARİ TEMSİLDE
3 BOYUTLU ETKİLEŞİMLİ PROJEKSİYON KAPLAMA

Hasan TAŞTAN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Togan TONG

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin paralelinde, mimarlık alanında üretim ve verimi arttırmak amacıyla yeni temsil ortamlarının ve temsil üretim biçimlerinin kullanılması kaçınılmaz bir durum haline gelmiştir. Bu gelişim sürecinin içerisinde Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik temsil ortamları ortaya çıkmış ve mimarlıkta kullanılır hale gelmişlerdir. Bu ortam türleri içerisinde temsil üretim biçimleri, kullanıcılarına bilgisayar monitörleri aracılığıyla foto-gerçekçi görsellerin ya da bilgisayar destekli animasyonların gözlemlenebilmesinin ötesinde deneyimler sunmaktadır.

Sanal Gerçeklik ortamı, ekranlı kask aracılığıyla kullanıcıyı saran bir 3 boyut etkisi sunarken; başa takılan ve el ile tutulan ekipmanların kullanıldığı Arttırılmış Gerçeklik türlerinde ise sanal dünya fiziki mekân ile bütünleşmektedir. Tüm bu türler arasında projektörlerin kullanıldığı Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik türünde ise izleyicinin ortamı kullanım biçimi diğerlerinden oldukça farklıdır. Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamında kullanıcının vücuduna bağlı herhangi bir ekipman kullanılmaz ve sanal nesnenin fiziki mekanla bütünleşme durumu çıplak gözle kullanıcı tarafından izlenebilir. Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamı sahip olduğu bu özellikler nedeniyle; enstalasyonlardan, teatral gösterilere kadar birçok alanda kullanım yeri bulmaktadır.

Mimarlık alanının tarihsel süreci içerisinde, perspektif çizimlerinin ve maketlerin, günümüzde ise dijital temsillerin kullanımında çeşitli 3 boyutlu teknikler sürekli olarak

geliştirilmektedir. Bu tarihsel süreç 3 boyutlu temsil kullanımının mimarlık için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Birçok alanda kullanılan Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamının izleyicide çıplak gözle görülebilen güçlü bir 3 boyut izlenimi uyandırma durumu, bu temsil ortamının mimarlıkta kullanımı için önemli bir etmendir.

İngilizce dilinde yazılmış çalışmalarda sıklıkla "Projection Mapping" kavramıyla da kullanılan bu temsil ortamı, tezde detaylı ele alınan temel ve değişmez özellikleri nedeniyle bu çalışma içerisinde "Projeksiyon Kaplama" olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca bu tez içerisinde izleyicinin 3 boyut izlenimini bir etkileşim türüyle beraber deneyimleyebilmesinin süreç ve yöntemleri açıklanmaktadır.

Çalışmanın 1. Bölümünde; Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik ortamlarının çoklu ortam türlerindeki konum ve farklılıklarını belirlemek amacıyla bu türlerin karşılaştırmalı tanımları yapılmıştır. Ardından Projeksiyon Kaplama türünün tüm bu türler arasında hangi konumda bulunduğu açıklanmıştır.

Çalışmanın 2. Bölümünde; temsil kavramı ve mimarlıkta kullanılan temsil türleri ele alınmış ve gerekli sınıflandırmalar yapılarak çoklu ortam türlerinin kıyaslamaları yapılmıştır.

Çalışmanın 3. Bölümünde; Projeksiyon Kaplama tekniğinin tarihçesiyle beraber bileşenleri; teknik, fiziki ve sanal bileşenler olmak üzere 3 alt başlıkta incelenmiştir. Ardından tekniğin etkileşimle beraber kullanımı ve tekniğin kullanıldığı alanlar ele alınmıştır.

Çalışmanın 4. Bölümünde; önceki bölümlerde yapılan incelemelerinden elde edilen teknik ve kuramsal alt yapı üzerine, tezin amaçlarına ve hipotezini doğrulamaya yönelik olarak mimarlıkta bir örnek uygulama üzerinden uygulama süreci ve metotlar açıklanmıştır.

Çalışmanın 5. Bölümünde ise; tezin genel sonuçları ve gelecekte yapılacak çalışmalar için öngörüler ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimari temsil, Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik, 3B Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik, Projeksiyon Kaplama, Etkileşimli 3B Projeksiyon Kaplama.

ABSTRACT

3 DIMENSIONAL INTERACTIVE PROJECTION MAPPING IN ARCHITECTURAL REPRESENTATION

Hasan TAŞTAN

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Togan TONG

In parallel to the developments in computer technology, it has become inevitable to use new representation mediums and forms of representation production in order to increase production and efficiency in the field of architecture. In this developmental process, Virtual Reality and Augmented Reality representation mediums have come into sight and become used in architecture. The forms of representation production in these medium types offer experiences beyond the ability of users to observe photo-realistic images or computer-aided animations via computer monitors.

While the Virtual Reality presents the 3D and immersive medium to the user through the head-mounted display, in Augmented Reality types in which equipment head-attached and hand-held are used the virtual world is integrated with the physical space. Among all these types, the Spatial Augmented Reality type, in which the projectors are used, is entirely different from others regarding the viewers' way of using the medium. In the Spatial Augmented Reality medium, no equipment connected to the body of the user is used, and the user with the naked eye can monitor the integration of the virtual object with the physical space. Because of these features that Spatial Augmented Reality environment has; it is used in a lot of fields such as installations and theatrical shows.

In the historical process of architecture a variety of 3D techniques are continually being developed in the use of perspective drawings and models, and nowadays in digital representations. This historical process shows how important the use of 3D representation is for architecture. Spatial Augmented Reality medium which is used in many fields give the impression of a powerful 3D sensation that can be seen with the naked eye, and it is the essential factor for the use of this representation in architecture.

This representation medium, which is often used with the concept of "Projection Mapping" in studies written in English, is called "Projeksiyon Kaplama" in this study because of the basic features examined in detail in the thesis. In addition, this thesis explains the process and methods of the viewer to experience the 3D impression together with an interaction type.

At the first stage of this study; comparative definitions of these types have been made to determine the difference and the positions of the Virtual Reality and Augmented Reality mediums among multimedia types. Afterwards, the position of the Projection Mapping among all these types is explained.

At the second stage of this study; the concept of representation and the types of representation used in architecture are discussed and comparisons of multimedia types are made by making necessary classifications.

At the third stage of this study; the history of Projection Mapping and the components of the Projection Mapping technique were examined in 3 subtitles as technical, physical and virtual. Then the interaction with this technique and the areas where the technique is used are discussed.

At the fourth stage of this study; with the technical and hypothetical infrastructure obtained from the studies made in the previous chapters, the implementation process and methods are explained by way of a sample practice in architecture with regard to confirming the hypothesis and purposes.

At the fifth stage of this study; general results of the thesis and the foresight for the future studies are explained.

Keywords: Architectural representation, Spatial Augmented Reality, 3D Spatial Augmented Reality, Projection Mapping, Interactive 3D Projection Mapping.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Bilgisayar teknolojilerindeki ivmelenerek artan gelişmeler, çoklu ortamda mimari temsillerin sunum biçimini sürekli olarak geliştirmekte ve mekânın temsil edilme biçimini de dönüşüme uğratmaktadır. Eskiz, ölçekli el çizimleri, perspektif ve maketler gibi geleneksel temsil biçimleriyle üretim biçiminin bilgisayar destekli dijital temsiller aracılığıyla daha pratikleşmesiyle, mimarlık içerisindeki temsil biçimi değişime uğramış ve her geçen gün gelişen bu dijital temsiller yeni gelişmelere kapı aralamıştır. Bu gelişim süreci içerinde sinema sanatının bilgisayar destekli üretim biçimleriyle buluşmasıyla yeni çoklu ortam türlerinde temsil sunuları ortaya çıkmaya başlamıştır [1]. Herbert Zettl "Sight, Sound and Motion: Applied Media Aesthetics" adlı kitabında bu çoklu ortamların temel bileşenlerini 5 başlık altında detaylı olarak incelemiştir [2].

Bu çoklu ortam türlerinden Sanal Gerçeklik kullanıcısını tamamen sentetik bir ortam içerisinde sarmalarken, Arttırılmış Gerçeklik ise kullanıcısının çeşitli ekipmanlar aracılığıyla gerçek dünya içerisinde sanal nesneleri görmesine olanak tanır. Azuma " A Survey of Augmented Reality" adlı çalışmasında Arttırılmış Gerçeklik temsil türünün sanal ortamın değişime uğramış türü olduğunu söyler ve temel özelliklerini **"Gerçek ve sanallığı bir araya getirmek"**, **"Gerçek zamanlı etkileşim"** ve **"3 Boyut izlenimi yaratmak"** şeklinde, üç maddede sunar [3].

"Oliver Bimber" ve "Ramesh Raskar", Arttırılmış Gerçeklik için gerçek dünyaya sentetik veriler yerleştirme tanımı yapmışlar ve Arttırılmış Gerçeklik sistemlerini **başa takılan**, **el ile tutulan** ve **uzamsal-çıplak gözle görülen** olarak 3 ana başlık altında

sınıflandırmışlardır [4]. Raskar ve ekibi uzamsal-çıplak gözle görülen sistemleri **Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik** sistemleri olarak ele almışlar ve bu alanda birçok çalışma yürütmüşlerdir.

Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemleri, projektörlerin ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle beraber günümüzde dijital sanat yerleştirmelerinden (enstalasyon) teatral gösterilere kadar birçok alanda kendine yer bulmuş ve sıklıkla kullanılan bir sistem olmaya başlamıştır.

Diğer bir yandan, günümüzde mimarlıkta çoklu ortamda temsil üretim biçimleri de bilgisayar teknolojilerindeki donanım ve yazılımların gelişimine paralel olarak sürekli değişmektedir [5]. Bu değişim tasarım sürecine, bununla beraber temsil üretme biçimine entegre olarak; tasarlama ve temsiliyet kavramlarını evrimleştirmektedir. Bu durumların sonucunda mimarlık içerisinde yeni temsil ortamlarının ortaya çıkması mimarlığın üretim süreci ve üretme biçimini de daha verimli hale getirmektedir. Erdal Devrim Aydın, "Üç Boyutlu Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Mekan Temsilinin Geliştirilmesi: Temel Anlam ve Yan Anlam Yaratma" adlı doktora tezinde mimari temsiliyet biçimlerini, çoklu ortamda temsiliyet üretimi ve Sanal Gerçeklik ortamının tüm bu temsil biçimleri arasındaki bulunduğu konumu, çeşitli sınıflandırmaları yaparak ele almış ve bu çalışma alanı için çeşitli öngörülerini sunmuştur [6] .

Mimarlık alanında Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik ortamlarındaki temsil sunum biçimiyle ilgili bilimsel çalışmalar her geçen gün daha da artmaktadır. Fakat bu yapılan araştırmalarda mimarlık ortamı için Uzamsal Arttırmış Gerçeklik Sistemleri ile ilgili sınırlı sayıda kaynağa ulaşılmaktadır. Mimarlık alanı için yapılan bu çalışmalarda Azuma'nın Arttırlmış Gerçeklik sistemlerinin temel prensiplerinden bir tanesi olarak bahsettiği **3 Boyut izlenimi yaratma** durumu ve bunun mimarlıkta nasıl kullanılacağı ile ilgili veriye pek rastlanılmamaktadır.

Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamının sahip olduğu, diğer Arttırılmış Gerçeklik türlerindeki ve Sanal Gerçeklik temsil ortamlarında bulunmayan, **çıplak gözle sanal nesneyi gerçek-fiziksel mekânla bütünleşerek görülebilme** durumun, izleyicide **3 boyut izlenimi uyandırma** biçimiyle ele almak mimarlık içerisindeki temsil sunumları açısından oldukça önemli ve gelişime açık bir konudur. Çünkü günümüzde mimarlık

pratiği içerisinde ölçekli maketlerin yanı sıra bilgisayar destekli 3 boyutlu perspektifler ve hareketli görseller çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Tüm bunların yanı sıra Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemleri bir etkileşim aracı olmaksızın kullanıldığında Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin diğer türlerine göre etkileşimi zayıf, sadece izlenebilen bir temsil ortamı sunmaktadır. Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik temsil ortamının günümüz temsil ortamlarının etkileşim düzeyleri ile kıyaslandığındaki bu eksik tarafı, deneyimsel ve uygulamalı bir alan olan mimarlık için ele alınabilecek konulardan biridir.

Bu çalışmanın çatkısının oluşturulmasında Bimber ve Raskar'ın "Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Words" adlı kitabı, Arttırılmış Gerçeklik türlerinin teknik bilgisini ele alma biçimiyle oldukça yararlı olmuştur. Zettl'ın "Sight, Sound and Motion: Applied Media Aesthetics" adlı kitaptan, Projeksiyon Kaplama tekniğinin bileşenlerinin irdelenmesinde yararlanılmıştır. Aydın'ın "Üç Boyutlu Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Mekan Temsilinin Geliştirilmesi: Temel Anlam ve Yan Anlam Yaratma" doktora tezi ise; bu çalışma içerisinde temsil kavramının teorik boyutta tartışılması ve temsil biçimlerinin sınıflandırılması için oldukça yararlı olmuştur.

1.2 Tezin Amacı

Bu çalışmanın amacı, Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlıkta bir temsil ortamı olarak kullanımı için gerekli olan yöntemleri ve bilgiyi sistematize ederek bu temsil ortamının bir etkileşim türüyle beraber ele alınmasının avantaj ve dezavantajlarını bir uygulama süreci içerisinde irdelemektir. Tekniğin mimarlık alanı içerisinde uygulama süreci için gerekli olan yöntemlerin tez içerisinde ele alınış biçimi, Projeksiyon Kaplama tekniğinin birçok alanda kullanılan tüm uygulama süreçlerini inceleme durumunu taşımaz. Bunun yerine tez içerisinde irdelenerek sistematize edilmiş olan bilgi, mimarlık içerisinde bu tekniğin bir temsil ortamı olarak kullanış biçimine ve bu bilginin diğer alanlardaki kullanım durumlarına odaklanır.

Ayrıca çalışmada önerilecek olan yöntemle beraber; mimarlıkta kullanılan fiziki temsil türlerinin, mimarlıkta genellikle monitörler veya çeşitli ekranlar ile görüntülenen sanal

nesnelerle nasıl bütünleşebileceğinin, deneyimlenebileceğinin ve bu bilginin mekân temsili için nasıl bir anlam taşıdığının araştırılması amaçlanmıştır.

Bu tez kapsamında geleneksel temsil türlerinin yanında Sanal Gerçeklik ortamı ve Arttırılmış Gerçeklik temsil ortamlarının diğer türleri irdelenmiştir. Bu incelemelerle, Projeksiyon Kaplama temsil ortamının diğer temsil ortamları karşısındaki kısıtlılıklarını ve faydalarını ortaya koyarak; bir temsiliyet biçimi olarak Projeksiyon Kaplama tekniğinin fiziksel, teknik ve sanal bileşenlerinin ne olduğunun gösterilmesi amaçlanmıştır.

Tezin literatür çalışması ile ilgili amacı, Projeksiyon Kaplama tekniğinin hangi alanlarda ve yöntemlerle kullanıldığını kategorize etmek, ayrıca mevcut kaynaklar üzerinden bu tekniğin incelenmesiyle konuya dair farklı bakış açılarını bir araya getirmektir.

Bu çalışma, ileride yapılacak benzer araştırmalar için bir ön çalışma olmayı hedeflemektedir. Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlık alanında etkileşimli bir biçimde temsil aracı olarak kullanımı konusunda uygulama sürecinin sistematik bilgisinin sunulmasının yanında, bu tekniğin potansiyellerinin kullanılarak nasıl geliştireceğiyle ilgili tartışmalar açmayı da amaçlamaktadır.

1.3 Hipotez

Çoklu ortamlardaki temsil türleri arasında Projeksiyon Kaplama tekniği Sanal Gerçeklik ve diğer Arttırılmış Gerçeklik türlerindeki temsil sunum biçimleriyle kıyaslandığında, sanal nesneyi fiziki mekanla kullanıcının vücudunda herhangi bir ekipman bulunmadan bütünleştirebilme ve kullanıcının çıplak gözle üretilen temsili izleyebilme gücüyle diğer tüm türlerden ayrılan; fakat kullanıcısıyla etkileşimi zayıf bir temsil ortamıdır. Mimarlık alanında sıklıkla kullanılan dijital temsil üretimi bilgisinden yararlanarak, izleyicisinde 3 boyut algısı uyandırarak ve bir etkileşim türüyle bu tekniğin uygulanmasıyla; Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlıkta deneyimlenebilen bir temsil aracı olarak kullanımının mümkün olduğu öngörülmüştür. Bu temsil ortamının deneyimlenme ortamı olarak kullanılabilmesi için uygulama sürecinin aşamalı olarak ele alınması ve süreç içerisindeki bilginin sistematize edilmesi, mimarlıkta tekniğin kullanımını daha da pratik bir hale getirecektir.

BÖLÜM 2

TEMSİL

Temsil kavramı TDK Büyük Türkçe Sözlük' te, " Belirgin özellikleri ile yansıtma, sembolü olma, simgeleme" olarak tanımlanmıştır.

Goodman ise "Language of Art" adlı kitabında temsil kavramını; *"Temsilin en sade düşüncesi belki de bir şekilde şöyle ifade edilebilir: "Eğer sadece A, B'yi dikkate değer ölçüde andırdığında" veya "A, B'nin B'ye benzediği ölçüde olduğunda" A B'yi temsil eder". Bu görüşün örnekleri, çeşitli incelemelerde temsilin açıklamasında ele alınmakta ve yetersiz kalmaktadır. Çünkü bir nesne kendine maksimum dereceye kadar benzer ama nadiren kendini temsil eder; benzerlik, temsilin aksine birincinin refleksidir*" diye açıklamaktadır [7].

Çünkü temsil eden, temsil edilenin özünde bulunan bir takım nitelikleri dönüşüme uğratır. Bu nedenle temsil etme durumu, benzemenin ötesinde bir niteliği barındırır. Zettl bu niteliği; temsili gerçekleştirecek kişi, temsil edilenin belirli bir yönlerini algıladıktan sonra; temizleyip, pekiştirip ve yorumlayarak temsil edilene aktardığını belirtir [2].

Goodman mimarlık alanında; işaretler, rakamlar, çizimler ve bu alana ait bir takım sembollerin kullanıldığı temsillerin var olduğunu belirtir [7].

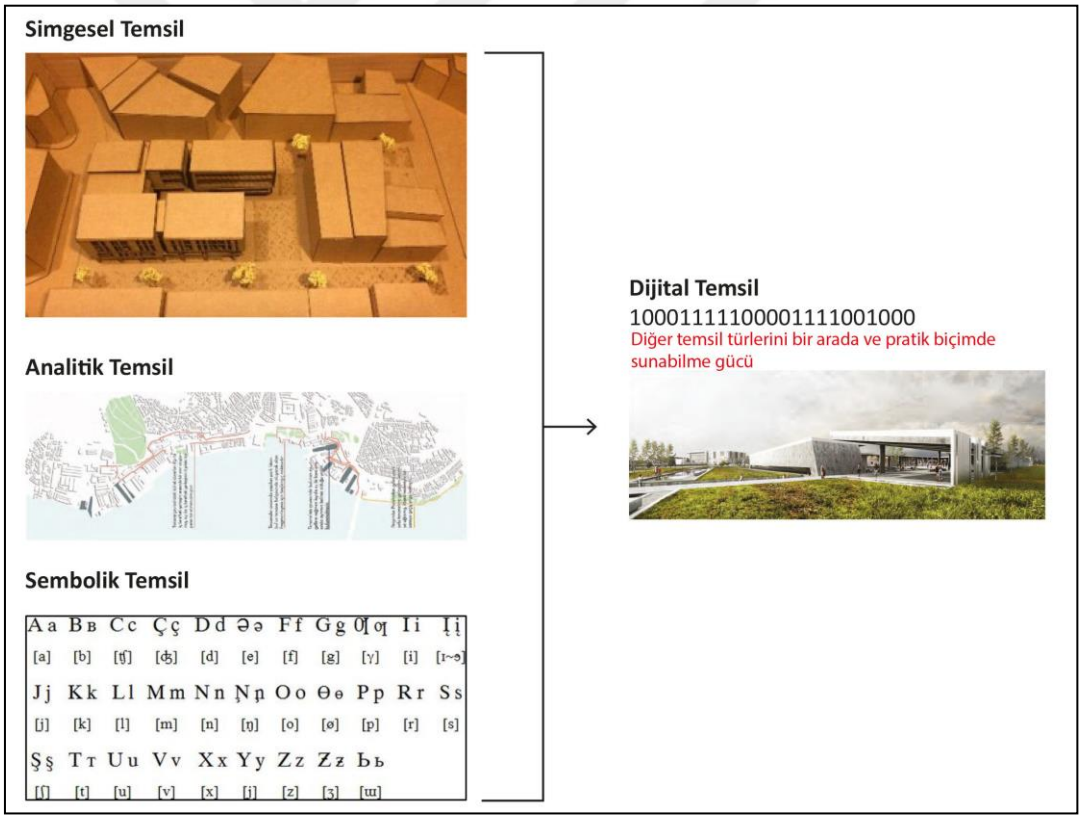
Mimarlıkta temsillerin var olduğu ortamı (medium) anlamak ve bu temsillerin ayrımını yapabilmek adına temsillerin gruplandırılması önemlidir. Mimarlıkta kullanılan bu temsiller:

- Simgesel temsiller: Perspektifler, maketler

- Analitik temsiller: Çeşitli grafikler, eş yükselti eğrileri, boyamalar
- Sembolik temsiller: Kültürel farklılıklar içerisinde kullanılan ve sözcüklerden oluşan yazınsal dillerdir.

Tüm bu sınıflandırmadaki temsiller ayrı ayrı kullanılabileceği gibi karmaşık bir biçimde bir arada da kullanılabilirler. Fakat mimarlık içerisinde, mimarlığın üretim biçimi gereği bunlar arasından en çok **simgesel** ve **analitik** temsiller kullanılır.

Günümüzde ise mimarlıkta bu 3 temsil türüne ek olarak **dijital temsiller** sıklıkla kullanılmaktadır. Bu dijital temsillerin en önemli özelliği simgesel, analitik ve sembolik temsillerin tümünü bir arada ve pratik bir biçimde sunabilme gücüne sahip olmasıdır (Şekil 2.1). Bilgisayar aracılığıyla üretilen bu temsillerde, temsilin kendisi arka planda algoritmik bir takım ifadelerle manipüle edilir.



Şekil 2. 1 Dijital temsillerin diğer temsil türlerini taklit edebilmesi

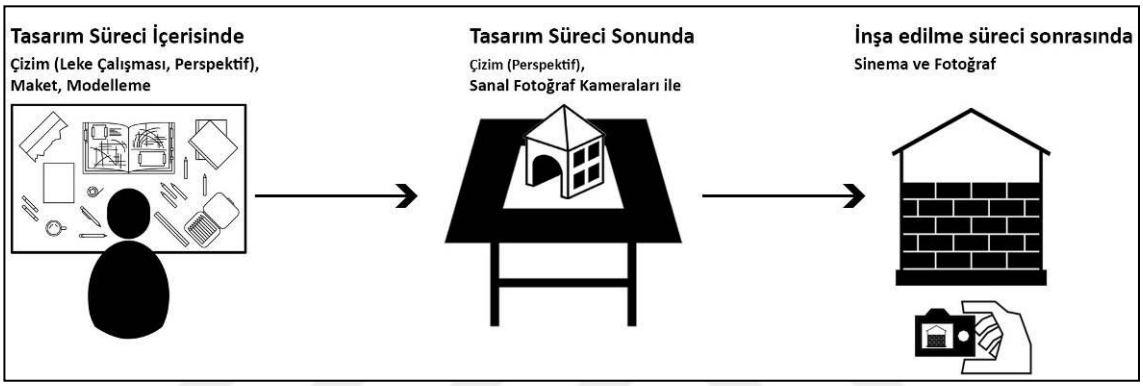
2.1 Mimarlık Alanında Temsiller

Birçok sanat ve tasarım alanında olduğu gibi bir üretim alanı olarak mimarlık da üretilen nesne ya da mekânın sunulması için çeşitli temsillere ihtiyaç duyar. Mimarlık içerisinde bu temsil araçları;

-tasarım sürecinin içerisinde,

-tasarım sürecinin sonunda ve

-sonuç ürünün inşa edilme süreci sonrasında olmak üzere 3 şekilde kullanılır (Şekil 2.2).



Şekil 2. 2 Mimarlıkta temsillerin kullanım evreleri

Tasarım süreci içerisinde; mimarlıkta temsillerin kullanılma durumunu diğer tasarım alanlarından ayıran nedenler; mimari üretimde sonuç ürününün ölçeği ve üretilen ürünün yüksek maliyetidir. Tasarım süreci içerisinde; tasarımcının proje paydaşları ile tasarıma dair fikir paylaşımlarında bulunabilmesi ve çeşitli tasarım alternatiflerinin üretilebilmesi açısından temsiller önemli bir hale gelmiştir.

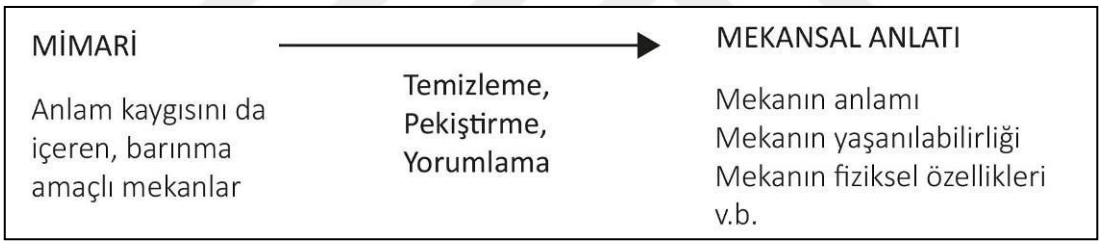
Tasarım sürecinin sonunda; tasarımı tamamlanmış fakat inşa edilmemiş ürününün çeşitli ortamlar aracılığıyla sunulması ve paylaşılması için temsil araçları bu aşamada sıklıkla kullanılır. Bu durum tasarlanan ürünün inşa edilme sürecine yardımcı olabilir ya da inşa sürecinden önce tasarımla ilgilenen kişilere tasarımla ilgili bilgi aktarımını sağlar.

İnşa edilme süreci sonrasında temsil kullanımı; çeşitli el çizimleri, maket, fotoğraf ve video gibi bir mekânın imgeleştirilmesi ve ilgili kişilere aktarımıdır. Bu süreç içerisinde temsiller, tasarımı tamamlanmış ürünün belgelenmesini veya diğer sanat alanları için

mekânın bir araç olarak kullanılmasını sağlar. İnşa edilme sürecinin sonrasındaki mimari temsilin en iyi örneklerini, üretim doğası gereği sinema sanatında görürüz.

Bu 3 ayrı temsil sürecinin de ortak noktası, aktarım yapılacak kişinin hangi duyu veya duyularında yönlendirilme yapılacağına bağlı olarak temsilin seçilmesi ve içeriğinin hazırlanmasıdır. Diğer bir ortak nokta da mimarlık için kullanılan bu temsillerin çoğunlukla simgesel ve analitik ağırlıklı olmasıdır. Laseau "Graphic Thinking for Architects and Designers" adlı kitabında sözlü diller için kullanılan semboller büyük ölçüde kelime ile sınırlıdır, oysa grafiksel diller; resim, işaret, sayı ve kelimeleri içerir diye bahseder [8].

Zettl'a göre bir sanat alanında anlatı söz konusu olduğunda, temizleme, pekiştirme ve yorumlama işlemlerinin anlatıcı tarafından yapılması gerekmektedir [2]. Buna göre, temsil edilecek olan nesne ya da mimarlık için mekân anlatıyı yapacak kişinin düşünsel ve eylemsel süreçlerinden, anlatının hedefindeki kişinin de duyularına hitap etmek adına bilişsel sürecinden geçerek bir temsiliyete dönüşür (Şekil 2.3).



Şekil 2. 3 Mimari temsilin yöntemi [6].

Temsillerin hedefindeki kişinin çeşitli duyularında nasıl bir yönlendirme yapılacağı ve bu yönlendirme ile tasarımın etkili bir şekilde hangi yöntemlerle anlatılacağını düşünerek temsil seçiminin yapılması önemlidir. Tasarımcı, kendi tasarımının aktarımını yaparken bazen bu temsillerden sadece birini kullanırken; günümüzde çoğunlukla bu temsillerden birkaçını bir arada kullanır.

Mimarlıkta hangi temsil türlerinin nasıl kullanıldığını anlamak adına kapsayıcı bir bakış açısı ile bunların sınıflandırmasının yapılması önemlidir. Mimarın tasarım sürecinde temsillerin var olduğu sunum ortamlarını Smeltzer ve ekibi;

- Bilgisayar ekranları

- Basılı görseller

- Fotoğraflar, slaytlar, hologramlar

- Sesli ve görsel animasyonlar

- Sanal Gerçeklik sistemleri olarak sınıflandırmışlardır [9].

Aydın ise mimarlıktaki temsilleri;

-Geleneksel Mimari Temsiller

Çizgi

Perspektif

Maket

-Çoklu Ortamda Mimari Temsiller

Sinemada Mimari Temsil

Bilgisayar Ortamında Mimari Temsil

Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil olarak sınıflandırmıştır [6].

Aydın'ın "**Bilgisayar Ortamında Mimari Temsil"** ile kastettiği durum dijital temsillerin kullanımıyla diğer temsil türlerinin pratik bir biçimde üretilmesidir. Aydın ve Tong yaptıkları bir başka çalışmada bilgisayarın temsil üretim biçimiyle ilgili olarak; bilgisayarın; mimariden endüstri ürünleri tasarımına kadar ve özellikle sinema sanatında, görsel tasarımlar yapılan her yerde yoğun olarak kullanılmaya başlandığından bahsederler [10]. Bu nedenle Çoklu Ortam'da üretim alanı olan sinemanın üretimine bu sınıflandırmalar doğrultusunda **Bilgisayar Destekli Sinema** alanında üretimi de dâhil edip sınıflandırmayı genişletmek gerekir. Ayrıca bu sınıflandırmaya günümüzde artık mimaride bir temsil ortamı olarak kullanılmakta olan **Arttırılmış Gerçeklik Ortamında Mimari Temsili** eklemek önemlidir (Şekil 2.4).

Geleneksel Mimari Temsiller:	1- Serbest ve Ölçekli El Çizimleri 2- Perspektif 3- Maket
Çoklu Ortamda Mimari Temsiller:	1- Sinema Ortamında Mimari Temsil a- Bilgisayar Destekli Sinema Ortamında Mimari Temsil 2- Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil 3- Arttırılmış Gerçeklik Ortamında Mimari Temsiller

Şekil 2. 4 Mimarlıkta temsil ortamları ve türleri

Çoklu Ortamda mimari temsiller arasında Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik sistemlerinin çeşitli türleri, sahip olduğu ve çalışmanın ileriki bölümlerinde detaylı şekilde ele alınacak imkânları nedeniyle **etkileşimli temsil ortamlarıdır.**

2.2 Geleneksel Mimari Temsiller

Zanaat olarak yapım faaliyetlerinin sürdürüldüğü üretim sürecine dayanan geleneksel mimari temsil kullanımı, Aydınlanma Devrimi sonrası mimarlığın profesyonel bir meslek halini alma süreci itibariyle kuralları olan temsil araçları halini almışlardır. Bu temsilerin günümüzde de sıklıkla kullanılan türleri; serbest-ölçekli çizimleri, perspektifler ve maketlerdir.

2.2.1 Serbest ve Ölçekli El Çizimleri

Serbest ve ölçekli el çizimleri mimarlıkta kökeni çok eskiye dayanan temsil araçlarıdır. Bir mimarın tasarım sürecinin başlangıcında serbest el çizimleri önemli rol oynar. Serbest el çizimleri (eskizler) yoluyla, mimar kendi iç mantık sürecini dış temsiller yolu ile ifade eder [11]. Bu nedenle serbest el çizimleri bir mimarın tasarıma başlamak için kullandığı ilk araçtır ve birçok tasarımcı bu temsili kendine özgü ifade biçimi aracı olarak da kullanmaktadır. Laseau'ya göre; *birçok yaratıcı mimar, etkileyici serbest el çizimi becerilerini geliştirmiş ve düşünürken rahat bir şekilde bu aracı kullanmıştır. Bazı mimarlar, yanlarında taşıdıkları küçük eskiz defterlerinde gözlem yaparlar ya da fikirlerini ifade ederler* [8]. Serbest el çizimleri, diğer bir ismiyle eskizlerin yanı sıra; dijital temsil araçlarının yaygınlaşma sürecine kadar el yardımı ile üretilmiş ölçekli el çizimleri (plan-kesit-görünüş-ölçekli perspektifler) mimarlıkta güçlü bir temsil aracı olarak varlığını sürdürmüştür. Eskizler günümüzde mimarlıkta sıklıkla kullanılan bir temsil aracı olarak varlığını sürdürse de; ölçekli el çizimleri bilgisayar ortamında ölçekli çizimlerin daha pratik ve güçlü şekilde üretilebilmesinden dolayı çok fazla kullanılmamaktadır.

2.2.2 Perspektif

Perspektif kelimesi TDK Büyük Türkçe Sözlük içerisinde görünge, bakış açısı ve nesneleri bir yüzey üzerine görüldükleri gibi çizme sanatı olarak tanımlanmaktadır. Latince,

perspicere (derinliğine bakma) kelimesinden türemiş olan bu kelime 2 boyutlu bir ortamda 3 boyutlu nesnelerin derinlik etkisiyle ifade edilmesi anlamını taşımaktadır. Kökeni antik çağa dayanan perspektif, Rönesans Dönemi içerisinde matematik bilgisinin gelişmesiyle beraber birçok sanatçı ve mimar tarafından kurallı olarak kullanılmaya başlanan bir temsile dönüşmüştür [12]. Perspektif temelde tüm ölçülerin 2 boyutlu ortamda ölçülebildiği **paralel perspektif** ve insan gözünün gördüğü biçimde çizilen **merkezi** perspektif olarak ikiye ayrılır. Günümüzde kurallı perspektif çizimleri, bilgisayar destekli dijital temsil üretiminin bu temsili etkili biçimde taklit etme kabiliyetinden dolayı mimarlık alanındaki kullanım yaygınlığını yitirmiştir.

2.2.3 Maket

Maket, mimarlık içerisinde bir tasarımın 3 boyutlu olarak canlandırılması ve izleyicisine bu 3 boyutlu ilişkilerin aktarımı için kullanılan temsillerden bir tanesidir. Bu temsilde bir mekânın ölçeği tasarımın kendine has durumlarına uygun olarak seçilir. Mimarın okulda aldığı mesleki eğitimden dolayı; bu ölçekli temsil aracı, gerçekte inşa edilecek olan binanın ne durumda olacağını gösterir ve yapının çevresiyle olan bağlamını etkili bir şekilde ifade eder. Dunn'a göre, *maket kullanımının önemli avantajlarından biri, malzemeye, şekle, boyuta ve renge ilişkin fikirlerin maket ile gerçekleştirebilmesidir; bir maketin boyutu özellikle, tasarım sürecinin çeşitli aşamalarında gerekli olan ölçeğe göre belirlenir. Bu ölçekteki maket kullanılarak tasarımın şehir bağlamındaki, mevcut binalar vb. ile olan ilişkileri sorgulanır* [13].

2.3 Çoklu Ortamlarda Mimari Temsil

Çoklu ortam (multimedia), izleyicisinin birden fazla duyusuna hitap edebilme olanağına sahip olan bu nedenle de birden fazla ortamın bir arada kullanıldığı temsil ortamını ifade eder. Çoklu ortamlarda mimari temsil üretimi, mimarlığın tarihsel sürecine bağlı olarak eski-geleneksel kültürel biçim ve dillerin bir mirası olarak karşımıza çıkar. Serbest ve ölçekli el çizimleri, perspektifler ve maketlerle temsil etme biçimi, temsil edileninin dijital araçlar aracılığıyla taklit edilme durumuna dönüşmüştür. Bu tez kapsamında dijital yerine çoklu ortam adlandırmasının kullanım gerekliliği ise dijital araçların gelişiminden önce yeni medya araçlarının tarihinin sinemanın tarihiyle

paralellik göstermesi ve bu araçların çoklu ortam olma özelliğini sinemadan almasından kaynaklanmıştır. Manovich "The Language of New Media" adlı kitabında sinema ile yeni medya arasındaki benzerlikleri;

• Dijital sinemanın tanımındaki benzerlikler,

• Çoklu ortam diliyle on dokuzuncu yüzyıl arasındaki sinema öncesi kültürel biçimlerdeki ilişki benzerlikleri,

• Ekranın, mobil kameranın ve montajın yeni medyadaki işlevleriyle sinema arasındaki ilişki,

• Yeni medya ve avangart film arasındaki tarihi bağlar

olarak sıralamış ve ele almıştır [1].

2.3.1 Sinema Ortamında Mimari Temsil

Sinema TDK sözlüğünde, herhangi bir hareketi düzenli aralıklarla parçalara bölerek bunların resimlerini belirleme ve bunları gösterici yardımıyla karanlık bir yerde, bir ekran veya perde üzerinde yansıtarak hareketi yeniden oluşturma işi olarak tanımlanmaktadır. 1900lerin başında Lumiere Kardeşlerin sinematograf cihazı ile hareketli görüntüleri bir yüzeye yansıtabilmeleri modern sinemanın kökeni için önem taşırken, diğer çoklu ortam türlerinin ortaya çıkması için de önemli bir tarihsel zamanlamadır. Sinema ortamının mimari temsille ilişkisi de, sinema ortamının bir hareketli görüntüyü oluşturması için mekân ya da mekân temsilini kullanma zorunluluğuna dayanmaktadır. Sinema ortamında mimarlık alanına ait ana öge olan mekân; **gerçek, dekor ve sanal** olarak oluşturulmuş mekânlar olmak üzere 3 şekilde kullanılır [14]. Gerçek mekân ve dekor olarak mekânın kullanımında, kamera ile kayıt oluşturulması ve sonrasında geleneksel ya da sonraki bölümde ele alınacak bilgisayar destekli yöntemlerle görüntülerin düzenlenmesi gerekir (Şekil 2.5). Sanal mekânın sinema ortamında temsili ise bilgisayar destekli yöntemler ile gerçekleştirilebilir.



Şekil 2. 5 Sinema ortamında mimari temsil üretim süreci

2.3.1.1 Bilgisayar Destekli Sinema Ortamında Mimari Temsil

Bilgisayar destekli temsillerin üretimi, insan-makine etkileşiminin tarihselliğine paralel bir biçimde ilerlemektedir. İnsan-makine etkileşiminin günümüze kadarki süreci yeni dijital ortamlarının değişim ve gelişimini sürekli olarak etkilemektedir.

Dourish insan-makine etkileşiminin modern tarihini 4 evrede ele almaktadır [15].

- Elektrikli Araçlar Dönemi: Analog bilgisayarların kullanıldığı, dirençler ve kapasitörler gibi standart bileşenlerin kullanılmasına dayanan dönem.
- Simgesel Araçlar Dönemi: Programlama sistemlerinin temellerinin atıldığı, her donanımın kendine ait talimatlar ile çalıştığı dönem.
- Yazımsal Araçlar Dönemi: Çeşitli kodlama dillerinin ortaya çıktığı ve bu kodlama dilleri ile donanımların kontrol edilebildiği dönem.
- Grafik Araçları Dönemi: Kullanıcı için bilgisayarda kullanılan yazılımların ara yüzlerinin gelişmeye başladığı dönem.

Grafiksel araçların gelişimi günümüzde mimari temsillerin üretimini önceki dönemlere göre oldukça hızlandırmış ve daha güçlü hale getirmiştir. Woodbury'e göre tasarımcılar, bilgisayarı kullanarak nesnelerin geometrik temsillerini ve hatta fiziksel olmayan nesneleri tasarım boyunca sürekli olarak yaratır ve bunları manipüle eder [16].

Mimari temsilin bilgisayar destekli sinema ortamında üretim biçimi içerisinde bir takım grafiksel yazılımlar kullanılır. Bu grafiksel yazılımlar aracılığıyla **modelleme** dediğimiz işlem gerçekleştirilir. Bu modeller **dokular** (texturing) ile kaplanıp bir **sanal kamera ile kayıt** oluşturulur (rendering). Bu görsellerin hareket kavramıyla bütünleştiğinde ise **bilgisayar destekli hareketli görüntülerin** üretimi gerçekleştirilmiş olur (Şekil 2.6).

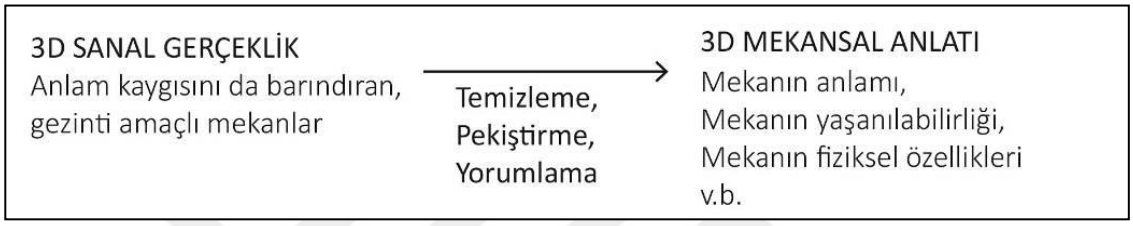


Şekil 2. 6 Bilgisayar destekli sinema ortamında temsil üretim süreci

Bilgisayar destekli sinema ortamında üretilen mimari temsiller, tasarımcının kendi tasarımını deneyimleyebilme imkânını sağlamadığı ve sanal olanın gerçek dünya ile bütünleşebilme durumundan uzak olan sanal imgeleri içerir.

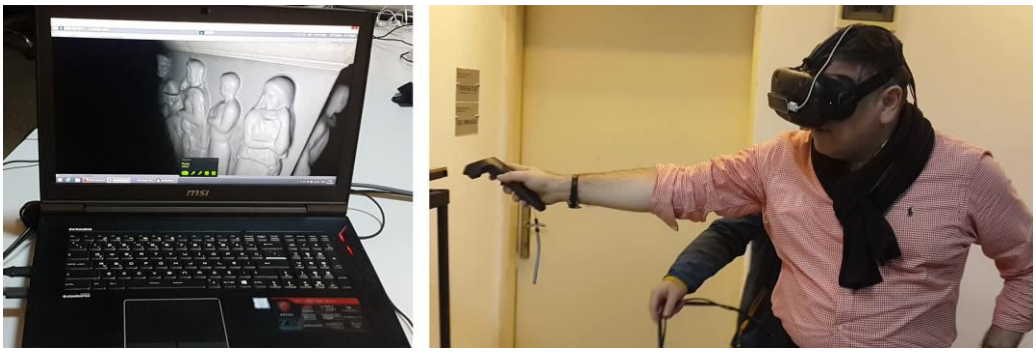
2.3.2 Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil

Sanal Gerçeklik ortamı bir bilgisayar ekranında bile çeşitli şekillerde var olsa da; günümüzde sanal gerçeklik, kullanıcının çeşitli benzeşim araçları ile gerçekte var olmayan bir 3 boyutlu dünyayı deneyimleyebildiği ve burada gezilebilme imkânına sahip olduğu ortamı ifade etmektedir.



Şekil 2. 7 Sanal Gerçeklik ortamında mekânın temsili [6].

Mimarlıkta bir temsil aracı olarak Sanal Gerçeklik ortamının kullanılma sürecinde, bilgisayar destekli temsillerin üretildiği yazılımlar aracılığıyla sanal mekân oluşturulur, sonrasında kullanıcı bilgisayara bağlı aygıtlar ile bir sanal dünyada gezebilir ve 3 boyut etkisini deneyimleyebilir. Sanal Gerçeklik teknolojisinin kullanıcı tarafından deneyimlenebilmesi için kullanılan aygıtlar arasındaki en önemli aygıt ekranlı kasktır (head-mounted display) (Şekil 2.8).



Şekil 2. 8 Ekranlı kask ile Sanal Gerçeklik ortamı deneyimi

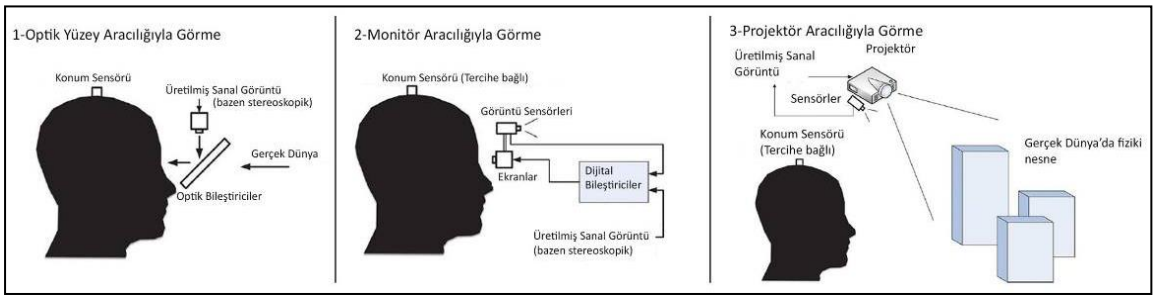
2.3.3 Arttırılmış Gerçeklik Ortamında Mimari Temsil

Günümüzde çeşitli bilimsel alanlarda sıklıkla çalışmaları yapılan Arttırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) ortamında temsil üretimi; Sanal Gerçeklik ortamının aksine, sanal bir dünyanın gerçek dünya ile iç içe geçtiği yöntemleri kapsamaktadır. Schmalstieg ve Höllerer'e göre Arttırılmış Gerçeklik, sanal ortamda oluşturulan bilgiyi doğrudan fiziksel çevreye sunmayı amaçlamaktadır [17].

Arttırılmış Gerçeklik ortamında mimari temsilin oluşturulabilmesi için Sanal Gerçeklik ve bilgisayar ortamındaki temsil üretme süreçlerinin tümünü kapsayan daha karmaşık bir süreç gereklidir. Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin kullanılmasında sanal temsilin gerçek mekân içerisinde gösterimi için çeşitli dijital araçlara ve ekipmanlara ihtiyaç vardır.

Bu süreçte sanal görüntü, bilgisayar ortamında temsillerin üretilebildiği yazılımlar kullanılarak üretilir. Ardından bu sanal görüntü çeşitli dijital araç ve yöntemlerin kullanımı aracılığıyla gerçek dünya ile bütünleştirilir.

Schmalstieg ve Höllerer, Arttırılmış Gerçeklik sistemlerini, ekipmanların kullanımına göre; **optik yüzeyler**, **monitörler** ve **projektörler** aracılığıyla görme olarak 3'e ayırmışlardır[17]. Fakat yapılan bu sınıflandırmada eksik olan durum; optik yüzeyler ve monitörler aracılığıyla görme biçimlerinde, tercihe bağlı olarak projektörlerin kullanılmasının ifade edilmeyişidir (Şekil 2.9). Projektör aracılığıyla görüntülemeler ekipmanların kullanıldığı diğer Arttırılmış Gerçeklik sistemlerini de başarılı bir şekilde desteklemektedir. Örneğin, diğer Arttırılmış Gerçeklik simülatörlerinin kısıtlayabildiği sanal nesnelerin gerçekçi gölge oluşturma durumu, çoklu projektör kullanımı ile daha gerçekçi hale getirilebilir [18].



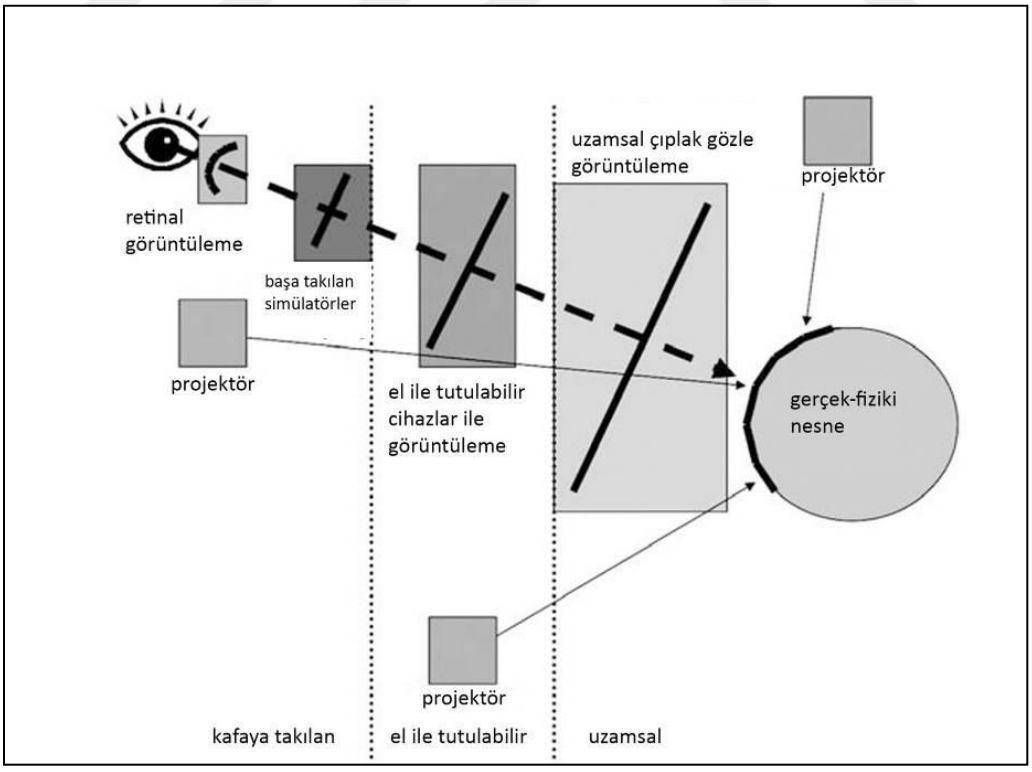
Şekil 2. 9 Schmalstieg ve Höllerer'e göre Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri [17].

Bimber ve Raskar; "*Arttırılmış Gerçeklik görüntülerini, gözlemcinin gözleri ile fiziksel nesne arasındaki optik yolun herhangi bir yerinde görüntüler üretmek için bir dizi optik, elektronik ve mekanik bileşen kullanan görüntü oluşturma sistemleri"* olarak tanımlamışlardır [4].

Bu çalışmada Arttırılmış Gerçeklik görüntülerini destekleyen sistemler, **başa takılan**, **el ile tutulan** ve **uzamsal-çıplak gözle görülen** olarak 3 başlık altında ele alınmıştır [4].

Bu sınıflandırmada,

- Başa takılan araçlar ile görüntüleme için; görüntünün başa takılan bir simülatörün önünde bulunan cama yansıtılan bir araç,
- El ile tutulabilir araçlar ile görüntüleme için akıllı bir cep telefonu, tablet vb. cihazları,
- Uzamsal görüntüleme için ise yüzey üzerinde görüntünün oluşturulabilmesi için projektör gereklidir.



Şekil 2. 10 Bimber ve Raskar' a göre Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri [4].

Başa takılan ve el ile tutulabilir ekipmanlar aracılığıyla yapılan görüntülemelerde fiziksel ortam ile sanal nesnenin bütünleşebilmesi için izleyicinin **izleme bilgisi (tracking)** ile **görüntülemede tutarlı bir bileşimin (registration)** gerçekleştirilmesi gerekir. İzleme bilgisi bu Arttırılmış Gerçeklik türlerinde sensörler ya da optik araçlar ile sağlanır [17]. Günümüzde, Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin bu türlerinde **optik araçların kullanılması oldukça yaygındır**. Optik araçlar kullanılarak izleme bilgisinin elde edilmesinde sanal nesne bilgisi **işaretçi tabanlı (marker-based) ya da işaretçisiz (markerless)** olarak iki şekilde fiziki mekan ile bütünleşir [19].

İşaretçi Tabanlı AG türünde sistem, kullandığı kameranın merkez, pozisyon ve oryantasyon bilgilerini görsel bir işaretçi kullanarak izler. İşaretçisiz sistemde ise sanal nesne bir görselin konum bilgisi üzerinden fiziki mekân içerisine yerleştirilir. Günümüzde ise kullanımı oldukça artan mobil araçlar sayesinde, **gerçek objenin ilgili noktaları (interest point) takip edilerek** sanal nesne fiziki mekan içerisinde görüntülenebilir hale gelmiştir. Bu durum **doğal özellik (natural features)** olarak adlandırılmakta ve AG'nin kafaya takılan ve el ile tutulan ekipmanların kullanıldığı türlerinde sıklıkla kullanılmaktadır [17]. Şekil 2.11' de bu üç görüntüleme türüne ait örnekler gösterilmektedir.



Şekil 2. 11 İşaretçili, işaretçisiz ve doğal özellik görüntüleme biçimleri [17] [19].

Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin türleri için Schmalstieg ve ekibiyle Bimber ve Raskar'ın yapmış olduğu her iki sınıflandırmada ortak olan durum, görüntülemenin yapılabilmesi için bir yüzeye ihtiyaç duyulmasıdır.

Uzamsal görüntülemelerde ise görüntüleme, izleyicinin vücuduna bağlı bir cihaza değil; direk olarak çıplak göz ile izleyici tarafından deneyimlenebilen fiziki mekân üzerine yapılır. Bu durum onu diğer türlere göre oldukça güçlü hale getirmektedir.

Dalsgaard ve Halskov' a göre**,** *Arttırılmış Gerçeklik sistemleri içerisinde, uzamsal olan bu tür, fiziksel-uzamsal yapılar üzerine yansıtımdan oluştuğundan, Arttırılmış Gerçekliğin en iyi tanımıdır* [20].

Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik ortamlarında sıklıkla kullanılan **ekranlı kaskların** kullanımıyla yapılan görüntülemeler, Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemlerindeki görüntülemeler ile kıyaslandığında, kullanıcıda görülen bir takım yan etkiler daha fazla oranda meydana gelmektedir. Mon-Williams ve diğerleri yaptıkları çalışmada bu durumu; *"Bir VR kullanıcısının dengesiz görme ve bir sanal dünyaya geçtikten sonra, gerçek dünyada bir yere baktığında, görme keskinliği azalması ile makine kullanmasındaki olası problemler endişe vericidir"* diye açıklamaktadır [21].

Shaples ve ekibinin yaptığı çalışmada ise ekranlı kasklarla Sanal Gerçeklik görüntülemesi ve UAG görüntüleme sisteminin, izleyicideki çeşitli değerlerin kullanım öncesi ve sonrası durumları incelenmiştir. Bu çalışmaya göre ekranlı kaskların kullanımında, Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik görüntülemelerine kıyasla kullanıcıda ortaya çıkan mide bulanması, görmeyle alakalı problemler ve denge bozukluklarındaki değer artışlarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir [22].

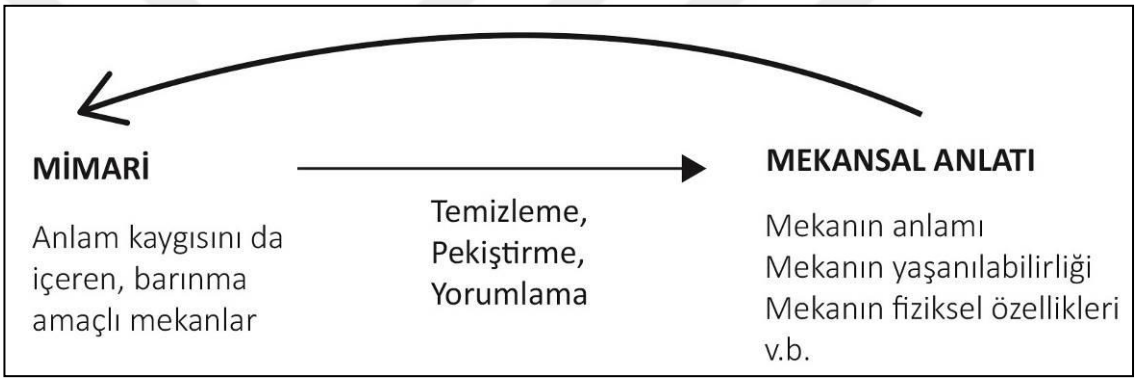
Lantz ve diğerlerine göre; UAG, ekranlı kaskların kullanıldığı Sanal Gerçeklik ortamı ile kıyaslandığında, bu sistemler kullanıcıya **grupça izleme** ve **etkileşim**, **geniş görüş alanı**, **yüksek çözünürlük**, **kafa ile dönüş takibi** ve buna bağlı tepki süreleri olmadan **açısal görüntüleme** imkânlarını sunmaktadır [23].

Aydın, Sanal gerçekliğin mimarideki temsiyeti durumunu; *"Üç boyutlu sanal gerçeklik mekân deneyimine sinemadan daha yakındır. Sanal Gerçeklik için, üç boyutlu sanal gerçeklikteki mekânların mekânsal algı ve mekânsal temsile göre konumu bu yüzden bulanık hale gelmektedir. Aydınlanma Devrimi'nden bu yana, temsiliyetin temsil edilen üzerinde kurduğu tahakküm giderek güçlenmiş, temsil edilen, temsiliyet tarafından giderek erozyona uğratılmış ve yok edilmiştir. Ancak, diğer temsil ortamlarına bakıldığında[1], yine de temsil edilen ile temsiliyetin ayrımının kolayca yapılabildiği*

1 Aydın diğer temsil ortamları ifadesinde geleneksel ve bilgisayar destekli temsil araçlarından bahsetmektedir.

görülür. Sanal gerçeklikteki mekânda ise, temsil edilen mekân o kadar yok edilmiştir ki, ortamın bir temsiliyet olup olmadığı bile anlaşılmaz hale gelmiştir" diye açıklar [6].

Aydın'ın bahsettiği mimarideki temsiliyet durumu, Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamında yeniden bir dönüşüme uğramıştır. **UAG'in fiziksel ve uzamsal olan ile bütünleşebilmesi nedeniyle; temsiliyet, bir başka temsiliyet aracıyla ya da temsil edilenin kendisiyle bile bütünleşebilir hale gelmiştir (Şekil 2.12).** Bir mimari temsil ortamı olarak Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemi geleneksel bir temsil olan maketle beraber kullanılabilirken; bir yapı cephesini temsil edilen olarak ele alırsak, cephe üzerinde yapıyı anlatan bir yansıtım gerçekleştirilirse temsil edilen ile temsil bir arada kullanılır.



Şekil 2. 12 Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamında mimari temsil

2.3.4 Etkileşim Tasarımı - Mimarlıkta Temsil Ortamı İlişkisi

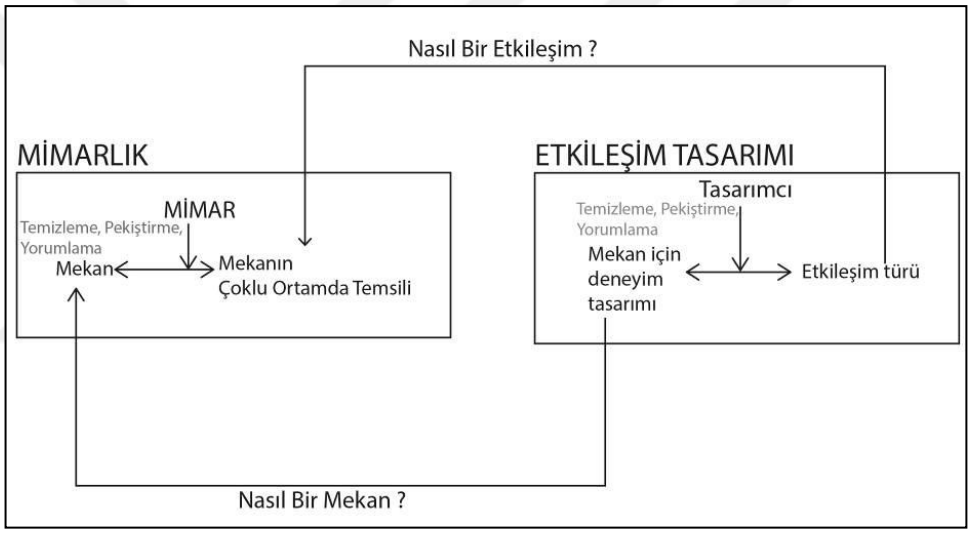
Tarihsel sıralamaya bağlı olarak mimarlıkta Sanal Gerçeklik ortamının, ardından Arttırılmış Gerçeklik ortamlarının kullanılması, insan-makine etkileşiminin tarihsel sürecine paralel olarak ilerlemektedir. Tasarım, mimarın çeşitli araçlar ve paydaşlar ile farklı türlerde etkileşimler kurduğu bir etkinliktir. Bu etkinlikte, mimarın dijital araçlarla kurduğu etkileşim sürekli güncellenmekte bu durum paydaşlar ile kurulan etkileşimi de geliştirmektedir. Mimarın dijital araçlar ile kurduğu etkileşimi anlayabilmek için etkileşim tasarımı ile mimarlığın hangi noktalarda kesiştiğini anlamak gerekmektedir.

"Mimarlık insan merkezli, ancak tasarım odaklıdır; insan faktörlerinin ve yapma şeylerin kesişimi, yani gündelik yaşamlarımızın maddi, tasarımlı yönleri ile ilgilenir. Benzer şekilde, etkileşim tasarımı, mimarlık alanında derin bir şekilde kök salmış çeşitli

yönleri de içerir. Bunlar, insan aktivitelerine odaklanma, bilgi ve etkileşimin tasarlanmış eserler vasıtasıyla desteklenmesinin yanı sıra fiziksel çevremizi saran şeylerdir [24]“.

Etkileşim tasarımının tarihsel süreci incelendiğinde etkileşim türlerinin mekân ile ilişkisinin oldukça kuvvetli olduğu gözlemlenir. Dokunsal, dokunma gerektirmeyen el hareketleri ile kontrol edilebilen sistemler ve daha birçoğu için bir mekân ya da mekânsal elemana ihtiyaç vardır.

Mimarlığın tasarım süreci içerisinde kullandığı araçlarla ilgili yapılan araştırmalarda ise; mimarın tasarım araçları ile kurduğu ilişki biçimi, etkileşimin nasıl olduğu konusu ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle bu iki alanın kesiştiği nokta, mimar ya da tasarımcının hangi dijital araçlarla ve bu araçlarla nasıl etkileşim kurduğu meselesidir (Şekil 2.13).



Şekil 2. 13 Mimarlık ve etkileşim tasarımı ilişkisi

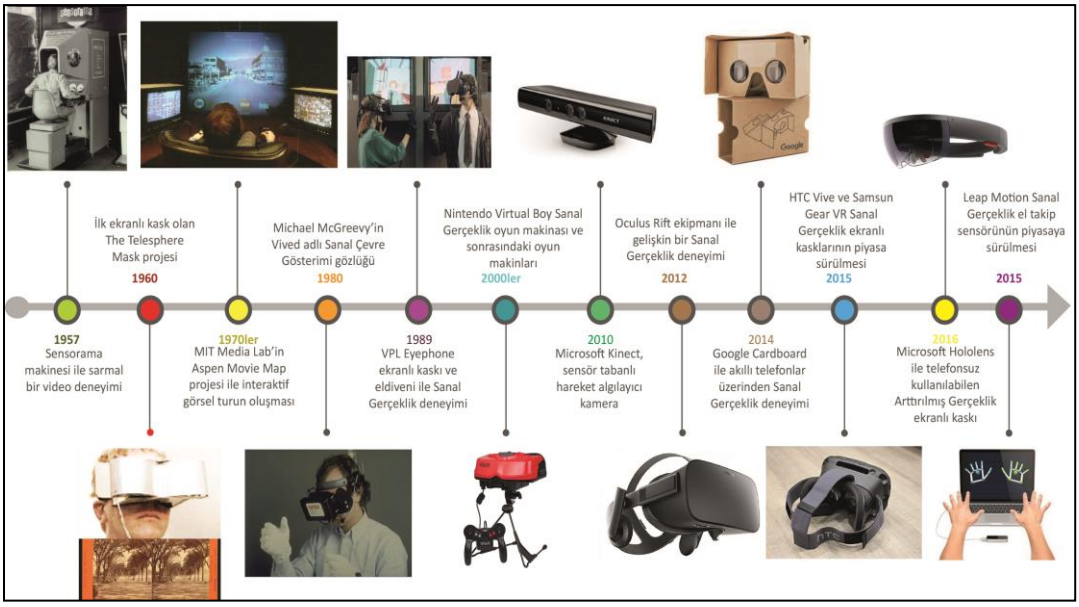
Wiberg ve diğerlerine göre; İnsan-makine etkileşiminde komut satırlarının bırakıldığı, 2 boyutlu ara yüz tasarımlarından mobil bilişim, kent içi bilgisayar kullanımı, her yerde bulunan bilişim gibi alanlarda kullanılan 3B gösterimlerle Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik sistemlerine geçiş, bir mekân ve onun kullanımındaki etkileşimi daha da belirgin hale getirmiştir [25].

Karray ve diğerleri, teknik anlamda kullanım biçimlerine göre günümüz insan-makine etkileşimini **tek modlu ve çok modlu** olarak 2 ana başlıkta ele almışlardır. Tek modlu sistemleri görsel tabanlı, sese dayalı ve sensör tabanlı etkileşim olmak üzere 3 ana başlıkta ve bu 3 ana başlığı alt başlıklarda incelemişlerdir (Şekil 2.14) [26].

Görsel Tabanlı Etkileşim	Sese Dayalı Etkileşim	Sensör Tabanlı Etkileşim
• Yüz İfadesi Analizi • Vücut Hareket Takibi (Büyük Ölçekli) • Mimik tanıma • Bakış Algılama (Gözler Hareketi İzleme)	• Konuşma Tarzını Tanıma • Konuşmacıyı Tanıma • İşitsel Duygu Analizi • İnsan Yapımı Gürültü / İşaret Algılamaları • Müzikal Etkileşim	• Kalem Tabanlı Etkileşim • Fare ve Klavye • Konsollar • Hareket İzleme Sensörleri ve Sayısallaştırıcılar • Haptik Sensörler • Basınç Sensörleri • Tadı / Koku Sensörleri

Şekil 2. 14 Karray ve diğerlerine göre tek modlu etkileşim türleri [26].

Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin ortaya çıkışı ve gelişimi, etkileşimli ekipmanların tarihsel gelişim sürecine paralellik göstermektedir. İnsan-bilgisayar etkileşiminde çeşitli aygıtların kullanıcının sanal ve sentetik olanı fiziki dünyayla iç içe şekilde kullanabilmesinin yöntemleri sürekli olarak araştırılmakta, buna bağlı olarak etkileşimli ekipmanlar sürekli olarak geliştirilmektedir (Şekil 2.15). 1957 yılında kullanıcısına çokmodlu video deneyimi sunan Sensorama makinesinden, günümüzde Microsoft Hololens ile fiziki dünya içerisinde sanal nesne deneyiminin yaşanmasına olan süreç insan-bilgisayar etkileşimini oldukça gelişkin bir boyuta taşımıştır.



Şekil 2. 15 Etkileşim için kullanılan ekipmanların tarihsel süreci

Sanal Gerçeklik ortamı bu etkileşim türlerinden görsel ve sensör tabanlı etkileşim türlerine sahip çok modlu bir temsil ortamıdır. AG ortamında da elle tutulabilir ve kafaya takılan aygıtların kullanıldığı ortam türleri çok modlu yapıya benzer özellikler göstermektedir. Fakat Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik türünde etkileşim, uygulayıcı kişinin tercihine bağlı olarak gerçekleştirilmektedir. Çizelge 2.1'de bu temsil ortamlarının etkileşim türleri incelenmiştir.

Çizelge 2. 1 Sanal ve Arttırılmış Gerçeklik ortamlarının etkileşim düzeyleri

Temsil Ortamı:	Sanal Gerçeklik	Arttırılmış Gerçeklik		
Görüntüleme Cihazı:	Sanal Gerçeklik Simülatör Başlığı	Projektör ile Görüntüleme	Elle Tutulabilir Aygıtla Görüntüleme	Kafaya Takılan Aygıtla Görüntüleme
	E T K İ L E Ş İ M T Ü R Ü			
Görsel Tabanlı Etkileşim:	Vücut Hareketi Takibi	Vücut Hareketi Takibi (Opsiyonel)	Vücut Hareketi Takibi	Vücut Hareketi Takibi
Sese Dayalı Etkileşim:	Sese Dayalı Etkileşim (Opsiyonel)	İnsan Yapımı veya Çevre Seslerini Algılama (Opsiyonel)	Sese Dayalı Etkileşim (Opsiyonel)	Sese Dayalı Etkileşim (Opsiyonel)
Sensör Tabanlı Etkileşim:	1-Konsol ile Etkileşim 2-Hareket izleme Sensörleri 3-Haptik Sensör (Opsiyonel)	1-Fare ve Klavye ile 2-Hareket izleme Sensörleri (Opsiyonel) 3-Haptik Sensör (Opsiyonel)	Haptik Sensör ya da Kalem Tabanlı Etkileşim	1-Konsol ile Etkileşim (Opsiyonel) 2-Hareket izleme Sensörleri
Etkileşim Düzeyi:	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek

Bu türler arasında Sanal Gerçeklik ortamı kullanıcısını gerçek dünyadan uzaklaştıran fakat kullanıcısına hacimsel bir 3 boyut etkisi sağlar. Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinden başa takılan ekipmanların kullanıldığı türün etkileri Sanal Gerçeklik ortamına, el ile tutulan ekipmanların kullanıldığı türün etkileri ise monitör kullanılarak gerçekleştirilen temsil sunum ortamlarına benzemektedir (Çizelge 2.2).

Tüm bu türler arasında Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamı, izleyicisine zayıf bir etkileşim imkânı sağlamasına rağmen; sanal nesneyi fiziki mekânla, çıplak gözle görülebilecek biçimde bütünleştirebilme gücünden dolayı diğer ortamlardan ayrılır.

Çizelge 2. 2 Sanal ve Arttılmış Gerçeklik türlerinin karşılaştırılması

Temsil Ortamı:	Sanal Gerçeklik	Arttırılmış Gerçeklik		
Görüntüleme Cihazı:	Sanal Gerçeklik Simülatör Başlığı	Projektör ile Görüntüleme	Elle Tutulabilir Görüntüleme	Kafaya Takılan Görüntüleme
Amaç:	3 boyutlu sanal bir dünyada kullanıcı deneyimi	Gerçek- fiziki bir nesne üzerinde, kullanıcının çıplak gözle görebileceği biçimde sanal görüntü deneyimi sunulması	Sanal görüntünün, mobil cihazlardaki kameralar aracılığıyla gerçek dünyada görüntülenmesi	Sanal görüntüyü retinal ve kafaya takılan simülatör cihazı ile gerçek dünyada görüntüleme
Avantajları:	1- Hacimsel bir 3 boyut imkanının kullanıcıya sunması 2- Kullanıcının görme duyusunun yanında diğer duyularına da hitap ederek kullanıcıyı saran bir sanal dünya yaratması	1-Görüntülemenin direk olarak gerçek nesne üzerine yapılması 2-Yüksek çözünürlük 3-Saniyede geçen kare sayısının yüksek olması 4- Açısal görüntüleme yapılabilmesi	Cihazların kolayca taşınabilir olması	Hacimsel bir 3 boyut imkanını kullanıcıya sunması
Dezavantajları:	1- Simülatör başlıklarının kullanıcıda çeşitli yan etkiler yaratması 2- Saniyede geçen kare sayısının (FPS) hala alt optimal seviyede olması 3- Sadece bireysel kullanı-ma izin vermesi 4- Kullanıcısını gerçek dünyadan uzaklaştırması	1-Hacimsel etki, geniş ekran gösterimlerinin kullanımı dışında Sanal Gerçeklik sistemlerine göre zayıf 2-Gerçek ortamın aydınlık düzeyinden etkilenmesi 3-Gerçek nesnenin malzeme yansıtma	Bu sistemlerde bir monitör aracılığıyla görüntüleme yapıldığından bilgisayar destekli hareketli görsel temsillerinin sunulması durumuna oldukça yakın etkiler görülmekte	Kafaya takılan bir simülatör başlık kullanıldığından, bu sistem Sanal Gerçeklik sistemlerine benzemekte.
Günümüz kullanımına göre etkileşim düzeyi	Çok Yüksek	Düşük	Yüksek	Yüksek

BÖLÜM 3

UZAMSAL ARTTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE PROJEKSİYON KAPLAMA TEKNİĞİ

Bu bölümde Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik ortamının diğer adlandırmayla Projeksiyon Kaplama tekniğinin; tanımı, tarihçesi, bileşenleri, etkileşim türleri ve kullanım alanları irdelenecektir.

3.1 Tanım

Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sanal görüntülerin izleyicinin vücuduna bağlı bir görüntüleme cihazına düşürülmesi yerine; bu görüntülerin gerçek bir mekân içerisinde fiziksel yüzey ya da yüzeyler üzerine projektörle yansıtıldığı bir Arttırılmış Gerçeklik türüdür. Atiker bu tekniği, sayısal görüntü ile gerçek nesneler arasında bir hizalama zorunluluğu nedeniyle "Yansıtım Hizalama" olarak adlandırmıştır [27]. Fakat bu adlandırma yapılan eylemi nitelendirmekte ve ortamı oluşturmak için kullanılan yöntemlerin bütününü kapsamamaktadır.

Alpay ise İngilizce'deki "Video Projection Mapping" kavramını "Video Projeksiyon Eşleştirmesi" olarak tanımlamış ve bu tekniğin 3 boyutlu formlar üzerindeki hareketli bir görüntünün, tasarımcı tarafından belirlenmiş bir yüzey sınırları doğrultusunda yansıtımını ve eşleştirmesini incelediğini belirtmiştir [28]. Fakat bu adlandırma da projektörün gündelik hayatta sıklıkla kullanılan yansıtım türü ile bu teknik arasındaki farkı ortaya koymamaktadır.

İngilizce dilinde yazılmış bu alanla ilgili çalışmalarda Spatially Augmented Reality ve Projection Mapping olarak adlandırılan UAG temsil ortamının TDK sözlüklerinde herhangi bir karşılığı bulunmamaktadır. Spatial, Türkçe'de mekân ya da uzam olarak

kullanılmaktadır. Projection ise Türkçe'de projeksiyon olarak kullanılmaktadır. Bu kelime TDK sözlüğünde bir film veya belgenin ışık kaynağından çıkan ışınlarla ekran veya perde üzerinde görüntüsünün oluşturulma işi olarak adlandırılmıştır. Bu açıklama bir cihaz ışığı aracılığıyla 2 boyutlu **görüntünün yansıtımını** ifade etmektedir.

Uzam kelimesinin TDK sözlüğündeki anlamlarından bir tanesi "Yer kaplama; algılanan cisimsel nesnelerin temel niteliği; uzayda yerleşmiş olan ve uzayın bir bölümünü dolduran cisimlerin niteliğidir.".

Tüm bu tanımlamaların yanında, projektörlerle görüntü yansıtımında, ortamın oluşturulması için 3 aşamaya değişmez biçimde ihtiyaç vardır. Bunlar;

- Görüntünün bilgisayar desteği ile belirli yazılımlar kullanılarak oluşturulması ve düzenlenmesi,
- Bu görüntülerin projektöre aktarımı,
- Projektörün yansıtım ışığı ile tek ya da daha fazla sayıda yüzeyin görüntü ile kaplanması ve yansıtımın gerçekleştirilmesi

Tez kapsamında **UAG'nin İngilizce içerisinde diğer yaygın kullanım adlandırması olan "Projection Mapping",** projektörler aracılığıyla yüzeye yansıtım yapılan sistemler tüm aşamaları ve tekniğin tüm özelliklerini kapsayacak biçimde "**Projeksiyon Kaplama" tekniği** olarak adlandırılmıştır.

3.2 Tarihçe

Teknolojinin sürekli olarak gelişmesi durumu projektörlerin boyutlarını, yansıtım kalitelerini sürekli olarak etkilemiştir. Bu cihazların teknik olarak gelişimine paralel biçimde, kullanım biçimleri de tarihsel süreç içerisinde sürekli olarak etkilenmiştir.

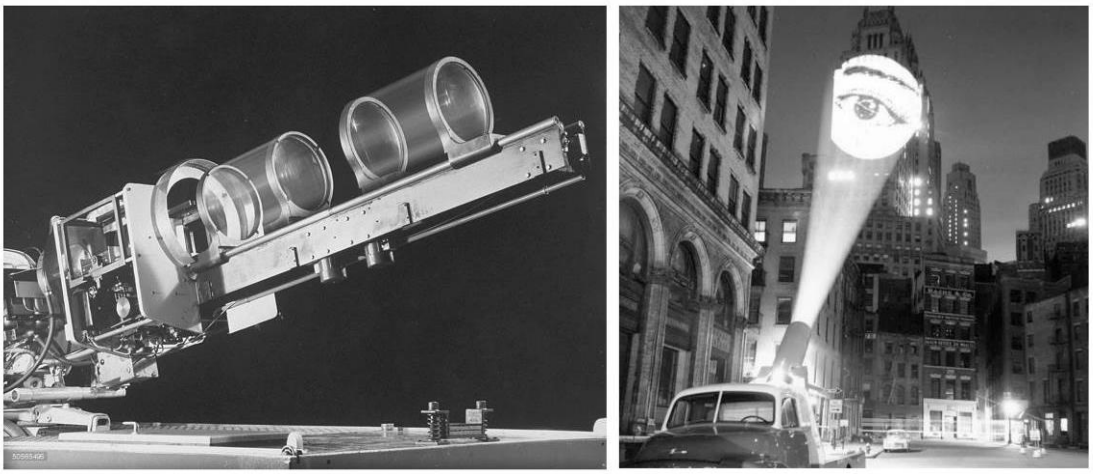
3.2.1 Projektörün Tarihçesi

Projektör cihazlarının tarihi her ne kadar çok eskilere dayansa da, modern projektör cihazlarının tarihini sinemanın tarihi ile beraber ele almak gerekmektedir. 1890lı yıllarda Lumiére Kardeşlerin sinemada yarattıkları başarı ile yeni medyanın aracı sinema ortaya çıkmış ve dijital teknolojilerin gelişimine paralel olarak sinema ve

yansıtım teknolojileri de gelişmeye devam etmiştir. 1950lerde **Slayt Projektör** cihazları kullanılmaya başlamış, bu cihazlar sunum malzemesinin 35mm'lik bir slayda aktarılmasını ve kullanıcının film üzerine koyabileceği hemen hemen her şeyi yansıtmasını sağlamıştır [29].

Aynı tarihlerde kullanılmaya başlanan tepegöz cihazları her ne kadar, slayt projektörüne çok benzese de; şeffaf bir malzeme olan asetat kullanımı ile slayt projektörlerden ayrılmıştır.

İsviçreli mühendis Michael Schwabacher tarafından 1960 yılında İsviçreli mucit Fernand Auberson'a "Skyjector" adını verdiği bir projektör cihazı tasarlatmıştır. Bu cihaz durağan bir imajı 25 milyon defa büyülterek en fazla 2 mil uzaklıkta olmak üzere farklı yüzeylere yansıtabilmiştir. Bu aletin yapım amacı, reklamların havanın karanlık olduğu saatlerde dağ veya bulut gibi yüzeylere yansıtılabilmesidir [30].



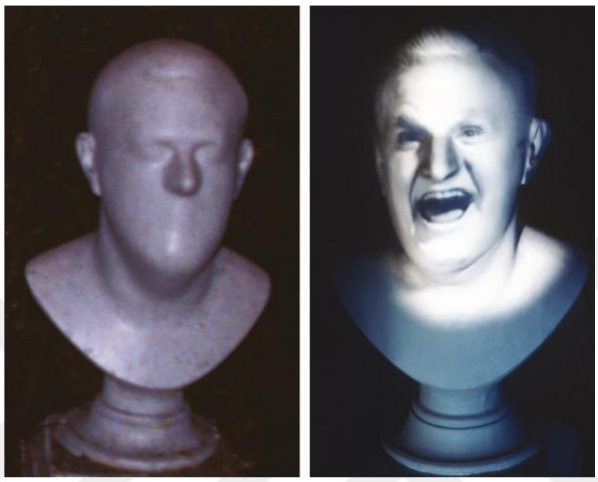
Şekil 3. 1 Skjyjektor cihazı ile yansıtım [30].

1990ların ortasında, bilim adamları ve mühendisler dijital prensipleri projektöre uygulayarak dijital ışık işleme (DLP) sistemini geliştirdiler. İlk DLP projektörleri grenli görüntüler üretmiştir; ancak teknoloji o zamandan beri büyük ölçüde geliştiği için şimdiye kadarki en parlak görüntüler bu cihazlar aracılığıyla üretilebilmektedir [31].

1990lardaki projektörlerden farklı olarak, günümüzde bu cihazlara oldukça düşük maliyetlerle ulaşılabilmekte; ayrıca o günden bugüne bu cihazların boyutları gittikçe küçülmektedir. Günümüzde projektörler hem ses hem de görüntü oynatabiliyor iken, görüntü kaliteleri de gittikçe gelişmektedir.

3.2.2 Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Tarihçesi

Bir yüzeye projektör aracılığıyla Projeksiyon Kaplama tekniğinin kullanımına dair bilinen ilk örneği, Disneyland'daki Haunted Mansion kafasınına yapılan yansıtmadır. 1969 yılında yapılan bu projede insan mimiklerini farklı biçimlerde algılatan ilginç optik yanılsamalar vardır [32]. Bu çalışma ayrıca eğrisel bir yüzey üzerine yansıtımın da bilinen ilk örneğidir.



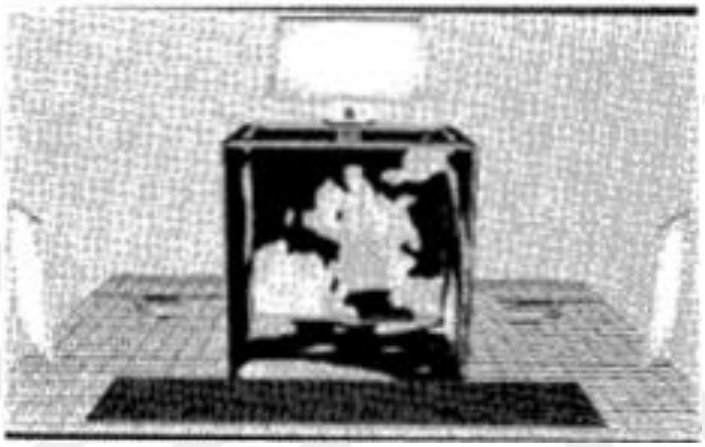
Şekil 3. 2 Disneyland'daki Haunted Mansion kafatasına yapılan yansıtma [32].

Diğer bir Projeksiyon Kaplama örneği 1980 yılında gerçekleştirilmiştir. Michael Naimark tarafından uygulanan film yerleştirmesinde, iki sanatçının bulunduğu bir oturma odası, oda içerisinde dönen bir kamera ile çekilmiş, daha sonra kameranın hareketi yerine konan bir projektör ile duvara yansıtım yapılmıştır [33]. Bu nedenle, projektörün dönme hareketi gerçek mekân ile sanal olanın iç içe geçmesine neden olmuştur. Naimarki'nin bu çalışması, fiziki mekanın projektör ile nasıl dönüştürülebileceği üzerine ilk çalışmadır.



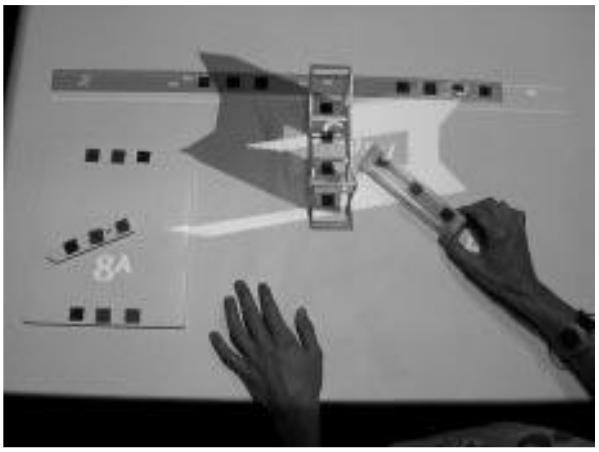
Şekil 3. 3 Naimark tarafından uygulanan Displacement adlı yerleştirme [33].

Geniş yüzeyde gösterimlerin bugünkü halini almasını sağlayan ilgili uygulamalardan bir tanesi, 1992 yılında Chicago'daki Illinois Üniversitesi'nde geliştirmeleri yapılan bir tür Sanal Gerçeklik sistemi olan Cave'de görülür [34]. Belirli ölçülerdeki 3 duvar ve bir zemin düzleminde projektörler aracılığıyla gösterim yapılan bu teknolojinin, her ne kadar çalışmaları yapıldığı dönemde Projeksiyon Kaplama tekniğinin ortaya çıkması için önemli olsa da, günümüzde maliyetinin yüksek olması ve izleyicisine görüntü aktarımı konularında çeşitli dezavantajlara sahiptir.



Şekil 3. 4 Geniş ekran gösteriminin bilinen ilk örneği [34].

John Underkoffler' in 1999 yılında yaptığı I/O Bulb (Input/Output Bulb) isimli projesi, sıradan bir masa yüzeyi üzerinde maketi yapılmış bir binanın seçilen saatler içerisinde gölgelerinin doğru aktarılmasına olanak tanımıştır [35]. Bu proje görsel etkileşimin yanında diğer etkileşim türlerinin Projeksiyon Kaplama tekniğinde kullanıldığı ilk örneklerdendir.



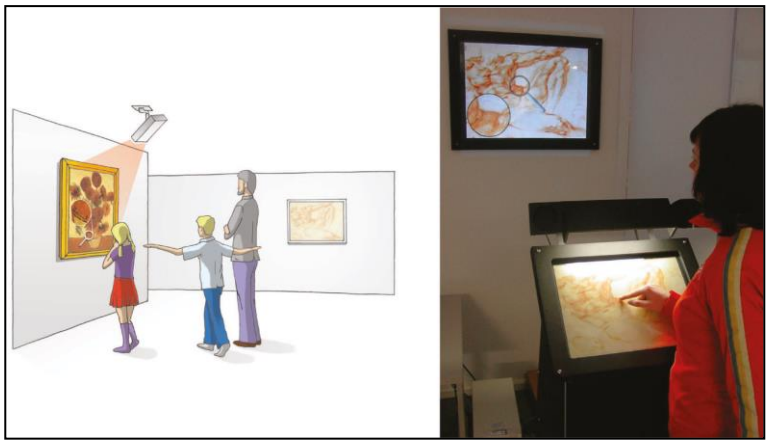
Şekil 3. 5 John Underkoffle I/O Bulb (Input/Output Bulb) isimli projesi [35].

Bu tarihten sonra PK tekniği, akademik çevrede önemli derecede takip görmeye başlamıştır. " Kuzey Carolina Üniversitesi'nde, Ramesh Raskar, Greg Welch, Henry Fuchs ve Deepak Bandyopadhyay'ın başlattıkları çalışmalarında geleceğin ofis yapılarının projektörler ile nasıl değişebileceğine dair bir öngörüde bulunmuşlardır [36].



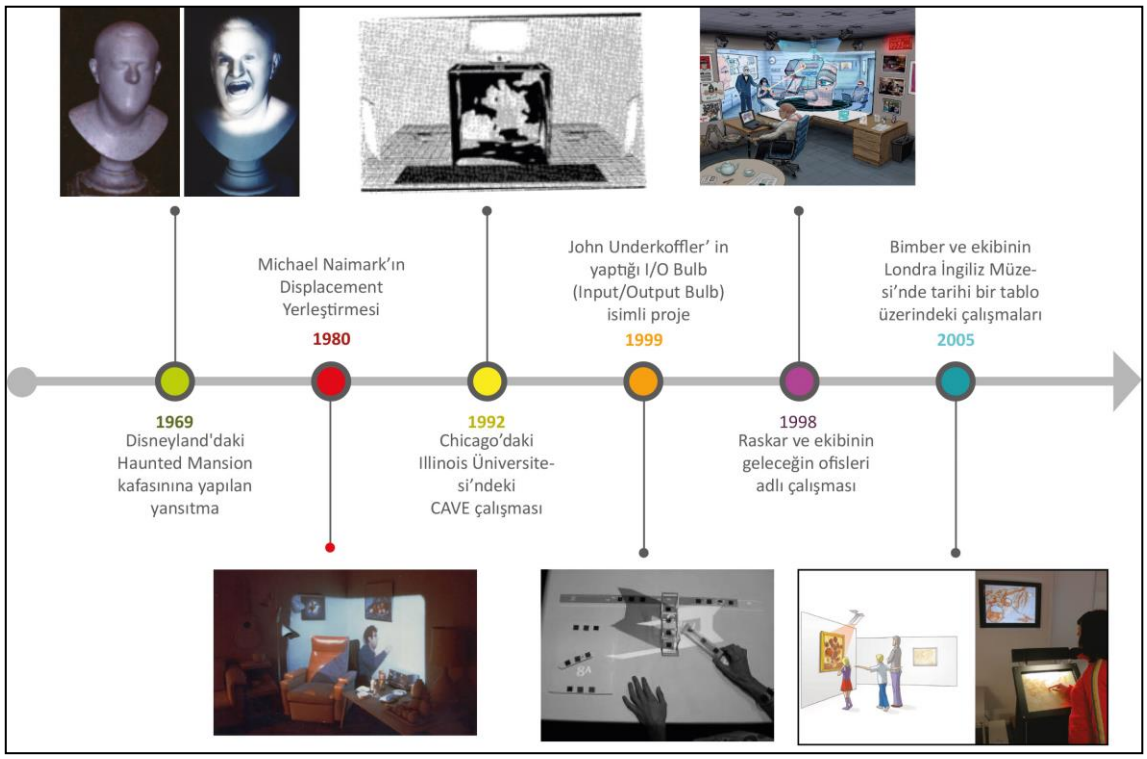
Şekil 3. 6 Raskar ve ekibinin UAG sistemlerine dair önerisi [36].

2005 yılında Bimber ve diğerleri tarafından Londra İngiliz Müzesi'nde sergilenen ve bir kaç kez üst üste boyanmış olan tarihi bir tablonun alt katmanlarının ziyaretçilere gösterilmesi için Projeksiyon Kaplama tekniğini kullanılmıştır [37].



Şekil 3. 7 Bimber ve ekibinin Londra İngiliz Müzesi'ndeki çalışmaları [37].

Sonrasında bu çalışmaları Raskar ve ekibinin ürettiği diğer çalışmalar takip eder. Günümüzdeyse bu alanda yapılan çalışmalar, teknolojinin sunduğu imkânlar doğrultusunda daha gelişkin boyutlara ulaşmıştır. Şekil 3.8'de Projeksiyon Kaplama tekniğinin tarihsel süreci gösterilmiştir.



Şekil 3. 8 Projeksiyon Kaplama tekniğinin tarihsel süreci

3.3 Projeksiyon Kaplama Tekniği Uygulama Süreci

Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulama sürecinde kullanılan yöntemler, sinema sanatında ve çoklu ortam görsel işleme alanlarında kullanılan tekniklerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmış teknikleri kapsamaktadır. PK tekniği uygulama süreci, projektörün ve yüzeyin seçimi ile başlayıp; yansıtım için görüntülerin bilgisayar destekli çeşitli yazılımlar ile oluşturulmasıyla devam eden ve oluşturulan görüntülerin yansıtım düzenleyici yazılımlara aktarımı ile tamamlanan bir dizi aşamayı içerir **(Şekil 3.9)**.

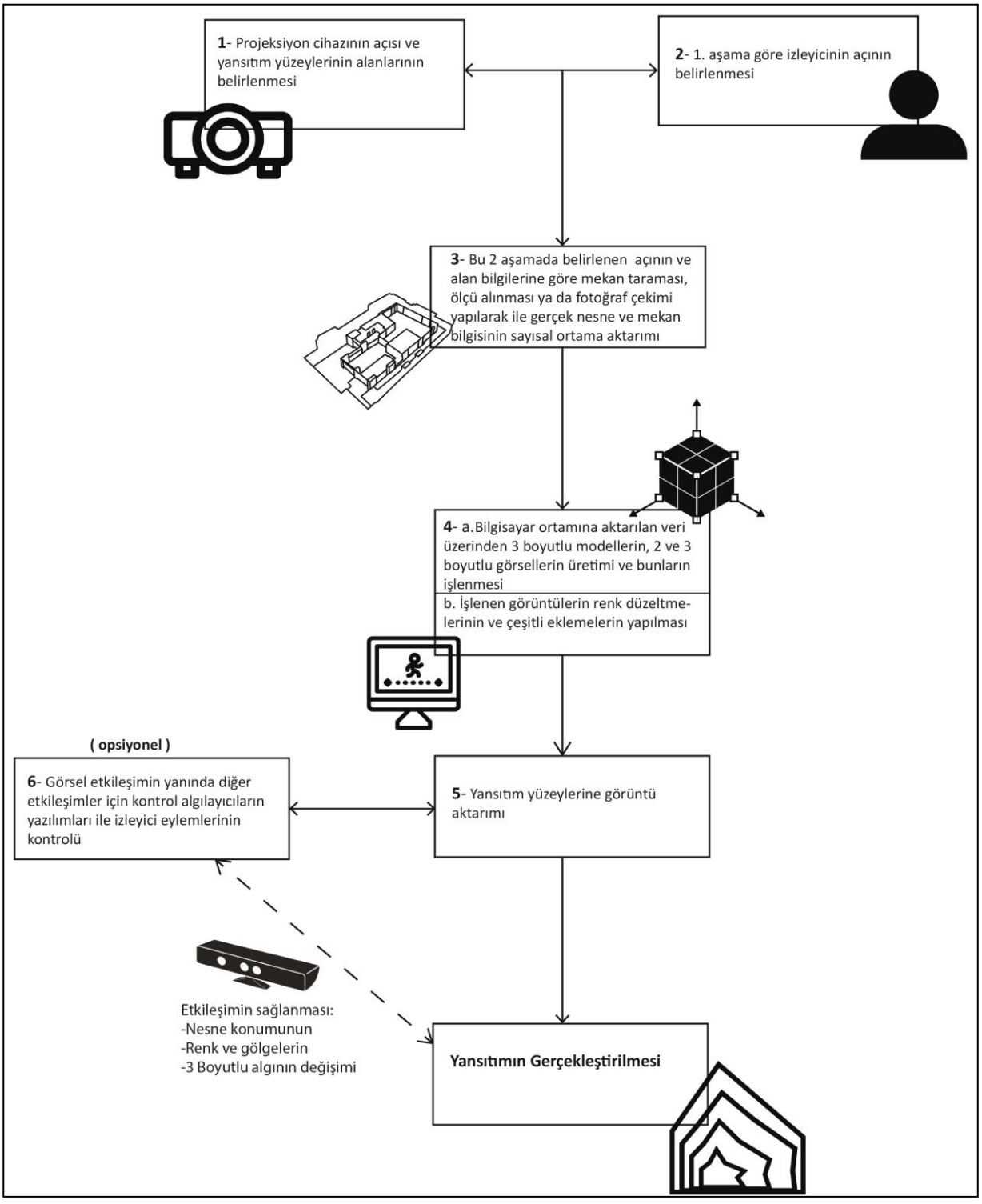
Bu aşamalar sırasıyla:

- 1. Evre: Projektörün açısı ve yansıtım yüzeylerinin alanlarının belirlenmesi
- 2. Evre: Projektörün açısı ve yansıtım yüzeylerine göre izleyici açısının belirlenmesi

- 3. Evre: Bu 2 aşamada belirlenen açı ve alan bilgilerine göre mekân taraması, ölçü alınması ya da fotoğraf çekimi ile gerçek nesne bilgisinin sayısal ortama aktarımı
- 4. Evre: Bilgisayar ortamına aktarılan veri üzerinden 3 boyutlu modellerin, 2 ve 3 boyutlu görsellerin üretimi ve bunları işlenmesi; işlenen görüntülerin renk düzeltmelerinin ve çeşitli eklemelerinin yapılması
- 5. Evre: Yansıtım yüzeylerine görüntü aktarımı
- 6. Evre: Görsel etkileşimin yanında diğer etkileşimler için kontrol algılayıcıların yazılımları ile izleyici eylemlerinin kontrolü[1]
- 7. Evre: Yansıtımın gerçekleştirilmesidir.

Bu aşamalar içerisinde, gerçek mekân bilgisi ile sanal olan görüntü, çeşitli teknikler ve araçlar kullanılarak bütünleşir. Bu bütünleşme içerisinde, farklı aşamalarda yapılan hatalar, izleyici algısındaki yanılsamayı zayıflatabilir ya da tamamen yok edebilir. Uygulama sürecinin birinci ve ikinci evresinin birbiriyle ilişki şekilde düşünülmesi, üçüncü evredeki sayısal ortama gerçek nesne-mekan bilgisinin doğru aktarımı için oldukça önem taşımaktadır. Sürecin bu evrelerinde yapılan hata tüm uygulama sürecinin hatalı olarak ilerlemesine neden olacaktır. Diğer bir taraftan yansıtımı gerçekleştirecek kişinin tasarı geometri, mekan algısı, bilgisayar destekli temsil üretim yazılımları konularında gerekli olan uygulama bilgisine sahip olması gerekmektedir. Çünkü Arttırılmış Gerçeklik sistemleri arasında bu türün uygulama evreleri, diğer çoklu ortam türlerinin tümünün teorik ve uygulamalı bilgisini uygulamayı yapacak kişinin edinmesini gerektirmektedir. Tüm bu evreler içerisinde altıncı evre olarak ele alınan farklı etkileşim türlerinin kurulması aşaması, diğer Arttırılmış Gerçeklik türlerinden farklı olarak yansıtımı yapacak kişinin tercihine bağlı olan bir aşamadır.

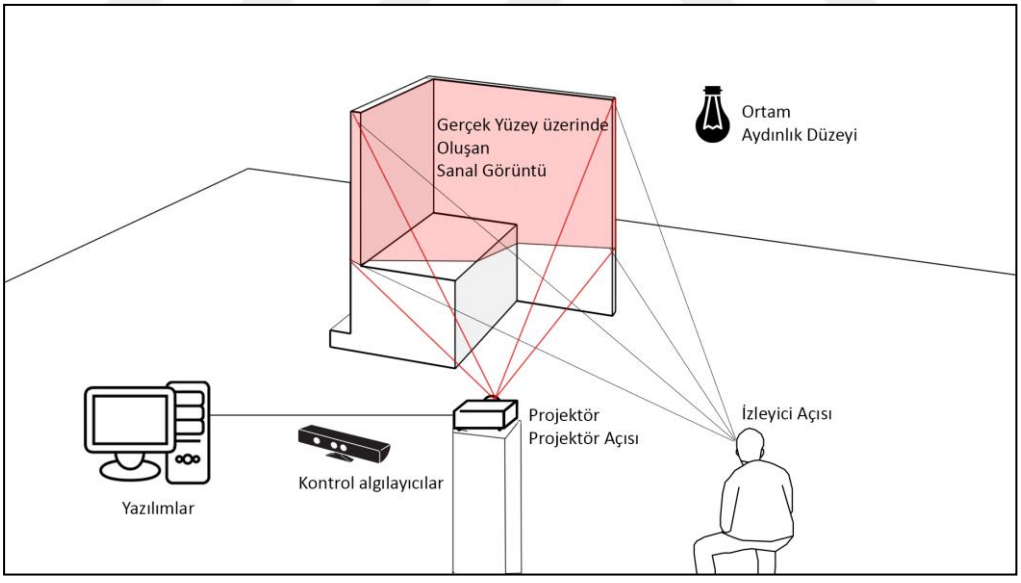
[1] Bu aşama, PK sürecinde yansıtılan görüntülerin içeriğine bağlı olarak yansıtmayı gerçekleştirecek kişinin tercihine bağlı bir durumdur.



Şekil 3. 9 Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulama süreci

3.4 Projeksiyon Kaplama Tekniği Bileşenleri

Raskar ve ekibine göre; gerçek obje üzerine yansıtılmış sanal objelerin seyircide gerçeklik yanılgısını yaratabilmesi için bu tekniği uygulayanların; kullanıcının açısını, görüntü aygıtlarının izdüşüm parametrelerini ve gerçek nesnelerin fiziksel olarak şekillerini bilmesi gerekir [38]. PK tekniğinin uygulanmasında izleyicide yanılsama hissinin oluşması için çeşitli yazılımlar ve projektör gibi teknik araçlar aracılığıyla yansıtım esnasında fiziki (gerçek) mekân ile sanal nesnelerin izleyici algısında yanılsımayı sağlayacak belirli unsurlar doğrultusunda bütünleşmesi gerekmektedir **(Şekil 3.10)**. Yanılsamayı sağlayacak bu unsurlar sanal nesnenin izleyici gözünde hangi koşullarda gerçeklik etkisiyle var olabileceğini belirler. Bu nedenle tez kapsamında, öncelikli olarak bütünleşmeyi sağlayan **teknik bileşenler**, sonrasında **fiziki bileşenler** ayrı birer başlık altında incelenmiş, **sanal bileşenler yanılsamayı sağlayan unsurlar** ile beraber ele alınmıştır.



Şekil 3. 10 PK tekniğini oluşturan bileşenler

3.4.1 Teknik Bileşenler

Teknik bileşenler fiziki (gerçek) olan ile sanal olanın bir araya gelmesini sağlayan araçları içerir. Yansıtımın gerçekleşebilmesi için gerekli olan bu bileşenler **projektör** ve sürecin neredeyse bütününde farklı işler için gerekli olan **yazılım**lardır.

3.4.1.1 Projektör

Projektörler, gündelik hayatta oldukça yaygın; derslikler, toplantılar, konserler, sinema salonları, ev içi gösterimleri gibi birçok farklı mekânda kullanılan, bir cihazlardır. Bu cihazları çeşitli amaçlar için kullanırken, o gösterim için hangi projektör türünün uygun olduğunu ve teknik özelliklerinin ne olduğunu bilmek gerekir. Bunun için, projektör türlerini, cihazın parlaklık ve çözünürlük değerini ve yansıtma açısı oranını bilmek gerekmektedir.

Projeksiyon cihazlarında yansıtımın gerçekleştirilebilmesi için günümüzde yaygın olarak kullanılan teknolojiye göre 3 tür projektör vardır [39].

- **Katot Işınlı Tüp (CRT -cathode ray tube) Projektörler**

Katot ışın tüpü elektron demetlerini modüle ederek, hızlandırarak ve saptırarak ekran görüntüsünü oluşturmaktır. KIT içerisinde görüntüyü oluşturmak için elektron tabancası adı verilen 3 adet tüp bulunur. Bu tüpler aracılığıyla oluşturulan görüntü, cihazın ön yüzündeki mercek kullanılarak büyütülür [40].

Avantajları

-Çok uzun zamandır var olan bir teknoloji olduğu için gelişimi sağlanmıştır.

-Bir çözünürlük sınırı yoktur. Görüntünün çözünürlüğü ne ise onu doğrudan yansıtım yüzeyine aktarır.

-Doğru şekilde ayarlanmış olan KIT projektörlerin görüntü kalitesi diğerlerine göre çok yüksek olur.

-Sessiz çalışan, aktif soğutma gerektirmeyen bir projektör türüdür.

Dezavantajları

-Maliyeti yüksektir.

-İyi bir ayarlama gerektirir.

-Video oyunları gibi çok fazla dijital içerik içeren görüntülerde tercih edilmez.

-Boyutu büyük olduğu için genellikle sabit bir şekilde kullanılırlar.

- **Dijital Işık İşleyen (DLP- Digital Light Processing) Projektörler**

Bu projektörler, 1987 yılında Texas Instruments şirketi tarafından icat edilen tarafından DMD yongası (Dijital Mikromirror Device) adı verilen bir optik yarı iletken ile çalışmaktadır. DMD çipi 10 derece açıyla (bazı modellerde 12 derece) dönebilen milyonlarca minik aynadan oluşmaktadır. Bu aynalar, saniyede binlerce kez açıp kapanabilmekte ve ışığı özel bir piksel alanına doğru uzaklaştıracak şekilde yönlendirmektedir. Bir pikselin açılma / kapanma süresi, pikselde görülen gri seviyesini belirler. Mevcut DMD yongaları 1024 ton gri üretebilir [41]. DMD çipinde renk, bir renk çarkı kullanılarak üretilir.

Avantajları

-LCD projektörlerden daha yüksek çözünürlük ile daha iyi bir kontrast aralığı sağlar.

-Hafif bir cihazdır.

-Basit kurulum ve çalıştırma özelliğine sahiptir. Bunun nedeni bir aynada daha fazla yüzey alanına ve komşu aynalar arasında daha az alana sahip olmasıdır.

Dezavantajları

-Maliyeti LCD projektörler ile karşılaştırıldığında yüksektir.

-Ampül ömrü azdır.

-Küçük aynalar renk çarklarına sahip olduğundan yansıtımda gökkuşağı etkisi yaratabilir [40].

- **Sıvı Kristal Ekran (LCD-liquid crystal display) Projektörleri**

Sıvı Kristal Ekran, elektrikle kutuplanan sıvının ışığı tek evreli geçirmesi ve önüne eklenen bir kutuplanma filtresi ile gözle görülebilmesi ilkesine dayanan bir görüntü teknolojisidir. Bu projektörler aktarılan görüntü sinyalinin kırmızı, yeşil ve mavi bileşenleri için üç ayrı LCD cam panel içerir. Işık panellerden geçerken; pikseller ışığın geçmesine izin vermek için açılır ya da ışığı engellemek için kapanır. Bu aktivite ışığı modüle eder ve ekranda yansıtılan görüntüyü üretir [41].

Avantajları

-Aynı ışık değerlerine sahip DLP Projeksiyona göre daha parlak ışık üretir.

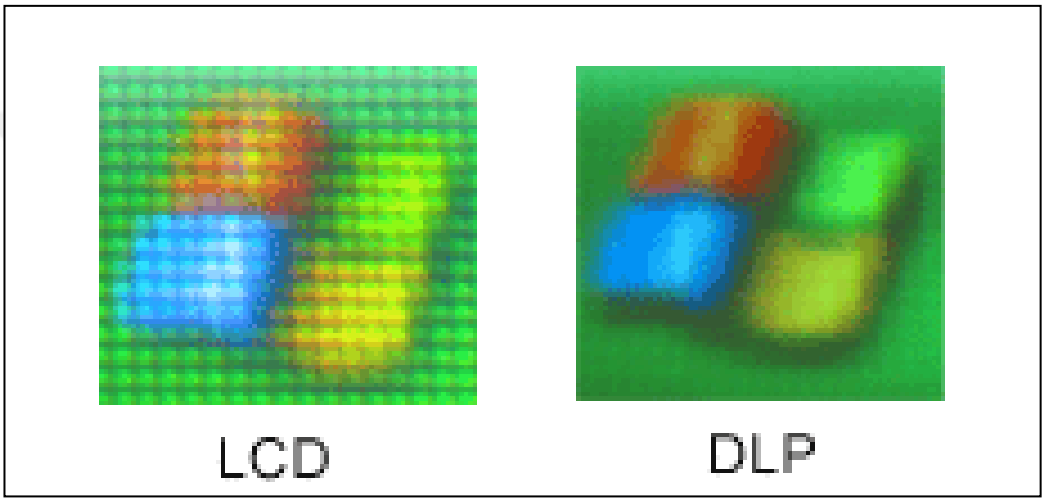
-Video oyunu gibi çok fazla dijital içerik gerektiren görüntülerde oldukça uygundur.

-Daha doygun renkler üretir.

Dezavantajları

-DLP projektörlere göre daha keskin bir görüntü oluşturduğundan bazen Ekran Kapısı Etkisi (Screen Door Effect) dediğimiz etki oluşur [41].

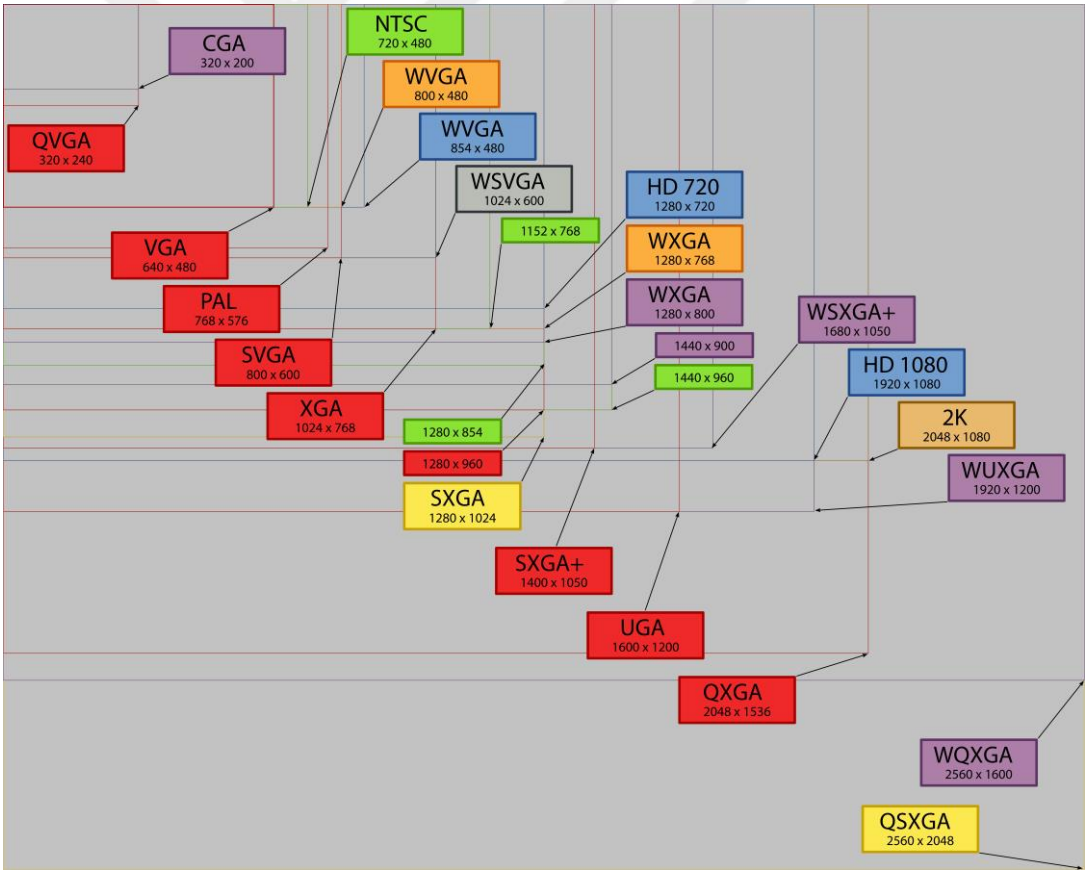
-Ses çıkaran ve aktif bir soğutma sistemi gerektirir.



Şekil 3. 11 LCD projektörlerde ekran kapısı etkisi [41].

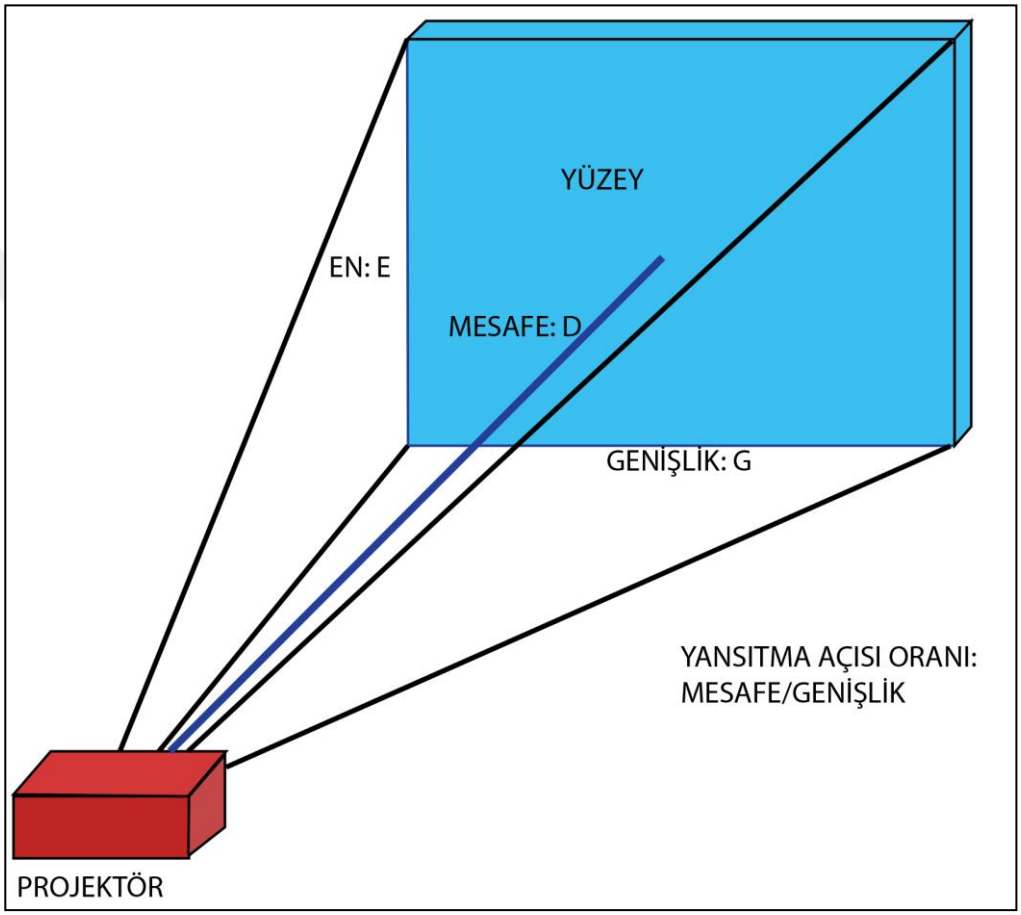
Projektörlerin parlaklık değeri yansıtımdaki niteliği belirleyen bir diğer unsurdur ve bu değer **ANSI Lumen** olarak adlandırılır. ANSI Lumen değerinin lumen değerinden farkı, lumen değeri ışık debisinin birim değeri iken; ANSI Lumen, Amerikan Ulusal Standartları Enstitüsü'nün standartları gereği projektörün yaydığı lümen değerinin ölçü metodunu ifade eder. ANSI Lumen değeri ne kadar yüksek olursa, görüntünün parlaklığı o kadar yüksek olur. Bir yansıtımda gerekli olan bu değer gösterilecek görüntünün boyutuna ve mekânın aydınlık derecesine göre belirlenir.

Çoklu ortamlarda video, film ve bilgisayar görüntülerinin görüntülemesinde; bir fotoğrafçı ve ya ressamın ürünlerini özgür boyutta temsil etmesinden farklı olarak belirli görüntü sınırları doğrultusunda hareket edilir. Bu sınırlar, bilgisayarın görüntüleri işleyebilmesi ve değiştirebilmesi işlemlerinde **piksel** adı verilen küçük renk karolarına bağlıdır. Piksellerin görüntüleme cihazlarının dijital kaliteleri bağlı olarak bir araya gelme biçimleri, görüntüleyicinin içerisindeki fotoğraf ve videonun çözünürlük değerini meydana getirir [42]. Teknolojinin gelişim sürecinde, görüntüleyicilerin çözünürlük değerleri gün geçtikçe artmakta; bu da izlenen görüntünün kalitesini arttırmaktadır. Projeksiyon Kaplama tekniğinde dijital görüntülemelere ihtiyaç duyulduğundan yansıtım için bilgisayar ve projektörün kullanıcıya sunduğu maksimum çözünürlük değerleri önemlidir. Şekil 3.12'de günümüzde yaygın olarak kullanılan çözünürlük değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3. 12 Günümüzde yaygın olarak kullanılan çözünürlük değerleri

Projektörden ekrana olan uzaklık ve ekran boyutu da tekniğin uygulama sürecinde dikkate alınması gereken bir diğer önemli veridir. Projektör yansıtma açısı oranı (throw ratio), mercekten ekrana olan uzaklığın ekran genişliğine oranıdır (Şekil 3.13). Bu oran bizim projektörü yansıtım yüzeyine maksimum hangi uzaklıkta yerleştireceğimizi belirler. Bu değer yansıtım yapılacak mekan içerisinde projektörün açısını doğru belirlemek için oldukça önemlidir.

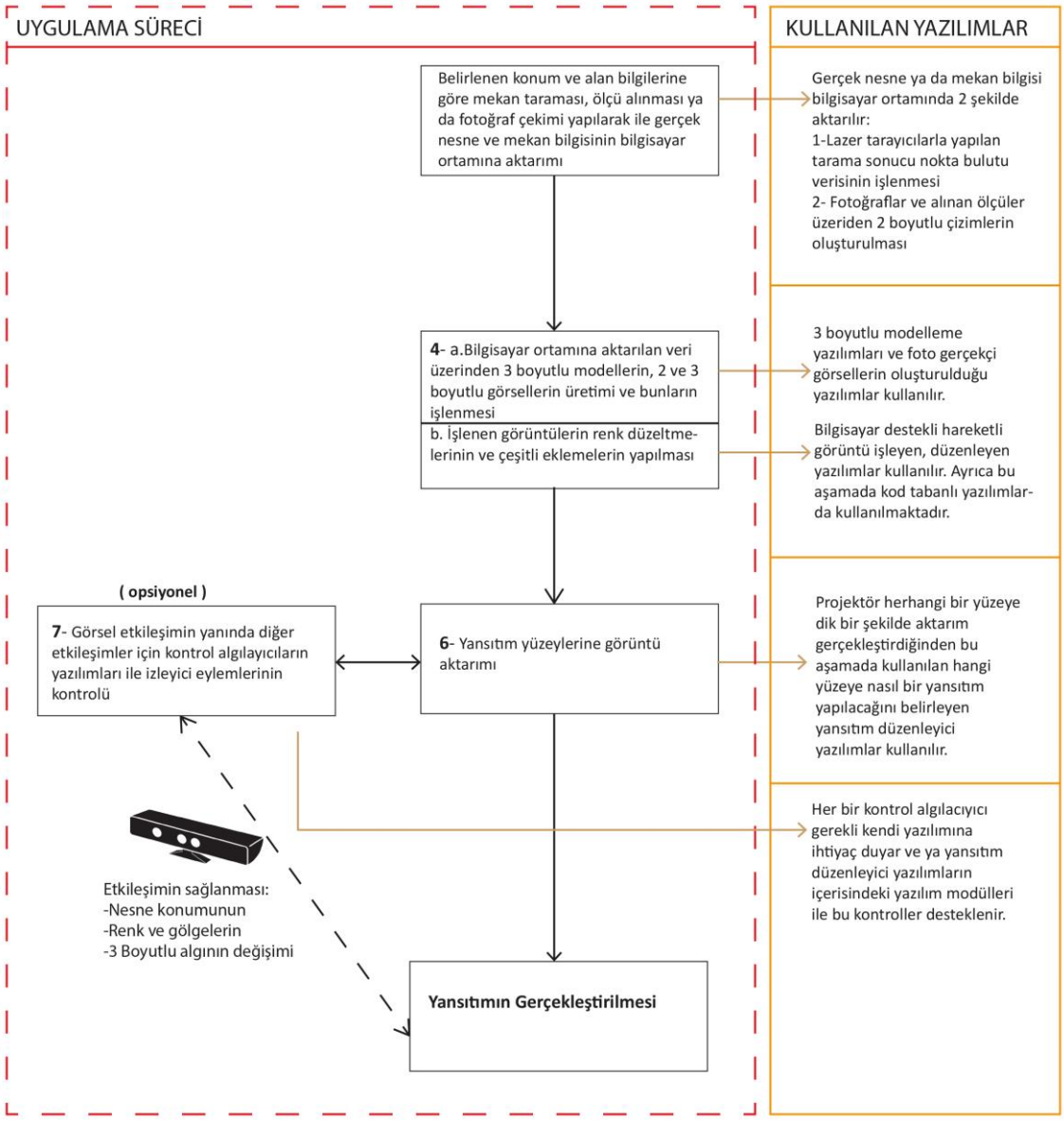


Şekil 3. 13 Yansıtma oranı açısı

3.4.1.2 Yazılımlar ve Kullanım Evreleri

Projeksiyon Kaplama tekniği uygulama sürecinde kullanılan araçlar, dijital sanat üretimi ve mimarlık alanlarının kullandığı bilgisayar destekli araçların sistematik bir biçimde kullanılma durumlarını kapsamaktadır. Tekniğin uygulanmasındaki bu araçları kod tabanlı ya da grafik tabanlı yazılımlar oluşturmaktadır. Bu yazılımlar sanal bileşenlerin üretilmesinin ve düzenlenmesinin ortamını oluşturmakta, izleyicinin sistem ile etkileşimini sağlamakta; ayrıca uygulamayı yapacak kişinin son evrede yansıtımı kontrol

edebilmesini sağlamaktadır. PK tekniğinde yazılımların kullanımı, uygulama sürecinin 3. evresinde başlar ve son evre olan yansıtımın gerçekleştirilmesine kadar sürer (Şekil 3.14).



Şekil 3. 14 Yazılımların PK tekniği uygulama sürecinde kullanım aşamaları

Şekil 3.15'de tez kapsamında araştırılmış ve sınıflandırılmış, yaygın olarak kullanılan yazılımlar ifade edilmiştir. Uygulama sürecindeki evrelerde kullanılan yazılımların diğer evrelerdeki bir takım işlerin yapılması için net sınırları yoktur. Bu nedenle bu yazılımlar asıl kullanım amaçları doğrultusunda, Şekil 3.15' de sınıflandırılmıştır.

UYGULAMA EVRESİ	AMAÇ	YAZILIMLAR
Gerçek nesne-mekan bilgisinin bilgisayar ortamına aktarımı	Nokta bulutu yazılımları:	1-3DReshapper 2-LIDAR360 3-VisionLidar 4-FARO Scene 5-Autodesk ReCap 6-Trimble RealWorks 7-VRMesh 8-Geomagic
	Alınan ölçülerden ya da fotoğraflardan mekan bilgisini işleyen yazılımlar:	1- Adobe Photoshop 2- Adobe Illusrator 3- AUTODESK Autocad 4-CorelDRAW
Bilgisayar ortamına aktarılan veri üzerinden 3 boyutlu modellerin, 2 ve 3 boyutlu görsellerin üretimi ve bunların işlenmesi	2 Boyutlu ve 3 Boyutlu veri üretimi yapan yazılımlar:	1- Adobe Photoshop 2- Adobe Illusrator 3-Adobe After Effects 4-Autodesk 3Ds Max 5-Autodesk Maya 6-Maxon Cinema 4D 7-Unity 3D 8-Unreal Engine 9- Houdini 3D 10-Blender 11-Trimble SketchUp
	Foto Gerçekçi Görsel üretimi yazılımları:	1- Chaos Group VRay 2- Octane Render 3-Unity 3D 4-Unreal Engine 5-Scanline Render 6-Lumion 3D 7-Arnold Renderer
İşlenen görüntülerin renk düzeltmelerinin ve çeşitli eklemelerin yapılması	Kod tabanlı yazılımlar:	1-TouchDesigner 2-Processing 3-ISADORA
	Grafik tabanlı yazılımlar:	1- Adobe Premiere 2- Adobe After Effects 3- DAVINCI Resolve 4- The Foundary NUKE 5- Autodesk SMOKE 6-Autodesk FLAME 7 Corel VideoStudio
Yansıtım yüzeylerine görüntü aktarımı	Mobil Cihazlar (Akıllı cep telefonları ve tabletler) için yazılımlar:	1-DYNAMAPPER 2-Optoma Projection Mapper 3- Thicket 4-Prspectv 5-Reality Augmenter
	Bilgisayarlar için yazılımlar:	1-Dataton Watchout 2-Resolume 3-MadMapper 4-VIOSO 5-VPT 6-Previz 7-MXVENDLER 8-MadMap 9-Facade Signage 10-SPARK
Etkileşim için kontrol algılayıcıların yazılımlar ile izleyici eylemlerinin kontrolü	Her bir kontrol algılacıyıcı gerekli kendi yazılımına ihtiyaç duyar veyaYansıtım düzenliyici yazılımların içerisindeki yazılım modülleri ile bu kontroller desteklenir.	

Şekil 3. 15 Projeksiyon Kaplama tekniğinde kullanılan yazılımlar

3.4.1.3 Kontrol Algılayıcılar

Projeksiyon Kaplama tekniğinde, kullanıcının sistem ile görsel etkileşim kurmasının yanında; bir takım fiziksel eylemleriyle de etkileşim kurmasını sağlayan bir takım algılayıcılar kullanılır. Bu algılayıcılar arasında günümüzde oldukça sık kullanılan başlıcaları; Leap Motion, Windows Kinect adlı kameralar, tabletler ve cep telefonlarıdır. Bu algılayıcılarla kullanıcıların çeşitli hareket türleri ve sesleriyle yansıtılan görüntüler değişime uğratılır. Tezin Etkileşimli Projeksiyon Kaplama bölümünde bu algılayıcılar ile uygulama süreçleri daha detaylı ele alınacaktır.

3.4.1.4 Ses Ögesi ve Görüntüler ile Uyumu

Sesin, hareketli görüntü ile eş zamanlı olarak izleyiciye aktarılması sinema sanatının tarihsel sürecinin paralelinde ortaya çıkmış ve sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Çeşitli çoklu ortam araçlarının gelişimiyle Projeksiyon Kaplama yansıtımlarında **ses, görüntüyü destekleyecek bir unsur olarak kullanılmasının yanı sıra izleyiciyle görüntü arasındaki etkileşimi arttıracak bir unsur olarak** da ele alınabilmektedir [43]. Aynı zamanda PK tekniğinde sesin kullanımı, hareketli görüntüde vurgulanmak istenilen kısımlardaki vurguyu arttırırken; izleyicinin zihninde etkili fikirler uyandıran bir unsurdur [44]. Sesin PK tekniğinin uygulanmasında görüntülerle uyum içerisinde kullanılabilmesi için sesin yapısal bileşenleri olan melodi, ses uyumu, tek ve çok sesliliğin; görüntülerdeki renklere, duygulara, hareket biçimlerine ve temaya uyumlu olması önemlidir. Projeksiyon Kaplama tekniğinde yansıtılacak görüntülerin ses ile bileşimi bir video montaj yazılımı içerisinde gerçekleştirilir.

3.4.2 Fiziki Bileşenler

Projeksiyon Kaplama tekniğinde, izleyici algısındaki yanılsamayı etkileyen birbiri ile bağlantılı 3 fiziksel bileşen vardır. Bu bileşenler **izleyici ve projektörün açısı**, **mekân içerisindeki yansıtım yüzeyi** ve **ortam ışık düzeyi**dir.

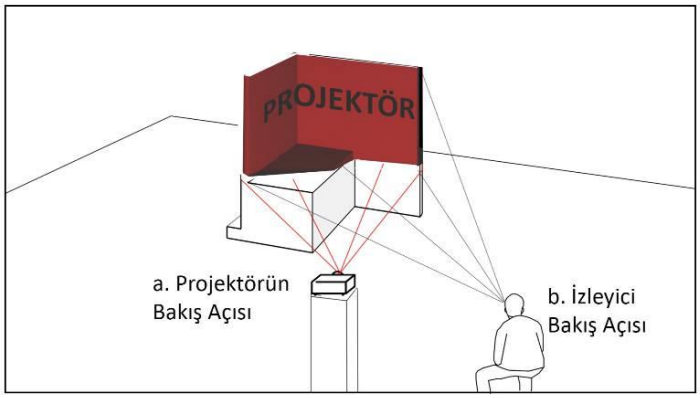
3.4.2.1 İzleyicinin Açısı

Projeksiyon Kaplama tekniğinde, Sanal Gerçeklik ortamının hacimsel etkisinden farklı olarak görüntü 2 boyutlu bir alanda izleyiciye sunulur. Bu nedenle **3 boyutlu etkiyi yaratacak olan durum 2 boyutlu alandaki görüntünün perspektif kurallarına göre izleyiciye aktarımıdır.** Perspektif, nesnelerin insan gözünün gördüğü biçimde bir yüzey üzerine aktarımıdır. Perspektifin tanımı gereği, bu yüzey üzerindeki görüntüler sadece belirli bir konumdan perspektife bakan kişinin algılarında anlamlı bir hale gelir. 2 boyutlu bir yüzeyde 3 boyut etkisinin izleyici algısındaki etkisi, 1533 yılında Hans Holbein'in resmettiği, anamorfoz içerik barındıran The Ambassadors tablosu ile ele alınabilir (Şekil 3.16). Tabloda ön tarafta bulunan bir objeye tablonun tam önünden bakıldığında ne olduğu anlaşılamaz iken, izleyici tabloya biraz eğilip sağ taraftan baktığında onun bir kurukafa olduğunu fark eder [45].



Şekil 3. 16 Hans Holbein'in resmettiği, The Ambassadors tablosu [45]

Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulanmasında; yüzey üzerinde oluşturulan görüntülerin perspektif algısı gereği izleyicinin bulunduğu açıya göre oluşturulması ve işlenmesi, izleyicinin algısındaki yanılsamanın oluşmasını sağlayan temel faktörlerden biridir. Çünkü projektörün bulunduğu noktadan gönderilen ve görülebilen görüntü, izleyicinin bulunduğu açıdan farklı şekilde algılanır. Projektör bir görüntüyü herhangi bir yüzeye düz olarak yansıtırken, izleyici projektörün olduğu konumdan yüzeye bakmadığı sürece o görüntüyü farklı bir biçimde algılayacaktır (Şekil 3.17).



a. Projektörün Bakış Açısı



b. İzleyici Bakış Açısı

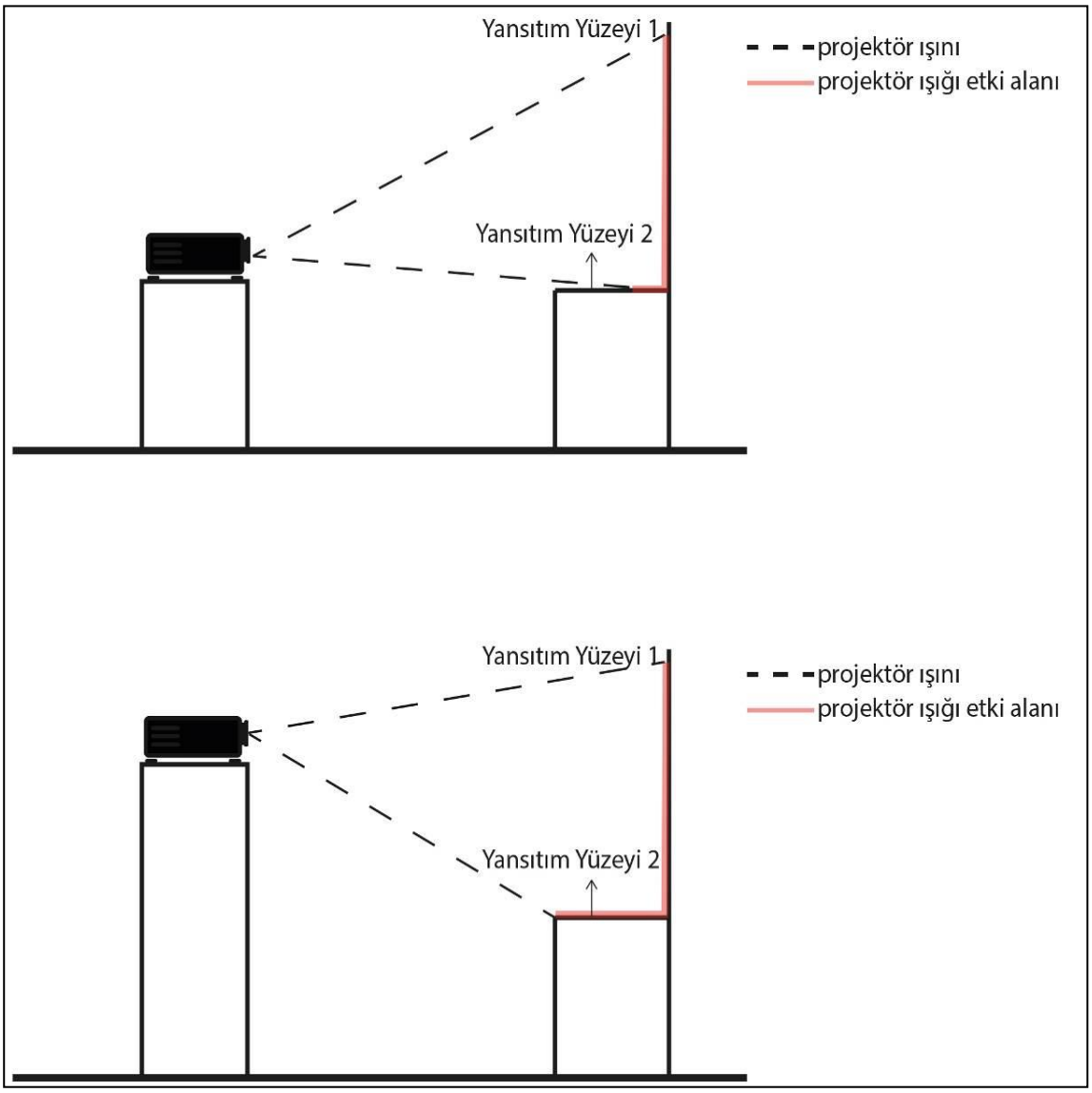


Şekil 3. 17 Projektör ve izleyici açılarından görüntülerin algılanma biçimi

3.4.2.2 Projektörün Açısı

İzleyicinin açısı gibi projektörün açısı da PK tekniğinin uygulanması için önemli bir fiziksel bileşendir. Projektör, fizik bilimindeki ışık yansıtımı kuralı gereği bir yüzey üzerine her zaman dik açılı bir şekilde yansıtımı gerçekleştirir. Yansıtımda kullanılan projektörlerin gösterim için uygun noktada olmaması ya da ışık değerlerinin yetersizliği yansıtılan görüntülerde bulanıklığa sebep olur [46]. Bu nedenlerle projektörün

yansıtımın yapılacağı yüzey ile hayali olarak paralel bir doğru üzerinde bulunmaması gereklidir (Şekil 3.18).



Şekil 3. 18 Projektör bakış açısı ile yansıtım yüzeyleri arasındaki açının önemi

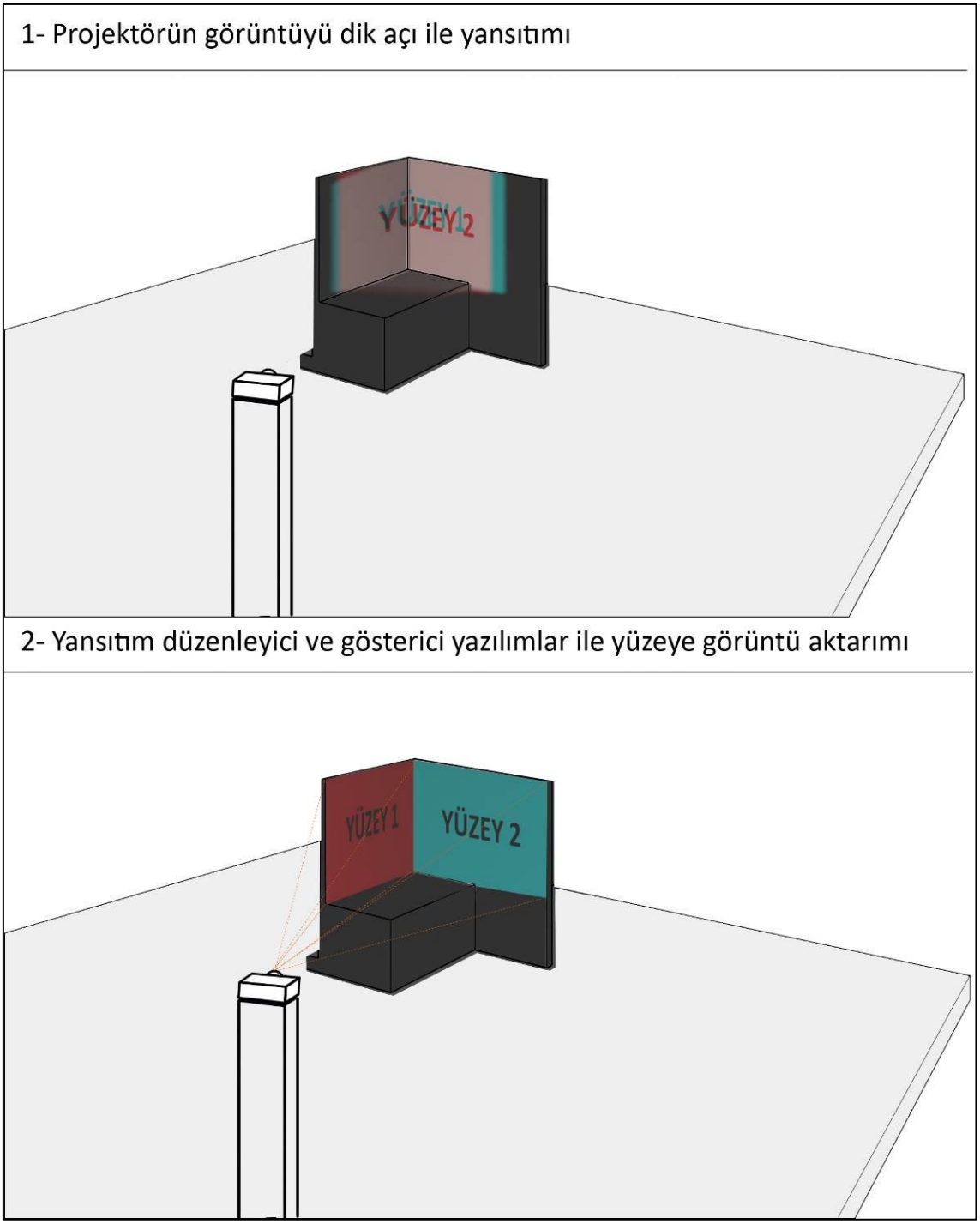
Tekniğin uygulamasında projektör açısıyla ilgili önemli hususlardan biri de projektörün yansıtım alanı içerisinde izleyicinin bulunmamasıdır. Projektörün yansıtım alanı içerisinde izleyicinin bulunması, izleyici gölgesinin yansıtım yüzeyleri üzerinde düşmesine sebep olacaktır. Bu nedenle projektörün açısı izleyicinin bulunduğu konuma uygun bir şekilde seçilmelidir. Bu olumsuz halin engellenemediği durumlar için hareket algılayıcı sensörler ile izleyicinin gölgesinin yansıtım yüzeylerinden maskelenmesine dair çalışmalar yürütülmüştür [47].



Şekil 3. 19 İzleyici gölgesinin çeşitli yöntemler ile maskelenmesi [47].

3.4.2.3 Yansıtım Yüzeyi

Yansıtım yüzeyleri, sanal bileşenlerin uzamsal sınırlar doğrultusunda yansıtılabildiği alanlardır. Projeksiyon Kaplama uygulamalarında yansıtım yüzeyindeki geometrik alan sınırları ile biçimleri yansıtımdan önce belirlenir ve gösterimi yapacak kişi tüm çalışma sürecini bu alana göre belirler. Yansıtımın gerçekleştirilebilmesi için tek bir düz yüzey kullanılabileceği gibi izleyici algısında yaratılmak istenilen yanılsamanın daha güçlü olması için birden fazla yüzey kullanımı, Projeksiyon Kaplama tekniğinde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Tekil veya çoklu yüzey kullanımında önemli olan durum, yansıtımın yapılacağı yüzey sınırlarının, projektörden çıkan ışık ve yansıtım düzenleyici-gösterici yazılımlar aracılığıyla tam olarak kaplanmasıdır (Şekil 3.20).

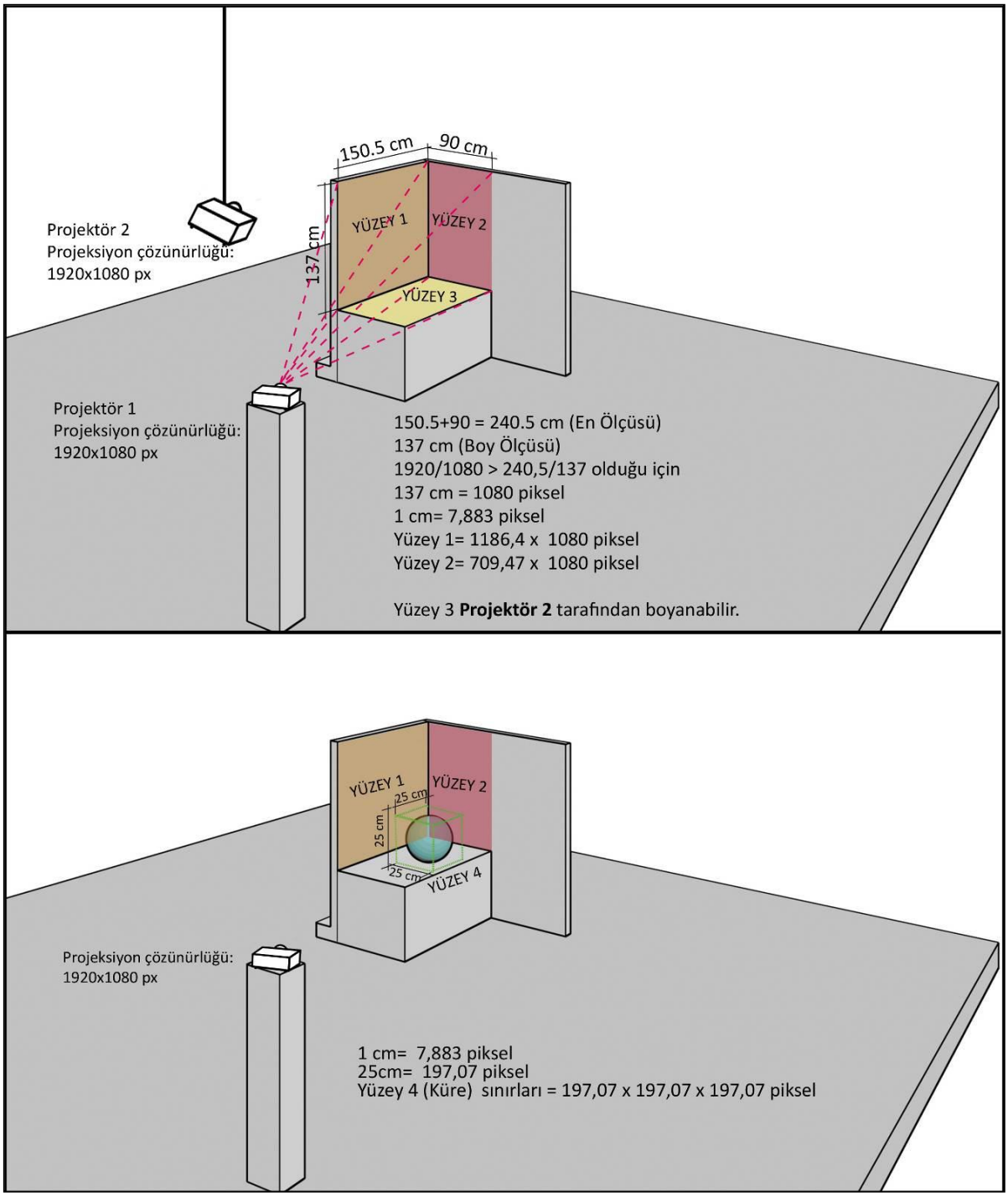


Şekil 3. 20 Açı düzeltmesinin (keystone distortion) gerçekleştirilmesi

Yansıtım alanlarının geometrik biçimi, uygulama sürecini etkileyen önemli bir unsurdur. PK tekniğinde uygulama sürecini etkileyen bu geometrik biçimler **düz** ve **eğrisel** olmak üzere iki biçimde ele alınabilir. Bu yüzey türlerinden sadece bir türde bir ya da daha çok yüzey kullanılabileceği gibi düz ve eğrisel yüzeyler çoklu olarak da bir arada kullanılabilir.

- **Düz yüzeyler:** Düz yüzeyde yansıtımın gerçekleştirilebilmesi için yüzeyin en-boy-derinlik metrik ölçülerinin piksel ölçüsüne çevrilmesi; bilgisayar ortamında görüntü işleme yazılımlarında çözünürlük oranın bu piksel ölçülerine bağlı kalarak hareket edilmesi için gereklidir. Bu çevirme işleminde piksel ölçülerinin bağlayıcı olduğu durum projektörden hangi çözünürlük oranları ile görüntü yansıtımının gerçekleştirileceğidir. Çünkü projektörler tezin 3.4.1.1 Projektör bölümünde anlatıldığı üzere belirli çözünürlük değerlerinde görüntü yansıtımını gerçekleştirir.
- **Eğrisel yüzeyler:** Eğrisel yüzeylerde yansıtımın doğru gerçekleştirilebilmesi düz yüzeylerde yansıtım aşamalarına benzer. Fakat ayrımın gerçekleştiği nokta görüntü işleme yazılımları en ve boy ölçüleriyle çalışan ortamlar olduğu için bu yüzeylerin geometrik biçimlerinin maksimum noktalarından teğet geçecek biçimde hayali düzgün geometrik biçimler oluşturmak ve sonrasında ise düz yüzeylerdeki metrik ölçüleri piksel cinsinden ölçülere çevirme işlemlerini gerçekleştirmektir. Eğrisel yüzeylerde bir diğer önemli noktada yüzey üzerine doku kaplamasının gerçekleştirilebilmesi için yüzeyin düzgün formalarda olmaması sebebiyle 3 boyutlu veri üreten yazılımlarda yüzey açma (unwrap uv) işleminin gerçekleştirilmesi gerekebilir.

Metrik ölçünün piksel ölçüsüne çevrilmesinde bir diğer önemli konu yüzeyin kaplanmasında yüzey alanlarının toplamının, projektör yansıtım çözünürlük sınırlarını aştığında ikincil ya da daha fazla projektörün kullanılmasının gerekliliğidir. Çoklu projektör kullanımının gerekli olduğu bir diğer önemli durumda; bir projektörün fiziksel yansıtım şartları gereği 3 boyutlu bir objenin sadece gördüğü 3 yüzeyi boyayabilmesi ve 4. bir yüzey için ikinci bir projektöre ihtiyaç duyulmasıdır. **Şekil 3.21**' de düz ve eğrisel yüzeylerde bu işlemlerin nasıl gerçekleştirileceği aşamaları ile ifade edilmiştir.



Şekil 3. 21 Yüzey alan hesabında metrik ölçü- piksel ölçüsü ilişkisi

3.4.2.4 Ortam Aydınlık Düzeyi ve Malzemenin Yansıtma Faktörü

Zettl, Sight-Sound-Motion adlı kitabında, "*Bir ve aynı kırmızı, ne tür ışığa ya da ne kadar ışık düştüğüne, hangi renklerin çevresinde olduğumuza; hatta hangi renkleri bildiğimize bağlı olarak daha açık veya daha koyu; parlak veya donuk; güçlü veya zayıf görünebilir. Renkleri nasıl algıladığımızı etkileyen birçok faktörden, en alakalı altı faktör izleyicinin içerisinde bulunduğu ışığın türü, yüzey yansıması, renk sıcaklığı, izleyiciyi çevreleyen renkler, renk karşıtlığı ve renk sabitliğidir*" diye bahseder [2].

Projeksiyon Kaplama tekniğinde, Sanal Gerçeklik sistemlerinden farklı olarak izleyicinin bulunduğu ortamın fiziki koşulları oldukça önemlidir. Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulanma sürecinde, Zettl'ın bahsettiği rengin izleyici tarafından doğru algılanabilmesi için ortam aydınlık düzeyinin uygun düzeylerde olması gerekir. Çünkü yansıtımı gerçekleştirecek kişinin monitör ekranında gördüğü renkler, gerçek dünya içerisinde projektörle bir yüzeye yansıtım gerçekleştiğinde değişime uğrayacaktır. **Aydınlık düzeyi düşük olan mekânda renkler daha belirgin hale gelirken; yüksek olan yerde yansıtım yüzeyindeki renkler belirginsizleşir.**

Işık akısı (lümen) kavramsal olarak ışık miktarına karşılık gelir. Aydınlık ise, aydınlatılmış yüzeyin alanı göre ışık miktarını ifade eder. Metre kare başına düşen **lümen**e **lux** adı verilir. Aydınlatma, belirli bir alana ne kadar ışık akısının yayılacağının bir ölçümüdür (Çizelge 3.1). Belli bir ışık miktarı, daha geniş bir alana yayılırsa, bir yüzeyi daha koyu renkte gösterecektir; dolayısıyla, ışık akısı (lümen) sabit tutulduğunda, aydınlatma (lux) alanla ters orantılıdır. Bir lux metrekare başına bir lümene (lm) eşittir.

Çizelge 3. 1 Bazı çevresel faktörlere göre lüks değerleri

Aydınlatma (lux)	*Yüzeyi Aydınlatan Kaynak*
0.0001	Ay olmayan bulutlu gece
0.002	Ay olmayan berrak gece
0.05- 0.36	Temiz bir akşamda Ay ışığı
3,4	Açık gökyüzünde alacakaranlık
20-50	Karmaşık çevresi olan genel alanlar
50	Aile oturma odası ışıkları
80	Ofis binası koridoru
100	Çok karanlık bulutlu gün
320-500	Ofis aydınlatması
400	Gündoğumu ya da günbatımı olan açık bir gün
1000	Bulutlu gün, tipik TV stüdyosu aydınlatması
10000-25000	Tam gün ışığı (doğrudan güneş olmayan)
32000-100000	Direk gün ışığı

Ortamdaki ortalama lux değerleri ile beraber yansıtım yapılan yüzeyin **yansıtım faktörü** değeri de önemli bir faktördür. Yansıtım faktörü bir yüzeyden yansıyan ışık akısının, toplam aldığı ışık akısına oranıdır. Bazı malzemelerin yansıtım faktörleri Çizelge 3.2' de ifade edilmiştir. **Yansıtım faktörü çok yüksek olan malzeme parlak özellik gösterip, üzerine gelen ışığı fazla şekilde yansıtacağından PK tekniği için çok uygun olmayan malzemelerdir.**

Çizelge 3. 2 Bazı malzemelerin yansıtım faktörleri

Malzeme	Yansıtım Faktörü (%)
Cilalı aluminyum	80 – 87
Andoniz aluminyum	80 – 85
Mat aluminyum	55 – 75
Alüminyum kaplamalar, mat	55 – 56
Krom, cilalı	60 – 70
Cila, saf beyaz	80 – 85
Bakır, çok parlak	70 – 75
Nikel, çok parlak	50 – 60
Kağıt, beyaz	70 – 80
Camlı ayna, cam arkasında	80 – 88
Gümüş, çok cilalı	90 – 92
Meşe, açık cilalı	25 – 35
Granit	20 – 25
Kalker	35 – 55
Mermer, cilalı	30 – 70
Alçı, aydınlık	40 – 45
Alçı, karanlık	15 – 25
Kumtaşı	20 – 40
Kontrplak, kaba	25 – 40
Beton, kaba	20 – 30
Tuğla, kırmızımsı	10 – 15
Boya, beyaz	75 – 85
Boya, orta gri	25 – 35
Boya, koyu mavi	15 – 20
Boya, açık yeşil	45 – 55
Boya, koyu yeşil	15 – 20
Boya, açık sarı	60 – 70
Boya, kahverengi	20 – 30
Boya, koyu kırmızı	15 – 20

3.4.3 Sanal Bileşenler ve İzleyicide Yanılgıyı Oluşturan Etmenler

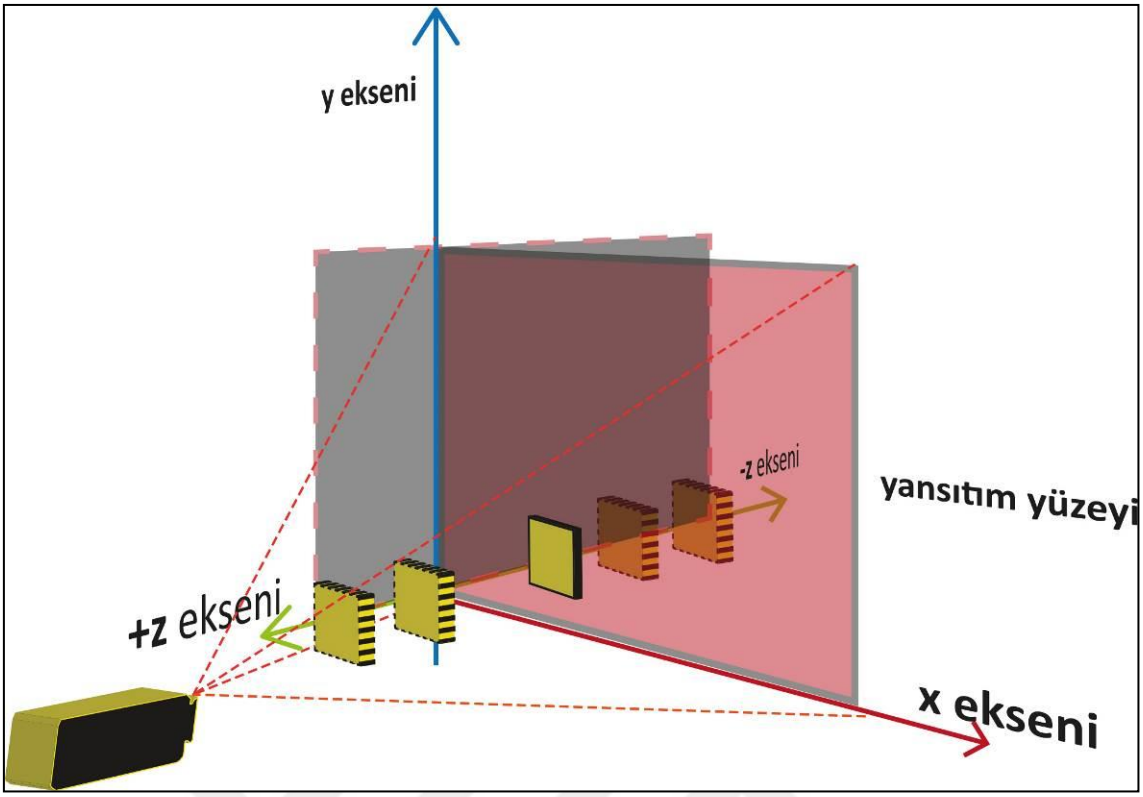
PK tekniğinde, teknik bir bileşen olan yazılımlar aracılığıyla üretilen ardından işlenen sanal nesnelerin, izleyicide bir takım yanılgılar oluşturulması durumu kullanılır. Fakat bu sanal nesnelerin izleyici algısında konumu ve gerçekte var olmayan durumları ile ilgili 2 boyutlu bir yüzey üzerinde yanılgısını oluşturabilmek için bir takım etmenler oldukça önemlidir.

Bu etmenler sırasıyla:

- **Yüzey üzerinde boyama, +z ve –z yönlerinde derinlik etkisi ve**
- **Sanal nesnelerin konum ve biçim bilgisi için kullanılan gölgelerdir.**

3.4.3.1 Yüzey Üzerinde Boyama, +z ve –z Yönlerinde Derinlik Etkisi

Uzayda bir noktayı ifade edebilmek için ilk önce 0 noktasını (başlangıç noktası) ve bu noktadan geçen ve birbirine dik olan üç yönde doğru çizmek gerekmektedir. Bu doğrulara matematikte koordinat eksenleri adı verilir; bunlar x-ekseni, y-ekseni ve z-ekseni olarak adlandırılır. Bir yansıtım yüzeyinde de yansıtım yüzeyinin genişliğini x-ekseni, yüksekliğini y-ekseni olarak tanımlayabiliriz. Bu iki boyutlu yüzey üzerinde, z-ekseni yani derinlik etkisini oluşturacak olan ise sanal nesnelerin bulunduğu konum bilgisidir. Eğer sanal nesne izleyicide yüzeyin ön tarafında algısı yaratıyor ise burayı +z ekseni, yüzeyin arkasında algısı yaratıyor ise burayı da –z ekseni olarak adlandırabiliriz. **Bu doğrultuda yüzeye yapılan yansıtımlarda x ve y ekseni üzerinde yapılan yansıtımlar yüzey boyama, +z ya da –z eksenlerindeki hareket ise 3 boyut ve derinlik etkisi olarak adlandırılır (Şekil 3.22).**

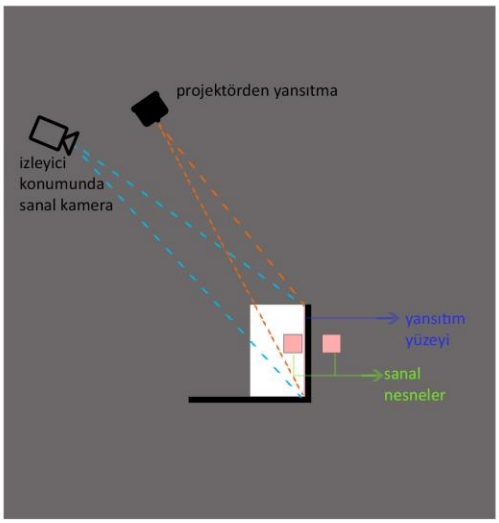


Şekil 3. 22 Yansıtım yüzeyinde eksenler

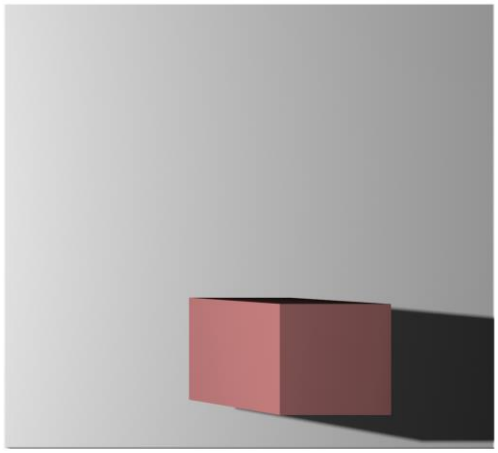
Yansıtım yüzeyi üzerinde boyama ile yansıtımın gerçekleştirilmesinde; görüntü üzerine renk ve çeşitli düzenlemelerin yapıldığı yazılımlarla (Bknz. Şekil 3.13) görüntünün işlenmesi ve yansıtım yüzeyine görüntünün aktarımı yeterlidir. Boyama yöntemi ile yapılan yansıtımlarda görüntü x ve y ekseninde sınırlı kaldığından izleyici algısında bir yanılsamadan çok 2 boyutlu bir görüntü algısı oluşur.

Projeksiyon Kaplama tekniğinde, izleyici algısında 3 boyut ve derinlik etkilerinin oluşabilmesi için +z ya da –z eksenlerindeki sanal nesnelerin, izleyicinin bulunduğu noktaya göre doğru perspektif etkilerinde olması gerekir. Bu etkilerin oluşabilmesi için, yansıtımı gerçekleştirecek kişi, 3 boyutlu modeller üzerinden 2 veya 3 boyutlu görsellerin oluşturulabildiği yazılımlara ihtiyaç duyar (Bknz. Şekil 3.15). Bu yazılımlarda gerçek yansıtım yüzeyleri ve bu yüzeylere göre çeşitli konumlarda bulunan sanal nesneler modellenir. Modelleme işleminin ardından izleyicinin gerçek açısına ve projektörün açısına bir sanal ışık ve bir sanal kamera yerleştirilir. Ardından izleyici açısından kamera ile oluşturulan görüntü projektörün açısındaki sanal ışığa gönderilerek yine bu konumdan görüntü oluşturulur. Bu sanal kamera aracılığıyla,

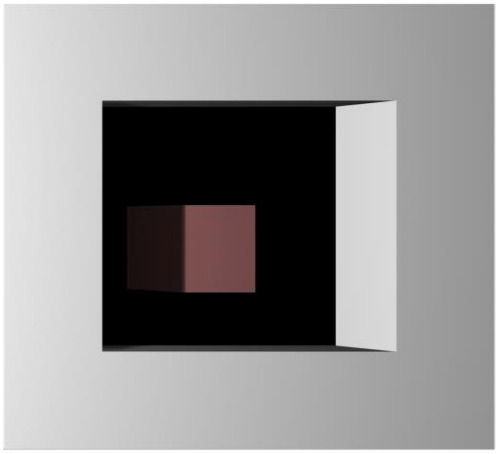
bilgisayar destekli animasyonlar üretilir ve bu görüntüler işlenir. Şekil 3.23'te bu durum görsel olarak ifade edilmiştir.



Sanal kamera ve projektörün yüzeye göre konumu



Sanal nesne gerçek yüzeyin önünde (izleyici konumundan)



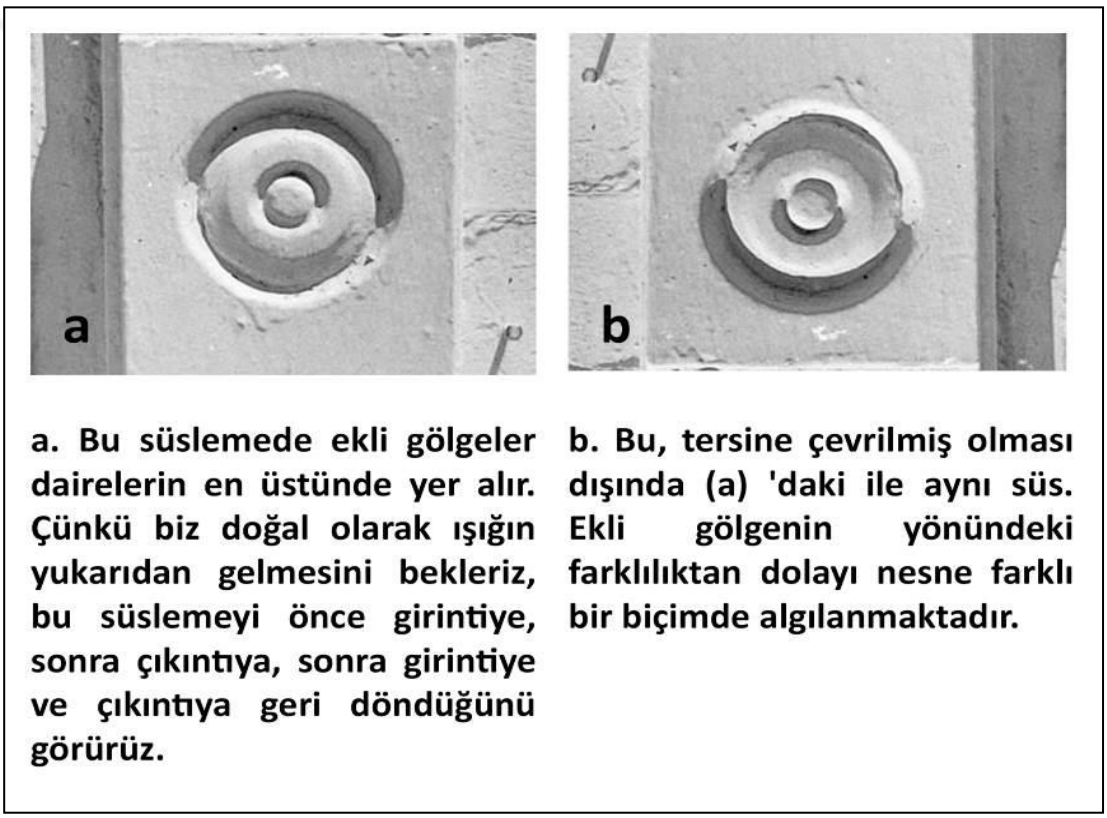
Sanal nesne gerçek yüzeyin arkasında (izleyici konumundan)

Şekil 3. 23 Sanal nesnenin izleyici konumundan +z ve –z de konumlanması

3.4.3.2 Sanal Nesnenin Konum ve Biçim Bilgisi için Gölge Kullanımı

Zettl sinema sanatı için gölgenin kullanımını, **nesneyle ekli gölge (attached shadow)** ve **nesnenin herhangi bir yüzeye düşen gölgesi (cast shadow)** olarak ikiye ayırmıştır [2]. Projeksiyon Kaplama tekniğinde de bu iki gölge türü, izleyici algısında yaratacağı yanılsamalar nedeniyle oldukça önemlidir.

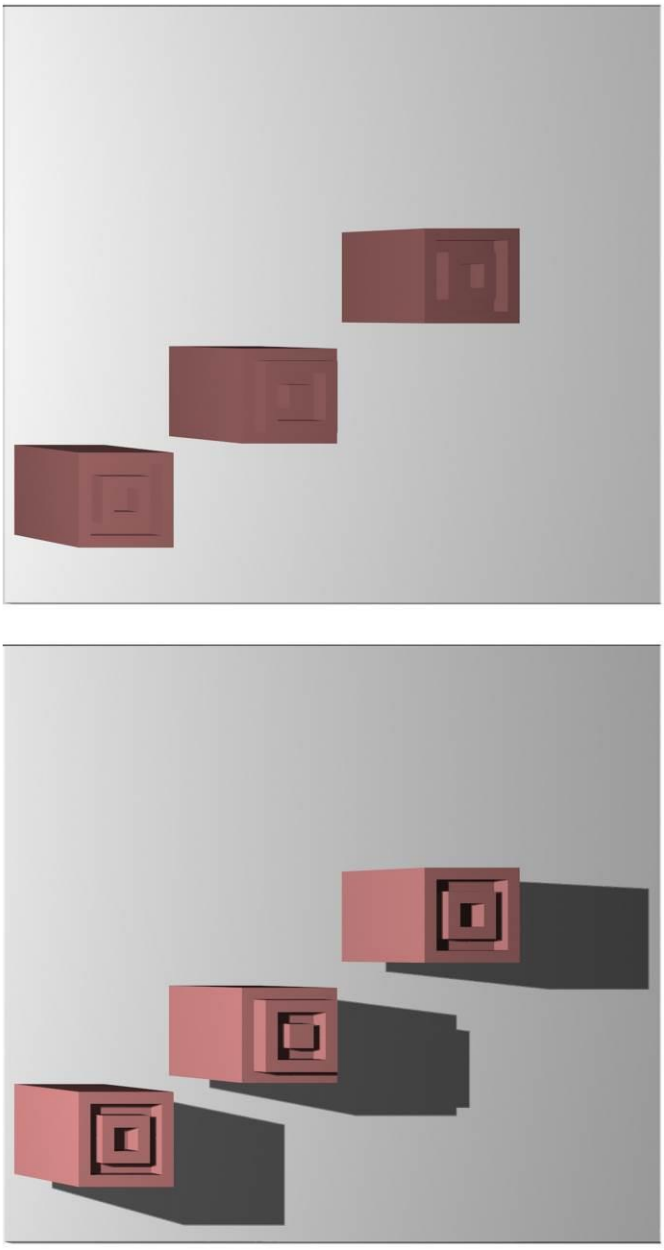
Nesneye ekli gölge izleyicinin zihninde nesnenin geometrik biçimi ile ilgili güçlü duyumsamalar yaratır (Şekil 3.24). PK tekniğinde bu gölgeler ne kadar güçlü ve gerçekçi olur ise izleyicinin algısındaki sanal nesnenin geometrik biçim bilgisi de o kadar kuvvetli olur.



Şekil 3. 24 Nesneye ekli gölge- geometrik biçim ilişkisi [2].

Bir diğer gölge türü olan nesnenin herhangi bir yüzeye düşen gölgesi ise insan algısında nesnenin konumu ile ilgili duyumsama yaratır [48]. PK tekniğinin uygulanmasında sanal nesnenin yansıtma yüzeyi üzerine düşen gölgesi nesnenin konumu ile ilgili izleyiciye bilgi verirken, aynı zamanda bu gölge 3 boyut etkisini de oldukça destekler. Bu gölgenin yansıtım içerisinde olmaması, izleyici algısındaki gerçeklik hissini ve nesnenin gerçek yüzey ile olan ilişkisini oldukça zayıflatır (Şekil 3. 25).

PK tekniğinde bu gölgeler, 3 boyutlu modellerden görüntü oluşturulabilen ya da görüntü işlemelerinin yapıldığı yazılımlarda gerçek dünyadaki ışıkları taklit eden sanal ışıklar aracılığıyla oluşturulur.



Şekil 3. 25 Projeksiyon Kaplama tekniğinde sanal nesne-gölge ilişkisi

3.5 Etkileşimli Projeksiyon Kaplama Tekniği

Dourish'e göre: "*Son birkaç yılda, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (Human-Computer Interaction) üzerine yapılan araştırmalar, yeni bilgisayar sistemleri türlerini kontrol etme ve etkileşimde bulunma yollarını keşfetmeye başlamıştır* [15]."

Bugünün insan-makine etkileşimi, bilgisayara bağlı monitörlerindeki grafiksel ara yüzleri kullanmanın ötesinde gündelik yaşam içerisinde yaygın olarak kullanılabilecek, gerçek mekânlar içerisinde her yerin dijital ara yüze çevrilebildiği; dijital sistemlerin dokunma gerektirmeyen el hareketleriyle kontrol edilebildiği bir dijital evrede bulunmaktadır. Bu değişim ve gelişim süreci Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinde ve buna bağlı olarak Projeksiyon Kaplama tekniğinde görsel etkileşimin yanında izleyici eylemlerine bağlı farklı etkileşim türlerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Marner ve ekibine göre; "Klavye ve fare, masaüstü bilgisayarlar için yaygın kullanım alanına sahipken, izleyicisi saran Uzamsal Arttırılmış Gerçeklik sistemleri için uygun değildir. Bu sistemler, kullanıcıların serbestçe hareket etmelerini, farklı açılardan ve konumlardan deneyimlemelerini sağlayan yeni arayüz sistemlerini gerektirir [49]. Bilgisayar destekli grafiksel arayüz kullanımında odaklanma gerekliliği ve ergonomik nedenlerden dolayı, kullanıcı klavye ve fare gibi araçları genellikle zorunlu olarak kullanmaktadır. Fakat Sanal Gerçeklik ve Arttırılmış Gerçeklik gibi çoklu ortamlarda bu sistemi kullananlar, sanal bir şekilde 3 boyutlu bir ortam tarafından çevrelendiğinden ve bu ortamı kullanmaktan çok deneyimleme imkânına sahip olduğundan; farklı ekipmanlar aracılığıyla bu ortamlarla etkileşim kurarlar. Bu nedenle etkileşimli tasarım araçlarındaki bu gelişim süreci Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin gelişimini etkilemekte, bu alanda birçok bilimsel çalışma yürütülmektedir [50].

Etkileşimli Projeksiyon Kaplama tekniğinde de izleyicinin yansıtımdaki görüntüler ile etkileşim kurabilmesi için çeşitli prototip çalışmaları yürütülmekte ve bu denemeler farklı alanlarda kullanılmaktadır. Etkileşimli Projeksiyon Kaplama tekniğinde izleyicinin, fiziksel eylemleri ile yansıtıma müdahale etmesi ve görüntülerdeki değişim durumu 3 başlıkta ele alınabilir. Bunlar;

- Sanal nesnelerin konumunun veya biçimlerinin değişimi

- Görüntülerdeki renk, gölge ve ışık gibi çeşitli sanal yanılsama etmenlerinin değişimi
- Görüntülere eşlik eden seslerde değişimler olmak üzere 3 ana başlığa toparlanabilir.

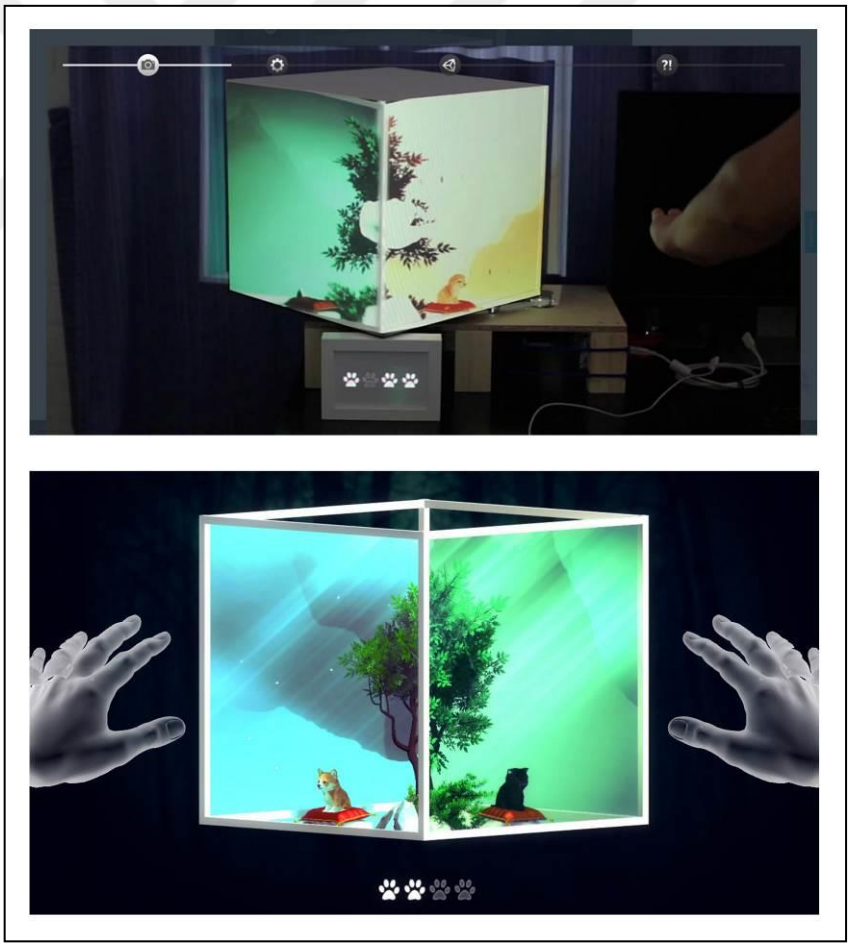
Bu etkileşimlerdeki değişim durumlarını izleyicinin belirlediği eylemler ise; ses, dokunma gerektirmeyen el hareketleri, dokunsal el hareketleri ve vücut hareketleri olarak ayrılır.

Ses ile etkileşim: Bu etkileşim türünde izleyicilerin seslerine ya da çeşitli Müzik Enstrümanları Dijital Arabirimi (MIDI- Musical Instument Digital Intenface) klavyelerin etkisine bağlı olarak yansıtılan yüzeydeki görüntülerde çeşitli değişimler meydana gelir. Ses ile etkileşim türü sıklıkla performans sanat gösterimlerinde, kamusal yerleştirmeler ve iç mekân yerleştirmelerinde kullanılır. Russek ve ekibinin 2012 yılında Los Angeles Sanat ve Müzik Festivali'nde yaptıkları bir yerleştirmede, izleyiciler bir MIDI klavyesi aracılığıyla tasarlanmış olan bir heykel üzerine yansıtılan görüntüleri ses ile etkileşime sokmuşlardır [51].



Şekil 3. 26 Russek ve ekibinin ses değişimiyle etkileşimli PK yerleştirmesi [51].

Dokunma gerektirmeyen el hareketleri ile etkileşim: İnsanoğlunun, binlerce yıldır doğal bir ara yüz olarak el hareketlerini kullanması olağan bir durumdur [52]. İnsanın el hareketlerini kullanma eylemi diğer eylemleri ile kıyasladığında gündelik hayatta oldukça sık gerçekleştirilmektedir**.** Bu yüzden bu etkileşim türü diğer Arttırılmış Gerçeklik türlerinde olduğu gibi, Projeksiyon Kaplama tekniğinde de bilimsel alanda araştırmalarda yer bulması gereken oldukça güncel bir konudur. Bu etkileşim türündeki amaç, insan vücudunun ifade kabiliyetleri ve mevcut insan tecrübeleri doğrultusunda, **kızılötesi algılayıcılar içeren kameraların** insan el hareketlerini algılaması ve yansıtım yüzeyindeki görüntülerin el hareketleriyle değiştirilmesidir. Ralf Breninek'in PK tekniğini kullandığı etkileşimli bilgisayar destekli oyun prototip denemesi projesinde, el hareketleriyle hem gerçek yüzeyler hareket ettirilebilmekte hem de ekrandaki sanal nesneler değişime uğramaktadır [53].



Şekil 3. 27 PK tekniğinde el hareketleri ile etkileşim kurulabilen çalışma [53].

Vücut hareketleri ile etkileşim: Bu etkileşim türünde, derinlik algılayıcı kameralar ya da çeşitli algılayıcı türleri ile vücut hareketleri bilgisayar tarafından algılanır ve PK yansıtımındaki görüntüler bu hareketler doğrultusunda tetiklenir. Aarhus' da tarihi bir yapı cephesinin üzerinde gerçekleştirilen ve Etkileşimli PK tekniğinin kullanıldığı "Climate Wall" adlı sanatsal yerleştirmede, çeşitli sözcükler sokaktan geçen insanların vücut hareketleri ile biçim ve boyut değişimine uğratılmıştır [54].



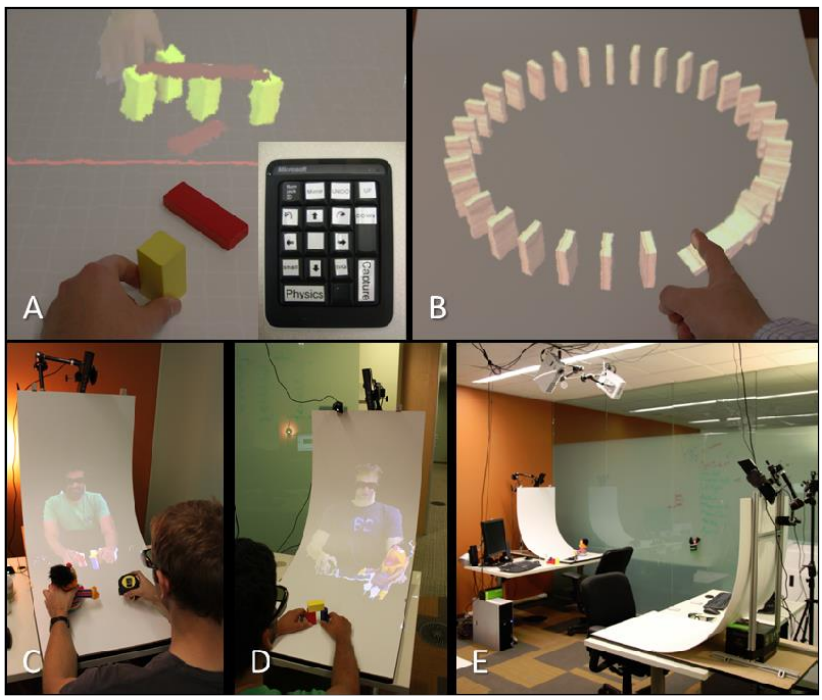
Şekil 3. 28 Climate Wall adlı yerleştirme [54].

Dokunsal (Tangible) Etkileşim: 1990lı yıllardan beri oldukça sık biçimde çalışmaları yürütülen bu etkileşim türü, çevremizi saran fiziksel mekânlardaki bir takım yüzeylere projektör aracılığıyla yansıtılan görüntülere dokunma eylemiyle insan-makine etkileşiminin gerçekleştirilmesi durumlarını kapsar. Bu alanda MIT Tangible Media Lab Grubu'nda Ishii ve ekibinin çalışmaları oldukça önemlidir. Ishii ve ekibi bu etkileşim türünü: "Dokunsal Kullanıcı Arabirimleri (Tangible User Interface), dijital bilgilerin ve hesaplamanın fiziksel formunu sağlar ve dijital ortamdaki bitlerin doğrudan manipülasyonunu kolaylaştırır. Dokunsal kullanıcı arabirimlerinin gelişimindeki amacımız dijital teknolojiyi kullanarak işbirliği, öğrenme ve tasarımı güçlendirmek; aynı zamanda fiziksel nesneleri, malzemeleri kavramak ve işlemek için insan yeteneklerinden faydalanmaktır" diye açıklamaktadır [55].

Dokunsal etkileşimin gelişim süreci, araştırma konusu olan birçok alanda olduğu gibi Arttırılmış Gerçeklik sistemlerinin gelişiminden bağımsız olmayan iç içe ilerleyen bir süreçtir. Dokunsal etkileşimin güncel dijital araçlarının imkânları doğrultusunda Projeksiyon Kaplama tekniği araştırılan ve projeler üretilen bir alandır. Dokunsal Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulanmasında projektörlerle yansıtımı yapılan görüntü, izleyicinin bir kızılötesi kamera ile bir yüzeye dokunumundan tetiklenerek değişim gösterir.

Bu etkileşim türünde MirageTable projesinde Ishii ve diğerlerinin yaptıkları çalışmaların bir adım ötesinde, eğrisel bir yüzeye yapılan yansıtım ile izleyici bir masaya bakmadan direk karşısındaki görüntüler ile etkileşime geçer [56]. Bu projenin ekibi projelerinin faydalarını:

- Fiziksel nesnelerin ve kullanıcıların anlık olarak 3 boyutlu görüntü yakalama imkânı,
- Yassı olmayan ve değişen gerçek yüzeylerde perspektif yansıtımlar,
- Kafaya takılan bir simülatöre ihtiyaç duymadan etkileşimin kurulabilmesi,
- Sanal nesnelerle etkileşim kurma imkânı olarak sıralamışlardır.



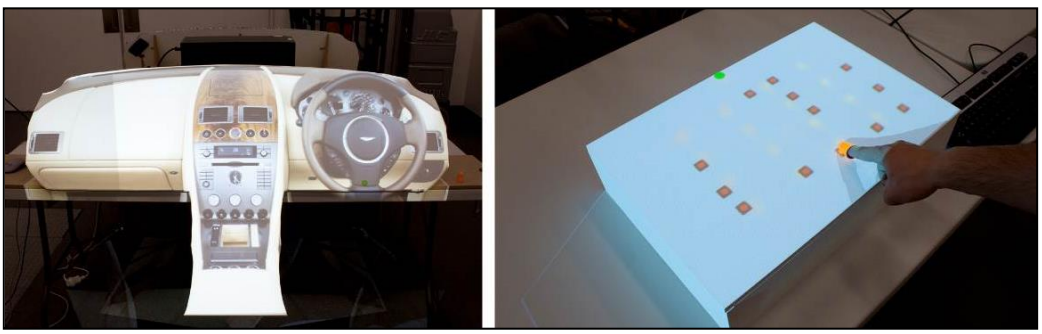
Şekil 3. 29 PK tekniğinde dokunsal etkileşimli MirageTable projesi [56].

3.6 Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Kullanım Alanları

Projeksiyon Kaplama tekniği uygulamaları herhangi basit bir yüzeyi 3 boyutlu ve karmaşık sanal bir ortama dönüştürme gücüne sahiptir. Bununla beraber tezin **3.5 Etkileşimli Projeksiyon Kaplama Tekniği** bölümünde incelendiği gibi bu teknik aracılığıyla görsel etkileşimin yanında; ses, insan hareketleri ile etkileşimin sağlanabilir. Projeksiyon Kaplama tekniğinin sunduğu bu alternatiflerden dolayı, bu teknik endüstriyel üretimden teatral gösterimlere kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Tezin bu bölümündeki kullanım alanlarına ait örnek çalışmalar, ilgili akademik kaynakların çoklu çevrimiçi veri tabanları üzerinden çeşitli bilimsel dergilerde yayınlanmış makaleler, bilimsel konferans ve sempozyum sunumları ve kitap bölümleri taranarak bu tez kapsamına uygun ve tamamlanmış olan çalışmalar arasından seçilmiştir.

3.6.1 Endüstriyel Üretim Alanlarında Kullanım

Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulanmasında sanal görüntünün izleyicinin dokunsal el hareketleriyle etkileşiminin gerçekleştirilmesi nedeniyle; endüstriyel üretim alanlarında, bu teknik tasarım sürecindeki ürünün sanal ön model denemelerinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Bu durum, endüstriyel üretim sürecinde ön prototip aşamasından bir sonraki aşamaya geçmeden önceden insan hareketlerinin izlenmesini ve daha doğrulanmış bir bilgi ile bir sonraki aşamaya geçmeye sağlar. Bunlara bağlı olarak tasarımcı seri üretimden önce zaman ve maliyetten kazanç sağlayacağını daha rahat bir şekilde doğrular. Porter ve ekibi, bir otomobil sürüş takımı ve ayrı bir ara yüz buton takımının PK tekniği ile uygulamalarını gerçekleştirmişler ve kullanıcıların bu sistemleri yansıtılan görüntülerde deneyimleme durumlarını incelemişlerdir [57].



Şekil 3. 30 Endüstriyel üretimde PK tekniğini kullanımı [57].

3.6.2 Reklam Amaçlı Kullanım

Projeksiyon Kaplama tekniğinin seyircide yarattığı etkileyici yanılsama hissi, onu ticari kullanımlarda reklam aracı haline dönüştürmüş durumdadır. Özellikle birçok farklı alandaki şirketlerin kendi ürünlerinin özelliklerini anlatmak için bu sistemleri kamusal alanlarda mimari cephe elemanları üzerinde reklam amaçlı kullandıkları bilinmektedir [58]. 2010 yılının Mayıs ayında NuFormer adlı firmanın gerçekleştirdiği, Samsung firmasına ait bir televizyon ürünü için Amsterdam'daki tarihi bir binanın cephesindeki yansıtım izleyiciye kamusal alanda bir gösteri izletirken bunun yanında bir markanın yeni bir ürünün de reklamını sunmuştur [59].



Şekil 3. 31 PK tekniğinin reklam amaçlı kullanımı [59].

3.6.3 Çeşitli Enstalasyonlarda Yerleştirme Olarak Kullanım

Yaşadığımız dönemde çeşitli teknoloji alanlarındaki gelişmeler, buna bağlı olarak temsillerin sunulduğu ortamların gelişmesi; dijital sanat alanın üretim biçimlerinde bir takım değişiklikleri meydana getirmiştir. Bu nedenle çoklu ortamlarda üretilen sanat eserleri için bilgisayar, sanatçının yaratıcılığı için güçlü bir araç halini almış, aynı zamanda sanatçının kendi iç dünyasını dışa vurabilmesi için çeşitli imkanları ona sunmuştur [60]. Günümüzde, bir sanatçının kendi sanat ürünlerini tasarlayabilmesi ve

izleyicisine kendi sanatını aktarabilmesi için kullandığı temsil ortamlarından bir tanesi de Projeksiyon Kaplama tekniğidir.

Bu tekniğin dijital sanat alanlarında kullanımlarını iç mekân içerisinde belirli yüzeyler üzerine ya da dış mekânda mimari cephe elemanları üzerine yapılan çeşitli **enstalasyonlarda (installation)** görürüz. Bu enstalasyonlarda izleyiciye sunulan görüntüler, etkileşimi arttırmak amacıyla kontrol algılayıcılar aracılığıyla da desteklenebilmektedir.

İstanbul-2010 Avrupa Kültür Başkenti Etkinlikleri kapsamında düzenlenen sanat gösterimlerinden bir tanesi PK tekniğinin kullanıldığı Yekpare Gösterisi olmuştur. Yekpare yansıtımı tarihi Haydarpaşa Tren Garı binasının Marmara Denizi'ne bakan cephesinde İstanbul'un 8500 yıllık tarihini çeşitli semboller ile anlatan ve aynı zamanda, İstanbul'un kaosuna dikkat çekmek için buradaki dış sesler ile etkileşime geçen bir UAG gösterisidir [61].



Şekil 3. 32 Yekpare isimli enstalasyon [61].

Flack ve Halskow yaptıkları çalışmada, PK tekniğinin sergi amaçlı yerleştirmelerde kullanımlarında dikkat edilecek hususları 6 başlıkta toplamışlardır. Bu hususlar

- Nesnelerin fiziksel yönlerini arttırmak veya vurgulamak,
- UAG aracılığıyla nesnelerin önemli yanlarının vurgulamak,
- Yaygın olarak 3D modelleme ve animasyon yazılımlarından bilinen üç boyutlu efektleri, fiziksel mekândaki potansiyellerini kullanmak,
- Sanal nesneyi fiziksel nesnelere 3 boyutlu nesnenin özellikleriyle eklemek,

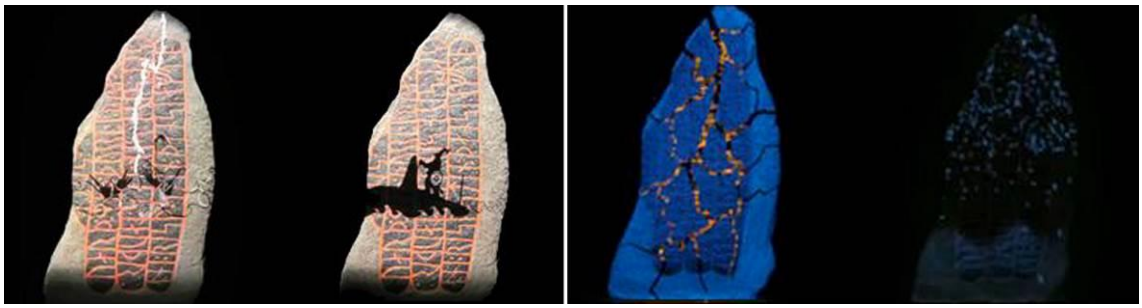
- Basit sanal objeleri karmaşık fiziksel objeye; karmaşık sanal objeyi basit fiziksel objeye eklemek,
- Fiziksel nesneyle dijital içerik arasındaki güçlü ve karşıt bağlar oluşturmaktır [62].

Yapılan bu çalışma, günümüz dijital sanat alanlarında Projeksiyon Kaplama tekniğinin nasıl kullanılabileceğine dair ipuçları vermekte, sanatçı ya da tasarımcının bu sistemleri hangi yöntemler ile gerçekleştireceğini sunmaktadır.

3.6.4 Tarihi Eserlerin Sergilenmesinde ve Arkeoloji Alanında Kullanım

Arkeolojik eserler, bir coğrafyanın tarihselliği ve kültürüyle ilgili gelecek nesillere bilgi aktarımı için önemli kaynaklardır. Fakat bu eserlerin uzun yıllar toprak altında kalması ve buradan çıkarılma süreçleri eserler üzerinde çeşitli bozulmalara, erozyonlarına neden olmaktadır. Dijital çağın sunduğu imkânlar doğrultusunda, arkeolojik eserlerin incelenmesi, geçmişe dair bulguların edinilmesi ve bulguların yüksek kaliteli görsellerle eser üzerinde gösterilmesi için Projeksiyon Kaplama tekniğinin kullanılması arkeoloji alanında çalışanlarının çalışma süreçlerine etkili yöntemleri kazandırır [63]. Özellikle arkeoloji müzelerinde ve ilgili geçici sergilerde gördüğümüz tarihsel eserlerin, ziyaretçinin eserle ilgili detaylı bilgi edinebilmesi ve sergi ziyaretçisiyle bu eserlerin etkileşiminin artması için PK tekniğinin kullanılması; büyük imkânları sergi düzenleyicisine sunar. Bu etkileşim, arkeoloji alanında çalışanların tarihsel eserleri anlamasından ve eserlerin üzerlerindeki yazıların okunabilmesinden bir adım daha öteye geçerek sergi ziyaretçilerinin de fiziksel eserlerin üzerine çeşitli yansıtmalarla eser ile ilgili detaylı bilgi edinebilmesini sağlar.

Danimarka, Randers'daki Kültür Tarih Müzesine ait antik bir eser olan Mejlby Taşı sergisi PK sistemi ile oluşturulmuş bir sergidir [43]. Bu sergi, Roma harfli metin ve grafiklerden oluşan taşın üzerine çeşitli yansıtmalar aracılığıyla sergi ziyaretçisi 1000 yıl önce taş üzerine oyulmuş hikâyeyi anlayabiliyor.



Şekil 3. 33 Mejlby Taşı adlı tarihi eser üzerinde PK tekniğinin uygulanması [43].

3.6.5 Teatral Gösterilerde Kullanım

Birçok sanat alanında olduğu gibi teatral gösterilerde de sahnedeki oyun kurgusunun bütünselliği içerisinde PK tekniği, bu kurgunun bir bileşeni olarak kullanılmaktadır. PK tekniğinin bu sanat alanına sunduğu imkân; klasik bir sahne gösterisini, sanal bir dünyayla bütünleştirerek izleyiciyi başka bir dünyaya götürmesi ve düşünsel bir yolculuğa sürüklemesidir. Daegu Uluslararası Müzik Festivali'nde Turandot adlı müzikal oyun PK tekniğiyle desteklenerek dijital teknoloji ile bütünleşmiş etkili bir performans gösterimi denenmiştir [64] . Bu gösteri kapsamında sahnedeki oyuncuların kostümleri üzerine oyunla bütünleşik ve dinamik bir biçimde sanal desenlerin gösterimi uygulanmak istenmiştir. Fakat çalışmanın yapıldığı tarihteki mevcut teknolojik donanımlar bu dinamik hareketleri sağlamamış ve çalışma sabit bir obje üzerine yansıtım ile sınırlandırılmıştır.



Şekil 3. 34 Turandot müzikalinde PK tekniğinin kullanılması [64].

3.7 Mimarlık Alanında Projeksiyon Kaplama Tekniğinin Kullanımı

Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlık alanında kullanımına dair örnek çalışmalar, ilgili akademik kaynakların çoklu çevrimiçi veri tabanları üzerinden çeşitli bilimsel dergilerde yayınlanmış makaleler, bilimsel konferans ve sempozyum sunumları ve kitap bölümleri taranarak tez kapsamında ele alınmıştır.

Chen ve ekibinin yaptığı çalışmada, 1:1 ölçekteki bir iç mekân yansıtımında öğrencilerin yüzey kaplamalarını ve malzemeyi anlamaları için yansıtmaya dokunsal müdahalede bulunabilen bir ortam yaratılmıştır [65]. PK tekniğini kullanarak uygulaması yapılmış olan bu çalışmada, mimarlık eğitimine yeni başlayan öğrencilere gerçek boyutlardaki malzemenin yapısını görsel olarak sunmak ve öğrencilerin malzemeyle dokunsal etkileşime geçmesi amaçlanmıştır.

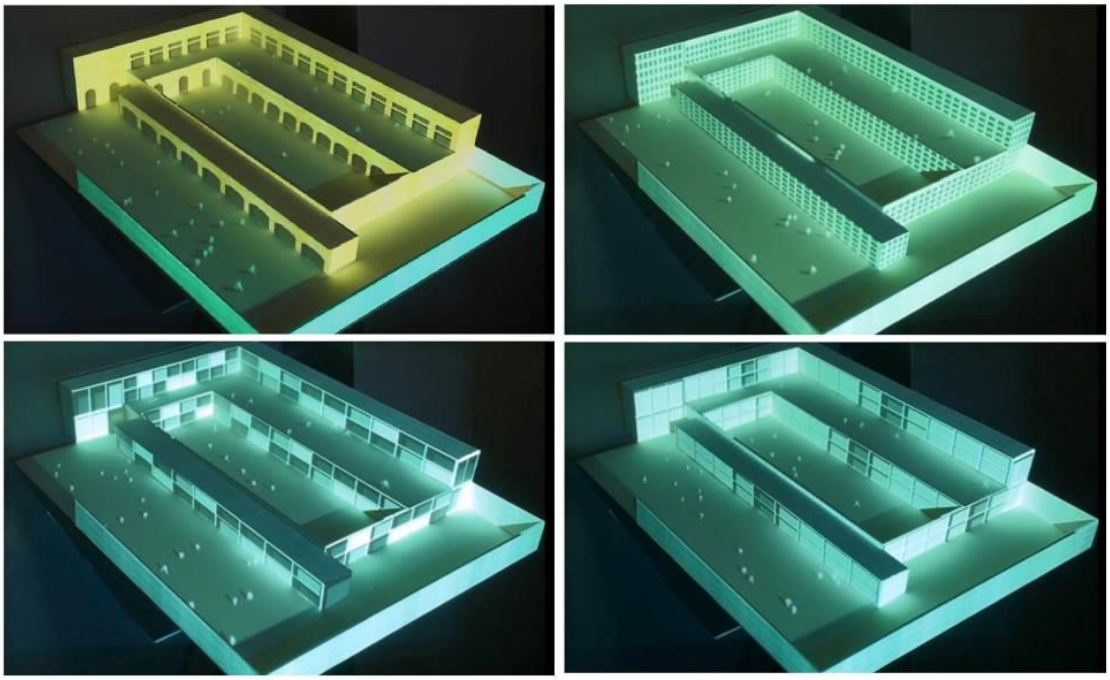
Bu proje bir tasarım aracı olarak PK tekniğinin mimarlıkta kullanılabileceğini göstermektedir. Fakat bu çalışmada etkileşimi sağlamak için bütünüyle programlama dilinin kullanılması ve Dourish'in yaptığı tarihsel sınıflandırmasına göre bu yöntemin günümüz şartlarına göre yetersizliği nedeniyle mimarlıkta kullanımın yaygınlaşabilmesi için olumsuz bir durum ortaya çıkarmaktadır [15].



Şekil 3. 35 Chen ve ekibinin yaptıkları çalışmada PK tekniğinin kullanım örneği [65].

Narahara ve Kobayashi'nin yaptıkları CrowdMapper adlı çalışmada ise PK tekniği, mimari maket üzerine yansıtımla uygulanmıştır. Bu yansıtımda, mekânın dış kullanım sirkülasyon durumu, farklı cephe alternatifleri için bir analiz çalışması olarak gösterilmiştir [66]. Bu çalışma, PK tekniğinin mimari tasarım sürecinde temsillerin sunumunda bir alternatif olarak kullanılması için güçlü ipuçları sunmaktadır. Fakat yapılan mimari makette sadece yapının ele alınması, kentsel bağlamda bir analiz türü olan sirkülasyon durumu için yetersiz kalmaktadır. PK tekniğinin güncel örneklerine

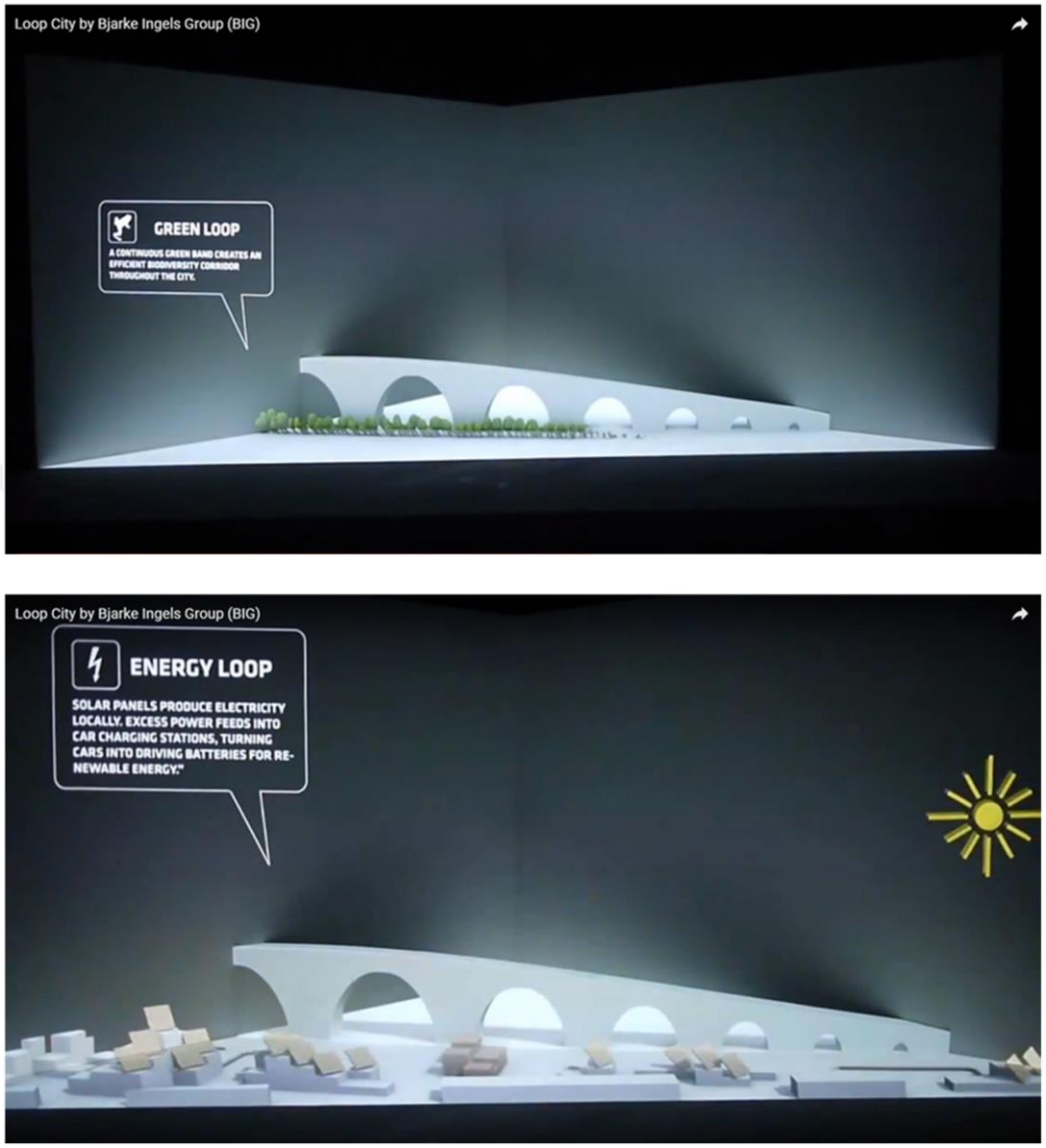
bakıldığında, bu teknik daha karmaşık ve büyük ölçeklerdeki çalışmalarda yaygın olarak kullanılabildiğinden; mimarlıkta da temsillerin sunumu için güncel olarak karmaşık ve daha büyük ölçekli yüzeyler üzerinde uygulanabilir durumdadır.



Şekil 3. 36 PK tekniğinin mimari maket üzerinde kullanımına bir örnek [66].

Aarhus Üniversitesi'nde bulunan CAVI Araştırma Grubu ve BIG adlı mimarlık ofisinin hazırladığı, PK tekniğinin kullanıldığı Loop City adlı proje 12. Venedik Mimarlık Bienali için hazırlanmış bir çalışmadır. Bu çalışma bienal için hazırlanmış bir enstalasyon çalışması olmasına rağmen, içeriğinin doğrudan mimarlık alanı ile bağlantılı olması sebebiyle tezin bu bölümünde incelenmiştir. Bu çalışmada BIG mimarlık ofisinin hazırladığı bir kentsel tasarım projesi 2 pano yüzeyi önündeki bir maket üzerine yansıtım yapılarak tanıtılmıştır. Loop City çalışması mimari bir projenin tüm sürecini 3 boyut etkisi ve yüzey boyama etkileri ile beraber ele alması nedeniyle önemlidir [20]. Loop City projesi, mimarlıkta Projeksiyon Kaplama tekniğinin 3 boyut algısıyla beraber kullanılmasına dair bu tez kapsamında yapılan araştırmalarda ulaşılabilmiş tek örnek olmuştur. Fakat bu çalışmada, uygulama süreci içerisinde izleyici açısı net olarak belirlenmediğinden ve izleyici açısı projektörün olduğu konum olarak belirlendiğinden 3 boyut algısının oluşması durumu için çeşitli perspektif hataları bulunmaktadır [67]. Çünkü Projeksiyon Kaplama tekniğinin kullanıldığı çalışmalarda izleyici her zaman projektörün olduğu açıdan bakamayabilir. Bu yüzden PK tekniğinin uygulama sürecinin

başında, izleyici ve projektörün açısı net olarak belirlenip; doğru bir 3 boyut algısı yaratmak için süreci bu iki etmene göre devam ettirmek gerekmektedir.



Şekil 3. 37 Loop City projesindeki perspektif bozulması [67].

Çizelge 3.3'te kullanım alanlarına göre tez kapsamında ele alınan projelerin Projeksiyon Kaplama tekniği bileşenlerine göre incelemesi gösterilmiştir. Bu inceleme göstermiştir ki; Projeksiyon Kaplama tekniğinin uygulama süreci içerisinde yüzey boyama etkisi yanında 3 boyut etkisiyle beraber kullanılması tekniği daha etkili hale getirmektedir. Ayrıca uygulama süreci içerisinde kullanım alanlarının gereklilikleri doğrultusunda çeşitli etkileşim türlerinin değiştirilebilerek kullanılabilmesi de tekniğin birçok farklı alanda kullanımı için potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. 3 Kullanım alanlarına göre PK tekniği projelerinin incelenmesi

PROJE	Kullanım Alanı	Etkileşim Türü	Ortam Aydınlık Düzeyi	Sanal Nesneyi Oluşturan Etmen	Gölge Türü	PM tekniğinin kullanım durumu
Porter ve ekibinin projesi	Endüstriyel Üretim	Dokunsal	Yarı Aydınlık	Yüzey Boyama	Ekli Gölge	**PM tekniğinin temel düzeyde kullanımı**
NuFormer firmasının projesi	Reklam	Yok	Karanlık	Yüzey Boyama ve 3 Boyut Etkisi	-Ekli Gölge -Yüzeye Düşen Gölge	**PM tekniğinin 3 Boyut etkisiyle beraber kuvvetli biçimde kullanımı**
Yekpare isimli proje	Enstalasyon	Ses ile	Karanlık	Yüzey Boyama ve 3 Boyut Etkisi	-Ekli Gölge -Yüzeye Düşen Gölge	**Projede 3 boyutlu sanal nesnelerin az; yüzey boyamanın çok kullanımı**
Mejlby Taşı projesi	Tarihi Eserlerin Sergilenmesi	Vücut hareketleri ile	Karanlık	Yüzey Boyama ve 3 Boyut Etkisi	-Ekli Gölge	**Projede 3 boyutlu sanal nesnelerin az; yüzey boyamanın çok kullanımı**
Turandot Müzikali projesi	Teatral Gösteri	Vücut hareketleri ile	Karanlık	Yüzey Boyama	Gölge Yok	**Projede hareket eden yüzeylerin sanal kumaş görüntüleri ile gölge olmadan kaplanması**
Chen ve ekibinin 1:1 projesi	Mimarlık	Dokunsal	Karanlık	Yüzey Boyama	Gölge Yok	**PM tekniğinin temel düzeyde kullanımı**
Narahara ve ekibinin CrowdMapper projesi	Mimarlık	Yok	Karanlık	Yüzey Boyama	Gölge Yok	**PM tekniğinin temel düzeyde kullanımı**
Loop City isimli Proje	Mimarlık	Yok	Karanlık	Yüzey Boyama ve 3 Boyut Etkisi	-Ekli Gölge -Yüzeye Düşen Gölge	**3 boyut etkisinin projektör açısından doğru etkide gözlem-lenmesi, bir izleyici açısının belirlenmemiş olması**

BÖLÜM 4

3B ETKİLEŞİMLİ PK TEKNİĞİNİN MİMARLIKTA KULLANIMI İÇİN YÖNTEM ÖNERİSİ

Bayazıt'a göre; "Yeni teknolojik gelişmeler, tasarımcıları çağımızın yeni tasarım metodolojilerini farklı bir açıdan incelemek üzerine çalışmaya zorlamaktadır. Gündelik yaşamın bir parçası olarak bilgisayarların kullanımı tasarımcıları, tasarım sürecinin araştırılmasında yeni yaklaşımlar geliştirmeye zorlar [68]."

Majkowski ve Kalay' a göre, "Fiziksel çevrenin sürekli olarak karmaşık bir hale gelmesi, insan faktörlerine ve çevresel etkileri için artan farkındalık ve düşünce, üretimlerde verimli bir tasarım/üretim döngüsü sağlamaya yönelik baskılarla paralellik kazanmıştır. Bu baskılar, tasarımcıları bilginin ortaya çıkmasına yardımcı olmak için yeni araçlar ve yöntemler aramaya teşvik etmektedir [69]".

Gregory ise "Tasarımcının süreç içerisindeki sorumluluğunu faydalı sistemler, aygıtlar ve süreçler tasarlamak için yaratıcılık, teknik bilgiye sahip olma, ekonomik farkındalık ve analitik mantığın güçlerini maksimum şekilde kullanmaktır" diye açıklamaktadır [70].

Teknolojinin gelişmesi doğrultusunda sürekli değişen ve yenilenen dijital araçlar, tasarımcının fikrini ifade etmesini sağlayan temsillerin sunum ortamlarını da geliştirmektedir. Bu yenilenen dijital araçlar aracılığıyla oluşturulan temsiller, mimarın tasarım süreci döngüsü içerisinde tasarımcının fikrinin görselliğini güçlü bir şekilde ortaya koymasının yanında, tasarım sürecindeki işbirlikçi çalışma ortamının gelişmesine de katkı sağlar.

Projeksiyon Kaplama tekniği, insan-makine etkileşiminin gelişimi paralelinde birçok alanda sıklıkla kullanılan bir ortam olarak kendisine yer bulmuştur. Tekniğin Sanal Gerçeklik ve diğer Arttırılmış Gerçeklik türlerine göre sahip olduğu avantajlar, mimarlara kendi tasarım süreçlerinin çeşitli evrelerinde PK tekniğini kullanmaları için çeşitli potansiyeller sunmaktadır. Bu tekniğin mimarlara sağlayacağı potansiyeller;

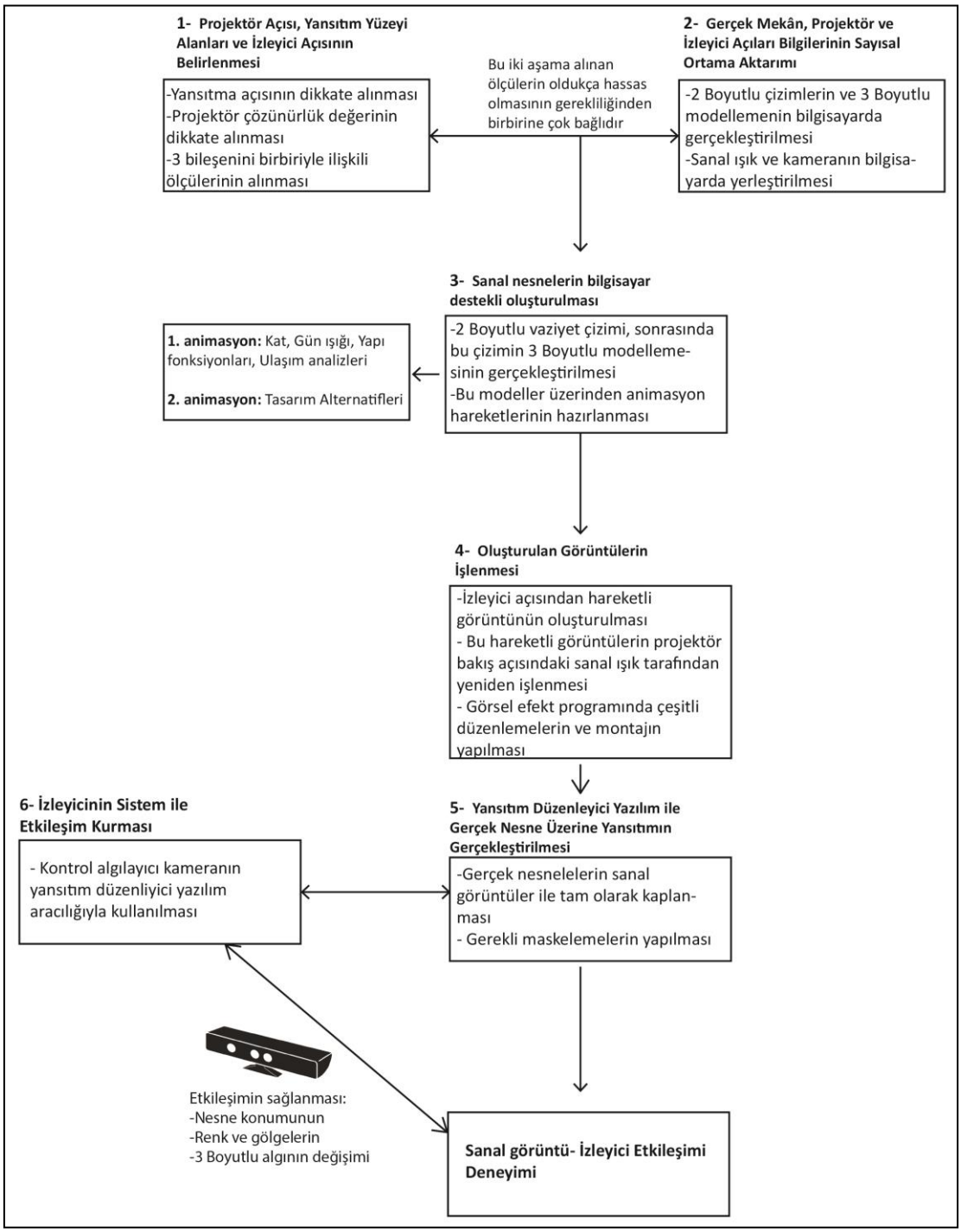
- Bu tekniğin gerçek ve çok ölçekli nesnelerle bir arada kullanılabilmesi,
- Bilgisayarla ve Sanal Gerçeklik ortamında ekipman kullanımlarından farklı olarak gerçek yüzeylerde sunum ortamının sağlanması,
- Ekranlı kasklara gerek duyulmadığından göz temasının kullanıcılar arasında kurulabilmesi
- Yüzey boyama etkisinin yanında + ve – z yönünde sanal görüntü oluşumuyla 3 boyut hissini uyandırması
- Maket, eskiz gibi diğer geleneksel temsiller ile bütünleşebilme gücü olarak sıralanabilir.

Bu bölümde daha önce teknik, fiziki, sanal bileşenler ve sanal bileşenleri oluşturan etmenlerin incelendiği ve uygulama sürecinin soyut olarak açıklandığı bölümler doğrultusunda Etkileşimli 3B Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlıkta bir temsil ortamı olarak nasıl kullanılabileceğine dair örnek çalışma üzerinden yöntem önerisi sunulmuştur. Tez için geliştirilen bu örnek çalışma, tasarlama kararlarının detaylı bir şekilde alınma biçimiyle ilgili bir iddiaya sahip olmayıp; mimarlık içerisinde bu tekniğin uygulama sürecinde nasıl kullanılabileceğini göstermek için geliştirilmiştir.

Ele alınan bu yöntem içerisinde mimarlık alanında kullanılan maket yapımı ile bir binanın çevre verilerinin ilgili kişilere aktarım süreci, Etkileşimli 3B Projeksiyon Kaplama metodu ile bütünleştirilmiştir. Bu yöntemle mimarlık alanında simgesel, analitik ve sembolik temsillerin bir arada kullanılabildiği etkileşimli bir temsil ortamı kullanımının ortaya konması hedeflenmiştir.

Bu çalışmada içerik olarak iki ayrı bilgisayar destekli animasyon hazırlanmıştır. 1. animasyonun içeğini kat, ulaşım, gün ışığı ve yakın çevre yapı fonksiyonları analizleri oluşturmakta ve bu analizler plan gösterimi ile desteklenmektedir. 2. animasyonun

içeriğini ise iki adet ön tasarım kütle alternatifi çalışmaları oluşturmaktadır. Kullanıcı yansıtım yapılan yüzeylerdeki bu 2 video arasında, dokunma gerektirmeyen el kontrolünü sağlayan Leap Motion kontrol algılayıcıyla geçiş yapabilmekte ve analizlerle tasarım alternatifleri ilişkilerini deneyimleyebilmektedir. Şekil 4.1'de bu süreç diyagramla ifade edilmiştir.



Şekil 4. 1 Örnek çalışmanın uygulama süreci

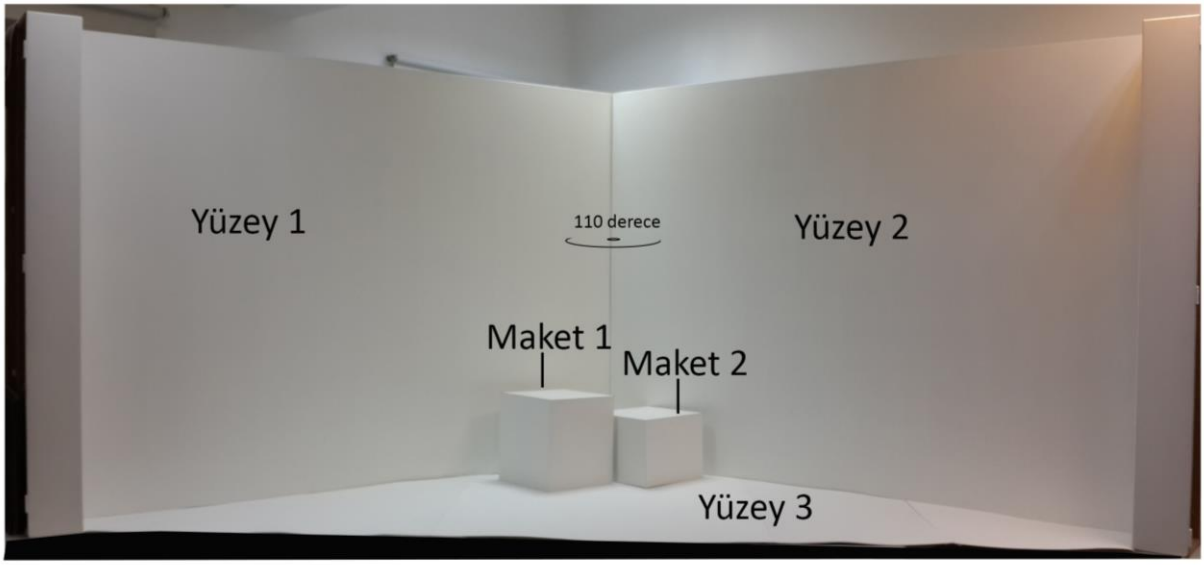
4.1 Projektör Açısı, Yansıtım Yüzeyi Alanı ve İzleyici Açısının Belirlenmesi

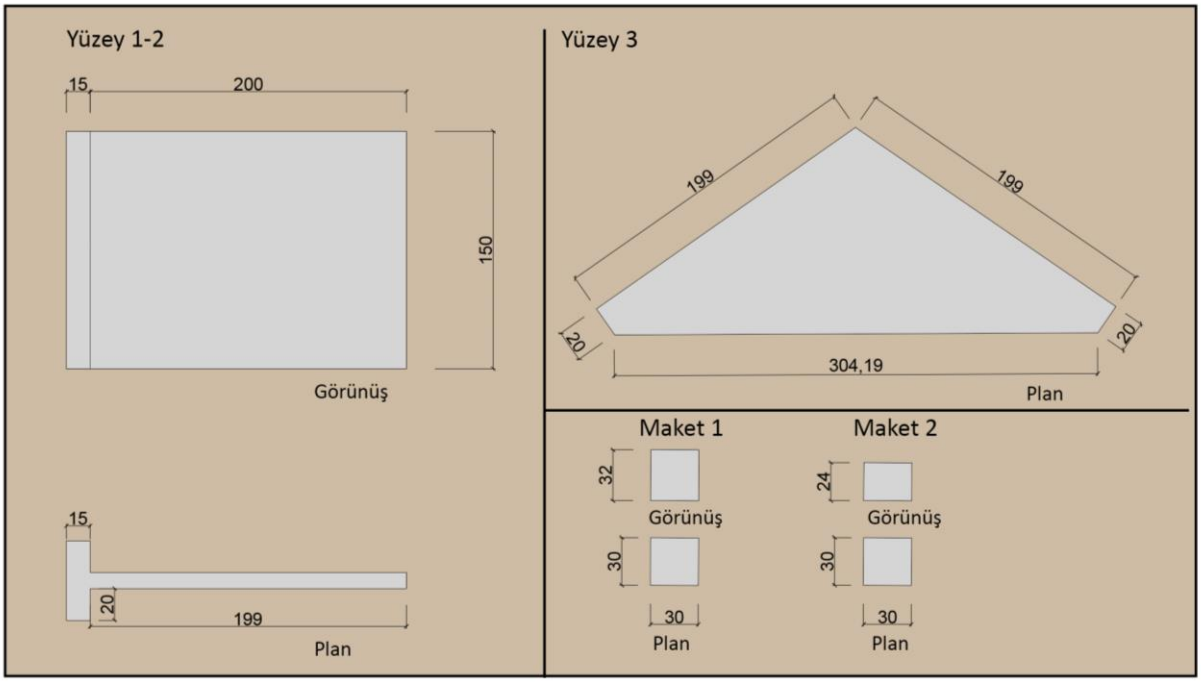
Tez kapsamında yapılacak uygulama için kullanılan projektörün özellikleri dikkate alınarak projektör açısı ve yansıtım yüzeylerinin seçimi gerçekleştirilmiştir. Projektörün açısı tüm yansıtım yüzeylerini görebilecek biçimde belirlenmiştir. Projektörün yansıtım yüzeyine olan uzaklık, Bölüm 3.4.1.1 de anlatılan projektör yansıtma açısı oranı (throw ratio) bilgisinin sınırlayıcı etkisi doğrultusunda kontrol edilmiştir. Diğer bir önemli veri de projektörün maksimumum çözünürlük değerleri 1920 x 1080 piksel değeridir. Çünkü uygulamaların sonraki aşamalarında bu değer dikkate alınarak görüntüler bilgisayar destekli olarak düzenlenmiştir. Çizelge 4.1' de kullanılan projektörün konfigürasyonları belirtilmiştir.

Çizelge 4. 1 Uygulamada kullanılan projektörün özellikleri

Marka-Model:	HITACHI- CP DH 300
Yansıtma Açısı Oranı:	1.15
Uyumlu Çözünürlük Değerleri:	480i, 480p, 576i, 576p HDTV: 720p(@50/60Hz), 1080i(@50/60Hz), 1080p(@50/60Hz)
ANSI Lumen:	3000

Yansıtımın yüzeyleri, 3 farklı yüzey ve 2 adet dikdörtgen prizmadan oluşmaktadır. Bu 3 yansıtım yüzeyi birbirleriyle 110 derece açı yapan iki beyaz pano ve bunlara 90 derecelik açı yapan yatay bir düzlemden oluşmaktadır. Dik yüzeyler arasında açı seçimi belirlenirken süreç içerisinde çeşitli denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucunda dik yüzeyler arasında 110 derecelik açı seçiminin nedeni bu yüzeylerin geniş açıyla kesişmesiyle yansıtılacak görüntüdeki derinlik etkisinin kuvvetlendirilmesidir. Diğer 2 dikdörtgen prizması ise mimarlıkta geleneksel bir temsil aracı olan maketin kullanımıdır. Bu iki farklı boyutlardaki maketler soyut olarak üzerine yansıtım gerçekleştirilecek biçimde kullanılmıştır. Şekil 4.2'de yansıtım yüzeyi ölçüleri görülmektedir.





Şekil 4. 2 Yansıtım yüzeyleri bilgileri

İzleyicinin açısı, yansıtımın gerçekleştirileceği tüm yüzeyleri rahat bir şekilde görebilecek biçimde mekanın fiziki şartları da göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. İzleyicinin açısı belirlenirken dikkat edilen bir diğer unsurda projektörün yansıtım alanı içerisine girmemesi ve buna bağlı olarak izleyici gölgesinin yansıtım yüzeylerinde oluşmamasıdır.

Tüm bu yerleşim kararları alındıktan sonra projektörün, izleyicinin ve yansıtım yüzeylerinin birbirleriyle olan uzaklık ölçüleri hassas bir şekilde alınmıştır.

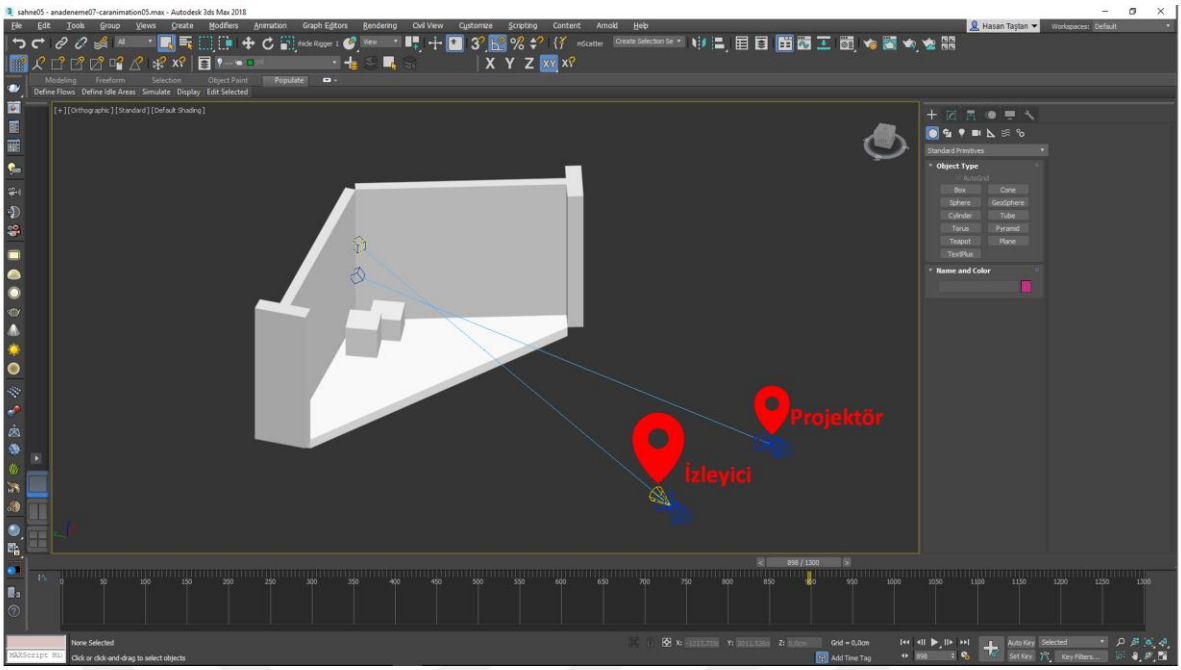
Şekil 4.3'te izleyici, projektör açısı ve yansıtım yüzeyleri ifade edilmiştir.



Şekil 4. 3 Projektör, izleyici ve yansıtım yüzeyleri açıları

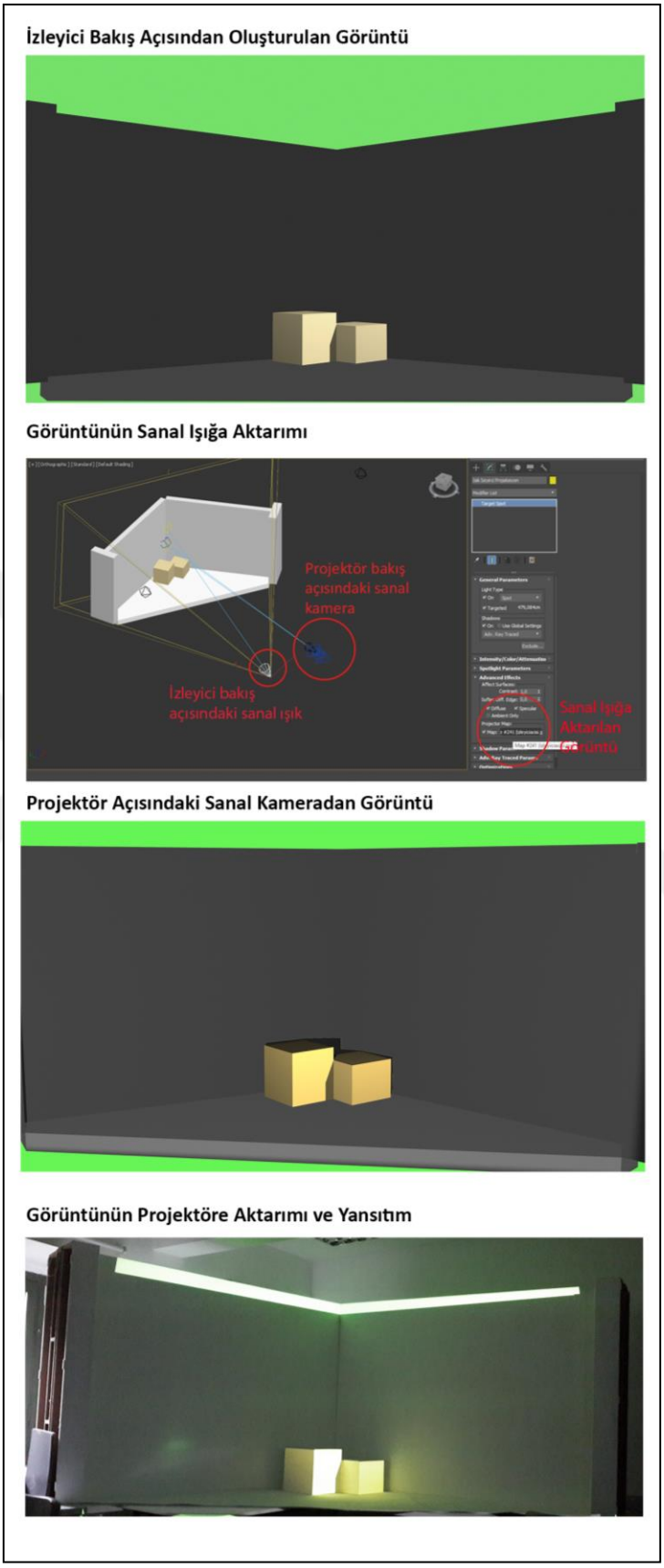
4.2 Nesne, Projektör ve İzleyici Açısı Bilgisinin Sayısal Ortama Aktarımı

Bu aşamada gerçek mekan ve nesne bilgisinden yararlanılarak sanal ögelerin oluşturulması için bilgisayar destekli bir takım yöntemlere ihtiyaç duyulur. Alınan ölçüler doğrultusunda gerçek mekân ve nesne bilgileri Autodesk AutoCAD yazılımı aracılığıyla 2 Boyutlu olarak gerçek ölçülerinde çizilmiş ve sonrasında bu iki boyutlu çizimler Autodesk 3ds Max programında 3 boyutlu olarak modellenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4. 4 3ds Max arayüzü ve modellenen gerçek mekan-nesne

Bölüm 3.4.2 Fiziki Bileşenler bölümünde ele alınan **İzleyici ve Projektör Bakış Açılarından** oluşturulacak görüntülerin farklı gözükme durumundan kaynaklı bu iki bakış açısının sayısal ortamda taklit edilmesi yansıtımın doğru ve tam olarak gerçekleştirebilmesi için önem taşır. Bu nedenle uygulama kapsamında 3Ds Max programı içerisinde izleyici ve projektörün bulunduğu noktalara sanal ışıklar ve kameralar yerleştirilmiştir. Bu evrede izleyicinin bulunduğu noktadan görüntü oluşturulur. Sonrasında bu görüntü izleyicinin olduğu noktadaki sanal projektör ışığına aktarılarak projektörün bulunduğu noktadan bu görüntü yeniden kaydedilir. Projektörün bulunduğu açıya yerleştirilmiş olan sanal kamera, gerçekte projektörün yüzeylere yaptığı yansıtımı birebir taklit eder niteliktedir. Uygulamanın bu aşamasında gerçek yüzeye yapılan yansıtımla 3ds Max ortamında üretilen taklit kıyaslanarak, gerçek yüzeylerdeki kaplama yapılacak yüzeylere hizalamaya karar verilmiştir. Bu aşamada bir problem çıkması halinde gerçek mekândan alınan ölçüleri yeniden kontrol etmek gerekmektedir. Şekil 4.5'te projektörün gerçek yansıtım durumu ile 3ds Max ortamında taklit edilen görüntüleme gösterilmiştir.



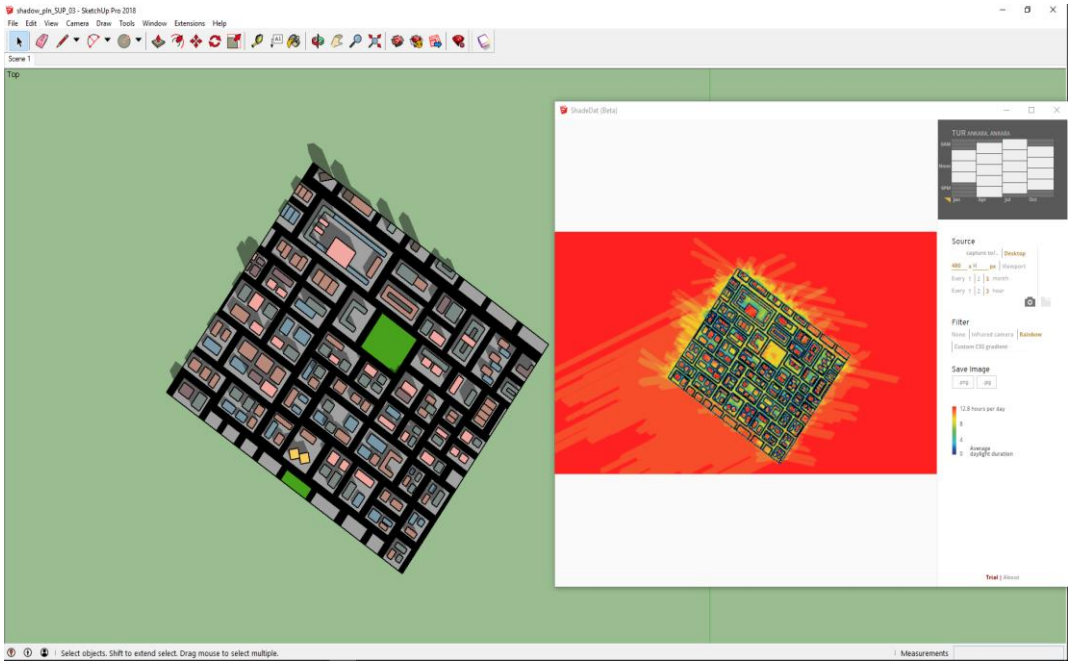
Şekil 4. 5 Görüntünün 3ds Max programı aracılığıyla taklit edilmesi

4.3 Sanal Nesnelerin Oluşturulması

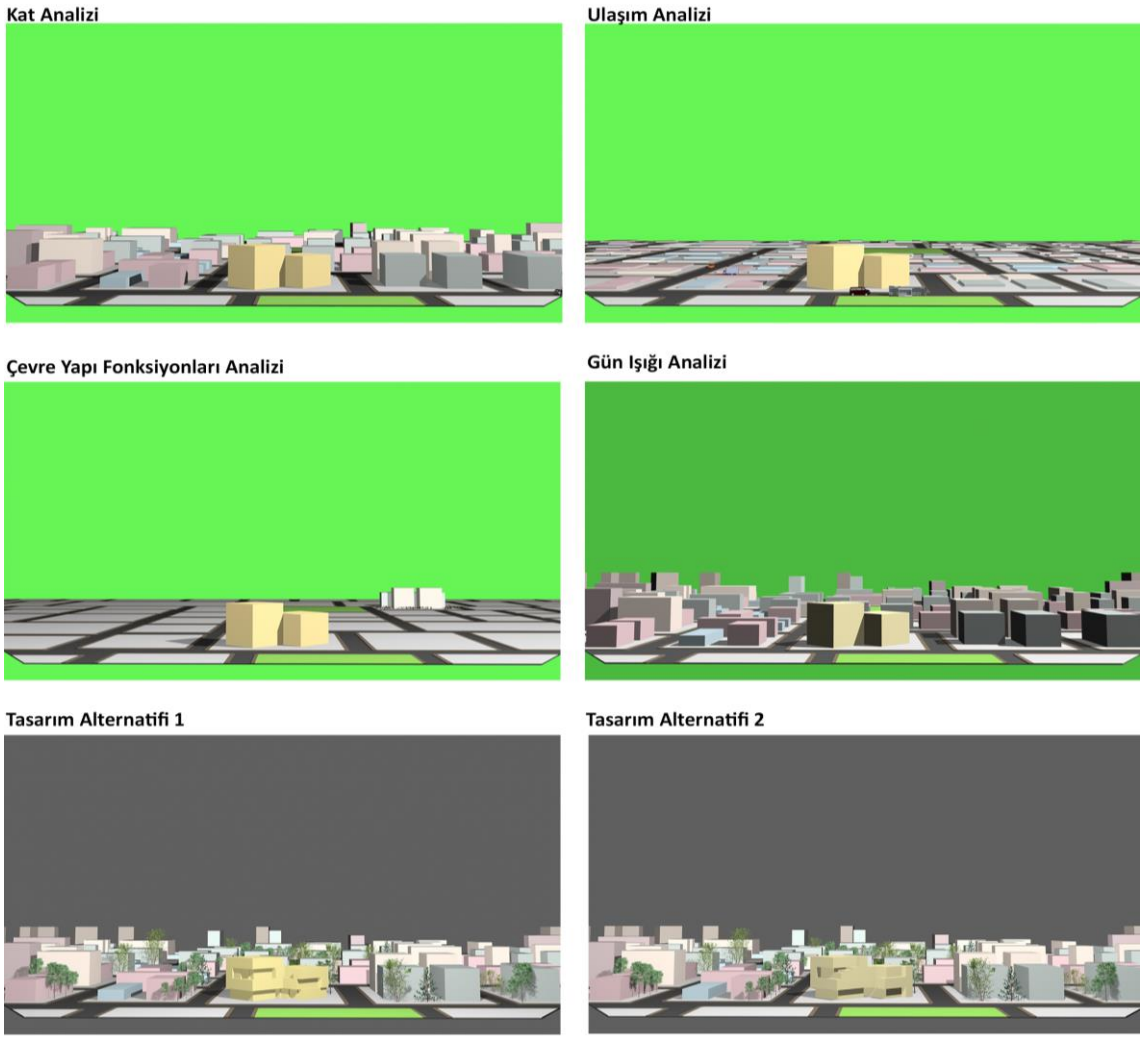
Raskar ve diğerlerine göre, "*Birçok yüksek kaliteli grafik sistemleri olmasına rağmen, günümüzde mimar ve tasarımcılar tasarım süreçlerinde hala maketleri kullanmaktadırlar. Bu maket tekniklerinin sunum için birçok yararı olmasına rağmen, süreç içerisinde tipik olarak statik ve karakteristik imkânları tasarımcılara sunar. Bunun için bu maket teknikleri ile beraber yüksek kaliteli grafik sistemlerini kullanmak, bu maket tekniklerinde hem daha dinamik etkiler yaratmayı sağlar hem de maketle çalışma sürecini daha esnek bir hale getirir."* [71]. Bu nedenle, uygulama kapsamında mimarların tasarım süreci içerisinde sıklıkla kullandıkları geleneksel maket kullanımıyla yapının çevre verilerinin ilgili kişilere aktarım süreci yeniden ele alınmış ve sanal nesneler bu doğrultuda hazırlanmıştır. Bu aşamada hareketli görseller üzerinden temsil oluşturma biçimi kullanılacağından, sinema alanına ait olan senaryo oluşturma işi kullanılmıştır. Görüntüler bir senaryo dâhilinde belli bir amaca uygun olarak izleyici kişiye nasıl aktarılacağı sanal nesnelere animasyon hareketleri eklenmeden önce tasarlanmıştır.

Bu senaryo dâhilinde AutoCAD programı aracılığıyla bir vaziyet planı hazırlanmış ve sonrasında hazırlanan 2 boyutlu vaziyet planı 3ds Max programına aktarılmıştır. Burada 3 Boyutlu modelleme işleminin ardından, 2 ayrı bilgisayar destekli animasyon hazırlanmıştır. İlk animasyonda mimari tasarım sürecinde sıklıkla kullanılan kat analizi, tasarımın yapıldığı çevredeki yapı fonksiyonları, ulaşım bilgileri ve gün ışığı analizleri kullanılmıştır. Gün ışı animasyonun hazırlanmasında Trimble SkethUp yazılımı içerisindeki ShadeDat ekletisi ve 3ds Max yazılımı bir arada kullanılmış, diğer tüm animasyon hareketleri 3ds Max yazılımı içerisinde hazırlanmıştır (Şekil 4.6).

Diğer animasyon ise maketi yapılmış 2 dikdörtgen prizması üzerine görüntü yansıtımı ile kütlelerdeki doluluk-boşluk alternatifleri, iki öneri üzerinden sanal görüntülerle çevre bilgisinin eklenmesiyle desteklenecek biçimde oluşturulmuştur. Şekil 4.7 iki ayrı animasyondan alınan karelerin 3ds Max programı içerisindeki görüntülerini ifade etmektedir.



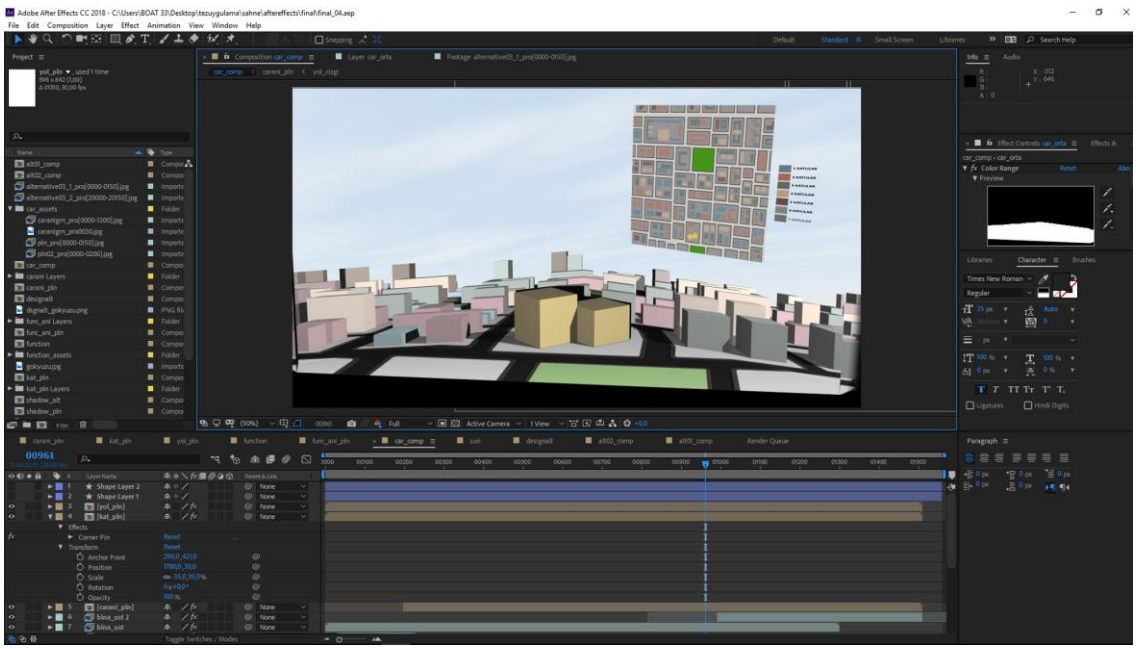
Şekil 4. 6 SketchUp yazılımı içerisindeki ShadeDat eklentisi



Şekil 4. 7 3ds Max programında hazırlanan animasyon kareleri

4.3 Oluşturulan Görüntülerin İşlenmesi

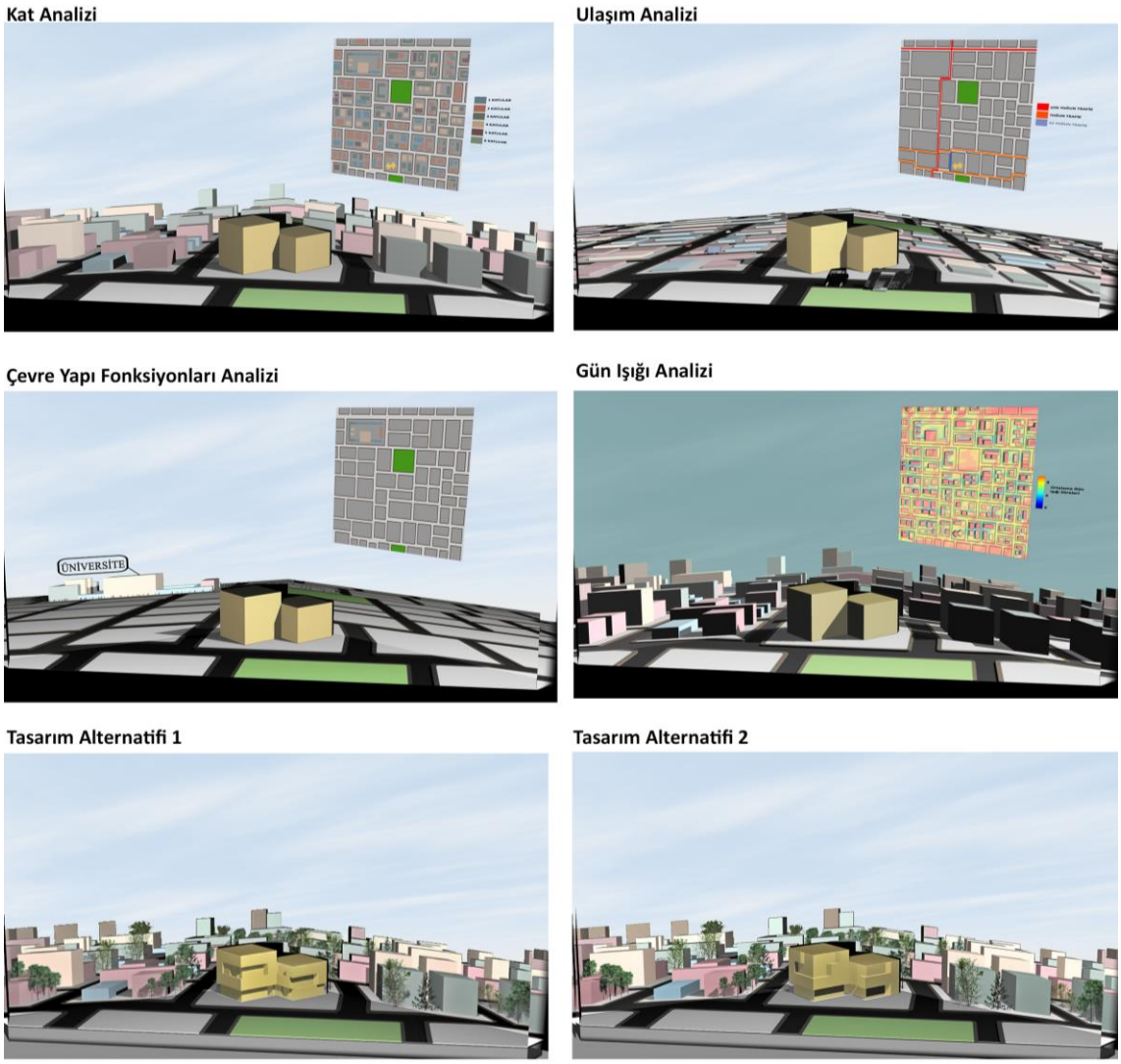
Sanal nesnelerin modellenmesi ve bu sanal nesnelerin animasyon hareketlerinin hazırlanmasından sonra, Şekil 4.5'te ifade edilen işlemler 3ds Max programı içerisinde tüm animasyonlar için gerçekleştirilmiştir. Görüntüler 3Ds Max ortamında oluşturup işlendikten sonra Adobe After Effects programına aktarılmıştır. After Effects programı hareketli grafiklerin oluşturulabildiği ve görsel efektlerin uygulanabildiği bir yazılımdır (Şekil 4.8).



Şekil 4. 8 Adobe After Effects programı arayüzü

Bu yazılım içerisine aktarılan hareketli görüntülerin çeşitli renk düzeltmeleri ve görüntü eklemeleri yapılmıştır. Bu işlemlerin sonrasında After Effects programına, AutoCAD' ten Adobe Illustrator programına aktarılıp renklendirme yapılmış vaziyet planı eklenmiş ve bu plan 3 boyutlu görüntülerle eş zamanlı bir biçimde hareket edecek şekilde düzenlenmiştir. 3 boyutlu görüntülere eklenen plan animasyonları ve gerekli yazımsal açıklamalarla birden çok dijital temsil aracı bir arada kullanılmıştır. Üretilen bu dijital temsiller ve sonrasında bu sanal görünlerin maketle bütünleşmesi durumu, Projeksiyon Kaplama tekniğini simgesel, analitik ve sembolik temsillerin bir arada kullanıldığı bir temsil ortamına dönüşmüştür.

Şekil 4.9'da After Effects programında oluşturulmuş animasyonların kareleri gösterilmiştir.



Şekil 4. 9 After Effects programında düzenlemeleri yapılmış animasyon kareleri

4.4 Yansıtım Düzenleyici Yazılım ile Yansıtımın Gerçekleştirilmesi

İşlenen ve tüm düzenlemeleri gerçekleştirilen görüntülerin yansıtımının yapılabilmesi için yansıtım düzenleyici yazılımlara ihtiyaç duyulur. Çünkü yansıtımı gerçekleştirecek kişinin yansıtım için belirlenen yüzeylerin hangi kısımlarında görüntü yansıtılacağını düzenlemesi ve gerçek nesnelerle bu sanal görüntüleri bütünleştirmesi gerekir. Bu programlar aracılığıyla yansıtım öncesinde görüntüler gerçek yüzeye **kaplama (mapping)** ve ardından **maskeleme (masking)** işlemleri gerçekleştirilir. Maskeleme işlemi projektörün görüntüyü belirli-sabit bir oranda yansıtması fakat fiziki nesnelerin

boyutları bu sabit orandan farklı olduğunda kullanılır. Maskeleme işlemi ile gerçek yüzeyde görüntü oluşmak istenmeyen yerler siyah renge boyanır.

Bu çalışma kapsamında, bu alanda yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan MadMapper yazılımı pratikliği nedeniyle tercih edilmiştir. Bu çalışmayı yapan kişi tarafından yazılımın tercih edilmesinin bir diğer nedeni de, tezin bir sonraki bölümünde ele alınan etkileşimi sağlayacak ekipman desteğinin bu program içerisinde bulunmasıdır. Şekil 4.10'da MadMapper yazılımının ara yüzü ve gerçekleştirilen işlemler gösterilmiştir.



Şekil 4. 10 Kaplama ve maskeleme işlemlerinin uygulanması

4.5 İzleyicinin Sistem ile Etkileşim Kurması

İzleyicinin sistem ile etkileşimi, tez kapsamında yapılan uygulamalarda kızılötesi algılayıcı kameraya sahip Leap Motion™ ekipmanıyla sağlanmıştır. Leap Motion, bilgisayardaki fare kullanımının yerini alan, el teması veya dokunma gerektirmeden çeşitli temsil ortamlarını kontrol etmemizi sağlayan bir kontrol algılayıcı sensördür (Şekil 4.11).

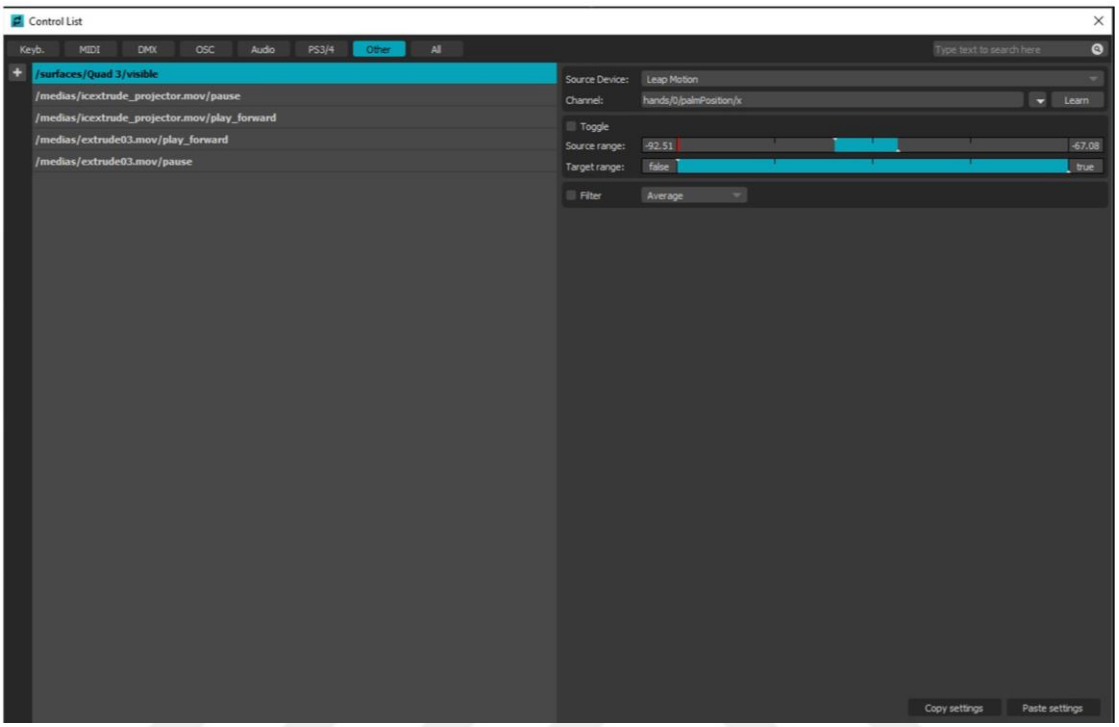
Çalışmada bu ekipmanın kullanımıyla izleyici yüzeylere yansıtılan görüntüyü, önceden tanımlanmış serbest el hareketleriyle müdahale ederek yansıtım yüzeyindeki sanal görüntüyü istediği zaman değiştirebilmiştir. Kurulan bu etkileşimle izleyici temsil ortamını deneyimleyen kişiye dönüşmüştür.



Şekil 4. 11 Leap Motion kontrol sensörü

Bu çalışma kapsamında etkileşimin Leap Motion kontrol algılayıcıyla kurulmasının nedeni MadMapper yazılımı içerisinde bu ekipmanı destekleyen bir yazılım bölümünün bulunması ve yansıtılan görüntülerle izleyici etkileşiminin sağlanması için el hareketlerinin nasıl tanımlanabileceğinin bu bölüm içerisinde önceden ifade edilmiş olmasıdır. Diğer ekipmanlara göre Leap Motion- MadMapper uyumu iyi seviyede ve kullanımı oldukça pratiktik olduğu yöntem araştırma sürecinde belirlenmiştir.

Şekil 4.12'de MadMapper içerisinde Leap Motion kontrolünün tanımlanabildiği yazılım bölümü gösterilmiştir.



Şekil 4. 12 MadMapper içerisinde Leap Motion kontrolü

Uygulamanın bu son evresinin tamamlanmasıyla deneyimlenebilen bir temsil ortamı ortaya konmuş, sistemi deneyimleyen kişi iki animasyon arasında önceden tanımlanmış dokunma gerektirmeyen el hareketleri ile geçiş yapabilmiştir.

Yöntemleri ortaya konmuş ve süreci tasarlanmış olan bu temsil ortamıyla tasarım alternatifleri ve tasarlanan yapıyla ilgili çeşitli analizler aynı temsil ortamında bir araya gelmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4. 13 Sanal görüntü- izleyici etkileşimi

4.6 Bölüm Sonucu

Yöntemleri belirlenip bu yöntemler doğrultusunda tasarlanan ve ortaya konan bu uygulama, Etkileşimli 3B Projeksiyon Kaplama tekniğinin bir temsil ortamı olarak mimarlık içerisinde kullanımı adına çeşitli potansiyelleri barındırdığını göstermektedir. Yapılan bu uygulamaların gösterdiği ve tekniğin sahip olduğu en önemli potansiyeller:

- 3 boyut etkisinin izleyiciye aktarımı
- Bu tekniğin özünde olan süre ve hareket kavramlarıyla geleneksel üretim ortamları içerisinde sıklıkla kullanılan simgesel, analitik ve sembolik temsil türlerinin bütünleşmesi
- Sistem ile izleyici etkileşiminin sağlanmasıyla üretilen tüm içeriğin gerçek ortam içerisinde deneyimlenen bir temsil türüne dönüşmesidir.

Yapılan uygulamada, tezin daha önceki bölümlerinde bahsedilen PK tekniğinin sistematize edilen uygulama süreci bilgisiyle hareket edilmiştir. Uygulama sürecinin başında projektörü, izleyici ve yüzeyin birbirlerine olan uzaklık bilgileri sayısal ortama doğru aktarılamadığından uygulamada hata oluşmuştur. Oluşan bu hata tezin 3.4.2 bölümünde ele alınan fiziki bileşenlerin uygulamaya başlarken ne kadar önemli olduğunu ve tüm uygulama sürecini etkilediğini göstermiştir.

Uygulama sürecinde fark edilen diğer bir önemli durum da malzemenin renk ve yansıtma faktörü bilgisidir. Uygulamanın başında panolarla dik kesişen yatay yüzeyin oluşturulmasında yansıtma çarpanı yüksek bir malzeme kullanılmış fakat bu malzeme projektörden gelen ışığı oldukça şiddetli yansıttığından mat bir malzeme ile değiştirilmiştir.

Tüm uygulama süreci göstermiştir ki; Projeksiyon Kaplama tekniğinin mimarlıkta yüzey boyama etkisinin yanında sunduğu 3 boyut etkisi ile beraber kullanılabilmesi ve bu kullanıma etkileşim durumunun da eklenebilmesi, tekniğin gelecek çalışmalarda kullanılabilmesi adına gerekli olanakları sunmaktadır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında mimarlıkta temsillerin sunumu için Projeksiyon Kaplama tekniğinin kullanım sürecinin nasıl olacağı ve etkileşimli bir temsil ortamı haline getirilme durumu incelenmiş ve tez kapsamında yapılan uygulamayla örneklendirilmiştir.

Mimarlık içerisinde bu alanda yapılan çalışmalarda sıklıkla kullanılan ve bu tez içerisinde tanımı yapılmış yüzey boyama tekniğinin kullanımının yanında, izleyicide 3 boyut algısı oluşturma durumu ve bir etkileşim aracıyla kullanımın bir bütün olarak ele alınmasıyla tekniğinin olanaklarının geliştirilme durumu vurgulanmıştır.

Günümüzde mimarlık içerisinde geleneksel temsil türlerinde genellikle ele alınamayan **süre** ve **hareket** kavramları, **deneyimsel ve uygulama ağırlıklı olan** bu alan için bir eksiklik olarak düşünülebilir. Mimarlık içerisinde çoklu ortam türlerinin kullanılmasının yanında bu türlerin geliştirilmesi; mimarlık pratiğinin gelişimine, çalışma süreçlerinin değişimine ve bu süreçlerin verimliliğine yansımaktadır.

Simgesel, analitik ve sembolik temsillerin bilgisayar destekli olarak pratik bir biçimde üretilebilme gücünün ve Arttırılmış Gerçeklik ortamında temsil sunumunun bir parçası olan Projeksiyon Kaplama tekniği, sanal olan ile gerçek mekânı fiziksel ve uzamsal bir biçimde bütünleştirebilme kabiliyetine sahip olduğu bu tez kapsamında ele alınan yöntemle yeniden vurgulanmıştır.

Bu vurgulamanın yanı sıra bu tekniği tezde ele alınan tekniğin bileşenleri ve uygulama evreleri doğrultusunda izleyicide 3 boyut algısı oluşturacak biçimde kullanmanın, yine

tezde ele alanın ve incelemeleri yapılan mimarlık alanı içerisindeki bu alanda yapılmış çalışmaları ileri bir seviyeye taşıdığı görülmüştür.

Tekniğin sahip olduğu bu olanaklar doğrultusunda, PK tekniğini bir etkileşim aracıyla beraber kullanmak mimarlık içerisinde temsil edilenle temsilin kendisinin veya temsille başka bir temsilin bir arada kullanılmasını sağlamaktadır. PK tekniği uygulamalarındaki temsil ortamı, mimarlıkta kullanılan geleneksel temsil türleri olan eskiz, ölçekli maket gibi araçlar ile bütünleşebilme potansiyeline; hatta yansıtımın gerçekleştirildiği mekânda, mekânın dönüşümü ve yeniden yorumlanması gücüne sahiptir.

Tekniğin uygulanmasında yapılan yansıtım ile izleyicinin etkileşim kurması, süre ve hareket kavramlarıyla iç içe olan bu temsil ortamını zenginleştirmekte ve bir deneyimleme biçimini kullanıcısına sunmaktadır. Bu durum mimarlığın deneyime dayalı ve uygulamalı bir alan olma biçimini de olumlu yönde etkilemektedir.

Ayrıca tasarım sürecinde oluşturulan tasarım alternatifleri ve analizlerinin, mimari tasarım sunumlarındaki genel süreçlerde birbirinden ayrı temsil türleriyle ele alınma biçimi, PK tekniğinin sağladığı temsil ortamında etkileşimin ve hareket kavramının bir arada bulunabilmesiyle tek bir ortam içerisinde bütünlüklü ve birbirleriyle ilişkili biçimde sunulabilmektedir.

Bu teknik, profesyonel mimarlık üretim ve sunum alanı içerisinde kullanılabilecek bir ortam olmasının yanında; **süre, hareket, etkileşim ve tasarı geometri bilgisinin** kullanımı ve bunun aktarımına dair sağlayacağı yararlarla mimarlık eğitiminde de kullanım için güçlü bir potansiyele sahiptir. Bu tekniğin mimarlık eğitiminde kullanılması, analizlerin bütünleşik biçimde ele alınabilmesi için **teorik bilginin** edinilmesini ve irdelenmesini sağlarken; temsil ortamının oluşturulması için **uygulama bilgisinin** kazanılmasını sağlar.

Mimarlık alanı içerisinde bu tekniğin etkileşimle beraber kullanılması, bir öğrencinin tasarım problemlerini ve tasarlanan ürünü tek bir temsil ortamında bütünleşik olarak ele alabileceği bir temsil ortamına dönüştürür. Yapılan uygulamada bir tasarım alanının yakın çevresiyle ilgili kat, ulaşım, çevre yapıları fonksiyonu, gün ışığı analizleri ve tasarım alternatiflerinin 3 boyut algısıyla beraber ele alınması; mimarlık eğitim içerisinde öğrencinin bir tasarım problemi karşısında Projeksiyon Kaplama tekniğini

kullanma biçimi için bir örneklendirme oluşturmuştur. Analizlerin öğrenci tarafından süre ve hareket kavramlarının kullanılarak bu temsil ortamında bütünleşik bir biçimde sunulması, öğrencide teorik ve düşünsel bir alt yapının oluşturulması için oldukça öğreticidir.

Diğer bir taraftan bu temsil ortamının oluşturulması için uygulamayı yapacak kişinin birçok evrede farklı bilgisayar yazılımlarına hakim olması gerekmektedir. Ayrıca sanal nesneyi fiziksel mekanla bütünleştirmek, tezde daha önce de açıklanan çeşitli perspektif kurallarını gerektirmektedir. Bu nedenle Projeksiyon Kaplama tekniğini mimarlık eğitimi içerisinde kullanmak, öğrencinin perspektif-3 boyut ilişkisini kavraması gerekliliğinden tasarı geometri bilgisini; farklı bilgisayar yazılımlarını kullanımı ve bu yazılımların kullanım pratikliğini kazanması açısından da uygulama bilgisini edinmesi için faydalıdır.

Yapılan bu çalışmada bu çalışmayı yapan kişinin uygulama sürecinden edindiği deneyim doğrultusunda, Projeksiyon Kaplama tekniği diğer çoklu ortam araçlarının kullanımına göre sahip olduğu avantajların yanında çeşitli dezavantajlara da sahiptir.

Bu tekniğinin uygulanmasında doğru 3 boyut algısını tek bir izleyicinin bakış açısına odaklı sağlama durumu bu temsil ortamının dezavantajlarından bir tanesidir. Gözlemlenen bu ideal bakış açısı durumunun yarattığı dezavantaj tezi yazan kişi tarafından ileriki çalışmalarda ele alınması planlanan bir konudur.

Diğer bir dezavantaj ise; PK tekniğinin uygulama mekânının aydınlık düzeyinden oldukça etkileniyor olmasından dolayı her projektörün Ansi Lumen değerinin her uygulama mekânına uygun olmamasıdır.

Bunların yanı sıra yansıtım yapılan yüzeydeki malzemenin yansıtma çarpanına bağlı olarak görüntüleme kalitesinin değişmesi, Projeksiyon kaplama tekniğinin bir diğer dezavantajıdır.

Diğer bir önemli konu bu tez kapsamında denemeleri ve gerekli uygulamaları yapılmış olan dokunma gerektirmeyen el hareketleriyle 3 boyut algısının bir arada olduğu etkileşim türü, bu tekniğin mimarlık içerisinde kullanım potansiyeli açısından bir başlangıç olarak tezi yazan kişinin kabulüdür. Tez kapsamında yapılan uygulama ve gerekli incelemeler göstermiştir ki; simgesel, analitik ve sembolik temsillerin bir arada

kullanılabildiği ve bu temsillerin hareket durumuyla ele alınabildiği Projeksiyon Kaplama tekniği başka etkileşim türlerinin denenmesi açısından çeşitli potansiyellere sahiptir.

Tüm bunlar göstermektedir ki; Projeksiyon Kaplama tekniği diğer çoklu ortam temsil ortamlarına göre sahip olduğu avantajlar ve dezavantajlar doğrultusunda, mimarlıkta bir temsil ortamı olarak kullanım için gelişime açık bir temsil ortamıdır.

KAYNAKLAR

[1] Manovich, L., (2001). The Language of New Media, MIT Press, Cambridge.

[2] Zettl, H., (2011). Sight, Sound, Motion: Applied Media Aesthetics, 6. Edition, Cengage Learning, Boston.

[3] Azuma, R.T., (1997). "A Survey of Augmented Reality", Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6: 355-385.

[4] Bimber, O. ve Raskar, R., (2005). Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds, CRC Press, Wellesley.

[5] Kalay, Y.E., (2004). Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-aided design, MIT Press, Cambridge.

[6] Aydın, E., (2012). Üç Boyutlu Sanal Gerçeklik Ortamında Mimari Mekan Temsilinin Geliştirilmesi: Temel Anlam ve Yan Anlam Yaratma, Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[7] Goodman, N., (1968). Languages of art: An Approach to a Theory of Symbols, Hackett Publishing, Kansas.

[8] Laseau, P., (2001). Graphic Thinking for Architects and Designers, 3. Editon, John Wiley & Sons, New York.

[9] Smeltzer, I.G.T. Walther Roelen, P. ve Wagter, H., (1991). "Design Model Image Presentation", 9th ECAADE Conference, Munich.

[10] Aydin, E.D. Tong, T. ve Pusat, S.E., (2006). "Computer Aided Photo-Real Modeling: Art or What?", Proceedings of International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualisation, 26-28 July 2006, Sydney, 414-422.

[11] Cross, N. ve Roy, R., (1989). Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, 3. Editon, John Wiley & Sons, New York.

[12] Vasari, G., (2008). The Lives of The Artists, Oxford University Press, Oxford.

[13] Dunn, N., (2014). Architectural Modelmaking, Laurence King Publishing Ltd, City Road.

[14] Kaçmaz, G., (1996). Architecture and Cinema: A Relation of Representation Based on Cinema, Master Thesis, Middle East Technical University Natural and Applied Sciences, Ankara.

[15] Dourish, P., (2004). Where The Action is: The Foundations of Embodied Interaction: MIT Press, Cambridge.

[16] Woodbury, R.F., (1986). “Strategies for interactive design systems”, 11-36, Derleyen: Kalay, Y.E., (1986). Computability of Design, John Wiley & Sons, New York.

[17] Schmalstieg, D. ve Hollerer, T., (2016). Augmented Reality: Principles and Practice, Addison-Wesley Professional, Boston.

[18] Bimber, O. ve Fröhlich, B., (2002). "Occlusion Shadows: Using Projected Light to Generate Realistic Occlusion Effects for View-dependent Optical See-through Displays", Proceedings of 1st International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 30 September – 1 October 2002, Darmstadt, 186.

[19] Koymen, E., (2014). Mimari Ön Tasarım Sürecinde Eskizleri Gerçek Zamanlı 3B Modelleyen, Arttırılmış Gerçeklik Destekli Bir Yazılım Denemesi: "SKETCHAR", Doktora Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[20] Dalsgaard, P. ve Halskov, K., (2011). "3D Projection on Physical Objects: Design Insights from Five Real Life Cases", Proceedings of The SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 07–12 May 2011, Vancouver, 1041-1050.

[21] Mon-Williams, M. Wann, J. ve Rushton, S., (1995). "Design Factors in Stereoscopic Virtual-reality Displays", Journal of the Society for information Display, 3 (4): 207-210.

[22] Cobb, S.V. Nichols, S. Ramsey, A. ve Wilson, J.R., (1999). "Virtual Reality-induced Symptoms and Effects (VRISE)", Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 8(2): 169-186.

[23] Lantz, E., (1996). "The Future of Virtual Reality: Head Mounted Displays Versus Spatially Immersive Displays", Proceedings of 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 04–09 August 1996, New Orleans, 485-486.

[24] Wiberg, M., (2015). "Interaction Design Meets Architectural Thinking", Interactions, 22(2): 60-63.

[25] Dalton, S. Schnädelbach, H. Varoudis, T. ve Wiberg, M., (2016). "Architects of Information", Interactions, 23(4): 62-64.

[26] Karray, F. Alemzadeh, M. Saleh, J.A. ve Arab, M.N., (2008). "Human-computer interaction: Overview on State of The Art", International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, 1(1): 137-159.

[27] Atiker, B., (2010). "Yerleştirme Sanatında Yansıtım Hizalama ile Artırılmış Gerçeklik Tasarımları", Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4(1):99-121.

[28] Alpay, Ç., (2015). Uzamsal Artırılmış Gerçeklik Yerleştirmesi ve Bir Video Projeksiyon Eşlemesi, Sanatta Yeterlilik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.

[29] Dourley, E. ve Jefferys, L., (2007), The Evolution of Projection Technology, http://www.projectorcentral.com/projectors-evolution.htm, 18 Mart 2018.

[30] Amen, G. ve Gill, B., (2007), Skyjector, https://www.newyorker.com/magazine/1960/03/12/skyjector, 10 Mart 2018.

[31] Marples, G., (2004), The History of Projectors – The Battle for Brightness, http://www.historiccamera.com/cgi-bin/librarium/pm.cgi?action=display&login=projector_history, 13 Mart 2018.

[32] Mine, M.R. van Baar, J. Grundhofer, A. Rose, D. ve Yang, B., (2012). "Projection-Based Augmented Reality in Disney Theme Parks", Computer, 45(7): 32-40.

[33] Naimark, M., (2005), Displacements 1980-84, http://www.naimark.net/projects/displacements.html, 13 Mart 2018.

[34] Cruz-Neira, C. Sandin, D.J. ve DeFanti, T.A., (1993). "Surround-Screen Projection-based Virtual Reality: The Design and Implementation of The CAVE", Proceedings of 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 02-06 August 1993, Anaheim, 135-142.

[35] Underkoffler, J. ve Ishii, H., (1999). "Urp: A Luminous-tangible Workbench for Urban Planning and Design", Proceedings of SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems, 15-20 May 1999, Pittsburgh, 386-393.

[36] Raskar, R. Welch, G. Cutts, M. Lake, A. Stesin, L. ve Fuchs, H., (1998). " The Office of the Future: A Unified Approach to Image-Based Modeling and Spatially Immersive Displays ", Proceedings of 25th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 19-24 July 1998, Orlando, 179-188.

[37] Bimber, O. Coriand, F. Kleppe, A. Bruns, E. Zollmann, S. ve Langlotz, T., (2006). "Superimposing Pictorial Artwork with Projected Imagery", 33th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, 1-3 August 2006, Boston.

[38] Raskar, R. ve Low, K.-L., (2001). "Interacting with Spatially Augmented Reality", Proceedings of 1st International Conference on Computer Graphics, Virtual reality and Visualisation, 05-07 November 2001, Camps Bay, 101-108.

[39] Kim, S.C. ve Kim, E.S., (2006). "A Novel Configuration of LCD Projectors for Efficient Orthogonal Polarization of Two Projected Views", Optics Communications, 266: 55-66.

[40] Thomas, J.B., (2009). Colorimetric Characterization of Displays and Multi-display Systems, PHD Thesis, Université de Bourgogne Science and Technologies of Information and Communication, Bourgogne.

[41] McCann, C., (2004), The 3 types of Projector explained: LCD, DLP, CRT, https://forums.afterdawn.com/threads/the-3-types-of-projector-explained-lcd-dlp-crt.291323/, 16 Mart 2018.

[42] Wright, S., (2008). Compositing Visual Effects: Essentials for The Aspiring Artist, Focal Press, Oxford.

[43] Basballe, D.A. ve Halskov, K., (2010). "Projections on Museum Exhibits: Engaging Visitors in the Museum Setting", Proceedings of 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, 22-26 November 2010, Brisbane, 80-87.

[44] Halskov, K. Johansen, S.L. ve Bach, M., (2014). "3-D Projection Installations—Three Design Strategies for a New Medium", Digital Creativity, 25: 283-294.

[45] Wyld, M., (1998). "The Restoration History of Holbein's" Ambassadors"", National Gallery Technical Bulletin, 19: 4-25.

[46] Nagase, M. Iwai, D. ve Sato, K., (2011). "Dynamic Defocus and Occlusion Compensation of Projected Imagery by Model-based Optimal Projector Selection in Multi-projection Environment", Virtual Reality, 15 (2-3): 119-132.

[47] Audet, S. ve Cooperstock, J.R., (2007). " Shadow Removal in Front Projection Environments Using Object Tracking ", Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, 17-22 June 2007, Minneapolis, 1-8.

[48] Goldstein, E.B. ve Brockmole, J., (2016). Sensation and Perception, Eighth Edition, Cengage Learning, Boston.

[49] Marner, M.R. Smith, R.T. Walsh, J.A. ve Thomas, B.H., (2014). "Spatial User Interfaces for Large-scale Projector-based Augmented Reality", IEEE Computer Graphics and Applications, 34(6): 74-82.

[50] Zhou, F. Duh, H.B.-L. ve Billinghurst, M., (2008). "Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A review of ten years of ISMAR", Proceedings of 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 15-18 September 2008, Cambridge, 193-202.

[51] Russek, M., FRACTOD, http://lustix.com/fractoid/, 23 Mart 2018.

[52] Zigelbaum, J. Browning, A. Leithinger, D. Bau, O. ve Ishii, H., (2010). "g-stalt: a chirocentric, spatiotemporal, and telekinetic gestural interface", Proceedings of Fourth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, 24–27 January 2010, Cambridge, 261-264.

[53] Brenine, R., (2016), Gesture controlling an interactive projection mapping, https://connect.unity.com/p/articles-gesture-controlling-an-interactive-projection-mapping, 23 Mart 2018.

[54] Dalsgaard, P. ve Halskov, K., (2010). " Designing Urban Media Façades: Cases and Challenges ", Proceedings of 28th International Conference on Human Factors in Computing Systems, 10-15 April 2010, Atlanta, 2277-2286.

[55] Ishii, H., (2008). "Tangible Bits: Beyond Pixels", Proceedings of 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction, 18–20 February 2008, Bonn, xv-xxv.

[56] Benko, H. Jota, R. ve Wilson, A., (2012). "MirageTable: freehand interaction on a projected augmented reality tabletop", Proceedings of The SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 05–10 May 2012, Austin, 199-208.

[57] Porter, S.R. Marner, M.R. Smith, R.T. Zucco, J. Thomas, B.H. ve Schumacher, P.C., (2010). "Spatial Augmented Reality for Interactive Rapid Prototyping", Proceedings of 20th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, 1-3 December 2010, Adelaide, 110-117.

[58] Krautsack, D., (2011), 3D Projection Mapping and its Impact on Media & Architecture in Contemporary and Future Urban Spaces, http://median.newmediacaucus.org/summer-2011-v-07-n-01-under-fire-3d-animation-pedagogy-3d-projection-mapping-and-its-impact-on-media-architecture-in-contemporary-and-future-urban-spaces, 25 Mart 2018.

[59] KURULTAY, A.B., (2012). "Dynamics of Viral Advertising", The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 2(2).

[60] Ahmed, S. U., Camerano, C., Fortuna, L., Frasca, M., ve Jaccheri, L., (2009). "Information technology and art: Concepts and state of the practice", 567-592; Derleyen: Furht, B. . (2009). Handbook of Multimedia for Digital Entertainment and Arts, Springer, New York.

[61] Berna, E., (2011). "A Video Projection Mapping Conceptual Design and Application: Yekpare", The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 1(1).

[62] Falck, H.W. ve Halskov, K., (2013). "Towards a Framework for Projection Installations", Proceedings of the 2nd ACM International Symposium on Pervasive Displays, 04–05 June 2013, Mountain View, 67-72.

[63] Ridel, B. Reuter, P. Laviole, J. Mellado, N. Couture, N. ve Granier, X., (2014). "The Revealing Flashlight: Interactive Spatial Augmented Reality for Detail Exploration of Cultural Heritage Artifacts", Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH), 7(2): 1-18.

[64] Lee, J. Kim, Y. Heo, M.-H. Kim, D. ve Shin, B.-S., (2015). "Real-time Projection-based Augmented Reality System for Dynamic Objects in the Performing Arts", Symmetry, 7: 182-192.

[65] Chen, C.-T. ve Chang, T.-W., (2006). "1: 1 Spatially Augmented Reality Design Environment", 487-499; Derleyen: Leeuwen, J. P. ve Timmermans, H. J., (2006), Innovations in Design, Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning, Springer, New York.

[66] Narahara, T. ve Kobayashi, Y., (2015), "Crowd Mapper: Projection-based Interactive Pedestrian Agents for Collective Design in Architecture",

Proceedings of the 33rd eCAADe Conference, 16-18 September 2015, Vienna, 191-200.

[67] CAVI, Loop City, http://cavi.au.dk/research/loop-city/, 28 Nisan 2018.

[68] Bayazit, N., (1993). Designing: Design Knowledge: Design Research: Related Sciences, 121-136; Derleyen: de Vries, M. J., Cross, N., & Grant, D. P., (1993). Design Methodology and Relationships with Science, Springer, Dordrecht.

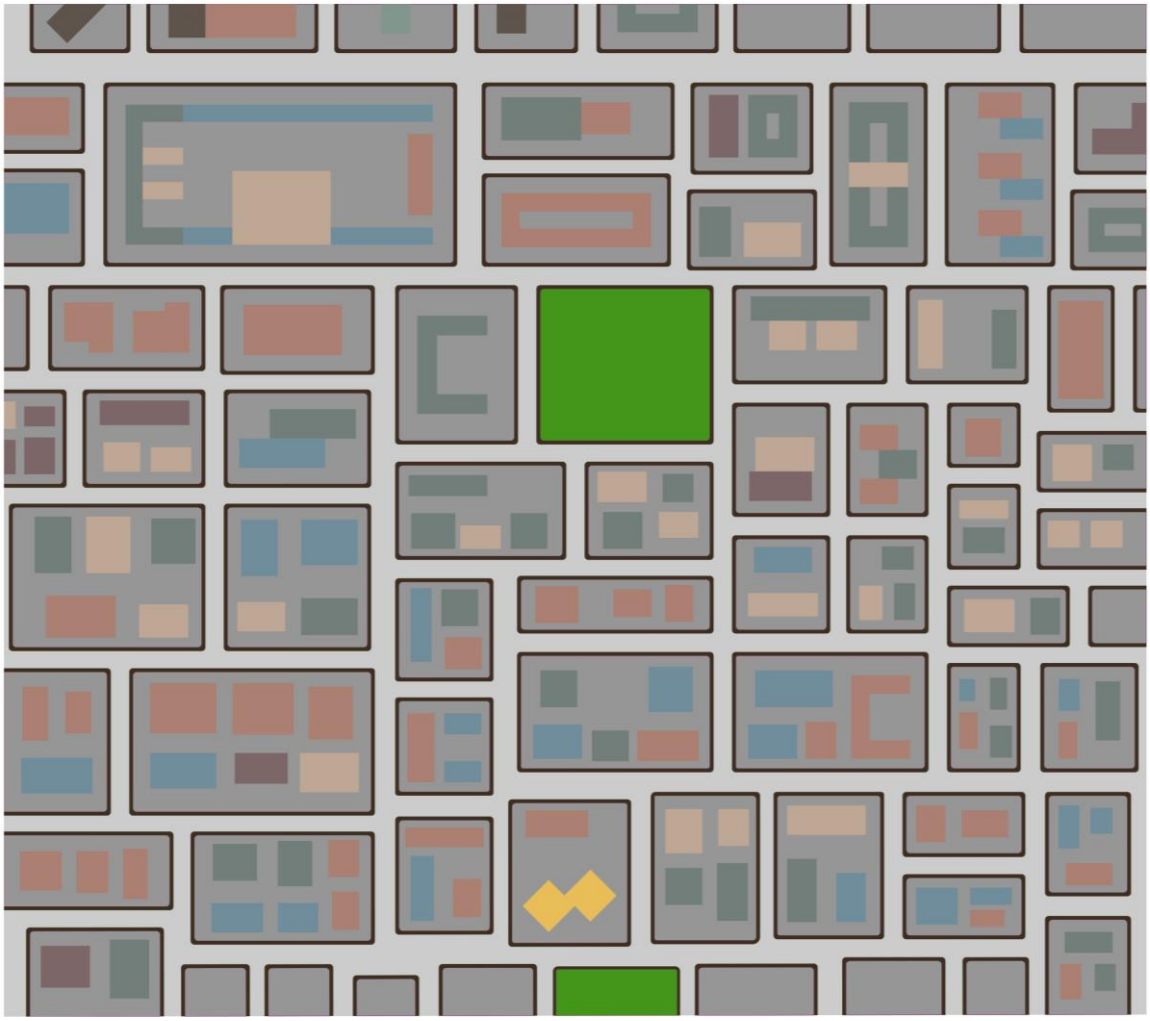
[69] Majkowski, B.R. ve Kalay, Y.E., (1986). "Computability of design", 349-357, Derleyen: Kalay, Y.E., (1986). Computability of Design, John Wiley & Sons, New York.

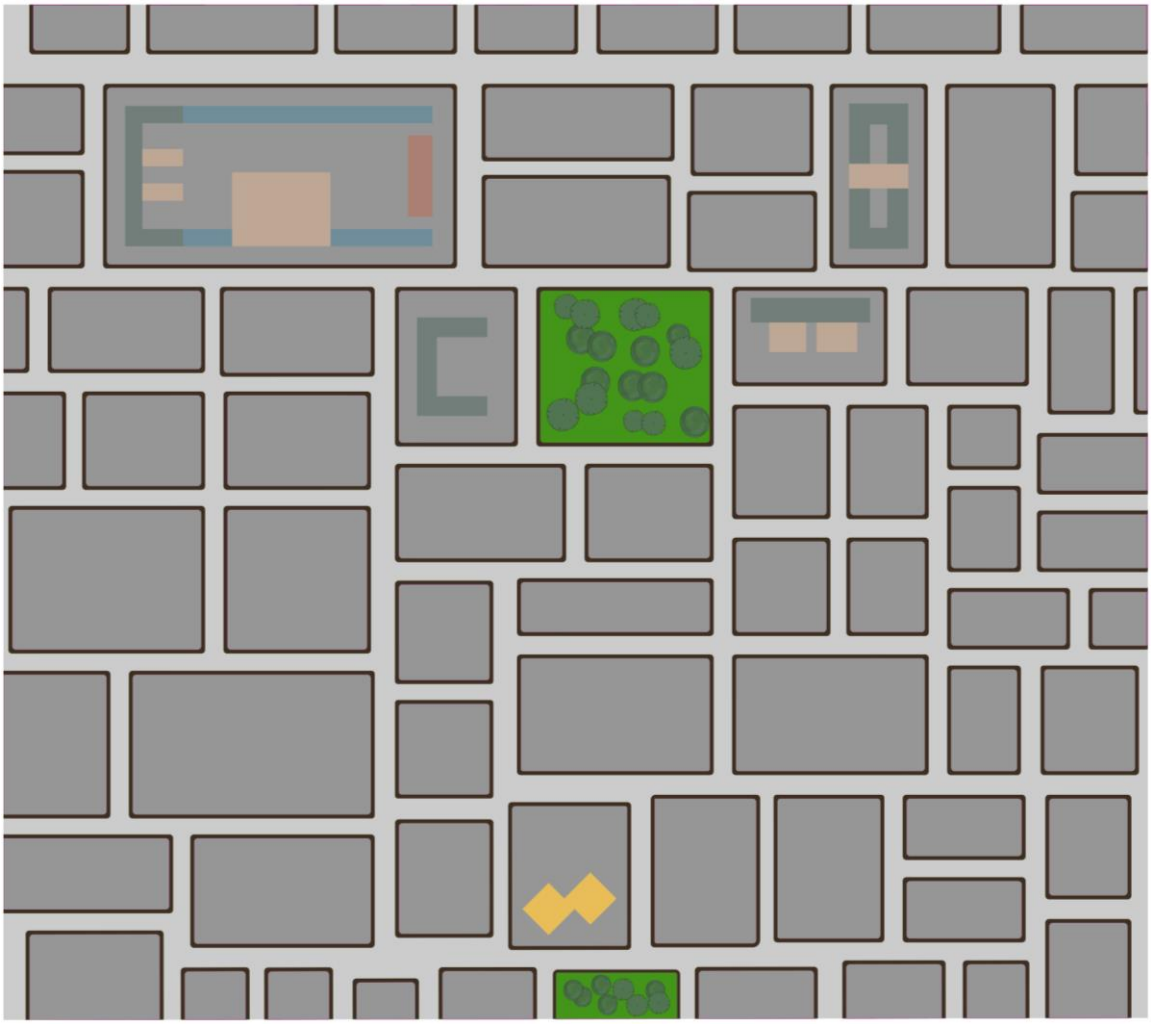
[70] Gregory, S.A., (2013). The Design Method, Springer, New York.

[71] Raskar, R. Welch, G. ve Chen, W.-C., (1999). "Table-top Spatially-Augmented Reality: Bringing Physical Models to Life with Projected Imagery", Proceedings of the 2nd IEEE and ACM International Workshop on Augmented Reality, 20 – 21 October 1999, San Francisco, 64-72.

EK-A

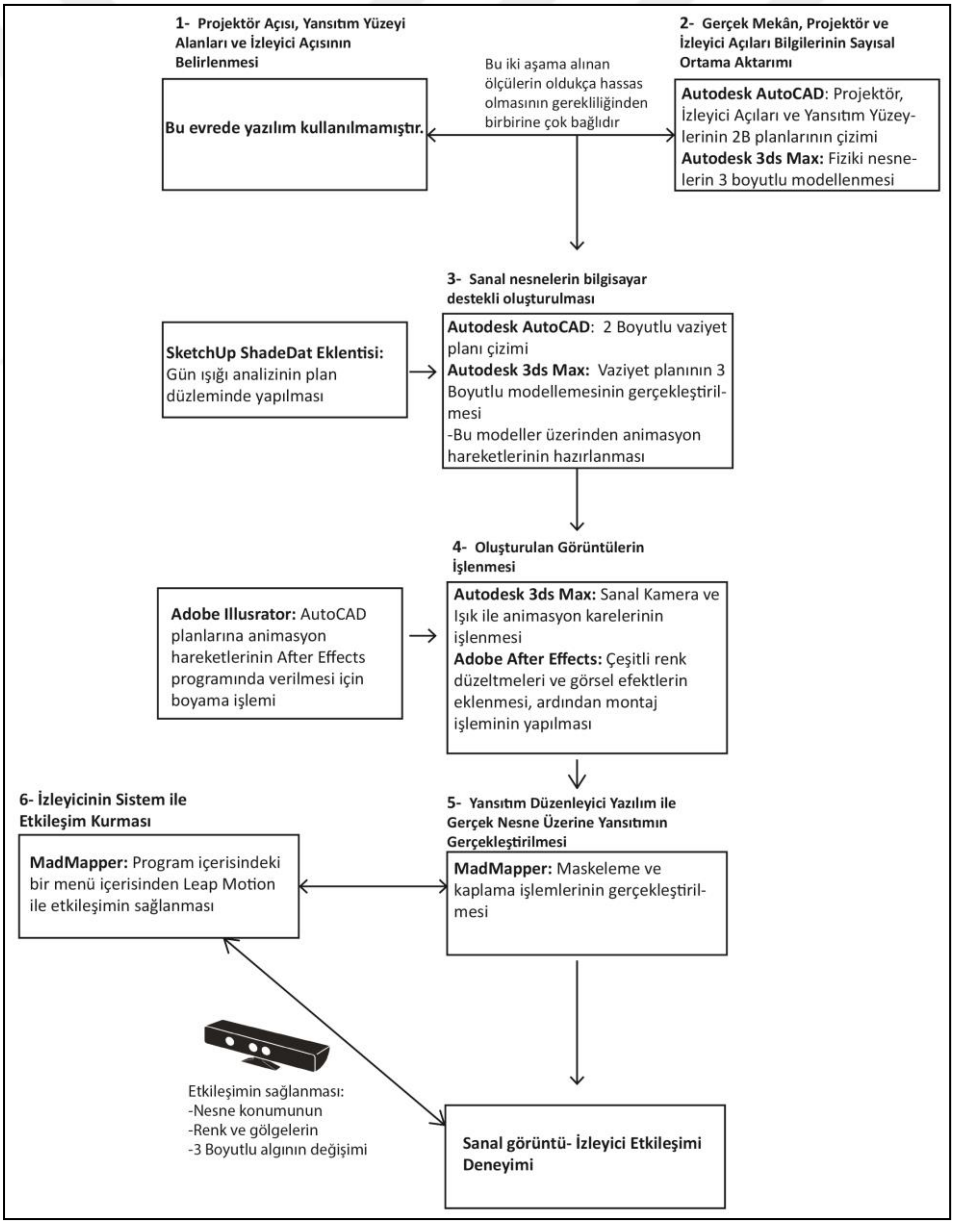
UYGULAMADA KULLANILAN PLANLAR





EK-B

UYGULAMA SÜRECİ EVRELERİNDE KULLANILAN YAZILIMLAR



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hasan TAŞTAN

Doğum Tarihi ve Yeri : 12.09.1990- Sivas

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : hasantastn@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	**Alan**	**Okul/Üniversite**	**Mezuniyet Yılı**
Lisans	Mimarlık	Yıldız Teknik Üniversitesi	2014
Lise	Sayısal	Edirne Süleyman Demirel Fen Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	**Firma/Kurum**	**Görevi**
2016	Müze Sergi İşleri Ltd. Şti.	Mimar/Proje Yöneticisi
2015	111 Mimarlık İnşaat Ltd. Şti.	Mimar/ Proje Yöneticisi
2014	Karaören Mimarlık İnşaat Ltd. Şti.	Mimar

YAYINLARI

Bildiri

1. Taştan, H. ve Tong, T., (2018). “New Ways of Design Presentation: Interactive Projection Mapping as a Presentation Tool in Architectural Design Process”, MEDIATED CITY IV. Congress, 12-13 April 2018, Istanbul.

Proje

1. Merzifon Belediyesi İş ve Yaşam Merkezi Mimari Projesi
2. Efeler Belediyesi Hizmet Binası Mimari Projesi
3. Caferağa Spor Ve Kültür Merkezi Ulusal Mimari Projesi
4. Varna Kütüphanesi Mimari Projesi
5. Çanakkale Savaşı Araştırma Merkezi Mimari Projesi

ÖDÜLLERİ

1. Caferağa Spor Ve Kültür Merkezi Ulusal Mimari Proje Yarışması- Mansiyon Ödülü
2. Varna Kütüphanesi Uluslararası Mimari Proje Yarışması- Proje Seçkisi
3. Adana Ticaret Odası Ulusal Mimari Proje Yarışması - Mansiyon Ödülü- (M. Zafer Akdermir ile)
4. Kastamonu Taşköprü Cezaevi Dönüşümü Projesi Öğrenci Yarışması- Mansiyon Ödülü