

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARLIK EĞİTİMİNDE MAKETİN ETKİN KULLANIMI İÇİN
ETKİLEŞİMLİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN İRDELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Gürkan ÖZENEN**

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

TEMMUZ 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARLIK EĞİTİMİNDE MAKETİN ETKİN KULLANIMI İÇİN
ETKİLEŞİMLİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN İRDELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Gürkan ÖZENEN**

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sinan Mert ŞENER

TEMMUZ 2016

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MİMARLIK EĞİTİMİNDE MAKETİN ETKİN KULLANIMI İÇİN
ETKİLEŞİMLİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN İRDELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ
Gürkan ÖZENEN
(523072007)**

Bilişim Anabilim Dalı

Mimari Tasarımda Bilişim Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sinan Mert ŞENER

TEMMUZ 2016

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 523072007 numaralı Doktora Öğrencisi Gürkan ÖZENEN ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MİMARLIK EĞİTİMİNDE MAKETİN ETKİN KULLANIMI İÇİN ETKİLEŞİMLİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN İRDELENMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Sinan Mert ŞENER**

Istanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ**

Istanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi

Prof. Dr. Şebnem YALINAY ÇİNİCİ

Istanbul Bilgi Üniversitesi

Doç. Dr. Yüksel DEMİR

Istanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 23 Haziran 2016

Savunma Tarihi : 25 Temmuz 2016





ELA'ma,



ÖNSÖZ

Kendisini tanıdığım günden bugüne kadar desteğini hep hissettiğim, daima çevresine olumlu bir enerji yayarak beni daha çok çalışmaya yönlendiren, birçok konuda pratik çalışma yöntemlerini bana öğreten İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Dekan'ı ve Öğretim Üyesi saygıdeğer danışmanım *Prof.Dr.Sinan Mert ŞENER*'e,

Beni daima güler yüzle karşılayan ve en yoğun zamanlarında bile vakit ayıran, çok sevgi, saygı duyduğum, olumsuz hiçbir eleştirisi olmayıp aksine her zaman akademik ve mesleki yönde gelişmem için beni yönlendiren, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlıkta Bilişim Anabilim Dalı Başkanımız ve Öğretim Üyesi saygıdeğer hocam *Prof.Dr.Gülen ÇAĞDAŞ*'a,

Tezimin tüm aşamalarında hem hocalık hem abilik yapan ve zor günlerinde dahi her daim yanımda olan, motivasyonumu artıran, sakin ve güven veren haliyle, kendisini örnek aldığım, birçok konuda fikrine başvurduğum akıl danışmanın, M.S.G.S.Ü Enformatik Bölümü Başkanı çok saygıdeğer hocam *Prof.Dr.Salih OFLUOĞLU*'na,

Doktora eğitimimin tez aşamasında tanıdığım ve tezimin son bölümünü tamamlamamda çok katkısı bulunan anlayışlı hocam İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Öğretim Üyesi saygıdeğer *Doç.Dr.Leman Figen GÜL*'e,

Sevgili eşim *Didem ÖZDEMİR ÖZENEN*'e ve canımdan çok sevdiğim birtanecik kızım *Ela ÖZENEN*'e tez çalışmam boyunca gösterdikleri tüm sabır ve anlayışları için,

ÇOK TEŞEKKÜR EDERİM.

Haziran 2016

Gürkan ÖZENEN



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	5
1.2 Yöntem.....	6
1.3 Bölüm Sonucu.....	8
2. MİMARİ TASARIM EĞİTİMİ	9
2.1 Bilişim Teknolojilerinin Mimarlık Eğitiminde Kullanımı.....	10
2.2 Uzaktan Eğitim.....	13
2.3 Bulut Bilişim Teknolojisi.....	15
2.3.1 Bulut bilişim kullanımı.....	15
2.3.2 Bulut bilişim kullanım amaçları ve örnekleri.....	16
2.3.3 Bulut bilişim hizmet modelleri.....	17
2.3.4 Bulut bilişim konumlandırma modelleri.....	17
2.3.5 Bulut bilişim avantajları.....	19
2.3.6 Bulut bilişim dezavantajları.....	20
2.3.7 Bulut bilişimin eğitim alanında kullanımı.....	21
2.4 Mimarlık Eğitiminde Görselleştirme.....	22
2.5 Geleneksel Görselleştirme Teknikleri.....	22
2.5.1 İki boyutlu çizimler.....	22
2.5.2 Üç boyutlu çizimler.....	23
2.5.3 Üç boyutlu fiziki maketler.....	23
2.6 Mimarlık Eğitiminde Maket Kullanımı.....	25
2.7 Bilgisayar Ortamında Görselleştirme Teknikleri.....	26
2.8 Bölüm Sonucu.....	27
3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK	29
3.1 Artırılmış Gerçeklik Tanımı ve Tarihçesi.....	29
3.2 Artırılmış Gerçeklik Uygulamaların Geleceği.....	34
3.3 Artırılmış Gerçeklik Uygulama Tipleri.....	36
3.4 Artırılmış Gerçeklikte Görüntüleme Yöntemleri.....	37
3.4.1 Artırılmış gerçeklik ekranları.....	39
3.4.2 Artırılmış gerçeklik veri girişi araçları.....	41
3.4.3 Artırılmış gerçeklik takip cihazları.....	41
3.4.4 Artırılmış gerçeklik için masaüstü sistemlerin kullanımı.....	42
3.4.5 Artırılmış gerçeklik için mobil sistemlerin kullanımı.....	42
3.5 Artırılmış Gerçeklik Arayüzleri.....	42

3.5.1 Dokunulabilir artırılmış gerçeklik arayüzleri.....	43
3.5.2 İşbirliği yapılan artırılmış gerçeklik arayüzleri.....	43
3.5.3 Melez artırılmış gerçeklik arayüzleri.....	44
3.5.4 Çok kipli artırılmış gerçeklik arayüzleri.....	44
3.6 Artırılmış Gerçeklik Sistemleri.....	45
3.7 Artırılmış Gerçeklik Avantajları.....	46
3.7.1 Keşfe teşvik.....	46
3.7.2 Stres yönetimi.....	46
3.7.3 Eğitimde uzmanlaşma.....	47
3.7.4 Tasarımda artırılmış gerçeklik kullanımı.....	47
3.8 Yeni Oyun Tasarımları.....	49
3.9 Artırılmış Gerçeklik Yazılımları.....	50
3.9.1 Layar.....	50
3.9.2 Metaio.....	50
3.9.3 AR-media™.....	50
3.10 Eğitim Alanında Artırılmış Gerçeklik.....	53
3.10.1 Eğitim alanında artırılmış gerçeklik kullanımının faydaları.....	56
3.11 Mimarlık Eğitimi Alanında Artırılmış Gerçeklik Kullanımı.....	57
3.12 Bölüm Sonucu.....	58
4. UYGULAMA.....	61
4.1 Gereçler.....	61
4.1.1 Yazılım.....	61
4.1.2 Bilgisayar.....	61
4.1.3 Akıllı video gözlüğü.....	62
4.2 Çalıştay Ortamının Oluşturulması.....	62
4.2.1 Birinci çalıştay.....	63
4.2.2 İkinci çalıştay.....	73
4.2.3 Üçüncü çalıştay.....	84
4.3 Anketinin Hazırlanması.....	89
4.4 Anketin Uygulanması.....	90
5. BULGULAR.....	91
5.1 Çalıştaylar Öncesi Uygulanan Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi..	91
5.2 Çalıştaylar Sonrası Uygulanan Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi..	106
5.3 Bölüm Sonucu.....	124
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	125
KAYNAKLAR.....	131
EKLER.....	143
ÖZGEÇMİŞ.....	161

KISALTMALAR

3D	:	3 boyutlu
AEC	:	Mimari mühendislik yapımı
AG	:	Artırılmış Gerçeklik
AR	:	Augmented Reality: Artırılmış gerçeklik
Ar-Ge	:	Araştırma-Geliştirme
Ark	:	Arkadaşları
ARPA	:	Advanced Research Projects Agency
ASAT	:	Architectural Scholastic Aptitude Test
ATM	:	Automated Teller Machine
BIM	:	Yapı bilgi sistemi
CAAD	:	Bilgisayar destekli mimari tasarım
CAD	:	Computer Aided Design: Bilgisayar destekli tasarım
CAM	:	Computer Aided Manufacturing: Bilgisayar destekli üretim
cm	:	Santimetre
CNC	:	Computer Numerical Control
CPU	:	Central Processing Unit
ECC	:	Elastic Compute Cloud
EHEA	:	Avrupa Yükseköğretim Alanı
ETS	:	Educational Testing Service
ftp	:	File Transfer Protocol
GB	:	GigaByte
GE	:	General Electric
GHz	:	Gigahertz
GPS	:	Küresel konumlandırma sistemi
gr	:	Gram
HDM	:	Head Mounted Display - Başa giyilebilen ekran
HDMI	:	High Definition Multimedia Interface
HVS	:	Human Vision System
Hz	:	Hertz
iOS	:	Iphone operating system
IaaS	:	Infrastructure as a Service
KARMA	:	Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance
m	:	Metre
m²	:	Metrekare
MIT	:	Massachusetts Institute of Technology
NASA	:	National Aeronautics and Space Administration
OpenGL	:	Open Graphics Library
OS X	:	Unix-based graphical interface operating systems
PaaS	:	Platform as a Service
PC	:	Personal Computer: Kişisel bilgisayar
PS3	:	Play Station3
PTAM	:	Parallel Tracking and Mapping

QR	:	Quick Respond
RAM	:	Random Access Memory
RFID	:	Radyo frekanslı etiketler
RPG	:	Role-Playing Game
SaaS	:	Software as a Service
SAR	:	Mekansal artırılmış gerçeklik (Spatial Augmented Reality)
SG	:	Sanal Gerçeklik
SLAM	:	Eş zamanlı konumlama ve haritalama
SSD	:	Solid State Drive
TL	:	Türk Lirası
TV	:	Televizyon
USB	:	Universal Serial Bus: Evrensel Seri Veriyolu
vb.	:	Ve bunun gibi
VW	:	Volkswagen
WUW	:	Wear Ur World
yy.	:	Yüzyıl



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 5.1: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların cinsiyet dağılımları.	93
Çizelge 5.2: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların öğrenim durumları.	94
Çizelge 5.3: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların sayısal tasarım araçları kullanımı sürelerinin çalıştaylar öncesi ankette değerlendirilmesi.	95
Çizelge 5.4: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların kullandıkları sayısal tasarım araçlarının çalıştaylar öncesi ankette değerlendirilmesi.	96
Çizelge 5.5: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların kullandıkları sayısal tasarım aracını tercih etme nedenlerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	98
Çizelge 5.6: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların daha önce sarmal teknolojisini kullanıp kullanmadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	99
Çizelge 5.7: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari tasarım süreci veya teslimi için maket yapıp yapmadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	100
Çizelge 5.8: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari maketi, tasarım süreci ile birlikte geliştirip geliştirmediklerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	101
Çizelge 5.9: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari maket için ne kadar süre harcadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	103
Çizelge 5.10: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların her bir mimari maket için ne kadarlık bütçe ayırdıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	104
Çizelge 5.11: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların aktif olarak kullanılmayan mimari maketlerini muhafaza edip etmediklerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.	105
Çizelge 5.12: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların önceden hazırlanmış üç boyutlu modelin olmasının, tasarım süreçlerinde kolaylık sağlayıp sağlamadığı görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi. ...	107
Çizelge 5.13: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların sistem içinde görüntülenen artırılmış gerçeklik modelinin gerçekçi olması görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	108
Çizelge 5.14: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile sözlü iletişim kurabildikleri görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	109
Çizelge 5.15: Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile kesintisiz ve engelsiz iletişim kurabildikleri görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	110

Çizelge 5.16:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik simülasyonu ile gerçek ortam etkileşiminin zorlayıcı olduğu görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	112
Çizelge 5.17:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların gerçek ve sanal nesnelere kolay bir şekilde ayırt edilebildiği görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	113
Çizelge 5.18:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların başa giyilebilir görüntüleme cihazının çevrelerini algılamada engel olup olmadığının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	114
Çizelge 5.19:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların tablet ve/veya akıllı telefon ile artırılmış gerçeklik ortamındaki nesnelere kolayca yönetip yönetmediklerinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	115
Çizelge 5.20:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların tasarım süresi boyunca aktif bir katılım sağlayıp sağlayamadıklarının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	117
Çizelge 5.21:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamında model üretme deneyimini beğenip beğenmediklerinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	118
Çizelge 5.22:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik kullanımı sırasında, tasarımlarına odaklanıp odaklanamadıklarının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	119
Çizelge 5.23:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamı dışında gelişen olaylar ve seslerin dikkatlerini dağıtıp dağıtmadığının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	120
Çizelge 5.24:	Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik uygulaması ile model üretiminin, tahmin ettikleri süreden önce bitip bitmediğinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.	122

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 : Artırılmış gerçeklik görüntüleme prosedürü şeması.	7
Şekil 2.1 : Artırılmış gerçeklik çalışmayı çalışma kurgusu grafiği.	8
Şekil 3.1 : Milgram'ın harmanlanmış gerçeklik sürekliliği.	29
Şekil 3.2 : Başa giyebilen ilk şeffaf optikli görüntüleme cihazı.	32
Şekil 3.3 : KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance).	33
Şekil 3.4 : VW Toureg yapı iskeletinin araç üzerine yansıtılması	40
Şekil 4.1 : AR-media™ akıllı video gözlüğü.	62
Şekil 4.2 : Golden Gate Köprüsü'nün üç boyutlu referans dosyası.	64
Şekil 4.3 : Veri dosyalarının üç boyutlu modeller için referans olarak kullanılması.	65
Şekil 4.4 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 1.örnek.	65
Şekil 4.5 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 2.örnek.	66
Şekil 4.6 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 3.örnek.	67
Şekil 4.7 : Üç boyutlu modellerin görsel gerçekleştirme aşaması.	68
Şekil 4.8 : Artırılmış gerçeklik ortamında alınan kesit görüntüsü.	69
Şekil 4.9 : Artırılmış gerçeklik ortamı, referans fiziksel nesnelere ve akıllı cep telefonu.	69
Şekil 4.10 : AR-media™ arayüzü, üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik modeline dönüştürülmesi.	70
Şekil 4.11 : Üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik ortamında fiziki maketlerle birlikte kullanılması, 1.örnek.	70
Şekil 4.12 : Üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik ortamında fiziki maketlerle birlikte kullanılması, 2.örnek.	71
Şekil 4.13 : Artırılmış gerçeklikteki üç boyutlu modellerin akıllı telefonda ekran görüntüsü.	71
Şekil 4.14 : Grupların tüm projeleri tek bir artırılmış gerçeklik ortamında birleştirilmiş görüntüsü.	72
Şekil 4.15 : Grupların tüm projeleri tek bir 3ds Max® dosyasında toplanıp malzeme ataması yapılması sonrası ekran görüntüsü.	72
Şekil 4.16 : Görsel gerçekleştirme tamamlanmış çalıştay sonucu elde edilen görüntü.	73
Şekil 4.17 : Proje tasarımı için hazırlanan üç boyutlu çalışma alanı.	75
Şekil 4.18 : Çalıştay öğrenci eskizlerinden örnekler.	76
Şekil 4.19 : Çalıştayın 1. gününde oluşturulan çalışmalar; a) 1. öneri, b) 2. öneri, c) 3. öneri.	77

Şekil 4.20 :	Çalıştayın 2. gününde oluşturulan çalışmalar; a) 1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.	78
Şekil 4.21 :	Çalıştayın 3. gününde oluşturulan çalışmalar; a) 1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.	79
Şekil 4.22 :	Çalıştayın 4. gününde oluşturulan çalışmalar; a) 1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.	80
Şekil 4.23 :	Çalıştayın 5. gününde oluşturulan çalışmalar; a) 1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.	81
Şekil 4.24 :	Üç boyutlu model üzerinde çatı izi önerisi.	82
Şekil 4.25 :	Çalıştay süresince revize edilen üç boyutlu modeller.	82
Şekil 4.26 :	AR-media™ mobil uygulama ile artırılmış gerçeklik nesnesinin mobil cihazda görüntülenmesi ve tashih örneği.	83
Şekil 4.27 :	Üç boyutlu baskı makinesi ile çalıştay modelini basılması.	83
Şekil 4.28 :	Görsel gerçekleştirilmesi tamamlanmış çalıştay sonucu elde edilen görüntü.	84
Şekil 4.29 :	Artırılmış gerçeklik ortamında öğrencilerin eğimli arazide hazırladıkları kütle çalışmaları; a) 1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.	85
Şekil 4.30 :	Artırılmış gerçeklik ortamında öğrencilerin eğimli arazide hazırladıkları kütle çalışmaları; a) 4.öneri, b) 5.öneri, c) 5.önerinin kesit görünüşü.	86
Şekil 4.31 :	Öğrencilerin hazırladıkları projeleri artırılmış gerçeklik ortamında görüntülemeleri; a) 1.öğrenci projesi, b) 2.öğrenci projesi, c)3.öğrenci projesi.	87
Şekil 4.32 :	Öğrencilerin hazırladıkları projeleri artırılmış gerçeklik ortamında görüntülemeleri; a) karekod yerleşimi, b) artırılmış gerçeklik yerleşimi, üstten, c) artırılmış gerçeklik yerleşimi, açılı.	88
Şekil 4.33 :	Anket hazırlığı prensibi.	89
Şekil A.1 :	AR-media™ yazılımı video nesnesi oluşturma düğmeleri.	143
Şekil A.2 :	AR-media™ yazılımı video nesnesi oluşturma arayüz paneli.	143
Şekil A.3 :	AR-media™ yazılımı sesli nesne oluşturma arayüz paneli.	144
Şekil A.4 :	AR-media™ yazılımı eylem oluşturma arayüz paneli.	145
Şekil A.5 :	AR-media™ yazılımı komutları.	149
Şekil A.6 :	AR-media™ yazılımı komut ve etkileşim kısayolları.	150
Şekil A.7 :	AR-media™ yazılımı ses ve katman yönetimi kısayolları.	151
Şekil A.8 :	AR-media™ yazılımı kesme ve karekod takip yönetimi kısayolları. .	152
Şekil A.9 :	AR-media™ yazılımı aydınlatma yönetimi kısayolları.	153
Şekil B.1 :	Çalıştay öncesi kullanılan anket.	154
Şekil C.1 :	Çalıştay sonrası kullanılan anket.	157

MİMARLIK EĞİTİMİNDE MAKETİN ETKİN KULLANIMI İÇİN ETKİLEŞİMLİ ARTIRILMIŞ GERÇEKLiĞİN İRDELENMESİ

ÖZET

Mimari düşüncenin anlaşılması için etkin bir yol olan maketler, mimari tasarım stüdyosunda kullanılan teknoloji, araç ve malzemelere göre farklı şekillerde üretilebilmektedir. Günümüzde bilgisayar destekli modeller, sanal ve artırılmış gerçeklik teknikleri ise eğitimin her aşamasında etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Son yıllarda, mimarlık eğitiminde maket kullanımının, artırılmış gerçeklik ortamında daha etkin hale getirilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bu nedenle, mimari tasarım stüdyosundaki öğrencilerin ürettikleri projelerin üç boyutlu maketlerini, artırılmış gerçeklik kullanarak oluşturmaları ve sonrasında bu sistemin avantaj ile dezavantajlarının değerlendirilmesi bu tezin amacını oluşturmuştur.

Mimarlık eğitiminde proje geliştirme süreci ile maket yapımını paralel yürütmenin zorluğu nedeniyle öğrenciler tarafından makete gereken önemin verilmediği düşünülmektedir. Tam tersi olduğu durumlarda ise maket üretim süreci, tasarım sürecinin önüne geçebilmekte ve bazı durumlarda maket altlığın hazırlanması da tasarım süresini etkileyebilmektedir.

Mimari tasarıma ağırlık verilen proje sürecinde, maket yapımının, tasarıma yetişmesi için maket üretim maliyetini artırarak bilgisayar destekli üretim, hazır modeller veya üç boyutlu baskı imkanlarından yararlanılmaktadır. Projede yapılacak herhangi bir revizyonun makete yansıtılması ise sürenin ve maliyetin daha da artmasına neden olmaktadır. Maliyetten ödün verilen çalışmalarda ise istenilen kalite yakalanamadığı için mimari proje maketinin kalitesi azalabilmektedir. Her şeyin yolunda gittiği projeler ve maketlerde ise maketin depolanması ve bir noktadan bir başka yere taşınmasında güçlükler sorunlar ortaya çıkabilmektedir.

Artırılmış gerçeklik ortamında yaratılan ve bulut bilişim ile sonradan erişim sağlanan sanal maketlerin kullanımı, fiziki maketlerin yetersiz kaldığı noktalarda avantaj sağlayabilmektedir. Arşiv ve taşıma gibi engeli olmadığı için ise geçmişteki projelere bulut bilişim ile kolaylıkla erişim imkanı sağlanabilmektedir.

Bu tez çalışmasında mimarlık eğitimi gören öğrencilere, mimari tasarım stüdyosunda üretilen geleneksel fiziki mimari maketlerin yapılından önce, artırılmış gerçeklik ortamında sanal maketler yapmaları önerilmiştir. Fiziki maket yapımı ardından, maketin sayısal ortama aktarılma sürecinin uzun olması, yapılan değişikliklerin her aşaması maketin üzerine yansıtılamayabilmektedir.

Bu çalışmada, mimari tasarım stüdyosunda proje üreten öğrencilerin ürettikleri projelerin üç boyutlu maketlerini, artırılmış gerçeklik kullanarak oluşturmaları sonrasında öğrenciler tarafından yapılan başlangıç ve bitim anketleri ile bu sistemin

avantaj ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Tez kapsamında üç farklı alıştay gerçekleştirilmiş olup, alıştay katılımcılarının artırılmış gerçeklik ortamını deneyimlemeleri sağlanmıştır. alıştayların başında ve sonunda, katılan katılımcılara yöneltilen ilk ve son anket sorularından alınan cevaplar kaydedilmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde artırılmış gerçeklik ile yapılan maketlerin sonrasında nihai fiziksel maketler yapıldığında zaman ve emek kaybının azalacağı bu tez sonucunda vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, artırılmış gerçekliğin bir çok eğitim alanında kullanılmaya başlandığı göz önünde bulunduruluğunda, mimarlık eğitimi alanında etkin olarak kullanılabileceğinin gerekliliği vurgulanmaktadır.



ASSESSING THE USABILITY OF INTERACTIVE AUGMENTED REALITY FOR EFFICIENT USE OF MODELS IN ARCHITECTURAL EDUCATION

SUMMARY

The equipment, materials and technology used to design physical models in architectural design studio may differ since architectural models are the easiest way of emphasizing the design concept. Nowadays, computer aided design models, virtual and augmented reality techniques have been interactively used in every field of education. Recently, some studies have been published to use augmented reality environment efficiently for model-making in architectural education. Therefore, the aim of this study was to use augmented reality environment in the architectural design studio for designing three-dimensional models of the design project and also to determine the advantages and disadvantages of using this system.

The model-making in architectural education is essential although it is considered that the importance has not been emphasized enough by the students since the design and model-making processes couldn't always kept concurrent. Moreover, the model-making sometimes take more time then designing so that the designer could not take enough time to design the project.

The project developers outsource the architectural model-making process or save time with using industrial machines like computer aided manufacturing or 3D printing to accelerate and synchronize the model-making and achitectural design process. Any revisions performed during the architectural design process may cause an increase of the expected budget and time. Lowering the budget may provoke insufficient quality of the architectural model. Transporting and storing of the architectural models without any physical damage would be another problem after overcoming these issues.

Although architectural models are the best way of emphasizing the architectural plans, it is not easy and efficient to teach and use physical model-making in architectural education. Nevertheless computer aided design, virtual and augmented reality technologies are used in most fields of education nowadays. Model-making for architecture refers to both physical and digital model making unless a clear distinction is performed within the context of this study. The introduction of digital media like Augmented Reality (AR) changes the nature of the conversation. This research based on the role of digital three-dimensional architectural models and animated representations in the design conversation. This paper presents experiences with students in the use of Augmented Reality (AR) technologies versus manually made physical models in design tasks. Therefore, the aim of this study is to determine an effective way of model-making for architectural education by using AR.

The virtual models designed in augmented reality environment and accessed with cloud storage may have some advantages on avoiding these negatory situations of architectural physical models. Limitless changes performed on the architectural designs may be adapted concurrently to the augmented reality models. Archiving and transferring the design to cloud storage will provide access for tracking the changes of the history.

It was offered to use virtual architectural models prior to perform conventional physical models for the students studying in the architectural design studio within this study. The time consuming transfer process of the physical models to the digital platform may not always reflect all the changes performed during the model-making stages.

In the present study, the advantages and disadvantages of augmented reality use for model-making have been determined by the students studying in the achitectural design studio with using initial and final questionnaires. Three different workshops were performed where all the attendants were able to accomplish their design in augmented reality environment. The answers of questionnaires fulfilled at the beginning and at the end of the workshops were recorded. The evaluation of the results revealed that physical model-making after using virtual augmented reality models provides the sustainability and efficiency.

The survey design was focused on the measurement of the efficiency, effectiveness of the workshop and the fulfillment degree with the attendants' preferences. In the evaluating progress the knowledge of the emerging computer aided software and hardware, the use of cloud technologies, and use of Augmented Reality were considered to improve the use of digital models during the architectural design phase.

A digital modelling workshop was set-up to develop this research as an open course for, bachelor, masters and PhD architecture students, at Istanbul Technical University. A profile was designed to select the attendants of this study and the inclusion criteria were having basic 3D software knowledge. No exclusion criteria were determined at this time.

The attendants were all chosen from academically environment with architectural background. They were all volunteers and instructed about the contents before the study. Mostly students and academics were participated to the workshop and survey via online and social network announcements. Before the workshop, it was asked to have basic knowledge of CAD software experience. By this way, the attendants were able to bind with in a specific type of users to focus on the desired topics. The age range was also being considered because of the effect on evaluation.

This was a two-step studio workshop. The first step was asking the attendants to fill out a survey. The second step was designing the model using AR technology. The attendants were asked to answer the level of their 3D design knowledge, whether they had made physical architectural models, the time they had spent on physical architectural models etc. After the first survey, a brief introduction was given about the tasks in the following workshop. Then, the use and the specifications of Augmented Reality plug-in AR-mediaTM were tutored. The attendants were free to use by choosing the suited 3D modelling tool for them. Mostly preferred 3D modelling tools were Autodesk 3ds Max[®] and Trimble SketchUpTM. In the beginning of the workshop, a conceptual design of a building was asked to design directly in 3D medium. The task was to design the model within a pre-modelled, sloped terrain with an environmental data of trees, houses, landscape and view,

which was provided before the design stage. Furthermore, an appendix was designed. The design process was limited with a specific time and the basic architectural programming.

Attendants were inspired of learning by real time and modelling directly in 3D. After the design process 3D models were prepared for the augmented reality display. Some attendants had more than one proposal so they registered each proposal in different layers. Some of them had animated the sequence of the design process. All these possibilities were exported to the augmented media. The augmented media designed by the participants were simultaneously uploaded to a cloud storage client. This opportunity was used to storage all files performed during the workshop, and turned into a cloud workspace to share with colleagues, exchange documents, track changes and assign some tasks.

Cloud storage helps accessing, sharing and collaborating on files anywhere through mobile applications. Exchanging feedback and saving these files may be submitted as some advantages of the system. There is also opportunity for offline access.

WrapTM 920AR augmented reality eyewear and personal smart handheld devices were used during the workshop for viewing the augmented reality objects. The survey data were analyzed by calculating the frequencies and percentages.

The results of the study revealed that all the students were determined to agree that AR designed models gave highly detailed digital projects then the physical models. The ability of exhibiting an interactive project was found to be more affective then physical model making. The attendants of the present study also claimed that it was clearer to see the overall design with AR software. In architectural education the models that have been designed by the students are considered as very important in their portfolios. Thus, providing a digital portfolio as having visualization of the 3D models is a reputation and may be defined as top-line for the architectural education.

Considering the results of the present study it is concluded that the experience using AR technology has contributed new educational values that have a direct impact on model-making for architectural design courses. Students and educators are required to develop their knowledge as well as their utilization of the advancing technology. Regarding these reflections, architectural academic staff might take more challenging tasks and consolidated designs as technology develops.

1. GİRİŞ

Gelişen teknolojik olanaklar, yaşantımızın birçok noktasını çok etkin ve hızlı bir şekilde değiştirmektedir. Bu değişim, sosyal ve iş hayatında olduğu gibi finans sektörü, ulaşım, sağlık, eğitim gibi geniş bir alanda etkisini göstermektedir. Verilerin elektronik ortama taşınması, daha fazla işlemin, daha kısa sürede ve eşzamanlı olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bütün bilim alanlarında görülen bu değişim, mimarlıkta da yoğun bir şekilde kendisini hissettirmektedir (Fonseca, 2012; Navarro, 2012).

Mimarlık eğitiminde, bilişim teknolojilerinin kullanım oranı, bütün bu gelişmelere paralel bir şekilde artarak vazgeçilmez olma durumuna gelmektedir. Bununla beraber, kağıt üzerine kalemle eskiz yapmak, çalışma ve sunum maketleri hazırlamak, geleneksel tasarım ve ifade araçlarının kullanımı da devam etmektedir. Bu karma kullanım sırasında bilişim araçlarının kullanım kolaylığı bazı durumlarda geleneksel araçlarının kullanım amaçlarına göre baskın olduğu bildirilmiştir. Mimari tasarımda, tasarım sürecine kağıt ve kalem ile başlayıp, sayısal ortamda modellenerek devam edilen projeler için hazırlanan fiziki çalışma maketleri, bazı durumlarda projenin gelişim hızına göre yavaş üretilmektedir. Böyle durumlarda fiziki maketlerin, projenin gelişim hızına paralel olarak hazırlanması güçleşebilmektedir. Üç boyutlu baskı ve hızlı prototipleme tekniği ile üretilen fiziki maketlerde, kullanılan cihazların yüksek ilk giriş, işletme ve bakım maliyeti ise yaygın kullanımı azaltan unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Maliyet unsuru göz ardı edilen projelerde ise tasarım sırasında gerçekleştirilen bir revizyon, maketin kısmen ya da tamamının tekrar üretilmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda maket üretimi, proje tasarım sürecini geriden takip edebilmektedir. Özellikle büyük ölçekli maketlerin maliyetinin ve süresinin, tasarımın boyutuna bağlı olarak arttığı ileri sürülmüştür (Navarro, 2012; Redondo, 2012a).

Mimarlık eğitimindeki mimari tasarım stüdyosunda, tasarım süreci ile birlikte yürütülen çalışma maketleri, kullanılan malzemelerin el ile üretilmesi, ölçek ve hassasiyetin sınırlı bir çerçeve içinde kalmasına neden olmaktadır. Küçük ölçekli

çalışma maketinden daha detaylı maketlere geçişler, tek yönlü gelişen projeler için sorunsuz görünse de, maketlerden geri bildirim alınarak çalışılan projelerde gerçekleştirilen revizyonlar nedeniyle, her değişimin eşzamanlı olarak maketlere aktarılması vakit alabilmektedir. Maketlerin taşınması, depolanması ve sergilenmesi için büyük alanların gereksinimi, bir defadan fazla kullanımı zorlaştırmakta olup, genellikle tek defaya mahsus çalışmalar olmaktan öteye gidememektedir. İşlevi biten maketlerin tekrar kullanılmaması, toplamda önemli bir maddi kaynağın ayrılmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda maketlerin kısmen veya tamamının, sayısal olarak yaratılması ve gösterimi, fiziki maketlerden daha etkin kullanılmasına olanak sağlayabilmektedir. Bunu gerçekleştirmek için kullanılmakta olan araçlardan bir tanesi de artırılmış gerçekliktir (Fonseca, 2012; 2014; Navarro, 2012; Redondo, 2012a; 2012b).

Mevcut çevredeki nesnelere, bir bilgi işlemci tarafından üretilen ses, görüntü, grafik verileriyle zenginleştirilerek meydana getirilen eşzamanlı görüntüler, artırılmış gerçeklik ortamındaki görüntüler olarak tanımlanmaktadır. Kısaca mevcut gerçekliğin üzerine işlemci ve ekran kartları tarafından yeni görüntü katmanlarının eklenmesidir. Artırılmış gerçeklikte, görüntüler, sanal gerçeklikteki gibi herşeyin sanal olarak tasarlanması yerine, mevcut gerçek görüntülere sanal nesnelere eklenmesi ile sağlanmaktadır (Azuma, 1997).

Öğrenme sürecinin yalnızca sanal gerçeklikte gerçekleşecek basit araştırma ve keşifler ile gerçekleşeceğine dair olan temel kanının artık gözden geçirilmesi gerekliliği ileri sürülmektedir. Keşfetme öğrenmenin önemli olmasına karşın, bilgi içeriği açısından zayıf ve yapılandırılmamış kişilerde öğrenme aşamasının zorlaştığı bilinmektedir. Konstrüktivist öğrenme teorisi, sanal ortamlarda gerçekleşecek öğrenme teorisi için geçerli ve tutarlı bir temel sağlamaktadır (Mantovani, 2001).

Konstrüktivizme göre öğrenci, o an anladığı şey ile yeni öğrenilen bilginin birbirine uyan, bağıntılı olduğu kendi kavramsal modellerini inşa etmeye başladığı an öğrenmenin başladığı belirtilmektedir. Buna göre mevcut eski bilginin yeni deneyimlenmeye başlanmış bilgiye başarılı bir şekilde adapte olması için esnek öğrenme sağlanmalıdır. Üç boyutlu temsil dışındaki mevcut bilgi ve eğitimsel destek tipleriyle ses, açıklayıcı bilgi notlarını, görsel veriler vb. unsurlar ile birleştirme olanağının bulunması örnek olarak verilebilir. Bir başka örnek, kullanıcılara/öğrencilere irtibat halinde oldukları öğretmenleri veya danışmanları

aracılığıyla kişiye özel ve dikkatlice tanımlanmış görevlerin verilmesinin sağlanmasıdır (Winn, 1993).

Sanal ortamlarda, öğretici odaklı öğrenme yönteminden, bireysel öğretim yöntemine kadar farklı yöntemlere olanak sağlanmalıdır. Böylelikle, kişiye özel öğrenme ve performans modelleri hazırlanması sağlanabileceği ileri sürülmüştür. Artırılmış gerçeklik, keşif ve oluşturmacı öğrenim teorisini benimseyen bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Konstrüktivist öğretim tasarımının ise yaratıcılık açısından geleneksel eğitim ve öğretime göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Bu türdeki tasarımın bütün bileşenleri, öğrencilerin ve kullanıcıların yaratıcı bir şekilde gelişimlerini desteklemektedir. Ayrıca kişilerin olaylardan anlam oluşturmaları için sorumluluk yüklemektedir. Kullanıcılar, interaktif katılım sağlayarak pasif dinleyici olmaktan uzaklaşarak, öğrenim sürecine dahil olmaktadır. Bu durum hem öğreticiye hem de öğrenciye esneklik kazandırdığı gibi eğitimcinin rolü de önemli şekilde değişmektedir. Bu tür öğrenmede eğitimciler, yaratıcı çözümleri destekleyerek, öğrencilere yeteneklerini geliştirmelerinde yol gösterici olarak rol üstlenmektedir (Oxman, 2004).

Öğrenciler, mevcut çevrelerini değişimini sağlamak için, teknolojiyi belli bir anlama yetisinde yeni bilgiyi kazanarak kullanabilmektedirler. Artırılmış gerçekliğin bu durumdaki farkı, kullanıcının kararlarının herhangi bir şekilde sonuca tesir etmesinden dolayı bir sorumluluk taşıma zorunluluğunun olmamasıdır. Çünkü verilen kararlar sanal ortamda simüle edilebilmektedir. Böylece, istenilen sonucu bulana kadar tekrar edilebilmektedir. Örneğin fiziki maketlerde, alınan bir karar sonrası üretilen parçaların değişimi, yenilenmesi için parçaların tekrar tekrar üretilmesi yerine sanal olarak gerçek ortamda görüntülenmesi sonucu istenilen sayıda ücretsiz ve süresiz değiştirilmesine olanak sağlanmaktadır (Winn, 1993; Oxman, 2004).

Sarmal sanal ortamlarda mimarlık eğitimi görece olgunlaşmamış bir alan olmasına karşın çok hızlı gelişmelerin kaydedildiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. göre Sanal gerçekliğin, öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonunu arttıracığına yönelik büyük bir potansiyeli olduğun birçok araştırmacı tarafından ileri sürülmüştür. Buna karşın, sanal gerçekliğin uygulamadaki potansiyeli hala araştırılmaktadır. Tasarımcılar ve eğitim bilimcileri için bu tür bir öğrenme teknolojisinin zorlukları mevcut olup, sanal gerçeklik teknolojilerinin öğrenme eylemlerini nasıl

desteklenmesi gerektiği hala anlaşılmaya çalışılmaktadır (Pantelidis, 2000; Roussos, 1999; Winn, 1993).

Artırılmış gerçeklik, sanal gerçekliğin bir türevi olarak tanımlanmıştır. Sanal gerçeklik teknolojileri kullanıcıyı tamamen sentetik bir ortam içinde sarmaktadır. Bu sarmal ortam içinde kullanıcı gerçek dünyadan yalıtılarak, mahrum olduğu çevreyi deneyimleyememektedir. Tam tersi olarak, artırılmış gerçeklikte kullanıcıların gerçek dünyayı görmelerine izin verilmektedir. Sanal nesnelere gerçek dünya ile birlikte bir araya getirilmekte veya üst üste bindirilmektedir. Artırılmış gerçekliğin, gerçekliği tamamen yerini almak yerine gerçek dünyayı desteklediği, eklediği veya tamamladığı saptanmıştır. Kullanıcının bakış açısından bakıldığında ise sanal ve gerçek nesnelere eşzamanlı ve eşmekanlı olarak var olduğu ileri sürülmektedir (Azuma, 1997, Redondo, 2013).

Eğitim amaçlı kullanılacak her türlü teknolojik uygulamanın geliştirilmesinde, konusuna özgün bir yazılımda, pedagojik ve psikolojik açıdan dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir. Her şeyden önce esnek, mobil ve iş birliği artırılmış gerçeklik veya sanal gerçeklik sistemi gerekmektedir. Bu sistem, mimari tasarım stüdyo ortamı gibi gerçek bir dünyada kullanılması için bir platform olarak kullanılmalıdır. Uygulamanın ve eğitimin niteliğinin tümüne uygunluğunun önemli olduğu ileri sürülmüştür (Al-Qawasmı, 2005).

Artırılmış gerçekliğin, sanal gerçeklikten belirgin bir farklılığı bulunmaktadır. Sanal ortamda yaratılan ve yapılan değişimler yalnız sanal çevrede ele alınırken, artırılmış gerçeklik kullanıcıları, gereksinimi duyduğu bilgileri ve deneyimlemeyi gerçek dünya ile birlikte ele alabilmektedir. Artırılmış gerçeklik, kullanıcıların, nesnelere fiziksel özelliklerini doğrudan görüp, eylemlerini algılamasını engellemeden deneyimlemesini sağlamaktadır (Azuma, 1997; 2001).

Bu nedenden dolayı birçok oyun konsolu artık simülasyonları artırılmış gerçekliği sanal gerçekliğe tercih etmektedir. Bütün bu gelişmeler, artırılmış gerçeklik teknolojisinin daha fazla alanda, daha çok kişi tarafından kabul görüleceğinin habercisi olup bu teknolojinin kullanımını için gerekli olan hazırlık ve çalışmaların önemini artırmaktadır (Squire, 2003).

Fiziki maketlerin farklı ölçeklerde çalışılması, maket üretim hızını etkilemektedir. Söz konusu üç boyutlu bir çalışma olduğu durumlarda ise maketin boyutu

doğrultusunda süre ve maliyet, boyutu ile orantılı olacak şekilde artmaktadır. Detaylı bir makette yaratılmaya çalışılan detay derinliği de süreyi ve maliyeti artıran bir başka unsurdur. Üç boyutlu baskı sistemlerin giderek ucuzlaması son kullanıcının bu ürünleri üretmesini kolaylaştırmıştır (Lipson& Kurman, 2013).

Mimari tasarım süreci ile birlikte yürütülen çalışma maketlerinden, geri besleme alınarak tekrar tasarıma aktarılması için harcanan zaman ve maliyet de her proje sonunda toplamda önemli kayıplara yol açmaktadır (Fonseca, 2012; 2014, Redondo, 2012a; 2012b).

1.1 Amaç ve Kapsam

Artırılmış gerçeklik kullanımının, öğrencilere, fiziki maketler aracılığıyla ifade edemedikleri fikirlerini, daha etkin olarak kullanılabilecekleri bir ortam yarattığı belirtilmektedir. Günümüzde ise artırılmış gerçeklik uygulamalarının, eğitim alanında birçok farklı şekilde kullanılmasına karşın, mimarlık eğitimi alanında kullanıldığı çok az sayıda çalışmaya rastlanmıştır (Fonseca, 2012; 2013; 2014, Redondo, 2012a; 2012b).

Bu bağlamda tezin amacı, mimari tasarım stüdyosundaki öğrencilerin ürettikleri projelerin üç boyutlu maketlerini, artırılmış gerçeklik kullanarak oluşturmaları, sonrasında bu sistemin avantaj ve dezavantajlarını değerlendirmelerinin irdelenmesidir.

Bu tez kapsamında, artırılmış gerçeklik tekniği kullanılarak, maket üretimi için ayrılan sürenin mimari tasarımın geliştirilmesi süreci ile birlikte ele alınması ve mimari stüdyoda geliştirilen projeye daha fazla odaklanması amaçlanmıştır.

Tez kapsamında, mimari tasarım stüdyosunda çalışılan projelerin, sayısal ortamda oluşturulmuş konstrüksiyon, yapı elemanı vb. gibi mimari öğeleri, gerçek ortama aktarıp gerçek bir maket gibi çalışılması sağlanmıştır. Böylelikle verilerin hem çevrim dışı hem de çevrim içi, eşzamanlı olarak stüdyo dışından da erişime açık olması sağlanmıştır.

Mimarlık eğitimindeki tasarım stüdyosunda geliştirilen ve projeye paralel yürütülen çalışmada, artırılmış gerçeklik ortamında hazırlanmış ürünlerin eş zamanlı olarak mimarlık öğrencileri tarafından yorumlanmasına, projenin ilerleme sürecine olumlu katkı yapılacağı ön görülmektedir. Tez kapsamında, artırılmış gerçeklik

uygulamalarının güncel uygulamalarına değinilmiş olup mimari tasarım stüdyosunda artırılmış gerçekliğin, iş birlikçi ve eğitim amaçlı olarak kullanılmasına önem verilmektedir. Bu amaçla, öğrencilerden önceden belirlenmiş bir programa yönelik mimari önerilerini geliştirmeleri istenmiştir. Öğrenciler, proje için önerilerini kağıt, kalem, tablet, bilgisayar vb. gibi geleneksel ve güncel araçlarla geliştirmekte serbest olup, üretilen her bir öneri sayısal olarak bulut ortamına aktarılarak ortak veri bankasında tekrar erişilmek üzere saklama olanağı sağlanmıştır. Sayısal ortamdan alınan her bir veri, ücretli tam sürüm veya kısıtlandırılmış ücretsiz öğrenci sürümü artırılmış gerçeklik yazılımı ile artırılmış ortama aktarılarak, yine ücretsiz artırılmış gerçeklik yazılımı eklentisi yüklü masaüstü bilgisayarlar ve taşınabilir akıllı cihazlar ile görüntülenmiştir.

1.2 Yöntem

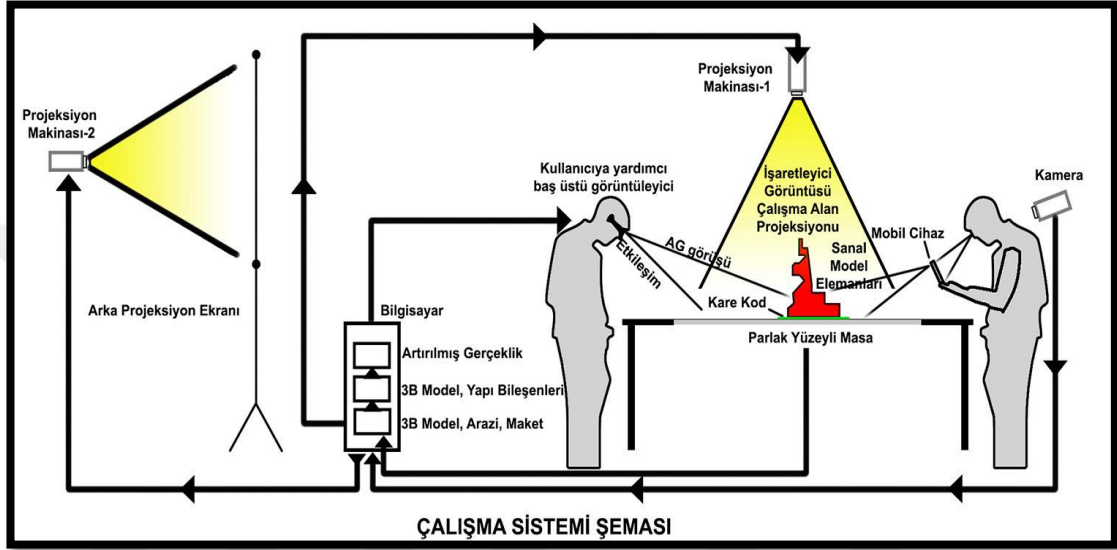
Bu tez kapsamında, artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak hazırlanacak olan sanal maketlerin, mimarlık eğitiminde kullanılan fiziki maket yapımı yöntemine göre daha etkili bir sunum aracı olup olmadığı durumu, başlangıç ve bitimde öğrencilere uygulanan anketlerle araştırılmıştır.

Tez kapsamında, Mart 2014, Mayıs 2015 ve Ağustos 2015 tarihlerinde, üç farklı çalıştay grubu için mimari tasarım stüdyosunda artırılmış gerçeklik aracının kullanımı sağlanmıştır. Tezde oluşturulan çalışma modeli ile tasarım stüdyosunun olanaklarının geliştirilmesi, öğrenme eylemi sırasında bilgi transferinin üst seviyeye çıkarılmasını, geometrik modellerin birbiri ile olan etkileşimi deneyimlemeyi desteklemesi ön görülmüştür. Mimarlık eğitiminde üç boyutlu fiziki modellerin, sarmal sanal gerçekliğin bir parçası olan artırılmış gerçeklik ortamında oluşturularak elde edilen etkileşimli deneyimin avantajları ve dezavantajları ise ilk ve son anketlerle değerlendirilmiştir.

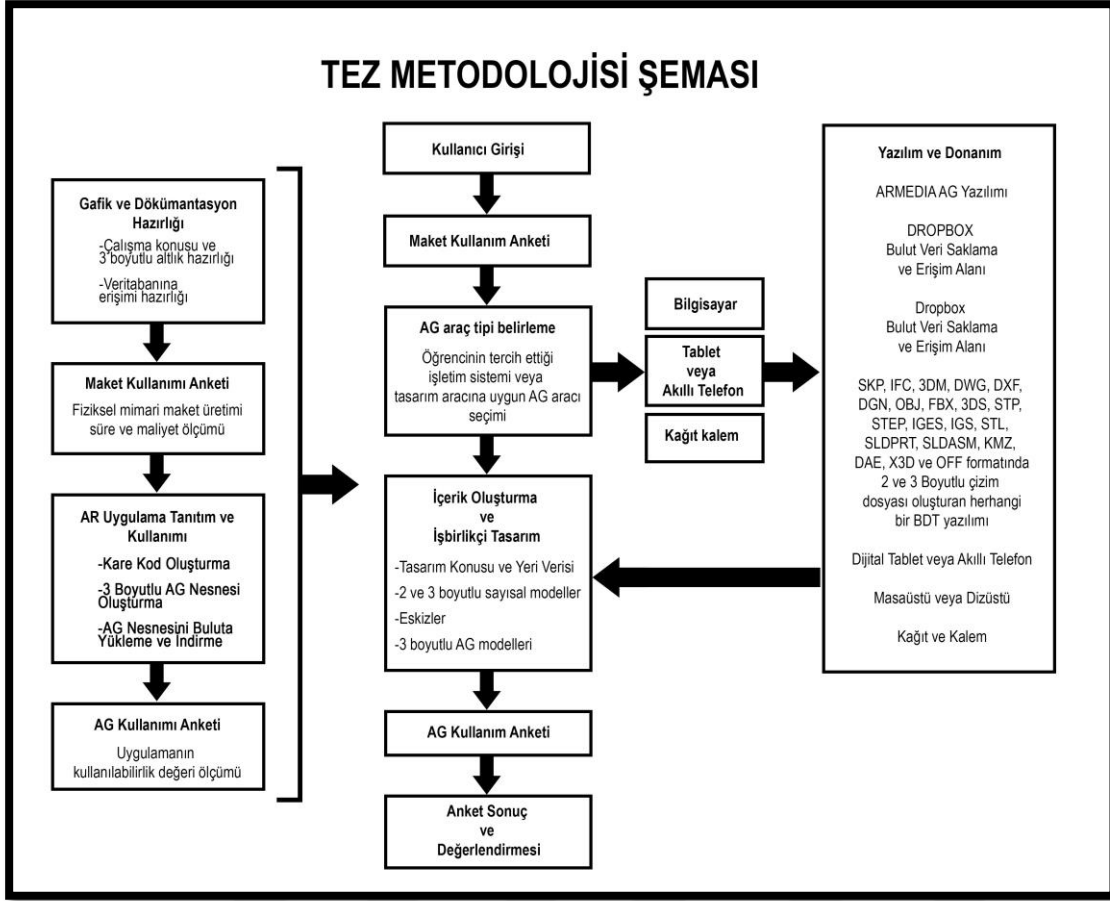
Öğrencilerin oluşturdukları iki ve üç boyutlu eskiz ve modelleri, artırılmış gerçeklik uygulaması ile tekrar kağıda çıktı almadan ya da fiziki maketi oluşturmadan paylaşımlarına ve incelemelerine olanak sağlanmıştır. Böylelikle projenin her bir aşaması, katmanlar halinde aynı sanal maket üzerinde karşılaştırılarak görüntülenmiştir. Artırılmış gerçeklik ortamında sanal maketin istenilen düzleminden kesitler alabilme olanağı sağlanmıştır. Öğrenciler aynı zamanda projenin aşamaları arasında anlık geçişler yapılabilmektedir. Ayrıca öğrencilerin mimari tasarım

stüdyosunda ürettikleri projelere, ilk aşamasından son aşamasına kadar yapılmış olan geçmiş uygulamaların bulut bilişim ortamında saklanarak, istenildiğinde erişimleri sağlanmıştır.

Bu tezde kullanılan artırılmış gerçeklik ile nesnelerin görüntülenme prosedürü şeması Şekil 1.1'de ve uygulanan üç farklı çalıştayların çalışma prensibi ise Şekil 1.2'de yer almaktadır.



Şekil 1.1 : Artırılmış gerçeklik görüntüleme prosedürü şeması.



Şekil 1.2 : Artırılmış gerçeklik çalışmayı çalışma kurgusu grafiği.

1.3 Bölüm Sonucu

Bu bölümde tezin amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmıştır. Tezde mimari tasarım eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımına değinileceği için, mimari tasarım eğitimi ve artırılmış gerçeklik kavramları hakkında genel bilgiler, güncel çalışmalar ve alanyazın sonraki bölümlerde anlatılmıştır.

2. MİMARİ TASARIM EĞİTİMİ

Mimarlık eğitimine öğrenci kabulünün, dünyada ve Türkiye’de değişen yıllarda farklılaşan yöntemlerle gerçekleştirildiği bilinmektedir. Dünyadaki uygulamalar incelendiğinde, yetenek testi, mülakat, portfolyo, ön eğitim programı gibi yöntemlerin kullanıldığı görülmektedir. Mimarlık eğitimine öğrenci kabulünde, mimarlık eğitiminin gerektirdiği yetenekleri ölçmek amacıyla geliştirilen testler, çeşitli yükseköğretim programlarında uygulanmış, fakat adayların potansiyellerini ve eğitim sürecindeki başarılarını kestirmede yeterli olmadığı düşüncesi ile uygulamadan kaldırılmıştır. İlerleyen yıllarda, mimarlık eğitimine öğrenci kabulünde, bazı kurumların giriş sınavlarını tercih ettiği, bazılarının ise geleneklerini koruyarak, mülakat yolu ile değerlendirme yaptığı görülmektedir. Mimarlık mesleğine yönelen bireylerin görsel yeteneklerinin uygunluk derecesini değerlendirmek üzere, öğrencilerden eskiz, model, fotoğraf gibi ifade tekniklerine yönelik portfolyo hazırlamaları istenebilmektedir. Bazı kurumlarda ise ön eğitim programları ile öğrencinin nitelikleri değerlendirildikten sonra, mesleğe yönlendirme işleminin gerçekleştirildiği görülmektedir (Fidanoğlu, 2006).

Mimarlık eğitimi başlangıcından günümüze dek incelenmeye devam edilmiştir. Bu incelemenin halen günümüzde devam etmesi göz önünde bulundurulduğunda değişim arayışının ucunun açık olduğu ileri sürülebilmektedir. Mimari pedagojide en büyük değişimin Bauhaus’ta başlayan girişimler ve daha sonra da Harvard’da genişletilen bir model ile olduğu bilinmektedir. Bu modelin bir üslubun, bir sistemin, bir dogmanın yayılmasından çok, salt tasarımın canlandırılması etkisini yarattığını bildirilmiştir. Bu etkileşimde modern mimarlık sanatının gerçekleşmesine yönelik atılan temeller modern teknolojinin de anlaşılması ve takdir edilmesine yol açmıştır. Bu temeller aynı zamanda tasarım grammerinin temellerine ilişkin insanın algılama sürecinin de farkına varılmasının göstergesi olmuştur (Gropius, 1962).

Bu süreçte insan bilgisinin olağanüstü genişleyerek çoğalması ve teknolojideki ilerlemelerle de mimarlık ile ilgili konularda, mimarlık programına girmesi gereken konularda büyük bir artış olduğu bilinmektedir. Yine bu süreçte yeni ve genişlemiş

bilgileri, düşünceleri sunmak amacıyla bazı mimarlık okullarının alışılmış dersleri yeni ortaya çıkan konularla değiştirdiği gözlenmiştir (Balamir, 2004).

Mimarlık eğitiminde, birbirinin tamamlayıcısı niteliğinde olan derslerle, insan ihtiyaçlarını karşılayacak fiziksel çevrelerin oluşturulabilmesine yönelik yapı üretim aşamalarının gerektirdiği mesleki becerinin kazandırılması amaçlanmaktadır. Günümüzdeki sistemde mimarlık lisans eğitimi dört yıllık bir süreci kapsamaktadır. Bu süreçte büroda ve şantiyede olmak üzere yaz stajları da yer almaktadır. Eğitimin ilk yılından başlayarak, mimarlık eğitime yönelik temel bilgileri içeren, yoğun bir programda teorik ve uygulamalı derslerle mesleki bilgi ve yeteneğin kazandırılmasına çalışılmaktadır (Taş, 2004).

Hızla değişen koşullar paralelinde, mimar adaylarına, gerçek dünya pratiği içinde etkin bir şekilde çalışabilecekleri, toplumun sosyal, ekonomik, bilimsel ve teknolojik biçimlenişinde süregelen değişiklikleri anlayabilecekleri ve bugünün kısıtlılıklarının ötesinde daha iyi bir toplum kavramını formüle edebilecekleri bir eğitimin sağlanması gerekmektedir (Lang, 1998).

2.1 Bilişim Teknolojilerinin Mimarlık Eğitiminde Kullanımı

Bilişim teknolojisi, bir takım araç ve uygulamaları içerir. Bu araçlar, eğitim stratejilerinin temelinin güçlenmesi ve öğretim alanında kullanıma olanak sağlayan, son yirmi yıl içerisinde tanımlanmış yeni pedagojik çerçevelerdir (Dede, 2000).

Mimarlık eğitimi ise hesaplamalı teknolojiler ile ilişkisinde hem süregiden tasarım araştırmaları sürecinin bir parçası olabilmekte, hem de gelişmekte olan yeni teknolojilerle kendini her an yenileme potansiyelini taşıyabilmektedir (Yalınay-Çinici, 2008).

Avrupa Yükseköğretim Alanı (EHEA) gibi uluslararası eğitim alanlarında da, bilişim teknolojilerinin artan önemine değinilmektedir. Bu teknolojileri öğretim sürecine dahil eden eğitimcilerin, ön görülenden daha fazla işlerine bağlandığı ve öğrencilerin konu içeriklerini anlamak için motivasyonlarının da arttığı görülmektedir (Kreijns, 2013; Roca&Gagné, 2008; Shen, 2013).

Bu sonuçlar, bilişim teknolojisi kullanılarak eğitim alanında gerçekleştirilen yeniliklerin sorularını, problemlerini ve çözümlerini araştıran Guiliarte Martín-Calero çalışmasında (2008) karşılaştırmalı eğitim uygulamalarının birçok tipini

öğrenme/eğitim sürecine dahil ederek etkilerini ölçen Law'ın (2008) uygulamalarını da desteklenmektedir.

Üniversitelerde, özellikle mimarlık ve yapı mühendisliği alanında öğrenim gören öğrencilerin, meslek hayatına atılmadan önce, mekan görselleştirilmesi ve kavramsallaştırılması gibi temel unsurlarda uzmanlaşması gerektirmektedir (Leopold, 2001).

Bilgisayar destekli tasarım teknolojileri (CAD) ve güncel olarak yapı bilgi sistemi (BIM) gibi araçların kullanımı gerçeğe yakın sanal modellerin yaratılmasına yardımcı olmaktadır. Bu modellerin mimarlık eğitimine olan katkısı yadsınamayacak kadar önemlidir. Bu araçlarda sağlanan gelişim, bilgisayar destekli mimari tasarım (CAAD) ve mimari mühendislik yapımı (AEC) gibi alanlar yaratarak tasarım eğitimdeki önemini açıkça ortaya koymaktadır (Al-Qawasmi, 2005; Doabelis& Brinkis, 2006; Pozzi, 2012).

Mobil teknolojilerindeki sürekli gelişimle birlikte düşen maliyet, öğrenci ve profesyonellerin çalışma kapasitelerini artırabilmektedirler. Yazılım ve teknolojilerin birlikte kullanılmasıyla iki ya da üç boyutlu her çeşit model ve projeyi yönetmek, görüntülemek, üzerinde yorum yaparak karşılıklı fikir geliştirilmesi, etkin bir şekilde yapılabilmektedir (Bouchlaghem, 2005).

Bilişim, günlük hayatımıza yerleşmiş bir kelime olup, toplumsal alanlardaki iletişimde kullanılan ve özellikle bilgisayarlar aracılığı ile düzenli bir biçimde işlenmeyi öngören bilim olarak tanımlanmaktadır. 21. yüzyılın en değerli gücü olan bilgi, teknolojik gelişmelerle birleşerek, bilişim teknolojilerini oluşturmuştur. Bilgi, günümüz ekonomisinde toplumların rekabet güçlerini ve gelişmişlik düzeylerini belirleyen en önemli unsur haline gelmiştir. Bilgi ekonomisine geçişte eğitimden sağlığa kadar her alanda bilişim teknolojileri kullanılarak insan kaynaklarının geliştirilmesi ve yaşam boyu eğitim öncelikli önem taşımaktadır (Nakilcioğlu, 2006).

Teknolojik gelişmeler eğitim kurumlarının yapı ve işlevlerini de etkilemektedir. Endüstri, ekonomi ve iletişim gibi birçok toplumsal sistem, eğitim kurumlarının teknolojiyi kullanabilen bireyler yetiştirmesini beklemektedir. Bu beklenti sadece teknoloji kullanımını, öğretmeyi değil aynı zamanda öğretim etkinliklerinde kullanmayı da kapsamaktadır (Tuti, 2005).

Bilişim teknolojileri, mimari tasarım eğitiminde de önem kazanmış, sayısal ortamda tasarım ve araştırma olanaklarının kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bilgiyi kullanmada güncel teknolojilerin sağladığı görsel/işitsel iletişim ortamlarının, mimarlık eğitiminde görerek ve duyarak öğrenmenin yanında öğrenme hızını ve kalitesini arttırdığı da bilinmektedir (Akrou, 1999).

Mimarlık eğitiminin başlangıç aşamasındaki öğrenciler meslekteki ilk adımlarını temel nesnelere manipülasyonu yardımıyla atmaktadırlar. Karmaşık olmayan mekansal kurgularının kullanılmasıyla öğrencilere verilmek istenen temel bilgi hataya en az yer bırakacak şekilde aktarılmaktadır (Akın, 1999).

Bilgisayarla tasarımın günümüzde geldiği noktada artık bilgisayarla tasarım ortamından bahsetmek ve bunun bilgisayarla tasarım araçlarından farkını vurgulamak gerekmektedir. Araç tek bir işi yapmaya yarar. Örneğin, AutoCad gibi bir program, çizim ve üç boyutlu modelleme yapmaya olanak sağlar. Bilgisayarla tasarım ortamı dediğimizde, birbiri ile ilişki içinde değişik işleri yapmaya olanak veren araçlar, kaynaklar, bilgi ve veri tabanları topluluğunu kastederiz. Bilgisayar destekli mimari tasarım ortamı, modelleme araçları, analiz programları, sentez programları, bilgi ve veri tabanları ve işbirlikçi tasarıma olanak sağlayan iletişim araçları olarak gruplanabilmektedir (Roca&Gagné, 2008).

- **Modelleme:**

Modelleme araçları iki ve üç boyutlu modellemede kullanılan AutoCad, FormZ, 3D Studio Max, ArchiCad, SketchUp, Rhinoceros ve Photoshop gibi programlar, sanal gerçeklik programları ve bunlarla birlikte çalışan iki ve üç boyutlu tarayıcılar, sayısal fotoğraf makineleri ve video kayıt cihazları, baskı makineleri gibi sunuş araçları ve veri tabanı programlarıdır (Cross, 1999).

- **Analiz:**

Analiz araçları olarak bilgisayarda modellenen yapıları maliyet, fizibilite, ısı, enerji, doğal ve yapay aydınlatma veya akustik açısından değerlendirmeye ve kullanıcıların mekandaki dolaşımının simülasyonuna olanak sağlayan programlar olarak tanımlanmıştır. Bu programlar başka bir disipline ait özel bilgiyi tasarımcının kullanabileceği ve kontrolü kendisinde olarak başka disiplinlerin kriterlerini de göz önüne alan entegre tasarımlar geliştirmesine olanak verdiği belirtilmektedir. Kapsadığı alanlar ise: gölgeleme, pencerelerde güneş kontrolü gereklerini hesaplama,

gün ışığı erişimi, doğal ve yapay ışıklandırma, rüzgar debisi, ısısal konfor, akustik olarak sıralanabilmektedir. Işılandırma kalitesi hakkında bilgi vermesi gibi sadece niceliksel değil niteliksel kararlar için destek vermektedir. Önceleri sadece sezgisel olarak yaklaşılan ve niteliksel olarak değerlendirilen kamusal mekanlarda ve binalarda dolaşım söz konusu iken günümüzde %75-80 hassaslıkta simule edilebilmektedir. Bu programlar yayaların sadece başlangıç ve varış noktalarını değil alışveriş, bekleme, yemek yeme gibi gayriresmi davranışları da göz önüne alabilir. Bu analiz ve simülasyon programları bilgi bulundurmalarına karşı mantık yürütmeyi ve tasarımda yapılacak değişiklikleri tasarımcıya bırakmaktadır. Uzman sistemler denilen programlar tasarımcıya yapılacak değişiklikler konusunda da yol gösterebilmektedir (Cross, 1999).

- **Sentez:**

Sentez araçlarıysa, yerleşim planı, detaylandırma veya ihtiyaç programı alternatiflerini tasarımcı kontrolünde otomatik olarak üreten bilgisayar programları olarak tanımlanmıştır (Seebom, 2001).

Bilişim teknolojilerin mimarlık alanındaki kullanımı, çoğunlukla teknolojinin gelişimi ile paralel bir bağlantı kurmaktadır. Yalnızca mimarlık alanı ile sınırlı kalmayan bu bağ, endüstriyel tasarım, mekanik tasarımı, kentsel tasarım, tekstil tasarımı gibi alanlarla kurulabilmektedir. Böylelikle tasarımın üst başlığı altında toplanan bu alt birimler günümüzde birbirleriyle daha yakın çalışma olanağını bularak, ortak yazılımlar ile birbirleriyle fikir ve bilgi alışverişi yapabilmektedir. Tasarım tabanlı araştırma olarak anılan bu yaklaşım artık mimarlık eğitimine de yansımaktadır. Dünyadaki birçok eğitim birimi bünyelerinde tasarım araştırma laboratuvarları ya da birimleri geliştirmektedir. Tasarım araştırma yaklaşımı disiplinlerarası ilişkilene ve teori pratik ayırımı yapmadan üretim-endüstri gibi alanlarla da ilişkili olmayı gerektirdiği vurgulanmaktadır (Seebom, 2001; Cross, 1999).

2.2 Uzaktan Eğitim

Öğrenme, sadece bir döneme özgü olan değil, yaşam boyu devam eden bir süreç olup ihtiyaç duyulan her zaman ve her yerde mevcut olması gerekir. Geleceğin öğrenme teknolojileri ve yöntemleri sayesinde toplumun her ferdi “sürekli öğrenci”

durumundadır. Bunu sonucu olarak, hem iş hayatında, hem de kişisel yaşamda bu teknolojiler ve yöntemler öğrenme sürecine katkıda bulunup bireysel gelişimi sağlamakta etkin rol oynayacağı belirtilmektedir (Gül&Çağdaş, 2012).

Bilgisayar destekli eğitim teknolojilerinin yaygın olarak kullanılabilmesi için iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak yeni teknolojiler ile desteklenmesi gerekmektedir. Mevcut iletişim teknolojileri sayesinde İnternet destekli eğitim belli seviyelere kadar senkron olarak gerçekleştirilebilmektedir. Buradaki önemli sıkıntılardan birisi ise iletişim hızı olarak belirtilmiştir. Mevcut sistemde sunucunun hızının ve bant genişliğinin yanında kullanıcılara servis sağlayan kuruluşların iletişim hızının da önemli olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla İnternet üzerinden verilecek eğitimlerde eğitim seviyesine bağlı olarak hazırlanacak materyallerin önemi ortaya çıkmaktadır. Tasarım aşamasında webde kullanılacak programlama dili ile animasyon, simülasyon, yazılı, sesli ve video görüntülerinin kullanım seviyelerinin ve sıklığının belirlenmesinin önem kazandığı belirtilmektedir (Erişen, 2002).

Etkileşim özelliği sayesinde İnternet, öğrenmeye katkı getirmekte ve doğrudan derslerde kullanılacak hemen her konu alanına yönelik kaynak ve materyaller sağlanmaktadır. Böylelikle öğrenme ortamlarının görünümü ve değerlendirme yöntemleri kökten değişmektedir. Bir bilgi kaynağı olarak İnternetin kullanılması, geleneksel olarak tek bilgi kaynağı görülen öğretmenin rolünün bu konuda günümüze kadar geçerli olan geleneksel paradigmanın değişmesine yol açmıştır. Böylece, öğrenen-merkezli öğrenme ortamları ağırlık kazanmıştır. İnterneti kullanma, öğrencilerin aktif katılımcılar haline gelmesini sağlamakta, kendi geleceklerini planlamakta ve öğrendikleri disiplinlerin uygulamaları içine girmelerinde yardımcı olmaktadır. Öğrencilerin ve öğretim elemanlarının teknoloji ve bilgi okur-yazarlığını (bilgiye ulaşma, değerlendirme, kullanma ve etkili olarak alıntı yapma) geliştirmelerini sağlamaktadır. Başlangıç ya da ileri düzeylerdeki öğrenenleri teknolojik araçları kullanmaları konusunda da cesaretlendirmektedir. Akademik araştırmalara duyulan ilgi artmakta, hem akademisyenlerin hem de öğrencilerin araştırma yapmaları İnternet tabanlı kütüphaneler ve veri bankaları tarafından desteklenmektedir. Bilginin önemli olduğu kadar, onu kullanma süreçlerinin de eşit önemde olduğu bir çağa doğru ilerlemekteyiz. İnternetin bunların her ikisini de desteklediği belirtilmektedir (Brusilovsky, 2005).

2.3 Bulut Bilişim Teknolojisi

Teknolojinin gelişmesi ile internet altyapısının da genişlediği bilinmektedir. İnternet altyapısının gelişmesiyle ise servis hizmetleri giderek artmakta olup bu durum bulut bilişim yapısını ortaya çıkarmıştır. Bulut bilişim temel olarak kullanılmış olduğu hizmetleri uzaktaki donanım ve yazılımlar üzerinden sağlanması olarak tanımlanmaktadır (Bauer, 2012).

Bulut bilişimin diğer sistemlerle karşılaştırılması, bulut bilişim terimlerinin açıklanması ve sistem servislerinin güvenliği hakkında çalışmalar yapılmaktadır (Liu, 2012). Bulut bilişimin en verimli şekilde kullanımının sağlanması için, servis sağlayıcı ve kullanıcı tarafındaki hizmetlerin iyi bir şekilde anlaşılması gerekliliği vurgulanmaktadır (Behl, 2012).

2.3.1 Bulut bilişim kullanımı

Bulut bilişim bilgi ve donanım paylaşımını esas alan bir kavram olarak tanımlanmıştır. Bulut bilişim, ortak kullanımda ihtiyaca göre ölçeklenebilen, anında kullanıma hazır, kaynak ataması ve yönetimi kolay yapılabilen bilgi ve iletişim servisleri olarak tanımlanabilir. Ayrıca, internet üzerinden ihtiyaca göre sağlanabilen bilgi ve iletişim teknoloji servislerini tanımlayan genel bir kavram olarak bilinmektedir .Bulut bilişim için farklı tanımlamalar bulunmakla birlikte, bu kavramın ne olduğu üzerinde bir fikir birliği mevcuttur. Ayrıca, bulut bilişim tamamen yeni bir kavram olmamakla birlikte daha önceden kullanılan grid hesaplama paradigması, küme hesaplama ve genel olarak dağıtık sistemler gibi diğer teknolojilerle de bağlantısı bulunduğu ileri sürülmüştür (Zhao, 2008).

Bulut bilişim, sanallaştırma, dağıtık hesaplamalar, bilgi işlem ve ağ - web ve yazılım hizmetleri üzerine inşa edilmiş nispeten yeni bir dönemdir. Bu hizmet odaklı mimari teknolojinin, son kullanıcı için azaltılmış bilgi teknolojileri, büyük esneklik, azaltılmış toplam maliyet, talep üzerine hizmetler gibi faktörleri içine aldığı saptanmıştır (Vouk, 2008).

Bulut bilişim, günümüze kadar web hizmetleri sayesinde sosyal paylaşım siteleri, dosya paylaşım portalları veya dosya transfer protokolleri diğer kullanımı ile ftp yani File Transfer Protocol üzerinden yaptığımız bilgi paylaşımını, bir adım daha öteye götürerek her an her yerde erişilecek bir mantığa bürümüştür. Bu sayede küreselleşen

dünya daha da küçülmüş, kişisel ya da kurumsal bilgilerimize ulaşmak çok daha kolay hale gelmiştir. Ham bilginin veya işlenmiş verilerin paylaşımı bulut bilişimin en ilgi çekici konusu olsa da, bulut bilişim yalnızca bundan ibaret değildir. Alt yapı hizmetlerinin ortak kullanımı veya kısaca donanım paylaşımı bulut bilişimin gelecekte en çok kullanılacak modeli olabilir. Bir altyapı hizmetine uzaktan erişim sağlanarak, elimizin altındaki altyapı kaynaklarının daha verimli kullanılabileceği ileri sürülmektedir (Vouk, 2008; Zhao, 2008).

2.3.2 Bulut bilişim kullanım amaçları ve örnekleri

Bulut bilişim daha çok sanallaştırma, paralel hesaplama ve ızgara hesaplama gibi durumlar için kullanılmaktadır.

- ***Sanallaştırma:***

Son yıllarda piyasanın hakim kişisel bilgisayar teknolojisi birçok perspektifte ne verimli ne de ucuz olarak görülmektedir. Bazı girişimci şirketler, bu açıkları tanımlamış ve etkin kaynak kullanımı odağında sistem yönetimini tekrar kurmuştur. Yeniden kurulan bu teknolojiye sanallaştırma olarak tanımlandığı ve bilgi teknolojilerini merkezîyetçi yapıdan, dağıtılmış yapıya doğru yönlendirdiği ileri sürülmüştür (Liu, 2010).

- ***Paralel Hesaplama:***

Paralel hesaplamalar yüksek performans gereksinimleri olan uygulamalara düşük maliyetli çözümler sunmak için kullanılmaktadır. Ancak, mevcut performans kullanıcı beklentilerini altına düşüğünde, maliyeti etkin olarak düşürebilir. Paralel hesaplama potansiyel ve gerçek performansı arasındaki uçurumu daraltmak için vardır Paralel hesaplamada işlemler IaaS modeli aracılığıyla eşleştirilmiş birden çok bilgisayarda aynı anda ve aynı sırayla gerçekleştirilir. Fakat her bilgisayar işlemin kendine ayrılmış bölümünü yapmaktadır ve böylece bilgisayar sayısına göre işlem süresi kısalmaktadır. Her bilgisayarın hangi işlemi ne büyüklükte veriyle yapacağı SaaS protokolleri aracılığıyla belirlenmektedir (Kumm, 1994).

- ***Izgara (Grid) Hesaplama:***

Dağıtık sistemler, büyük ölçekli ve yoğun kaynaklı uygulamaların konuşlandırılması için popüler bir platform olarak ortaya çıkmıştır. Ortak çabaları halen gerekli yazılım altyapısını sağlamak için çalışmalar devam etmektedir. IaaS modeli üzerinde, PaaS

modeli katmanında çalışmakta olan ızgara hesaplamalar giderek daha büyük veri ağları oluşturmakta ve birçok kuruluş kapsayacak şekilde yayılmaktadır. Izzgara hesaplama bilişim teknolojileri, biyo-enformatik hesaplamalar, yüksek enerji fiziğı ve özellikle dağıttık hesaplama vb. birçok alanda çözümler üretmektedir (Kumm, 1994).

2.3.3 Bulut bilişim hizmet modelleri

Bulut bilişim temel olarak üç modelde toplanabilmektedir:

- *Altyapı Hizmetleri (Infrastructure as a Service – IaaS):*

Bulut bilişim altyapısında, yığının en alt tabakasındaki servisleri ifade etmek için kullanılır. Bu tabakanın; sanal makineler, yük dengeleme servisleri, ağa bağılı depolama servisleri gibi temel donanım servislerini içerdiği belirtilmektedir (Balamir, 1992; Seyrek, 2011).

Bu modelde hizmet sağlayıcı kullanıcıya tam anlamıyla kullanabileceğı, üzerine işletim sistemi ve diğere yazılımlar kurabileceğı işlemci gücü, bellek, depolama ve ağ hizmetleri sunduğı saptanmıştır (Seyrek, 2011).

- *Platform Hizmetleri (Platform as a Service – PaaS):*

Platform hizmetlerinin, uygulama geliştirmek için kullanılan altyapıyı oluşturduğu belirlenmiştir. Bulut hizmeti alan kullanıcılar, kendi geliştirdikleri ya da temin ettikleri uygulamaları, servis sağlayıcı tarafından sunulan bulut platform altyapısı üzerine kurmaktadır. Uygulamalar özelleştirilmiş bir ortamda çalışmaktadır. Bu ortamın, çoğı zaman kısıtlanmış, düşük imtiyazlı bir yapıda olduğu belirlenmiştir (Seyrek, 2011).

- *Yazılım Hizmetleri (Software as a Service – SaaS):*

Yazılım hizmetlerinin, hazırlanan bulut uygulamalarının sergilendiğı katmanı ifade ettiği anlatılmaktadır. Bir bulut altyapısı üzerinde çalışan uygulamalar, servis kullanıcılarına, bu katmanda hizmet olarak sunulmaktadır. Uygulamalara, internet bağlantısı olan herhangi bir cihaz üzerinden, web tarayıcı gibi araçlar vasıtasıyla zaman ve konum kısıtlaması olmaksızın erişilebildiğı vurgulanmıştır (Seyrek, 2011).

2.3.4 Bulut bilişim konumlandırma modelleri

Bulut sistemin konumlandırma temel özellikleri altyapı çeşitlerine göre ortaya

çıkılmaktadır. Bu altyapı sistemlerin oluşturulmasında gerek fiziksel gerekse yazılım olarak özelliklerin durumlarına göre yapılandırılma esas alınmıştır. Dolayısıyla bulut sistemleri konumlandırılırken göz önüne alınan özelliklerle farklı modeller ortaya çıkmıştır.

- **Özel Bulut:**

Özel bulut modeli topluluk içerisinde iç ağ içerisinde kurulan, ayrıca veri, güvenlik ve servis kalitesi üzerinde kontrol sağlayan bir bulut konumlandırma modeli olarak tanımlanmıştır. Bu modelin temel prensipleri içerisinde kuruma özel olarak kurgulanması yer almaktadır. Bulut yönetimini yapan yönetici firma, bulut üzerindeki uygulamaların kurulumu ve yönetimini kontrol altına alabilmektedir. Bunun yanı sıra bulut sistemi alan kurumun bilgi-işlem birimi, bulut sistemin yönetimi ile tamamen ilgilenebilmekle birlikte servisi veren kuruma da yönetimi tamamen bırakabilmektedir (Bauer, 2012).

- **Topluluk Bulut:**

Bu model temel olarak organizasyonların ve birlikte destek veren kurumların ortak görev, güvenlik gereksinimleri, uygulamalar ve politikalarını barındıran bir bulut modeli olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumun yönetimi ise organizasyonlar veya diğer tekil kişiler tarafından yapılabilmektedir. Topluluk bulut modelinin en önemli dezavantajının ise organizasyonlar için gereken güvenlik protokol standartlarının her zaman mevcut olmamasıdır. Bu yüzden organizasyonlarda güvenlik problemleri ile karşılaşılabilir (Bauer, 2012).

- **Melez Bulut:**

Melez bulut modeli, bulut bilişim içerisinde bulunan konumlandırma modelleri ile birden fazla modeli bir araya getirerek oluşturulan bir model olarak tanımlanmıştır. Birden fazla modeli ortak bir bulut servisi haline getirmek, bir standardın oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu yüzden melez bulut oluşturulurken belli bir standart ile veri paylaşımı ve ürün servisi yapılmaktadır. Bunun yanı sıra melez bulut üzerinde geniş çaplı bir güvenlik alt yapısı oluşturulduğu belirtilmiştir. Özel bulut ve topluluk bulut arasında kaynak kullanımı farklılığı bulunmakta olduğu vurgulanmıştır. Bu kaynak kullanımının ise kullanıcılara güvenli olarak sunulmasının gerekliliği savunulmaktadır (Behl, 2012; Liu, 2012).

2.3.5 Bulut bilişim avantajları

- ***Erişilebilir Olması:***

Kullanıcılar bulut tabanlı hizmetlere mobil telefonlar, tabletler, bilgisayarlar gibi internete erişebilen araçlar ile istedikleri anda kolayca erişebilmektedir (Goodburn&Hill,2010).

- ***Ekonomik Olması:***

İnternet tarayıcılar üzerinden çalışan uygulamaları kullanabilmek için yüksek performanslı araçlara ihtiyaç bulunmamaktadır. Düşük donanımlı bilişim araçlarının kullanılması maliyetleri de düşürdüğü saptanmıştır.

Kendi alt yapısını kurmakta sorun yaşayan kuruluşlar ihtiyaç duyduğu bilişim hizmetlerine uygun maliyet ve bütçelerini aşan yatırımlar yapmadan ulaşabileceklerdir. Sadece kullanılan hizmet için ödeme yapılır; altyapı bakım, onarım ve yenileme gibi masraflar yük olmaktan çıkar (Goodburn&Hill,2010).

- ***Ek Donanım Gereksinimi Olmaması:***

Bulut bilişim kullanıcıların yanlarında herhangi biri depolama aygıtı taşıma zorunluluğunu azaltmaktadır. Ayrıca kişisel bilgisayar taşınması zorunluluğunu da ortadan kaldırmaktadır (Durkee, 2010; Goodburn&Hill,2010).

- ***Grup Çalışması Yapılabilmesi:***

Bulut bilişim aynı ortam üzerinde birden fazla kullanıcının çalışabilmesine imkân tanımaktadır. Belgeler üzerinde düzenleme yapmak isteyen kullanıcılar belgelerin en son haline çevrimiçi olarak erişebilmekte ve düzenlemeler yapabilmektedir (Durkee, 2010; Goodburn&Hill,2010).

- ***İşletim Sistemleri Arası Uyum:***

Bulut bilişim işletim sistemlerinden bağımsız çalışmaktadır. Verilerin sunucularda bulunması ve herhangi bir internet tarayıcısı kullanılarak erişilebilmesi nedeniyle işletim sistemleri arasında yaşanabilecek sorunların önüne geçilmektedir (Durkee, 2010; Goodburn&Hill,2010).

- ***Dosya Formatı Uyumu:***

Bulut bilişim aynı işlevi gören farklı yazılımlar ile oluşturulmuş belgeler arasındaki sorunu ortada kaldırmaktadır. Bulut bilişim ile hazırlanan bir doküman erişilen her

cihazda aynı görünmektedir. Aynı yazılımların farklı sürümleri arasında yaşanan uyum problemi ise bulut bilişimde yaşanmamaktadır (Durkee, 2010).

- ***Veri Sürekliliği:***

Bulut bilişim ile kullanıcıların verileri sunucularda depolanmakta ve yedeklenmektedir. Kişisel bilgisayarlarda meydana gelebilecek sorunlar sonucunda yaşanan veri kayıpları bulut bilişimde yaşanmamaktadır (Durkee, 2010).

- ***Otomatik Bakım ve Onarım:***

Bulut bilişimde gerekli altyapı oluşturma süresi, yatırım ve bakım, lisanslama maliyetleri bulunmamaktadır. Kullanılan uygulamanın bazı açıklarını kapatmak için bakım yapılması veya uygulamanın yeni sürümünün yayınlanması ve kullanıma hazırlanması işlemleri ise kullanıcıların herhangi bir ücret ödenmeden veya teknik bilgiye sahip olmadan sunucu tarafından gerçekleştirilmektedir (Durkee, 2010).

2.3.6 Bulut bilişim dezavantajları

- ***Güvenlik ve Gizlilik:***

Bulut bilişimde kullanıcılar verilerin saklanma yeri hakkında bilgi sahibi olmamaktadır. Kullanıcı verilerinin başka sunucular üzerinde olması ise bazen endişe yaratabilmektedir (Durkee, 2010).

- ***İnternete Bağımlı Olma:***

Bulut bilişim internet bağlantısı gerektirdiği için internet olmaması durumunda ihtiyaç duyulan hizmetten yararlanılamamaktadır (Leavitt, 2009).

- ***Düşük Hızlarda Hizmet Alamama ve Yavaş Hizmet:***

Bulut bilişim hizmetlerinin yüksek bant genişliğine göre oluşturulması nedeniyle düşük hızlarda performans alınamamaktadır. İndirme ve yükleme hızlarının sınırlılığı nedeniyle hizmetlerden faydalanma daha yavaş olmaktadır (Leavitt, 2009).

- ***Faydalanılan Hizmetin Özellikleri:***

Bulut bilişim ile sunulan hizmetlerde kullanılan yazılımlar, ihtiyaçları tam olarak karşılayamamaktadır. Ne kadar bağımsız platform kullanılsa da bilgisayara yükleme yoluyla kullanılan bir yazılımla aynı özellikleri sunamamaktadır (Leavitt, 2009).

- **Hukuki Problemler:**

Bulut hizmet sağlayıcı, hizmet sunucu ve kullanıcının farklı ülkelerde olması durumunda ülkeler arası hukuksal problemler ortaya çıkmaktadır. Şahıslara ait verilerin sınırlar ötesinde depolanması ve bu ülkedeki yasalar arası farklılıklar nedeniyle hukuki sorunların ortaya çıkması ve nereden kaynaklandığının belirlenememesi durumları yasal sorun oluşturmaktadır (Turan, 2010).

2.3.7 Bulut bilişimin eğitim alanında kullanımı

Bulut bilişim giderek popüler olan bir teknoloji olması nedeniyle, eğitim alanında yapılan çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanda yapılan bir çalışmada, sanal bilişim laboratuvarı ile altyapıları yeteri kadar gelişmemiş olan eğitim kurumlarının güçlü hesaplama servislerine erişebilmeleri, her bir öğrencinin bilgisayarına ayrı ayrı kurulma olanağı bulunmayan uygulamaların ortak bir altyapı üzerinden kullanmaları sağlanmıştır. Öğrenciler internet tarayıcıları üzerinden uygulamalara erişebilmekte ve ekstra donanımlara gerek kalmadan uygulamaları kullanabilmektedir (Averitt, 2007).

Çin’de bu alanda yapılan başka bir çalışmada, uzaktan öğrenme platformu için bulut bilişimin kullanılması için gerçekleştirilmiştir. Çin’de 200 milyondan fazla öğrenciye hizmet veren bu platformun temel amacı, eğitim hizmetlerinin geniş bir kitleye ulaşmasını sağlayarak, gelişmiş ile az gelişmiş kentler arasındaki eğitim farklılıklarını ortadan kaldırmaktır. Projede okullarda verilen temel eğitime destek olunmakta ve elektronik ortamda bilgi paylaşımı, işlevsellik ve işbirliği sağlayacak ortamların sunulduğu ileri sürülmüştür (Dong, 2009).

Bulut bilişim özellikle tasarlanmış öğretim ortamlarıyla işbirlikçi, aktif ve bireysel öğrenme süreçlerini destekleyebilecektir (Sultan, 2010). Günümüzde bulut bilişimin eğitimde kullanımı ile ilgili farklı firmalar tarafından çeşitli ortamlar sunulmaktadır. Örneğin Microsoft’un Office365 eğitim paketi ve Google ’un Google Apps eğitim sürümü iletişimi kolaylaştırarak, birlikte çalışmaya olanak sunacak hizmetler vermekte olduğu belirtilmiştir (Sarıtaş&Üner, 2013).

İşbirlikçi öğrenme yaklaşımında ise öğrencilerin karma gruplar ile ortak bir amaçla akademik bir konuda birbirlerinin öğrenmelerine yardımcı oldukları saptanmıştır. Bu şekilde, bireylerin özgüvenlerinin arttığı, iletişim becerilerinin geliştiği, eğitim ve öğretim sürecine öğrencinin aktif olarak katıldığı vurgulanmaktadır

(Aksoy&Doymuş, 2011). Bulut bilişim teknolojisi kullanılarak tasarlanmış öğretim ortamlarının işbirlikçi öğrenme, aktif öğrenme ve bireysel öğrenme surecilerini destekleyebileceği belirtilmiştir (Sultan, 2010)

2.4 Mimari Tasarım Eğitiminde Görselleştirme

Mimarlıkta görselleştirme, tasarımcıya karar verme aşamasında yardımcı olmakla birlikte eğitimsel fonksiyonlar açısından da, öğrencilere tasarım veya mevcut yapıyı anlatmada destek olmaktadır (Goldermans, 2001). Görselleştirme, anlatım teknikleriyle ifade bulan biçim ile ilgili algılama, iletişim, sunum teknikleri, analiz ile uygulamaları içeren bir kavram olarak tanımlanmıştır (Uluğtekin& İpbuker, 1996).

Görselleştirmenin önemi, çevredeki değişiklikleri gerçekleşmeden önce görme, deneyimleme ve anlama olanağını sağlaması ile karar alma aşamasında yardımcı araç haline gelmesi şeklinde açıklanmaktadır (Lange& Bishop, 2005). Kullanılan görselleştirme tekniklerinin ve ortamlarının, aktarılmak istenen içeriğin ve hedef kitlenin çeşitliliğine göre farklılık göstermesiyle birlikte ortaya geniş bir kullanım alanı çıkardığı ileri sürülmektedir (Akin, 2008).

2.5 Geleneksel Görselleştirme Teknikleri

Herhangi bir tasarım probleminin çözümünün sürecinde öncelikle tasarımcının zihninde tasarıma ilişkin soyut resimler oluştuğu varsayılmaktadır. Ancak mimarlık eğitimine yeni başlayan öğrencilerin yaşadıkları en büyük zorluğun, mimari tasarım sürecinde tasarladıkları ürün ile mekansal ilişkilerini yorumlamak ve görselleştirmek olduğunu saptamıştır. Bu durumda, öğrencinin yapması gereken ilk adımın, zihninde oluşan bu resimleri kağıt, kalem veya maket gibi somut araçlar kullanarak görselleştirmesi olduğunu vurgulamıştır (Bouchlaghem, 2005).

2.5.1 İki boyutlu çizimler

Çizimle ifade tekniği, tasarım düşüncesinin görselleştirilmesinin ana yöntemi olarak kullanılmıştır. Çizim, bir bina ya da herhangi bir mimari elemanın çizgi, ton ve renk kullanılarak betimlenmesidir. Mimaride bina içi donanımdan, bina ölçeğine, bina gruplarından kent ölçeğine kadar tasarlanan tüm ürünlerin imal edilmeden önce mimarlığa özgü teknik kurallar ile ifade edilmesi gerekmektedir. Bu ifade

tekniklerden veya görselleştirme yöntemlerinden biri de plan, kesit ve görünüşleri içeren iki boyutlu çizimlerdir (Bouchlaghem, 2005).

2.5.2 Üç boyutlu çizimler

Perspektif, çevrenin ve nesnenin insan gözü ile görüldüğü gibi bir resim düzleminde belirtilmesi yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Perspektif çizimi için harcanan zaman ve emek fazlalığına rağmen, güçlü bir anlatım niteliğine sahiptir. Yapının içinde yer aldığı çevresi ile birlikte, malzemesi, boyutları ve iç mekan ilişkilerini yansıtan gerçek mekan algısına yaklaşmış el çizimlerini içerdiği ileri sürülmektedir (Şahinler, 1982).

2.5.3 Üç boyutlu fiziki maketler

Maket, tasarlanan ve inşa edilecek veya üretilecek olan mimari ürünün belirli ölçeklerde küçültülmüş biçimde, çeşitli malzemeler kullanarak yapımı olarak tanımlanmıştır. Mimarlık tarihi boyunca maket ile ifade yöntemi en önemli araç olarak kullanılmaktadır. Geleneksel görselleştirme teknikleri genel olarak yoğun emek ve zaman alıcıdır. Ancak bu yöntemlerde serbest el perspektif ve boyama gibi ifade tekniklerini kullanan tasarımcıların sanatçı-yaratıcı yönlerini daha belirgin ortaya koydukları gözlemlenmektedir. Günümüzde mimarlık eğitiminde geleneksel tekniklere sayısal teknolojilere eşlik etmeye devam etmektedir (Hacıhasanoğlu, 1992).

Maketin, temsil ile gerçekliğin arasında köprü görevi gören bir tasarlama aracı ve bir fikrin fiziksel sunumu olmasının yanı sıra, elle tutulur gerçek bir nesne olarak da öne çıktığı saptanmıştır. Maket aracılığıyla, çizimle ifade edilmesi zor olan ışık, gölge ve malzemelerin birbirleri ile ilişkisi gibi şeyler, doğrudan doğruya gösterilebilmektedir. Tek bakış açısı sunan doğrusal perspektif çizimlerinin aksine, maketin etrafında hareket edilebilir veya maket hareket ettirilerek proje pek çok farklı açıdan değerlendirilebildiği belirtilmiştir (Brooker, 2013).

- ***Üç Boyutlu Yazıcı ile Maket Üretimi***

Bilgisayar destekli hazırlanmış sayısal üç boyutlu çizimin, üç boyutlu katı bir nesne dönüştürme sürecini gerçekleştiren makineler, üç boyutlu yazıcılar olarak bilinmektedir. Üç boyutlu nesneyi oluşturmak için sayısal dosya, ince dilimlenmiş katmanlar halinde kesitlere dönüştürülür. Baskı aşamasında üç boyutlu yazıcı ince

katmanları üst üste ekleyerek nihai nesneyi oluşturduğu bilinmektedir (Evans, 2012).

Üç boyutlu yazıcı kullanımının avantajları şu şekilde sıralanabilmektedir;

- Bilgisayar ortamında çizimi yapılmış her çeşitten ürünün modeli saatler hatta dakikalar içinde somut nesnelere dönüştürülüp incelenebilir hale getirilebilmektedir.
- Geleneksel yöntemlerle üretim yapılırken ihtiyaç duyulan makine, teçhizat ve işçilik ortadan kalkmaktadır.
- Karmaşık yüzey geometrisine sahip tasarımlar rahatlıkla gerçek nesnelere dönüştürülebilmektedir.
- Kullanılan sarf malzemesinin temini kolay olup maliyetinin de çok yüksek olmadığı belirtilmektedir.
- Kullanılan sarf malzemesi mısır nişastasından üretilmiş olup sağlığı olumsuz yönde etkileyecek özelliğinin bulunmadığı, ergitilirken çevreye zehirli gaz çıkarmadığı ve koku üretmediği ileri sürülmektedir. Bunlara ilave olarak doğada çözünebilirlik özelliği olduğu bildirilmiştir.
- Üç boyutlu yazıcılarla yapılan üç boyutlu baskılar, işçiliği ortadan kaldırdığı için zamandan kazanç sağladığı saptanmıştır (Kroll& Artzi, 2011).

Üç boyutlu yazıcı kullanımının bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar ise aşağıdaki gibi maddeler halinde özetlenebilmektedir.

- Yavaş üretim hızı,
- Özel kullanım alanı,
- Çok yavaş veri iletimi,
- Farklı ölçeklerde çalışma zorluğu,
- Çoğunlukla küçük ölçeklerde çalışılması,
- Dolu kütleli çalışmalar için uygun olmayan platform,
- Henüz gelişme aşamasının başında olması,
- Çoğunlukla plastik ürünler imal edilmesi,
- Plastiğin düşük oranda da olsa çekme payının bulunması,
- Sınırlı sayıda malzeme kullanımı,
- Düşük kesinlikte ürün çıkışı,
- Kırılabılır ve dayanıksız malzemeli ürünler,
- Çoğunlukla tek malzemedен üretilmiş ürünler,

- Çoğunlukla hareketsiz parçalardan oluşan ürünlerin üretilmesi,
- Çoğunlukla düşük kaliteli yüzey bitimi, üretim sonrası rötuş gerektirmesi,
- En yüksek teknik özellikli üç boyutlu yazıcıların hala geleneksel üretim yöntemlerine göre yavaş ürün çıktısı mevcut olduğu bildirilmiştir (Evans, 2012; Lipson& Kurman, 2013).

2.6 Mimarlık Eğitiminde Maket Kullanımı

Mimari çizimlerde anlaşılması zor olan noktaların daha kolay algılanabilmesi için ölçekli veya ölçeksiz olarak hazırlanan üç boyutlu mimari anlatım yöntemine maket olarak tanımlanmıştır. Maket genel anlamda üç boyutlu bir ifade aracı olup belirli bir ölçeğe bağlı olarak küçültülmüş model olduğu belirtilmektedir. Maketin sadece mimarlık alanında kullanılmadığı ise bilinmektedir. Mimarlık eğitiminde maket kullanımının amacı ise öncelikle projenin geliştirebilmesi için özgün maketler üretmesini sağlamak olup özgün projeler ve maketler üretebilmesi için tasarım kavramının iyi anlaşılması ve tasarımların ortaya koyulması gerekliliği de vurgulanmaktadır. Fiziki maketlerin kişinin ortaya koyduğu ürünün doğruluğunu ve yeterliliğini sağlayabilmek için karşılaştırma yapabilmeye olanak tanıdığı vurgulanmaktadır. Ayrıca maketler, yapılmış olan tasarımların ve projelerin, doğru şekilde derlenmesini ve birleştirilmesini sağlar. Bu nedenlerle yıllardır, fiziki maketlerin mimarlık eğitiminde kullanımı süregelmektedir (Hacıhasanoğlu, 1992).

Mimari maketler projelerin son biçimlerini gösterdiği ileri sürülmektedir. Yapımında kullanılan malzemelerin, nihai projede üretilmesi planlanan eserin rengini, dokusunu, fiziksel özelliklerini, ışık gölge değerlerini ve en önemlisi de oranlarını ve ölçeğini, gerçeğine en yakın haliyle yansıtabilmesinin ise çok önemli olduğu belirtilmektedir. Özenle hazırlanmış, en ince ayrıntısına kadar düşünülmüş nihai maketlerin tasarım aracı olarak kullanılmaması gerekliliği; fakat bu maketlerin, üzerinde tartışılan fikirlerin değerlendirilmesine yardımcı olmaktan ziyade, tasarımla ilgili daha önceden alınmış olan kararları kanıtlamayı amaçlayan araçlar olduğu bildirilmiştir (Farrelly, 2008).

Mimari tasarım fikirlerini üç boyutlu olarak incelemek veya sunmak için kullanılan bu maketler, mimari bir düşüncenin fiziksel yapı taşları olan genel görsel özelliklerini gösterebileceği gibi, projenin belirli öğelerini öne çıkararak onlara vurgu yapmayı sağlamak amacıyla da kullanılabilirler. Yapısal işlev beklentisine

göre birebir ölçekte, daha büyük veya daha küçük ölçeklerde de yapılabilmektedir. Özellikle mimari projelerde, tasarlanan eserle onu çevreleyecek olan alan arasındaki ilişki de son derece önemli bir değerlendirme kriteri olabilmektedir. Bu nedenle eseri, çevresiyle ilişkisi içerisinde de değerlendirebilmek öncelikli çözümleme gerektiren bir sorun oluşturmaktadır. Bu aşamada bir binanın konumlanması planlanan yerindeki uyumuna inşa edildikten sonra bakılması yerine maket yapımı yoluna gidilmesiyle, çok hızlı bir değerlendirme süreci oluşturulabildiği belirtilmiştir (Dunn, 2014).

2.7 Bilgisayar Ortamında Görselleştirme Teknikleri

Günümüzde sayısal ortamda yaratılan görseller gerçeğe yakın görüntü kalitesi, kolay ve uzun zaman saklanabilirlik, hareketlilik ve etkileycilik gibi nedenlerle tercih edilmektedirler. Sayısal görselleştirme teknikleri, geleneksel yöntemlerin eksik kaldığı üç boyut ifadesi, mekan algısı, ölçek, doku, gölge, ışık gibi girdileri ifade etmede daha başarılı sonuçlar vermekte ve daha fazla bilginin interaktif olarak edinilmesi sağlanmaktadır. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak bu tekniklerde bazı yazılım ve kişisel bilgisayarlar, yazıcı donanımları ile tarayıcılar gibi donanımlara ihtiyaç uyulmaktadır. Görselleştirme yazılımlarının, zaman kazandırması, daha az maliyet, revizyon kolaylığı, verilerin kolay depolanabilir olması, sıfır hata ile çizim yapılmasına olanak sağlaması, çizimlerin hızlı şekilde çoğaltılabilmesi, yeni alternatiflerin kolay üretilebilmesi gibi avantajları nedeniyle tercih edildiği belirtilmektedir (Elmas, 2008).

Vektörel bazlı yazılımlar, çizgi elemanı ve tel çerçeve ile ızgara biçiminde çizim üreten yazılımlar olarak tanımlanmaktadır. Vektör bazlı yazılımlar; mimari tasarım iki boyutlu çizim, üç boyutlu modelleme ve üç boyutlu kaplama, malzeme eşleme, ışıklandırma evrelerinde kullanılmaktadır (Yıldırım, 2008a).

Model bazlı yazılımlar, temel geometrik formların, taşıyıcı sistem, duvar, kapı, pencere gibi yapı elemanlarının obje kütüphaneleri halinde yazılımda var olduğu sistemler olarak tanıtılmıştır. Bu yazılımlar, tasarımcı tarafından parametrik olarak seçilerek, mimari kompozisyonun elde edildiği yazılımlardır. Bunlar, yapı elemanları ile birlikte tipleşmiş mekanlar, objeler (laboratuvarlar, ıslak hacimler, tefriş elemanları, düşey sirkülasyon araçları) gibi mimari elemanlar hazır veritabanından alınarak kullanılmaktadır. Bu veritabanı, tasarımcı tarafından tasarım problemine

göre yeniden yaratılabilmektedir (Yıldırım, 2008a).

Vektör veya obje bazlı yazılımlarda üretilen üç boyutlu bina modellerine ek olarak kamera, ışık ve yapı malzemesi dokuları eşlenmesiyle mimari ürünlerin fotogerçekçi görüntülerinin elde edilebildiği belirtilmektedir (Yıldırım, 2008b).

2.8 Bölüm Sonucu

Bu bölümde mimari tasarım eğitiminin geçmişten günümüze dek geldiği yollar ve günümüzde teknolojinin bu alandaki kullanımı ile ilgili veriler derlenmiştir. Ayrıca fiziki maketler ve bunların mimarlık eğitimi alanında kullanımı irdelenmiştir. Geleneksel ve üç boyutlu yazıcılar ile yapılan maketler ve bunların yapımı detaylandırılmıştır.

Bu tezde mimari tasarım eğitiminde kullanılan geleneksel yöntemlerden fiziki maket yapımı öncesinde artırılmış gerçeklik yöntemi ile hazırlanmış üç boyutlu maketlerin kullanımının ve bu iki maket yapım yöntemin birlikte harmanlanarak kullanımının kullanıcıya sağlayacağı avantajlar değerlendirilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin eğitimine sağladığı etki ve katkı belirlenmiştir.

Ayrıca bu çalışmada, bulut teknolojilerinden faydalandığı için bulut bilişim teknolojilerine değinilmiştir.

Bu tezde artırılmış gerçeklik uygulaması kullanılacağı için bundan sonraki bölümde artırılmış gerçeklikten bahsedilecektir.



3. ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamının bilgisayar ortamında geliştirilmiş bilgilerin, sanal görüntülerin eklenerek direkt veya endirekt eşzamanlı olarak, görüntülenmesi olarak tanımlanmıştır (Milgram, 1994a).

3.1 Artırılmış Gerçeklik Tanımı ve Tarihi

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünya ortamının bilgisayar ortamında geliştirilmiş bilgilerin, sanal görüntülerin eklenerek direkt veya endirekt eşzamanlı olarak, görüntülenmesidir. Augmented Reality (AR) ya da Türkçe bilişim terminolojisinde Artırılmış Gerçeklik (AG) olarak yer almaya başlayan uygulamalar, kullanıcılara uzak bir teknolojik kavram olmaktan çıkıp markalar tarafından yavaş yavaş kanıksanmaya başlar hale gelmektedir (Graham, 2013). İngilizce’de AR olarak kısaltılan bu terim, Türkçe kullanımda AG olarak da kısaltılmaktadır.

Artırılmış gerçeklik hem etkileşimli hem de üç boyutlu olarak gerçek ve sanal objeleri birlikte işleyebilecek bir ortam sağlamaktadır. Gerçek ortam-sanal ortam sürekliliğinde artırılmış gerçeklik, gerçek ortama daha yakın, sanal gerçeklik (SG) ise sanal ortama daha yakın olarak tanımlanmaktadır (Milgram, 1994a). Bu tanımlama Milgram’ın sürekliliği olarak bilinmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Milgram’ın harmanlanmış gerçeklik sürekliliği (Milgram, 1994a).

Artırılmış gerçeklik, sanal bilgileri göz önüne getirerek kullanıcının günlük hayattaki faaliyetlerinde kolaylaştırıcı bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Artırılmış gerçeklik, mevcut çevremizde direkt olarak algılanan örnekleri dışında, örneğin tv'lerdeki canlı yayınlarında, endirekt olarak da karşımıza çıkabilmektedir. Sanal gerçeklik ya da sanal çevre, kullanıcı ile gerçek dünya ile arasına girerek kullanıcıların çevresini tamamıyla sentetik bir dünya ile sardığı belirlenmiştir. Bu durum kullanıcının gerçek dünya ile iletişimini kestiği belirtilmektedir (Milgram, 1994a).

Buna karşın artırılmış gerçeklik, gerçekliğin duyularını destekleyerek, sanal nesnelerin gerçek dünya üzerine eşzamanlı olarak üst üste bindirilmesine izin vermektedir. Yeni gelişen araçlar sayesinde artırılmış gerçekliğin, tek kullanım alanı olarak tanımladığı başa giyilen görüntüleyici (HMD) gibi sınırlı gösterim araçlarının dışına çıkarak farklı duyu organlarına yönelik uygulamaların geliştirilmesine olanak sağladığı vurgulanmıştır (Fisher, 1999).

Artırılmış gerçeklik gerçek dünyayı algılamayı insan yapımı, yapay bir gerçeklikle değiştirmek yerine, kişinin çevresini saran mevcut gerçek dünyayı algılamayı zenginleştirmeyi amaçlamaktadır. Artırılmış gerçekliğin yarı sanal yarı gerçekçi yeni arayüz teknolojisi anlık işlenen bilgiyi eşzamanlı ve eşmekanlı olarak kullanıcıya aktarma yetisine sahiptir. Bu şekilde, tamir-bakım, üretimde endüstriyel alanda, tıp, askeri alanda, eğitime destek sağlamada, öğretimde, oyunlarda ve eğlence alanlarındaki gibi birçok uygulamada artırılmış gerçekliğin kullanıma olanak sağlamaktadır (Azuma, 2001). Gerçek dünya ile sanal ortamı eş zamanlı olarak işleyebilmek için günümüzde kare kodlar kullanılmaktadır. Bu kodları algılayan görüntü algılayıcı (kamera, optik lazer okuyucu vb.), artırılmış gerçeklik yazılımları sayesinde gerçek dünyada sanal bir üç boyutlu koordinat sistemi oluşturur ve algıladığı kare kodu referans olarak gerçek dünyada üç boyutlu olarak çalışır. Yeni algılama ve tanıma yöntemleri ile de kare kodlardan bağımsız, iki ve üç boyutlu nesnelere algılanan algoritmalar sayesinde, daha serbest ve özgün materyallerin kullanılmasına olanak sağladığı görülmektedir (Graham, 2013).

- ***Artırılmış Gerçeklik Kavramının Gelişimi ve Tarihçesi***

Artırılmış gerçeklik, koku, dokunma ve işitme gibi duyu organlarına hitap edebilme potansiyeline sahiptir. Engelli kişilerin, diğer duyularını destekleyici uygulamalar ile

görme yetisi, işitme yetisi vb. işitsel ve duyuşsal uyarılar ile desteklenebilmektedir. Artırılmış gerçeklik sayesinde belirli bir çevreye bir nesnenin varlığını güçlendirebileceği gibi, tam tersi onun algısını sanal bir nesne ile maskeleyip yok edebilme fikrini de tartışılmıştır (Azuma, 2001).

Kullanıcıların mevcut duyu organları ile algılayamadıkları verileri, sanal nesnelerin gözlenen mevcut gerçek ortam üzerine eklenebilmektedir. Bu tür veriler günlük çalışma hayatına aktarıldığında kullanıcının hata yapma riskini azaltmaya yardımcı olabilmektedir. Bir montaj bandında ilerleyen bir ürünün kablo bağlantı sırasının bir gözlük üzerine yansıtılması ya da Wikitude, Layar gibi uygulamalar sayesinde herhangi bir yerleşim alanında dolaşırken istenilen bir bilginin çevre ile teması kesilmeden göz önüne getirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu ve benzeri artırılmış gerçeklik uygulamaları, tıbbi görüntüleme alanı, eğlence, reklamcılık, tamir ve servis, konferans dipnotları, robotlar için yol tasarımı, özellikle de eğitim alanında sayısız olanak tanımaktadır. 2013 yılında artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesi için 670 milyon Amerikan Doları yatırım yapılmıştır. Bu gelişme hızı ile de 2018 yılı için bu rakamın ABI araştırma kurumu sonuçlarına göre 2,5 milyar Amerikan Dolarına ulaşması beklenmektedir (Graham, 2013). Artırılmış gerçeklik 1950’lerde görüntü yönetmeni Morton Heilig’in, sinemanın seyirci için tüm duyularıyla etkilenebileceği bir ortam olduğunu düşünmesiyle hayata geçirilmiştir. 1962’de bu düşüncenin ilk prototipini üretilmiştir. Prototipin adı 1955’de sinema’nın geleceği olarak nitelendirilen ‘Sensorama’ olarak ileri sürülmüştür (Heilig, 1962).

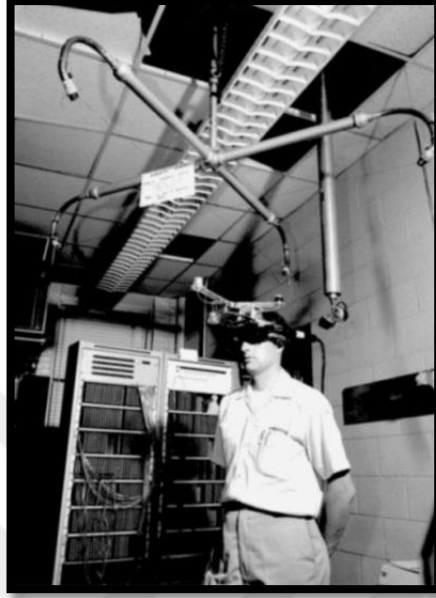
1960’da ise gelecekte bilgisayarların hayatımızdaki rolünün öneminin artması ve eşzamanlı bilgiye ulaşılabilmesi sayesinde çevremize karşı daha duyarlı hale geleceğimiz ileri sürülmüştür (Licklider, 1960).

1965 yılında Ivan Sutherland başa giyilebilen görüntüleme cihazını icat etmiştir. Sutherland (1965), optik ve şeffaf başa giyilebilen artırılmış gerçeklik sistemini (Şekil 3.2) oluşturmayı başarmış ilk kişi olarak bilinmektedir.

1975 yılında ilk defa sanal nesnelere ile etkileşim haline geçilen oda olan ‘videoplace’i (yapay gerçeklik alanı) oluşturmuştur (Krueger, 1991).

Daha sonra hava taşıtları üreticisi Boeing mühendisleri, Augmented Reality kelimelerini ilk kez kullandıkları artırılmış gerçeklik ortamını uçak montaj hattına taşımışlardır. 1990’ların başında, çalışanlar gerekli teknik bilgiye güvenlik için

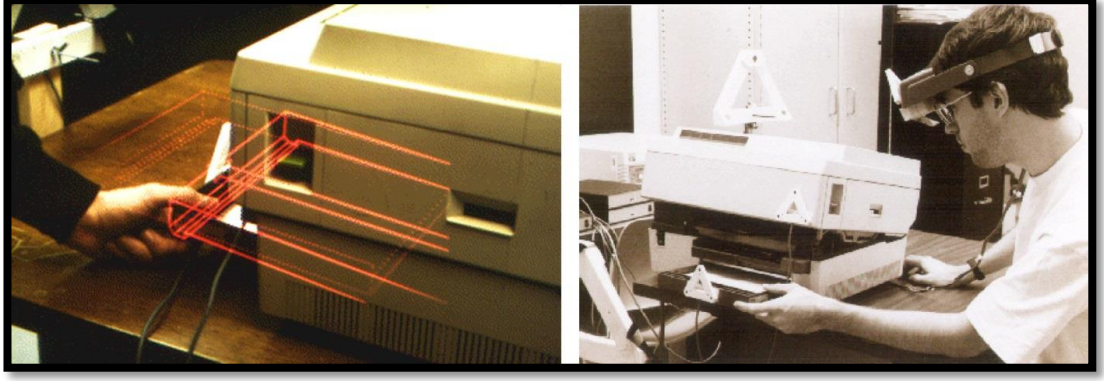
taktıkları gözlüklerine yansıtılan görüntüler üzerinden ulaşabilmekteydiler. Çünkü o dönemde üretilen bir Boeing 747 uçağı 5 milyon parçanın bir araya gelmesi ile oluşmaktaydı. Böylelikle daha verimli bir iş akışının oluşturulması sağlanabilmiştir (Caudell& Mizell,1992).



Şekil 3.2 : Başa giyilebilen ilk şeffaf optikli görüntüleme cihazı (Sutherland, 1965).

Bu dönem artırılmış gerçekliğin, sanal gerçeklik üzerine avantajlarını tartışıldığı dönemin başlangıcı olarak da bilinmektedir. Bu tartışmalarda, artırılmış gerçekliğin daha az enerji ve piksel gereksinimi öne çıkan ana başlıklardır.

1993 yılında ‘virtual fixtures’ (sanal düzenekler) ismi verilen ilk çalışan artırılmış gerçeklik sistemi hayata geçirilmiştir. Eşzamanlı olarak artırılmış gerçeklik sistem prototipi olan ‘K.A.R.M.A.’ (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) isimli proje üretilmiştir (Şekil 3.3) (Feiner, 1993).



Şekil 3.3 : KARMA (Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance) (Feiner, 1993).

Bu fikirler günümüzün internet çağının temel yapı taşlarını oluştururken, o dönem için çılgın bilim adamlarının tutarsız konuşmaları diye algılanmıştır. Ancak o dönemde NASA’da görevli genç bir mühendis tarafından bu görüşler ele alınmış ve ARPA (Advanced Research Project Agency) projesinin ortaya çıkması sağlanmıştır (Licklider& Taylor, 1968).

1964’te MIT’de kafaya takılabilen ilk görüntü göstericisini tasarlanmıştır. Daha sonrasında ‘Sketch Pad’ ismi verilen bir ürünle Grafiksel Kullanıcı Arayüzü’nün (GUI) ilkel halini tasarlanmıştır (Sutherland, 1965).

1990’lara kadar bu alanda belirgin bir gelişme sağlanamamıştır. Columbia Üniversitesi’nde ilk mobil kişisel artırılmış gerçeklik aletini sisteminin çalışan prototipini tasarlanmıştır (Feiner, 1993).

Yine aynı dönemlerde Kyoto’da bulunan ATR Communication System Lab’de (ATR İletişim Sistemleri Laboratuvarında) ‘Milgram Sürekliliği’ ismi verilen kavram ortaya atılmıştır. Bu kavram ile etrafımızı çevreleyen gerçeklikten, sanal gerçekliğe kadar uzanan tanım tayfını irdelemişlerdir (Milgram, 1994a).

1997’de, etkileşimli, üç boyutlu, gerçek ve sanal ortamı örtüştüren ve eşzamanlı çalışan artırılmış gerçeklik hakkındaki ilk geniş kapsamlı, inceleme ve tanımlayıcı makale yazılmıştır (Azuma, 1997).

Dış mekanda çalışan ilk mobil artırılmış gerçeklik uygulaması ‘ARQuake’ ismi ile 2000 yılında geliştirilmiştir (Thomas, 2000).

2005 yılında Horizon Report, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin 4-5 yıl içerisinde daha da gelişeceğini ön görmüştür. Bu öngörüü destekleyecek şekilde, çevrelerini

analiz eden, nesnelere arasındaki göreceli konumlarını eşzamanlı olarak algılayan kamera sistemleri aynı yıl geliştirilmeye başlanmıştır (Johnson, 2005).

Bu tür kamera sistemleri, artırılmış gerçeklik sistemlerinde, sanal nesnelere, gerçek ile olan entegrasyonunu sağlayan en önemli temel unsur haline gelmiştir. 2008 yılına gelindiğinde, Wikitude AR Travel Guide gibi mobil uygulamaların çoğunlukta olduğu onlarca artırılmış gerçeklik uygulamalarının geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Sağlık alanındaki uygulamalar da mobil uygulamalarını takip ederek önemli gelişmeler sağlamıştır (Peterson, 2008).

Günümüzde, yeni teknolojilerin avantajları sayesinde hızla artan artırılmış gerçeklik sistemleri ve uygulamaları üretilmiştir. MIT 6th sense prototipi, retina çözünürlüklü iPad, iPhone 6, Samsung Galaxy serisi, tablet ve akıllı mobil cihazların donanımları sayesinde devrim niteliğinde uygulamaların önünü açmaktadır.

3.2 Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Geleceği

Veri görselleştirmesi, mantar panosuna eklenmiş bilgi noktalarından daha fazla içerik sağlamaktadır. Bu içerik, artırılmış gerçeklik uygulamalarında yepyeni ufuklar açabilmektedir (Graham, 2013)

Nokta bulutu eşleştirmesi ile dünyanın bir ayna görüntüsü elde edilmektedir. Şehirlerde, nüfusun yoğun olduğu turistik bölgelerde önemli heykel, bina, vb. yerlerin fotoğrafını ya da videolarını farklı farklı açılardan çeken kişi sayısı fazladır. Point Cloud Model (nokta bulutu modelleri) uygulaması ile sıradan insanların turistik amaçla çekmiş olduğu fotoğrafların, çevrimiçi fotoğraf arşivleme sitelerine benzer isimlerle yüklenmesi ve sonrasında bu benzer isimli fotoğrafların bir araya getirilmesi ile oluşturulmuş üç boyutlu nokta bulutları olarak tanımlanmıştır. Microsoft tarafından finanse edilen bu uygulama Photosynth markası altında son kullanıcıya ulaştırılmıştır (Snavely, 2006).

Oxford Üniversitesi geliştirilen PTAM, yüz tanıma dışındaki unsurları da analiz etmektedir. Parallel Tracking and Mapping bir video analiz etme uygulamasıdır. Görüntüdeki ilgi çekici noktaları yani kenarlar, köşeler, kontrast farklılıklarını kullanarak bir nokta bulutu halinde hesaplamaktadır. Bilgisayar, bu nokta bulutunu kullanarak gerçek dünya koordinatlarına oturan üç boyutlu haritayı eşleştirmektedir (Klein, 2009).

Daha sonra, eş zamanlı çalışabilen bir Ayna Dünya projesi geliştirilmiştir. Bu uygulamada 8 kamera açısı ve uydu görüntüsü kullanılmaktadır. Fotoğraf karelerin birleştirilerek elde edilen üç boyutlu modelin canlı kayıt edilen video görüntüleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (Hill, 2011).

Bu uygulamaların artırılmış gerçeklik ile bağlantısı ise mimaride kullanılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bir artırılmış gerçeklik çalışmasında duvar arkasında kalan, kör nokta ve görünmeyen alanları farklı iki kamera görüntüsünü örtüşürerek görünür hale getirebilmektedirler (Barnum, 2009).

Tüm bunlar bir arada incelendiğinde mobil akıllı telefonunda bulunan GPS alıcısı ile bulunduğunuz yerin koordinatlarına göre, o bölgenin nokta bulutunu mobil veri iletimi protokolü ile akıllı telefonuna indirebilmektedir. Böylelikle o bölgenin kesine yakın bir gerçeklikte üç boyutlu bir model elde edilmiş olmaktadır. Akıllı telefonda bulunan kamera ve PTAM yazılımı ile gerçek binaların üzerine o an yüklenmiş olan ayna dünya verileri süperpoze edilebilmektedir (Klein, 2009).

Bu hali ile artırılmış gerçeklik, zenginleştirilmiş görsellik sanal ortamdaki sayısal görüntüler ve/veya veriler ile gerçek dünya verilerinin zenginleştirilerek bütünleşik halde sunulması sağlanmaktadır. Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyadan alınan veriler üzerine yeni bir katman eklenmektedir. Artırılmış gerçeklik, günümüzde eğitimden sağlığa birçok ortamda uygulama alanı bulmaktadır. Mimarlık alanı da bunlardan biridir. Diğer yandan artırılmış gerçeklik, altyapısı ve cihazların gün geçtikçe gelişmesiyle birlikte bu uygulamaların daha fazla dikkat çekmeye başladığı görülmektedir. Artırılmış gerçeklik, sayesinde bilim kurgu filmlerinde gördüğümüz teknolojik seviye artık gerçek olmaya başlamaktadır. Webcam tabanlı uygulamalar, giderek gelişmekte olan iPhone ve benzeri mobil platformlar çok farklı deneyimlere olanak sağlamaktadır. Cihazların kapasitelerinin ve platformların daha da gelişmesi ile birlikte gelecekte daha kullanışlı ve çok daha geniş boyutlu uygulamalara tanıklık edileceği öngörülmektedir (Roberts, 2002).

Mobil platformlarda da cep telefonu kamerasından alınan gerçek görüntülerin üzerine '*veri katmanları*' bindirilmesi yazılımsal ve donanımsal olarak mümkün olmakla birlikte yeni bir aşamaya geçilmiş olduğu da görülmektedir. Böylelikle, teknolojinin fiziksel ortama sayısal ortamda yeni bir katman eklediği ve iletişim dünyası için büyük fırsatlar barındırdığı ileri sürülmektedir (Roberts, 2002).

3.3 Artırılmış Gerçeklik Uygulama Tipleri

Artırılmış gerçeklik kavramı uzun bir dönemden beri sanal gerçekliğin gündeminde yer almaktadır. Yalnızca kavramsal anlamda değil, gündelik hayatımızda da yavaş yavaş yerini almaya başlamıştır. Günümüzde GE, Toyota, LEGO vb. birçok uluslararası marka artırılmış gerçekliği bir pazarlama ve etkileşim aracı olarak kullanmaya başlamış durumdadır. Her ne kadar bu yapılan uygulamalar çok geniş kitlelere ulaşma şansını bulamasa da istenen hedef kitlenin dikkatini çekip kendi dinamiğini oluşturacak ilgiyi bulmuştur. Artırılmış gerçeklik uygulamaların geliştirilmesi için gerekli araçların ve yazılımların artmasıyla da birlikte daha çok kişiye ulaşma olasılığı artmaktadır.

Güncel artırılmış gerçeklik uygulamalarında, bir web kamerası tarafından alınan video görüntüleri üzerine grafiklerin süperempoze edilmesi üzerine ağırlık verilmektedir. Bunun için bir tür algılayıcı işaret (karekod) , sembol veya resim gerekmektedir. Her durumda, kullanılan yazılım (artırılmış gerçeklik eklentisi) bu işaretleri iki şey için gerek duymaktadır. Bunlardan ilki, içeriğin ve medyanın nerede gösterileceğini belirleme, kayıt altına alma ve takip etmesi için gereklidir. İkinci olarak da neyin gösterilmesinin belirlenmesi için gereklidir. Bazı artırılmış gerçeklik geliştiricileri ikinci metodu işaret (karekod) kullanmadan da başarabilmektedirler. Bu durumda herhangi bir karekod kullanımına da gerek duyulmamaktadır. Bu tür uygulamalar Artırılmış Gerçekliğin birinci seviyesi olarak tanımlanabilir.

Birinci seviye artırılmış gerçeklik uygulamaları yenilikçi olmasına karşın kısıtlı bir kullanım alanına sahiptir. *Sony*'nin geliştirdiği *Eye of Judgement*, *Int13*'in geliştirdiği *Kweekies* ve *Frank Lasorne*'un *AR Toys Concept*'i bu seviye AR uygulamalarının başarılı örnekleri arasında yer almaktadır. Bu uygulamalar, masaüstü yerine mobil hale getirildiği zaman artırılmış gerçekliğin ikinci seviyesine konu olmaktadır.

İkinci seviye artırılmış gerçeklik uygulamalarının en bilineni, *Mobilizy*'nin, Android platform için geliştirdiği *Wikitude-AR*'dir. Masaüstü artırılmış gerçeklik uygulamalarından uzaklaşıp, daha çok nerede olduğumuzu ve çevremizde neler olduğuna dikkat etmeye başladığımız anda elimizdeki mobil cihaz artık bir lens gibi davranmaya başlamaktadır. Bu lens ile çevremiz incelediğinde, eşzamanlı olarak üretilen ve katmanlar halindeki bilgi, veri ve görselleri içeren bir dünya

algılanabilmektedir. Bu alanda yatırım yapan bilişim endüstrisi, yeni fırsatları gördükçe, daha güçlü işlemcili mobil telefonlara, üç boyutlu grafikler ve GPS fonksiyonu barındıran mobil internet cihazlarına dönüşümü hızlandırmıştır. Bu yeni cihazlar, düşünme şeklimizi, iletişim ve medya ile olan etkileşimimizi de değiştirmiştir (Cobzas, 2003).

Üçüncü seviye artırılmış gerçeklik, 'Artırılmış Görme' olarak tanımlanabilmektedir. Bu seviyede, monitörlerin karşısından kalkıp, hafif, taşınabilir şeffaf giyilebilir gözlük formundaki ekranlara geçilmektedir. Artırılmış gerçeklik, Artırılmış Görme'ye dönüştüğünde, sarmal hale gelir. Bu ortamdaki tüm deneyimler, amaca ve içeriğe daha uygun, ve daha kişiselleşmeye başlamaktadır.

Üçüncü seviye artırılmış gerçeklik, kitlesel boyutta çoklu kullanıcının erişimine, paylaşımcı, dinamik ve aynı anda birden fazla mekanda bulunabilmeye olanak sağlamaktadır. Bunun için, bir takım teknolojinin ve disiplinin bir araya gelmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bunlardan bazıları:

- Güçlü, çok çekirdekli mobil internet cihazları
- Yaygın kablosuz geniş bant internet ağı
- Semantik arama motorları,
- Akıllı örüntü ve görüntü tanıma teknolojisi
- Akıllı ajanlar
- Melez servis konumlu ve istemci-sunucu mimarileri
- İnsan jest ve hareketlerine duyarlı arayüzler
- Standardize edilmiş iletişim protokolleri, veri biçimleri
- Uygulama geliştirilmesi ve içerik yaratılması için kullanımı kolay ve sezgisel araçlar olarak tanımlanmıştır (Cobzas, 2003).

3.4 Artırılmış Gerçeklikte Görüntüleme Yöntemleri

Bilgisayarla görü, üç boyutlu sanal nesnelerin, izleyici kameranın bakış açısına göre görsel gerçekleştirmesidir. Artırılmış gerçeklik görüntülerin oluşturulmasında, kamera takip sistemlerine bağlı olarak farklı bilgisayar görüntüleme metotları kullanılmaktadır. Bu metotlar İzleme ve tanımlama/oluşturma gibi genellikle iki aşamadan oluşmaktadır. İzleme işaretleri, optik görüntüler veya ilgi noktaları

kameranın yakaladığı görüntülerde algılanır. İzleme ile özellik algılama, kenar algılama veya diğer görüntü işleme metotları kullanılarak, kamera tarafından yakalanan görüntülerin yorumlanması sağlanmaktadır. Bilgisayarla görüde, mevcut izleme tekniklerinin çoğunluğu iki sınıfa ayrılabilir. Bunlar özellik tabanlı ve model tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Zhou, 2008).

Özellik tabanlı metotlarda, nesnenin iki boyutlu görüntü özellikleri ve üç boyutlu çerçeve koordinatları arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Model tabanlı metotlar, izlenecek nesnenin ayırt edici CAD modelleri veya 2 boyutlu şablonları kullanılmaktadır (Lee, 2010).

İki boyutlu görüntüler ve üç boyutlu çerçeve koordinatları ile ilişkiler kurulduğunda, kamera, izlenen iki boyutlu ortama nesnenin üç boyutlu koordinatlarını pozlama olanağını ortaya çıkarmaktadır. Kamera pozlama hesaplamasının kısıtları nokta bulutlarının kullanılmasıyla doğru orantılıdır. Oluşturma/tanıma aşamaları ilk sahneden alınan verilerin işlenmesi ve gerçek dünya koordinat sistemine aktararak ve bunun sürekli tekrarlanması ile gerçekleşir. Kalibre edilmiş bir kamera ve perspektife yansıtılmış bir model ele alındığında, eğer bir noktanın kamera kadrajındaki koordinatları ise görüntü düzlemindeki projeksiyon koordinatları olmaktadır.

Nokta kısıt bunun sürekli tekrarlanması ile gerçekleşir. Kalibre edilmiş bir kamera ve perspektife yansıtılmıştır. Görsel izleme alanındaki ilerlemeler, insan beyninin nesnelere nasıl tanıdığı üzerine yeni yaklaşımlara olanak tanımıştır. Human Vision System (HVS) ile saniyelerin yüzde birimleri içinde sonsuz sanıya nesnelere tanıyan İnsan görüş sisteminin modellenmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle, bilgisayarlı görmenin karşılaştığı zorluklar aşılabilir, ilerleme yolunda çok önemli adımlar atılmış olacaktır (Lee, 2010).

Artırılmış gerçeklik ortamı oluşturmak için, ekranlar, veri girişi sağlayan araçlar, izleme araçları, bilgisayarlar ve mobil cihazlar kullanılmaktadır.

3.4.1 Artırılmış gerçeklik ekranları

Artırılmış gerçeklik ortamında temel alınan üç farklı ekran tipi kullanılmaktadır. Bunlar, başa giyilebilen ekranlar (head-mounted-display, HMD), mobil cihaz ekranları ve mekansal boyuttaki ekranlardır. Başa giyilebilen ekranlar (HMD), başın üzerinde taşınabileceği gibi, bir kaskın üzerine takılmış olarak da kullanılmaktadır. Bu durumda hem gerçek dünya hem de ekrana yansıtılan görüntü eş zamanlı olarak algılanabilmektedir. HMD'ler optik şeffaf ekranlar veya video ekran görüşlü olabilmektedir. Video ekran görüşlü cihazlar, şeffaf ekranlara göre daha çok talep gören cihazlardır. Görüntüyü elde etmek için başınızdaki iki adet kamera ile artırılmış sahnenin gerçek dünyadan gelen görüntüleri yakalanır. Bilgisayardan gelen sanal görüntüler ile birlikte harmanlanarak, gerçek dünya ile algılanan görüntüden düşük çözünürlükte, göz önündeki ekranlara aktarılır. Buna karşın şeffaf ekranlı cihazlarda yarı-gümüşlenmiş ayna teknolojisi ile gerçek dünya görüntülerinin üzerine yansıtılarak bindirilmiş grafiklerin direkt olarak kullanıcının gözüne ulaşmasına olanak tanınmaktadır (Reitmayr, 2003).

Harmanlanmış sahne ve gerçek dünya görüntüleri video ekran görüşlü cihazlara göre daha doğal ve yüksek çözünürlükte algılanabilmektedir. Buna karşın, video ekran görüşlü ekranlarda, görüntü ekrana gelmeden önce bilgisayar ortamında, önceden oluşturulduğu için, kullanıcının, gerçek görüntü ile sanal görüntünün senkronizasyonu üzerinde daha fazla kontrolü bulunmaktadır. Şeffaf ekranlı cihazlarda, gerçek görüntünün geciktirilmesine müdahale edilememektedir. Bu nedenle sanal görüntülerin gerçek dünya görüntülerinin üzerine yansıtılması sırasında oluşan gecikmeler ve görüntü kaymaları kullanıcı tarafından algılanmaktadır. Artırılmış gerçeklik sistemi tarafından oluşturulan sanal görüntüler kararsız bir görüntü oluşturabilir, titreyebilir, gerçek görüntüde bağlı olması gereken nesneye tutunmayabilir ve ekran üzerinde yüzebilmektedir (Reitmayr, 2003).

Mobil el cihazları, ekranları kameraları, küçük boydaki işlemcileri olan cihazları olarak tanımlanmıştır. Video ekran görüş tekniğini kullanarak, gerçek dünya üzerine bindirilmiş sanal grafikleri oluşturabilmektedirler. Altı serbestlik dereceli izleme sensörleri için, GPS (küresel konumlandırma sistemi) gibi sensörler içermektedirler. Karekod gibi izleme işaretlerini tanımaktadırlar ve SLAM (eş zamanlı konumlama ve haritalama) gibi bilgisayarlı görme metotlarını kullanabilmektedirler (Wagner, 2006).

Mekansal artırılmış gerçeklik (Spatial Augmented Reality, SAR) uygulamalarında, video projeksiyonları, optik elemanlar, hologramlar, radyo frekanslı etiketler (RFID) gibi takip teknolojileri kullanılarak, fiziksel nesnelerin üzerlerine grafik bilgilerin yansıtılmasına olanak vermektedir. Bu tür artırılmış gerçeklik uygulamalarında, kullanıcının üzerine bir takılı ya giyilebilen bir ekran taşımamaktadır. Mekansal artırılmış gerçeklik ile kullanıcı, teknolojik cihazlardan ayrılabilir (Bimber, 2007).

Kullanıcının çevresiyle etkileşim halinde olmasına ve katılımını kolaylaştırmaktadır. Katılımın birden fazla olduğu toplulukların artırılmış gerçeklik ortamı ve birbirleri ile etkileşimli olarak katılıma izin vermektedir. Günümüzde, müzelerde, laboratuvarlar ve eğitim kurumlarında kullanılması etkinliğe olan ilginin artırılmasını sağlamaktadır. Çevresiyle olan etkileşimine göre mekansal artırılmış gerçeklik uygulamaları, video ekranından bakılan, şeffaf ekrandan bakılan ve direkt algılanan üç farklı yaklaşım bulunmaktadır. Mekansal artırılmış gerçeklikte (SAR), video ekranından bakılan sistem için standartlaşmış kişisel bilgisayar ve ekranlar kullanılmaktadır. Sistem sabitlenmiş olup, sürekli taşınması gerekmediği sürece, küçük bütçelerle kurulabilmektedir. Şeffaf ekrandan bakılan SAR sistemlerinde, oluşturulan görüntüler mevcut fiziksel çevrede hizalanarak oluşturulmaktadır (Şekil 3.4). Düzlemsel veya eğri şekilli ayna ışın ayırıcılar (prompter, projeksiyon TV vb.), şeffaf ekranlar veya optik hologramlar (anaglyph), aktif ve pasif üç boyutlu gözlükler gibi mekansal optik tamamlayıcılar, bu tür görüntülerin ana unsurlarıdır (Bimber, 2007).



Şekil 3.4 : VW Toureg yapı iskeletinin araç üzerine yansıtılması.

Şeffaf ekrandan bakılan mekânsal artırılmış gerçeklikte video ekranından bakılan da olduğu gibi mobil uygulamaları desteklememektedir. Direkt algılanan projeksiyon tabanlı mekânsal görüntülerde, görüntüler kesintisiz olarak yansıtılmak istenen nesnenin yüzeyine aktarılır (Mistry, 2009).

3.4.2 Artırılmış gerçeklik veri girişi araçları

Artırılmış gerçeklik sistemleri için birçok tipte veri girişi sağlayan cihaz bulunmaktadır. Reitmayr ve arkadaşlarının mobil artırılmış gerçeklik sisteminde elektronik eldivenler kullanılmaktadır (Reitmayr, 2003). ReachMedia’da ise kablosuz bileklikler kullanılmaktadır (Feldman, 2005).

Akıllı telefonların kullanıldığı durumlarda, telefonun kendisi bir işaretleme cihazı olarak kullanılmaktadır. ‘Flightradar24’ ismi verilen mobil uygulamasında, kullanıcı telefonu ile gökyüzünde uçan uçağa kadrajladığında uçağın o anki uçuş hızı, nereden geldiği ve nereye gittiği ile ilgili bilgilerine anlık olarak ulaşabiliyor. ‘Google Sky Map’ isimli prgram ile gökyüzünde bulunan bir gök cismine doğrultulan telefonun ekranına o gökcisminin adı yansımaktadır. Veri girişi aracı, artırılmış gerçeklik sistemi için geliştirilen uygulamanın tipine göre değişiklik göstermektedir. Eğer bir uygulamada ellerin serbestçe kullanılması ön görülüyorsa, kullanıcının elinde yapay bir cihaz olmadan veya elin doğal hareketlerine engel olmayan, örneğin gözlerin kullanıldığı bir cihaz ya da kablosuz bileklikler kullanılmaktadır (Lee, 2010).

3.4.3 Artırılmış gerçeklik takip cihazları

İzleme cihazları, sayısal kameralardan, ve/veya diğer optik algılayıcılar, GPS, hız ölçer, ivme ölçer, jiroskop katı hal pusulası (magnetometer), kablosuz algılayıcı vb. unsurlardan oluşmaktadır. Tüm bu teknolojilerin farklı farklı hassasiyet seviyeleri bulunmaktadır. Elde edilen kesinlik değeri de geliştirilecek olan uygulamaya göre değişkenlik göstermektedir (Yi-bo, 2008).

Yi-bo ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, artırılmış gerçeklik için kullanılacak genel izleme teknolojilerini mekanik, manyetik algılama, GPS, ultrosolik, eylemsizlik ve optik olarak ana başlıklar halinde toplamışlardır.

Papagiannakis ve ark. (2008) ile DiVerdi ve ark.’ın (2007) yaptıkları çalışmada, bu özelliklere kurulum, çözünürlük, zaman ve çevre değişkenlerini eklemiştir.

3.4.4 Artırılmış gerçeklik için masaüstü sistemlerin kullanımı

Artırılmış gerçeklik, sistemleri bilgisayar görüntülerini işleyebilmesi için güçlü işlemciler (CPU) ve yeterli rastlantısal erişim hafızasının (RAM) kullanılması gerektirmektedir. Birkaç yıl öncesine kadar mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları için taşınabilir dizüstü bilgisayarlı sistemler kurulmaktaydı. Ancak, akıllı telefon teknolojisinin ve tabletlerin ortaya çıkmasıyla taşınmasına bağlı sistemlerin yerini hafif ve ilgi çekici cihazlar almaktadır. İstasyonlu sistemler ise, güçlü ekran kartları içeren geleneksel iş istasyonu bilgisayarlarını kullanmaya devam etmektedir (Furht, 2011).

3.4.5 Artırılmış gerçeklik için mobil sistemlerin kullanımı

Taşınabilir iletişim cihazlarına eklenen video kamera ve video görüntüleme özellikleri sayesinde, küresel konumlandırma sistemine entegre edilmiş bir uygulamanın geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu durum bulunduğu yeri görüp, küresel konumlandırma sisteminden (GPS) aldığı ek verileri örtüştürerek çevresini fark edebilme özelliği olarak bilinmektedir. iPhone yazılım geliştirme kitinin 3'üncü sürümde mobil cihazın kamerasından aldığı görüntünün üzerine sadece bilgi içeren katmanlar koyulmasına izin veriliyordu. Dördüncü sürümde ise bu görüntüleri analiz edilmesine izin verilmektedir. Görüntü analizi sayesinde, yazılım geliştiricilere canlı görüntü analizi yapılmasına olanak sağlanmış olduğu belirtilmiştir. Böylelikle mobil cihazın nerede olduğu ve nereye baktığının dışında, çevresindeki fiziksel nesnelerin geometrisini bir yere bağlı olmadan analiz edilebildiği ileri sürülmüştür (Furht, 2011).

3.5 Artırılmış Gerçeklik Arayüzleri

Artırılmış gerçekliğin en önemli bakış açılarından biri de kullanıcı ile artırılmış gerçeklik uygulamalarının sanal içeriği arasında, sezgisel etkileşimi sağlayacak uygun tekniklerin yaratılmasıdır. Artırılmış gerçeklik, uygulamalarında dört ana etkileşim yolu bulunmaktadır.

Bunlar,

- dokunabilir artırılmış gerçeklik arayüzleri,
- işbirlikçi artırılmış gerçeklik arayüzleri,

- melez artırılmış gerçeklik arayüzleri,
- gelişmekte olan çok biçimli artırılmış gerçeklik arayüzleri

olarak tanımlanabilmektedir (Furht, 2011).

3.5.1 Dokunulabilir artırılmış gerçeklik arayüzleri

Dokunulabilir arayüzler, gerçek, fiziksel nesnelere ve aletlerin kullanımından faydalanarak, gerçek dünya ile direkt etkileşimi destekler. Kato ve arkadaşları tarafından (2000) geliştirilen bir yöntemle, dokunulabilir kullanıcı etkileşiminin gücünü ortaya koyduğu ileri sürülmüştür. Bu yöntemde, kullanıcı artırılmış gerçeklik ortamında oluşturulmuş bir oturma odasındaki mobilyaların yerleşimini gerçek fiziksel bir kürekle değiştirebilmektedir. Küreğin hareketleri, sezgisel bir şekilde el hareketlerine göre haritalanmış olup, kürekle yukarı kaldırma hareketi ile istenilen mobilya nesnesi seçilebilmektedir. Kürekle vurma hareketi ile mobilya nesnesinin ortadan kaldırılması sağlanmaktadır.

Daha güncel bir masaüstü dokunulabilir artırılmış gerçeklik arayüzü uygulaması olan başka bir yöntemde ise, gerçek fiziki nesnelere kullanılmaktadır. Kullanılan fiziki nesnelere, harita ile ilişki soruların sorulmasına yardımcı anahtar rolünü üstlenmektedir (Kato, 2000).

Harita üzerinde aranılan bölge hakkındaki bilgileri, fiziki nesnelere üzerine sayısal olarak projekte etmektedir. Fiziksel nesnelere kullanılması ile farklı dillerde arayüzlerin kullanılması yerine evrensel geçerliliği olan nesnelere kullanılmasını amaçlanmaktadır. Burada dil engeli aşılsa da, kullanılacak olan nesnelere kullanımı ile bir kullanma kılavuzu gereksimi ortaya çıkarmaktadır (White, 2007).

Farklı ülkelerden, farklı yaş gruplarından ve kültürlerinden gelen insanlar için kullanılacak olan nesnelere o kişiler için farklı anlamlar ifade edebileceği için belirsizlikler ortaya çıkmaktadır. Bu belirsizliğin aşılması için, nesnelere nasıl hareket ettirilmesini gerektiğini gösteren sanal görsel ipuçlarının gerçek fiziki nesnelere üzerine projekte edilerek aşılabileceği önerilmiştir (Cooper, 2004).

3.5.2 İşbirlikçi artırılmış gerçeklik arayüzleri

İşbirlikçi artırılmış gerçeklik arayüzlerinde, birden fazla görüntü kullanılarak, uzaktan ve ortak sunucu içerisinde bulunan etkinlikleri desteklenmektedir. Aynı sunuculu paylaşımında, üç boyutlu arayüzler kullanılarak, işbirliği yapılan fiziksel

çalışma alanı geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Uzaktan erişilen paylaşımlarda, artırılmış gerçeklik, birden fazla cihazın, farklı konumlardan yük getirilmeden katılımını sağlayarak telekonferansların verimini artırabilmektedir (Gül&Çağdaş, 2012).

Tasarımcıların aklında, işbirliği yapılan artırılmış gerçekliğin birden fazla kullanıcı arayüzü boyutları arasında bağlantı kurabileceği düşünülmekteydi. Bunun için ise çoklu kullanıcı, uygun içerik, sunucular, uygulamalar, üç boyutlu pencereler, görüntüleme platformları, ve işletim sistemlerine ihtiyaç duyulduğu ileri sürülmüştür (Studierstube, 2000).

'Studierstube' ismi verilen artırılmış gerçeklik projesinde, ortak sunucu içerisinde yapılan işbirlikçi çalışma modeli olduğu görülebilmektedir (Schmalstieg, 2000; Schmalstieg, 2002).

Uzaktan paylaşımda, tıbbi uygulamalara entegre edilebilen arayüzler kullanılarak, hastalık tanısı, ameliyat ve rutin bakım işlemleri için yapılacak telekonferansların veriminin artırılacağı vurgulanmaktadır (Barakonyi, 2004).

3.5.3 Melez artırılmış gerçeklik arayüzleri

Melez arayüzler, birbirinden farklı ama birbirini tamamlayan arayüzlerin karışımı olarak tanımlanmış olup, geniş bir etkileşim aracı olanağından faydalandığı savunulmaktadır (Zhou, 2008).

Öncesinde nasıl bir etkileşim ekranı veya cihazının kullanılacağı bilinmeyen, ön hazırlık gerektirmeyen, günlük kullanıma uygun, esnek altyapı olanağı sağlamaktadır. Sandor ve arkadaşlarının geliştirdikleri melez kullanıcı arayüzünde, baş hareketlerini takip eden, şeffaf ekranlı, başa giyilebilen görüntüleme cihazında gerçek görüntülerin üzerine hem artırılmış gerçeklik görüntüleri hem de ses bindirilmiştir. Bu artırılmış gerçeklik sistemi ile son kullanıcıların fiziksel etkileşimli cihazlardan sanal nesnelere kadar tüm kumandalara erişimi ve yeniden konfigüre edilmesi amaçlanmıştır (Sandor, 2005).

3.5.4 Çok kipli artırılmış gerçeklik arayüzleri

Çok kipli arayüzler, gerçek objeler ile konuşma, dokunma, doğal el hareketleri, ve göz hareketleri bir araya getirerek, veri girişi haline getirmektedir. Bu tip arayüzler

daha gelişme aşamasındadır. MIT'nin WUW ismi verilen altıncı his giyilebilir el hareketine duyarlı arayüzü buna örnek olarak verilmektedir (Mistry, 2009).

WUW kullanıcılarına, ellerin ve kolların doğal hareketlerine tanımlı olan bilgileri, yüzeylere, duvarlara ve fiziksel gerçek objelerin üzerine yansıtarak geri bildirmektedir. Çok kipli etkileşime örnek olan başka bir çalışma da, göz ve göz kapağı hareketleri ile objelerle etkileşime geçilmektedir (Lee, 2010).

Bu, insan-bilgisayar arasında kullanıcıyı tercih ettiği bir etkileşim aracı olarak ifade edilmektedir. Bu tip etkileşim araçları, geleceğin artırılmış gerçeklik uygulamaları için göreceli olarak etkin, verimli, kolaylıkla ifade edilebilir ve mobil alanda kolay uygulanabilirliği nedeniyle, tercih edilerek çok geniş bir alanda çalışma olanağı bulmuş ve daha fazla geliştirilmiştir. Bu araçlar, verilen göreve göre, kipleri devre dışı bırakıp ya da devreye sokarak, farklı kiplerle bir araya getirerek, kullanıcının becerilerini destekleyebilme yeteneklerine sahiptirler. Çok kipli arayüzlerde, kamusal alan, müze, kütüphane gibi kullanıcının çalıştığı alanın içeriğine göre tercih ettiği kipi kullanabilme özgürlüğüne sahiptir. Etkileşim kipini seçme özgürlüğü, kamusal alanlarda yaygın olarak kullanılan sistemlerde çok daha fazla önem taşımaktadır (Oviatt, 2003).

3.6 Artırılmış Gerçeklik Sistemleri

Artırılmış gerçeklik sistemleri beş kategoriye ayrılabilir. Bunlar: sabit iç mekan sistemleri, sabit dış mekan sistemleri, mobil iç mekan sistemleri, mobil dış mekan sistemleri, mobil iç ve dış mekan sistemleridir. Mobil sistemler, kullanıcı hareketlerinin salt bir oda sınırı ile olmadığı, kablosuz sistemler ile hareket edebildiği sistemler olarak tanımlanmaktadır. Sabit sistemler taşınamayan sistemlerdir. Kullanıcı, sistemi ancak kurulu olduğu mekanda kullanabilmektedir. Bu sistemlerde, kullanıcı hareketleri sınırlı olup, sistemi tümü taşınmadığı sürece başka bir mekanda kullanılması mümkün kılmamaktadır. Kurulacak olan sistemin seçimi, uygulamayı geliştirecek olan kişilerin, sistemi içerisinde kullanacakları takip sistemleri, görüntüleme sistemleri ve olası arayüze bağlı olarak kurma aşamasının başında verecekleri karar verilmelidir. Örneğin, sabit sistemlerde GPS takip sistemi kullanılmazken, dış mekan mobil sistemlerde kullanılabilir. Günümüze kadar uygulama geliştiricilerin mobil artırılmış gerçeklik sistemlerle ilgili yaptıkları çalışmaları azınlıkta olmasına karşın, mobil donanım alanında yaşanan gelişmeler ve

barındırdığı potansiyel nedeniyle, mobil uygulamalar artık daha fazla geliştirilmektedir. Bu sonuçlara bakarak kurulacak olan artırılmış gerçeklik sistemleri için bir genelleme yapılmamalıdır. Kurulacak olan sistemde tercih edilecek olan uygulamaya göre de donanımların seçimi yapılabilmektedir. Bazı durumlarda uygulama tercihi seçilen donanımlara uygun olmasa da öne çıkarak tercih edilebilmektedir (Rempel, 1995).

Yapılan bir çalışmada, sabit sistemlerde optik takip sistemi daha fazla tercih edilmektedir. Melez sistemler ise daha çok mobil sistemlerde tercih edilmektedir. Başa giyilebilen görüntüleme cihazları, daha fazla tercih edilse de henüz kullanılabilirlik açısından daha estetik ve hafif hale getirilme gereğini duymaktadır. Günümüzde ellerin kullanıldığı arayüzler daha fazla tercih edilse de, gelecek yıllarda, gelişen çok kipli arayüzleri daha fazla kullanım alanı bulunacağı tahmin edilmektedir (Papagiannakis, 2008).

3.7 Artırılmış Gerçeklik Avantajları

Artırılmış gerçeklik kullanıcıları keşif yapmaya teşvik ederken, stres yönetimi, eğitimde uzmanlaşma ve tasarımda işbirlikçi öğrenmeyi ve motivasyonu artırması gibi birçok avantajı bulunmaktadır (Liu, 2003; Papagiannakis, 2008).

3.7.1 Keşfe teşvik

Sanal gerçeklik teknolojileri ile mesafeden dolayı oluşan boşluğu bulduğumuz mekandan ayrılmadan kapatabilmekteyiz. Böylelikle görerek, duyarak, koklayarak, tadarak ve dokunarak o mekanlara sanal seyahatler gerçekleştirebileceğimiz belirtilmiştir. Örneğin, bulduğumuz mekanın, binanın geçmişinde neler olduğunu saniyeler içinde duvarlara aktarılmış üç boyutlu projeksiyon sistemleri ile deneyimleyebildiğimiz ileri sürülmüştür (Papagiannakis, 2008).

3.7.2 Stres yönetimi

Ofisler veya iş yükünün çok yoğun diğer mekanlarda stresten uzaklaşmak, ya da o ortamı çalışma performansı yüksek bir hale getirmek de artırılmış gerçeklik sayesinde mümkün olabilecektir. Mekanlara iliştilenmiş artırılmış gerçeklik teknolojileri sayesinde üst seviyede gerçekçi doğal hayatın mekana getirerek rahatlamak mümkün olabilmekte. Artırılmış gerçeklik her iki dünyanın en iyilerini

bir araya getirip kullanıcıya sunabilecektir. Bu sayede kişisel gelişimine asiste edebilecek bir arayüze sahip mekanlarda çalışabilecektir (Papagiannakis, 2008).

3.7.3 Eğitimde uzmanlaşma

Bir mimarın, bir cerrahın veya bir pilotun baskı altında zor kararlar vermesi gerektiğinde durumu simüle edebilecek ortamı artırılmış gerçeklik ile yaratmak mümkündür. Kendine has, sanal bir üç boyutlu görüntünün modeli karar vericiyi olumlu anlamla yönlendirebilmektedir. Binaların giderek daha çevreci, verimli ve karmaşıklaştığı bir dönemde alınacak kararların doğruluk yüzdesinin sonucunu eş zamanlı olarak görebilmek artırılmış gerçeklik ile mümkün olabilecektir. Benzer şekilde müzelerde sergilenen bir serginin ana mesajının ziyaretçiler tarafından algılanması bu tür teknolojiler ile öğretilenmektedir (Liu, 2003).

3.7.4 Tasarımda artırılmış gerçeklik kullanımı

- ***İş Birliği:***

Eğitsel ortamların en önemli amacından birisi aynı fiziksel ortamı paylaşan kullanıcıların sosyal etkileşimini teşvik etmektir (Roussos, 1999).

İş birlikçi artırılmış gerçeklikte birden fazla kullanıcı (öğrenci, öğretmen vb.) gerçek bir dünya içerisine sanal nesnelerin yerleştirildiği paylaşımlı bir mekana erişim hakkına sahiptir. Bu teknik, iletişimin temel öğeleri olan konuşma ve jest gibi unsurların kullanıldığı eğitim amaçlı ortamda bir araya getirilmiş kullanıcılarda özellikle etkilidir. Aynı şekilde sanal gerçeklik ve uzaktan eğitim ile de harmanlanabilmektedir. Bir başka önemli psikolojik faktör de sanal sarmal dünyada bazı kullanıcıların görüşlerinin kilit altında tutulmasının yaratmış olduğu güvensizlik hissiyatıdır (Roussos, 1999; Gül& Çağdaş, 2012).

Buna karşın artırılmış gerçeklikte, çevrelerindeki dünyayı izleme kontrolü kullanıcıya izin vermektedir. Dersliklerde direkt uygulanan iş birlikçi mobil sistemlerde güvenlik konuları daha fazla önem taşımaktadır. Bu alanda kullanılan Artırılmış gerçeklik mobil (belli bir yere bağımlı olmayan, bağımsız) kullanıcılara istedikleri bakış açısından konuya yaklaşmalarına olanak sağlama özgürlüğünü vermektedir. Duygularla öğrenme arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır, ama güvensizlik duygusunun ve diğer duyguların öğrenmeyi nasıl tetiklediği ise hala araştırma sürecinde olan bir konudur (Kort, 2001).

Bazı sistem geliştiriciler bu konuları kendi ideal öğrenme sistemlerini geliştirirken göz önünde bulundurmamışlardır. Artırılmış gerçeklik, eğitim uygulamalarının ihtiyacı olan soruların tümüne karşılık cevap niteliğinde bir çözüm üretemeyebilir ama göz ardı edilmemesi gereken bir seçenek olarak da karşımıza çıkmaktadır. Bu teknoloji her zaman pedagojik hedeflere ve ihtiyaçlara dayanan, kullanıcı odaklı olmayı temel esas olarak ele almamıştır. Bunlar:

- aileleri korumak ve sağlıklı bir ortamda geliştirmek,
- çocukların sosyalleşmesine yardımcı olmak,
- kişilere sosyal ahlâk ilkeleri çerçevesinde sosyal sorumluluk aşılama,
- toplumun genel kültürel, mesleki ve eğitim ihtiyacını karşılamak, (özellikle meslek veya sanat sahibi olmayanlara meslekî bilgi ve beceri öğretmek)
- bireyin kişisel yeteneklerini geliştirmek,
- bireyin toplum içindeki görevini daha iyi kavramasını sağlamak,
- sosyal uyumuna ve gelişimine yardımcı olmak,
- örgün eğitim kurumlarından yararlanamamış olanlara temel eğitim olanakları sunmak,
- örgün eğitimden geçmiş kişilere belirli alanlarda duydukları eksikliklerini giderebilmek için tümleyici ve yenileyici eğitim sunmak olarak tanımlanabilmektedir (Kort, 2001).

- ***Motivasyon:***

Mekansal yeti bireyin idrakini etkileyen önemli bir bileşendir. Mekansal yetiler beş bileşeni kapsamaktadır. Bunlar: mekansal algı, mekansal görselleştirme, zihinsel rotasyon, mekansal ilişkiler ve mekansal oryantasyon olarak tanımlanabilmektedir.

Mimarlık eğitiminde önemli yer tutan bu yeteneklerin geliştirilmesi önem kazanmaktadır. Geometri eğitiminin de mekan bilgisinin geliştirilmesine olan pozitif etkisi olduğu Gittler ve Glück'ün (1998) uzun dönemli çalışmalarında görülmektedir. Bu alandaki çeşitli çalışmalar da mekansal yetilerin sanal gerçeklik teknolojileri ile geliştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Bununla beraber mimarlık eğitimine yönelik sistematik bir artırılmış gerçeklik uygulamasının bu alanda henüz geliştirilmediği görülebilmektedir.

Bu boşluğu doldurabilmek adına yeni nesil bir artırılmış gerçeklik uygulamasının sanal mimari tasarım stüdyosuna adapte edilebilecek bir çalışma geliştirilmesi

gerekliliği doğmaktadır. Bu boşluk sanal mimari stüdyosunda yoğun olarak kullanılan üç boyutlu modelleme programlarına kolaylıkla adapte edilebilir açık kaynak kodlu AR-media™ artırılmış gerçeklik eklentisi kullanılarak sağlanabilmektedir. Bu eklentide kullanılan artırılmış gerçeklik ile öğretmen ve öğrenci arasında yüz yüze iletişim sağlayabilen iş birlikçi doğal bir ortam sağlanmaktadır. Burada artırılmış gerçeklik kullanımının temel üstünlüğü öğrencinin şimdiye kadar hep kağıt ve kalem ile tasarlığı mekanı, nesnelere üç boyutlu olarak görebilmesidir. Bilgisayar ekranında iki boyutlu algı söz konusu olmaktadır.

Geleneksel üç boyutlu bilgisayar destekli tasarım yazılımlarının bu alandaki hedefleri ve amaçları ile örtüşen noktaları olsa da asıl amaç mimari tasarımın ilk aşamalarında temel basit geometrik şekiller ve değişkenlerle kullanıcıya sezgisel ve yol gösterici veya eğitici bir deneyim sağlayacak bir görsel bir arayüz ve aracın oluşturulmasıdır (Gittler & Glück, 1998).

- ***Sosyalleşmede Paylaşım Çeşitliliği:***

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin sağladığı olanaklar sayesinde aile, arkadaş ziyaretleri veya iş görüşmeleri de yeni bir boyuta taşınacaktır. Hali hazırda kullandığımız telefonlar, video konferans sistemlerinin binalara dahil edildiğinde paylaşımına açılacak daha fazla deneyime fırsat tanıyacağı belirlenmiştir (Gittler & Glück, 1998).

3.8 Yeni Oyun Tasarımları

Günümüzde video oyunlarda, sanal gerçekliğin bütün olanakları kullanılmaktadır. Second Life gibi Rol yapma oyunları (RPG) sanal dünyalarda neler yapılabileceğini bizlere gösteren en iyi örneklerden biridir. Buna karşın, artırılmış gerçeklik kullanımını yaygınlaştıkça, artırılmış gerçeklik kullanımına olanak veren mimari mekanlar yaratmak zorunluluğu da ortaya çıkacaktır. Böylelikle oyun oynama deneyimi kesintisiz, ve anlamda da gerçekten etkileşimli hale gelecektir. Bütün bu maddeler sonsuz olasılıkların sadece birkaçı ve aynı zamanda yeni bir öteki mimarlığın habercisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Vaughan-Nichols, 2009).

3.9 Artırılmış Gerçeklik Yazılımları

Günümüzde sıklıkla kullanılan artırılmış gerçeklik yazılımlarının başında Layar, Metaio ve AR-media™ bulunmaktadır.

3.9.1 Layar

Artırılmış gerçekliğin bir uygulaması olan Layar, görüntü tanımlamada bir adım daha ileri gitmektedir. Artık tanımlanan gerçek nesnelere sanal etkileşimlere yelken açmaktadır. Özellikle basılı dünyaya yeni bir deneyim kazandıran Layar Vision, bu yeni etkileşim tarzıyla farklı bir pazarlama yolu açmaktadır (Vaughan-Nichols, 2009).

3.9.2 Metaio

Metaio, mobil cihazlara, gerçek nesnelere nasıl görebileceklerini öğrettiği öne sürülen ve özel bir şirkete ait yazılım olarak tanıtılmıştır. Firmanın popüler uygulamalarından biri İkea'nın ses getiren artırılmış gerçeklik kataloğu olmuştur. Bu katalogla kullanıcılar mobil cihazlarının kameralarıyla odalarını uygulamaya tanıtıyor, uygulama da buraya uygun dekorasyon seçeneklerini belirlemektedir (Angermann, 2014).

3.9.3 AR-media™

Autodesk® 3ds Max® eklentisi AR-media™ ile kullanıcılar, artırılmış gerçekliğin gücünü tercih ettikleri üç boyutlu modelleme programının içerisinde deneyimlenmesini sağlamaktadır. Bu şekilde, artırılmış gerçeklik teknolojisi, kullanıcıların üç boyutlu tasarımlarının çevrelerini saran gerçek fiziksel mekanda görselleştirilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, AR-media™ Autodesk® 3ds Max® eklentisi ile sayısal ortamdaki kullanıcının masaüstüne veya bulunduğu fiziksel ortamına uygun karekod, ve basit bir web kamerası veya başa giyilebilen görüntüleyici başlık ile aktarılabilmektedir.

Dışarıya aktarma özelliği ile kullanıcılar tasarladıkları artırılmış gerçeklik uygulamalarını herhangi bir ek dönüştürücüye gerek duymadan yayımlayabilmeye olanağına sahip olduğu anlamına gelmektedir. Bu özellik kullanılarak yaratılmış olan dosyalar, ücretsiz olarak kullanıma sunulan AR-media™ Player ile Autodesk® 3ds Max® yazılımı ve artırılmış gerçeklik eklentisi kurulu olmayan bir bilgisayarda

da görüntülenebilmektedir. Bu tasarımcıların ortaya çıkardıkları ürünleri, tek bir komutla basit bir şekilde çalışma ortamında paylaşabilmelerine olanak tanımaktadır.

Bu bütünleşik ikili yazılım paketi (artırılmış gerçeklik yaratıcı eklenti “AR-media™” ve görüntüleyici “AR-media™ Player”) ile tasarım süreci döngüsünün gelişmiş görselleştirme fonksiyonun iki ana unsurunu sunar: Bunlar, sanal prototiplerin, gerçek fiziksel ortamlarda analiz edilmesi ve araştırılması ile üç boyutlu projelerin, sarmal ve merak uyandırarak gerçek fiziksel ortama aktarılması ve farklı kullanıcılarına dağıtılması olarak tanımlanabilmektedir .

Artırılmış gerçeklik yazılımı AR-media™ v2.3 ile yapılabilen uygulamalar aşağıdaki şekilde maddelenmiştir.

- ***Çoklu Bağlantılı İşaretler:***

Üç boyutlu bir modelin, iki veya daha fazla karekod işaretine bağlanması ve eşzamanlı gösterilebilmesine olanak sağlamaktadır. Buradaki amaç, modelin farklı açılardan görüntülenmesini sağlayabilmektir. Klasik artırılmış gerçeklik uygulamalarında tek bir karekod işareti vardır ve görüş açısının dışına çıktığında görüntü kaybolmaktadır. Çoklu bağlantılı işaretlerindeki modellerde görünebilirlik, klasik artırılmış gerçeklik uygulamalarına göre daha yüksektir. Ancak çoklu bağlantılı işaretlerin birbirleriyle olan görece koordinatlarında değişiklik meydana gelmesi durumunda çoklu bağlantılı artırılmış gerçeklik nesnesi görüntülenememektedir.

- ***Katman Yönetimi:***

Üç boyutlu objeler farklı katmanlar içine yerleştirilebilmektedir. Böylelikle artırılmış gerçeklik gösterimi sırasında istenen katmanlarla birbirinden ayrılmış nesnelere istenildiğinde gizlenebilir veya görüntülenebilmektedir.

- ***Gölgeler:***

Seçili ışık kaynağından çıkan ışık demeti üç boyutlu objelere düşürülerek gölge oluşumu sağlanabilir. Bu ışık kaynağına, artırılmış gerçeklik gösterimi sırasında farklı değişkenler atanarak, eşzamanlı hareket eden gerçekçi gölgeler elde edilebilmektedir.

- ***Kesme ve Kesit:***

Kesme düzlemleri sayesinde, üç boyutlu nesnelere üzerinde eşzamanlı kesitler yaratılmasına olanak sağlamaktadır.

- ***Animasyonların Görüntülenmesi:***

Bu özellik ile nesnelere hareketlerini eklem yapısına göre kısıtlayan inverse kinematics, üç boyutlu iskelet sistemlerin oluşturulması ve dönüştürülmesi desteklenmektedir.

- ***Karekod İşaret Kütüphanesi:***

Artırılmış gerçeklik eklentisi ile birlikte hazır karekodların oluşturulan üç boyutlu nesnelere ilişkilendirilebilmektedir. Bununla birlikte nesneye özel kişiselleştirilmiş bir kod da oluşturulmasına ve kütüphaneye eklenmesine izin verilmektedir.

- ***Çoklu Karekod Kullanımı:***

Artırılmış gerçeklik eklentisi ile birlikte hazır karekodların oluşturulan üç boyutlu nesnelere ilişkilendirilebilmektedir. Bununla birlikte nesneye özel kişiselleştirilmiş bir kod da oluşturulmasına ve kütüphaneye eklenmesine izin verilmektedir.

- ***Karekod Üretici:***

Artırılmış gerçeklik eklentisi ile birlikte hazır karekodların oluşturulan üç boyutlu nesnelere ilişkilendirilebilmektedir. Bununla birlikte nesneye özel kişiselleştirilmiş bir kod da oluşturulmasına ve kütüphaneye eklenmesine izin verilmektedir.

- ***Sesli ve Görüntülü Nesnelere:***

Üç boyutlu nesnelere sesli ve görüntü dosyaları bağlanabilmekte, doku olarak atanmış ses ve görüntünün artırılmış gerçeklik ortamında kontrolün yapılmasına olanak vermektedir .

- ***Sanal ve Gerçek Nesnelere Arası Görüntü Etkileşimi:***

Artırılmış gerçeklik uygulamalarını, birbirinden en ayırt edici noktalarından biri, sanal nesnelere ile gerçek fiziki ortamdaki nesnelere birbiriyle olan ilişkileridir. Artırılmış gerçeklik eklentisi yazılım, gözlemcinin bakış açısına göre (kamera veya başa giyilebilir görüntüleyici) nesnelere üst üste geldiği durumlarda perspektif derinliğini algılayıp hangi nesnenin önde hangi nesnenin arkada olduğunu anlayarak işlemciye gerekli maskeleyme komutlarını yollar. Bu komutlar sayesinde gerçeklik

hissiyatı daha fazla yansıtılarak yazılım diğer artırılmış gerçeklik uygulamalarına göre öne çıkmasını sağlamaktadır.

- ***Özelleştirilebilir Etkileşim:***

Bu özellik ile artırılmış gerçeklik deneyimi sırasında her bir üç boyutlu nesnenin diğer nesnelere olan standart ilişkisi ve etkileşimi özelleştirilerek basitten-karmaşığa doğru farklı artırılmış gerçeklik uygulamalarına olanak vermektedir.

- ***Aydınlatma Hatası Ayıklama Modu:***

Işık, artırılmış gerçeklik uygulamalarında önemli bir unsur olarak yer alır. Işığın durumuna göre artırılmış gerçekliğin görüntülenmesi, performansı ve kararlılığı değişebilmektedir. Aydınlatma seviyesi düşük ortamlarda karekod işaretinin kamera tarafından algılanıp takip edilmesi oldukça zorlaşmaktadır. Düşük aydınlatma seviyelerinde işaretin algılanması ve takip edilmesi için özel algoritmalarla kontrol edilmesi sağlanarak artırılmış gerçeklik uygulamasının performansını artırmaktadır.

- ***Keskinliği Yumuşatma (Anti-Aliasing, AA):***

Bu fonksiyon kullanıcıların üç boyutlu nesnelere görüntülenmesi sırasında oluşan yapaylığı engellemektedir. Aliasing, sayısal resimlerin kenarlarında oluşan çentikli ve kare şeklinde görünme gibi etkileri tanımlamak için kullanılır. Grafik alanında ise ekranda gösterilen resmin kenarlarının merdiven gibi görünen köşeli kenarlara sahip olmasını tanımlar. Ancak keskinliği yumuşatma hesapları önemli miktarda grafik işlemci gücü gerektirdiğinden bu özelliğin etkinleştirilmesi kare hızında ciddi düşümlere neden olabilmektedir (AR-media™ Plugin v2.3 User Guide).

3.10 Eğitim Alanında Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçekliğin, eğitim ve öğrenme için yeni yöntemler sağladığı ve farkındalığı giderek arttığı ileri sürülmektedir (Wu, 2013). Bununla birlikte, günümüzün eğitim alanında gelişmekte olan, en yeni teknolojilerin arasında kendine yer edinmektedir (Johnson, 2010). Eğitim ortamı için geliştirilmiş farklı tipte artırılmış gerçeklik uygulamalarının her birinin, farklı faydaları olduğu belirtilmiştir (Wu, 2013).

Eğitim ortamında kullanılan artırılmış gerçeklik çalışmalarını araştıran güncel çalışmalar yapılmış olmasına karşın (Yuen, 2011; Lee, 2012), sistematik olarak

artırılmış gerçekliğin faydalarını inceleyen ilk çalışma ancak 2013 yılında yapılabilmektedir (Wu, 2013). Eğitim ortamında, artırılmış gerçekliğin olumlu ve olumsuz etkilerini ortaya koyan ilk çalışma ise 2014 yılında gerçekleştirilmiştir (Radu, 2014). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitim alanında sağladığı yararlar ve bu yararların farklı artırılmış gerçeklik uygulamalarına göre ne gibi değişiklikler gösterdiği konuları ise 2015'te yapılmış bir derlemede tartışılmıştır (Diegmann, 2015).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı için, ortaya çıktığı yıllardan günümüze kadar gelişimine paralel olarak, sürekli değişen, farklı anlam ve tanımlamalar yapılmıştır (Wu, 2013). Bunlardan biri, artırılmış gerçeklik kullanıcısının, mevcut doğal çevresini simüle edilmiş ipuçları ile algılamasını ve bu oluşumun gerçeklik ile sanallik arasında gidip gelen bir süreklilik doğrultusunda oluştuğu şeklindedir. Hatta bu tanım daha da sınırlandırılarak, kullanıcının başa giyilebilir görüntüleme cihazının ekranını ancak şeffaf olduğu takdirde artırılmış gerçekliğin gerçekleştiği öne sürülmektedir (Milgram, 1994b). Ancak gelişen teknoloji sayesinde, giyilebilen cihazlar olmadan da artırılmış gerçeklik uygulamaları deneyimlenebilmektedir (Diegmann, 2015).

Artırılmış gerçekliğin, eğitim ortamında kullanımı için farklı yollar izlenebilmektedir (Yuen, 2011; Lee, 2012). Artırılmış gerçeklik uygulamaları, beş farklı gruba ayrılarak sınıflandırılabilir (Yuen, 2011). Bunlar aşağıdaki maddeler gibidir.

- ***Keşfe Dayalı Öğrenme:***

Artırılmış gerçeklik keşfederek öğrenme için kullanılabilir. Kullanıcı, gerçek dünya ortamı hakkında bilgi verilirken, eş zamanlı olarak ilgilenilen nesne hakkında da bilgiye erişime sahiptir. Bu tür uygulamalar genellikle müzelerde ve astronomi eğitiminde ve de tarihi mekanlarda kullanılmaktadır.

- ***Nesne Modellemesi:***

Artırılmış gerçeklik, nesnelerin modellendiği uygulamalarda kullanılarak, öğrencilere çalıştıkları nesnelerin farklı durumlarda nasıl görüneceği ile ilgili anlık ve eş zamanlı görsel geri bildirim verebilmektedir. Bazı uygulamalarda ise, öğrencilerin sanal nesnelere tasarladıkları esnada, fiziksel özelliklerindeki değişimleri veya nesnelerin birbirleriyle olan etkileşimlerini inceleme fırsatını vermektedir. Bu tür uygulamalar mimarlık eğitiminde de kullanılmaktadır.

- ***Artırılmış Gerçeklik Kitapları:***

Öğrencilerin üç boyutlu ve etkileşimli öğrenme deneyimini sağlamaktadır. Kitaplara akıllı telefon, tablet ya da başa giyilebilen akıllı gözlükler yardımıyla bakılmaktadır. Bu cihazlar kullanılmadığında normal bir kitap gibi kullanılmaktadır. Bu tür kaynakları sayısal teknolojileri erken yaşlardan beri kullanan ama geleneksel kaynakları kullanmayanlar için ilgi çekici bir doküman haline dönüşmektedir.

- ***Beceri Eğitimi:***

Kişileri, kendine özel görevler için yetiştirilmek amacıyla desteklemek amacıyla artırılmış gerçeklik kullanılabilir. Bu daha çok makina veya alet kullanımının gerektiği durumların eğitimde başvurulan bir eğitim şeklidir. Uçak bakımından değişmesi gereken bir parçanın aşamaları ve kullanılması gereken aletleri kullanım sıralaması sırasında görsel ve yazılı dokümanların görüntülenmesi buna örnek verilebilmektedir.

- ***Artırılmış Gerçeklik Oyunları:***

Video oyunlarının, eğitimcilere yeni ve etkili olanaklar sağladığı öne sürülmüştür (Squire, 2003).

Günümüzde, eğitimcilerin oyun kavramını, eğitim ortamına aktararak bu teknolojiye sıkça fırsat verdiği saptanmıştır. Gerçek dünyada gerçekleşen oyunlara sanal bilgilerin eklenmesiyle artırılmış gerçeklik oyunu oluşturulduğu belirtilmiştir (Yuen, 2011).

3.10.1 Eğitimde artırılmış gerçeklik kullanımının faydaları

Geleneksel öğrenme yöntemleri ve ortamlarının, sayısal bir çağda doğmuş ve büyümüş olan Z kuşağının farklılaşan beklentilerine cevap vermede yetersiz kaldığı ileri sürülmüştür. Bu nedenle, eğitim kurumlarının öğretim programlarını yenilemeleri ve ileri teknolojilerle desteklemelerinin zorunlu hale geldiği vurgulanmaktadır (Somyürek, 2014).

Artırılmış gerçekliğin eğitimde kullanımı ile ilgili hazırlanmış makalelerin incelendiği bir çalışmada dört aşamalı bir değerlendirme yapılmıştır (Diegman, 2015). İlk aşamada ilgili makaleler belirlenmiş, ikinci aşamada kodlama ile tanımlamaları yapılmıştır. Üçüncü aşamada artırılmış gerçekliğin getirileri

gruplanmıştır. Dördüncü ve son aşamada artırılmış gerçeklik kullanımının beş farklı yolu ile eşleştirilmiştir (Lee, 2012).

Araştırmacıların belirlediği faydalar aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

- ***Motivasyonun Artması:***

Eğitim ve öğrenme içeriklerinde, artırılmış gerçeklik kullanılan yeni teknoloji ile artırılmış gerçeklik kullanılmayan metotlar karşılaştırıldığında, kullanıcıların artan motivasyonun etkisiyle, gayretli, ilgili ve odaklanmış bir şekilde, artırılmış gerçekliğe hakim oldukları gözlemiştir (Dünser, 2012; Ibáñez, 2014).

Artırılmış gerçeklik biçimindeki oyunlar ise, içsel motivasyonu kendi kendine öğrenme süreci doğrultusunda geliştirmektedir (Iwata, 2011).

Artırılmış gerçeklik kitapları ile aynı kitapların artırılmış gerçeklik olmayan türlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, artırılmış gerçeklik kitap kullanıcıların, her seans başında çok daha istekli olduğu belirtilmiştir (Dünser, 2012).

Öğrencilerin, bu yeni metodolojileri kullanarak motivasyonlarının arttığı ve kullanımdan her yönüyle memnun oldukları gözlenmiştir (Redondo, 2013).

Diğer bulgular kullanıcıların daha proaktif olduğu ve artırılmış gerçeklik teknolojisini ders saati sonrasında da kullanmayı sürdürerek, çalışma ve öğrenme isteğinin devam ettiği belirtilmiştir (Chang, 2014; Zhang, 2014).

- ***Dikkatin Artması:***

Artırılmış gerçekliğin, kullanıcıların eğitim ve öğretim içerikli teknolojiye dikkatlerini çektiği saptanmıştır (Vate-U, 2012). Bir bölgenin tanınması için tasarlanmış artırılmış gerçeklik rehberlik sistemleri, kullanıcıların daha fazla ilgisini çekmektedir (Chen, 2008). Okulların düzenlediği doğa gezilerinde, çevrenin ve bitki örtüsünün tanınması amacıyla kullanılan artırılmış gerçeklik uygulamalı akıllı telefonların, öğrencilerin gezide öğrenmeleri gereken bilgileri, arkadaşlarıyla ve gezi bölgesiyle olan etkileşimi artırdığı, öğretmenleri tarafından saptanmıştır (Kamarainen, 2013).

- ***Konsantrasyonun Artması:***

Artırılmış gerçeklik uygulamalarının, motivasyonu artırdığı gibi (Iwata, 2011), yoğun bir konsantrasyon için gerekli ortamı da sağladığı belirlenmiştir (Yen, 2013).

Bununla birlikte daha yüksek seviyede konsantrasyon ile çalışma olanağını sağladığı ileri sürülmektedir (Ibáñez, 2014).

- **Memnuniyetin Artması:**

Artırılmış gerçeklik ile kullanıcıların, eğitim veya öğrenme sürecinde daha yüksek bir memnuniyet seviyesine ulaştığı görülmektedir (Redondo, 2013; Ibáñez, 2014). Örneğin, kütüphaneye gittiklerinde, araştırdıkları konuya ilişkin gerekli bilgiyi, artırılmış gerçeklik uygulaması ile belirlenmiş yönergeleri izlemeyip keşfetmeyi, kütüphane görevlisine danışmaya tercih ederek, bu tarama yöntemini eğlenceli buldukları vurgulanmıştır (Chen, 2012).

Artırılmış gerçeklik araçlarını eğitim amaçlı kullanan öğrencilerin oldukça memnun olduğu saptanmıştır (Martín-Gutierrez, 2013). Diğer yandan ise artırılmış gerçeklik kullanarak eğitim gören öğrencilerin artık geleneksel yöntemlerle eğitim alma isteklerinin azaldığı da belirlenmiştir. Örneğin; teknik meslek okullarında eğitim alan öğrencilerin kaynak yapma sırasında kesintisiz olarak yapılan kaynak işinin artırılmış gerçeklik uygulamasıyla hem kontrol ettikleri hem de tamamlayabildikleri fakat bu kontrolleri artık gkoruma gözlüğü ve elleriyle yapmak istemedikleri gözlemlenmiştir (Hou, 2013).

3.11 Mimarlık Eğitimi Alanında Artırılmış Gerçeklik Kullanımı

Sayısal çağ olarak adlandırılan günümüzde, sayısal tasarım araçlarının ve yöntemlerinin özellikle son yirmi yılda artan bir ivmeyle yaygınlaşmasına rağmen, mevcut sayısal tasarım arayüzleri mimari tasarımın erken aşamasında tasarımcıların kavramsal ve soyut düşünce geliştirmesinde yetersiz kaldığı belirtilmiştir. Mimari tasarım stüdyolarında, eskiz ve maket gibi geleneksel tasarım araçlarının ise halen önemini koruduğu görülmektedir. Sayısal ortamın potansiyellerinin yeterince kullanılmaması, bir araç ya da arayüz problemi olmanın ötesindedir. Bu nedenle bu konuya daha geniş bir perspektiften, sayısal ortam kullanıcılarının “dünya içerisinde”, “bedenleri aracılığıyla” deneyimledikleri, duyu-motorsal ve bilişsel süreçlerle birlikte bakmaya ihtiyaç bulunduğu ileri sürülmüştür (Alaçam& Çağdaş, 2014).

Mimarlık eğitiminin, son yirmi yıl içerisinde bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki gelişim doğrultusunda, hızlı bir değişim sürecine girdiği bilinmektedir. Bu değişimin,

mimarlık ve mimarlık eğitimine etkilerini analiz edebilmek için, uygulama tabanlı araştırmalar yapıldığı bildirilmiştir. Bilgisayar teknolojilerinin mimarlık eğitimi ile olan etkileşiminin getirdiğı sonuçların, fayda ve zarar ilişkisi göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi gerekliliğı savunulmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda ise eğitim yapısının yeniden şekillendirilmesi gerekliliğı ileri sürülmüştür. Mimarlık eğitiminin teknolojinin bütünleşmesi ile gelişme göstermeye ve eğitim sürecinin içeriğı ile verimini artırmaya yönelik tasarım eğitimi için yaratıcı çözümler üretme gereksinimi olduğı vurgulanmıştır (Çetiner, 2006).

Özellikle mimarlık alanındaki teknolojik gelişmeler ile görselleştirme ve sunumlarda, ayrıca da tasarlanan mimari projelerdeki bilgilerin aktarılmasında bir paradigma değışimine doğru bir ilerleme olması gerekliliğı savunulmaktadır (Navarro, 2012).

Mimarlık eğitiminde artırılmış gerçekliğin hem eğitimci hem de öğrenciler açısından faydalarının incelendiğı bir çalışmada ve öğrencinin mimari projesinin üç boyutlu olarak sunulması anlatılması artırmak amacıyla artırılmış gerçeklik kullanımı sağlanmıştır. Artırılmış gerçeklik ile yapılan maketlerin, nihai sunumu maketlerin kısmen yerini alabileceğı, tamamlayıcı unsur olarak kullanılabilceğı ve projelerin yapım sürecini hızlandırdığı ileri sürülmüştür (Navarro, 2012).

Mimarlıkta eğitim alanında görsel yöntemlerin karşılaştırıldığı bir çalışmada mobil cihazlar ve sosyal ağlar kullanılarak üç boyutlu sanal maketler ile artırılmış gerçeklik maketleri kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre önerilen artırılmış gerçeklik yöntemi ile yapılan maketlerde öğrencilerin projeye olan ilgilerinin arttığı belirlenmiştir (Fonseca, 2013).

Bilgisayar destekli tasarım sürecinde yardımcı bir araç olarak kullanıldığı durumlar içinde en verimli pedagojik yöntemin, bilgisayarın üç boyutlu görselleştirme olanaklarının tasarım sürecinin başından itibaren öğrenci tarafından kullanıldığı süreçler olduğı ileri sürülmüştür (Çil, 2013).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin mimarlık eğitimi alanında kullanılması ile mimari öğrencilerin akademik başarılarının, derse katılımlarının ve ilgilerinin arttığı vurgulanmıştır (Fonseca, 2014).

3.12 Bölüm Sonucu

Bu bölümde artırılmış gerçeklik kavramı tanıtılmış ve artırılmış gerçekliğin geçmişten günümüze kullanımı ile ilgili veriler derlenmiştir. Bu tezde artırılmış gerçeklik ile üç boyutlu maket yapımı gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle artırılmış gerçeklik tarihçesi, kullanım alanları, çalıştırma yöntemi ve artırılmış gerçeklik yazılımları ile ilgili kavramlar bu bölümde tanıtılmıştır.

Bu bölümde artırılmış gerçeklik tipleri detaylı olarak anlatılmıştır. Bu tez kapsamında, birinci seviye ve üçüncü seviye artırılmış gerçeklik uygulama tiplerinden faydalanılmıştır. Kullanılacak artırılmış gerçeklik yazılımı, Inglobe Technologies'in geliştirdiği Autodesk® 3ds Max® eklentisi AR-media™ yazılımıdır. Bu yazılım ile birlikte, web kameraları, Vuzix 920AR artırılmış gerçeklik gözlüğü de donanım listesinde yer almaktadır. Bu bölümde, tezde kullanılan AR-media™ yazılımı ve bu yazılımın kullanımına detaylı olarak yer verilmiştir.

Ayrıca bu bölümde, artırılmış gerçekliğin hem eğitim alanında hem de mimarlık eğitimi alanındaki kullanımı anlatılmıştır.

Bu bölümün sonuna kadar konu ile ilgili bilgiler ve alanyazın derlenmiş olup bundan sonraki bölümde tezde yapılan uygulamalardan bahsedilecektir.



4. UYGULAMA

Artırılmış gerçekliğin, mimarlık eğitiminde kullanılan fiziki maket yapımı öncesinde kullanılabilir bir eğitim aracı olarak önerilmesinin öğrencilere getireceği pozitif ve negatif yönlerinin araştırıldığı bu tez çalışmasında, artırılmış gerçeklik yazılımı, giyilebilir ekranlı gözlükler, projeksiyon cihazı, bulut depolama sistemlerinden oluşan bir çalışma ortamı yaratılmıştır. Bu çalışma ortamını deneyimleyen öğrencilerin çalışma öncesi ve sonrası fikirlerinin değerlendirildiği anket sorularıyla elde edilen sonuçlar, tezin artırılmış gerçeklik ile oluşturulan sanal maketlerin, fiziki maketler öncesi kullanılmasının avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymuştur.

4.1 Gereçler

Tez kapsamında kullanılan yazılımlar Autodesk® 3ds Max®, SketchUp Pro, Rhinoceros olmuştur. Katılımcılar kişisel bilgisayarlarını ve mobil cihazlarını kullanmışlardır. Ayrıca artırılmış gerçeklik uygulamalarında kullanılmak üzere bir adet akıllı video gözlüğü kullanılmıştır.

4.1.1 Yazılım

Üç boyutlu modelleme için yaygın olarak kullanılan üç boyutlu tasarım programları Autodesk® 3ds Max®, SketchUp Pro, Rhinoceros yazılımların güncel demo ya da öğrenci sürümleri kullanılmıştır. Yine bu üç boyutlu tasarım yazılımları ve mobil cihazlar ile uyumlu, Inglobe Technologies'in geliştirdiği AR-media™ yazılımı, tez kapsamında kullanılmak üzere satın alınarak kullanılmıştır.

4.1.2 Bilgisayar

Tez kapsamında (*yapılacak olan ağır grafik işlemleri ve video çıktıları için gerekli olan 2GHz işlemci hızı, 2GB sistem belleği, %100 OpenGL uyumlu 512MB RAM bellekli grafik kartı, i7 işlemcili, USB 3.0 girişli, SSD sabit diskli ve 16GB RAM hafızalı Windows 7 işletim sistemli*) taşınabilir bir dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. Birinci dizüstü bilgisayar üç boyutlu grafik ve artırılmış gerçeklik işlemleri ile

meşgul iken, anket sorularının derlenmesi, sunumların görüntülenmesi için ikinci bir dizüstü bilgisayar (1.7 GHz işlemci hızı, 2GB sistem belleği, %100 OpenGL uyumlu 512MB RAM bellekli grafik kartı, i7 işlemcisi, USB 3.0 girişi, SSD sabit disk ve 8GB RAM, OS X işletim sistemi.) kullanılmıştır.

4.1.3 Akıllı video gözlüğü

Akıllı video gözlüğü olarak Vuzix Wrap 920AR kullanılmıştır. Bu gözlük üzerinde bulunan iki ayrı kamera ile iki ve üç boyutlu görüntüler stereo görüntüler birleştirilip iki boyutlu nesnelere üç boyutlu derinlik kazandırabilmektedir. Gözlük bilgisayara ya da iOS işletim sistemli mobil akıllı cihaza bağlanarak hareket serbestisi sağlanmış artırılmış gerçeklik deneyimini sunmaktadır. 640x480 piksel çözünürlüğü 60Hz'te sunan ürün, 67 inç'lik sanal bir ekranı kullanıcıların gözünün önüne yansıtmaktadır. Video çıkışı bulunan, her cihazla uyumlu çalışan Vuzix Wrap 920, ayrıca HDMI giriş ile harici görüntüleyici cihazlarla da uyum göstermektedir. Üzerindeki entegre kulaklığı ile ses alınabilmektedir. Bu gözlük Şekil 4.1'de görüntülenebilmektedir.



Şekil 4.1 : AR-media™ akıllı video gözlüğü mobil cihaz bağlantısı.

4.2 Çalıştay Ortamının Oluşturulması

Mart 2014, Mayıs 2015 ve Ağustos 2015 tarihlerinde olmak üzere üç ayrı çalıştay ortamı oluşturulmuştur. Bu çalıştaylarda öğrencilerin, basitten, karmaşığa çeşitli tasarımlarını, istenilen aşamada, artırılmış gerçeklik ortamında deneyimlemeleri sağlanmıştır. Öğrenciler, temel tasarım modelleri, karmaşık parametrik tasarım modelleri, animasyon ve hareketli modellerin AG ortamında eşzamanlı

görüntülenmesi ya da önceden tasarlanmış modellerin, sonradan AG ortamına aktarılması durumlarını tecrübe edebilmişlerdir. Katılımcılar, AG ortamına, kişisel bilgisayarlarını, akıllı gözlük ve mobil akıllı cihazlarını kullanarak katılım sağlamışlardır.

4.2.1 Birinci çalıştay

Mart 2014'te İtalya'da gerçekleşen ve üç gün süren parametrik mimari tasarım çalıştayı yürütücüsü ile yapılan koordinasyon ile çalıştay kapsamında üretilen tasarımların artırılmış gerçeklik ortamında deneyimlenmesi çalıştayın programına eklenmesi sağlanmıştır. Bu çalıştayın ana konusu Rhinoceros ve 3ds Max® yazılımlarını kullanarak parametrik nesnelerin yaratılması olup, artırılmış gerçeklik ile ilgili uygulamalar, ara tasarımların yorumlanması ve paylaşılması amacıyla eklenmiştir.

Avrupa'nın çeşitli ülkelerinden mimarlık lisans ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 25 katılımcı ile gerçekleştirilen bu çalıştaya, kendi dizüstü bilgisayarlarını getirmeleri gerekmektedir. İlk gün sabahı tanışma toplantısı sonrası yazılımların deneme ve ücretsiz sürümlerinin, katılımcıların dizüstü bilgisayarlarına ve akıllı cihazlarına yüklenmesi istenmiştir. Çalıştayın yapıldığı salonda yüksek hızlı internet bağlantısı bulunması bu açıdan çok önemliydi.

Çalıştayın her günü iki oturumdan oluşuyordu. Birinci gün sabah oturumunda, farklı tasarımların ortak bir paydada toplanabilmesi amacıyla, asma bir köprünün parametrik nesnelerle kaplanması konusuna oy birliği ile karar verilmiştir. San Francisco Golden Gate köprüsü, hakkında oldukça fazla veri bulunması nedeniyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Gruplar, köprünün hangi bölümlerinde çalışacaklarına kendi aralarında karar vererek çalışma alanlarını sınırlarını belirlediler.

Öğlen oturumu öncesi, tez kapsamında hazırlanan fiziki maket yapımı ve süreci yönelik çevrimiçi anketin, öğrencilerden tarafından yanıtlanması istenmiştir. Bu çalıştay süresince sorulacak olan anket dizisinin ilk bölümü oluşturuyordu. Akıllı cihaz ve bilgisayar ile web ortamında yanıtlanan soruların sonuçları eşzamanlı olarak çalıştay yürütücüsünün ekranına gelmesi, çalıştayın gidişatı ile ilgili değişimlerin yapılmasına olanak sağlamıştır. Anket sorularının yanıtlanmasının ardından, öğrencilere çalıştay konusunu fikirlerini geliştirmeleri için iki saatlik bir serbest

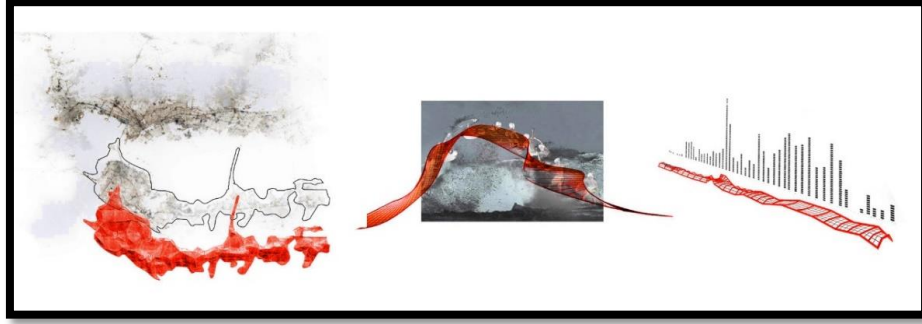
zaman tanınmıştır. Bu süreç sırasında çalıştay yürütücüleri ve öğrenciler arasında sürekli iletişim kurularak, parametrik modelleme ve artırılmış gerçeklik yazılımlarının kullanımı ile ilgili sorular yanıtlanmıştır. Süre bitiminde, gün sonu değerlendirmesi için, bulut depolama sağlayıcısı klasörlerine yüklenen çalışmalar, öğrenciler tarafından kişisel tablet ve akıllı telefonlar ile artırılmış gerçeklik ortamında incelenmiştir. Öğrenciler tablet ve akıllı telefon, Vuzix Wrap™ 920AR artırılmış gerçeklik gözlüğü ile projeleri inceleme fırsatını deneyimlediler.

Google Earth uygulamasından çalışma alanının uydu görüntüleri, SketchUp ortak kütüphanesinden Golden Gate Köprüsü'nün üç boyutlu dosyalarını temin ederek referans dosyaları oluşturulmuştur (Şekil 4.2). Üç boyutlu modelleme işlemleri Rhinoceros ve 3ds Max® yazılımları kullanılarak, görsel gerçekleştirme işlemleri uygulanmıştır.



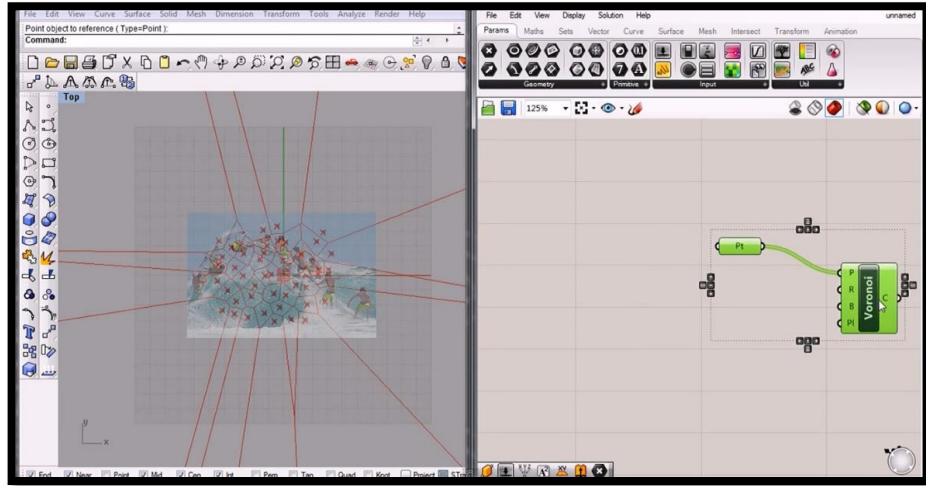
Şekil 4.2 : Golden Gate Köprüsü'nün üç boyutlu referans dosyası.

Öğrenci grupları modellemek istedikleri konuların çıkış noktalarını yine San Francisco bölgesine ait verilerden elde etmişlerdir (Şekil 4.3). San Francisco bölgesinin süperpoze edilmiş gece aydınlatması hava fotoğrafı, sörf sporu görseli ve köprüden en çok fotoğraf çekilen noktalar veri olarak kullanılmıştır.

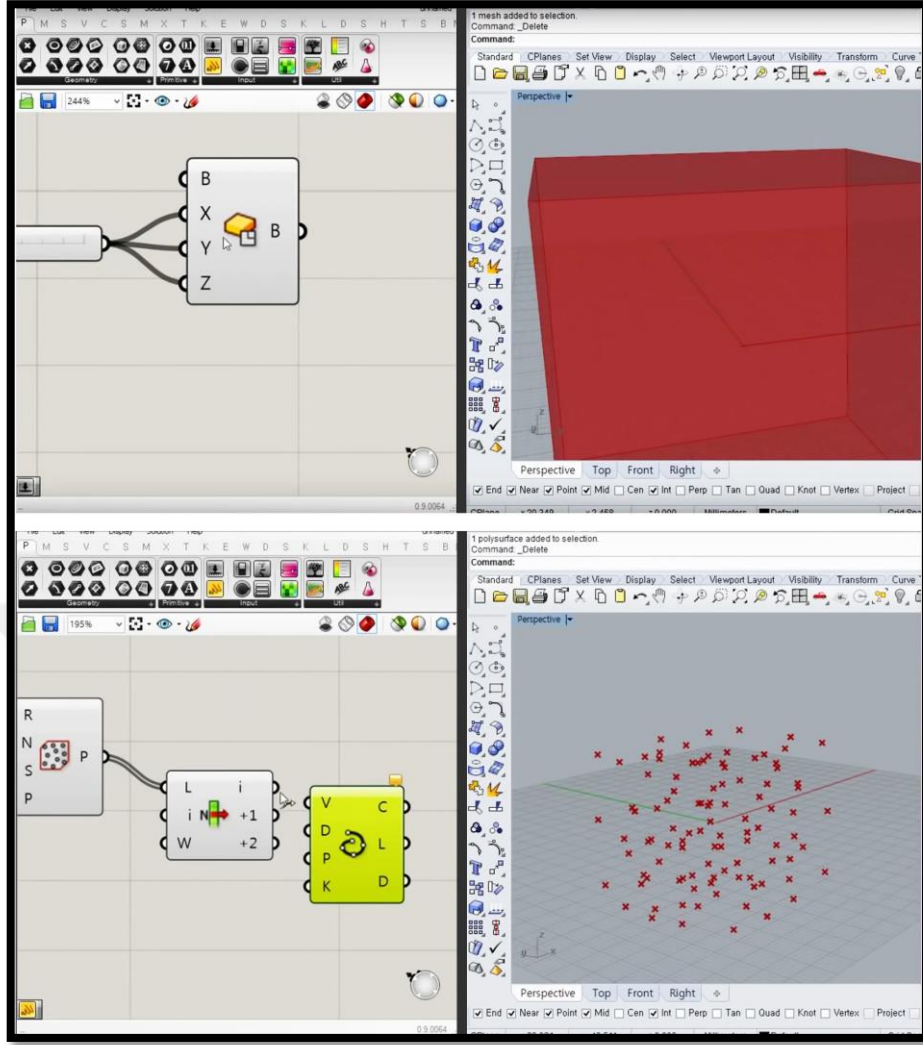


Şekil 4.3 : Veri dosyalarının üç boyutlu modeller için referans olarak kullanılması.

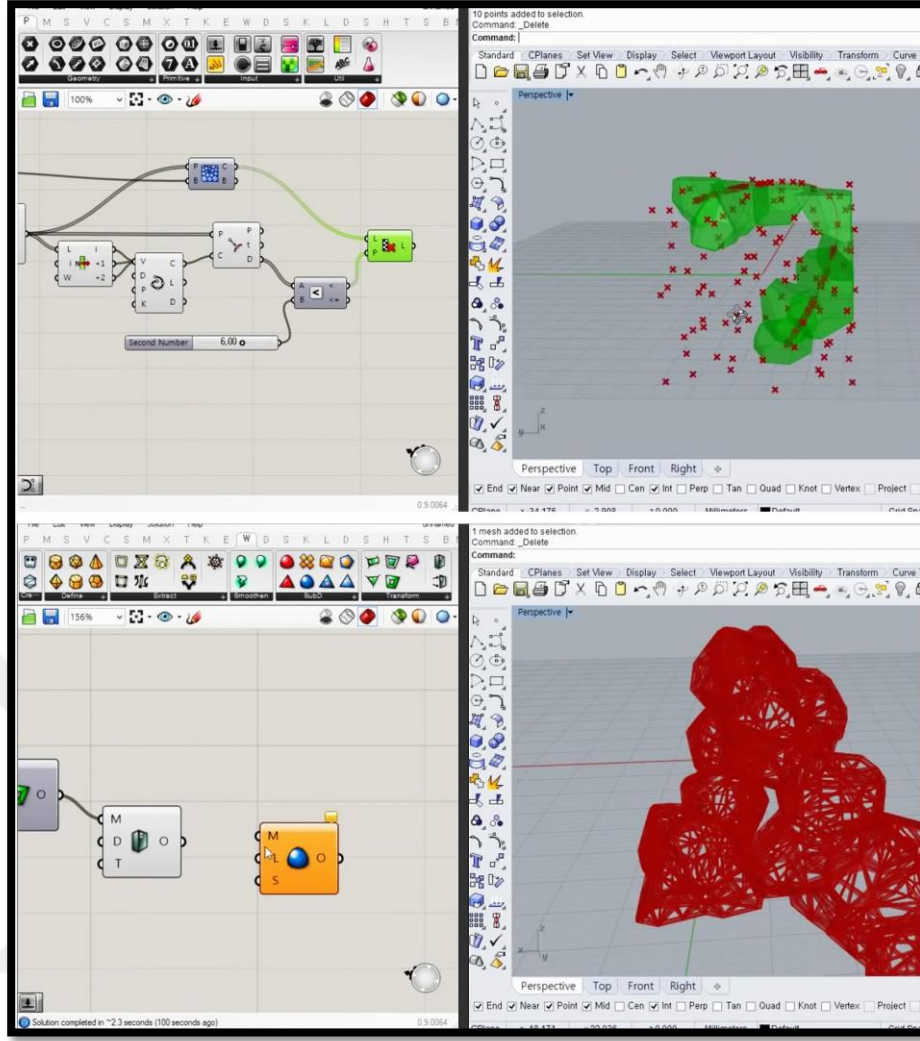
Çalıştayın katılımcıları arasındaki tüm veri alışverişi bulut depolama ortamında gerçekleştirilmiştir. Her grup, çalışmalarını kendi dosya dizini içine grup ismi, gün ve saat numarası ile kayıt ederek paylaşımına açmıştır. Artırılmış gerçeklik ortamına aktarılması istenen modeller, bulut depolamanın ilgili klasörüne yüklenmiştir. Bu dosyalar, çalıştay yürütücünün bilgisayarındaki lisanslı artırılmış gerçeklik yazılımı ile çok kısa bir süre içerisinde artırılmış gerçeklik dosyası haline dönüştürülüp, bulut depolama paylaşım dosyasına geri yüklenmiştir. Rhinoceros yazılımı eklentisi olan Grasshopper uygulaması üzerinde voronoi diagramları ile nokta bulutları verileri kullanılarak yaratılmıştır (Şekil 4.4, 4.5, 4.6).



Şekil 4.4 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 1. örnek.

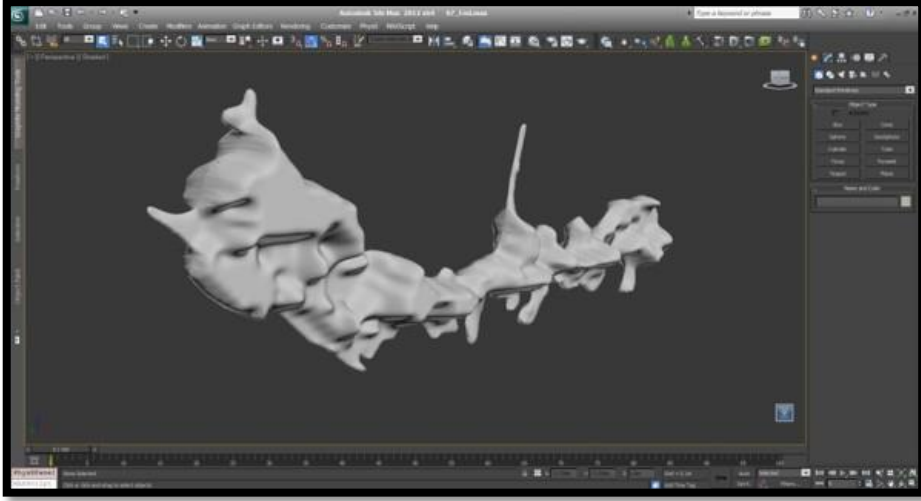


Şekil 4.5 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 2.örnek.



Şekil 4.6 : Rhinoceros, Grasshopper eklentisi ile üç boyutlu modellerin oluşturulması, 3.örnek.

Verilerden yola çıkılarak yatarılan üç boyutlu nesnelere, 3ds Max® yazılımı aracılığıyla aktarılarak görsel gerçekleştirme, renk ve malzeme ataması yapılmıştır (Şekil 4.7). Bazı modellerin animasyon haline getirilmesi yine 3ds Max® yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra AR-media™ yazılımı kullanılarak artırılmış gerçeklik ortamına aktarılmıştır.

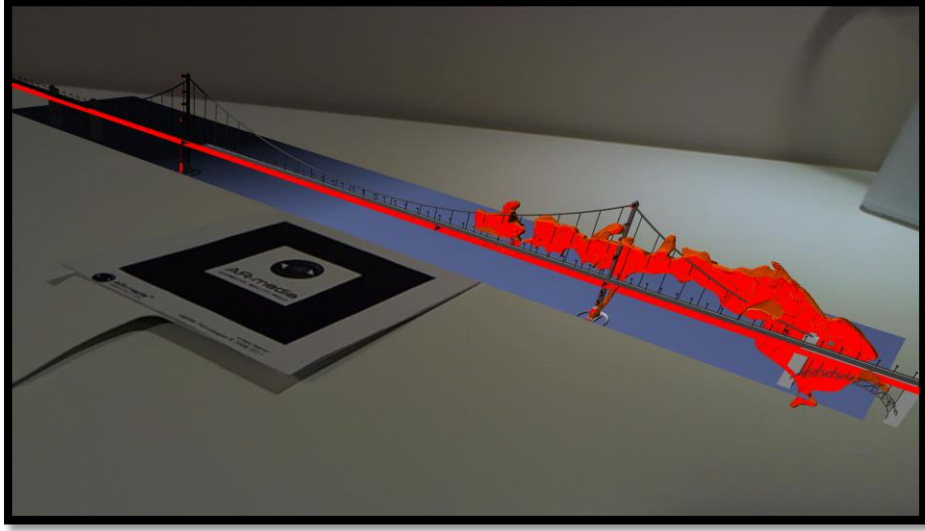


Şekil 4.7 : Üç boyutlu modellerin görsel gerçekleştirme aşaması.

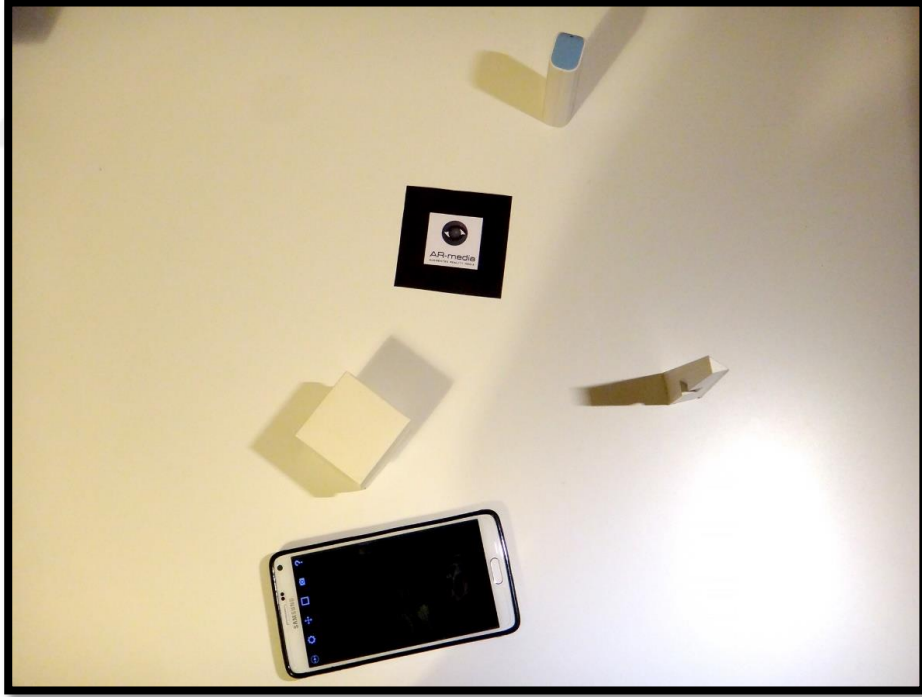
Artırılmış gerçeklik ortamında üzerinde çalışılan modeller, üç ekseninde 360 derece çevirip, yine üç eksen düzleminde istedikleri noktalardan istenilen açılarda kesitler alma olanağına sahip olmuşlardır. (Şekil 4.8).

Katılımcılar kişisel bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve tabletler aracılığıyla bulut ortamındaki klasörden artırılmış gerçeklik dosyalarını ücretsiz artırılmış gerçeklik yazılımı ile görüntüleyip deneyimlemiştir (Şekil 4.9).

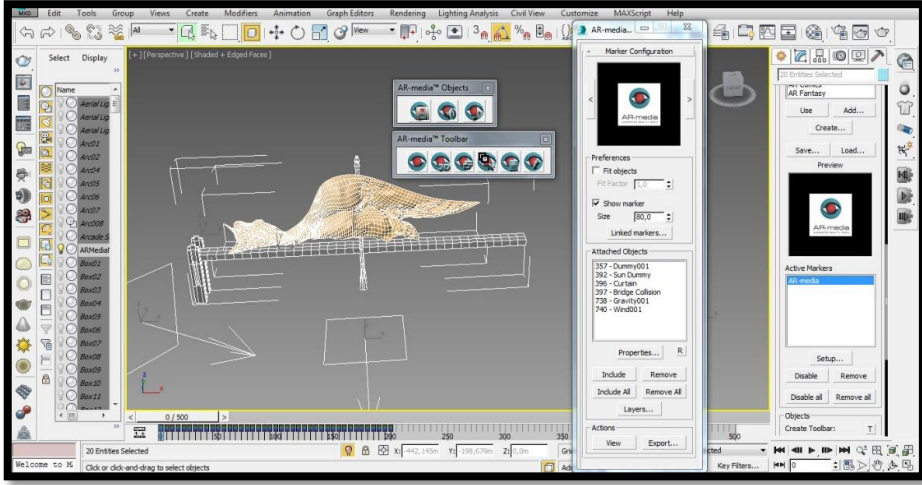
Elde edilen görüntülerinden geri besleme sonucu alınan verileri, tekrar Rhino programı ve Grasshopper eklentisi üzerinde revize edilmiştir. Artırılmış gerçeklik ortamını tecrübe etmek için karekod veya referans olabilecek kişiselleştirilmiş herhangi bir görüntü gereklidir. Bu görüntüyü algılayan kamera veri tabanından ilgili dosyayı yükleyerek görüntülemeye başlamaktadır (Şekil 4.10).



Şekil 4.8 : Artırılmış gerçeklik ortamında alınan kesit görüntüsü.

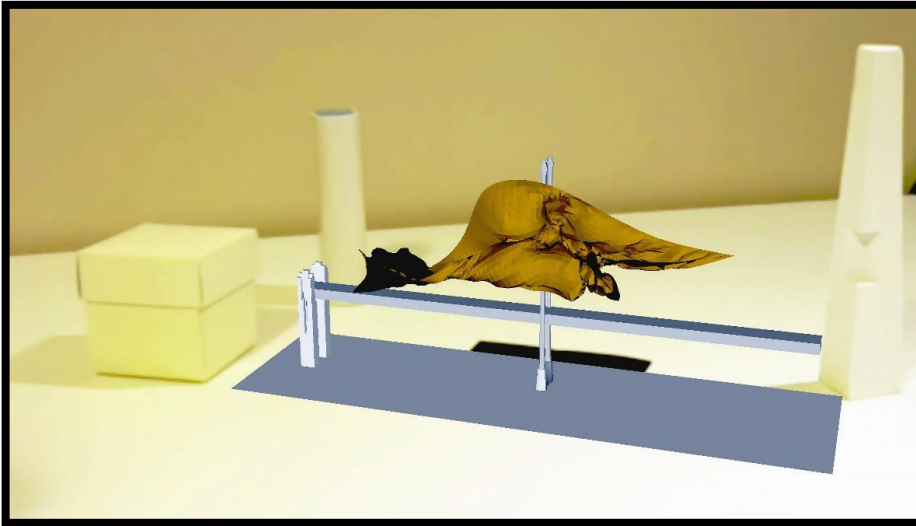


Şekil 4.9 : Artırılmış gerçeklik ortamı, referans fiziksel nesnelere ve akıllı cep telefonu.



Şekil 4.10 : AR-media™ arayüzü, üç boyutlu hareketli modellerin artırılmış gerçeklik modeline dönüştürülmesi.

Çalıştay süresince devam eden veri alışverişi, her grubun, kendi projelerini ve diğer grupların projelerini artırılmış gerçeklik ortamında görüntüleyip birbirlerinin proje görüntüleriyle karşılaştırmalarına olanak sağlamıştır. Böylelikle diğer projelerin kendi projeleriyle olan uyumunu da tecrübe etme olanağına sahip olmuşlardır. Bunun için herhangi bir üç boyutlu modelleme yazılım kullanılmasına gerek duyulmamıştır. Öğrencilerin, çalıştay sırasında fiziki nesnelere ile sanal nesnelere birlikte kullanılmaları sağlanmıştır (Şekil 4.11, 4.12).



Şekil 4.11 : Üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik ortamında fiziki maketler ile birlikte kullanılması, 1.örnek.



Şekil 4.12 : Üç boyutlu modellerin artırılmış gerçeklik ortamında fiziki maketler ile birlikte kullanılması, 2.örnek.

Bilgisayar ortamında yaratılan bu uygulamalar aynı zamanda mobil akıllı telefon ile de görüntülenmiştir (Şekil 4.13, 4.14).

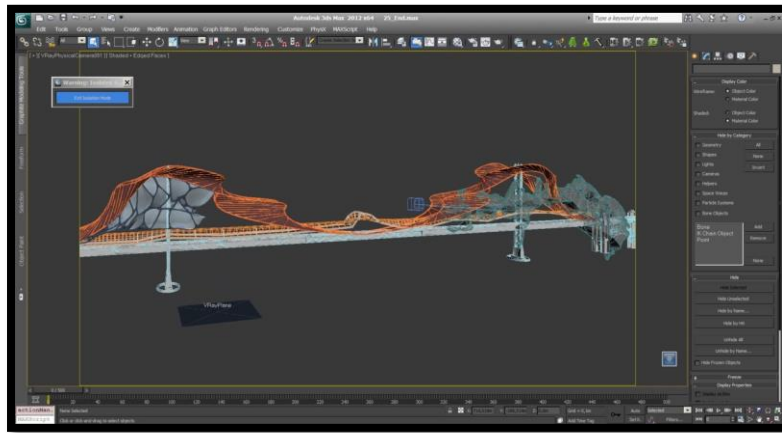


Şekil 4.13 : Artırılmış gerçeklikteki üç boyutlu modellerin akıllı telefondaki ekran görüntüsü.



Şekil 4.14 : Grupların tüm projeleri tek bir artırılmış gerçeklik ortamında birleştirilmiş görüntüsü.

Nihai kararlardan sonra, grupların çalışmaları tek bir dosyada bir araya getirilmiştir. Böylelikle artırılmış gerçeklik dosyası haline getirilerek eşzamanlı olarak tüm katılımcıların kullanımı için paylaşılmıştır (Şekil 4.15). 3ds Max® ortamında malzeme, ışık ayarları atanan üç boyutlu modeller görsel gerçekleştirme aşamasına getirilmiştir. Bu aşamadan sonra kolaj çalışması için Adobe Photoshop yazılımı ile gerekli düzenlemeler yapıp sunulmuştur (Şekil 4.16).



Şekil 4.15 : Grupların tüm projeleri tek bir 3ds Max® dosyasında toplanıp malzeme ataması yapılması sonrası ekran görüntüsü.



Şekil 4.16 : Görsel gerçekleştirmesi tamamlanmış çalıştay sonucu elde edilen görüntü.

Çalıştay süresince, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı hakkındaki görüşlerin toplanılması amacıyla ikinci bir çevrimiçi anket öğrenciler tarafından yanıtlanarak çalıştay sonlandırılmıştır.

4.2.2 İkinci çalıştay

Bu tez çalışması süresince artırılmış gerçeklik konusuyla ilgili bilgi alışverişi yapmak isteyen ve konu hakkında daha fazla bilgi edinmek isteyen mimarlık öğrencileriyle Mayıs 2015 tarihinde ikinci çalıştay yapılmıştır. İstanbul'da bir hafta süren çalıştaya bir yürütücü ve beş lisans öğrencisi katılmıştır. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nden iki, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nden iki ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nden bir öğrenciden oluşan çalıştayın ana konusu, artırılmış gerçeklik modelleri ile fiziki maketlere alternatif bir tasarım sürecinin oluşturulması olmuştur.

Çalıştayın ilk günü tanışma toplantısı ve program anlatılmıştır. Sürenin kısıtlı olması nedeniyle küçük ama detaylı bir tasarım süreci oluşturulması karar kılınmıştır.

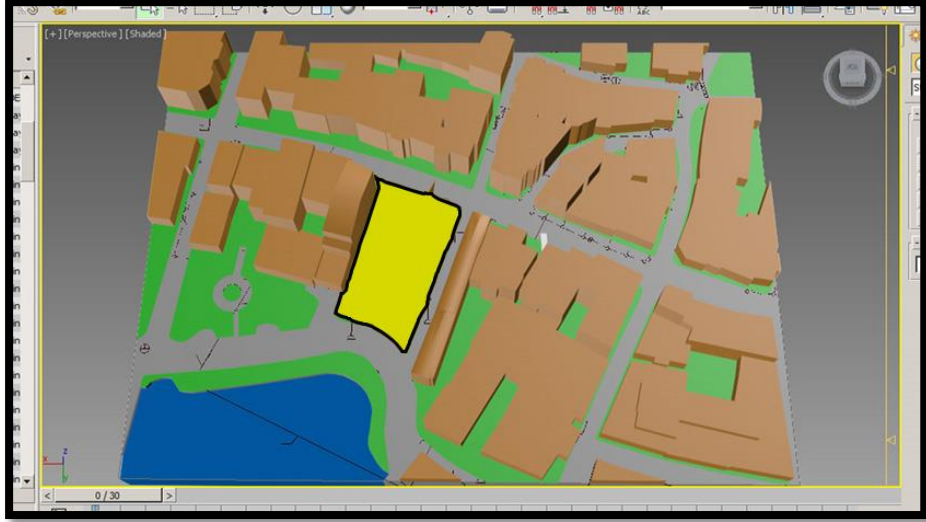
Büyükada'da o dönem yayınlanan bir yarışma projesinin AutoCad dosyaları ve görselleri veri dosyaları bulut ortamına yüklenmiştir. Yarışma konusu ve programından farklı olarak İstanbul Prenses Adalarına yönelik bir kültür merkezi yapısının tasarlanmasına karar verilmiştir.

Tasarımlara başlamadan önce katılımcılardan, tez kapsamında hazırlanan fiziki maket yapımı ve sürecine yönelik çevrimiçi anketin yanıtlanması istenmiştir. Bu

anket ile katılımcıların maket için ne kadar süre ve bütçe ayırdıkları değerlendirilmiştir. Öğrencilerin kişisel bilgisayarlarıyla katıldığı çalıştayda deneme sürümü yazılımlar ve ücretsiz yazılımlar bilgisayarlara yüklenmiştir. Her bir katılımcı için Dropbox bulut proje paylaşım ortamı için bir kullanıcı girişi oluşturulmuştur. Proje hakkındaki gelişmeler ile yorumlar bulut ortamında saklanmıştır ve projenin önizlemesi, ek bir üç boyutlu yazılıma ihtiyaç duymadan görüntülenebilmiştir.

Artırılmış gerçeklik arayüzün nasıl çalıştığını anlatan kapsamlı bir özet sonrası deneysel süreç yöntemi ile devam edilmiştir. Tezde uygulanan artırılmış gerçeklik çalışma prensibi öğrencilere aktarılmıştır. Katılımcıların, tasarım sürecince kağıt, kalem, tablet, dizüstü bilgisayar ve bilgisayar destekli yazılımlar kullanımı gibi istedikleri araçları kullanmaları konusunda serbest bırakılmışlardır. Böylelikle tasarım süreci, kalite ve süre bakımından en iyi seviyeye getirilerek, katılımcıların tasarım gücünün artırılması hedeflenmiştir.

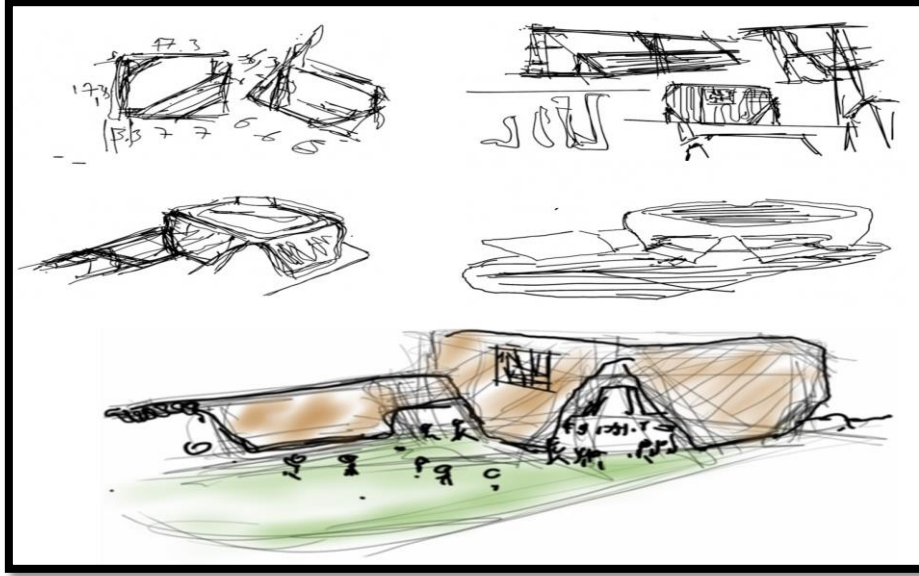
Tasarlanacak olan yapının, ana bina için 700m² ve servis binası için 70m² kullanım alanı olması istenmiştir. Mevcut mimari doku ile uyumlu, yüksekliği 10m'yi geçmemesi dışında bir kısıtlama getirilmemiştir. Altı kişilik çalışma takımında üç kişi ana bina tasarımı, iki kişi servis binası tasarımı ve çalıştay yürütücüsü de dokümantasyon ve modelleme görevlerini üstlenmiştir. Bu model için gereksinimi duyulan ses, animasyon görsel ve işitsel eklentiler modele ilave edilerek etkileşimin deneyimini artırılması sağlanmıştır. Öğrencilerden, artırılmış gerçeklik yardımıyla geliştirilmesi istenen projenin programı, bir kültür merkezi ve servis binası olacak şekilde kurgulanmıştır. Çalışılacak proje için gerekli sayısal haritalar, sayısal üç boyutlu çevre binaları ve hava fotoğrafları gibi veriler önceden hazırlanarak (Şekil 4.17), öğrencilerin kısıtlı süre içinde yalnızca proje tasarımına odaklanması istenmiştir. Birinci günün kalan süresinde öğrenciler eskiz ve üç boyutlu modellerle fikirlerini oluşturmaya başlamışlardır. Kullanılacak olan yazılımların farklı işletim sistemleri arasında uyum sağlaması için dönüştürücü yazılımlar kullanılması söz konusu olmuştur.



Şekil 4.17 : Proje tasarımı için hazırlanan üç boyutlu çalışma alanı.

Tasarım sürecinin yürütülmesi için her bir aşama için teslim süreleri belirtilerek o saate kadar geliştirilen fikirlerin ortak Dropbox bulut veri tabanına yüklenilmesi istenmiştir. Sayısal materyal kullanmayanlar ise işlerini fotoğraflayarak aynı ortama aktarmaları sağlanmıştır. Altı gün süren çalışmanın, ilk iki günü ekip olarak birlikte aynı mekanda, sonraki üç günü bireysel olarak uzaktan ve son günü tekrar birlikte ekip olarak aynı mekanda gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden, çalıştayın her akşamı, saat 22.00'ye kadar o günün çalışmalarını bulut ortamına yüklenilmesi istenmiştir.

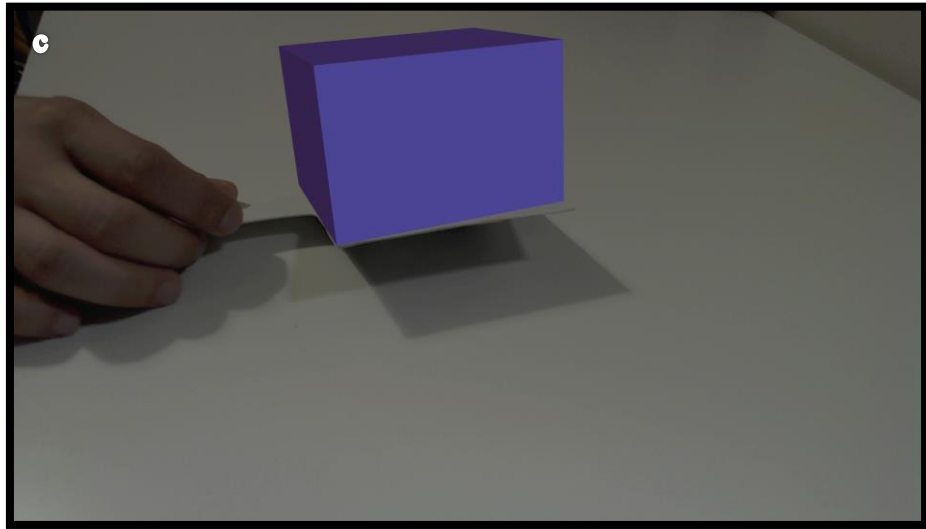
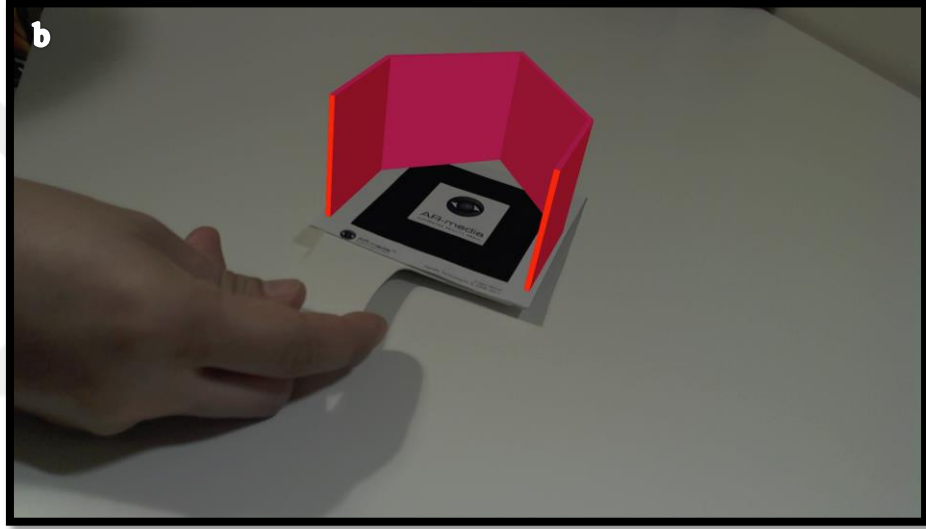
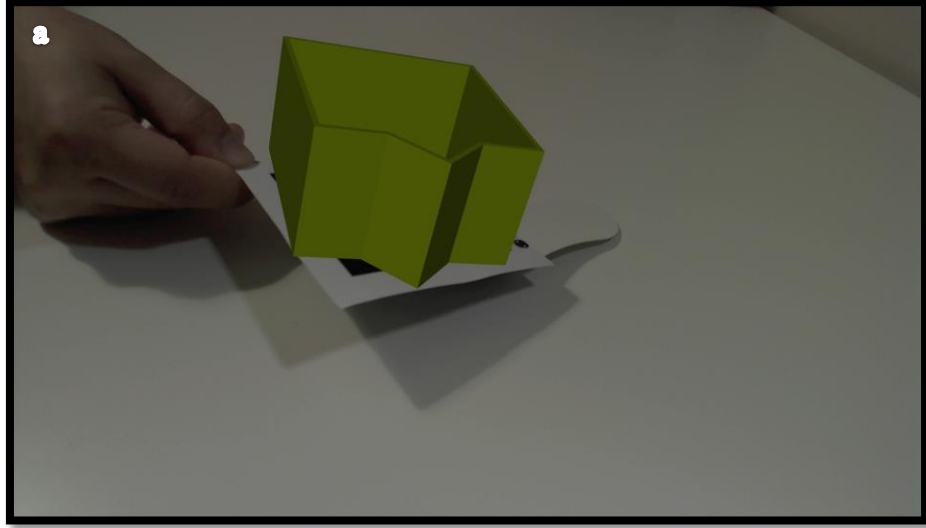
Çalıştay yürütücüsü, yüklenen eskiz ve üç boyutlu modelleri ortak bir çizim diline getirip güncelleyerek, tekrar bulut depolamada bulunan çalışma klasörüne eklemiştir (Şekil 4.18).



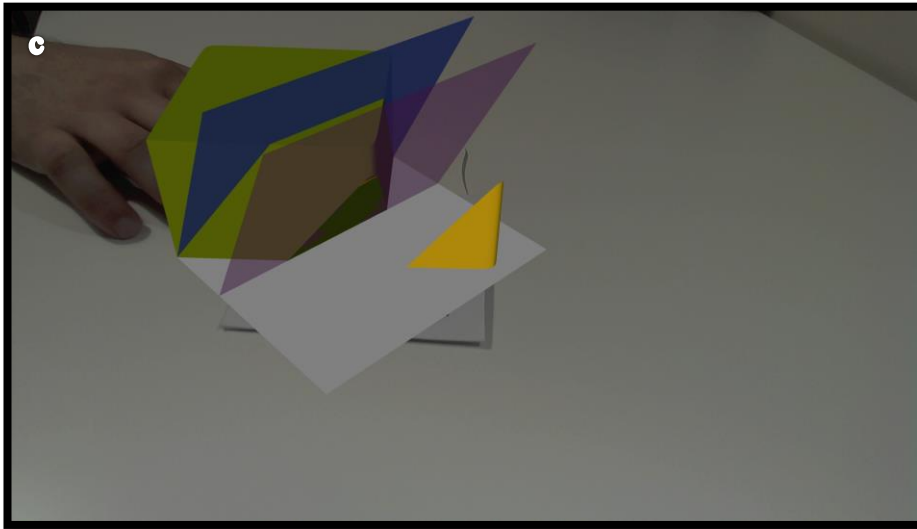
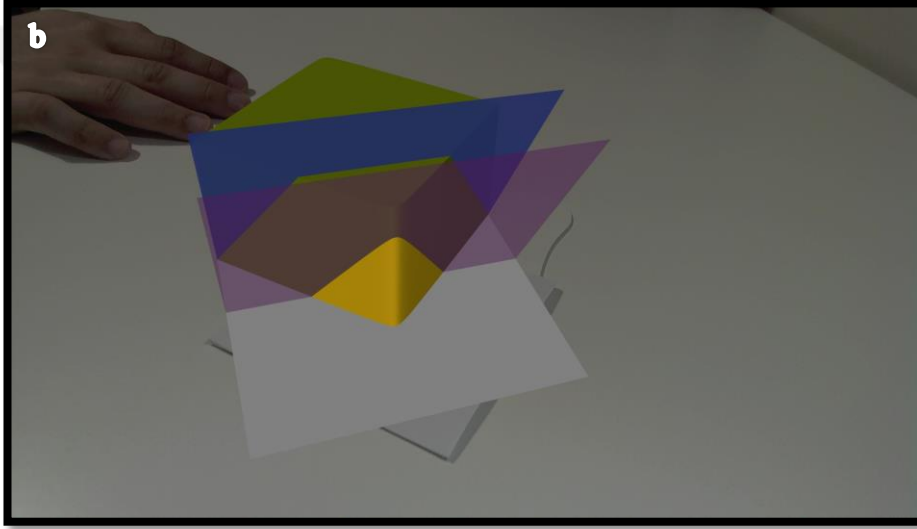
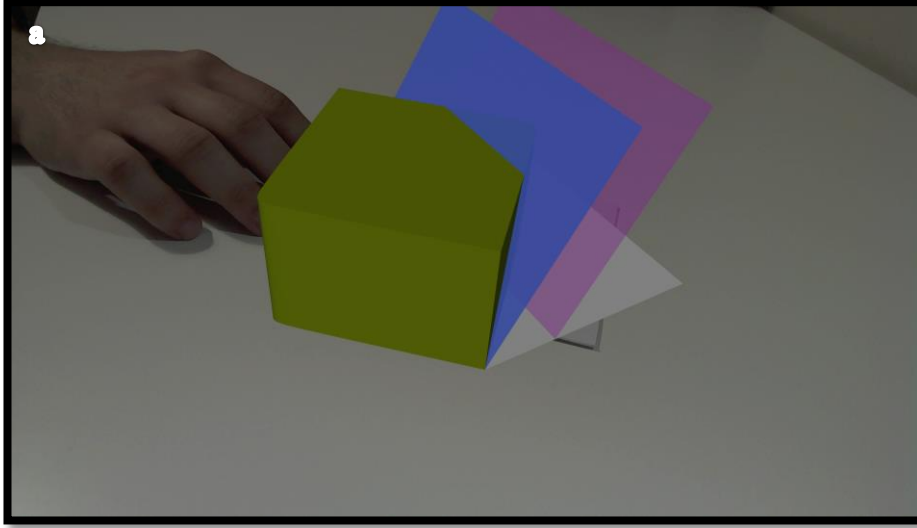
Şekil 4.18 : Çalıştay öğrenci eskizlerinden örnekler.

Eklenen dosyalarda, güncel üç boyutlu modelin farklı çizim formatlarına uygun uzantılı dosyaları bulunmaktadır. Aynı dosyanın artırılmış gerçeklik ortamında görüntülenmesi için .armedia uzantılı dosyası da eklenerek, akıllı cihaz ve bilgisayardan herhangi bir üç boyutlu çizim yazılımı olmadan deneyimlenebilmiştir. Buradaki amaç, hem geleneksel hem de güncel teknolojik tasarlama araçlarını kullananların artırılmış gerçeklik ortamını kullanmasını sağlamaktır.

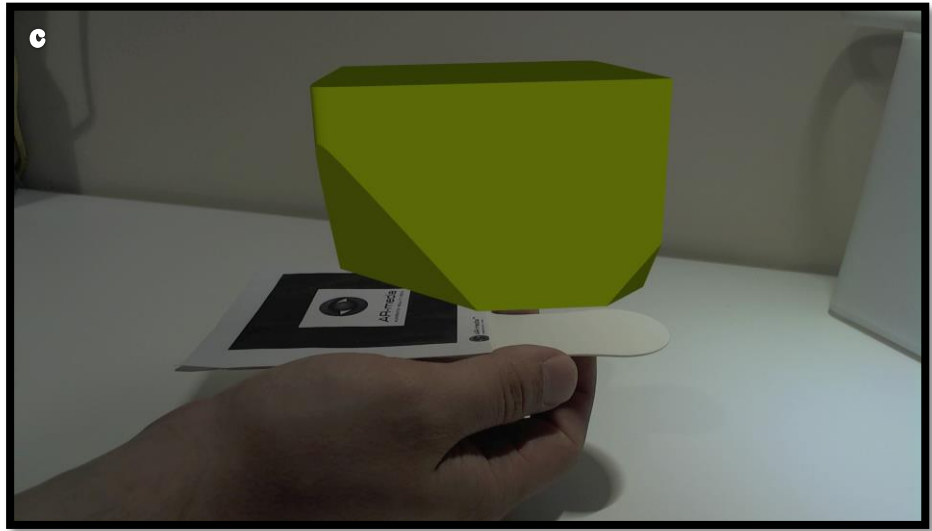
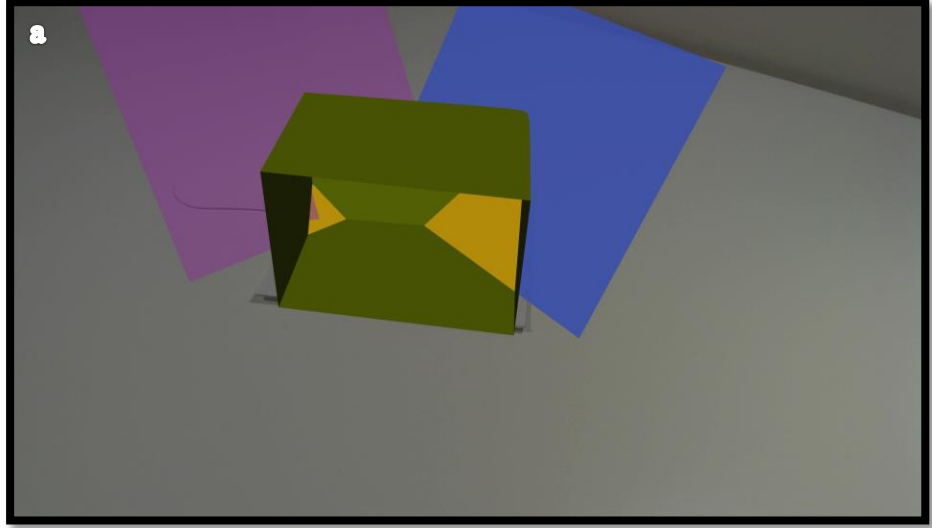
Öğrencilerden gelen tasarımların tamamı bulut depolama ortamında proje gelişim sırasına göre saklanarak istenildiğinde geçmişteki tasarımlara erişim olanağı bulunmaktaydı. Çalıştay boyunca her bir tasarım için bir artırılmış gerçeklik modeli oluşturulmuştur. Bu tasarımların artırılmış gerçeklik ortamında görüntülenebilen dosyaları bulunduğu için revize edildiklerinde, mekandan ve üç boyutlu kaynak dosyadan bağımsız olacak şekilde akıllı cihaz ve bilgisayar aracılığıyla görüntülenmeleri sağlanmıştır (Şekil 4.19, 4.20, 4.21, 4.22, 4.23).



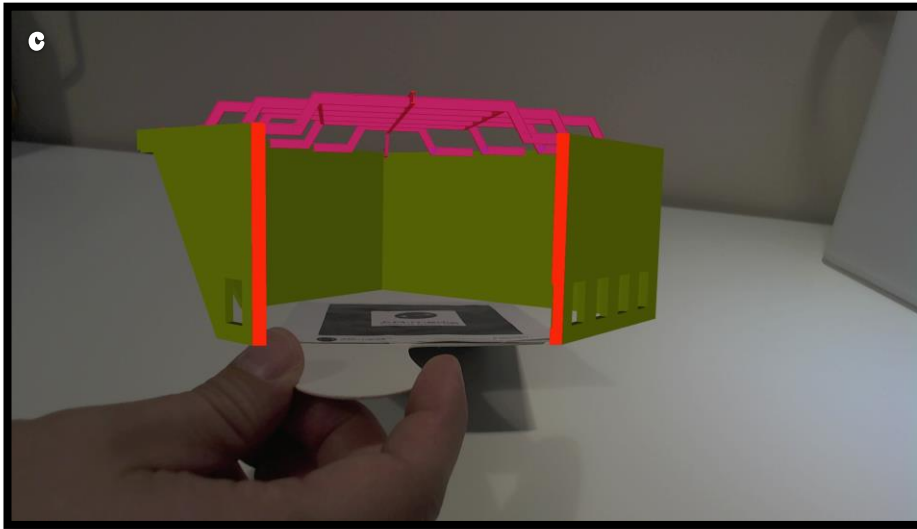
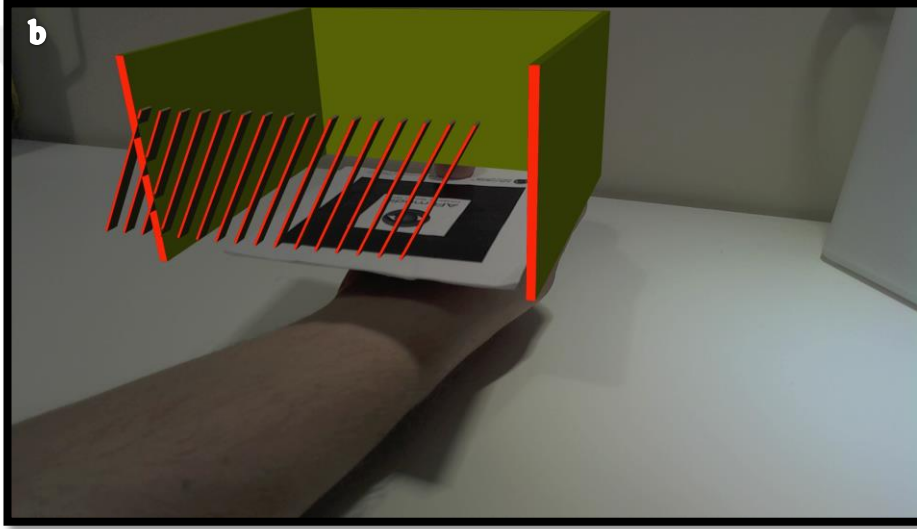
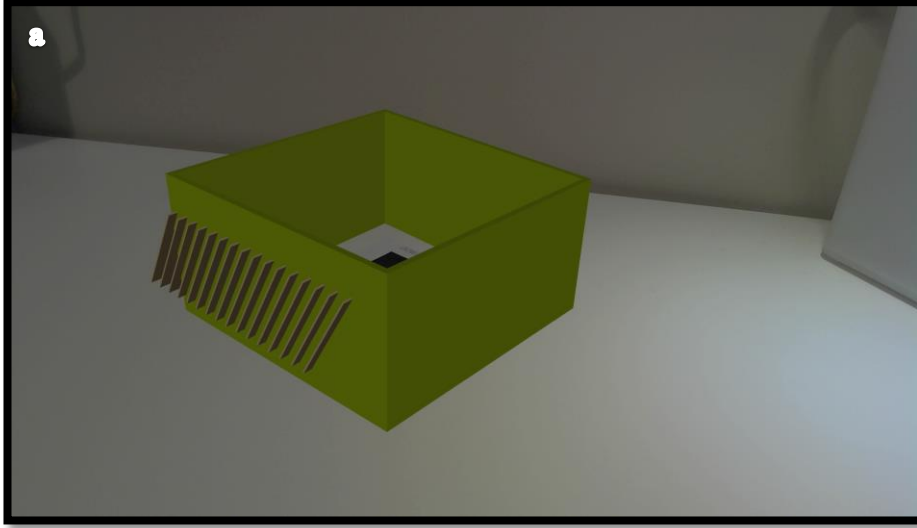
Şekil 4.19 : Çalıştayın 1.gününde oluşturulan çalışmalar; a)1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.



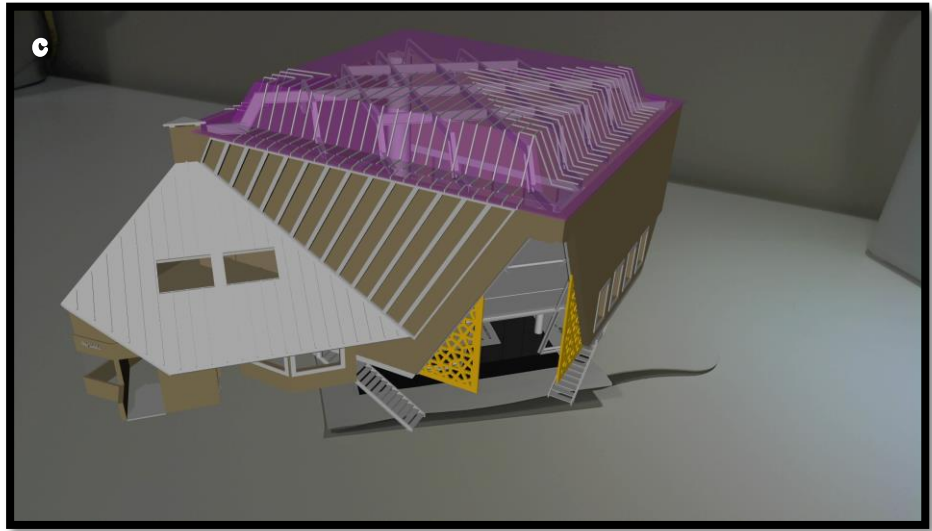
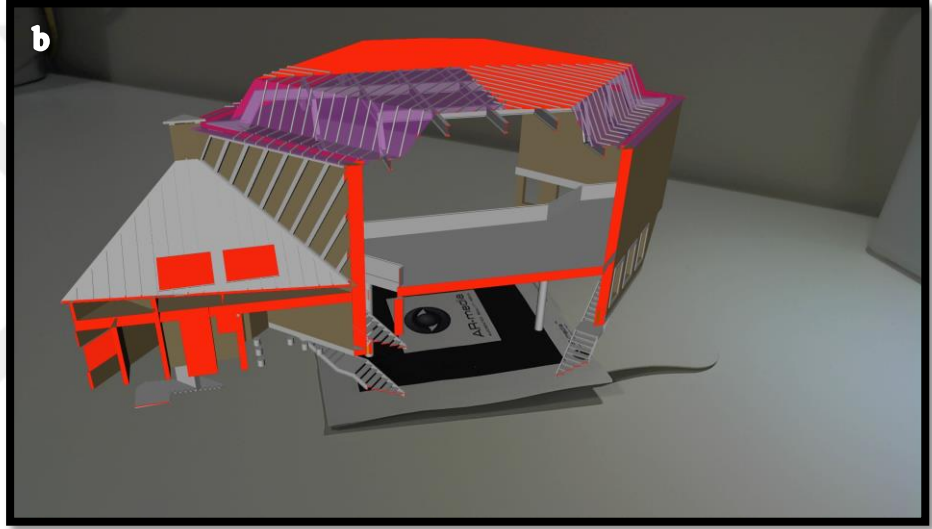
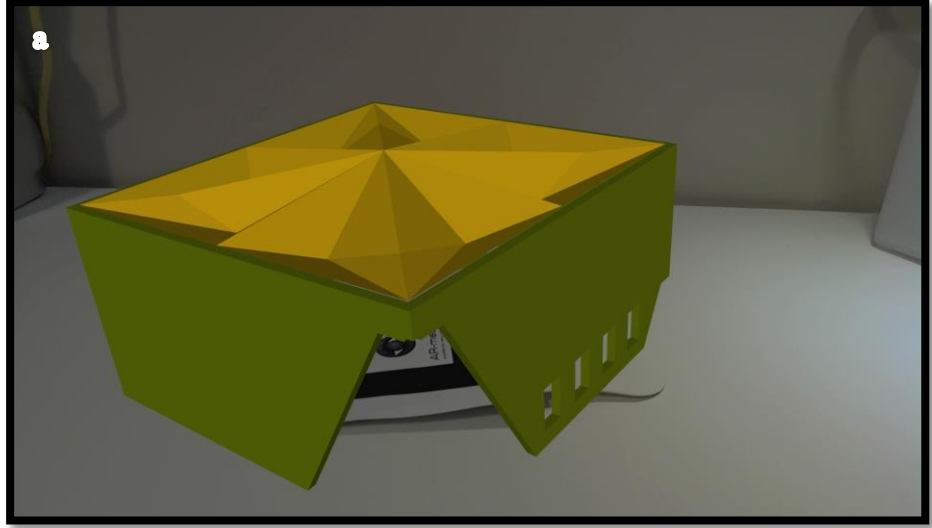
Şekil 4.20 : Çalıştayın 2.gününde oluşturulan çalışmalar; a)1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.



Şekil 4.21 : Çalıştayın 3.gününde oluşturulan çalışmalar; a)1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.

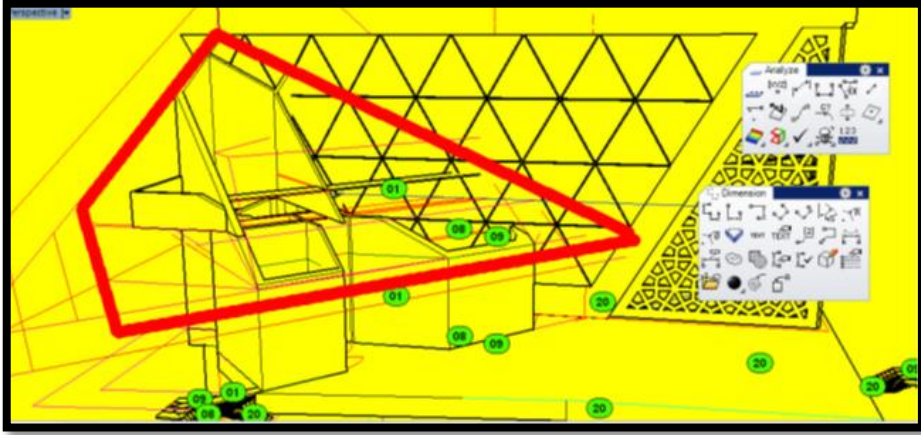


Şekil 4.22 : Çalıştayın 4.gününde oluşturulan çalışmalar; a)1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.

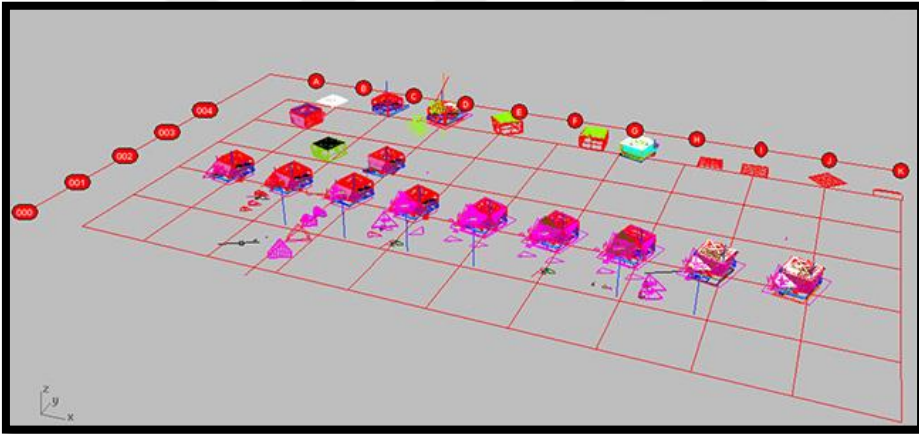


Şekil 4.23 : Çalıştayın 5.gününde oluşturulan çalışmalar; a)1.öneri, b) 2.öneri, c) 3.öneri.

Çalıştay boyunca yapılan revizyonlar, aşama aşama kaydedilerek bulut ortamında saklanmıştır (Şekil 4.24, 4.25).

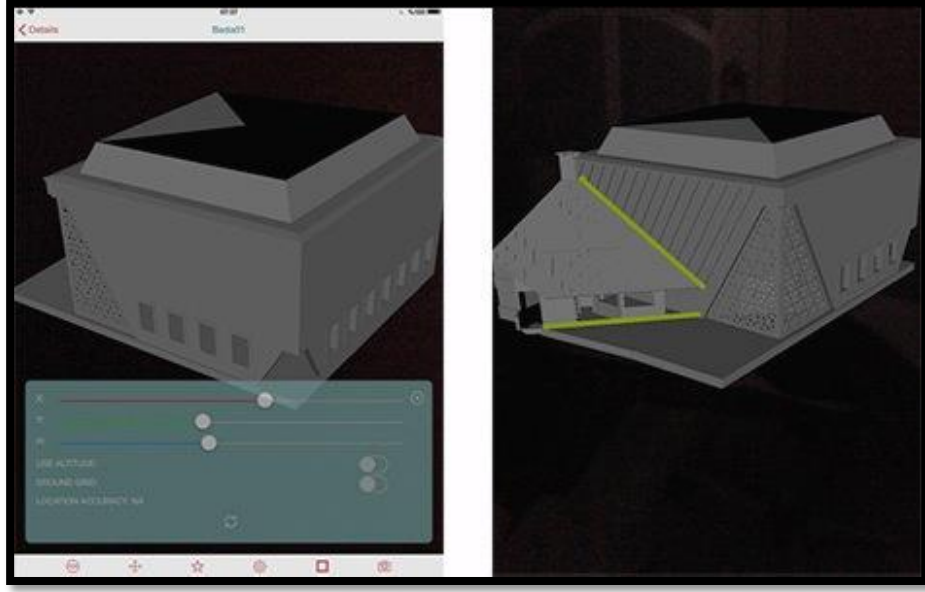


Şekil 4.24 : Üç boyutlu model üzerinde çatı izi önerisi.



Şekil 4.25 : Çalıştay süresince revize edilen üç boyutlu modeller.

Akıllı cihazda AR-media™ ücretsiz mobil uygulaması ile görüntülenen tasarımların ekran görüntüsü alınıp yine akıllı cihaz ile görüntü üzerine alınan notlar ortak bulut depolama ortamına yüklenmiş ve her an proje hakkında geri bildirim alınması sağlanmıştır (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 : AR-media™ mobil uygulama ile artırılmış gerçeklik nesnesinin mobil cihazda görüntülenmesi ve tashih örneği.

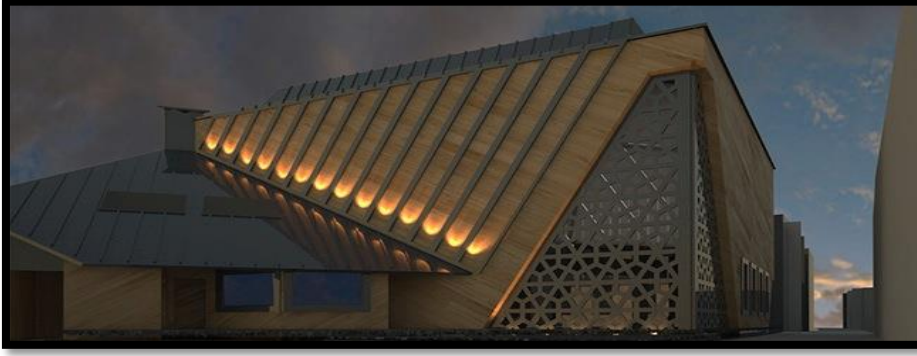
Çalıştayın son iki günü, sunuma hazırlanacak olan modelin kararı verilmiştir. 3ds Max® yazılımı ile görsel gerçekleştirilmesi ve Adobe Photoshop yazılımı ile sunum dosyaları hazırlanmıştır. Bu süre zarfında, üç boyutlu baskı makinesi ile modelin ana parçaları polilaktik asit ile basılmaya başlanmıştır (Şekil 4.27).



Şekil 4.27 : Üç boyutlu baskı makinesi ile çalıştay modelini basılması.

Basılan maketin boyutu 18 cm en, 18 cm boy ve 14 cm yükseklik olup hiç durmadan 26 saatte baskıyı tamamlamıştır. Yaklaşık 600 gr polilaktik asit malzemesi kullanılmıştır. Hammadde maliyeti 50 TL olan bu baskı işi profesyonel bir firmadan temin edildiğinde 700 TL gibi bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Çalıştay süresince, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanımı ve maket ile karşılaştırmak için avantaj

ve dezavantajların değerlendirilmesi amacıyla öğrencilerin ikinci bir çevrimiçi anketi cevaplamaları istenmiş ve çalıştay sonlandırılmıştır (Şekil 4.28).

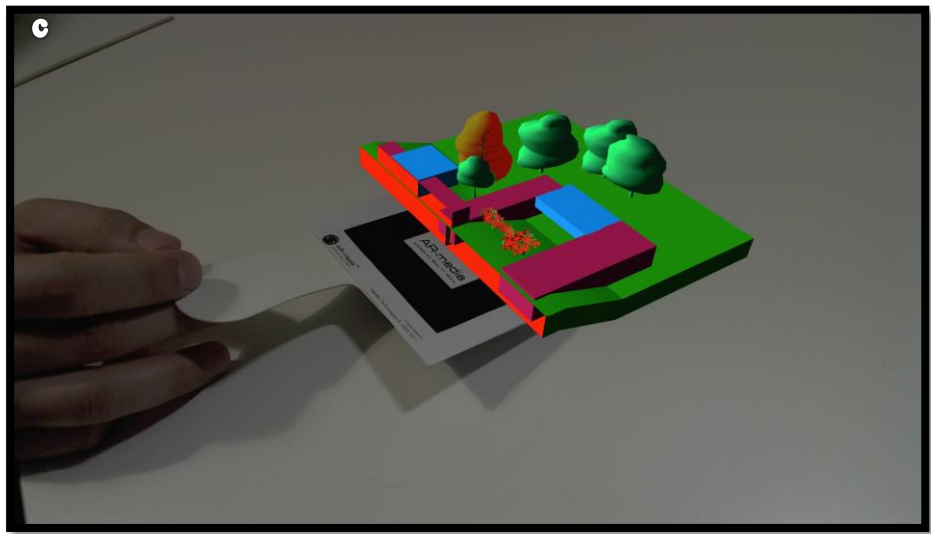
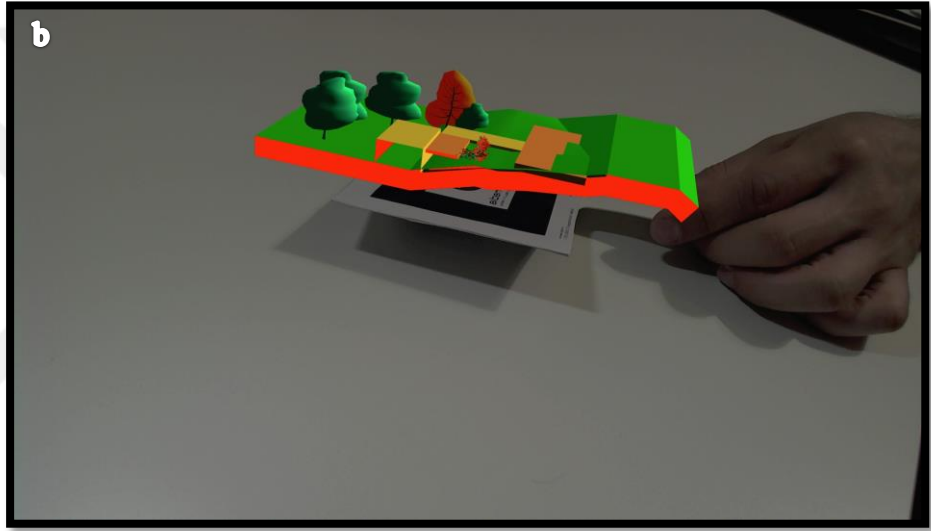
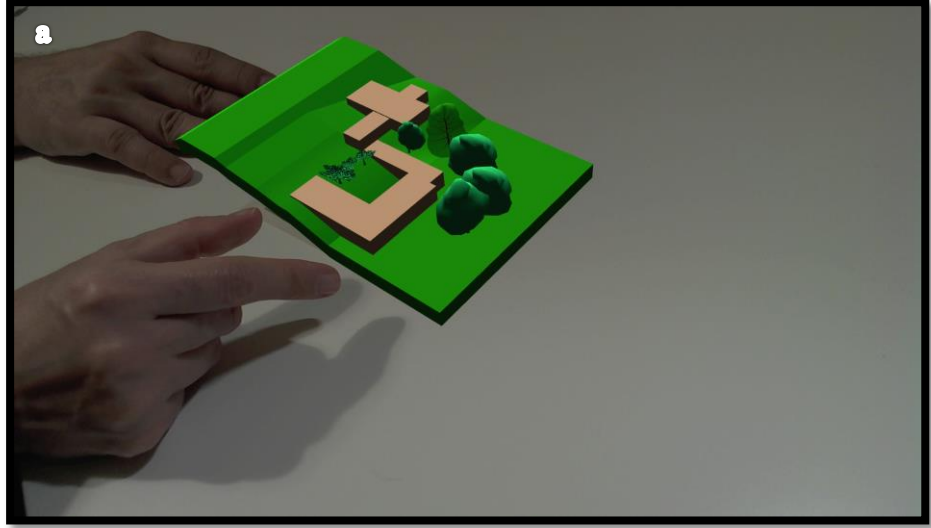


Şekil 4.28 : Görsel gerçekleştirilmesi tamamlanmış çalıştay sonucu elde edilen görüntü.

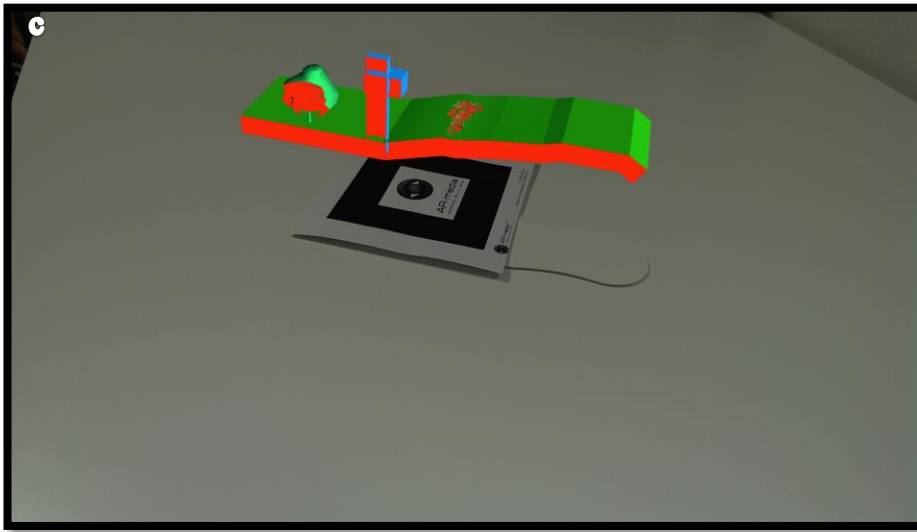
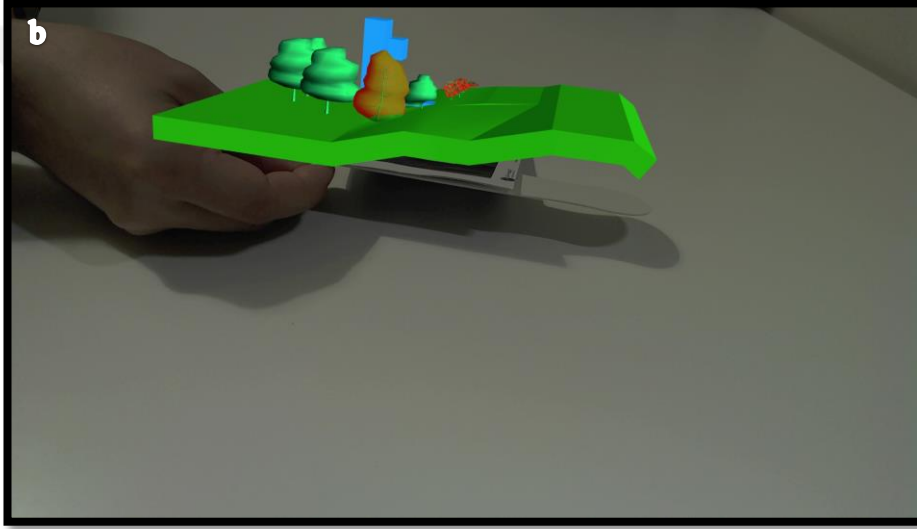
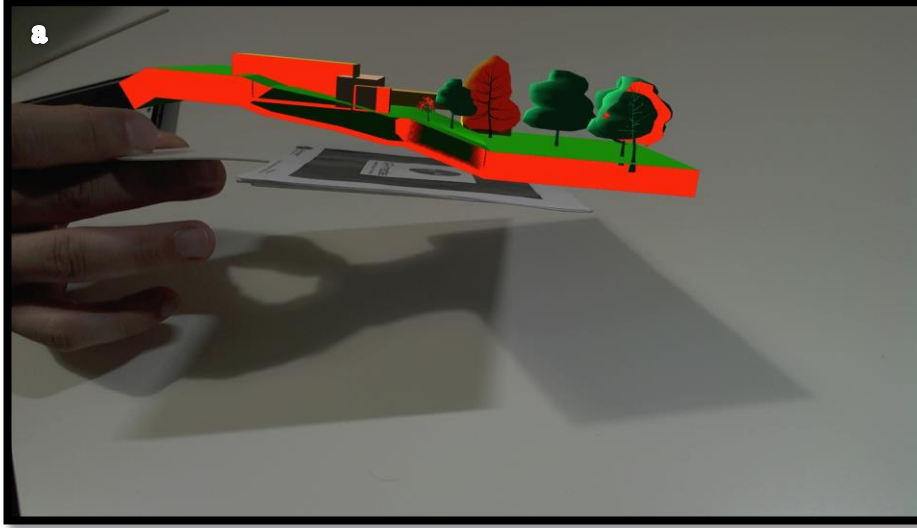
4.2.3 Üçüncü çalıştay

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Ağustos 2015 yaz okulu öğretim üyesi Doç.Dr.Figen Gül'ün yürütücülüğü yaptığı, 'Mimari Proje V' dersini alan öğrencilere yönelik, kendi projelerinin artırılmış gerçeklik ortamında deneyimlenmesi konulu çalıştay gerçekleştirilmiştir. Çalıştay süresince, artırılmış gerçeklik teknolojisi tanıtılarak kullanımı sağlanmıştır. Projelerin buluta yüklenmesi sağlanmıştır.

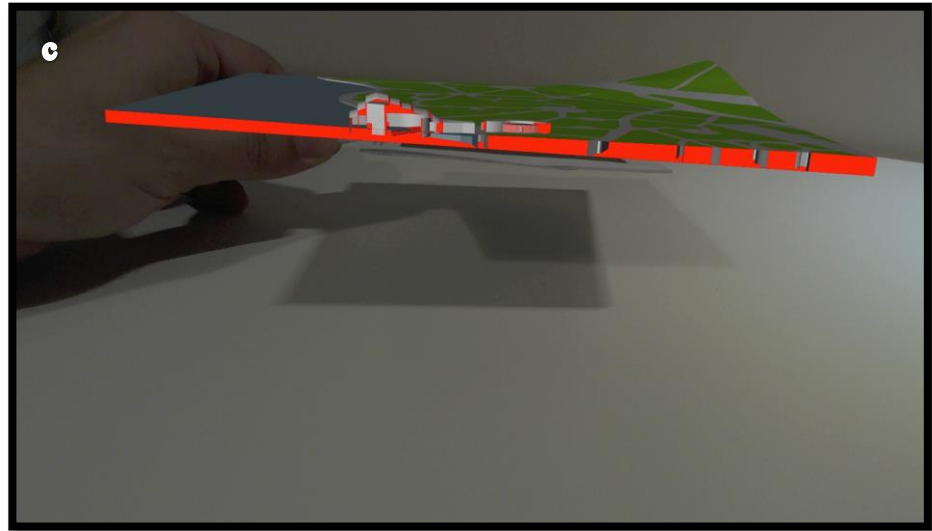
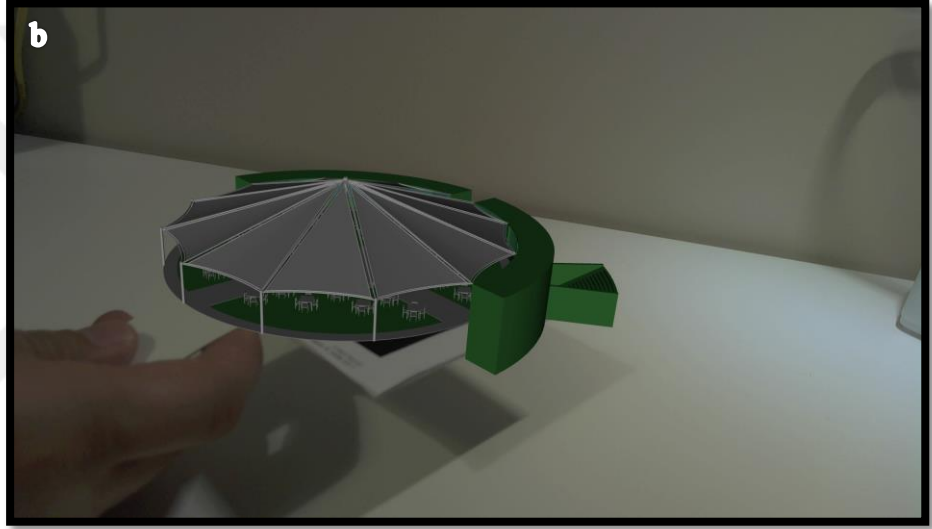
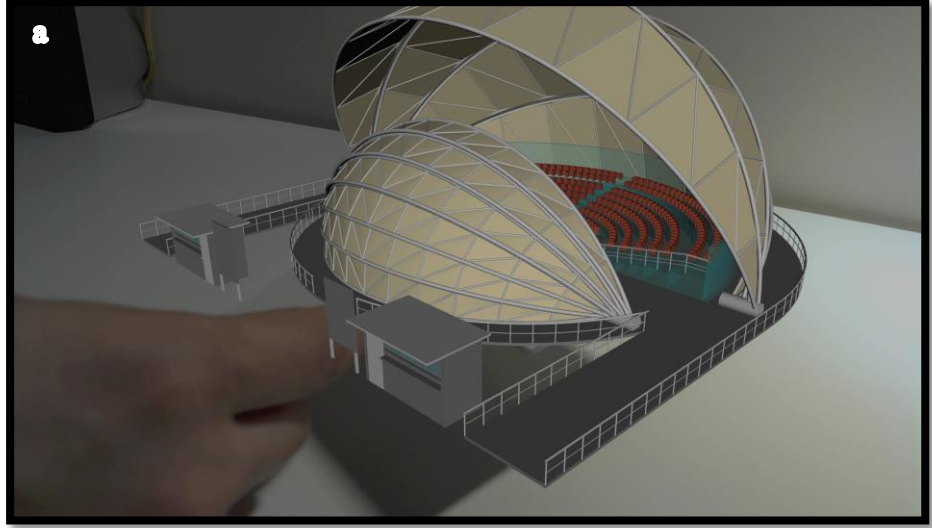
Bu gruptaki 17 öğrenci, haftanın iki günü proje yürütücüsü ile karşılıklı diyalog sonucu aldıkları tavsiyeleri projelerine adapte ederek bir sonraki derse katılmaları istenmiştir. İstanbul Haliç'te yüzen bir tiyatro konulu yaz okulunun son üç haftasındaki derslere katılarak öğrencilerin projeleri izlenmiştir. Dördüncü hafta, tez kapsamında hazırlanan fiziki maket yapımı ve süreci yönelik çevrimiçi anketin, öğrencilerden tarafından yanıtlanması istenmiştir. Sonrasında artırılmış gerçeklik teknolojisi ve kullanımı ile ilgili tanıtım yapılmıştır. Projelerinin tesliminden sonra, artırılmış gerçeklik ortamında hazırlanmış eğimli bir arazi üzerinde basit kütleleri bir araya getirerek tasarım yapımları istenmiştir (Şekil 4.29, 4.30). Öğrencilerin kendi projelerini, artırılmış gerçeklik ortamında deneyimlemeleri sağlanmıştır (Şekil 4.31). Artırılmış gerçeklik ortamında hazırlanmış sanal maketleri, ekipçe hazırladıkları arazi maketinde üzerinde görüntülendi (Şekil 4.32).



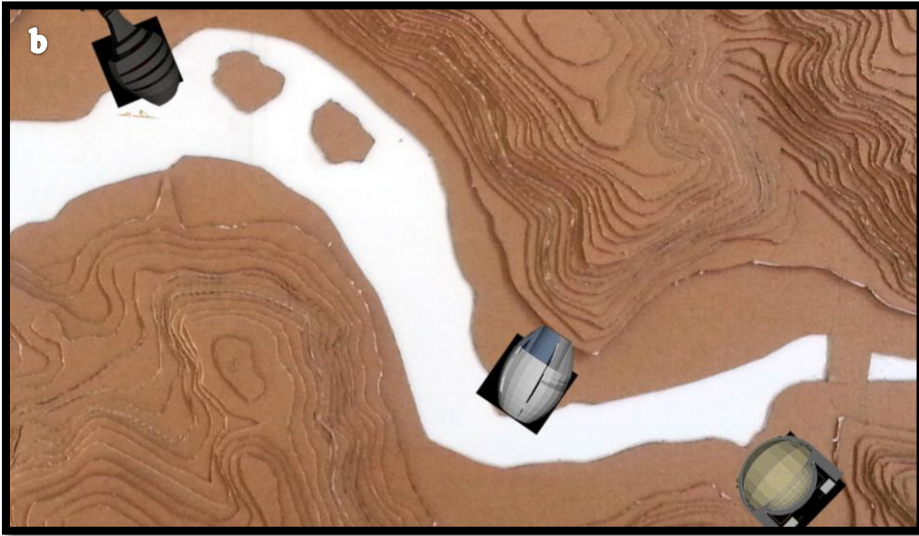
Şekil 4.29 : Artırılmış gerçeklik ortamında öğrencilerin eğimli arazide hazırladıkları kütle çalışmaları; a) 1. öneri, b) 2. öneri, c) 3. öneri.



Şekil 4.30 : Artırılmış gerçeklik ortamında öğrencilerin eğimli arazide hazırladıkları kütle çalışmaları; a) 4.öneri, b) 5.öneri, c) 5.önerinin kesit görünüşü.



Şekil 4.32 : Öğrencilerin hazırladıkları projeleri artırılmış gerçeklik ortamında görüntülemeleri; a) 1.öğrenci projesi, b) 2. öğrenci projesi, c) 3.öğrenci projesi.



Şekil 4.32 : Öğrencilerin hazırladıkları projeleri artırılmış gerçeklik ortamında görüntülemeleri; a) karekod yerleşimi, b) artırılmış gerçeklik yerleşimi, üstten c) artırılmış gerçeklik yerleşimi, açılı.

4.3 Anketin Hazırlanması

Anket uygulamasının, günümüzde akademik ve profesyonel araştırmalarda, en çok başvurulan veri toplama araçlarından birisi olduğu vurgulanmıştır (Altunışık, 2008). Cook ve Campbell (1979) tarafından tanımlanan bir çalışma deseni olan “tek grup ön test-son test” araştırma deseninde, kontrol grubu olmaksızın sadece uygulama yapılan bir grup bulunmaktadır. Bu desende uygulama öncesinde ve sonrasında değerlendirme yapılması esas alınmıştır. Bu tez çalışmasında da başlangıç ve bitim anketleri ile üç farklı çalıştay katılımcılarının görüşleri alınarak değerlendirilmiştir.

Anket hazırlanırken dikkat edilen uygunluk ve keskinlik derecesi göz önünde bulundurulmuştur. Anketin hazırlanmasında, uygulayıcıların anlayabileceği bir üslupta, şeffaf, doğrudan soru ve cevapların oluşturulması beklenen bir hedefdir. Soruların oluşturulması için belirgin bir kural olmamasına karşın, basit birtakım prensiplere dikkat edilerek, etkili anketler oluşturularak, kesin ve geçerli veri toplanması esas alınması gerekliliği belirtilmektedir. Uygunluk prensibini başarmak için, Şekil 4.33’deki etkenlere dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Larossi, 2006).



Şekil 4.33 : Anket hazırlığı prensibi

Anket, sorunların temelini, anketin amaçlarına ve toplanacak bilgiye dayandırılması gerekmektedir. Anketin bir diğer hedefi de, bu araştırma amaçlarını bilgi gereksinimlerine dönüştürme görevini yerine getirmektir. Bu görev yerine getirildikten sonra, ihtiyaca cevap verecek olan cevapların soruları oluşturulabilmektedir (Brace, 2004). Kesin, isabetli bir ankette, anket için hazırlanan soruların, verileri güvenilir ve geçerli bir yöntem ile toplanması beklenmektedir. Katılımcıların cevap verilmesi istenen soruların cevaplarını bilemiyorlar ise bu soruların yanıtları hatalı veriler oluşturur. Katılımcıların vereceği cevapların kesinlik

değerini yükseltmek için aşağıdaki maddelerin dikkate alınması anketin sonucunu için önem kazmaktadır (Larossi, 2006).

Anketlerin güvenilirliğini sağlayan unsurlar olan kelimelerin üslup, tipi ve belirli bir soru dizisinin belirlenmesi, anketin ilgi çekici olmasına dikkat edilmesi, anketin uzunluğu ve anketin sonlandırılmasına ne kadar kaldığı, ankete başlamadan önce veya anket süresince belirtilmesi (Moser ve Kalton, 1971) gibi faktörlere de bu tezdeki anket hazırlığı sırasında dikkat edilmiştir.

Bu tezde, anket sorularının uygunluk ve kesinlik değerlerine, soruların yazılması ve anketin uzunluğuyla bağlantılı olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Açık, direkt ve kısa sorular anketi cevaplayanların, soruları hazırlayanın ne sormak istediğini anlamasına özen gösterilmiştir. Hazırlanan soruların birden fazla cevabının olmaması ile yanıtlayanların, soruları cevaplariken ikilemde kalmasının önüne geçilmesi sağlanmıştır.

4.4 Anketin Uygulanması

Bu tezde anket hazırlanırken, uygunluk prensibi dikkate alınmıştır. Gerçekleştirilen üç ayrı çalıştayın öncesinde ve sonrasında olmak üzere farklı iki anket uygulanmıştır. Çalıştaylar öncesinde uygulanan birinci anket on sorudan (Ek B), sonrasında uygulanan ikinci anket ise yirmi sorudan (Ek C) oluşmaktadır. Ankette, kullanıcılara ait demografik verilerin saptanması sonrasında, kullanıcıların artırılmış gerçeklik kullanımına ait tarafsız görüşleri 5'li Likert ölçeği ile değerlendirmeleri esasına göre saptanmıştır. Ölçek Likert türü bir ölçek olup, maddelerin derecelendirilmesi; tamamen katılıyorum, katılıyorum, çekimser, katılmıyorum, kesinlikle katılmıyorum şeklinde 5'li derecelendirme sistemine göre yapılmıştır. Kullanılan anketler Ek B ve Ek C'de yer almaktadır. Kırkbeş katılımcının Likert ölçeğine göre çoktan seçmeli sorulara verdiği 1260 yanıt Excel tablosuna aktarılmış, Excel ve SPSS istatistik yazılımı ile en az bir yanıtlayan tarafından seçilen en düşük ve en yüksek değer ya da yanıt seçeneği, tüm yanıtların ortalaması, tüm yanıtların altında veya üstünde eşit olarak sıralandığı orta nokta, standard sapma değerleri hesaplanmıştır. Katılımcıların, Likert ölçeğine göre hazırlanan yanıtların dışında fikirlerini beyan edebilecekleri serbest yanıt kutuları oluşturulmuştur. Bunun dışında artırılmış gerçeklik çalıştayının geneli hakkında açık uçlu sorular yöneltilerek fikirlerini paylaşmalarını istenmiştir.

5. BULGULAR

5.1 Çalıştaylar Öncesi Uygulanan Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalıştaylardan önce yapılan ilk ankette katılımcıların artırılmış gerçeklik ile ilgili herhangi bir fikir oluşturmada tarafsız olarak görüşlerinin alınması amaçlanmıştır.

Bu amaçla yapılan ankette öncelikle katılımcılara ait demografik verilerin oluşturulması amaçlı sorular yöneltilmiştir.

Birinci soru, katılımcıların cinsiyet dağılımına yönelik olmuştur. Gerçekleştirilmiş olan üç çalıştaydan önce uygulanan anket bulguları incelendiğinde, ilk çalıştaydaki katılımcılarının %40,91'inin erkek ve %59,09'unun kadın, ikinci çalıştayda %66,67'sinin erkek, %33,33'ünün kadın, üçüncü çalıştayda ise %41,18'inin erkek, %58,82'sinin kadın olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.1). Bu bulgulara göre katılımcılarda cinsiyet açısından çok büyük farklılık olmadığı belirlenmiştir.

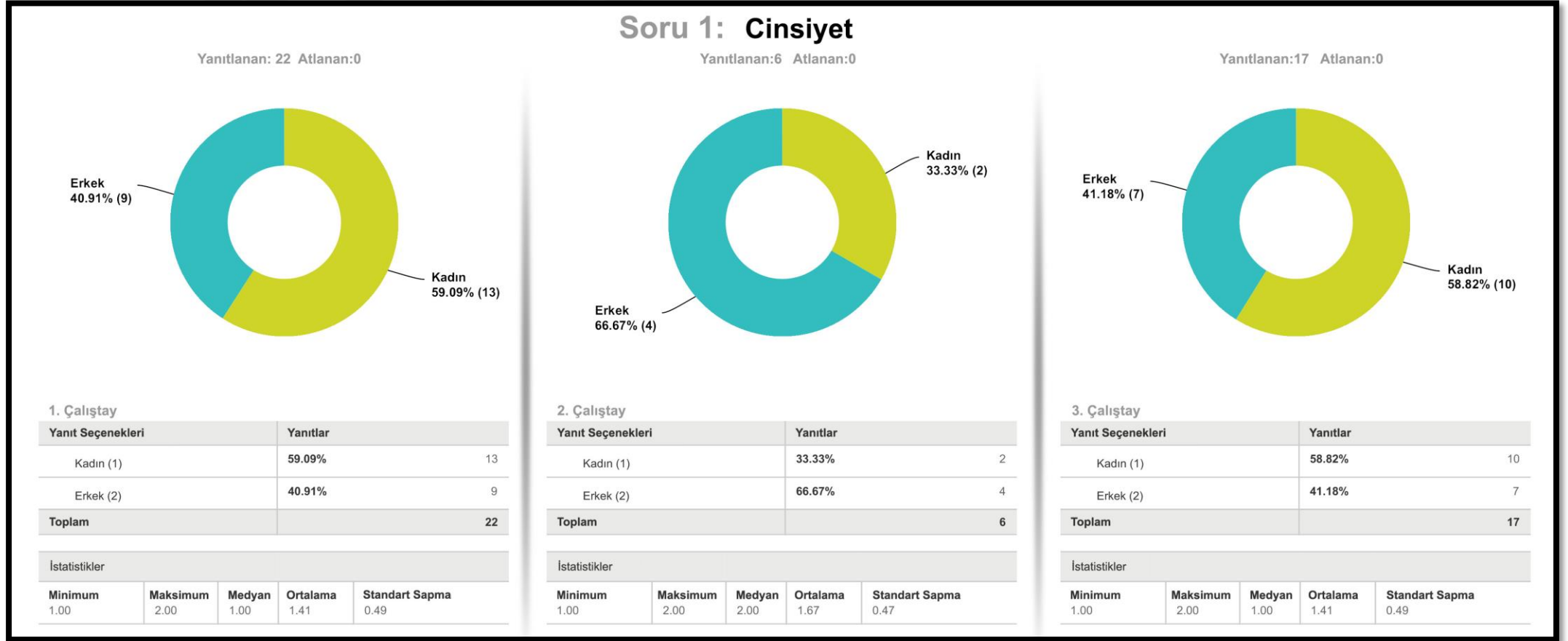
İkinci soru, katılımcıların öğrenim durumları ve/veya mevcut meslek, uğraşı tanımını saptamaya yönelik olmuştur. Gerçekleştirilmiş olan üç çalıştaydan önce uygulanan anket bulguları incelendiğinde, 1., 2. ve 3. çalıştaylardaki katılımcılarının sırasıyla yaklaşık %22'sinin, %83'ünün ve %94'ünün lisans öğrencisi olduğu saptanmıştır (Çizelge 5.2). Bu bulgulara göre ilk çalıştay dışındaki katılımcıların çoğunluğunun, lisans öğrencisi olduğu gözlenmiştir.

Üçüncü soru, katılımcıların sayısal tasarım araçları ile olan tecrübelerinin süresini saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaya da katılan katılımcılarının tamamının sayısal tasarım araçlarını kullandıkları saptanmıştır. Birinci çalıştayda katılımcıların en fazla 4 yıl, ikincide en fazla 1-2 yıl, üçüncü çalıştaydaki katılımcıların ise en fazla 2 yıl sayısal tasarım araç kullanımı tecrübesi olduğu kaydedilmiştir (Çizelge 5.3). Bu verilere göre, mimarlık eğitimi alanında gerek öğrenci gerekse eğitici konumundaki

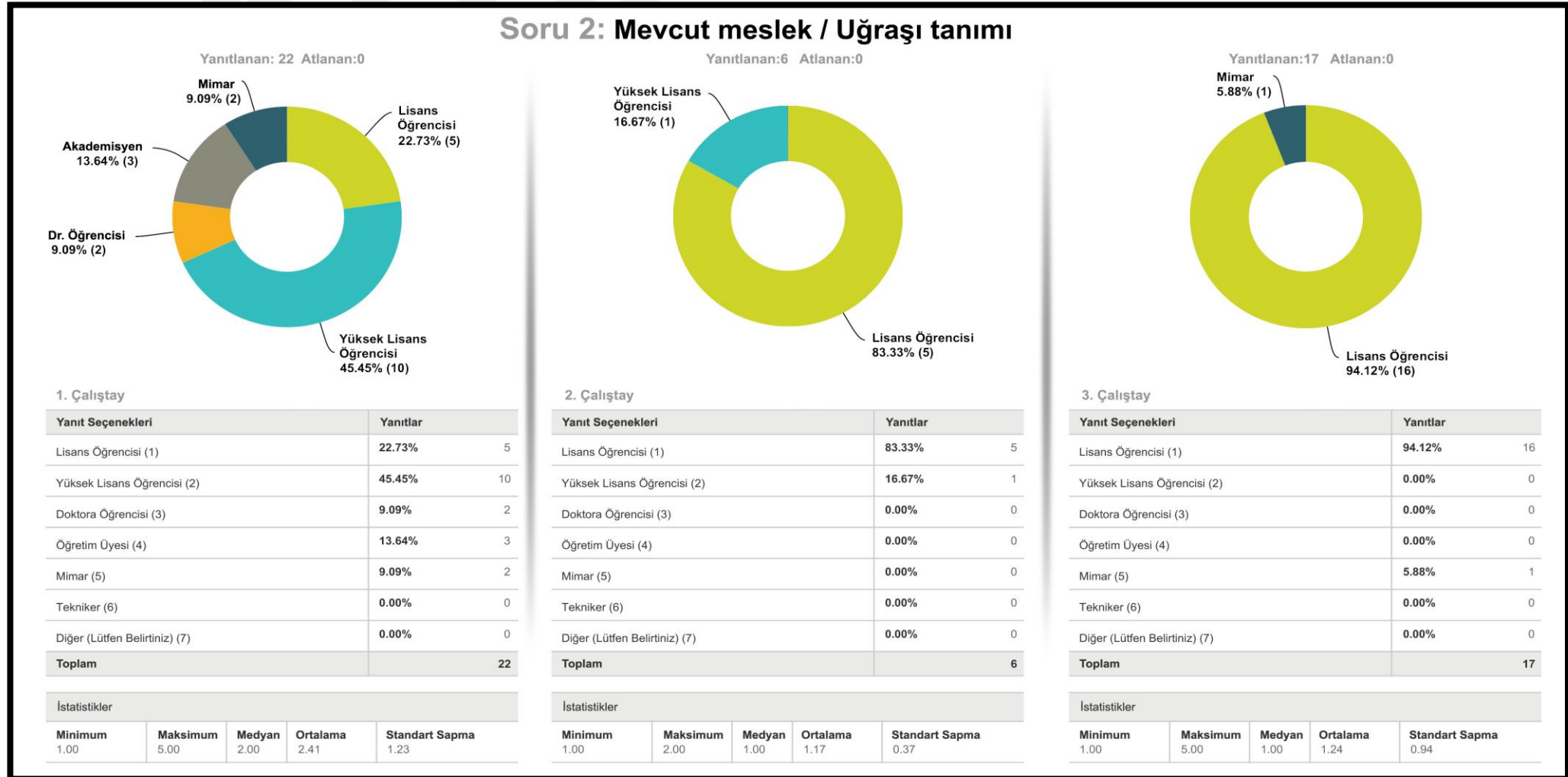
kişilerin tamamının sayısal tasarım aracı kullanıyor olduğu gözlenmiştir. Mimarlık eğitimi süresiyle sayısal tasarım araçlarının kullanımı arasında bir korelasyon olduğu görülmüştür.

Dördüncü soru, katılımcıların hangi sayısal tasarım aracını kullandıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştayda da en fazla olarak sırasıyla AutoCad, SketchUp ve Photoshop sayısal tasarım araçlarının kullanıldığı saptanmıştır (Çizelge 5.4). Genel anlamda mimarlık ile uğraşan grubun, dünya genelinde de en sık kullanılan üç sayısal tasarım aracı kullanıyor oldukları gözlenmiştir. Seçenekler arasında bulunmayan ancak açık uçlu yanıtlarda diğer bilinen yazılımlarda belirtilen, Rhinoceros üç boyutlu modelleme programının ilk çalıştayda oniki kişi tarafından, ikinci çalıştayda iki kişi tarafından ve üçüncü çalıştayda ise altı kişi tarafından kullanıldığı belirtilmiştir. Rhinoceros üç boyutlu tasarım aracı seçeneklerde bulunmayan ama çoğunluk tarafından kullanılan bir cevap olarak dikkat çekmektedir. Lumion üç boyutlu tasarım aracı ise yine verilen yanıtlar arasında yer bulmuştur.

Çizelge 5.1 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların cinsiyet dağılımları.

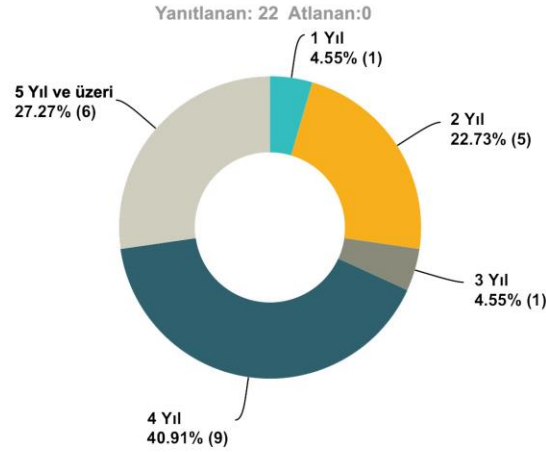


Çizelge 5.2 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların öğrenim durumları.



Çizelge 5.3 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların sayısal tasarım araçları kullanımı sürelerinin çalıştaylar öncesi ankette değerlendirilmesi.

Soru 3: Sayısal tasarım araçları ile ne kadar tecrübeniz var? (AutoCad, 3dsMax, SketchUp, Photoshop vb.)

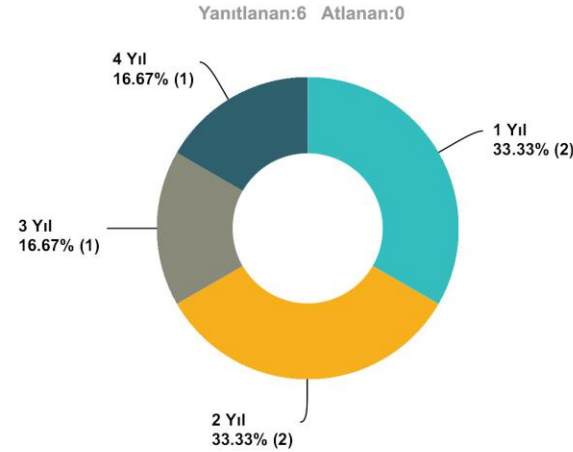


1. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Hayır Yok (1)	0.00%	0
1 Yıl (2)	4.55%	1
2 Yıl (3)	22.73%	5
3 Yıl (4)	4.55%	1
4 Yıl (5)	40.91%	9
5 Yıl ve üstü (6)	27.27%	6
Toplam		22

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
2.00	6.00	5.00	4.64	1.23

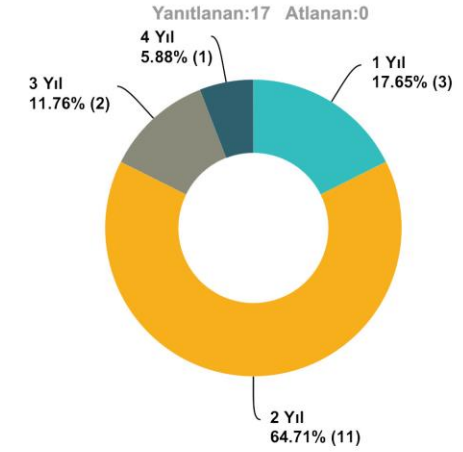


2. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Hayır Yok (1)	0.00%	0
1 Yıl (2)	33.33%	2
2 Yıl (3)	33.33%	2
3 Yıl (4)	16.67%	1
4 Yıl (5)	16.67%	1
5 Yıl ve üstü (6)	0.00%	0
Toplam		6

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
2.00	5.00	3.00	3.17	1.07



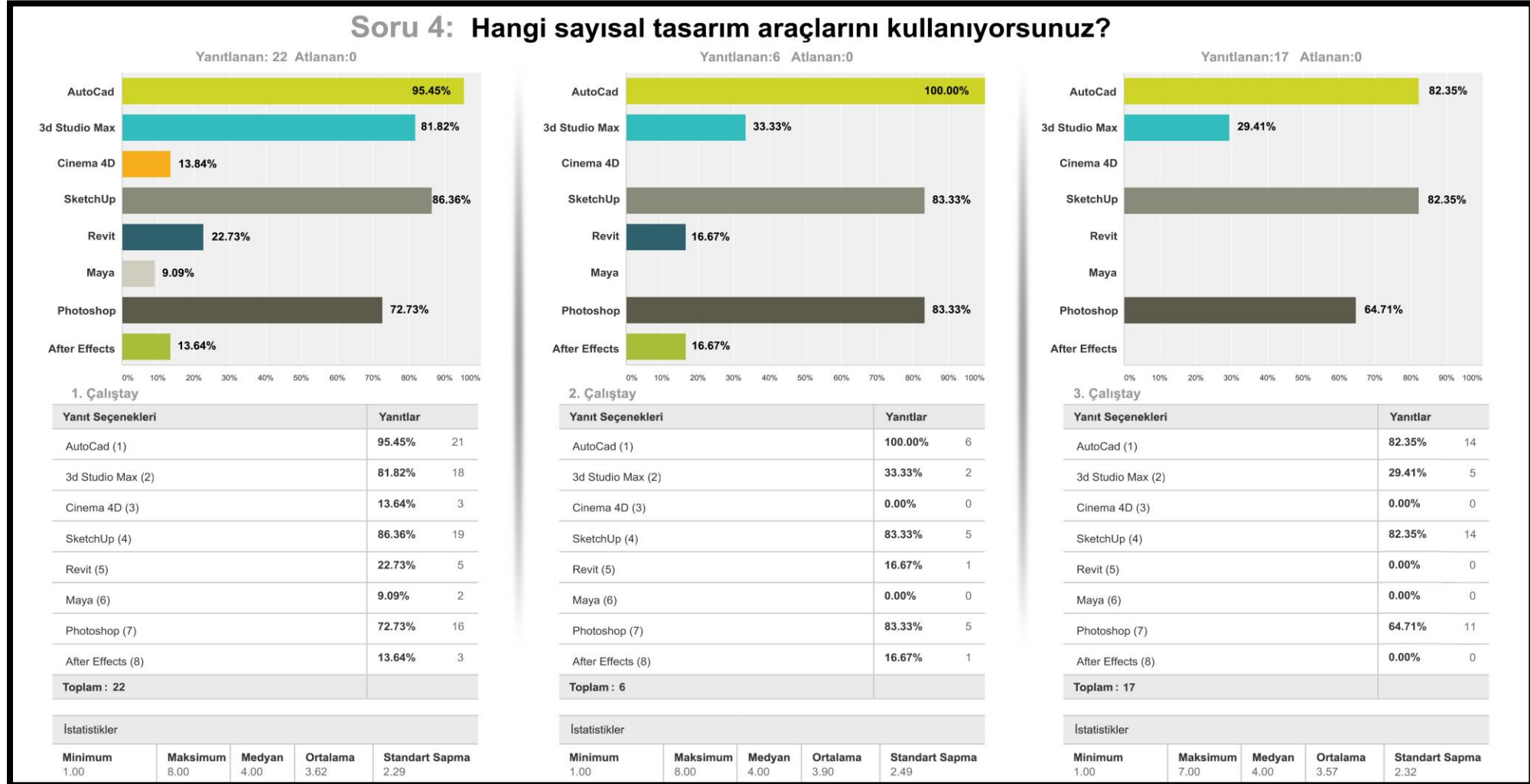
3. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Hayır Yok (1)	0.00%	0
1 Yıl (2)	17.65%	3
2 Yıl (3)	64.71%	11
3 Yıl (4)	11.76%	2
4 Yıl (5)	5.88%	1
5 Yıl ve üstü (6)	0.00%	0
Toplam		17

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
2.00	5.00	3.00	3.06	0.73

Çizelge 5.4 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların kullandıkları sayısal tasarım araçlarının çalıştaylar öncesi ankette değerlendirilmesi.



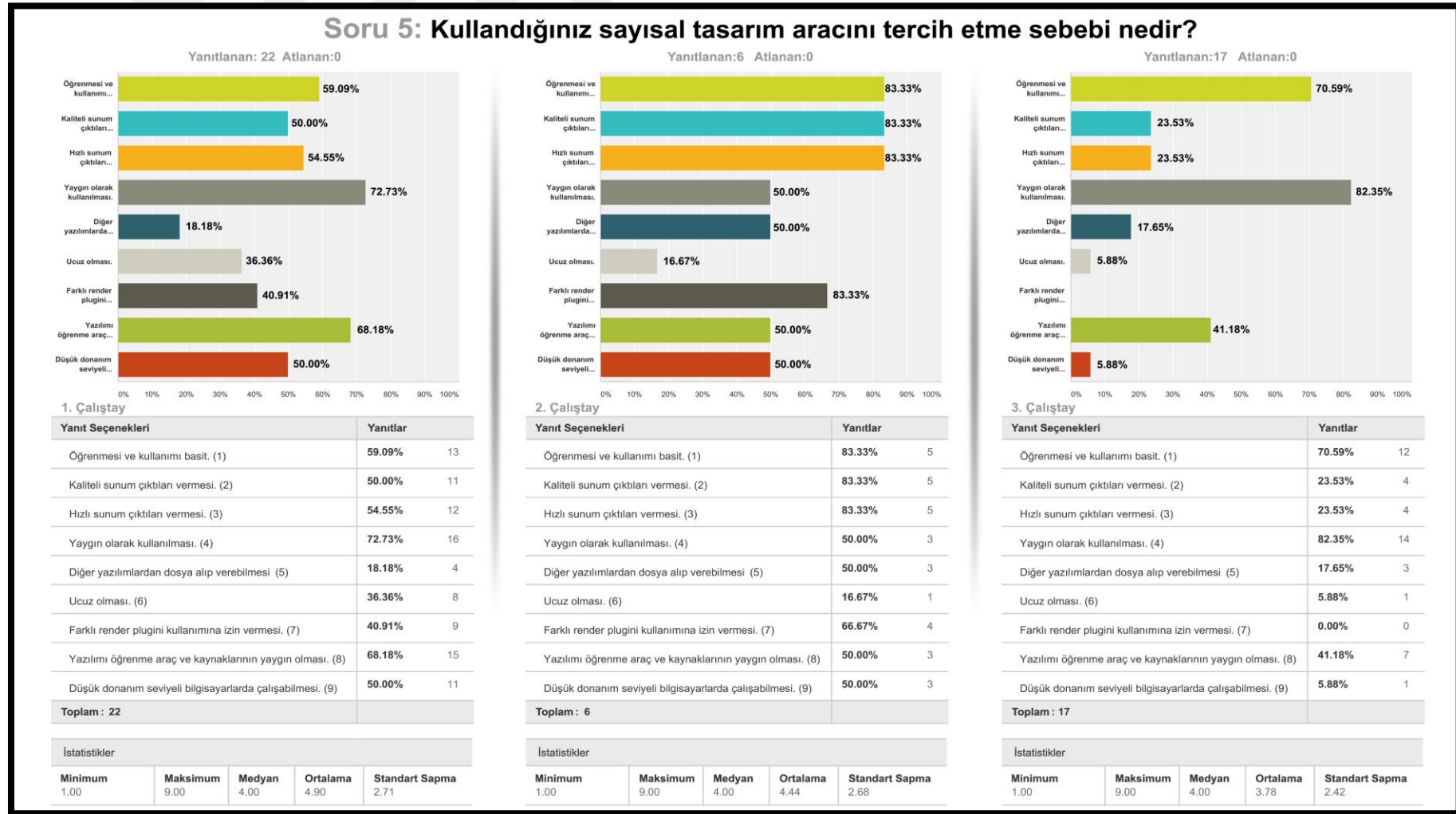
Beşinci soru, katılımcıların kullandıkları sayısal tasarım aracını tercih etme nedenlerini saptamaya yönelik olmuştur. Gerçekleştirilmiş olan üç çalıştayda da tercih nedeninde en az verilen cevap sayısal tasarım aracının maliyeti olmuştur. Sayısal tasarım araçlarının tercih nedenlerinde en fazla verilen cevaplar ise öğrenmesi ve kullanımının basit oluşu ile en yaygın kullanılan program olarak kullanılması olmuştur. Tercih sebebini etkileyen bir başka unsur da kullanılan yazılım ile ilgili eğitim araçlarının çokluğu ve erişim kolaylığı gözlenmiştir (Çizelge 5.5). İlk anda maliyetin özellikle öğrenciler açısından önemli bir değer olacağı düşünülse yazılımların ücretsiz deneme ve öğrenci sürümleri yazılım tercihinde, en son sırada hesaba katılan değer olduğu bulgulanmıştır. Okulda zorunlu derslerde kullandıkları ya da staj yaptıkları yerlerde lisanslı yazılım nedeniyle kullandıklarını belirtmişlerdir.

Altıncı soru, katılımcıların daha önce başa giyilebilen gözlük, siber eldiven, üç boyutlu sinema gibi sarmal teknolojisi kullanıp kullanmadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. İlk iki çalıştayda katılımcıların büyük çoğunluğu daha önceden sarmal teknolojisini kullandıklarını belirtirken, üçüncü çalıştayda katılımcıların çoğu kullanmadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.6).

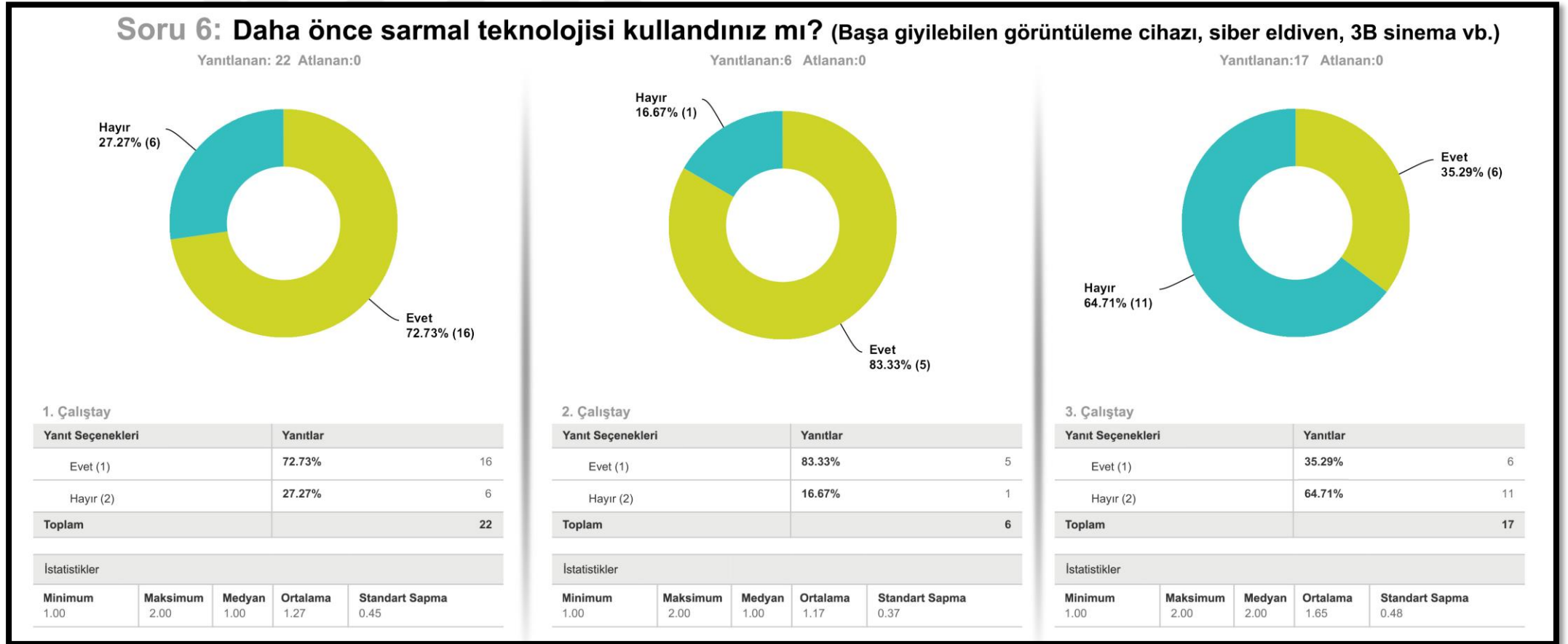
Yedinci soru, katılımcıların mimari tasarım süreci veya teslimi için maket yapıp yapmadıkları saptamaya yönelik olmuştur. Gerçekleştirilmiş olan üç çalıştayda da katılımcıların hemen hemen tamamının mimari tasarım süreci veya teslimi için maket yaptıkları saptanmıştır (Çizelge 5.7). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, tasarım sürecinin başında yapımına başlanan maketlerin bazı durumlarda devamının getirilmediği ya da proje aşamasında, tasarım sorununu anlayabilmek için anlık olarak basit maketler yapılabildiğini belirtmişlerdir. Proje gelişim sürecinde hiç maket yapılmadan tamamen eskiz ve üç boyutlu çizimlerle geliştirilen projelerin, sadece proje teslimde maket yapıldığı şeklinde yanıtlar verilmiştir.

Sekizinci soru, katılımcıların mimari maketi, tasarım süreci ile birlikte geliştirip geliştirmediklerini saptamaya yönelik olmuştur. Bu soruda genel olarak evet ve hayır cevapları verilmiş olsa da tüm üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunlukla bu cevabın projeye göre değişiklik gösterdiğini belirtmişlerdir (Çizelge 5.8). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, maketi proje yöneticisi öğretim üyesinin yönlendirmesi ve proje grubunun aldığı karara göre belirlediklerini belirtmişlerdir.

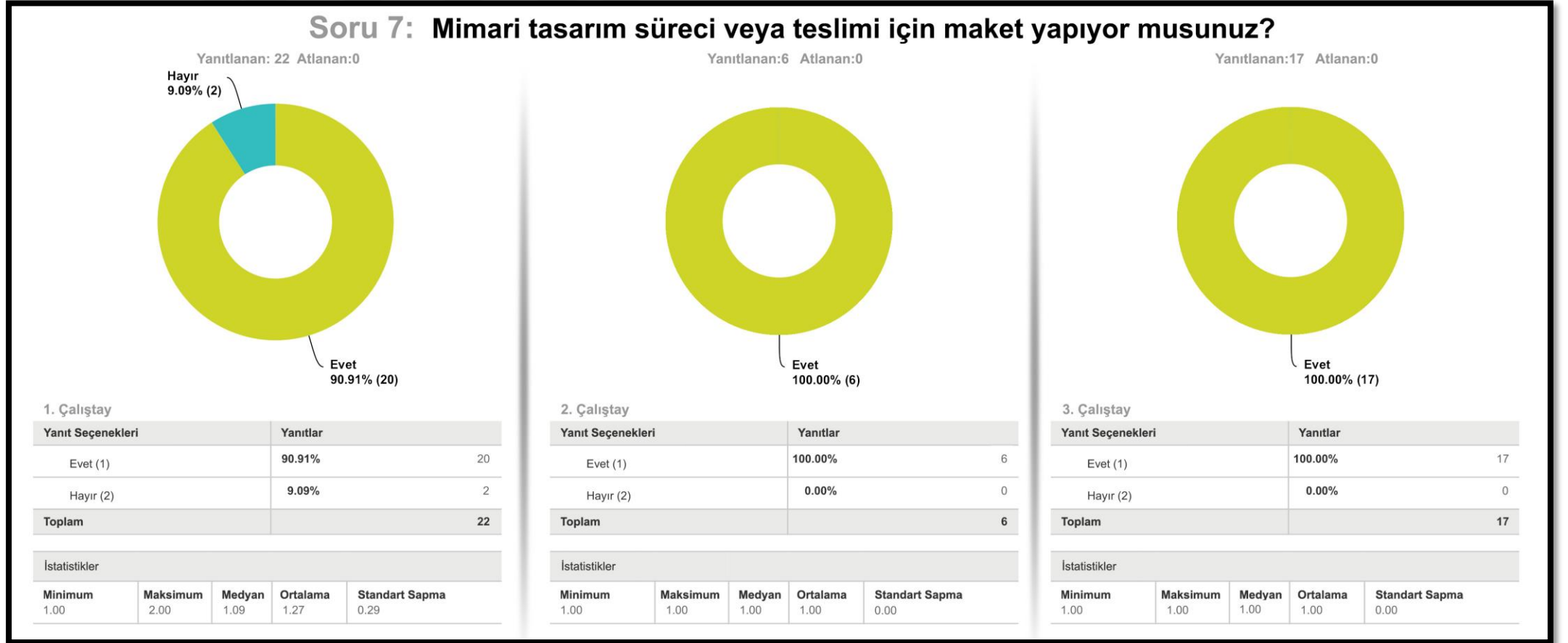
Çizelge 5.5 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların kullandıkları sayısal tasarım aracını tercih etme nedenlerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.



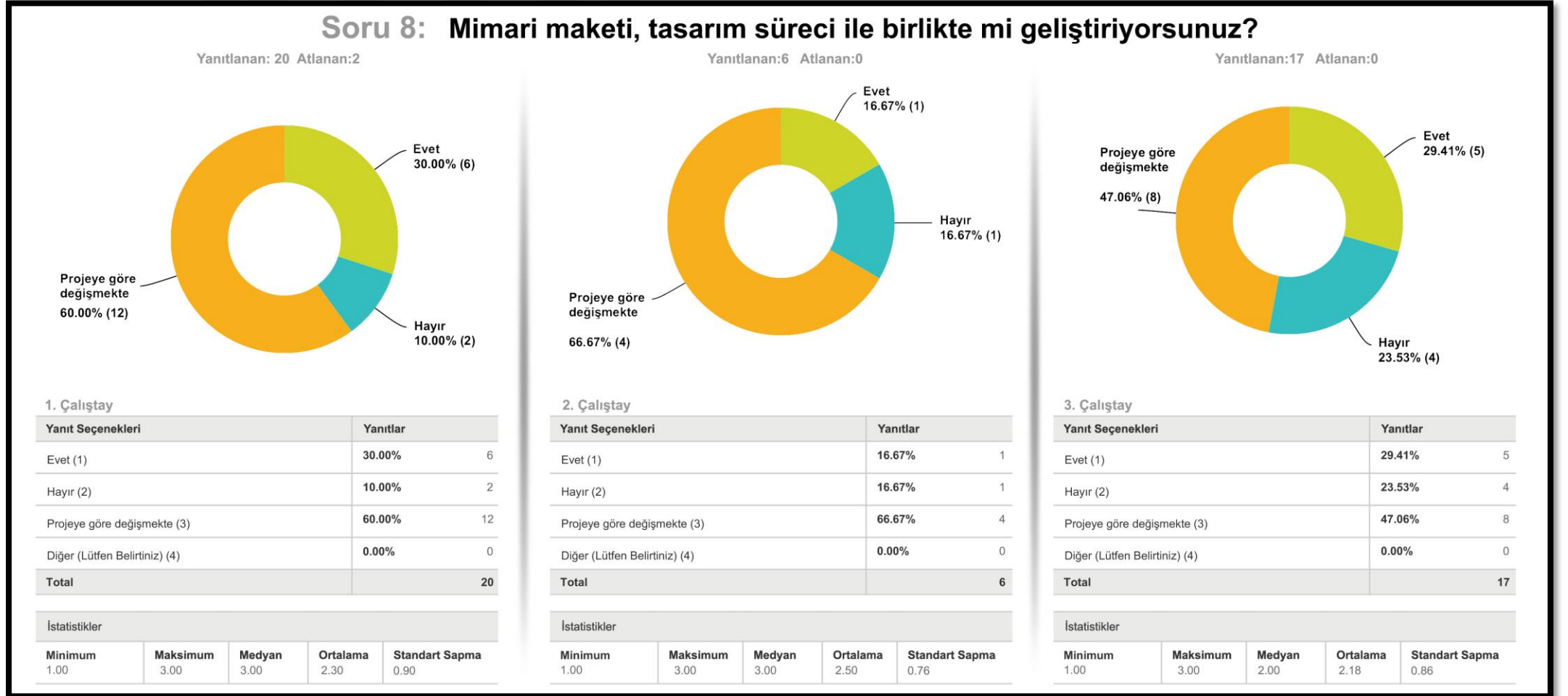
Çizelge 5.6 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların daha önce sarmal teknolojiyi kullanıp kullanmadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.7 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari tasarım süreci veya teslimi için maket yapıp yapmadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.8 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari maketi, tasarım süreci ile birlikte geliştirip geliştirmediklerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.

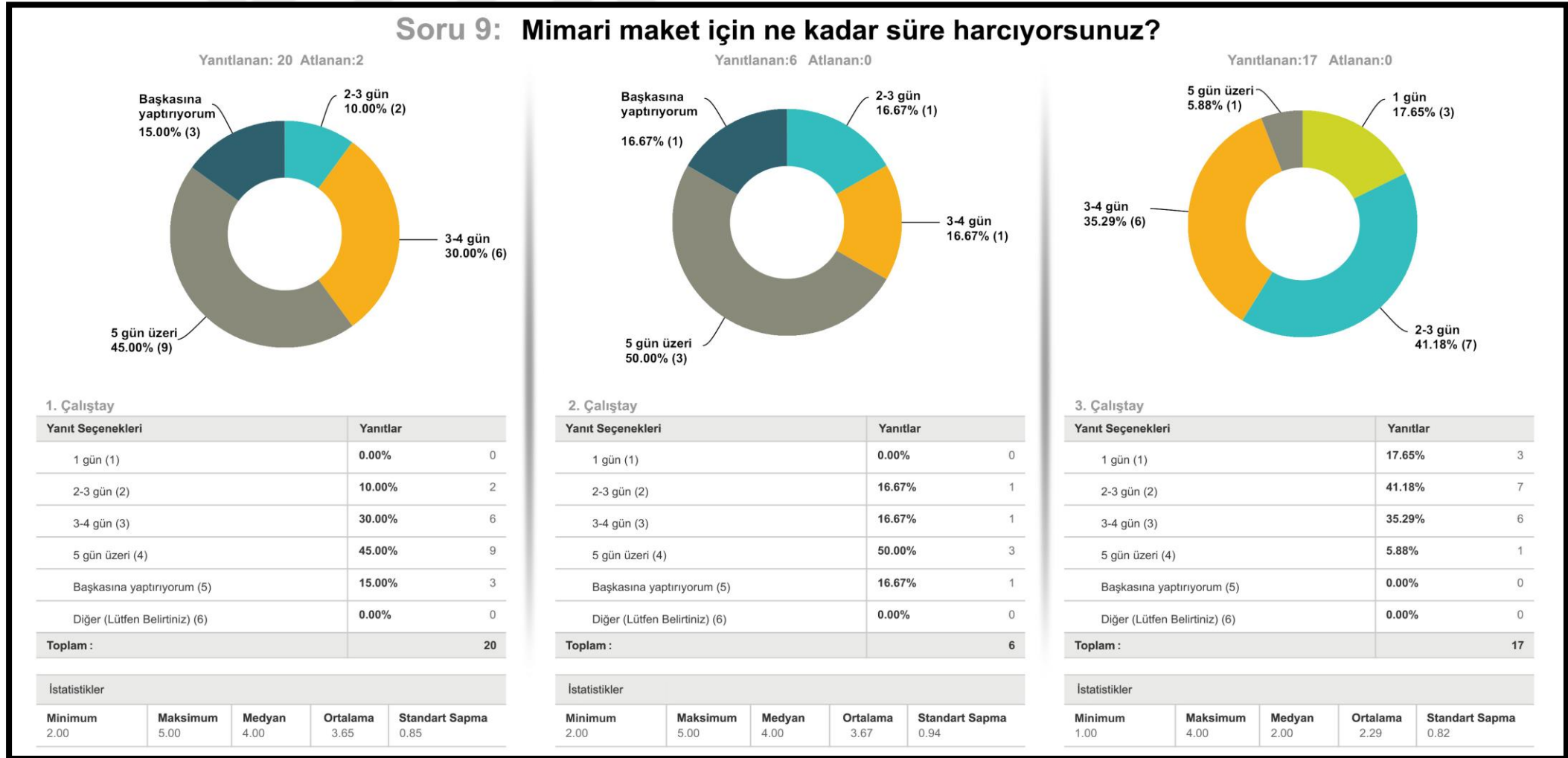


Dokuzuncu soru, katılımcıların mimari maket için ne kadar süre harcadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Birinci ve ikinci çalıştaydaki katılımcıların maket yapımı için 4 gün ve üzeri süre harcadığı, üçüncü çalıştaydaki katılımcıların ise 3-4 gün süre harcadıkları belirlenmiştir (Çizelge 5.9). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, proje süresi boyunca maket yapıldığında bu sürenin hesaplanamayacağını belirtmişlerdir.

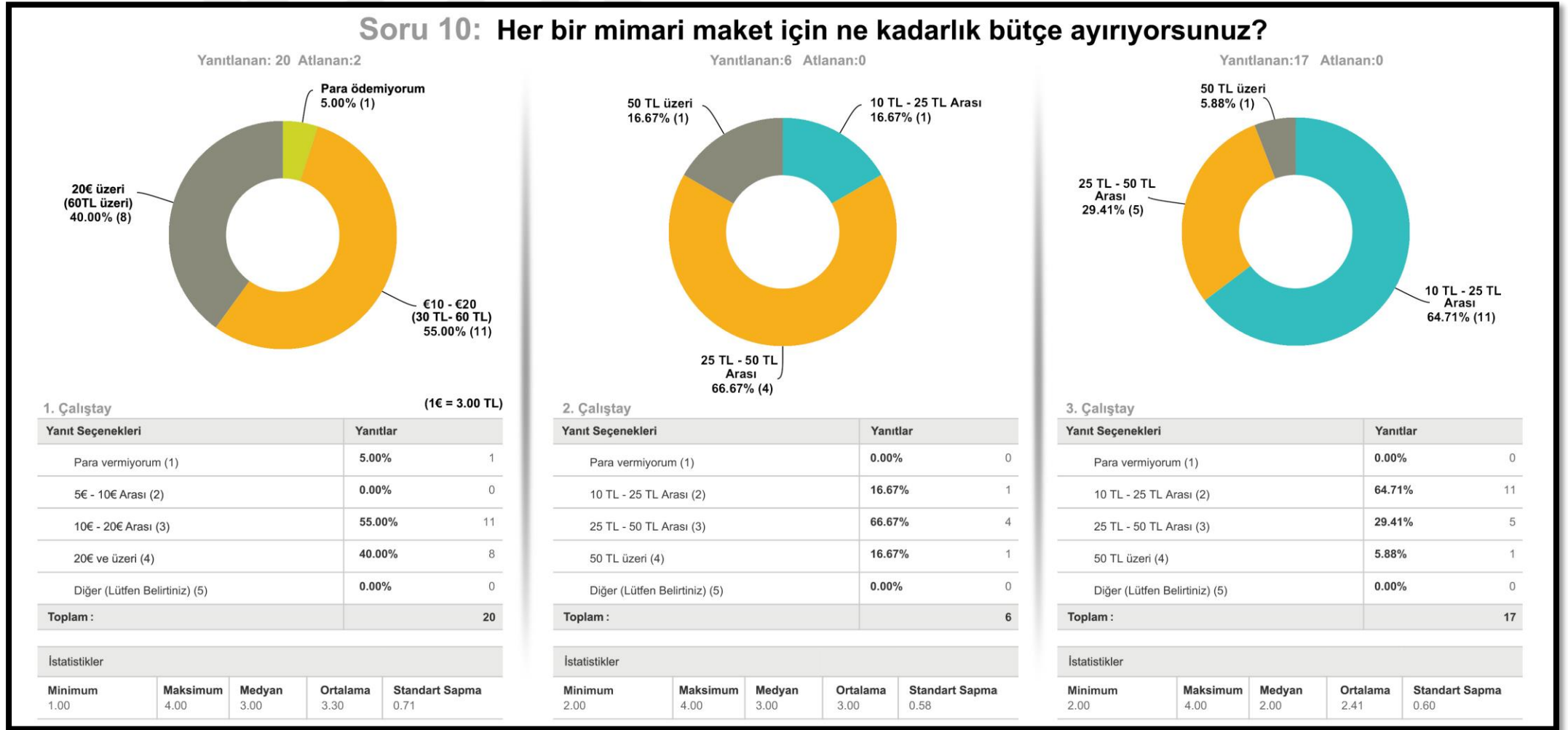
Onuncu soru, katılımcıların her bir mimari maket için ne kadarlık bütçe ayırdıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Birinci çalıştaydaki katılımcıların yaklaşık yarısının 10-20€ arası kalanlarının ise 20€ ve üzeri bir bütçe ayırdıkları belirlenmiştir. İkinci ve üçüncü çalıştaydaki katılımcıların ise ortalama 10-50TL arasında değişen bir bütçe ayırdıkları saptanmıştır (Çizelge 5.10). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar ise, proje grubu ile ortak yapılan maketlerde maliyetin değişkenlik gösterdiğini, kullanılan malzeme ve maketin boyutuna göre farklı bütçeler gerektirdiğini belirten yanıtlar vermişlerdir.

Onbirinci ve bu anketin son sorusu katılımcıların aktif olarak kullanılmayan mimari maketlerini muhafaza edip etmediklerini saptamaya yönelik olmuştur. Birinci çalıştaydaki katılımcıların çoğu maketleri muhafaza etmediklerini, ikinci ve üçüncü çalıştaydaki katılımcıların çoğu ise maketi teslim ettikten sonra geri almadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.11). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, çok emek harcanan ve maliyeti yüksek sunum maketi kullanıldığında, proje bitiminde mümkün olduğu kadar maketin saklanmaya çalışıldığını, ancak saklanamayacak durumda olanların tekrar kullanılabilir parçalarını ağaç, araç insan vb. modellerinin saklanmaya çalışıldığı belirtmişlerdir. Bu bulgulara göre katılımcıların, maketlerin kullanımı bittikten sonra saklamadıkları ve dolayısıyla da maket çalışmalarının portfolyolarında fiziki olarak yer alamadığı belirlenmiştir.

Çizelge 5.9 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların mimari maket için ne kadar süre harcadıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.



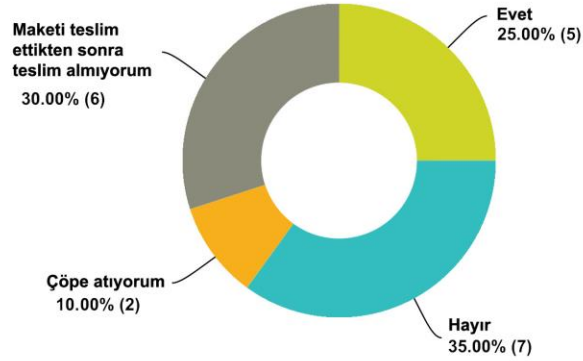
Çizelge 5.10 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların her bir mimari maket için ne kadarlık bütçe ayırdıklarının çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.11 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların aktif olarak kullanılmayan mimari maketlerini muhafaza edip etmediklerinin çalıştay öncesi ankette değerlendirilmesi.

Soru 11: Aktif olarak kullanılmayan mimari maketlerinizi muhafaza ediyor musunuz?

Yanıtlanan: 20 Atlanan:2



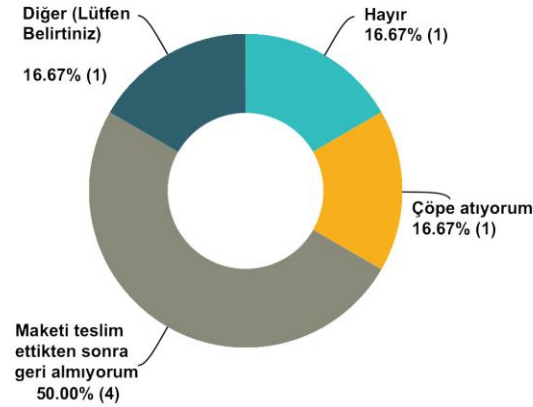
1. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Evet (1)	25.00%	5
Hayır (2)	35.00%	7
Çöpe atıyorum (3)	10.00%	2
Maketi teslim ettikten sonra geri alıyorum (4)	30.00%	6
Diğer (Lütfen Belirtiniz) (5)	0.00%	0
Toplam :		20

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
1.00	4.00	2.00	2.45	1.16

Yanıtlanan:6 Atlanan:0



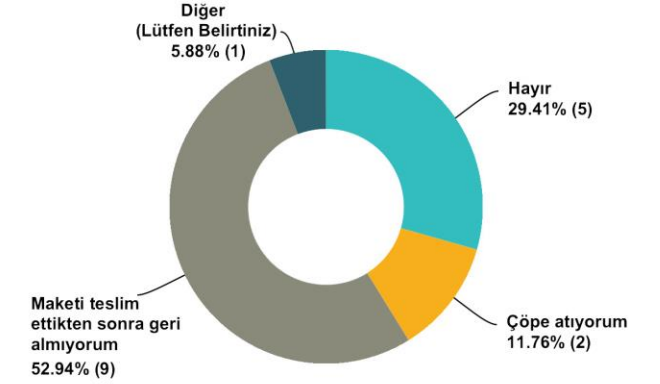
2. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Evet (1)	0.00%	0
Hayır (2)	16.67%	1
Çöpe atıyorum (3)	16.67%	1
Maketi teslim ettikten sonra geri alıyorum (4)	50.00%	3
Diğer (Lütfen Belirtiniz) (5)	16.67%	1
Toplam :		6

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
2.00	5.00	4.00	3.67	0.94

Yanıtlanan:17 Atlanan:0



3. Çalıştay

Yanıt Seçenekleri	Yanıtlar	Sayı
Evet (1)	0.00%	0
Hayır (2)	29.41%	5
Çöpe atıyorum (3)	11.76%	2
Maketi teslim ettikten sonra geri alıyorum (4)	52.94%	9
Diğer (Lütfen Belirtiniz) (5)	5.88%	1
Toplam :		17

İstatistikler

Minimum	Maksimum	Medyan	Ortalama	Standart Sapma
2.00	5.00	4.00	3.35	0.97

5.2 Çalıştaylar Sonrası Uygulanan Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan üç ayrı çalıştay bitiminde, katılımcılara yeniden bir anket soruları yöneltildi. Bu anketin uygulanma amacı ise artırılmış gerçeklik uygulamasının çalışma biçimi, kullanılan donanımların deneyimlenmesi ve artırılmış gerçeklik uygulaması ile oluşturulan sanal maketlerin katılımcılar tarafından değerlendirilmesidir.

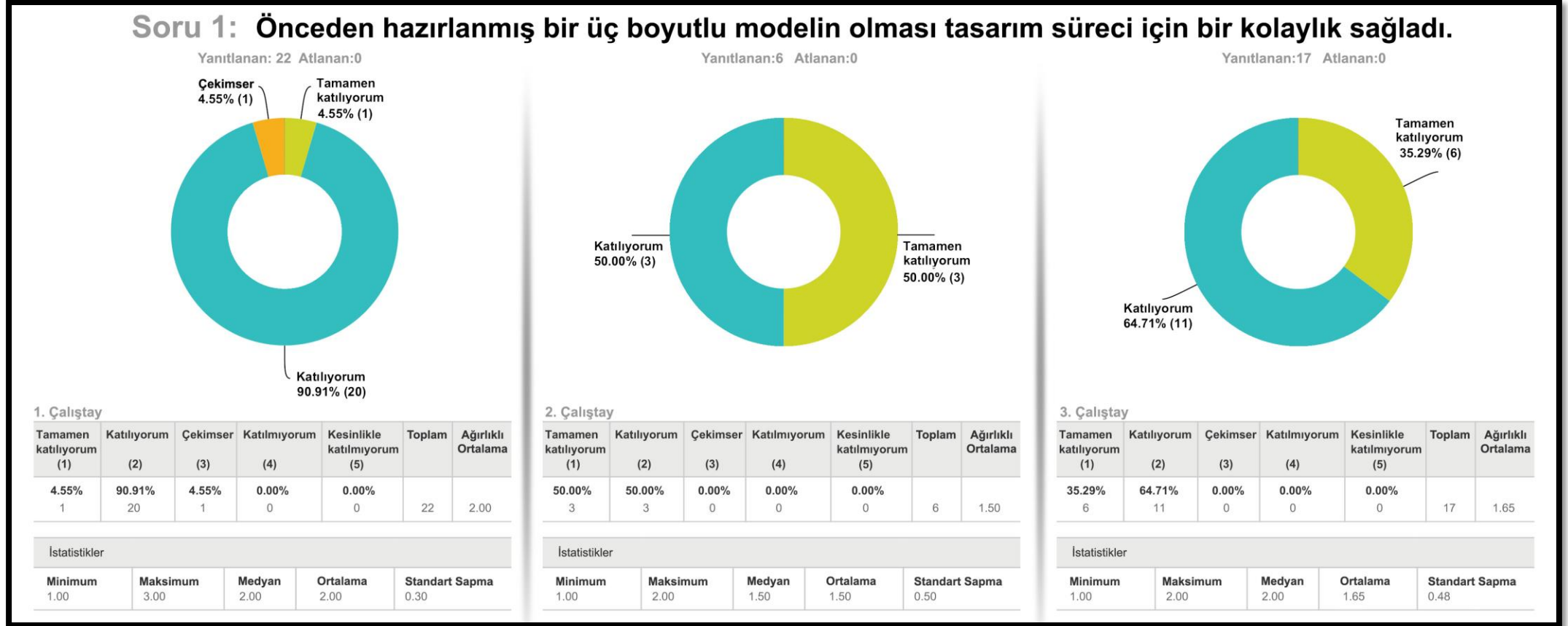
Bu anketin birinci sorusunda, önceden hazırlanmış üç boyutlu sayısal modelinin olması, tasarım sürecinde kolaylık sağlayıp sağlamadığını saptamaya yönelik olmuştur. Tasarım projesinin üzerinde bulunacağı nesnenin, çevresinin, ya da çevre binaların önceden hazırlanmış üç boyutlu sayısal bir modelinin oluşturulmuş olması, üç çalıştaydaki katılımcıların büyük bir çoğunluğu, kolaylık sağladığını belirtmişlerdir (Çizelge 5.12).

İkinci soru, katılımcıların sistem içinde görüntülenen artırılmış gerçeklik modelinin gerçekçi olması konusundaki görüşlerini saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu artırılmış gerçeklik modelinin gerçekçi olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 5.13).

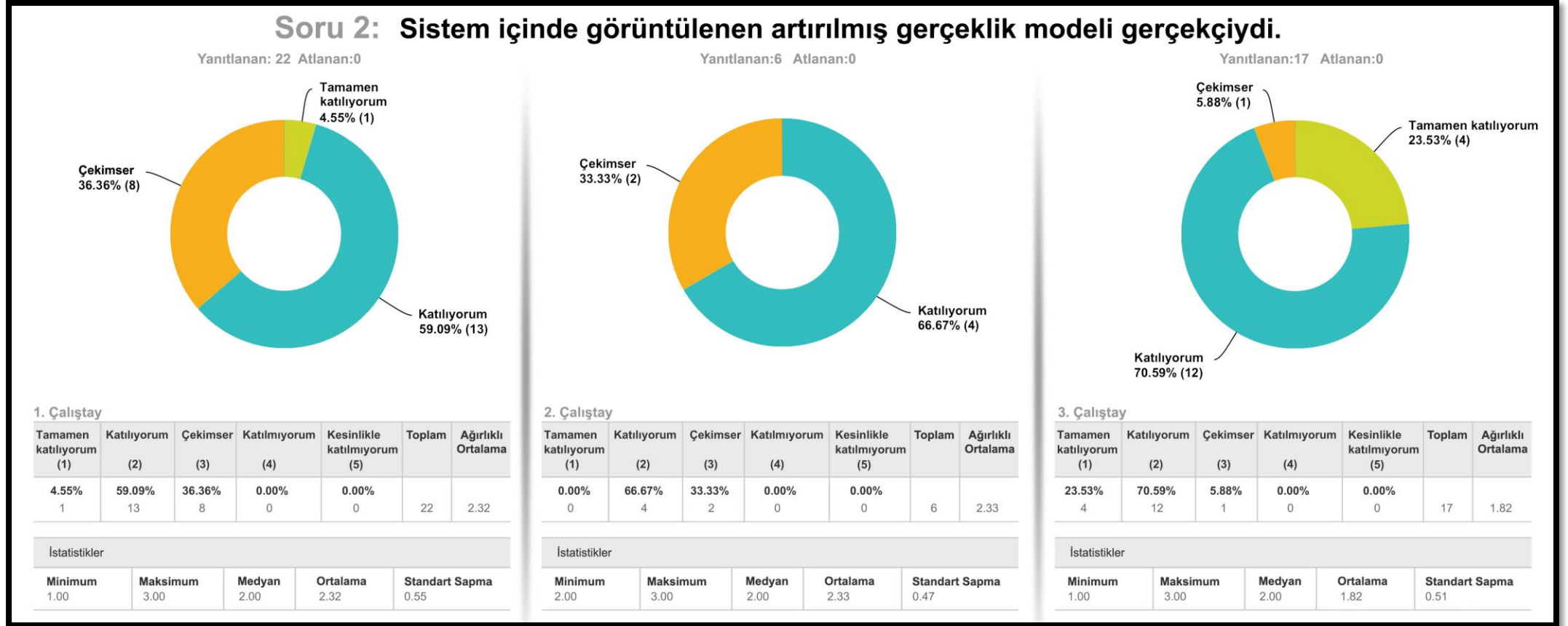
Üçüncü soru, katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile sözlü iletişim kurup kuramadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile sözlü iletişim kurduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.14). Bu bulgulara göre katılımcıların artırılmış gerçeklik tasarımı yaparken, dış uyaranlar ile iletişimin bu çalışmada engel oluşturmadığı gözlenmiştir.

Dördüncü soru, katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile kesintisiz ve engelsiz iletişim kurup kuramadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile kesintisiz ve engelsiz iletişim kurduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.15). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, başa giyilebilen görüntüleme cihazı takılı olduğunda, görüntünün az da olsa gecikmeli gelmesinin el ve göz koordinasyonunu olumsuz olarak etkilediğini belirtmişlerdir.

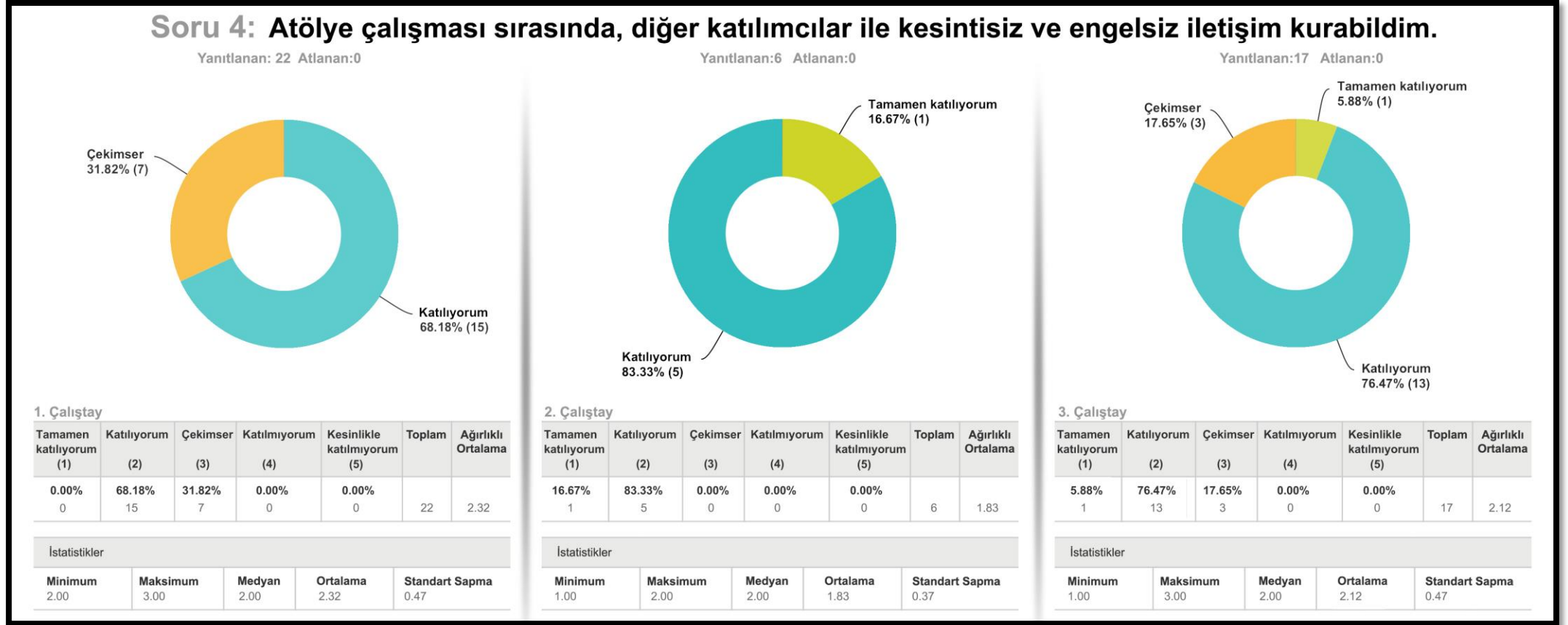
Çizelge 5.12 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların önceden hazırlanmış üç boyutlu modelin olmasının, tasarım süreçlerinde kolaylık sağlayıp sağlamadığı görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



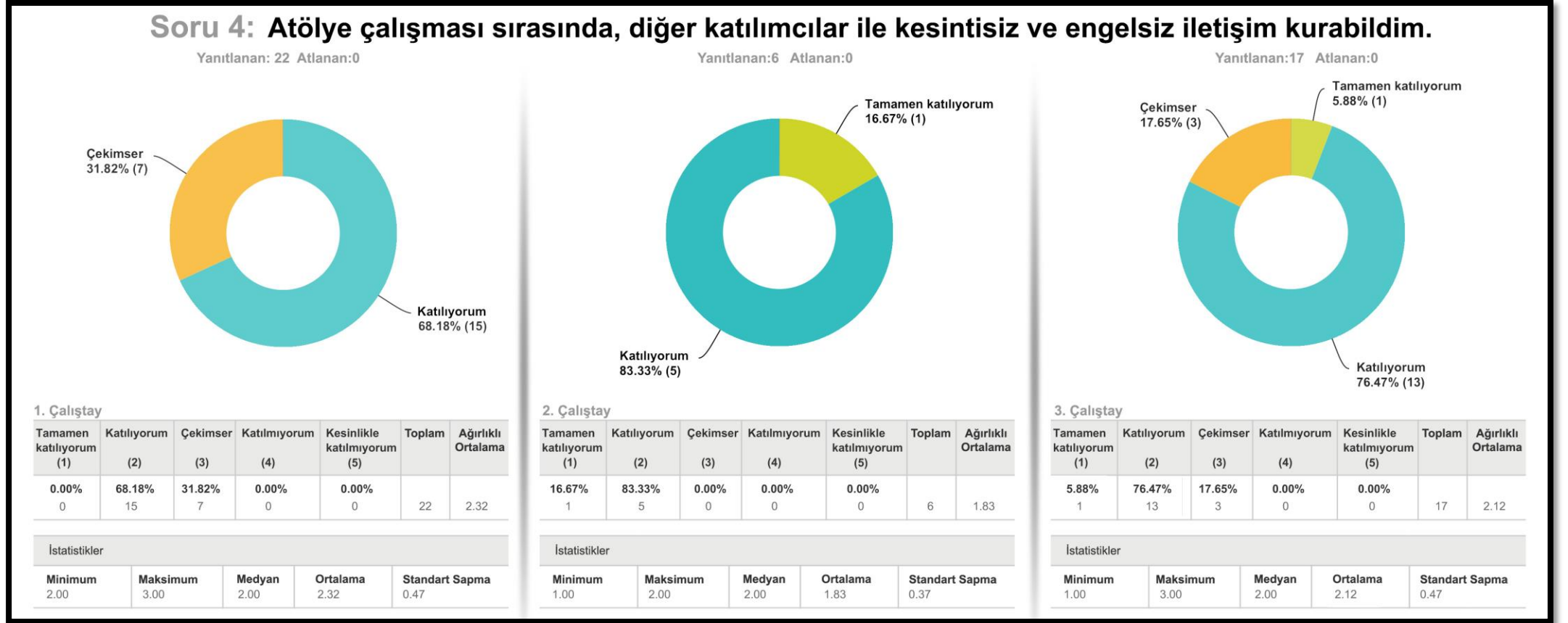
Çizelge 5.13 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların sistem içinde görüntülenen artırılmış gerçeklik modelinin gerçekçi olması görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.14 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile sözlü iletişim kurabildikleri görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.15 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların atölye çalışması sırasında, diğer katılımcıları ile kesintisiz ve engelsiz iletişim kurabildikleri görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



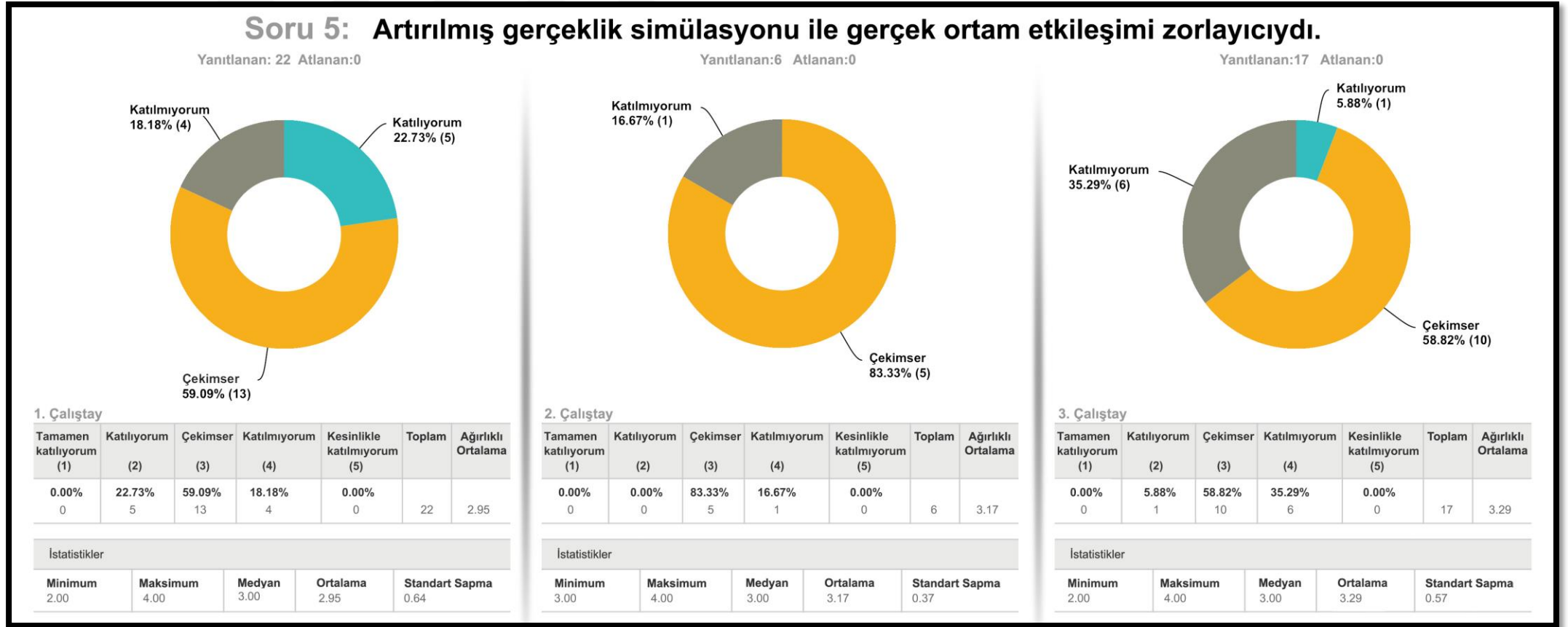
Beşinci soru, katılımcıların artırılmış gerçeklik simülasyonu ile gerçek ortam etkileşiminin zorlayıcı olduğu görüşünün doğru olup olmadığını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu çekimser olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.16). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, başa giyilebilen görüntüleme cihazının kullanımı sırasında her iki elin serbest olarak kullanılmasını olumlu karşılanırken, başa giyilebilen cihazın uzun süreli kullanımlar için yeteri kadar konforlu olmadığı şeklinde yanıtlar da verilmiştir. Tablet ya da telefon kullanıldığı durumlarda, kullanıcının her iki elini serbestçe kullanması için cihazın bir ayak ile sabitlenmesi sayesinde artırılmış gerçeklik ortamının daha kolay tecrübe edilebildiği belirtilmiştir.

Altıncı soru, katılımcıların gerçek ve sanal nesnelere kolay bir şekilde ayırt edilip edilemediğini saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu gerçek ve sanal nesnelere kolay bir şekilde ayırt edilebildiğini belirtmişlerdir (Çizelge 5.17). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, malzeme atanmamış, görsel gerçekleştirilmesi yapılmamış modellerin gerçek nesnelere kolayca ayırt edilebildiğini, buna karşın ışık, malzeme atanması yapılmış artırılmış gerçeklik nesnelere gerçeğe yakın olduğunu belirtmişlerdir.

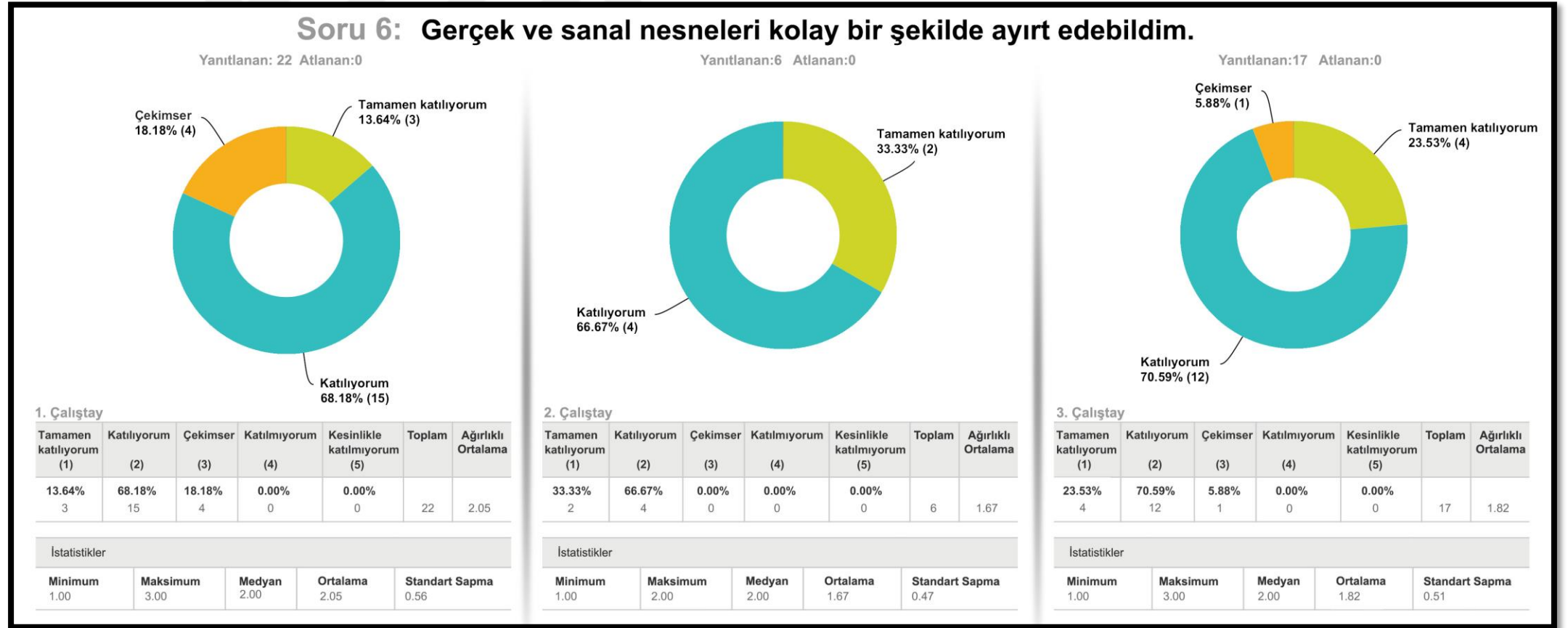
Yedinci soru, katılımcıların başa giyilebilir görüntüleme cihazının çevrelerini algılamada engel olup olmadığını saptamaya yönelik olmuştur. Birinci çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu herhangi bir engel olmadığını, ikinci ve üçüncü çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu ise çekimser olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 5.18). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, HMD cihazının normal görüşe göre biraz daha dar bir görüş açısı bulunduğunu ve ekran çözünürlüğü düşük olduğu için uzak mesafedeki görüntüleri algılamada kolay olmadığını belirtmişlerdir.

Sekizinci soru, katılımcıların tablet ve/veya akıllı telefon ile artırılmış gerçeklik ortamındaki nesnelere kolayca yönetip yönetmediklerini saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu tablet ve/veya akıllı telefon ile artırılmış gerçeklik ortamındaki nesnelere kolayca yönettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5.19). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, mobil cihazların, HMD cihazına göre kullanımının daha kolay olduğu yönünde yanıtlar vermişlerdir. Mobil cihazlarda kullanılan artırılmış gerçeklik yazılımında, masaüstü yazılımdaki kesit alma özelliğinin olması durumunda çok daha etkili kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

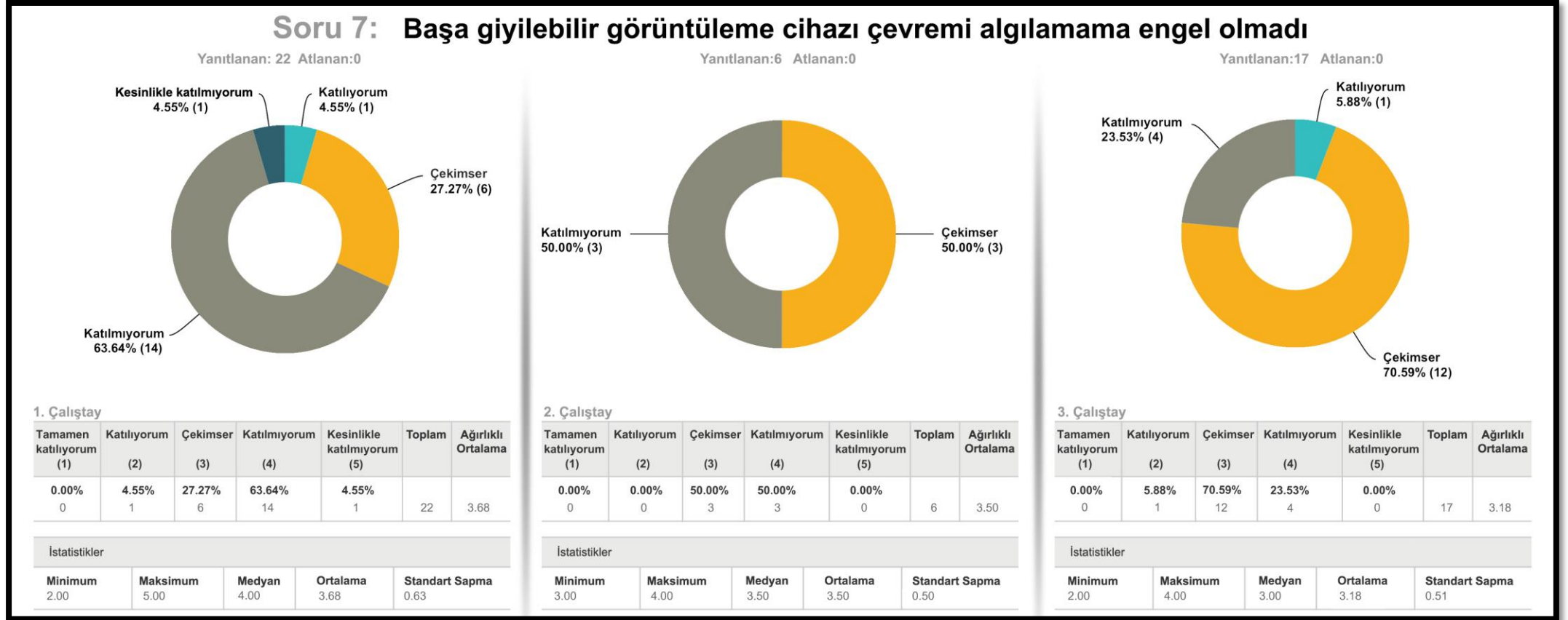
Çizelge 5.16 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik simülasyonu ile gerçek ortam etkileşiminin zorlayıcı olduğu görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



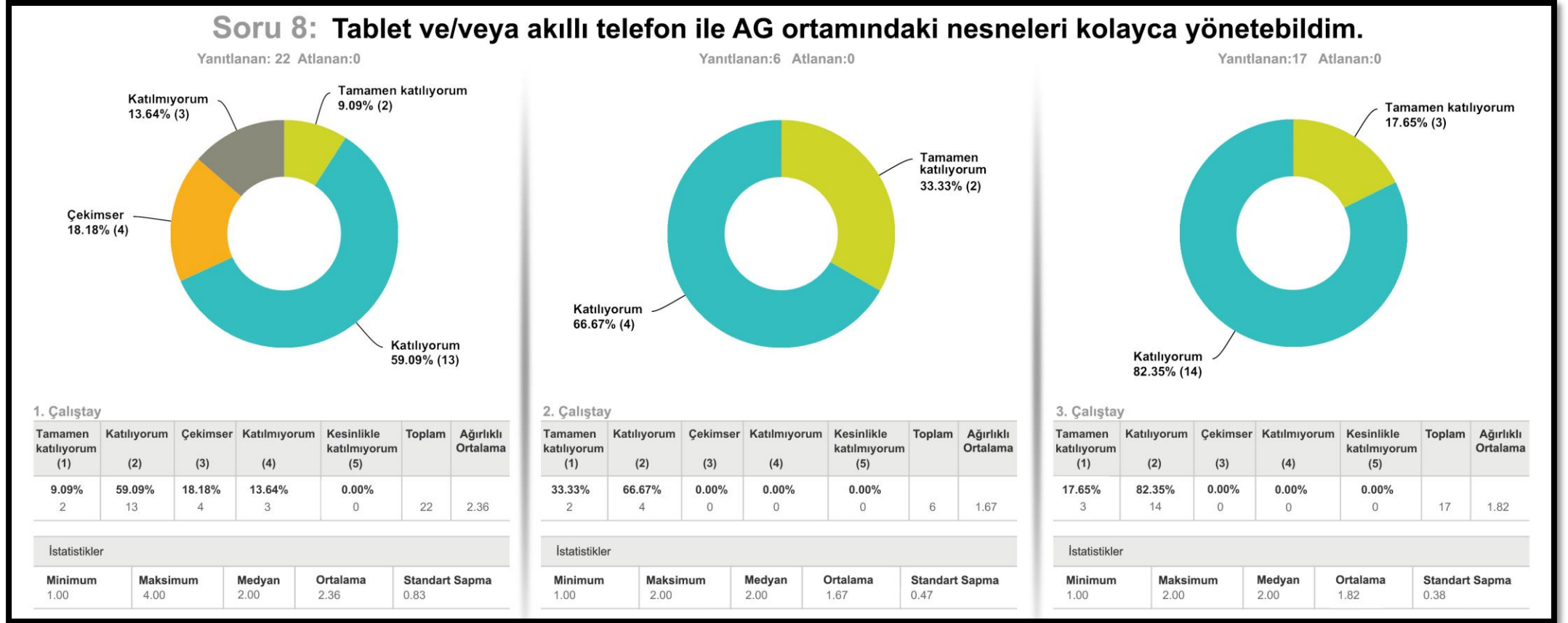
Çizelge 5.17 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların gerçek ve sanal nesnelere kolay bir şekilde ayırt edilebildiği görüşünün çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.18 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların başa giyilebilir görüntüleme cihazının çevrelerini algılamada engel olup olmadığının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.19 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların tablet ve/veya akıllı telefon ile artırılmış gerçeklik ortamındaki nesnelere kolayca yönetip yönetmediklerinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



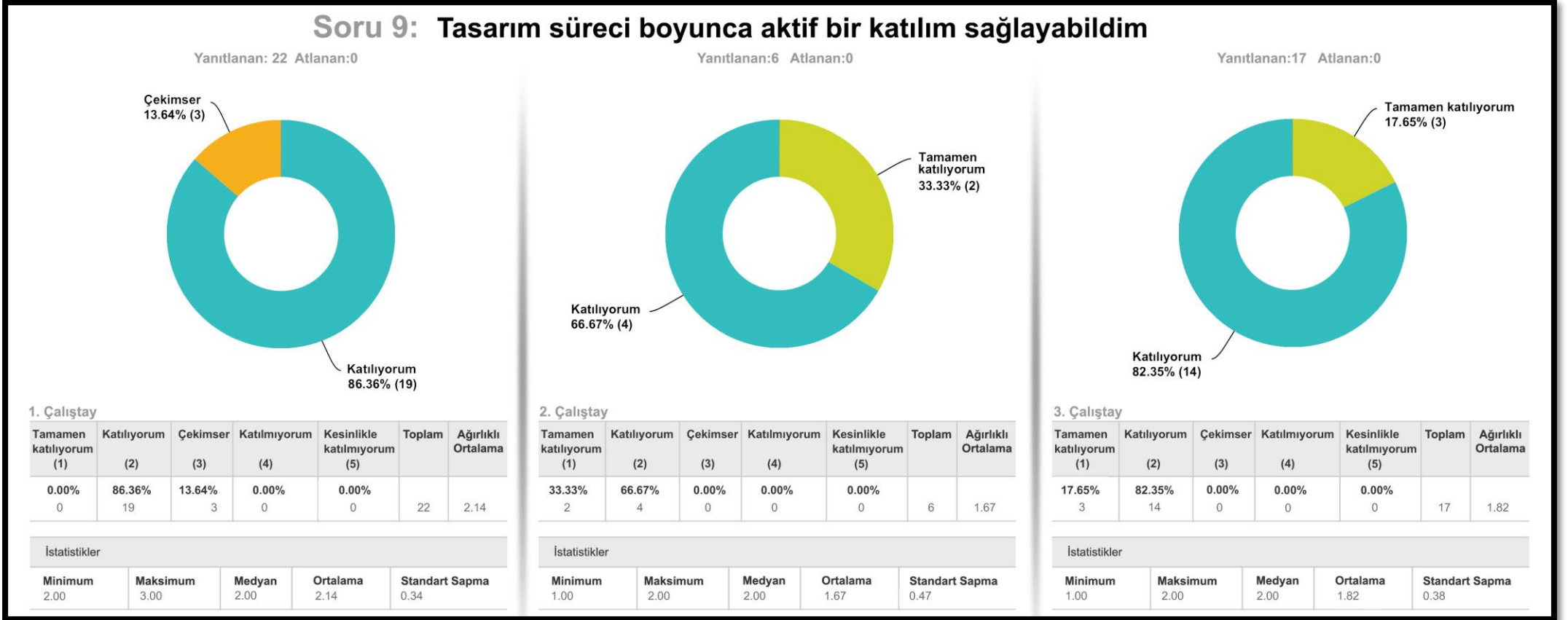
Dokuzuncu soru, katılımcıların tasarım süresince aktif bir katılım sağlayıp sağlayamadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu tablet ve/veya akıllı telefon ile artırılmış gerçeklik ortamındaki nesnelere kolayca yönelttiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5.20). Bu bulgulara göre katılımcıların sıklıksız yaptıkları çalışmaya odaklanabildikleri gözlenmiştir. Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, artırılmış gerçeklik oluşturma sürecinin tahmin edilenden daha kısa sürede gerçekleşmesi nedeniyle bu yeni yöntemi öğrenmek için bu çalışmaya aktif olarak katılım sağladıklarını belirtmişlerdir.

Onuncu soru, katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamında model üretme deneyimini beğenip beğenmediklerini saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu artırılmış gerçeklik ortamında model üretme deneyimini beğendiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5.21). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, artırılmış gerçeklik ortamında foto gerçekçi modelleri yaratmanın etkileyici bir sunum tekniği olduğunu ve bu tür artırılmış gerçeklik modellerini sahip oldukları bilgisayar donanımı ile yaratabilmenin ise önemli bir unsur olduğu belirtmişlerdir.

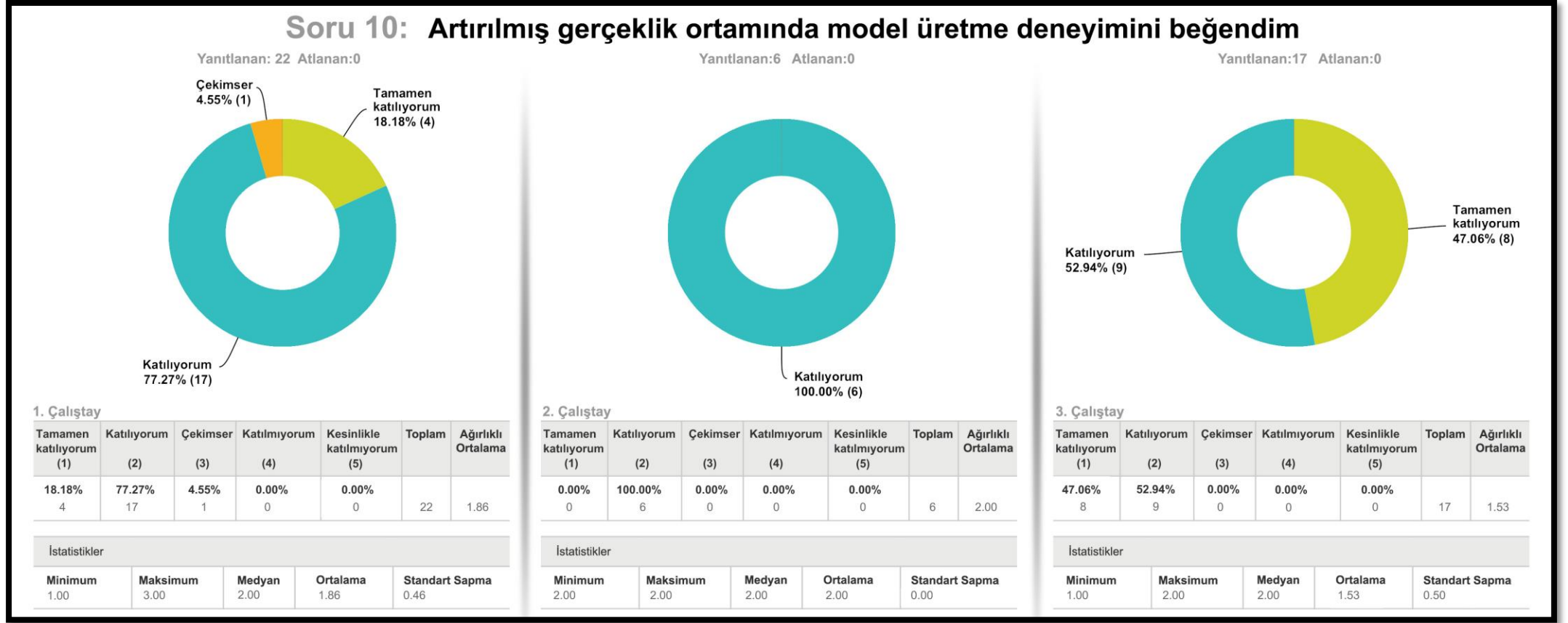
Onbirinci soru, katılımcıların artırılmış gerçeklik kullanımı sırasında, tasarımlarına odaklanıp odaklanamadıklarını saptamaya yönelik olmuştur. Üç çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu artırılmış gerçeklik kullanımı sırasında, tasarımlarına dikkatleri dağılmadan odaklanabildiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5.22). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, odaklanma sorunu yaşamadıklarını, ancak artırılmış gerçeklik kullanımının başında adaptasyon için bir süre pratik yapmalarının gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, HMD cihazının her kullanıcıya özel ayarlar gerektirmesi nedeniyle taşınabilir cihazların kullanımını tercih ettiklerini belirttiler.

Onikinci soru, katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamı dışında gelişen olaylar ve seslerin dikkatlerini dağıtıp dağıtmadığını saptamaya yönelik olmuştur. Birinci ve üçüncü çalıştaydaki katılımcılar bu soruya çekimser oldukları cevabını verirken, ikinci çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu artırılmış gerçeklik ortamı dışında gelişen olayların ve seslerin dikkatlerini dağıtmadığını belirtmişlerdir (Çizelge 5.23). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, mobil cihazlar kullanılırken artırılmış gerçeklik ortamı ile dış ortam arasında bir sınır engel olmadığı için eş zamanlı olarak katılım sağladıklarını, böylelikle çevredeki gelişmeleri takip edebildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca tekrar artırılmış gerçeklik ortamına bakıldığında kalınan yerden devam edilebildiği de verilen diğer cevaplar arasında yer almıştır. HMD gözlük ile çevre ortamının algılanmasında kısıtlamalar olması nedeniyle artırılmış gerçeklik ortamına daha fazla odaklanıldığı da yine verilen diğer cevaplar arasında olmuştur.

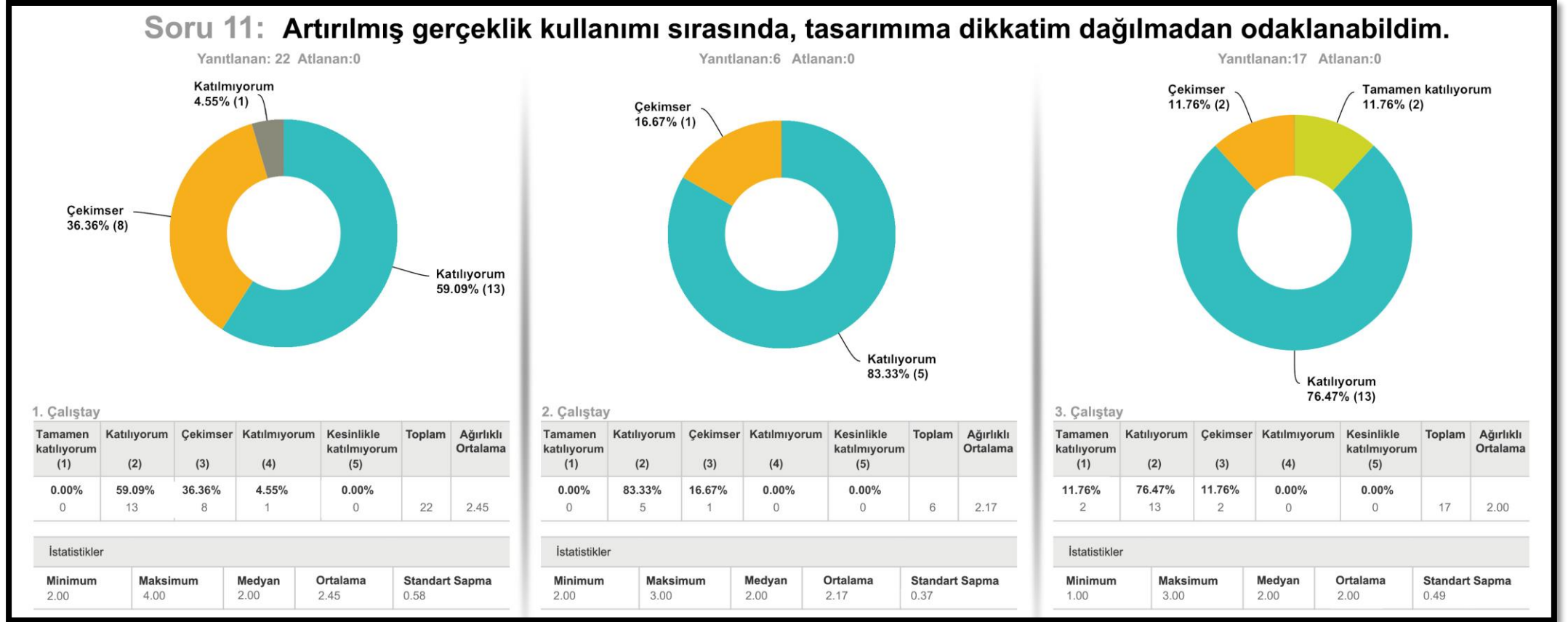
Çizelge 5.20 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların tasarım süresi boyunca aktif bir katılım sağlayıp sağlayamadıklarının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



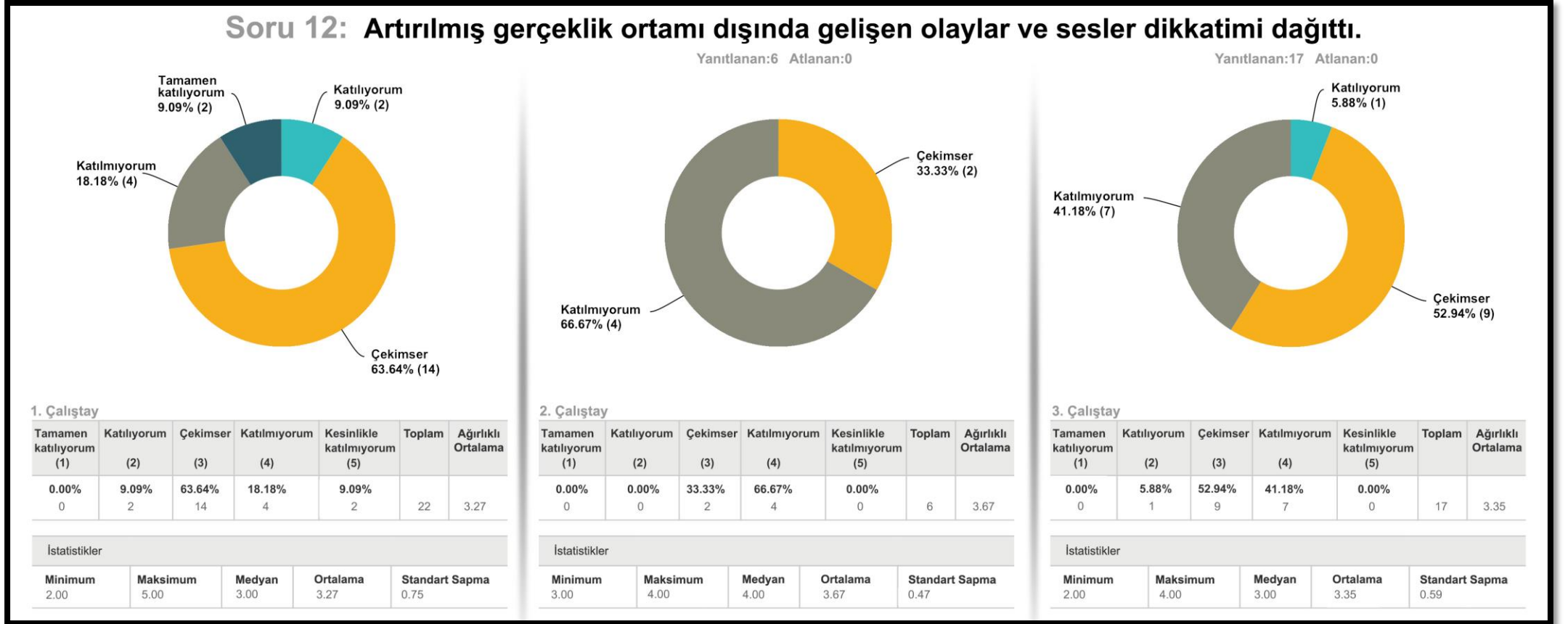
Çizelge 5.21 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamında model üretme deneyimini beğenip beğenmediklerinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.22 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik kullanımı sırasında, tasarımlarına odaklanıp odaklanamadıklarının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Çizelge 5.23 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik ortamı dışında gelişen olaylar ve seslerin dikkatlerini dağıtıp dağıtmadığının çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.

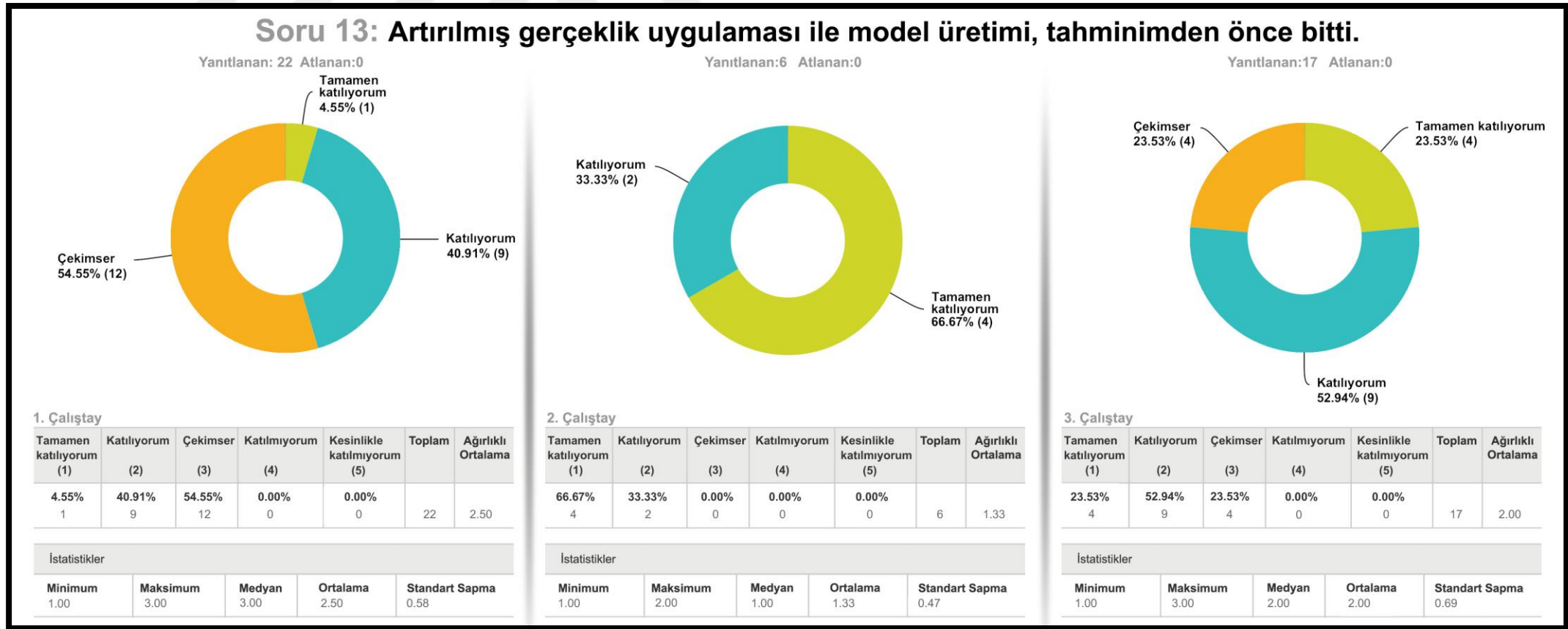


Onüçüncü soru, katılımcıların artırılmış gerçeklik uygulaması ile model üretiminin, tahmin ettikleri süreden önce bitip bitmediğini saptamaya yönelik olmuştur. Birinci çalıştaydaki katılımcıların yaklaşık yarısı bu soruya çekimser oldukları cevabını verirken, ikinci ve üçüncü çalıştaydaki katılımcıların çoğunluğu artırılmış gerçeklik uygulaması ile model üretiminin, tahmin ettikleri süreden önce bittiğini belirtmişlerdir (Çizelge 5.24). Diğer seçeneğini işaretleyen kullanıcılar, artırılmış gerçeklik çalışmayı öncesi, model üretiminin zorlu ve uzun süren bir aşama olduğu konusunda bir önyargıya sahip olduklarını fakat çalıştay sonunda, modelleri artırılmış gerçeklik ortamına daha kolay ve kısa sürede aktarabildiklerini belirtmişlerdir.

Çalıştay sonunda uygulanan ankette, Likert ölçeği esasıyla hazırlanan sorular yanısıra açık uçlu dört adet soru sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar ise aşağıdaki şekilde olmuştur.

Ondördüncü soru, çalıştayda diğer katılımcılar ile bir karara varmanın zorlayıcı olup olmaması olmuştur. Katılımcılar arasında kullanılan cihazın tipine göre farklı görüşlerin yer aldığı görülmüştür. Başa giyilebilen görüntüleme cihazının görüntüsünün, harici ekrana yansıtıldığı durumlarda gözlüğü kullanan ile ekrana bakan kişiye görüntünün gecikmeli olarak gelmesi, el göz koordinasyonunun zorlayıcı olduğu bilgilerinin her üç çalıştayda da belirtilmesi dikkat çekici bir unsur olarak görülmüştür. Buna karşın, katılımcılar, akıllı taşınabilir cihazlar ile yapılan artırılmış gerçeklik deneyiminde tasarım hakkındaki fikirlerini daha kolay paylaşabildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, artırılmış gerçekliğin çevrimdışı ve mobil cihaz üzerinde görüntülenebilmesinin kolaylık sağladığı yönünde fikir beyan edilmiştir. Projenin farklı ortamlarda erişime açık olması ve kaynak dosya paylaşılardan görüntülenebilmesinin ise karar verme sürecine olumlu olarak yansdığı belirtilmiştir.

Çizelge 5.24 : Üç farklı çalıştaydaki katılımcıların artırılmış gerçeklik uygulaması ile model üretiminin, tahmin ettikleri süreden önce bitip bitmediğinin çalıştay sonrası ankette değerlendirilmesi.



Onbeşinci soru, çalıştay sırasında kullanıcıların karşılaştıkları diğer zorlukların neler olduğunu saptamak yönünde olmuştur. Başa giyilebilen cihazın her katılımcının, başının boyutuna ve gözünün görme derecesine göre hassas ayarlar gerektirmesinin, çalıştay sürekliliğinde kesintilere yol açtığı belirtilmiştir. Daha yeni cihazların ve güncel yazılımların kullanıldığı çalıştaylarda önceki çalıştaya göre artırılmış gerçeklik kullanımı sırasındaki görüntü kalitesinde karşılaşılan sorunların azaldığı ve artırılmış gerçeklik deneyimi ile ilgili fikirlerin daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Başka katılımcılar tarafından ise en önemli zorluğun başa giyilebilir cihazın kurulumu olduğu belirtilmiştir. Bu cihazın artırılmış gerçeklik deneyimini daha ilgi çekici hale getirdiği fakat yüzün ön kısmına verdiği ağırlık nedeniyle uzun süreli kullanımlarda yorucu olduğu vurgulanmıştır.

Onaltıncı soru, artırılmış gerçeklik arayüzünün, çalıştayın deneyimlenmesini etkileyen önemli bir unsur olup olmamasını saptamaya yönelik olmuştur. Katılımcılar, daha önce çalıştıkları arayüzlere benzemesi nedeniyle bu ortama kolay bir şekilde uyum gösterdiklerini belirtmişlerdir. Buna karşın ileri seviyede artırılmış gerçeklik nesnelere yaratılması gereken durumlarda arayüz kullanımı için yardım almaları gerektiği verilen cevaplar arasında yer almıştır. Ayrıca, artırılmış gerçeklik arayüzünün kullanılan üç boyutlu tasarım yazılımlarının bir alt menüsü şeklinde çalışmasının kolaylaştırıcı bir unsur olduğu da belirtilmiştir. Etkileşimli artırılmış gerçeklik ürünleri ortaya çıkarmak için kısa kodlama ile komutların öğrenilmesinin zorunlu olmasının ve bununla ilgili yeteri kadar eğitim kaynağı olmamasının ise öğrencilerin bu konudaki çekincelerini ortaya koymuştur.

Onyedinci ve bu anketin son sorusunda, artırılmış gerçeklik deneyimi ile olumlu, olumsuz genel fikirler sorulmuştur. Katılımcıların çoğu tarafından, artırılmış gerçeklik nesne yaratımının zor olması düşüncesinin, çalıştay sonrası beledikleri kadar zor olmadığı düşüncesi ile yer değiştirdiği dönüştüğü verilmiştir. Güncel ve az bilinen bir sunum tekniğini öğrenmiş olmanın getirdiği avantajı kullanabilecekleri için çalıştaydan olumlu fikirlerle ayrıldıklarını belirten cevapların ise yine çoğunluğu oluşturduğu belirlenmiştir. Buna karşın, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kalitesi,

donanım ve yazılım gelişimine bağılı olması nedeniyle yaygınlaşması için biraz daha süre gerektiğı fikri ise yine katılımcılar tarafından verilen cevaplara göre belirlenmiştir. Katılımcılar, gerçekleştirilmesi zor olduğı düşünölen ve nasıl yapıldığı merak edilen bu konuyu öğrenmiş oldukları için müteşekkird olduklarını belirtmişlerdir. Öğrenciler, giriş seviyesinden sonra ileri seviye artırılmış gerçeklik nesnelerrinin tasarlanması konusunda bir atölye çalışmasının yapılması konusunda taleplerini dile getirmişlerdir.

5.3 Bölüm Sonucu

Bu çalışmanın bulguları değerlendirildiğinde, artırılmış gerçeklik ortamında yapılan maketlerden sonra nihai fiziki maketler yapıldığında kullanıcıların büyük çoğunluğu, zaman, emek ve toplam bütçe kaybının azaldığını belirtmişlerdir.

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Maket kullanılarak yapılan mimari sunumların yanında, bilgisayarlar ile hazırlanmış, sunumların sayısal ortamda gösterilmesine 1980'li yılların sonlarına doğru başlanmıştır. 1989'da Ohio'da tamamlanan Peter Eisenmann'ın Wexner Görsel Sanatlar Merkezi projesi bilgisayar teknolojilerinin kullandığı ilk proje olarak bilinmektedir. Eisenman, dekonstrüktivist söylemlerini gerçekleştirmenin yolunu bilgisayar ile tasarım yaparak bulmuştur. Bunun dışında Frank Gehry'nin Vitra Tasarım müzesi (1988-1989) aynı yıl içerisinde ortaya çıkmıştır. 1980'lerden itibaren bilgisayarı sadece çizim aracı olarak kullanan Gehry bu projesinde, mühendislik ve üretim sürecinde karşılaştığı sıkıntılar nedeniyle bilgisayarı sadece çizim aracı olarak kullanmayıp, tasarım mühendislik ve üretime yönelik faydalar sağlaması için kullanması gerektiğini fark etmiştir (Boissière, 1990).

Frank Gehry Vitra Tasarım Müzesinde yaşadığı sıkıntılardan sonra, Fransız havacılık endüstrisinin üretim sürecinde kullanmak için geliştirdiği ve maket verilerini doğrudan imalata aktaran bir programı mimari tasarım sürecine entegre ederek kendine özgü bir dil yaratmanın yolunu bulduğu saptanmıştır. Üç boyutlu sayısal modelleme ile tasarımı uygulamaya dönüştürülebilen ve inşaat aşamasına yönelik uygulama projelerinin çizimlerinin aktarılmasını sağlayan yazılım ilk olarak Bilbao'daki Guggenheim Müzesinde kullanıldığı belirtilmiştir (Mihaila, 2005).

Bu tez çalışmasında mimarlık eğitimi gören öğrencilere, mimari tasarım stüdyosunda üretilen geleneksel fiziki mimari maketlerin yerine, artırılmış gerçeklik ortamında sanal maketler yapmaları önerilmiştir. Fiziki maket yapımı ardından, maket verilerinin sayısal ortama aktarılma sürecinin uzun olması, yapılan her değişiklik maket üzerinde yansıtılamamaktadır. Maket üzerinde sınırlı sayıda öneri getirilmesi, tasarımcının istenilen sonuca ulaşmak için yapmak istediği revizyonlarda temkinli davranmasına neden olmaktadır. Parametrik tasarım gibi yeni yaratım teknikleriyle meydana getirilen yüzeylerin, geleneksel maket yöntemleriyle üretimi oldukça uzun sürmektedir. Süre ile üretim maliyeti doğru orantılı artmaktadır. Tasarım için ayrılan

verimli vaktin maket ve proje tasarımına doğru şekilde paylaştırılmaması, hem maketin hem de projenin istenilen kalitede teslim edilememesine neden olmaktadır.

Tasarımcılar, hayal ettiklerini görsel olarak ifade etmek için çeşitli sunum teknikleri kullanırlar. Örneğin, geleneksel sunum yöntemleri ile maketler yaparak, karakalem ve teknik resim çizerek veya günümüzde yaygın olarak kullanılan bilgisayar teknolojileri ile sunumlarını bilgisayar ortamında hazırlayarak kendilerini ifade etmektedirler.

Görsel anlatım, tasarım süreci sonunda ortaya çıkan tasarımın değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda bilgisayarların üç boyutlu etkileşim ve canlandırma teknikleri, yapılan tasarım üzerinde hızlı değişikliklerle daha kısa sürede alternatif üretme olanakları, geleneksel sunum yöntemi olan maketlere güçlü bir rakip olmuştur.

Geleneksel maket yapımı için kartonlar, değişik kağıtlar, balsa ağacı, strafor, mukavva, pleksi, maket bıçakları, kesiciler, zımparalar, tel, lifler, boyalar, farklı türde boyama ve çizim kalemleri, spreyci boyalar, boya tabancaları vb. gibi fazlasıyla sayıda malzemelerin kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, geleneksel maketlerin maddi olarak çok külfetli bir eğitim aracı olduğu ileri sürülebilmektedir. Ancak bu tez çalışması sonucunda öğrencilere uygulanan anket değerlendirildiğinde bu malzemelere harcadıkları masrafın çok da yüksek olmadığını belirtmişlerdir.

Bu tez çalışmasında geleneksel maket yapımı yerine bilgisayar ortamında sanal olarak yapılan maketin kullanımı öğrenciler tarafından değerlendirilmiştir. Öğrenciler, yapılan sanal maketin geleneksel makete göre maddi bir maliyet getirmeden mevcut bilgisayar veya akıllı telefon alt yapısını kullanabildiklerini belirtmişlerdir. Maket üzerinde oluşabilecek hataların, sanal ortamda daha hızlı düzeltilebileceğini de vurgulanmıştır. Zaman kaybı açısından değerlendirildiğinde ise artırılmış gerçeklik uygulaması ile yapılan maketin geleneksel makete göre hiç zaman kaybına yol açmadığı saptanmıştır.

Çok büyük mekanların her açıdan görüntü oluşturabilmek için geleneksel yöntemlerle hazırlanan maket ve perspektifler oldukça uzun zaman ve yoğun emek gerektirmektedir. Ancak, bilgisayarda üç boyutlu modelleme yöntemi ile böyle bir mekan çok daha kısa sürede kolay bir şekilde elde etmek mümkün olmaktadır.

Ayrıca artırılmış gerçeklikte sunulan üç boyutlu modellemelere istenilen renk doku atanmasıyla kişilerin mekanı daha kolay hissedip algılamasına yardımcı olmaktadır.

Fiziki maketlerde gözlenen farklı ışık ve aydınlatma seviyelerinin, artırılmış gerçeklik ortamında da tecrübe edilebilmesi öğrenciler tarafından olumlu bulunmuştur. Bununla birlikte üç boyutlu nesnelerin hareketli olarak görüntülenebilmesi de olumlu olarak yorumlanmıştır.

Artırılmış gerçeklik kullanımı ile yapılan projelerde sanal maket yapımı ile projenin eş zamanlı yürütülmesi kolaylığının sağlanabileceği görülebilmektedir. Proje geliştirme esnasında, proje tasarımı ve maket yapımının eş zamanlı olması gerektiği halde genelde proje tasarlaması sonrası fiziki maketlerin üretildiği bilinmektedir. Bu durum ise projelerin tamamlanması sonrasında sunum odaklı maketlerin üretilmesinden öteye gidilememesine yol açmaktadır. Maket yapımı ile eş zamanlı tasarlanan projelerde her iki tasarımın bir arada yürütülmesi mümkün olamamaktadır. Maket ile proje eş zamanlı yapılmadığında, tasarımı bitmiş projedeki hatalar, maket bittikten sonra maket üzerinde saptandığında bitmiş olan projede en başa dönüp yeniden tasarım yapılması gerekebilmektedir. Bu durumda ise hem maket hem de projenin senkronizasyonu da sağlanamamaktadır.

Bu tezde, artırılmış gerçekliğin eğitimciler açısından kullanımının, öğrencilerin mezuniyet veya ders geçiş sınavlarında çizmiş oldukları projelerin maketlerinin yapımı için aynı gün içerisinde, bilgisayar karşısında, gerek yeterlilikleri gerekse bilgi ve beceri düzeylerinin ölçülmesine olanak sağlayacağı savunulmaktadır. Öğrencilerin hazırladıkları projelerin proje yürütücüleri tarafından izlenmesi için sadece bir adet akıllı taşınabilir cihaz ve veri paylaşımı için internet bağlantısı gerekmektedir. Öğrenci-öğretici arasındaki bilgi alışverişi için akademik programındaki bir sonraki ders beklenmeden, anlık yapılabilmesi projenin gelişme süresini de kısaltacağı görülebilmektedir.

Anders (1999), önümüzdeki yıllar içerisinde tüm mimari projelerin sanal mekanlar olarak tasarlanacağını, fiziksel mekanlara dönüştürülmesi ile sanal olarak kalacak kısımların nereleri olacağına ise bu şekilde karar verileceğini öngörmüştür.

Teknolojinin günümüzde çok hızlı bir şekilde gelişim gösterdiği bilinmektedir. Dolayısıyla, insan hayatının algıladıklarının gerçek ya da sanal ortamdan ibaret

olmadığı görülmektedir. Bilişim teknolojilerinde gerçeklik ile sanallık arasında güçlü bir bağ kurulmuş olup bu kavram artırılmış gerçeklik olarak tanımlanmıştır.

Artırılmış gerçeklik, sanal gerçekliğin yayılması ve bir adım ileriye taşınmasıyla günlük hayatımızda hızla yerini almaktadır. Sayısal sanal nesnelere nasıl ki hayatımızın vazgeçilmez unsurları olduysa, artırılmış gerçeklik teknolojisi de hayatımızda önemli yerini almaya başlamıştır. Teknolojinin sunduğu olanaklara duyarsız kalmak mümkün olmamakta ve artırılmış gerçeklik teknolojisi toplumsal alanda hızlıca akıllı telefon uygulamalarıyla hemen hemen herkesin hayatında belirli bir yer edinmiştir. Akıllı taşınabilir cihazların ve uygulamaların yaygınlaşma hızı gibi, artırılmış gerçeklik teknolojisinin ideal sunum donanımı olan gözlük tipi göstericilerin de toplum tarafından kabul görmesi beklenmektedir. Eski teknoloji, ağır, düşük çözünürlüklü başa giyilebilen artırılmış gerçeklik donanımları, pahalı ve bir masaüstü cihaza bağlı olarak kullanılmaktaydı. Uzun süre kullanımı sonucunda kişilerde baş dönmesi, baş ağrısı fiziksel sorunlara neden olmaktadır. Ancak geliştirilmekte yeni nesil cihazlar çok daha hafif ve masaüstü cihazlara bağlı olmadan, yüksek çözünürlüklü ve ulaşılabilir bir fiyat aralığında karşımıza çıkmaktadır. Donanım alanındaki bu gelişmeler bu cihazların daha fazla kişi tarafından kabul görmesine olanak sağlayacaktır.

Fonseca ve ark. (2014), artırılmış gerçeklik teknolojisi ile mimari maketlerin görselleştirilmesi sırasında öğrencinin katılımı, akademik performansı ile ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, mimarlık derslerinde öğrencilerin hali hazırda kullandıkları mobil cihazlar ile artırılmış gerçeklik kullanmalarını sağlamıştır. Bu yöntem uygulandığında, öğrenciler arasında işbirliği yapılarak çalışmalarının sağlandığı ve böylelikle akademik başarılarının arttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar, çalışma öncesi ve sonrasında yaptıkları değerlendirme testleriyle, artırılmış gerçeklik içerikli mobil cihazların kullanımı sonrasında öğrencilerin derse ilgilerinin arttığını vurgulamışlardır.

Bu tez çalışmasında, Fonseca ve arkadaşlarının çalışmalarına benzer şekilde, öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamalarını, çalışma öncesi ve sonrasında değerlendirmeleri istenmiş ve öğrencilerin bu uygulama kullanılarak yapılan tasarım süreci boyunca derse aktif bir katılım sağladıkları belirlenmiştir.

Di Serio ve ark. (2013), artırılmış gerçeklik sistemlerinin görsel sanatlar dersi alan öğrencilerin motivasyonunu inceledikleri çalışmalarında, dikkat, anlama ve tatmin düzeylerinin sunum ile yapılan derse göre anlamlı derecede yüksek olduğunu saptamışlardır.

Bu tez çalışmasının sonucunda ise Di Serio ve arkadaşlarının çalışması sonuçlarına benzerlik gösteren şekilde artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımı ile öğrencilerin motivasyonlarının artmış oldukları gözlenmiştir.

Wu ve ark. (2013), artırılmış gerçekliğin eğitimdeki güncel durumu, fırsat ve yeniliklerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, artırılmış gerçekliğin yeni öğrenme fırsatları oluşturduğunu ve gerek eğitimciler gerekse öğrenciler yönünden projelere yenilikler kazandırdığını ileri sürmüşlerdir.

Bu tez çalışması sonucunda Wu ve arkadaşlarının çalışmalarında olduğu gibi artırılmış gerçeklik uygulamalarının eğitimcilerin ve öğrencilerin projelerine yenilikler ve kolaylıklar kazandırdığı belirlenmiştir.

Majid ve ark. (2015) çalışmalarında, mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının bilgisayar organizasyonu üzerinde öğrencilerin tutumlarını değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, öğrencilerin mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanımının öğrenmeye etkisinin pozitif olduğunu saptamışlardır.

Bu tez çalışmasında, Majid ve arkadaşlarının çalışmalarında vardıkları sonuçlara benzer şekilde, kullanıcıların artırılmış gerçeklik uygulamalarını mobil olarak kullanmalarının pozitif etkileri olduğu belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasının sonuçlarına göre;

Artırılmış gerçekliğin fiziki maketlere göre, zaman tasarrufu, taşınabilme kolaylığı, saklanabilme ve uzun süre geçse bile yeniden incelenebilme kolaylığı, proje ile eş zamanlı üretilebilme avantajlarını sağladığı saptanmıştır.

Artırılmış gerçeklik uygulamalarını kullanabilmek için,

- bilgisayar ve bazı yazılım programlarının iyi kullanımı,
- başa giyilen görüntüleme cihazı gibi bazı teknolojik cihazların kullanımı,
- bilişim sistemlerindeki gelişmelerinin takibi,
- öğretici ve kullanıcıların konuya hakim olması gereklilikleri olduğu belirlenmiştir.

Sonuçlar değerlendirildiğinde, mimarlık eğitimi boyunca öğrencilerin yaptıkların büyük veya küçük maketlere azımsanamayacak kadar fazla zaman ve emek ayırdıkları gözlenmiştir. Yaptıkları maketler için kullandıkları malzemelerin tek kullanımlık olması ve bu maketlerin kullanım amacı sona erdikten sonra saklanamaması ise değerli projelere geriye dönük erişimi sınırladığı saptanmıştır. Bu verilerin yanı sıra fiziki maketler için kişi başında fazla bir bütçe ayırmadıkları belirlenmiştir.

Projelerin gelişimi sırasında yapılan revizyonların, nihai maket yapımına geçmeden önce anında üç boyutlu olarak artırılmış gerçeklik ile görüntülenebilmesinin ve bulut bilişim ile farklı zamanlarda ve ortamlarda da erişimin sağlanabilmesi gibi avantajlar sağladığı belirlenmiştir. Öğrenci başına fiziki maket yapım maliyeti çok yüksek saptanmasa da, kalabalık öğrenci gruplarının toplam maket yapım maliyeti artırılmış gerçeklik sistemlerine harcanacak giriş maliyetinin üstüne çıkabilmektedir. Bu durumda, mimari tasarım stüdyosuna, tüm öğrencilerin toplam maket yapımı maliyetinden daha düşük bütçe ile eğitim amacıyla kullanılacak artırılmış gerçeklik sistemlerinin temini sağlanabilecektir.

Avantaj ve dezavantajları değerlendirildiğinde artırılmış gerçeklik ile yapılan maketlerin sonrasında nihai fiziki maketler yapıldığında zaman, emek ve toplam bütçe kaybının azalacağı bu tez sonucunda vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, artırılmış gerçekliğin bir çok eğitim alanında kullanılmaya başlandığı göz önünde bulundurulduğunda, mimarlık eğitimi alanında da etkin olarak kullanılabilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akın, Ö.** (1999). Architecture student's spatial reasoning with simple three dimensional arrangements, *4th Design Thinking Research Conference*, Institute of Technology, Boston: Massachusetts.
- Akrout, Y., & Roxin, I.** (1999). Broadband multimedia for distance education via satallite, *Advanced Research in Computers and Communications in Education*, Ed: Cumming, C., Okamoto, T., Gomez, L., IOS Press, pp. 223-228, Ohmsha.
- Aksoy, G., & Doymuş, K.** (2011). Fen ve teknoloji dersi uygulamalarında işbirlikli okuma-yazma-uygulama tekniğinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), ss. 43-59.
- Al-Qawasmi, J.** (2005). Digital media in architectural design education: Reflections on the e-studio pedagogy. *Art, Design & Communication in Higher Education*, 4(3), pp. 205–222.
- Alaçam, S., & Çağdaş, G.** (2014). Deneyimin somutlaşması yaklaşımı bağlamında sayısal çağda mimari tasarım sürecinde beden ve uzam. *Megaron*, 9(4), s. 312-320.
- Alkan, M., Genç, Ö., & Tekedere, H.** (2001). Eğitim üzerine bir tanımlama. *Bilişim Teknolojileri Işığında Eğitim Konferansı ve Sergisi, BTİE*, s. 148-151.
- Altun, D., & Köktürk, G.** (2007). Ütopyadan gerçeğe: doğa bilimlerinin mimarlığa etkileri, *15.Yıl Mühendislik Mimarlık Sempozyumu*, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta, s. 220-228.
- Altunışık, R.** (2008). Anketlerde veri kalitesinin iyileştirilmesi için öntest (pilot test) yöntemleri. *Pazarlama ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 1(2), s.1-17.
- Anders, P.** (1999). Extensions: Some implications of cyberspace for the practice of architecture: eds. O Ataman, J Bermudez. *Media and Design Process, Proceedings Acadia*. pp. 276-289.
- Angermann, F., & Krushwitz, M.** (2014). AR development with the Metaio product suite: demonstration of use cases in industry. In *Mixed and Augmented Reality (ISMAR), International Symposium on*, pp. 1.
- Atılğan, D.** (2006). *Gelişen araç ve teknolojilerinin mimari tasarım ürünleri üzerindeki etkileri* (Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, s.178-184.
- Averitt, S., Bugaev, M., Peeler, A., Shaffer, H., Sills, E., Stein, S., Thomson, J., & Vouk, M.** (2007). Virtual computing laboratory (Vcl). *Proceedings of the International Conference on Virtual Computing Initiative*, pp. 1-16.

- Azuma, R. T.** (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), pp. 355-385.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B.** (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(6), pp. 34-47.
- Balamir, A.** (1992). Meslek sorunlarımız içinde mimarlık eğitim programlarının yeri ve program başarısındaki etkenler, *Yapı Dergisi*, 122, s. 38-43, İstanbul.
- Barakonyi, I., Fahmy, T., & Schmalstieg, D.** (2004). Remote collaboration using Augmented Reality Videoconferencing, *Proceedings of Graphics Interface*, pp. 89-96, London, Ontario, Canada.
- Barnum, P., Sheikh, Y., Datta, A., & Kanade, T.** (2009). Dynamic seethroughs: Synthesizing hidden views of moving objects. In *Mixed and Augmented Reality. 8th IEEE International Symposium*, pp. 111-114.
- Bauer, E., & Adams, R.** (2012). *Reliability and availability of cloud computing*. John Wiley & Sons, pp. 20-80.
- Baykan, C.A.** (2002). *Mimarlık ve sanallık*. Arredamento mimarlık çağdaş mimarlık sorunları dizisi, Boyut Yayın Grubu, s. 55-62.
- Behl, A., & Behl, K.** (2012). An analysis of cloud computing security issues. In *Information and Communication Technologies, World Congress*, pp. 109-114.
- Bilişim Şurası.** (2004). Türkiye 2. Bilişim Şurası. Eğitim çalışma grubu: Taslak rapor.
- Bimber, O., Raskar, R., & Inami, M.** (2007). Spatial Augmented Reality, *SIGGRAPH Course*, 17 Notes.
- Boissière, O., Gehry, F. O., & Filler, M.** (1990). The Vitra design Museum, *Frank Gehry Architect*. Rizzoli International Publications.
- Bouchlaghem, D., Shang, H., Whyte, J., & Ganah, A.** (2005). Visualisation in architecture, engineering and construction (AEC). *International Journal of Automation in Construction*, 14, pp. 287-295.
- Brooker, G., & Weinthal, L. (eds.)** (2013). *The handbook of interior architecture and design*. A&C Black, Bloomsbury Publishing.
- Brusilovsky, P., Sosnovsky, S., & Shcherbinina, O.** (2005). User modeling in a distributed e-learning architecture. In *User modeling*, pp. 387-391. Springer Berlin, Heidelberg.
- Caudell, T. P., & Mizell, D. W.** (1992). Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. In *System Sciences. Proceedings of the 25th Hawaii International Conference*, 2, pp. 659-669.
- Chang, K. E., Chang, C. T., Hou, H. T., Sung, Y. T., Chao, H. L., & Lee, C. M.** (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, pp. 185-197.

- Chen, C. M., & Tsai, Y. N.** (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652.
- Chen, R., & Wang, X.** (2008). An empirical study on tangible augmented reality learning space for design skill transfer. *Tsinghua Science & Technology*, 13, pp. 13-18.
- Cobzas, D., Yerex, K., & Jagersand M.** (2003). Editing real world scenes: Augmented reality with image-based rendering. *Proceedings of IEEE Virtual Reality*, pp. 291- 292.
- Cook, T. & Campbell, D. T.** (1979). *Quasi-experimentation: design & analysis issues for field settings*, 3rd ed. Rand McNally College Pub. Co, pp. 96-98.
- Cooper, N., Keatley, A., Dahlquist, M., Mann, S., Slay, H., Zucco, J., Smith, R., & Thomas, B.H.** (2004). Augmented reality Chinese checkers, *The Australasian Computing Education Conference; Vol. 74, ACM SIGCHI International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, pp.117-126, Singapore.
- Cross, N.** (1999). Design research: A disciplined conversation, *Design Issues*, 15(2), pp. 5-10.
- Çetiner, O.** (2006). Mimarlık eğitiminde bilgisayar kullanımı ve bir örnek. *Bilgi Teknolojileri Kongresi IV. Akademik Bilişim*, s.32.
- Çil, E., Çolakoğlu, B., Erdoğan, M., Özsel-Akipek, F., Pakdil, O., Yalınay-Çinici, Ş., & Yazar, T.** (2013). Mimarlık eğitimi ve sayısal akıl: ilk yıl tasarım atölyelerinde uygulanan alıştırmalara dair bazı notlar, s.17-31.
- Dede, C.** (2000). Emerging influences of information technology on school curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 32(2), pp. 282-303.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D.** (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Van den Eynden, S., & Basten, D.** (2015). Benefits of Augmented Reality in educational environments-a systematic literature review. In *Wirtschaftsinformatik*, pp. 1542-1556.
- DiVerdi, S., & Hollerer, T.** (2007). GroundCam: A tracking modality for mobile mixed reality, *Virtual Reality Conference, IEEE*, pp.75-82.
- Doabelis, M., & Brinkis, J.** (2006). Information technology in computer aided architectural design. In *12th International Conference on Geometry and Graphics*, pp. 1-10. Salvador, Brazil.
- Dong, B., Zheng, Q., Quiao, M., Shu, J. & Yang, J.** (2009). Bluesky cloud framework: An e-learning framework embracing cloud computing. *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 577-582.
- Dunn, N.** (2014). *Architectural modelmaking* (2nd ed). Laurence King.
- Durkee, D.** (2010). Why cloud computing will never be free. *Communications of the Acm*, 53(5), pp. 62-69.

- Dünser, A., Walker, L., Horner, H., & Bentall, D.** (2012). Creating interactive physics education books with augmented reality. In *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, pp. 107-114.
- Elmas, Ç., Dogani, N., Birogul, S., & Koç, M.** (2008). Moodle eğitim yönetim sistemi ile örnek bir dersin uzaktan eğitim uygulaması, *Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 1(2), s. 53.
- Erişen, Ö., Kılıç, Ü., Pelit, N., & Vural, H.** (2002). Uzaktan eğitim programlarına genel bakış, *Açık ve Uzaktan Eğitim Sempozyumu*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Evans, B.** (2012). *Practical 3D printers: The science and art of 3D printing*. Apress.
- Farrelly, L.** (2008). *Basics architecture 01: Representational techniques, 1*, AVA Publishing.
- Feiner, S., Macintyre, B., & Seligmann, D.** (1993). Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM*, 36(7), pp. 53-62.
- Feldman, A., Munguia Tapia, E., Sadi, S., Maes, P., & Schmandt, C.** (2005). ReachMedia: On-the-move interaction with everyday objects, ISWC, *Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers*, pp.52-59.
- Fidanoğlu, E., & Coşgun, N.** (2006). Türkiye’de mimarlık eğitimine ilişkin bilginin açığa çıkartılması sürecinde veritabanı oluşturma çalışması. *Mimarlık ve Eğitim Kurultayı III*, s. 479-491, TMMOB Mimarlar Odası Yayını, İstanbul.
- Fisher, S.** (1999). *Virtual environments, personal simulation, & Telepresence*, In: *Virtual reality: theory, practice and promise*, S. Helsel and J.Roth, ed., Meckler Publishing, reprinted in *Ars Electronica: Facing the Future*, T. Druckrey, ed., MIT Press, USA.
- Fonseca, D., Martí, N., Navarro, I., Redondo, E., & Sanchez, A.** (2012). Using augmented reality and education platform in architectural visualization: Evaluation of usability and student's level of satisfaction. In *Computers in Education, International Symposium*, pp. 1-6.
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A.** (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, 31, pp. 434-445.
- Fonseca, D., Villagrasa, S., Martí, N., Redondo, E., & Sánchez, A.** (2013). Visualization methods in architecture education using 3D virtual models and augmented reality in mobile and social networks. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, pp. 1337-1343.
- Furht, B.** (2011). *Handbook of augmented reality*. Springer Science & Business Media.
- Gitter, G., & Glück, J.** (1998). Differential transfer of learning: Effects of

- instruction in descriptive geometry on spatial test performance. *Journal of Geometry and Graphics*, 2, pp.71-84.
- Goldermans, S. & Hoogenboom, M.** (2001). GIS visualization the killer application, *Geoinformatics*, 12(2), pp. 112-115.
- Goodburn, M. A., & Hill, S.** (2010). The cloud transforms business. *Financial Executive*, 12, pp. 1-6.
- Graham, M., Zook, M., & Boulton, A.** (2013). Augmented reality in urban places: contested content and the duplicity of code. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 38(3), pp, 464-479.
- Gropius, W.** (1962). *Scope of total architecture*, Collier Books, New York,USA, pp.21.
- Guiliarte Martín-Calero, C.** (2008). *Teaching innovation: Teaching and ICT valladolid*, University of Valladolid, pp. 470.
- Gül, L. F., Wang, X., & Çağdaş, G.** (2012). Evaluationg the models of communication: a study of collaborative design in virtual environments. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 17, 465-484.
- Hacıhasanoğlu, O.** (1992). *Mimari maket yapım teknikleri*, İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul.
- Heilig, M.** (1962). US Patent #3,050,870.
- Hill, A., Barba, E., MacIntyre, B., Gandy, M., & Davidson, B.** (2011). Mirror worlds: experimenting with heterogeneous AR. In *Ubiquitous Virtual Reality (ISUVR), International Symposium*, pp. 9-12
- Ibáñez, M. B., Di Serio, A., Villarán, D., & Kloos, C. D.** (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, pp. 1-13.
- Iwata, T., Yamabe, T., & Nakajima, T.** (2011). Augmented reality go: Extending Traditional game play with interactive self-learning support. In *Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications 17th International Conference*, pp. 105-114.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S.** (2010). The 2010 Horizon Report New Media Consortium.
- Jiang, B., You, S., & Neumann, U.** (2000). Camera tracking for augmented reality media. In *Multimedia and Expo. IEEE International Conference*, pp. 1637-1640.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C.** (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, pp. 545-556.
- Kato, H., Billinghurst, M., Poupyrev, I., Imamoto, K., & Tachibana, K.** (2000). Virtual object manipulation on a table-top AR environment, *ISAR*, pp.111-119.

- Klein, G., & Murray, D.** (2009). Parallel tracking and mapping on a camera phone. In *Mixed and Augmented Reality. 8th IEEE International Symposium*, pp. 83-86.
- Kort, B., Reilly, R., & Picard, R.W.** (2001). An affective model of interplay between emotions and learning: Reengineering educational pedagogy-building a learning companion, *Proceedings of International Conference on Advanced Learning Technologies*, Madison, WI, USA.
- Kreijns, K., Acker, F. V., Vermeulen, M., & Buuren, H. V.** (2013). What stimulates teachers to integrate ICT in their pedagogical practices? The use of digital learning materials in education. *Computers in Human Behavior*, 29(1), pp. 217–225.
- Kroll, E., & Artzi, D.** (2011). Enhancing aerospace engineering students' learning with 3D printing wind-tunnel models. *Rapid Prototyping Journal*, 17(5), pp. 393-402.
- Krueger, M.** (1991). *Artificial reality 2*, Addison-Wesley Professional, ISBN 0-201-52260-8
- Kumar, K.A., & Sekar, C.C.** (2010). Data management and heterogeneous data integration in Grid computing environments. *Communication and Computational Intelligence (INCOCCI), International Conference*.
- Kumm, E.T., & Lea, R.M.** (1994). Parallel computing efficiency: climbing the learning curve, *TENCON, IEEE Region 10's 9th Annual International Conference*.
- Lang, J.** (1998) Öğrenciler için mimarlığa giriş: Temel tasarım dersini yeniden düşünmek, *Temel Tasarım/Temel Eğitim Sempozyumu*, Derleyen: N.Teymur., Aytaç Dural, ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, s.13, Ankara.
- Lange, E., & Bishop, I.** (2005). Visualization in landscape and environmental planning, *Technology and Applications*, Taylor and Francis Group, USA.
- Laurence, J.F., & Smith, R.S.** (2005) Horizon report, *The New Media Consortium*. Austin, TX, USA.
- Law, N., Pelgrum, W. J., & Plomp, T.** (2008). Pedagogy and ICT use in schools around the world: *Findings From the IEA SITES 2006 Study*. Hong Kong: Springer.
- Leavitt, N.** (2009). Is cloud computing really ready for prime time?. *Computer*, 42, 15-20.
- Lee J., Lee, S., Park, H., Lee, S., Choi, J., & Kwon, J.** (2010). Design and implementation of a wearable AR annotation system using gaze interaction, *Consumer Electronics (ICCE), Digest of Technical Papers International Conference*, pp.185-186.
- Lee, B., & Chun, J.** (2010). Interactive manipulation of augmented objects in marker-less AR using vision-based hand interaction, *7th International Conference on Information Technology*, pp. 398-403.
- Lee, K.** (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2), pp.

13-21.

- Leopold, C., Górska, R. A., & Sorby, S. A.** (2001). International experiences in developing the spatial visualization abilities of engineering students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), pp. 81–91.
- Licklider, J. C.** (1960). Man-computer symbiosis. *Human Factors in Electronics, IRE Transactions*, 1, pp. 4-11.
- Licklider, J. C., & Taylor, R. W.** (1968). The computer as a communication device. *Science and Technology*, 76(2), pp. 1-3.
- Lipson, H., & Kurman, M.** (2013). *Fabricated: The new world of 3D printing*. John Wiley & Sons.
- Liu, A., Tendick, F., Cleary, K., & Kaufmann, C.** (2003). A survey of surgical simulation: applications, technology, and education. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(6), 599-614.
- Liu, H., Su, H., Zhang, Y., Hou, B., Guo, L., Chai, X., & Zhan, S.** (2010). Study on virtualization-based simulation grid. In *Measuring Technology and Mechatronics Automation International Conference*, pp. 685-689.
- Liu, W.** (2012). Research on cloud computing security problem and strategy. In *Consumer Electronics, Communications and Networks, 2nd International Conference*, pp. 1216-1219.
- Majid, N. A. A., Mohammed, H., & Sulaiman, R.** (2015). Students' perception of mobile Augmented Reality applications in learning computer organization. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 176, pp. 111-116.
- Martin-Gutierrez, J., Garcia-Dominguez, M., Roca Gonzalez, C., & Corredegas, M. C.** (2013). Using different methodologies and technologies to training spatial skill in Engineering Graphic subjects. In *Frontiers in Education Conference*, pp. 362-368.
- Mihaila, M.** (2015). Contemporary features demarche: From the architectural thought to the detail–LVFC Paris. F. Gehry's Architecture. *Acta Technica Napocensis: Civil Engineering & Architecture*, 58(1).
- Milgram, P., & Kishino, A.F.** (1994a). A taxonomy of mixed reality visual displays, *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), pp. 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F.** (1994b). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Proceedings of SPIE 2351, Telem manipulator and Telepresence Technologies*, pp. 282-292.
- Mistry, P., Maes, P., Chang, L.** (2009). WUW – Wear ur world – A wearable gestural interface, *ACM, CHI*, Boston, USA.
- Nakilcioğlu, İ.H.** (2006). Bilişim toplumunun stratejisini oluşturmada internetin katkısı, *Bilişim Bildiriler Kitabı*, TBD Yayınlar, 25, s. 43, Ankara.
- Navarro, I., Redondo, E., Sánchez, A., Fonseca, D., Martí, N., & Simón, D.** (2012). Teaching evaluation using augmented reality in architecture:

Methodological proposal. In *Information Systems and Technologies, 7th Iberian Conference*, pp. 1-6.

- Neumann, U., & Majoros, A.** (1998). Cognitive, performance, and systems issues for augmented reality applications in manufacturing and maintenance. In *Virtual Reality Annual International Symposium. Proceedings*, pp. 4-11.
- Oviatt, S.** *The Human-Computer Interaction Handbook*. pp. 286-304, L. Erlbaum Associates Inc. Hillsdale, NJ, USA.
- Oxman, R.** (2004). Think-maps: teaching design thinking in design education. *Design Studies*, 25 (1), s. 63-91.
- Pantelidis, V. S.** (2000). The RAVE, CAVE, and collaborative virtual environments. *Report Commissioned by the Center for Interdisciplinary Instructional Technology Research (CIITR)*.
- Papagiannakis, G., Singh, G., & Magnenat-Thalmann, N.** (2008). A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems, *Computer Animation and Virtual Worlds*, 19, 1, pp.3-22.
- Peterson, M. P.** (2008). Trends in internet and ubiquitous cartography. *Cartographic Perspectives*, 61, pp. 36-49.
- Pozzi, C.** (2012). The role of computer in the teaching of architectural project. In *International Conference on Artificial Intelligence and Soft Computing, In Lecture Notes in Information Technology*, 12, pp. 414-419, Springer.
- Radu, I.** (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), pp. 1533-1543.
- Reitmayr, G., & Schmalstieg, D.** (2003). Location based applications for mobile augmented reality. In *Proceedings of the Fourth Australasian User Interface Conference on User Interfaces*, 18, pp. 65-73.
- Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., & Navarro, I.** (2012a). Augmented reality in architecture degree. New approaches in scene illumination and user evaluation. *International Journal of Information Technology and Application in Education*, 1(1), pp. 19-27.
- Redondo, E., Fonseca, D., Sánchez, A., & Navarro, I.** (2013). New strategies using handheld augmented reality and mobile learning-teaching methodologies, in architecture and building engineering degrees. *Procedia Computer Science*, 25, pp.52-61.
- Redondo, E., Navarro, I., Sánchez, A., & Fonseca, D.** (2012b). Augmented reality on architectural and building engineering learning processes. Two study cases. *Ubiquitous Computing and Communication Journal*, 7, p. 1269.
- Rempel, R. S., Rodgers, A. R., & Abraham, K. F.** (1995). Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. *The Journal of Wildlife Management*, pp. 543-551.
- Roberts, G. W., Evans, A., Dodson, A., Denby, B., Cooper, S., & Hollands, R.** (2002). The use of augmented reality, GPS and INS for subsurface

- data visualization. In *FIG XXII International Congress*, pp. 1-12.
- Roca, J., & Gagné, M.** (2008). Understanding e-learning continuance intention in the workplace. A self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 24, pp. 1585-1604.
- Roussos, M., Johnson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, C., & Barnes, C.** (1999). Learning and building together in an immersive virtual world, *Presence*, 8(3), pp. 247-263.
- Sandor, C., Olwal, A., Bell B., & Feiner, S.** (2005). Immersive mixed-reality configuration of hybrid user interfaces, *ISMAR*, pp. 110–113.
- Sarıtaş, M. T., Merkezi, U., & Üner, N.** (2013). Eğitimdeki yenilikçi teknolojiler: Bulut teknolojisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(3).
- Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., & Hesina, G.** (2000). Bridging multiple user interface dimensions with Augmented Reality, *IEEE*.
- Schmalstieg, D., Fuhrmann, A., Hesina, G., Zsalavari, Z., Encarnacao, L.M., Gervautz, M., & Purgathofer, W.** (2002). The Studierstube augmented reality project, presence, 11(1), pp. 33–54, *Massachusetts Institute of Technology*, USA.
- Seeböhm, T.** (2001). The ideal digital design curriculum: Its bases and its content, in *Architectural Information Management, Proceedings of eCAADe* (edited by Hannu Penttila). Education in Computer Aided Architectural Design in Europe, pp. 180 -185.
- Seyrek, İ. H.** (2011). Bulut bilişim: işletmeler için fırsatlar ve zorluklar. *University of Gaziantep Journal of Social Sciences*, 10(2), pp.701-713.
- Shen, C. X., Liu, R. D., & Wang, D.** (2013). Why are children attracted to the Internet? The role of need satisfaction perceived online and perceived in daily real life. *Computers in Human Behavior*, 29(1), pp. 185-192.
- Snavely, N., Seitz, S. M., & Szeliski, R.** (2006). Photo tourism: exploring photo collections in 3D. In *ACM transactions on graphics (TOG)*, 25(3), pp. 835-846.
- Somyürek, S.** (2014). Öğretim sürecinde Z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), pp. 63-80.
- Squire, K.** (2003). Video games in education. *Int. J. Intell. Games & Simulation*, 2(1), pp. 49-62.
- Sultan, N.** (2010). Cloud computing for education: A new dawn?. *International Journal of Information Management*, 30(2), pp.109–116.
- Sutherland, I. E.** (1965). The ultimate display. *Multimedia: From Wagner to virtual reality*.
- Şahinler, O.** (1982). Artistik perspektiv, *İstanbul Devlet Güzel Sanatlar Akademisi* Yayın No: 87, İstanbul İDGSA Matbaası, İstanbul.
- Taş, M., Taş, N., & Coşgun, N.** (2004), Mimarlık eğitimi, deprem ve prefabrikasyon, *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, 17(72) , s.11-18, Ankara.
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., &**

Piekarski, W. (2000). ARQuake: An outdoor/indoor augmented reality first person application. In *Wearable computers, the fourth international symposium*, pp. 139-146.

Turan, S. (2010). Bulut bilişim teknolojisi ve güncel hukuki problemler.

Uğur, A., & Özgür, E. (2003). İnternet üzerinde üç boyut ve mimarlıkta web 3D, *IX. Türkiye' de İnternet Konferansı (INET-TR 2003)*, s. 24-30, İstanbul.

Ulugtekin, N., & Ipbüker, C. (1996). Kartografya ve coğrafi bilgi sistemi, *Cografi Bilgi Sistemi Sempozyumu CBS*, s.131-141, İstanbul

Url-1. <http://www.inglobetechnologies.com/en/new_products/arplugin_max/download/current/UsersGuide.pdf>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-2. <<http://blog.taragana.com/index.php/archive/iphone-ranked-number-one-for-traffic-share-in-mobile-os/>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-3. <<http://monet.140140140cs.columbia.edu/projects/karma/karma.html>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-4. <<http://webrazzi.com/2011/08/03/layar-vision-arttirilmis-gercekligin-dozenunu-artiriyor-video/>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-5. <<http://webrazzi.com/2014/01/24/metaio-arttirilmis-gerceklik-thomas-alt-roportaj/>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-6. <<http://wsjdlive.wsj.com>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-7. <<http://www.bilisimhukuk.com/2010/02/bulut-bilisimi-cloud-computing-teknolojisi-ve-guncel-hukuki-problemler/>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-8. <<http://www.bilisimsurasi.org.tr>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-9. <<http://www.icg.tugraz.at/Members/langlotz/history-of-mobile-ar>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-10. <<http://www.itofisher.com/PEOPLE/sfisher/VirtualSimPresence.pdfrev.pdf>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-11. <<http://www.nmc.org/pdf/2010-Horizon-Report.pdf>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-12. <<http://www.roadandtrack.com/new-cars/news/a2011/vws-augmented-reality-20077/>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-13. <<http://www.volkswagen.co.uk/about-us/news/273>>, erişim tarihi 01.05.2016

Url-14. <<https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>>, erişim tarihi 01.05.2016

Utkutuğ, G. (2002). Yeşil mimarlık. *Bilim ve Teknik Dergisi*, Mimarlık eki, s. 6-7.

Vaughan-Nichols, S. J. (2009). Augmented reality: No longer a novelty?. *Computer*, 12, pp, 19-22.

Vate-U-Lan, P. (2012). An augmented reality 3D pop-up book: the development of a multimedia project for English language teaching. In *Multimedia and Expo IEEE International Conference*, pp. 890-895.

- Vouk, M. A.** (2008). Cloud computing - Issues, research and implementations, *Journal of Computing and Information Technology, CIT, 16*(4), pp. 235-246.
- Wagner, D., & Schmalstieg, D.** (2006). Handheld augmented reality displays, Graz University of Technology, *Virtual Reality Conference*, Austria.
- White, S., Lister, L., & Feiner, S.** (2007). Visual Hints for Tangible Gestures in Augmented Reality. *ISMAR*, pp. 47-50.
- Winn, W.** (1993). A conceptual basis for educational applications of virtual reality. *Technical Publication R-93-9, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center, Seattle: University of Washington.*
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C.** (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education, 62*, 41-49.
- Yahnay-Çinici, Ş., Özsel-Akipek, F., & Yazar, T.** (2008). Computational design, parametric modelling and architectural education. *Geleceği Tasarlamak: Bilgisayarla Tasarım Alanındaki Gelişmelerin Eğitime Yansımaları, Sempozyum*, s.1-10.
- Yazıcı, A., & Altas, İ.** (1999). Web-based distance education in developing countries, *14. Uluslararası Bilgisayar ve Enformasyon Sistemleri Sempozyum Kitabı*, s. 532-539.
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & Wu, M.** (2013). Augmented Reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 103*, pp.165-173.
- Yıldırım, M. T.** (2008a) Manavgat uluslar arası gençlik, spor ve kongre koyu, *Gazi Haber- Gazi Üniversitesi Aylık Haber Dergisi, 87*, s.10- 13.
- Yıldırım, M. T.** (2008b) Çubuk yerleşkesi, kır evi, *Gazi Haber- Gazi Üniversitesi Aylık Haber Dergisi, 87*, s.6-7.
- Yi-bo, L., Shao-peng, K., Zhi-hua, Q., & Zhu, Q.** (2008). Development actuality and application of registration technology in Augmented Reality, *Computational Intelligence and Design. ISCID. International Symposium*, pp. 69-74.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E.** (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange, 4*(1), pp. 119-140.
- Zhang, J., Sung, Y. T., Hou, H. T., & Chang, K. E.** (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education, 73*, pp. 178-188.
- Zhao, Y., Raicu, I., & Lu, S.** (2008). Cloud computing and grid computing 360-Degree Compared, *Grid Computing Environments Workshop*, pp.1-10.
- Zhou, F., Duh, H. B. L., & Billingham, M.** (2008). Trends in augmented reality

tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. In *Proceedings of the 7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, pp. 193-202.

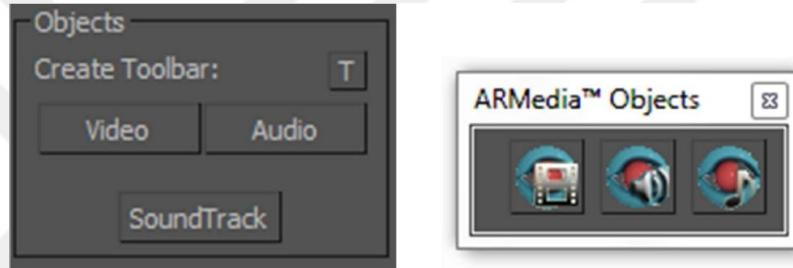


EKLER:

EK A: AR Yazılımı Kullanımı

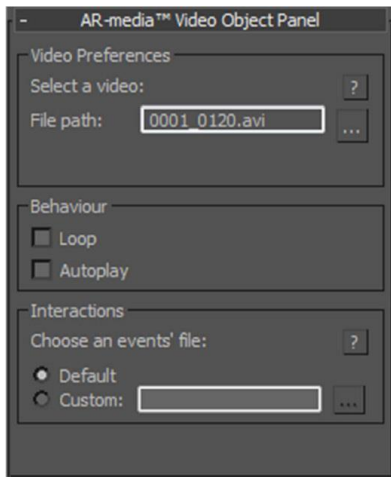
- **AR-media™ Eklenti ile Nesnelerin Oluşturulması**

Video Nesneleri: Artırılmış gerçeklik deneyimi sırasında üç boyutlu düzlemleri video dokularının görüntülenmesi şekildeki gibi sağlanmaktadır.



Şekil A.1 : AR-media™ yazılımı video nesnesi oluşturma düğmeleri.

- **Video Nesneleri Oluşturulması**

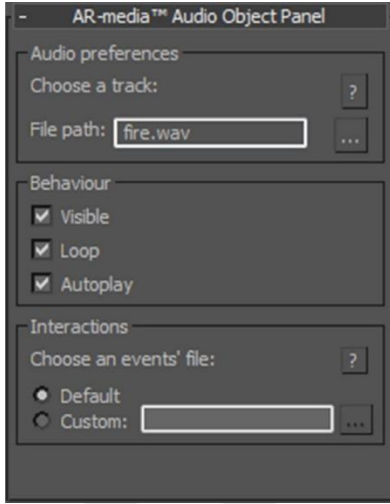


Şekil A.2 : AR-media™ yazılımı video nesnesi oluşturma arayüz paneli.

Bu panel, bilgisayarda yüklü olan video görüntülerin seçilmesine izin vermektedir. “**Loop**” kutusu işaretlenirse, video görüntüsü bittiğinde tekrarlanacaktır. “**Autoplay**” kutusu işaretlenirse, video görüntüsü işaretli karekod kamera tarafından algılandığında otomatik olarak başlayacaktır.

Her artırılmış gerçeklik uygulamasının başında yaratılan üç boyutlu düzlem, diğer 3ds Max nesneleri gibi üzerinde değişiklik yapılabilmektedir. Nesnenin üzerine otomatik olarak kaplanan olan basit doku, artırılmış gerçeklik deneyimi sırasında video dokusuyla yer değiştirecektir.

- **Ses Nesneleri Oluşturulması**



Şekil A.3 : AR-media™ yazılımı sesli nesne oluşturma arayüz paneli.

Bu panel, bilgisayarda yüklü olan ses dosyalarını seçilmesine izin vermektedir. “Visible” kutusu işaretlenirse, artırılmış gerçeklik deneyimi süresince bir ses nesnesi görünecektir. Otomatik olarak bir üç boyutlu küp şeklindeki bu nesne istenilen biçime dönüştürülebilir.

Diğer üç boyutlu nesnelere gibi, üç boyutlu ses küpü gizlenecek olursa artırılmış gerçeklik deneyimi süresince ses aktif olmayacaktır. “Loop” kutusu işaretlenirse, ses bittiğinde tekrarlanacaktır. “Autoplay” kutusu işaretlenirse, ses işaretli karekod kamera tarafından algılandığında otomatik olarak başlayacaktır.

- **Nesnenin Kişiselleştirilmiş Etkileşimi**

AR-media™ eklentisi ile artırılmış gerçeklik deneyimi sırasında, görüntülenen nesne üzerine tıklandığında durdurulup, başlatılabilen animasyonlar yaratılabilmektedir. Ya da bir video nesnesi oynatılıp-durdurulmasına olanak sağlamaktadır.












- **Etkileşim Dosyası**

Bir etkinlik dosyası yaratırken gerekli ana yapıyı aşağıdaki gibidir.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<events name="my_events_file">
  <!-- add one or more events here -->
</events>
```

“<events>” Bir nesneye aktarılmak istenen tüm etkinlikleri barındıran kök prokoludur. Bu isim sembolik olup yerine etkinliğin türüne göre yeni bir isim atanabilir.

Etkinlikler

ANIMSATICI	ETKİNLİK ADI	TANIM
	<i>on_left_mouse_click</i>	Bu etkinlik kullanıcı nesnenin üzerinde fare ile sol tuşa bastığında gerçekleşir.
	<i>on_right_mouse_click</i>	Bu etkinlik kullanıcı nesnenin üzerinde fare ile sağ tuşa bastığında gerçekleşir.
	<i>on_left_mouse_double_click</i>	Bu etkinlik kullanıcı nesne üzerinde fare ile çift sol tuşa çift tıkladığında gerçekleşir. Bu etkinlik <i>on_left_mouse_click</i> etkinliğinden önce gerçekleşir.
	<i>on_right_mouse_double_click</i>	Bu etkinlik kullanıcı nesne üzerinde fare ile çift sağ tuşa çift tıkladığında gerçekleşir. Bu etkinlik <i>on_right_mouse_click</i> etkinliğinden önce gerçekleşir.
	<i>on_mouse_in</i>	Bu etkinlik, kullanıcı fare imlecini nesne üzerine getirdiğinde gerçekleşir
	<i>on_mouse_out</i>	Bu etkinlik, kullanıcı fare imlecini nesne üzerinden çektiğinde gerçekleşir
	<i>on_hide</i>	Bu etkinlik, nesne gizlendiğinde gerçekleşir
	<i>on_show</i>	Bu etkinlik, nesne görünür olduğunda gerçekleşir
	<i>on_init</i>	Bu etkinlik, sahne AG ortamında ilk kez yüklendiğinde, herhangi bir 3 boyutlu nesne görüntülenmeden önce gerçekleşir
	<i>on_marker_detected</i>	Bu etkinlik karekoda bağlı bir 3 boyutlu nesneye ait işaretin kamera tarafından ilk kez algılandığı anda gerçekleşir.
	<i>on_marker_lost</i>	Bu etkinlik karekoda bağlı bir 3 boyutlu nesnenin işareti, kamera tarafından kaybedildiği zaman gerçekleşir.

Şekil A.4 : AR-media™ yazılımı eylem oluşturma arayüz paneli.

Bir etkinlik, bir nesneye iliştilmiş eğer etkinliğin dosya Kişiselleştirilmiş bir etkinlik oluşturulduğunda, isimlerinin anlamlarına uygun şekilde, kesinlikle yukarıdaki tablodaki gibi ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bir etkinlik dosyasının strüktürüne bakılacak olursa aşağıdaki bir yol izlenir:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
```

```
<events name="my_events_file">
```

```
<event name="on_left_mouse_click">
```

```
<actions>
```

```
<!-- add one or more actions here -->
```

```
</actions>
```

```
</event>
```

```
<!-- add one or more events here -->
```

```
</events>
```

Temel olarak, bir etkinlik oluşturmak istenildiğinde, *<event>* ve *</event>* protokolleri (tag) eklenmektedir. Ama asıl olarak bir etkinliği tanımlayan, isim protokollerin yanına yerleştirilen parametrik özniteliklerdir (attribute).

- **Eylemlerin Oluşturulması**

Her bir etkinlik bir veya daha fazla eylemin yürütülmesini başlatabilir. Her bir eylem, bir etkinlik dosyasında tanımlandığı şekildeki sıra ile başlatılmaktadır. Etkinlik dosyası içeriğinde eylemi tanımlayan *<actions>* ve *</actions>* protokolleri aşağıdaki gibi kullanılmaktadır:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
```

```
<events name="my_events_file">
```

```
<event name="on_left_mouse_click">
  <actions>
    <action source="_self" target="SomeObject">
      <!-- add exactly one command here -->
    </action>
  </actions>
</event>
<!-- add one or more events here -->
</events>
```

Her bir eylemin iki değişken özniteliği (attribute) vardır: source (kaynak) ve target (hedef)

Bunlar sırasıyla bir eylemin başlatılması ve sonlandırılmasıdır. Bu parametrik öznitelikler, 3 boyut düzenleyicisindeki (örn. Autodesk® 3ds Max®) nesnelerin isimleri kullanılması gerekmektedir. Ya da nesnenin o eylemin sahibi olduğunu belirten `_self` özel değerinin kullanılması gerekmektedir. (örn. Etkileşimini hazırladığımız üç boyutlu nesnelere için) Target (hedef) eylem tarafından tanımlanan komutu çalıştıracak nesnedir. Source (kaynak) eyleme konu olan nesnenin kendisidir. `_self` değerini hedef olarak aldığımızda eylem etkinliğini ele alan nesne tarafından gerçekleştirilecektir.

`<actions>` protokolü sırasıyla “verilen komutu kimin (kaynak) kime (hedef) uygulayacağını” tanımlar.

Hedef tarafından gerçekleştirilecek komut, verilen `<command>` ve `</command>` protokolleri ile belirtilmektedir. Her bir eylem yalnızca bir komut içermelidir. Eğer belirli bir etkinlik yaratmak için birden fazla komuta ihtiyaç olursa, birden fazla eylemi ilgili komutlarıyla birlikte tanımlamak gerekmektedir. Böyle bir eylemi içeren komutu, tanımlayan bir örnek vermek gerekirse:

```
<action source="_self_" target="SomeObject">  
    <command>pause_animation</command>  
</action>
```

Bazı komutların çalışması için birtakım değişkenlere ihtiyaç duymaktadır. Bu durumda *<parameters>* ve *</parameters>* protokolleri kullanılmaktadır.

```
<action source="_self_" target="SomeObject">  
    <command>change_animation_speed</command>  
    <parameters>  
        <parameter name="amount">-2.5</parameter>  
    </parameters>  
</action>
```

Parametrelerin kullanılması gerektiğinde, ilgili komuta ait parametre'nin ismi ve değerinin verilmiş olmasına dikkate edilmelidir. Aşağıdaki listede kullanılması olası olan komutlar bulunmaktadır.

KOMUT ADI	TANIM VE PARAMETRE
<i>start_animation</i>	Hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonlar oynatılmaya başlanacak. Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa, yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.
<i>pause_animation</i>	Hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonlar oynamıyorsa, oynatılmaya başlayacak/kaldığı yerden devam edecek ya da duraklatılacak/durdurulacak. Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa, yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.
<i>stop_animation</i>	Hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonlar duraklatılacak veya durdurulacak. Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.
<i>rewind_animation</i>	Hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonlar durdurulacak ve başlangıç duruma getirilecektir. (başlangıç durumu olan 0'inci kareye start_animation komutu ile ilgili yeni bir komut verildiğinde geçecektir). Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa, yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.
<i>set_animation_loop</i>	Eğer, zorunlu parametre, "loop" true değerini kullanılacak olursa hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonlar tekrarlanacaktır. Aksi takdirde animasyonlar yalnızca bir kere oynatılacaktır. (Eğer bu komut ilk tekrar başladıktan sonra verilirse animasyon durdurulur ve son karelerine ilerler) Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa, yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.
<i>change_animation_speed</i>	Eğer, zorunlu parametre, "amount" true değerini kullanılacak olursa hedef animasyonla ilişkili tüm animasyonların hızı artırılabilecek/düşürülecektir. Eğer, opsiyonel parametre, "animation_name" kullanılacak olursa, yalnızca parametre değeri olarak belirtilen nesne verilen komut tarafından etkilenecektir.

Şekil A.5 : AR-media™ yazılımı komutları.


- Komut ve Etkileşimlerin Kısayol Tuşları

TANIM	TUŞ
GÖRSELLEŞTİRME YÖNETİMİ	F1
Video'yu yatayda ters yüz etme	← VEYA →
Video'yu düşeyde ters yüz etme	↓ VEYA ↑
Tam ekran görüntüleme açma ve kapama	F
Tel çerçeve görüntüleme açma ve kapama	W
NESNE/SAHNE ETKİLEŞİMİ	F2
Modelin boyutunu büyütme	S
Modelin boyutunu küçültme	↑ Shift + S
Video nesnesinde tam ekran oynatılan videoyu başa alır. Bu komut ekranın herhangi bir yerine fare ile tıkladığında da gerçekleştirilebilir. Aynı tuşa tekrar basıldığında tam ekran video oynatma başlatılır.	F VEYA ↑ Shift + F
Birbirini kesen nesnelere arasında geçiş yaparak vurgular.	O
ANİMASYON YÖNETİMİ	F3
Animasyonun hızını düşürür	← VEYA →
Animasyonun hızını artırır	↓ VEYA ↑
Animasyonu başa alır	←
Animasyonu başlatır veya sonlandırır	↵
Animasyonu varsayılan hızına getirir	0

Şekil A.6 : AR-media™ yazılımı komut ve etkileşim kısayolları.

SES YÖNETİMİ		F4
Bir önceki ses parçayı başlatır	←	→ VEYA
Bir sonraki ses parçasını başlatır	↓	↑ VEYA
Ses parçasını başa alır	←	
Ses parçasını açar-kapatır	↵	
KATMAN/DİZİ YÖNETİMİ		F5
Bir önceki katmanı gösterir	←	→ VEYA
Bir sonraki katmanı gösterir	↓	↑ VEYA
Katman/Dizi durumları arasında geçiş yapar	↵	
Dizinin görüntülenmesini duraklatır	space	
Tüm katmanları gösterir	↑ Shift	+ U
Tüm katmanları gizler	U	
Etkin katmanın görünebilirlik seviyesini ayarlar	0	9 ...

Şekil A.7 : AR-media™ yazılımı ses ve katman yönetimi kısayolları.

KESME/KESİT YÖNETİMİ		F6
Kesme düzlemini karekod işaretinden işaret uzaklaştırır	↓	
Kesme düzlemini karekod işaret eksenine saat yönünde döndürür	←	
Kesme düzlemini karekod işaret eksenine saatin tersi yönünde döndürür	→	
Kesme düzlemini karekod işaretine yaklaştırır	↑	
Kesme düzlemi modunu kapatır	←	
Bütün kesme düzlemlerini gösterir	space	
Kesme modunu aktif hale getirir	↵	
İlgili kesme düzlemini aktif hale getirir	1 ... 6	
İlgili kesme düzlemini gösterir	Alt + 1 ... 6	
İlgili kesme düzlemini seçer	Ctrl + 1 ... 6	
Tüm kesme düzlemlerini etkin hale getirir	A	
Tüm kesme düzlemlerini devre dışı bırakır	N	
3 boyutlu nesnenin kesme düzlemini seçer		
KAREKOD İŞARETİ TAKİP YÖNETİMİ		F7
Aydınlatma eşikini artırır	→ VEYA +	
Aydınlatma eşikini azaltır	← VEYA -	
Düzeltilme parametresini artırma (3 boyutlu nesnenin karekod işaretçisine olan bağlanma derecesini artırır)	↑ VEYA ↑ Shift + A	
Düzeltilme parametresini azaltma (3 boyutlu nesnenin karekod işaretçisine olan bağlanma derecesini azaltır)	↓ VEYA A	
Aydınlatma hatası ayıklama modu geçişi	D	
Aydınlatma eşikinin varsayılan konumuna getirir	space VEYA 0	

Şekil A.8 : AR-media™ yazılımı kesme ve karekod takip yönetimi kısayolları.

AYDINLATMA YÖNETİMİ MODU	F8
Işık kaynağını sola kaydırır	←
Işık kaynağını sağa kaydırır	→
Işık kaynağını ileriye kaydırır	↑
Işık kaynağını geriye kaydırır	↓
Işık kaynağını yukarıya kaydırır	Ctrl + ↑
Işık kaynağını aşağıya kaydırır	Ctrl + ↓
Işık kaynağının görünebilirlik seviyesini ayarlar	space
Işık kaynağını kendi X eksenini etrafında döndürür	Q VE A
Işık kaynağını kendi Y eksenini etrafında döndürür	W VE S
Işık kaynağını kendi Z eksenini etrafında döndürür	E VE D
Basit gölge modu durumu	Ctrl + 1
Yumuşak gölge modu durumu	Ctrl + 2
Hızlı görsel keskinlik durumu	Alt + 1
Yüksek görsel keskinlik durumu	Alt + 2
Yalnız gölgeleri göster (sadece hızlı görsel keskinliği durumu için)	Ctrl + 0
Yalnız gölge ve kaplama dokularını göster (sadece yüksek görsel keskinliği durumu için)	Alt + 0
Ekran üzerinde yardım gösterimi	H
AG oturumunu kapat ve 3ds Max® arayüzüne geçiş	Esc

Şekil A.9 : AR-media™ yazılımı aydınlatma yönetimi kısayolları.

EK B: Çalıştay Öncesi Kullanılan Anket

ÇALIŞTAY ÖNCESİ ANKETİ

1. Cinsiyet

Kadın

Erkek

2. Mevcut Meslek / Uğraşı Tanımı

Lisans Öğrencisi

Yüksek Lisans Öğrencisi

Doktora Öğrencisi

Öğretim Üyesi

Mimar

Tekniker

Diğer (Lütfen Belirtiniz)

3. Sayısal Tasarım Araçları ile ilgili ne kadar tecrübeniz var? (Auto Cad, 3ds Max, Sketch Up, Photoshop vb.)

Hayır Yok 1 Yıl 2 Yıl 3 Yıl 4 Yıl 5 Yıl ve üstü

4. Hangi sayısal tasarım araçlarını kullanıyorsunuz, lütfen belirtiniz (Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)

AutoCad

3d Studio Max

Cinema 4D

SketchUp

Revit

Maya

Photoshop

After Effects

Diğer (Lütfen Belirtiniz)

1

Şekil B.1 : Çalıştay öncesi kullanılan anket.

**5. Kullandığınız sayısal tasarım aracını (CAD yazılımı) tercih etme sebebi nedir?
(Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz)**

- Öğrenmesi ve kullanımı basit.
- Kaliteli sunum çıktıları vermesi.
- Hızlı sunum çıktıları vermesi.
- Yaygın olarak kullanılması.
- Diğer yazılımlardan dosya alıp verebilmesi (export-import özelliği)
- Ucuz olması.
- Farklı render plugini kullanımına izin vermesi.
- Yazılımı öğrenme araç ve kaynaklarının yaygın olması.
- Düşük donanım seviyeli bilgisayarlarda çalışabilmesi.

Diğer (Lütfen Belirtiniz)

6. Daha önce sarmal teknolojiyi kullandınız mı? (Başa giyilebilen görüntü cihazı HMD, Google Glass vb., Siber Eldiven, Çift Kanal Görüntüleme, 3 Boyutlu Sinema, TV, Imax vb.)

- Evet
- Hayır

7. Mimari tasarım süreci veya teslimi için maket yapıyor musunuz?

- Evet
- Hayır

Farklı bir yöntem izliyorsanız lütfen belirtiniz

8. Mimari maketi, tasarım süreci ile birlikte mi geliştiriyorsunuz?

- Evet Hayır Projeye göre değişmekte
- Diğer (Lütfen Belirtiniz)

9. Mimari maket için ne kadar süre harcıyorsunuz?

- 1 gün 2-3 gün 3-4 gün 5 gün üzeri Başkasına yaptırıyorum
- Diğer (Lütfen Belirtiniz)

Şekil B.1 (devam) : Çalıştay öncesi kullanılan anket.

10. Her bir Mimari maket için ne kadarlık bütçe ayırıyorsunuz?

- Para vermiyorum 10 TL - 25 TL Arası 25 TL - 50 TL Arası 50 TL üzeri
- Diğer (Lütfen Belirtiniz)

11. Aktif olarak kullanılmayan mimari maketlerinizi muhafaza ediyor musunuz?

- Evet Hayır Çöpe atıyorum Maketi teslim ettikten sonra geri almıyorum
- Diğer (Lütfen Belirtiniz)

**Anketin Sonu,
ilginize teşekkür ederiz!**



Şekil B.1 (devam) : Çalıştay öncesi kullanılan anket.

EK C: Çalıştay Sonrası Kullanılan Anket

ÇALIŞTAY SONRASI ANKETİ

1. Önceden hazırlanmış üç boyutlu bir modelin olması tasarım süreci için bir kolaylık sağladı

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Önceden hazırlanmış 3 boyutlu çevre modeli değerlendirilmesi için	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. Sistem içinde görüntülenen tasarımın Artırılmış Gerçeklik (AG) modeli gerçekçiydi.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Model görselleştirme değerlendirmesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Atölye çalışması sırasında, diğer katılımcılar ile sözlü iletişim kurabildim.

	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
İletişim değerlendirilmesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Atölye sırasında, diğer katılımcılar ile kesintisiz ve engelsiz iletişim kurabildim.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Katılımcı iletişimi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

1

Şekil C.1 : Çalıştay sonrası kullanılan anket.

5. Artırılmış gerçeklik simülasyonu ile gerçek ortam etkileşimi zorlayıcıydı

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG ortamında varlık uyumu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

6. Gerçek ve sanal nesnelere kolay bir şekilde ayırt edebildim.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG nesnesi, gerçek nesne karşılaştırması	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

7. Başa giyilebilir görüntüleme cihazı (HMD) çevreyi algılamada engelleyici bir unsura neden olmadı.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
Başta giyilebilir görüntüleme cihaz (HMD) kullanışlılığı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

8. Tablet ve/veya akıllı telefon ile AG ortamındaki nesnelere kolayca yönetebildim.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG ortamında akıllı telefon kullanımı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

Şekil C.1 (devam) : Çalıştay sonrası kullanılan anket.

9. Tasarım süreci boyunca aktif bir katılım sağlayabildim

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG ortamında katılımın değerlendirilmesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

10. Artırılmış gerçeklik ortamında model üretme deneyimini beğendim

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG deneyim değerlendirilmesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

11. Artırılmış gerçeklik kullanımı sırasında dikkatim dağılmadan odaklanabildim.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AG kullanımı sırasında göreve odaklanma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

12. Artırılmış gerçeklik ortamı dışında gelişen olaylar ve sesler dikkatimi dağıttı.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AR attention experience	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

Şekil C.1 (devam) : Çalıştay sonrası kullanılan anket.

13. Artırılmış gerçeklik uygulaması ile model üretimi, tahminimden önce bitti.

	Tamamen katılıyorum	Katılıyorum	Çekimser	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
AR attention experience	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diğer (Lütfen açıklayınız)

14. Diğer katılımcılar ile ortak bir karara varmak zorlayıcı mıydı? Lütfen açıklayınız!

15. Atölyede karşılaştığınız diğer zorluklar nelerdi? Lütfen açıklayınız?

16. AG gerçeklik arayüzü, atölyenin deneyimlenmesini etkileyen önemli bir unsur muydu?

17. AG deneyimi ve atölye hakkında belirtmek istediğiniz olumlu ve olumsuz görüşleriniz nelerdir?

Anket Sonu,
Katılımınız için teşekkür ederim!



Şekil C.1 (devam) : Çalıştay sonrası kullanılan anket.

ÖZGEÇMİŞ



Adı-Soyad : Gürkan Özenen
Doğum Tarihi ve Yeri : 1977, Almanya
E-posta : gozenen@yahoo.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2004, Mimar Sinan Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü (Dönem birincisi, bölüm üçüncüsü)
- **Yüksek lisans** : 2007, İstanbul Teknik Üniversitesi, Bilişim Anabilim Dalı, Mimari Tasarımda Bilişim Yüksek Lisans Programı

MESLEKİ DENEYİM:

- | | | |
|-----------------------|-------------|---------------------------|
| • EPA Mimarlık | 2001-2006 | Mimar |
| • Autoban Mimarlık | 2006-2007 | Mimar |
| • Rhino McNeil Europe | 2007-2008 | Mimar |
| • Planlux | 2008-2009 | Mimar, Proje Koordinatörü |
| • Floor Plan Visuals | 2009-2012 | Mimar, Proje Koordinatörü |
| • Igodesign | 2012- Halen | Mimar, Proje Koordinatörü |

ÖDÜLLER:

- EPA Mimarlık ile 2005 yılı “Aydın Doğan Kent Mimarisi ve Kent Dokusu” ödülü
- EPA Mimarlık ile 2005 yıl kamu kategorisinde “Arkitera İşveren” ödülü
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Ulusal Taksi Tasarım Yarışması, 2011 İletişim Sistemleri Kategorisi 1.lik ödülü

KATILINAN ÇALIŞTAY VE KONGRELER:

- 2000 Mayıs, İstanbul
LSE (London School Of Economics) Mimar Sinan Üniversitesi işbirliği ile “İstanbul 2008 Olimpiyat Oyunları” konulu workshop organizasyonu.
- 2002 Haziran, İstanbul
TU Berlin (Berlin Teknik Üniversitesi) Mimar Sinan Üniversitesi işbirliği ile “İstanbul'daki Gecekondulaşma” konulu workshop organizasyonu.
- 2005 Ekim, İstanbul
Viyana Teknik Üniversitesi, İTÜ işbirliği ile “5 Minutes to Survive Years to Recover” konulu workshop
- 2007 Ekim, Barselona, İspanya
Dr. Eyal Nir'in koordinasyonun'da Generative parametric design with ParaCloud konulu Rhinoceros Europe'da düzenlenen workshop.
- 2008 Kasım, İstanbul
İTÜ ve Graz Üniversitesi Mimarlık ve Medya Kurumu Prof. Urs Hirschberg koordinatörlüğünde Taksim Meydanı'nda "Uyarlanabilir Şehir-Mobilyası" prototipleri konulu workshop.
- 2014 Mayıs, Antalya
Ozenen G, Sener SM. Evaluating the impact of augmented reality systems for model-making in architectural education and design studios. *International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians*, Sözlü Sunum.
- 2014 Temmuz, İstanbul
Koç Üniversitesi, Anadolu Medeniyetleri Araştırma Merkezi. Yeni Nesil TV'lerde çoklu ekran tasarlama atölyesi.

DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR VE SUNUMLAR:

- **Ozenen, G., Sener, S.M.** (2014). Evaluating the impact of augmented reality systems for model-making in architectural education and design studios. *International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians (ICESA)*, pp. 48..(Oral Presentation).
- **Ozenen, G., Sener, S.M.** (2015). Evaluating the impact of augmented reality systems for model-making in architectural education and design studios. *SAÜ Fen Bil Der.* 19 (2), pp. 197-201.<http://dx.doi.org/10.16984/saufenbilder.79521>

DİĞER YAYINLAR:

- Özdemir Özenen, D., Orhan, G., Duman, İ., Karataş, M., **Özenen, G.**, Aren, G. (2013). Kemo-mekanik çürük temizleme yöntemi ve geleneksel döner aletler ile temizlenen süt dişi dentin yüzeylerinin fiziko-kimyasal etkilerinin karşılaştırılması. *Cumhuriyet Dent J*, 16(3), s. 203-212.