

**MİMARİ TASARIM SÜRECİNE SANAL
GERÇEKLIK TEKNOLOJİLERİNİN ETKİSİ**

Doğan Zorlu ZAFER
Yüksek Lisans Tezi

Mimarlık Anabilim Dalı
Haziran - 2007

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Doğan Zorlu Zafer' in "Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Mimari Tasarım Sürecine Etkisi" başlıklı **Mimarlık** Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 22.06.2007 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

	Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	: Doç. Dr. LEYLA Y. TOKMAN
Üye	: Prof. Dr. RUŞEN YAMAÇLI
Üye	: Yard. Doç. Dr. NURAY AT

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİMARİ TASARIM SÜRECİNE SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİLERİNİN ETKİSİ

Doğın Zorlu ZAFER

**Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Leyla Yekdane TOKMAN

2007, 87 sayfa

Disiplinler arası bir yapısı olan mimarlık, tasarım eylemini gerçekleştirmek için tarih boyunca değişik yöntemler kullanmıştır. Özellikle 1980'lerin başından itibaren mimari tasarım sürecine katılan araçsa sanal gerçeklik teknolojileri ve 1990'ların başından itibaren bilişim teknolojileridir. Bilgisayar destekli tasarım programları geliştikçe tasarımcının tasarım üzerindeki kontrolü artmış, matematiksel hatalar minimuma indirgenmiş, verim yükseltilmiştir. Yirminci yüz yılın sonuna gelindiğindeyse, bilgisayar destekli tasarıma, üçüncü boyut, etkileşim, dalma hissi gibi özellikleri ile sanal gerçeklik teknolojileri katılmıştır. Bu tez çalışmasında sanal gerçeklik teknolojileri ayrıntılı olarak sunulmuş ve mimari tasarım sürecine etkileri irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler: Mimari Tasarım Süreci, Bilgisayar Destekli Tasarım,
Sanal Gerçeklik, Bilişim Teknolojileri, Mimari
Tasarımda Sanal Gerçeklik Uygulamaları**

ABSTRACT

Master of Science Thesis

EFFECTS OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES TO ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS

Doğan Zorlu ZAFER

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Architecture Program**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Leyla Yekdane TOKMAN

2007, 87 pages

Architecture has an interdisciplinar structure. Architectural design has different methodologies in design history. Especially since 1980's virtual reality and since 1990's information technologies are the tools, that joins to the architectural design process. By the development of computer aided design softwares, the effectiveness of designer in his or her design had increased, mathematical errors had decreased and the efficiency had been maximized. By the end of the twentieth century virtual reality technologies, which have the characteristics of third dimension, interaction and immersion, had been added to computer aided design. In this thesis, virtual reality technologies had been explained and its effects on architectural design process had been examined.

Keywords: Architectural Design Process, Computer Aided Design, Virtual Reality, Information Technologies, Virtual Reality Applications in Architectural Design

TEŐEKKÖR

Gerek yŒksek lisans eğitimim, gerekse tez alıŐmam boyunca engin bilgi ve birikimiyle bana yol gŒsterip her konuda destek olan danıŐmanım Sayın Doç. Dr. Leyla Yekdane Tokman' a teŐekkŒrlerimi sunarım. Ayrıca bana bilimsel araştırma yapmayı Œđreten değerli hocalarıma ve gerek yazılı, gerekse elektronik veritabanlarıyla tezimde çok bŒyŒk katkısı olan Anadolu Œniversitesi' ne mŒteŐekkir olduğumu belirtirim.

Hayatımın her aşamasında sonsuz gŒven ve desteğiyle yanımda olan anneme teŐekkŒrlerimi sunarım.

Doğan Zorlu ZAFER

Haziran 2007

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Kapsam.....	1
1.3. Yöntem.....	1
2. MİMARİ TASARIM ve SÜRECİ	3
2.1. Tasarım.....	3
2.2. Mimari Tasarım ve Süreci.....	4
3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM	9
3.1. Bilgisayar Teknolojilerinin Gelişimi.....	9
3.1.1 İlk Nesil Bilgisayarlar.....	10
3.1.2. İkinci Nesil Bilgisayarlar.....	10
3.1.3. Üçüncü Nesil Bilgisayarlar.....	11
3.1.4. Modern Bilgisayarlar.....	11
3.2. Bilgisayar Destekli Tasarım.....	13
3.2.1. 1970' li Yıllarda CAD Programları.....	13
3.2.2. 1980' li Yıllarda CAD Programları.....	14
3.2.3. Günümüz CAD Programları	14
4. SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİLERİ	17
4.1. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Tarihsel Süreci.....	17
4.1.1. 19. Yüzyıl-3. Boyut Çalışmaları.....	17
4.1.2. 1920' ler ve Sanal Gerçekliğe Doğru İlerleyiş.....	19
4.1.3. Cybernetics (Güdümbilim)	21

4.1.4. Sensorama.....	22
4.1.5. Sketchpad ve Ivan Sutherland.....	22
4.1.6. Myron Krueger ve Yapay Gerçeklik Kavramı.....	24
4.1.7. Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Günümüze Gelişi:	
1980 Sonrası.....	26
4.1.8. Siberuzay.....	27
4.1.9. İnternet.....	28
4.1.9.1. Tarayıcılar ve HTML.....	29
4.1.9.2. URL ve Protokoller.....	30
4.1.10. VRML	31
4.2. Sanal Gerçeklik Donanımları.....	35
4.2.1. Sunum Sistemleri.....	35
4.2.1.1. Masaiüstü Sistemler.....	36
4.2.1.2. Başa Takılı Sunum Sistemleri.....	37
4.2.1.3. BOOM.....	38
4.2.1.4. CAVE.....	38
4.2.1.5. Sanalküre (Cybersphere): Küresel Projeksiyon Sistemi.....	39
4.2.2. Sanal Gerçeklik İzleme Sistemleri.....	41
4.2.2.1. Mekanik İzleyiciler	42
4.2.2.2. Elektromanyetik İzleyiciler.....	42
4.2.2.3. Ultrasonik (Akustik) İzleyiciler.....	43
4.2.2.4. Optik İzleyiciler.....	44
4.2.2.5. İnertial İzleyiciler.....	44
4.2.3. Etkileşim Cihazları.....	45
4.2.3.1. Eldivenler.....	45
4.2.3.2. Kuvvet (Uzay) Topları.....	48
4.2.3.3. 3D Fareler ve Manevra Kolları.....	48
4.3. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Alanları.....	49
4.3.1. İmalat İşleri.....	49
4.3.2. Eğlence Sektörü.....	49
4.3.3. Benzetimli Eğitim Çalışmaları.....	50

4.3.4. Tıp.....	50
4.3.5. Geoteknik Çalışmalar.....	51
4.3.6. Sanat.....	51
4.3.7. Psikolojik Rahatsızlıkların Tedavisi.....	52
5. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİĞİN	
YERİ	54
5.1. Tasarım Sürecini Destekleyici Bilgisayar Yazılımları.....	57
5.1.1. Düşünme Sürecinde Eskiz: Electronic Coctail	
Napkin.....	57
5.1.2. Kütle Kompozisyonu Çalışmaları: Dddoolz.....	58
5.1.3. Sanal Sunumlara Hazırlık – Projeye ilgili	
Öngörüler: Archicad.....	59
5.1.4. Detaylı Sanal Ortamlar Yaratma: INT3D.....	62
5.1.5. Sanal Gerçek Sunumların Güçlendirilmesi:	
Rayfront.....	62
5.1.6. Tasarımın İçinde Tasarım Yapma: dVISE.....	63
5.1.7. 3D Gerçek Zaman Modelleme ve Sanal Gerçek	
Sunumlar: Tucan.....	64
5.2. Mimari Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Katılımı.....	65
5.2.1. Lund Üniversitesi Kimya Laboratuvarının Tasarımı.....	67
5.2.2. Sanal Gerçekliğin Konut Müşterilerini Bilgilendirmede	
Kullanılması.....	69
5.2.3. Kullanıcı Memnuniyeti Üzerine Yapılan Sanal	
Gerçeklik Uygulaması: MuseV2.....	72
5.2.4. İlk Sanal Ortam Tasarım Stüdyosu: VeDS.....	74
6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME	80
KAYNAKLAR.....	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. Sydney Opera Binası (http-7, 2006).....	5
2.2. Chicago Herald Tribune (http-8, 2006).....	5
3.1. Bilgisayarın Temel Mimarisi (http-36, 1998).....	10
4.1. Sağ ve Sol Göze Göre Küpün Perspektifi (http-10, 2006).....	18
4.2. Charles Wheatstone' un "Stereoscope" u (http-10, 2006).....	18
4.3. David Brewster' in kutu stereoskopu (http-12, 2003).....	19
4.4. Coleman Sellers' in "Kinematoscope" u (http-12, 2003).....	19
4.5. Mavi Kutu (http-14, 2006).....	19
4.6. "Mavi Kutu" nun çalışma prensibini anlatan Link' in Çizimi (http-14, 2006).....	20
4.7. Bauhaus Theater' daki "Light Play" isimli oyundan bir kesit (http-16, 2006).....	21
4.8. Norbert Wiener MIT' deki bir konferansta.(http-16, 2006).....	21
4.9. Sensorama (http-18, 2000).....	22
4.10. Sensorama (http-12, 2003).....	22
4.11. Sutherland ve Sketchpad (http-21, 2006).....	23
4.12. Sutherland ve Başa Takılı Sunum Sistemi (http-18, 2000).....	24
4.13. Metaplay'ın çalışma prensibi (http-25, 2001).....	25
4.14. Videoplace (http-25, 2001).....	26
4.15. Videoplace' le yapılan denemeler (http-25, 2001).....	26
4.16. NASA Ames'te tasarlanan HMD (http-12, 2003).....	27
4.17.VRML metniyle hazırlanmış bir obje (Ames, 1997).....	33
4.18. Silindir ve Üzerindeki Kesik Koninin VRML Metni Olarak Yazımı (Ames,1997).....	34
4.19. Toplayıcı gözlüklerle kullanılan Monitor Z Screen (http-12, 2003).....	36
4.20. Projektör yardımıyla kullanılan Projection Z Screen (http-12, 2003).....	36
4.21. LCD HMD' nin çalışma prensibi (http-26, 2006).....	37
4.22. CRT HMD' nin çalışma prensibi (http-26, 2006).....	37
4.23 Başa Takılı Sunum Sisteminin Çalışma Prensibi (Heim, 1998).....	37
4.24. Boom Sunum Sistemi (http-26, 2006).....	38
4.25. Sanal Ortamın Bir Odada Yaratılması (http-12, 2003)	38

4.26. Duvara Yansıtma Metoduyla Yaratılan Sanal Gerçeklik Örneği (http-12, 2003).....	39
4.27. Sanalkürenin Çalışma Sistemi (http-52, 2003).....	41
4.28. Mekanik izleme aygıtı örnekleri (http-12, 2003).....	42
4.29. Veri eldivenine yerleştirilen elektromanyetik izleme aygıtları (http-12, 2003).....	43
4.30. Ultrasonik İzleyicinin Çalışma Prensibi (Burdeu, Coiffet 2003).....	43
4.31. Optik İzleyici (Burdeu, Coiffet 2003).....	44
4.32. Veri Eldiveni (http-30, 2004).....	47
4.33. Kuvvet Topu örnekleri (http-12, 2003).....	48
4.34. Sanayi sektörü için hazırlanmış bir araç simülasyonu (http-31, 2004)..	49
4.35. LBE örneği (http-32, 2007).....	50
4.36. Uçuş Benzetimleri (http-30, 2004).....	51
4.37. Tıp Alanındaki Uygulama Örneği (http-34, 2007).....	51
4.38. Geoteknik Çalışmalarda Sanal Gerçeklik Teknolojileri (http-35, 2000).....	51
4.39. Dancing with the Virtual Derwish:Virual Bodies'ten bir kesit (http-39, 2006).....	52
5.1. Electronic Cocktail Napkin Programı'ndan Örnekler (http-44, 1996)....	57
5.2. Dddoolz programından plan ve perspektif örnekleri (http-45, 2002).....	58
5.3. Dddoolz programıyla öğrencilerin yaptığı tasarımlar (http-45, 2002)....	59
5.4. Archicad' de çatı oluşturma (http-46, 2007).....	60
5.5. Archicad' de ölçülendirme (http-46, 2007).....	60
5.6. Archicad' de tasarlanan yapının çalışma sisteminin testi (http-46, 2007).....	60
5.7. Autocad' ten bir kesit (http-55, 2007).....	61
5.8. 3DS MAX la hazırlanmış bir sunum (http-55, 2007).....	61
5.9. INT3D ile hazırlanmış sanal turlardan enstantaneler (http-47, 2007)....	62
5.10. Frankfurt Havaalanı' nın Rayfront' la desteklenen sunumu (http-47, 2007).....	63
5.11. dVISE' ın arayüzünden bir örnek (http-54, 1999).....	64
5.12. dVISE' ın 3D mönüsü (http-54, 1999).....	64

5.13. Tucon programından enstantaneler (http-56, 1999).....	65
5.14. Tasarım Oyunu'ndaki katılımcılar(http-41, 2006).....	68
5.15. Kompleksin Dış Görünüşü (http-42, 2002).....	70
5.16. Daire İçinden Bir Görünüş (http-42,2002).....	70
5.17. Sunum Ortamı (http-42, 2002).....	70
5.18. MuseV2' nin Çalışma Prensibi (http-49, 2007).....	72
5.19. MuseV2' nin Çalışma Prensibi (http-49, 2007).....	73
5.20. MuseV2' nin Sunum Şekli (http-49, 2007).....	74
5.21. Bir öğrenci sanal ortamda tasarımı gerçekleştirirken, diğeri faaliyetleri izleyip uzak ekiple iletişime devam ediyor (http-50, 2001).	76
5.22. Stüdyo Gereçleri: Solda İzleme Cihazlı HMD, Sağda İletişime ve HMD imgelerine olanak veren PC ler (http-50, 2001).....	76
5.23. VRAM Programının Arayüzünden Bir Örnek (http-50, 2001).....	76
5.24. VeDS 'den Örnekler (http-50, 2001).....	77

ÇİZELGELER DİZİNİ

2.1. Tasarımı Tanımlayan Grafik (Conway, 1994).....	3
2.2. Mimari Tasarım Aşamaları (Jones, 1980).....	6
2.3. Mimari Tasarımda İletişim (Blyth, 2000).....	8
3.1. Bilgisayar Teknolojilerinin Kronolojik Gelişimi.....	12
3.2. Bilgisayar Destekli Tasarımın Dönemlere Göre Gelişimi (Tokman, 1999).....	15
4.1. Alan adı uzantıları.....	31
4.2. Sanal Gerçeklik Sunum ve İzleme Sistemlerinin Karşılaştırılması.....	46
5.1. Archer' ın Hazırladığı Tasarım Süreci Modeli (Archer, 1965).....	55
5.2. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Tasarım Sürecine Katılımı.....	66
5.3. Anketin Dalma Hissi Üzerine Sorulan Soruları (http-42, 2002).....	71
5.4. VR Destekli Mimari Tasarım Çalışmaları.....	78
5.5. Mimari Tasarım Süreci ve Bilgisayar Teknolojilerinin Bütünleşmesi (Kandemir, 2004).....	79

KISALTMALAR DİZİNİ

AI	: Artificial Intelligence, Yapay Zeka
AMD	: Avions Marcel Dassault
ARPA	: Advanced Research Project Agency, İleri Proje Araştırma Merkezi
ARPANET	: Advanced Research Project Agency Network, İleri Proje Araştırma Merkezi Ağı
BOOM	: Binocular Omniorientation Monitor, Tüm Yönlü Yönlendirilmiş Dürbün Monitör
CAD	: Computer Aided Design, Bilgisayar Destekli Tasarım
CAAD	: Computer Aided Architectural Design, Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım
CPU	: Central Processing Unit, Merkezi İşlemci Birimi
CADAM	: Computer-Augmented Drafting and Manufacturing, Bilgisayarda Çoğaltılmış Taslak ve İmalat
CATIA	: Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application, Bilgisayar Destekli Üç Boyutlu Etkileşim Uygulamaları
CRT	: Cathode Ray Tube, Ekşiuç Işın Tübü
CSNET	: Computer Science Network, Bilgisayar Bilimleri Ağı
DARPA	: Defense Department' s Advanced Research Projects Agency, Savunma Bölümü İleri Proje Araştırma Merkezi
DHM	: Dexterous Hand Master, Becerikli El Ustası
ENIAC	: Electronic Numerical Integrator Analyzer Computer , Elektronik Sayısal Tümlleştirici Analiz Bilgisayarı
GUI	: Graphical User Interface, Kullanıcı Grafik Arayüzü
HCI	: Human Computer Interface, İnsan Bilgisayar Etkileşimi
HMD	: Head Mounted Display, Başa Takılı Sunum Sistemi
HTML	: Hypertext Markup Language, Hipermetin Biçimleme Dili
http	: Hypertext Transfer Protocol, Hipermetin Dönüşüm Protokolü
IBM	: Industrial Business Machines, Endüstriyel İş Makineleri
IC	: Integrated Circuit, Tümlleşik Devre
IP	: Internet Protocol, İnternet Protokolü
LBE	: Location Based Entertainment Centers, Konum Bazlı Eğlence Mekanı

LCD	: Liquid Crystal Displays, Sıvı Kristal Sunumlar
LED	: Light-Emitting Diyote, Işık Yayıcı Diot
MIT	: Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü
MITS	: Micro Instrumentation and Telemetry Systems Corporation
NFS	: National Science Foundation, Ulusal Bilim Vakfı
SUD	: Subjective Unit Discomfort, Öznel Rahatsızlık Derecesi
TCP/IP	: Transmission Control Protocol over İnternet Protocol, İnternet Protokolü Üzerinden İletme Kontrolü Protokolü
TOF	: Time of Flight, Uçuş Süresi
UNIVAC	: Universal Automatic Computer, Yaygın Otomatik Bilgisayar
URL	: Uniform Resource Locator, Birörnek Kaynak Yerleştiricisi
VDS	: Virtual Design Studio, Sanal Tasarım Atölyesi
VE	: Virtual Environment, Sanal Çevre
VeDS	: Virtual Environment Design Studio, Sanal Ortam Tasarım Atölyesi
VLSI	: Very Large Scale Integration, Çok Büyük Ölçekli Birleşim
VPL	: Visual Programming Language, Sanal Programlama Dili
VR	: Virtual Reality, Sanal Gerçeklik
VRAM	: Virtual Reality Architectural Modeller, Sanal Gerçeklik Mimari Modelleyicisi
VRML	: Virtual Reality Modelling Language, Sanal Gerçeklik Modelleme Dili
VRT	: Virtual Reality Therapy, Sanal Gerçek Terapi

1. GİRİŞ

1.1. Amaç

Mimari ürünler içerikleri itibariyle dönemlerinin sosyo-ekonomik gelişmelerini yansıtır. Bunun yanında bu ürünlerin tasarlanma ve sunum teknikleri incelendiğinde dönemlerine ait fikirler edinilecektir. Çünkü mimarlık disiplinler arası bir kavram olup bir çok meslek ve faaliyetle etkileşim halindedir. Bu etkileşimlerden belki de en önemlisi geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinden itibaren mimarlık ve bilgisayar teknolojileri arasında yaşanmıştır. Bu çalışmada, yazılım ve donanım alanındaki gelişmeler, hızla ilerleyen bilgisayar teknolojilerinin CAD programlarıyla başlayıp bugün sanal gerçeklik teknolojileriyle desteklenen mimari tasarımla bütünleşmesi incelenmektedir. Bu entegrasyonun ortaya çıkardığı sonuçlar saptanmaya çalışılmış, varolan durumun belirlenmesinin yanında sanal gerçeklik teknolojileri ve mimari tasarım birlikteliğinin ileriki aşamalarına yönelik varsayımlarda bulunulmuştur.

1.2. Kapsam

Tez çalışmasında sırasıyla;

1. Mimari tasarım ve süreci kısaca açıklanmış, mimari tasarımda bilgisayar teknolojilerinin gelişimi ortaya konmuştur.
2. Bilgisayar dünyasının gerek yazılım gerek donanım alanındaki gelişmeleri aktarılmış, bunun yanında tasarımla olan ilişkisi açıklanmıştır.
3. Sanal gerçeklik teknolojilerinin oluşumu, evrimi, çeşitleri, kullanım alanları sunulmuş ve mimari tasarımla olan etkileşimi incelenmiştir.
4. Mimari tasarım sürecine sanal gerçeklik teknolojilerinin katılımı araştırılmış ve sonuçlara ulaşılmıştır.

1.3. Yöntem

Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler, bilim adamlarının insan-bilgisayar etkileşimi üzerinde yoğunlaşması, bugün bu konuda en önemli rolü oynayan sanal gerçeklik teknolojilerinin oluşmasını sağlamıştır. Bir çok alanda varlığını gösteren bu teknoloji geleneksel mimari tasarım kavramını da farklılaştırmıştır. Bu farklılaşma gerek doğal mekanlarda olanaksız denemelerin yapılmasını gerçekleştirmesine, gerekse yapay mekanların oluşumu ve

sosyo-ekonomik ilişkilerdeki gibi, mimaride de sanallaşma eğilimlerine neden olmuştur. Bu tez çalışmasında yöntem olarak çalışmanın iki önemli sac ayağını oluşturan mimari tasarım süreci ve sanal gerçeklik teknolojileri gelişim süreçleriyle açıklanmaya çalışılmış, bir sonraki adımda da etkileşimleri irdelenerek sonuçlara ulaşılmıştır. Bu bağlamda kaynak olarak konuyla ilgili yayımlanan kitap, makale ve İnternet ortamındaki bilimsel yayınlardan, veritabanlarından yararlanılmıştır.

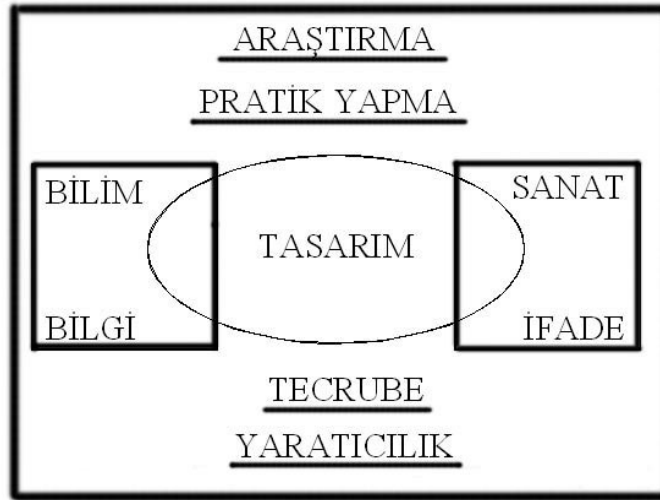
2. MİMARİ TASARIM ve SÜRECİ

2.1. Tasarım

Tasarım sözlük anlamıyla zihinde canlandırılan biçim olarak tanımlanır. Felsefe terimi olarak ise tasarım; daha önce algılanmış olan bir nesnenin veya olayın bilinçte sonradan ortaya çıkan kopyasıdır (TDK Sözlük, 2006). Bilim filozofu Jacob Bronowski tasarımı, zeki davranışların somut göstergesi olarak açıklamıştır (Bronowski, 1978). Tasarım henüz varolmayan nesnelerin tanımıdır. Bu tanım ya da tanımlar beyinde, veya sayısal ortamlarda stoklanan düşüncelerin analizi ve yorumlanması sonucunda somutlaştırılır (Mitchell, 2004).

Tasarım bir amacı gerçekleştirmek için yapılır. Bu amaca ulaşmak için tasarımcı problemleri analiz eder, hedefleri belirler, çalışma şeklini planlar ve konuyla ilgili diğer birimlerle iletişim kurar. Fakat kuşkusuz bu işleyiş rasyonel bir süreç olmasıyla birlikte sanatsal öğelerle yoğrulur. Yani tasarım bilimsel ve sanatsal bir çalışma olup zeka, deneyim ve sezgilerle yaratılır. Bu bağlamda tasarım sıradanı, olağan(üstü)dışı yapandır. Mimar George Anselevicius' un tanımındaki gibi iyi tasarım, Bilbao' da dikkat çeken bir binadır, iyi tasarım tanımlanamaz ama fark edilir (Pressman, 2001). Tasarım yaratıcılık gerektiren heyecan verici bir eylemdir.

Çizelge 2.1. Tasarımı Tanımlayan Grafik (Conway, 1994)



Her tasarlama da tasarımcı bir süje ve tasarlanan bir obje vardır. Tasarlayan süje, duyum algı, düşünme, duygu ve hayal gücü gibi bilgi yetkileriyle kendisine verilmiş olan bir nesneyi üç boyutlu doğal düzen içinden çıkarır ve onu tasarımsal

bir dünya içine yerleştirir. Bu nedenle, daha en yalın bir bilgi olayı bile, burada duyularla algılanan bir nesnenin bir obje haline getirilmesi söz konusu olduğuna göre bir tasarımı ifade eder (Tunalı, 2002).

2.2. Mimari Tasarım ve Süreci

“Mimar” kelimesi dilimize Arapça’ dan geçmiş olup bayındırlık, bayındırlaşma anlamına gelen “u(i)mrān kelimesinden türemiştir (Özön, 1965) İngilizce karşılığı olan “architecture” kelimesi kökeni Eski Yunan’ a dayanan architectura(αρχιτεκτων) kelimesinden türemiş olup şef, lider anlamına gelen archi(αρχι) ile inşa eden anlamına gelen tectura(τεκτων) kelimelerinden oluşmuştur. Mimarlık makro ölçekten -şehir planlama-, mikro ölçğe -mobilya, kapı kolu tasarımı- kadar ki tasarlama sanatı ve bilimidir (http-1). Arcan ve Evcı’ ye göre ise mimari; bir eylem olarak, insan faaliyetlerini barındırmak amacıyla çevrenin düzenlenmesidir (Arcan-Evcı, 1999). Günümüzde mimarlık kavramı sadece yapıları, objeleri değil sistemleri de tasarlayan bir sanat ve bilim dalı anlamına gelmektedir. Mimarlığı diğer uygulamalı bilimler ve mühendisliklerden ayıran fark işlev ve teknolojik uygunluğu göz önünde bulundurup hacim, ışık, yüzey oyunları ile estetiği yakalayıp düşünceleri somutlaştırma çabasıdır. Mimarın anlatmaya çalıştığı fikirler vardır. Yapının verdiği mesaj tıpkı kişinin giydiği kıyafetlerinden, evine döşediği mobilyalardan hakkında edinilen fikir gibi yapıyı anlatır. Sidney Opera Binasının heyecan verici çatı kıvrımları deniz kabuklarına, yelkenlilerine benzetilirken yapının deniz kenarındaki konumu ile Sidney Limanı’ ndaki yatlarla, hareketliliğe göndermeler yapılmıştır. Veya Adolf Loos’un Chicago Tribune gazetesinin merkez binası için düzenlediği yarışma için hazırladığı projeye bakıldığında yapının bir sütun gibi yükseldiği fark edilir. Aynı zamanda bu sütun gazete sütunlarıyla özdeşleştirilmiştir (Conway, 1994).

Bir çok mesleki dal gibi mimarlığı da insanlık tarihiyle yaşıt saymak mümkün olabilir fakat diğer dallar gibi mimarın de büyük bir kavramsal değişikliğe uğradığı bir dönem, kırılma noktası olmuştur ki bu Rönesans’ tır. Rönesans’ a kadar ustalık ya da zanaat olarak adlandırılan mimarlık bu dönemden itibaren meslek ünvanını almıştır. Bu farklılaşmayı sağlayansa bu dönemle birlikte ölçekli çizim ve maketlerle yapının planlanması olmuştur (Kalay, 2004).



Şekil 2.1. Sydney Opera Binası (<http-7>, 2006)

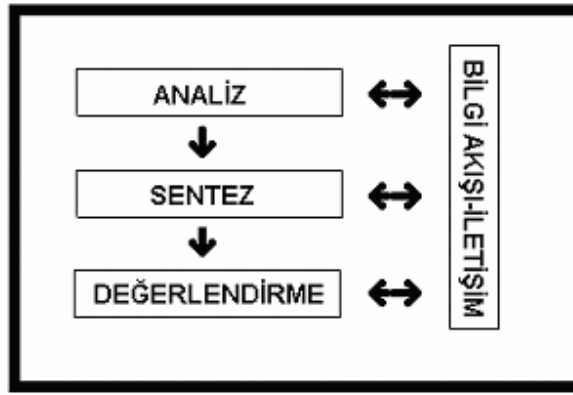


Şekil 2.2. Chicago Herald Tribune (<http-8>, 2006)

Rönesans öncesi yapılar planlanmadan inşa edilmekteydi. Belli şemalar üzerinde tasarlanan yapı, sahada, ustanın inisiyatifinde şekillenmekteydi. İlk defa Floransa'lı bir asilzade olan Leon Battista Alberti şehrin 100km uzağındaki Rimini kasabasında inşa edeceği binada, biraz da inşaat sahasına gitme konusundaki isteksizliğinden, çizdiği planlarla detaya inmiştir (Kalay, 2004). Yapıların inşasından önce kağıda dökülmesi, sonrasında maketlerinin yapılması mimar, usta ve müşteri arasındaki iletişimi geliştirmiş bu sayede sorunlar büyük ölçüde önceden fark edilerek çözümlenmeye başlanmış, istekler en yüksek oranda

yerine getirilebilmiştir. Doğal olarak tamamlanmış bir tasarımın ertesinde, tamamen o tasarıma uyularak inşa edilecek bir binada da tasarımda yapılabilecek hatalardan dolayı ortaya çıkabilecek problemler vardır ki bunlar zaman zaman büyük maliyetlere neden olabilecek telafisi büyük sorunlardır. Bu yüzden tasarımın verimini maksimize etmek amacıyla tasarım süreci de belli yöntemlerle desteklenmeye, formüle edilmeye çalışılmıştır. Çizelge 2.2.' de belki de mimarların yüzlerce yıl uyguladığı fakat 20. yüzyılın sonlarında oldukça aşına olunan tasarım süreci aşamaları görülmektedir.

Çizelge 2.2. Mimari Tasarım Aşamaları (Jones, 1980)



Tasarım; önceden varolan şeylerin eleştirisinin yapılmasıyla, yeni gereksinimleri karşılamak için, sınaama-yanılma yoluyla yeni çözümleri bulup önerdiğimiz yoğun bilgi, beceri ve deneyim gerektiren bir evredir (Arcan-Evcı, 1999).

Mimari tasarım sürecinin başlangıcı olan “analiz aşaması” tasarımcının elindeki işi tanımaya, ayrıntılarını çözmeye çalıştığı bir evredir, bir nevi işle ilgili fizibilitenin yapıldığı aşamadır. Analiz aşaması müşteriyle yapılan mülakatlardan, geçmiş emsallerden, harita çalışmalarından, ekonomik ve fiziksel tahminlerden ve diğer kaynaklardan elde edilen bilgiler ışığında gerçekleştirilen analitik ve rasyonel bir süreçtir. Bu bağlamda zor olan bu süreç içinde verilere ulaşmaktan çok elde edilen verileri iyi organize edip tasarımın ilerleyen aşamalarında, doğru yerde doğru şekilde kullanmaktır (Kalay, 2004).

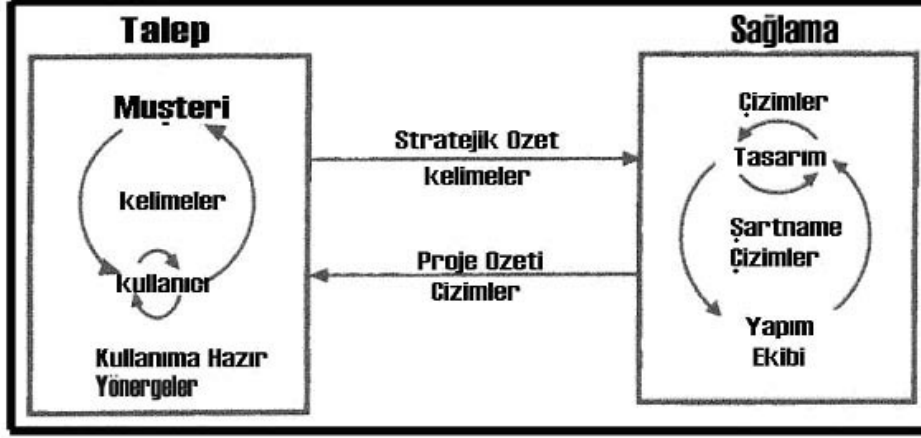
Örnek olarak mimardan belirlenmiş bir alanda bir okul tasarlaması istensin. Okuldaki öğrenci sayısı, öğrencilerin yaşı-profil, yapının inşa edileceği alan, işin bütçesi gibi verilerle yola çıkan mimar belli soruların cevaplarına

ulaşmaya çalışır; tasarımın ebadı, senaryosu ya da çalışma prensibi gibi. Analiz aşamasının bir diğer önemli ayağıysa çevresel koşulların analizidir. Bu koşulların (hava durumu, topografyası, manzarası, etrafındaki yapılara yakınlığı) etkileri, olumlu ve olumsuz yanları belirlenir. Analiz aşamasının sonunda mimar kendisi için, büyük oranda kurallarına uyması gereken bir şartname hazırlamış olur.

İkinci etap olan “sentez” aşaması, analiz aşamasında elde edilen verilerin, çözüme ulaşmak için irdelenip yorumlandığı yaratıcılık gerektiren bir evredir (Kalay, 2004). Tasarımcı bu aşamada hayal gücü, yaratıcılığı ve geçmişte edindiği deneyimlerin ışığında ön proje etütlerini ve proje taslaklarını hazırlar (Arcan-Evci, 1999). Bu bağlamda daha önce de değinildiği gibi mimari, estetik yönden sanat ile bağlantılar kuran ve kişisel yaratıcılığa gerek duyan nitelikleriyle, teknik sorunları da olmasına karşın, mühendislik mesleklerinden farklı bir çalışma alanıdır (Aksoy, 1975). Her ne kadar sentez aşaması rasyonel bir evre değilse de çözüme ulaşmak için geçmiş örneklerden ve kompozisyon ve stille alakalı kurallaşmış bilgilerden yararlanır. Aşamanın sonunda elde edilen öneriler ve alternatifler değerlendirilmek ve seçilmek üzere değerlendirilme aşamasına gönderilir. Değerlendirme aşamasında önceki aşamalarda elde edilen veriler değerlendirilir. Hazırlanan bu verilerin hedeflenen sonuçlara ulaşmada başarılı olup olamayacağı yönünde kararlar verilir. Bu kararlar yer yer geri dönüp değişiklikler yapılmasını da öngörecektir. Estetik algı, insan davranışları, binanın genel olarak verdiği his gibi sübjektif kriterlerin rolü olsa da değerlendirme aşaması rasyonel bir aşamadır. Bir nevi test aşaması olarak adlandırılabilir (Kalay, 2004). Yapılan tüm işlemler esnasında ve sonucunda aşamalar, tasarım ekibi ve kullanıcı arasında sürekli bir bilgi akışı ile gerçekleşmektedir. Bu bilgi akışının verimliliği kuşkusuz tasarımın da kalitesine doğrudan etkide bulunmaktadır. Bilgi sürekli olarak dört yönde hareket etmektedir; müşteriden tasarım ekibine ve tam tersine, müşteri ve kullanıcılar arasında ve yapı ekibindeki tasarımcılarla müteahhitler arasında. Çizelge 2.3.’ te iletişimin prensibi olan dört rota çizilmiştir; arzdan, talebe, talepten, arza, arz içinde ve talep içinde. Buna göre kullanıcı tasarım ekibine ihtiyaçlarını stratejik özetle vermektedir. Bu özet aynı zamanda projenin hedeflerini de sunmaktadır. Tasarımcılarsa bu özete proje özetiyle cevap

vermektedirler. Proje özeti, stratejik özetin kelime ve çizeneklerine ek olarak çizim ve prensipler de sunmaktadır. (Blyth, 2000)

Çizelge 2.3. Mimari Tasarımda İletişim (Blyth, 2000)



Görüldüğü gibi tasarım eylemini gerçekleştirirken tasarımcının kullanıcı ve uygulayıcıyla iyi bir iletişim kurması gerekmektedir. Bu, iyi tasarım yaratmak, sonucun hayal kırıklığı olmaması için bir gerekliliktir. Zira iletişim döngüsü zayıf olan bir çalışmada verilerin toplandığı analiz aşamasından itibaren her aşamada bazen eksik bazen de yanlış veriler yüzünden tasarım kötü yönde etkilenecektir. Tasarımın tüm aşamalarını ve bu aşamalar sırasındaki bilgi akışını, iletişimi geliştirmek için mimarlık disiplini halen yöntemler geliştirmeye çalışmakta, yararlanabileceği değişik araçları araştırmaktadır. Günümüzün en yaygın aracı bilgisayar ve bilişim teknolojileridir.

3. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

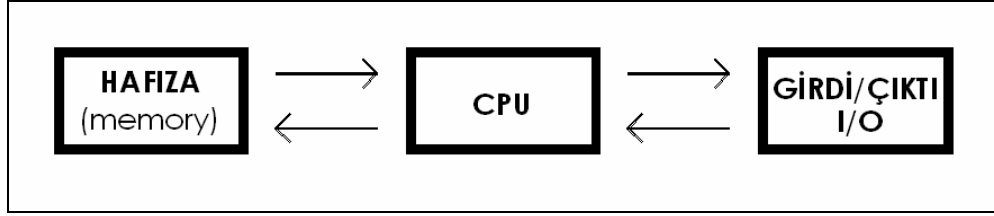
Mimarlık, yüzyıllardır, sanat ve bilimin kesişen yollarında, hep bilgi işletim aygıtlarına ihtiyaç duymuştur. Günümüzde mimariyle ortak çalışan bu aygıt bilgisayarlardır (Schmitt, 1999). Mimari tasarım sürecinin her aşamasında kullanılan bilgisayar teknolojilerinin, mimari tasarımla bu denli örtüşmesini kavramak için bilgisayar teknolojilerinin donanım ve yazılım alanında geçirdiği evrim incelenmelidir.

3.1. Bilgisayar Teknolojilerinin Gelişimi

Bilgisayarlar verilen talimatlara uyarak bilgiyi otomatik olarak işleyen makinelerdir. Bilgisayarlar düşünmezler, çok karışık, kompleks işlemleri gerçekleştirmek için programlanırlar. Sıkıcı ve defalarca tekrarlanması gereken görevler bilgisayarlar sayesinde hızlı ve kesin olarak yerine getirilir. (Woodward, 1998). İnsanlığın hesaplama yöntemleriyle ilgili yaptığı çalışmalara ilişkin bulgular neolitik çağlara dayanmaktadır. Kilden yapılmış markalara benzeyen bu ilk hesaplama cihazları Anadolu ve Mezopotamya bölgelerinde bulunmuştur. Hesaplama cihazlarının daha geliştirilmiş versiyonu M.Ö. 3000 yıllarına dayanan abaküslerdir (Besserat,1999).

Bilgisayar olarak adlandırılan cihazların başlangıç tarihiyse 1940' lara dayanır. Bu dönemde II. Dünya Savaşı' nın yarattığı rekabet ortamı bilgisayar teknolojilerinde hızlı gelişimlere neden olmuştur. İlk elektronik-sayısal bilgisayar 1937 yılında Dr. John Atanasoff ve asistanı Clifford Berry tarafından yapıldıysa da cihazları programlama yeteneğinden yoksun olup hatasız çalışmamıştır. Tüm bu olumsuzluklara rağmen ABC adını verdikleri bilgisayarları diğer bilgisayarlara temel olmuştur (http-2, 2004). Alman mühendis Conrad Zuse tarafından 1938-1941 yılları arasında üç adet bilgisayar geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan Z3 isimli cihaz dünyanın ilk bilgisayarı olarak kabul edilmiştir (http-2, 2004). Neredeyse eş zamanlı olarak İngiltere' de matematikçi ve mühendislerden oluşan bir grup İngiliz Gizli Servisi' nin kontrolünde 1939-1943 yılları arasında Colossus isimli bilgisayarı ürettiler. Bilgisayar teknolojilerinin ilklerinden bir diğeryse ABD' de hükümet ve ordunun destekleriyle Dr. John Mauchly ve Presper Eckert tarafından çalışmalarına 1942' de başlanıp 1946' da sonlandırılan Elektronik Sayısal Tümlleştirici Analiz Bilgisayarı ENIAC tır (http-6, 2004). Daha sonra Dr.

Mauchly ve Eckert UNIVAC isimli ilk genel amaçlı elektronik sayısal bilgisayarı tasarlamışlardır ki bu ürün ilk nesil bilgisayarların başlangıcıdır (http-2, 2004). Dünyanın bu ilk elektronik bilgisayarlarının mimarisi üç ana bileşenden oluşmaktaydı; bilgilerin depolandığı hafıza kısmı, bilgi giriş-çıkışına olanak veren girdi-çıkıktı modülü (I/O) ve CPU denilen aritmetik ve mantıksal işlemlerin gerçekleştirildiği işlemci. Büyük revizyona uğramasıyla birlikte bugün de bilgisayarların temelini oluşturan şema bundan ibarettir (http-36, 1998).



Şekil 3.1. Bilgisayarın Temel Mimarisi (http-36, 1998)

3.1.1 İlk Nesil Bilgisayarlar

İlk nesil bilgisayar olarak adlandırılan UNIVAC, vakumlu tüpler ve kendisi için yazılmış özel bir programla çalışmaktaydı. UNIVAC aynı zamanda ticari olarak satışı gerçekleştirilen ilk bilgisayardır. 14 Haziran 1951 tarihinde 1 milyon doların üzerinde fiyata alıcı bulmuştur. 1952 yılında IBM (Industrial Business Machines) firması bilgisayar sektörüne girmiş ve 1955-1959 yılları arasında yüzlerce bilgisayar satmıştır (http-2, 2004).

3.1.2. İkinci Nesil Bilgisayarlar

İkinci nesil bilgisayarların oluşmasında da birinci nesilde olduğu gibi güvenlik önlemleri önemli rol oynamıştır. Soğuk savaşın yaşandığı bir dönemde 4 Ekim 1957' de Ruslar' ın ilk yapay uydu olan Sputnik' i yörüngeye yerleştirmeleri ABD' yi arayışlarında ivmelendirmiştir. Bu arayış Bell Laboratuvarları' nda fizikçiler William B. Shockley, Walter H. Brattain ve John Bardeen'in transistör keşfetmeleriyle başarıya ulaşmıştır (KALAY, 2004). İlk etapta televizyon ve radyolarda kullanılan transistörün bilgisayarlarda kullanılması, bilgisayarların ebadını küçültmüş, kullandığı enerjiyi azaltmış, hızını yükseltmiş ve dışarı verdiği ısıyı düşürmüştür. COBOL, FORTRAN gibi programlama dillerinin hayata geçmesi Burroughs, Control Data, Honeywell, IBM, NCR, RCA ve daha bir çok firmanın çalışmalarıyla bilgisayarlar finans ve mühendislik sahalarına girdi (KALAY, 2004).

3.1.3. Üçüncü Nesil Bilgisayarlar

Bu tip bilgisayarların farklı bir nesil olarak değerlendirilmesinin nedeni IC (Integrated Circuit) denilen bütünleşik devrelerin icadından kaynaklanmaktadır. Texas Instruments mühendislerinden Jack Kilby tarafından 1958 yılında oluşturulan sistem direnç, transistor ve kapasitörlerin bileşiminden oluşan bir blok, çipti (http-2, 2004).

Bu sistemle bilgisayarların harcadığı enerji ve yaydığı ısı daha azaldı. 1964 yılında IBM firması tarafından üretilen “360” modeli yoğun ilgi gördü ve bu bilgisayarların binlercesi iş ve eğitim dünyasındaki yerini aldı (http-2, 2004).

3.1.4. Modern Bilgisayarlar

Modern bilgisayarlar olarak adlandırılan ve 1975'ten günümüze dek gelen bu teknolojilerin karakteristik özelliği VLSI (Very Large Scale Integration) denilen ve milyonlarca bileşeni bir çipte toplayabilme yeteneğine sahip sistemlerden oluşmalarıdır. Bu sistemin ilk somut örneği Texas Instruments firmasının ilk mikroişlemciyi 1972 yılında üretmesiyle ortaya çıkmıştır. Aynı yıl Intel, daha sonra AMD, Motorola gibi firmalar mikroişlemci üretmeye başlamışlardır. Intel' in 8080 ismiyle 1974 yılında ürettiği çip 8 bit' lik işlemcisi, 2 MHz hızı ve 64K hafızasıyla MITS(Micro Instrumentation and Telemetry Systems Corporation) firmasının Altair 8800 modelinde kullanıldı. İlk PC (Personel Computer) yani kişisel bilgisayar olarak kabul edilen bu cihazın fiyatı 395\$' dı ve iki binin üzerinde satış gerçekleştirildi (http-2, 2004). 1981 yılındaysa Xerox firması tarafından Xerox Star isimli cihaz üretildi. Bu cihaz ilk defa fare kullanılması, ethernet bağlantısı kurması ve kullandığı programlama diliyle GUI (Graphical User Interface) yani “Kullanıcı Grafik Arayüzü” temasını ortaya koyan ilk bilgisayardır (http-2, 2004)

PC' lerin daha çekici bir hal alması kuşkusuz Microsoft firmasının ürettiği Windows işletim sistemiyle gerçekleşmiştir. 1985 yılında Windows 1.0 sürümüyle sunulan sistem ancak 1991 yılında üretilen 3.0 sürümüyle başarıya ulaşmıştır. 3.11 sürümüyleyse 1994 yılının sonuna kadar 50 milyondan fazla kopya satmayı başarmıştır.

DÖNEM	GELİŞME	İCAT EDEN	ÖZELLİĞİ ve ETKİSİ
1937	İlk elektronik Sayısal Bilgisayar "ABC"	Dr. John Atanasoff Clifford Berry	Programlama özelliği yoktur. Hatasız çalışmamıştır. Örnek olması açısından önemlidir.
1941	Z3	Conrad Zuse	Kabul görmüş ilk bilgisayardır.
1943	Colossus	İngiltere'de mühendis ve matematikçilerden oluşan devlet destekli grup.	İlk nesil bilgisayarların temelini oluşturmuştur.
1946	ENIAC	Dr. John Mauchly Presper Eckert	İlk nesil bilgisayarların temelini oluşturmuştur.
1951	UNIVAC-İlk Nesil Bilgisayarlar	Dr. John Mauchly Presper Eckert	İlk nesil bilgisayarların başlangıcı olarak kabul edilir. Ticari olarak satışı gerçekleştirilen ilk bilgisayardır.
1957-60	Transistörlerin bilgisayarlara adapte edilmesi - İkinci Nesil Bilgisayarlar	William B. Shockley Walter H. Brattain John Bardeen	Bilgisayarların harcadığı enerji azalmış ebadı küçülmüş, hızı artmış, dışarı verdiği ısı azalmıştır.
1958-64	IC Kullanımının başlangıcı- Üçüncü Nesil Bilgisayarlar	Jack Kilby	Bilgisayarların harcadığı enerji ve yaydığı ısı daha da azalmıştır.
1972	İlk Mikroişlemcinin Kullanımı Modern Bilgisayarlar	Texas Instruments	VLSI Başlaması
1974	Altair 8800	Intel, MITS	İlk PC
1981	Xeros Star	Xerox Corp.	İlk defa fare, ethernet bağlantısı ve farklı program diliyle GUI temasını dünyaya sunan ilk cihazdır.

Çizelge 3.1. Bilgisayar Teknolojilerinin Kronolojik Gelişimi
(http-2, http-6 ve Kalay, 2004 kaymaklarından yorumlanarak hazırlanmıştır.)

3.2. Bilgisayar Destekli Tasarım

Bilgisayar destekli tasarım, kısa adıyla CAD programları, mühendislikten tasarıma çok geniş bir endüstriyel ve sanatsal sahada varolan bina, köprü, yol yapımından, gemi, otomobil, giysi imalatına ve tasarımına olanak veren programlardan oluşur.

M.Ö. 350 yıllarında Euclid' in "The Elements" isimli bilimsel yapıtında açıkladığı ve Euclid geometrisini, yani günümüz temel geometrik aksiyomlarını oluşturan bu prensipler CAD programlarının da esasını oluşturmuştur (http-3, 2006). Bundan yaklaşık 2300 sene sonra literatüre ilk CAD programı olarak giren "Sketchpad" icat edilmiştir. 1960 yılında PhD tezini hazırlamakta olan Ivan Shuterland tarafından yaratılan program, MIT laboratuvarlarında tasarlanmış olan TX-2 isimli bilgisayar kullanılarak çalıştırılmaktaydı. Program insan-bilgisayar etkileşimine olanak veren bir yapıya sahip olup, "light pen" adlı bir kalem ile tasarımcının monitör üzerinde çizim yapması esasına dayanıyordu (http-4, 2000).

İlk bilgisayarların yüksek maliyeti nedeniyle, CAD programlarının ilk ticari kullanıcıları otomobil ve uçak devleri olmuştur. 1960' ların sonuna gelindiğindeyse ticari alanda yaşanan rekabetin de etkisiyle Applicon, Auto-trol, Computervision, Evans&Shuterland, The McAuto gibi birçok CAD firması kuruldu. Bilgisayar destekli tasarımın seri şekilde kullanılmaya başlanması, ve ilk nesil CAD programları olarak nitelendirilebilecek olan programların varoluşu da 1970'li yıllardan başlar (http-3, 2006).

3.2.1. 1970' li Yıllarda CAD Programları

1970' li yıllarda CAD programlarının gelişmesindeki en büyük etken bundan önceki on yıldaki gibi otomotiv ve havacılık devlerinin imalatlarını standartlaştırma çabasıdır. Bu grubun başını Ford, General Motors, Mercedes-Benz, Nisan, Toyota otomotiv sektöründe, havacılık sektöründe ise Lockheed, Mc-Donnell-Douglas ve Northrop gibi firmalar çekmekteydi. (http-3, 2006). Dönemin ilk yıllarında bilgisayar teknolojilerindeki ilerlemelerle çizim hataları azaltılmış ve verim yükseltilmişse de katı modellemeye yönelik sistemler ancak 70' lerin sonlarında doğru şekilde kullanılmaya başlanabilmiştir. Bu çalışmalar küre, silindir, küp tarzı ana geometrik şekillerin birleştirilmesi ve "boolean" işlemiyle birbirleri içinde delik açılması gibi çalışmalarla başlamıştır. 1975 yılında

AMD firması Lockheed firmasına CADAM siparişi vermiş ve bu alandaki ilk müşteri olmuştur. Daha sonra 1977 yılında AMD firmasının bilim adamları CATIA isimli programı geliştirdiler. CATIA' nın CADAM' den üstünlüğü 2 boyuttan 3 boyuta geçişi olmuştur (http-4, 2000).

3.2.2. 1980' li Yıllarda CAD Programları

1980' li yıllarda hızla ilerleyen bilgisayar teknolojileri, talep artışı ve buna bağlı standartlaşma gibi etkenler fiyatları aşağı çekmiş ve CAD programları halka yaklaşmıştır. 1982 Yılında günümüzün de en önemli firmalarından olan Autodesk kurulmuştur. Firma PC' lere de çalışabilen ve 1000 USD değerinde CAD programları tasarlamayı hedeflemiştir. Bu bağlamda günümüzde de oldukça popüler olan Autocad programının değişik versiyonları o günlerde piyasaya sürülmüştür. 1985 yılında CATIA' nın ikinci versiyonu üretildi. Bir yıl sonra MCS firması tarafından ANVIL-5000 isimli üç boyutlu tasarım programı üretildi. Döneminin en donanımlı sistemi olarak görülen program en girift bilgisayar sistemlerinden, PC' lere kadar tüm bilgisayarlarda çalışabilmekteydi (http-4, 2000). 80' li yıllarda Japon bilim adamları da üç boyutlu tasarım üzerine yoğunlaşmışlardır. Tokyo Üniversitesinde Fumihiko Kimura ve ekibi DesignBase isimli programı geliştirmişlerdir (http-3, 2006). 1988 yılında Autodesk firmasının Autocad' in gelişmiş versiyonu Autosolid' i üretmesi, 1989' da İngiliz firması Acecad Software' in Strucad' i geliştirmesi üç boyutlu tasarıma yönelik çalışmaları ilerletmiştir (http-4, 2000).

3.2.3. Günümüz CAD Programları

1990' lı yıllarla birlikte mikrobilgisayarlar daha güçlü ve daha ucuz hale geldi. 64 bit mikroişlemcili, 128 MB RAM lik, 300Mhz hızında, yüksek çözünürlükteki 17 inch monitöre sahip bir bilgisayara 90'lı yılların sonunda hemen her yerde rastlanabilmekteydi. Bilgisayar teknolojilerindeki bu hızlı ilerleyiş programlara da yansıyor, kullanım alanlarını ve imkanlarını daha da genişletiyordu. Bilişim teknolojilerinin gelişmesi, yüksek hızlı bilgisayar sistemleri sayesinde gerçek-zaman animasyonların yapılabilmesi ve VRML' nin ortaya çıkışını sağlamıştır (http-37, 1998). Çizelge 3.2.' de bilgisayar destekli tasarımın dönemlere göre gelişimi etkileriyle birlikte verilmiştir.

DÖNEM		YAZILIM	DONANIM	ÖZELLİK	ETKİSİ
1940'lar			MEMEX Personal Information Server		
1950'ler	1950				
	1955		CAD Workstation		
1960'lar	1960	1. kuşak CAD	2 boyutlu sketchpad ve ışıklı kalem	Teknik resim çizim	
	1965		3 boyutlu sketchpad		Büyük mimari bürolarda kullanılmaya başlandı
1970'ler		2. kuşak CAD	16 bitlik storage tüplü bilgisayarlar üretildi	Teknik resim çizimi	
1980		3. kuşak CAD 4. kuşak CAD Machintosh GUI'i üretti GUI ara yüzü olan iş istasyonları	32 bitlik süpermini bilgisayarlar üretildi. Yüksek çözünürlükte raster üretildi. GUI kullanımlı iş istasyonları; 1. Three Rivers Perq 2. (1980) Apollo iş istasyonu 3. (1982) Suns iş istasyonu 4. Athena iş istasyonu, MIT	Teknik resim çizimi Teknik bilgi desteği başladı Bölgesel bilgisayar ağları	Personel niteliği değişiyor.
1980'ler	1985	5. kuşak CAD		Kullanımda hem eğitim verilmeye hem de teknik destek verilmeye başlandı.	Mimarlık okulları öğretim elemanları tarafından bilimsel olarak yönlendirilmeye başlandı. CAD pazarı oluşmaya başladı. Küçük bürolarda ve mühendislik firmalarında kullanılmaya başlandı. (1989'da 200.000 lisanslı kullanıcıya ulaştı.)
	1987	DOS UNIX MACINTOSH	Çoğu tasarım stüdyolarında olmak üzere CAD Laboratuvarları kurulmaya başlandı. 1989 SUN 386 server Harvard GSD'e kuruldu.	CAD hem mimarlık bürolarında hem de öğretimde yaygınlaşmaya başladı. (1989)	1987'de Harvard Üniversitesi CAD'i mimarlık öğretiminde kullanmaya başladı.
1990'lar		Multimedya ortamı İnternet VR	CD-ROM Multimedya elemanları VR Toolkit (başlık, eldiven vb.)	Mimarlık öğretiminde bilgisayar ağı kullanılmaya başlandı.	1. Eğitimde ve sunumlarda metotlar değişti, bitmapped image 2 boyutlu ve 3 boyutlu CAD çizimleri, modelleme, animasyon 2. CD-ROM mimari slayt kütüphaneleri ve ağ bağlantısı oluştu. 3. Uzaktan, net bağlantısıyla iletişim Proje kritiği, tartışma odaları ve olanakları, yer ve zamandan bağımsız çalışma grupları oluşturuldu. Sanal tasarım stüdyoları kuruldu. (VDS)

3.2. Bilgisayar Destekli Tasarımın Dönemlere Göre Gelişimi (Tokman, 1999)

Bilgisayar destekli tasarımın bir diğer önemli artısı da tasarımın güncellenmesini, alternatifler oluşturulabilmesini ve bilgisayar ağları üzerinden ortak çalışmaların gerçekleştirilmesini kolaylaştırmasıdır. Örneğin kağıt üzerine yapılan bir çalışmada, tasarımın herhangi bir aşamasında bazen çok küçük bir değişiklik için tüm çizimler yeniden yapılmaktadır. Oysa bilgisayar ortamında noktasal, bölgesel değişiklikler yapmak, tasarımın kalan kısmını olduğu gibi korumak mümkündür. Bunun yanında bilgisayarlar tasarımcıya arşivleme konusunda büyük kolaylık sağlamışlardır. Günümüzde tasarımcının hayatı boyunca yaptığı çalışmaları sayısal yazılı veya görsel doküman olarak depolamak ve hibrid yapıda bir veritabanı haline dönüştürmek mümkündür.

4. SANAL GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİ

Mimarlık, tarih boyunca tasarım ve tasarım yöntemleriyle ilgili teknolojik gelişmelerden etkilenmiştir. Rönesans' tan bu yana tasarımla ilgili yapılan metod çalışmaları zaman içerisinde tasarımın eskiz ve çizim aşamalarının etrafında yeni yöntemler geliştirmeye çalışan kapsamlı bir endüstri yaratmıştır (http-13, 1995). 20. Yüzyılın sonlarında bilgisayar teknolojilerinin tasarım sürecine katılımı büyük gelişmelere olanak vermiş, bu sayede tasarımcının tasarım üzerindeki kontrolü artmış, özellikle matematiksel hatalar minimuma indirgenmiş, verim yükseltilmiştir. Örneğin mimar, saatler belki de günler sürececek değişikliği saniyelerle çözebilecektir.

Bilgisayar teknolojilerinde yaşanan son gelişmelerin ışığında, mimari tasarıma katılan yeni bir teknoloji ise sanal gerçeklik teknolojileridir. İnsan-bilgisayar etkileşim seviyesini arttıran bu teknoloji tasarımcıyı fare, klavye ve monitörün iki boyutlu ara yüzünden, tasarımda doğallık ve sezgiselliğin ön plana çıktığı üç boyutlu dünyalara taşımıştır (http13, 2006). Sanal Gerçeklik zamanı, ölçeği ve fizik kanunlarını değiştirmeye imkan veren çok güçlü bir kavramdır (http-12, 2003). “Sanal Gerçeklik” deyişi ilk defa 1989 yılında Jaron Lanier tarafından telaffuz edilmiştir ve kendisinin tanımıyla gerçek ya da hayali çevrelerin sarmalanma hissi ve etkileşim imkanı veren benzetimlerdir. Bir diğer genel tanımla değişik efektler yardımıyla gerçek dünyanın taklit edildiği sayısal ortamlardır (Schmitt, 1999). Bu ortamlar bugün sadece “izlenen” değil, aynı zamanda “etkileşim boyutu” olan gelişmişliğe ulaşmıştır.

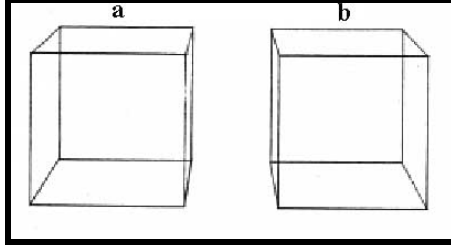
Sanal gerçeklik teknolojileri zamanla gerek endüstri kollarında gerekse sanatsal çalışmalarda yerini almıştır. Bu teknolojilerin oldukça değişik uygulama alanları ve yöntemleri vardır. Öyle ki bazen duvara yansıtılan ve derinlik etkisi özel gözlükle algılanabilen bir perspektif, bazen bir uçuş benzetimi, bazen de başa takılan bir kaskla dalınan sanal dünyalar olarak hayata girmiştir.

4.1. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Tarihsel Süreci

4.1.1. 19. Yüzyıl-3. Boyut Çalışmaları

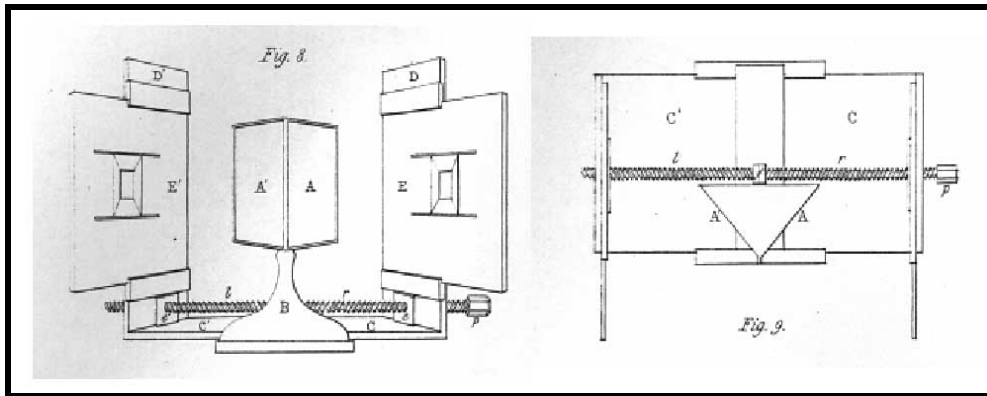
Sanal gerçeklik teknolojilerinin günümüzdeki popülerliği ve 20. yüzyılın son çeyreğinde önemli yol kat etmesi onun çok yeni bir buluş olduğu izlenimini verse de insanlığın iki boyutlu resim ya da figürü üç boyutlu, derinlik etkili, hale

getirme, görüntüden içeri dalma hissi uyandırma arzuları çok eskilere dayanmaktadır. Öyle ki Eski Yunan’ da Euclid ortaya koyduğu prensiplerle sağ ve sol gözün aynı görüntüyü perspektif olarak farklı algıladığını ispatlamış ve stereo kavramını keşfetmiştir. Stereo uzaya göre göreceli anlamına gelmektedir. Şekil 4.1.’ de bir küpün sağ ve sol göz tarafından nasıl algılandığı gösterilerek bu görecelik açıklanmıştır.



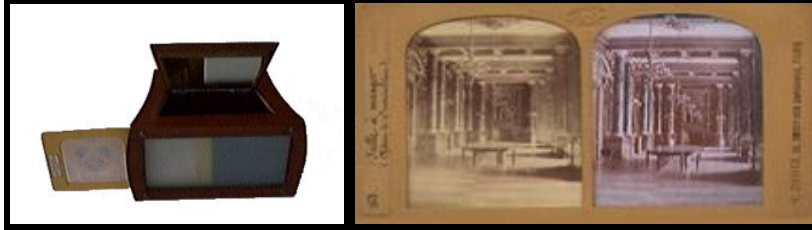
Şekil 4.1. Sağ ve sol göze göre küpün perspektifi (http-10, 2006)

Günümüzde nerdeyse tamamen ses teknolojileriyle birlikte kullanılan stereo kavramının asıl çıkış noktası resim ve fotoğrafıma teknikleridir (<http-10>, 2006). Her ne kadar ilk stereo görüntülerin Floransa’ lı ressam Jacopo Chimenti tarafından 1600 yıllarında yapıldığı bilirse de ilk stereo görüntüleyici Charles Wheatstone tarafından 1838 yılında icat edilen Stereoscope’ tur. Şekil 4.2. de yer alan cihaz Wheatstone’ un 1832’ den beri geliştirdiği iki boyutlu objeleri üç boyutlu gösterme metotlarının bir sonucudur. Gerek üç boyutlu grafiklerin oluşumu, gerekse sinema perdesinde üç boyutlu gösterimlerin temeli olan bu cihaz oldukça büyük ve hantal bir yapıya sahipti. Eş resimlerin aynalara yansıtılması prensibiyle çalışmaktaydı. Eş resimlerden kasıt aynı cismin sağ ve sol gözün bakış açılarıyla oluşturulmuş resimleriydi (http-10,2006).

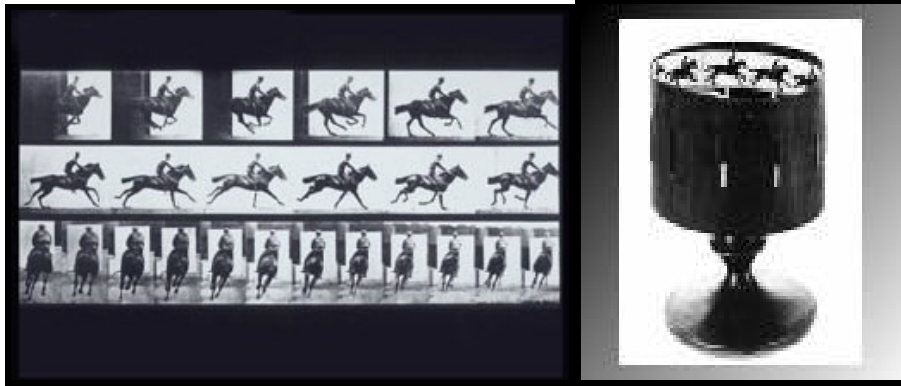


Şekil 4.2. Charles Wheatstone’ un ‘Stereoscope’ u (http-10, 2006)

1850 Yılında David Brewster'ın kutu şeklindeki stereoskopunu 1860 yılında Coleman Sellers' in Kinematoscope' u takip etti. Sellers' in cihazı da derinlik hissi yaratmada eş resimlerden faydalıyor farklı olarak birbirini takip eden eş resimlerin bir mil etrafında döndürülmesiyle film izlenimi yaratmaktaydı (http-12, 2003).



Şekil 4.3. David Brewster' in kutu stereoskopu (http-12, 2003)



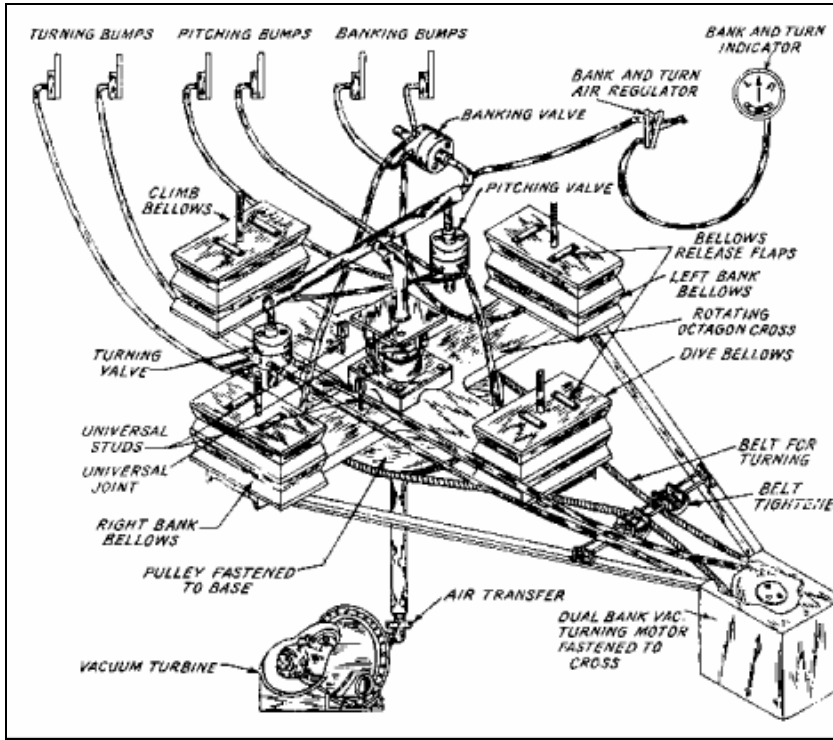
Şekil 4.4. Coleman Sellers' in "Kinematoscope" u (http-12, 2003)

4.1.2. 1920'ler ve Sanal Gerçekliğe Doğru İlerleyiş

19. Yüzyılda 3 boyutlu sunum üzerine yapılan çalışmalar 20. yüzyılın ilk çeyreğinde uçuş benzetimlerinin ortaya çıkışıyla daha komplike bir hal almıştır. Günümüzde de sanal gerçeklik teknolojilerinde önemli bir kol olan benzetimlerin ilki Edwin Albert Link tarafından 1929 yılında icat edilen "Mavi Kutu", bir diğer adıyla "Link Trainer" isimli benzetim cihazıdır. I. Dünya Savaşı sırasında çok sayıda pilota ihtiyaç duyulmasıyla harekete geçen benzetim teknolojilerinin ilk komplike örneği olan bu cihaz Link' in piyano ve org adını verdiği hava emme prensibiyle çalışmaktaydı. Hava Link' in tasarladığı kumaş bir körükle emiliyor, elektrikli bir emme pompasıyla değişik valfler yönlendiriliyordu (http-15, 2006).



Şekil 4.5. Mavi Kutu (http-14, 2006)



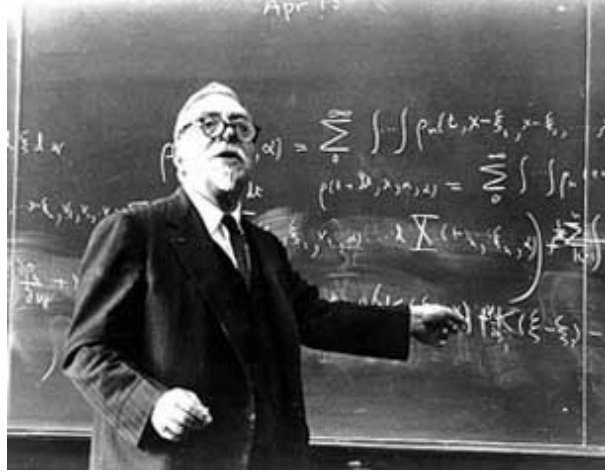
Şekil 4.6. “Mavi Kutu” nun çalışma prensibini anlatan Link’ in Çizimi (http-14, 2006)

Eş zamanlı olarak sanat dünyasında da sanal gerçeklik hissi uyandıran çalışmalar başlamıştır. 1924 Yılında Bauhaus sanatçılarından Laszio Moholy-Nagy okulunda kurduğu laboratuarda resim, heykel ve fotoğrafta soyutlama üzerine etüdler yapmış daha sonraki aşamada tiyatrodaki sözler ve oyuncu kadar ışık, dekor, ses, gibi elemanların oluşturacağı kompozisyonun önemine varmıştır. 19. Yüzyılın ortalarında Alman opera koreografı Richard Wagner’ in ortaya koyduğu bu prensipler Nagy’ le birlikte o kadar önem kazandı ki tiyatrodaki kullanılan mekanik motifler, ses ve filmlerle sağlanan elektronik destek diğer unsurların önüne geçti (http-16, 2006).



Şekil 4.7. Bauhaus Theater’ daki “Light Play” isimli oyundan bir kesit. (http-16, 2006)

4.1.3. Cybernetics (Güdümbilim)



Şekil 4.8. Norbert Wiener MIT’ deki bir konferansta.(http-16, 2006)

Kuşkusuz bir önceki bölümde anlatılan tüm çalışmalar sanal gerçekliğe doğru bir kapı aralamış, fakat teknolojik devrimlerden çok çeşitli prensip ve felsefelerle insanlığı yönlendirmişlerdir. Bu felsefelerden biri de Norbert Wiener tarafından 1948 yılında tanımlanan “cybernetics” isimli kavramdır. Kısaca iletilerin insandan makineye, ya da makineden makineye aktarımı olarak tanımlanabilir. Kelime köken olarak eski Yunanda (kybernetes) dümenci ya da vali, yönetici anlamlarına gelmektedir (http-17, 2006). Wiener bunu insanın makineyle etkileşimi esnasında onun üzerindeki hakimiyeti olarak benzetme yapmıştır. Wiener’ in dikkate değer bir diğer tespiti de tüm insan-makine etkileşimlerinde ya da arayüz tasarımlarında insanlar arasındaki iletişimin insan-makine ve makine-makine arasındaki etkileşimler için model olarak alınmasıydı (http-16, 2006) Wiener teorisinde, insanla makine arasındaki etkileşimin insanın

sosyal hayat kalitesini doğrudan etkileyeceğini anlatmıştır. Kuşkusuz bu etki makine ya da ilerleyen tarihlerde bilgisayarların çoğalmasıyla doğru orantılı olarak artacaktır.

4.1.4. Sensorama

1950' li yıllarda ünlü bir sinematograf olan Morton Heilig sinemada, hayattaki tüm duyuların mekanik ve elektronik yöntemlerle izleyiciye sunulması gerektiği hipotezinden yola çıkarak Sensorama isimli cihazı yaratmıştır (http-16, 2006). Diğer örnekler gibi Sensorama da basit bir yapıya sahip olmasına rağmen ortaya koyduğu felsefe itibariyle önemli bir buluştu. Şekil 4.10.'da görüldüğü şekilde sistemin çalışma prensibi izleyicinin bir koltuğa oturup cihaz üzerindeki açık kısma başını gömerek üç boyutlu filmi izlemesi ve film sırasında verilen efektlerden oluşmaktaydı. Bu efektler titreşimler, kokular, stereo sesler ve rüzgar gibi basit fakat etkisi büyük unsurlardı. Sensorama Heilig'in 1960 yılında yarattığı HMD olarak adlandırılan ilk başa takılı sunum sisteminin devamıdır (http-12, 2003) .



Şekil 4.9. Sensorama (http-18, 2000)



Şekil 4.10. Sensorama (http-12, 2003)

4.1.5. Sketchpad ve Ivan Sutherland

Amerikalı bilim adamı Ivan Sutherland, gerek GUI gerekse VR sistemlerinde önemli ilklere imza atmıştır (http-19, 2006). Lise yıllarında bilgisayar programlama dillerini öğrenen Sutherland, Carnegie Institute of

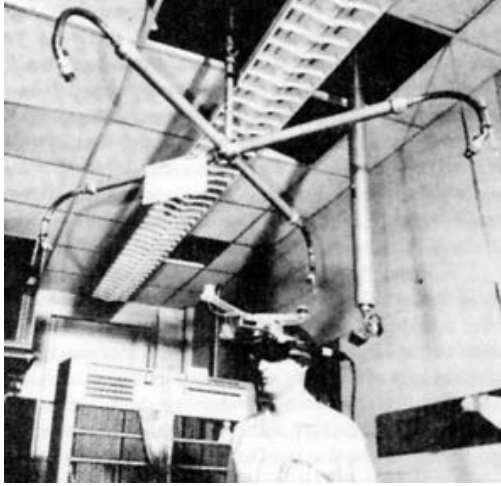
Technology (Carnegie Mellon Üniversitesi) 'de Elektrik Mühendisi unvanını almıştır (http-20, 2001). MIT Bilgisayar Bölümü' nde Claude Shannon' ın danışmanlığında, doktora tezinde Sutherland Sketchpad isimli yazılımı geliştirdi. Hazırlanan yazılım bilgisayarla doğrudan etkileşime olanak vermekteydi. Bilgisayar, ekranına bir kalemle çizilen grafik imgelerini algıyordu. "Light Pen" yani "Işık Kalem" olarak adlandırılan ve çizim yapmaya olanak veren bu kalem de Shutherland tarafından tasarlanmıştır. Doğal olarak dönemi için oldukça radikal bir tasarım olan sistem için kullanılan bilgisayar da MIT tarafından özel olarak tasarlanmış TX-2 isimli makineydi. Cihaz 1962 yılında on milyon doların üzerindeki maliyetiyle döneminin bilgisayarlarının iki katı hafızaya (320K) sahipti (http-19, 2006).



Şekil 4.11. Sutherland ve Sketchpad (http-21, 2006)

Sketchpad ilk grafik kullanıcı ara yüzü olmakla birlikte bugün kullanılan ara yüzlere temel olmuştur. Zira program bugünkü CAD programlarında snap olarak adlandırdığımız mükemmel düzlükteki çizgilerin, çemberlerin çizilmesine olanak veriyor, imgelere yaklaşıp uzaklaşarak detayların incelenmesini sağlıyordu.

Shutherland 1964 yılında kısa adı DARPA olan Savunma Bölümü İleri Proje Araştırma Merkezi' ne geçti ve 1965 yılında "Ultimate Display" -mükemmel sunum- isimli önermesini yayımladı. Başa takılı sunum sistemleriyle ilgili alternatifler sunan yayımdan sonra fikirlerini pratiğe dökmek amacıyla birçok HMD tasarladı. 1968 yılına gelindiğinde Shutherland bir ilke daha imza atarak ilk HMD' yi hayata geçirdi. Şekil 4.12.' de görülen sistem üç boyutlu görüntü ve ses sunabilen ilk sanal gerçeklik sistemi olarak tanımlanmaktadır (http-19, 2006).

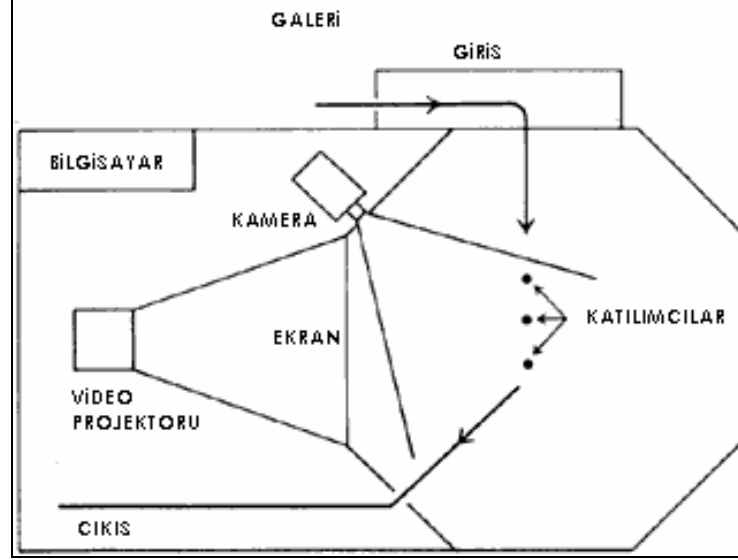


Şekil 4.12. Sutherland ve Başa Takılı Sunum Sistemi (<http-18>, 2000)

4.1.6. Myron Krueger ve Yapay Gerçeklik Kavramı

Asıl mesleği bilgisayar mühendisliği olan Myron Krueger 1969 yılından itibaren çalışmalarını insan-bilgisayar etkileşimi üzerine yoğunlaştırmıştır. Sanatçılar ve bilgisayar mühendisleriyle işbirliği yaparak, izleyicinin hareket, jest ve mimiklerine karşılık veren sanatsal yapıtlar ya da sistemler yaratmaya çalışmıştır (<http-16>, 2006). “Yapay Gerçeklik” kavramını ilk kez 1970’lerin ortasında telaffuz ettiğinde kastetmeye çalıştığı insanın tamamıyla bilgisayar sistemine katılımı ve kendisini bulduğu sanal ortamı doğal ortam olarak algılamasıydı. Krueger bunu ayak bağı olarak gördüğü başa ya da vücuda takılı sistemler, reseptörler olmadan başarmak istiyordu. Bu arayışının hedefi gerçek ortamların varlığını azaltmak değil yeni yapay gerçeklikler, ortamlar yaratmaktı (<http-25>, 2001).

Bu bağlamda yaptığı ilk proje video imge işlemcisinin mucidi Dan Sandlin, minimalist heykeltıraş Jerry Erdman ve bilgisayar mühendisi Richard Venezsky’le ortaklaşa tasarladığı Glowflow’du. Proje kapsamında karanlık, boş bir odanın duvarlarına dört adet transparan tüp yerleştirilmişti. Her tüp farklı renkte pigmentlerden oluşturulmuş, bu tüplerin içine su ve fosforlu partiküller yerleştirilmişti. Kişi bu tüplerin etkisiyle odayı olduğundan geniş algılamaktaydı. Yürümeye başladığındaysa adeta bir tepeden aşağı iniyor hissine kapılıyordu (<http-24>, 2006).

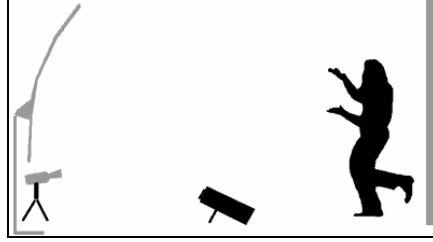


Şekil 4.13. Metaplay'ın çalışma prensibi (http-25, 2001)

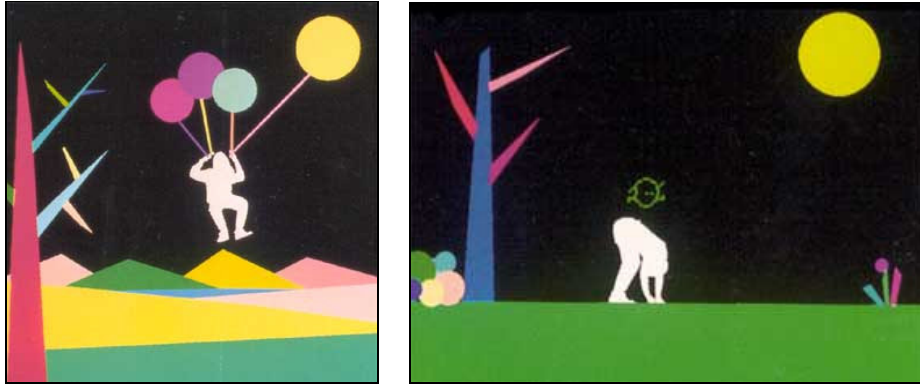
Krueger' in bir diğer önemli çalışması olan ve 1970 yılında sunulan, Şekil 4.13.' te görülen "Metaplay" ise görsel öğelerinin yanında, ses ve yanıt verme teknikleriyle çok daha radikal bir görünüm sergilemekteydi (http-24, 2006). Bilgisayar, katılımcı ile bir başka odadaki sanatçı arasında alışılmışın dışında bir gerçek-zaman etkileşim kurulması için kullanılıyordu. Katılımcının canlı video görüntüsünün yansıtıldığı ekran aynı zamanda sanatçının çizdiği grafiklerle etkileşim gösteriyordu. Bu bağlamda birçok senaryo oluşturulmuştur ki örneğin; sanatçının çizdiği kapıya katılımcı dokunduğunda kapının açılması ya da kapanması, veya katılımcı elini oynattığında sanatçının çizgi çizmesi ve bu yolla katılımcının eliyle çizim yapması gibi (http-24, 2006).

Kuşkusuz Myron Krueger' in en popüler çalışması aynı yıl gerçekleştirdiği "Videoplace" isimli çalışmasıdır. Bu çalışmada bilgisayar, katılımcının görüntüsü ve ekran üzerindeki objeler arasındaki etkileşimi kontrol etmekteydi. Çalışma katılımcının videoya yüzünü dönüp yükleme aşaması denen bölümle başlamaktaydı. Katılımcının arkasındaki ekranla oluşturulan yüksek kontrast sayesinde cihaz katılımcıyı ayırt edebilmekteydi. Daha sonra katılımcının görüntüsü sayısallaştırılarak silueti yaratılır ve işlemciler katılımın hareketlerini algılamayı başarır (http-24, 2006). Bu algılama işlemlerinin ardından sistem katılımcının hareketlerine görsel ve işitsel kombinasyonlar ekleyerek birçok farklı

sunumlar gerçekleştirilmektedir (http-24, 2006). Şekil 4.14. ve 4.15.’ te “videoplace” le gerçekleştirilmiş örnekler yer almaktadır.



Şekil 4.14. Videoplace (http-25, 2001)



Şekil 4.15. Videoplace' le yapılan denemeler (http-25, 2001)

4.1.7. Sanal Gerçeklik Sistemlerinin Günümüze Gelişi: 1980 Sonrası

70’li Yılların sonu ve seksenli yılların başı sanal gerçeklik teknolojilerinde gözlenen ilkel teknoloji-komplike felsefe uygulamalarının ya da gerektirmelerinin yavaş yavaş yerini yüksek teknolojlili sistemlere bıraktığı dönemdir. Öyle ki Boeing firması “Augmented Reality” (Çoğaltılmış Gerçeklik) üzerine çalışmalar yapmıştır ki; X ışınları yardımıyla uçağın en ulaşılma kısımlarını inceleyip tamirati kolaylaştırma amaçlıdır (http-23, 1994). 80’li Yılların başında sanal gerçeklik kavramını ilk defa telaffuz etmesiyle de literatüre geçen bilgisayar mühendisi ve aynı zamanda sanatçı olan Jaron Lanier “VPL Research” isimli sanal gerçeklik teknolojilerinin kullanımına yönelik ürünler satan ilk firmayı kurmuştur (http-22, 2006). 1983 yılında Zimmerman’la birlikte DataGlow ve Eyephone gibi ürünleri piyasaya sürmüşlerdir. Eş zamanlı olarak NASA Ames laboratuvarlarında McGreevy’nin öncülüğünde ilk LCD donanımlı HMD yapılmıştır (http-23, 1994) 1986 Yılında “Star Wars” filmlerinin de yapımcısı olan Lucasfilm ilk defa filmlerinde bilgisayar teknolojilerini kullanmaya

başlamıştır. Seksenlerin sonları, doksanların başında Tom Furness tarafından tasarlanan “Super Cockpit” isimli simulator, Illinois Teknik Üniversitesi’nde geliştirilen, “CAVE” isimli sanal çevre gibi değişik kombinasyonlar yapıldığı gözlenmiştir. CAVE sistemler kullanıcı ya da kullanıcıların bir odaya girerek sanal ortama daldıkları sistemlerdir ki çalışmanın sunum sistemleriyle ilgili bölümünde ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Kuşkusuz sanal alemdeki en radikal gelişme 90’ların ortalarından itibaren tüm dünyaya yayılan internet ortamı olmuştur.



Şekil 4.16. NASA Ames’te tasarlanan HMD (<http://12>, 2003)

4.1.8. Siberuzay

Bertol’ un da dediği gibi siberuzay üzerine yapılan tartışmalarda okyanuslar dolusu mürekkebin, milyarlarca bit lik verinin harcandığı son yirmi yıla damgasını vuran çok popüler bir kavramdır (Bertol, 1997). Siberuzay genel bir tanımla insanların bilgi tabanlı mekanı yönlendirdiği sonsuz, yapay bir dünyadır (Benedikt, 1991). Kavram ilk defa William Gibson tarafından 1982 yılında yayınladığı “Burning Chorme” isimli kitabında telaffuz edilmiştir. Fakat bu teorinin tamamını Gibson 1984 yılında yayınlanan “Neuromancer” isimli eserinde ortaya koyabilmiş bu yüzden siberuzay kavramı da bu noktadan sonra önem kazanmıştır (<http://38>, 2000). Gibson kitabında siberuzayı şöyle tanımlamıştır: “Siberuzay; hergün, her milletten milyarlarca yasal kullanıcı

tarafından tecrübe edilen ortak sanrı. Banka bilgisayarları tarafından absorbe edilen grafik sunumundaki veriler. Tasavvur edilemeyecek bir kompleks. Takımyıldızı halindeki bilgi kümeleri.” (Gibson, 1984). Siberuzayın fiziki bir kimliği yoktur. Bilgisayar ağları herhangi bir fiziki yapıya uymazlar. Siberuzay onu destekleyen fiziki yapıdan -teller, kablolar, çipler- bağımsız olarak yaşar. Alışıl gelmiş mekan ve zaman kavramının konseptini tamamıyla değiştirir. Siberuzayın mimarisi belli bir fiziki coğrafi konumda varolmaz. Siberuzayda herhangi bir zamanda herhangi bir yerde bulunabilirsiniz ki dünyanın herhangi bir noktasındaki başka bir insan da aynı anda aynı ortamda bulunabilir (Bertol,1997).

VR’ nin benzetim cihazlarıyla başlayan ve sonrasında mekanik-manuel sistemlerle devam eden gelişimi 1980’ lerden itibaren yüksek teknoloji sistemlerle devam etmiştir. Bu teknolojik katkının etkisi olarak siberuzay kavramı varolmuştur. Bu kavramın anlamını pekiştirmesi, hemen herkes tarafından tecrübe edilmesini ise İnternet Teknolojileri sağlamıştır. Zira web öncesi siberuzay, ATMler, telefon tellerinden ibaretken, yaygın İnternet ağıyla zaman-mekan sınırının ortadan kalktığı sonsuz bir sanal dünya varolmuştur.

4.1.9. İnternet

İnternet kullanıcılarına tek, düzenli bir ağ sunan çok çeşitli bilgisayar ağları topluluğudur (NRCS, 2001). İnternet dünya çapında kişiden kişiye, bilgisayardan bilgisayara bağlantı kurar ve ulusal sınırları, mesafeleri hatta zamanı ortadan kaldırır. İnternetin ilgi çeken diğer bir yönü ise –her ne kadar ilk zamanlarında kurumların desteğiyle oluşturulsa da- gönüllü kişilerin oluşturduğu toplulukların desteğiyle gelişmesidir (Miller, 2005). Günümüz İnterneti 1969 yılında halen ARPA olarak bilinen Amerikan İleri Savunma Araştırma Merkezi DARPA tarafından “ARPANET” ismiyle üretilmiştir. ARPANET 1969 yılının Eylül ayında dört noktada; Stanford Araştırma Enstitüsü, California Üniversitesi Santa Barbara, California Üniversitesi Los Angeles ve Utah Üniversitesinde çevrimci durumuna geçmiştir. Birinci testin başarısının ardından ARPANET hızla büyüdü ve eş zamanlı olarak ordu faaliyetleri dışında da kullanılmaya başlandı. Üniversite ve endüstri devlerinin çalışmaları ve Ulusal Bilim Fonu NSF’ ye yaptıkları öneriler sonucunda 1981 yılında Bilgisayar Bilimleri Ağı CSNET kuruldu (Miller, 2005). Bundan iki yıl sonra ARPANET’ e bağlı tüm bilgisayarların birbirleriyle

iletişimi için tek bir protokol takımında karar kılındı. TCP/IP ismiyle adlandırılan bu protokol ailesi ağ işlevlerini yerine getirmede büyük standardizasyon sağladı. Öyle ki bu tarihe kadar 700 bilgisayar arasında kurulu ağ 80' lerin sonuna gelindiğinde 200.000'e, 97 sonunda ise 20.000.000'a ulaştı (Stroud, 1999). İnternetin hızlı gelişiminde 1990 yılında ilk versiyonu sunulan Windows işletim sisteminin de önemi yadsınamaz. İnternetin siberuzayın işlevselliğini ve görselliğini artırarak popülerite kazandırması yorumu Windows-internet ilişkisi için de geçerlidir. Microsoft firması tarafından üretilen Windows grafik ara yüzü sayesinde kısa sürede gerek internet gerekse bilgisayar kullanımını yaygınlaştırmıştır. Bilişim Teknolojisi 90' larla birlikte eğitimden ticarete, kamu kuruluşlarından eğlence sektörüne hayatın her alanına girmiştir. Kurumlar ya da bireysel kullanıcılar belli amaçları için tüm dünyaya kendilerini lanse edebilecekleri sitelerini oluşturmuşlardır.

4.1.9.1. Tarayıcılar ve HTML

İnternet üzerinde ulaşılmak istenilen verilerin görüntülenmesi için tarayıcılar kullanılır. Microsoft Internet Explorer, Netscape Navigator gibi tarayıcılar html dilini bilgisayar monitöründe görülen grafik imgelere dönüştürür. HTML (Hipermetin Biçimleme Dili) metin esaslı bir dildir. Bu dille yazılan kodlar tarayıcının özelliklerine göre resim, ses, ve animasyon dönüşümleriyle kullanıcıya sunulur (Gottleber, 1998).

HTML' nin ilk harfi olan "H" hiperbelge (Hypertext) kalıbından gelmektedir. Sıradan metinlerden farklı olarak Hipermetinler okuyucuya kendi rotasını seçme imkanı verir. Örneğin bir kitap sayfaları sırayla okunmak üzere tasarlanmıştır. 2. sayfa 1.' yi, 3. de 2.' yi takip eder ve bu şekilde devam eder. Tabii ki bazı kısımlar atlanmak istenebilir fakat bu konuda arka sayfadaki indeksten başka yardımcı yoktur. Oysa bilgisayar tabanlı hipermetinler okuyucuya istediği anda istediği kısma ulaşma imkanı sunar (Pfaffenberger ve ark., 2004). Hipermetin, sistemde ağlar bulunduğunu ve bu ağlar ile başka şeylere ya da yerlere aynı belge içinde veya dışında ulaşılacağını gösterir. Genel olarak "ağ" ekranda görülen ve aktive edildiğinde değişik tepkiler veren işaretlerdir. Örneğin fareyle bir ağa tıkladığında yeni bir html belgesi açılabilir, bir müzik çalmaya başlayabilir veya bir videoklip oynamaya başlayabilir (Gottleber, 1998). HTML -

ayrıca http- İsveçli bir bilgisayar uzmanı olan Tim Berners-Lee tarafından keşfedilmiştir. Amacı enstitüdeki araştırmacıların araştırmalarını İnternet üzerinden paylaşma açmaktı. Lee HTML' yi 1989 yılında dünyaya lanse etmiştir. HTML kullanıcıya yazılan metni hipermetin olarak webe yerleştirmek için tasarlandı. Açılımında yer alan “biçimleme” kelimesinden kasıtsa sunumun okuyucuya daha çekici, eğlenceli bir şekilde sunulmasıydı. Nitekim HTML' nin bu konudaki başarısının en büyük göstergesi ticaretin İnternete girişinin onunla birlikte başlamasıdır (Pfaffenberger ve ark., 2004).

4.1.9.2. URL ve Protokoller

URL açılım olarak “birörnek kaynak yerleştiricisi” anlamına gelmektedir. URL kullanıcıya ulaşılması istenilen kaynağın yerini, yani adresini tanımlar. Bir URL, kullanıcıyı bazen farklı bir web sayfasına, bazen aynı sayfa içindeki farklı bir sayfaya, bazen de bir resme yönlendirebilir. Örneğin <http://home.netscape.com/> Netscape' in, <http://www.yahoo.com> Yahoo'nun ana sayfalarının URL'leridir. URL ler belirli kurallara uymak zorundadır. Bu kurallar sayesinde tarayıcılar ve diğer programlar URL'leri algırlarlar. URL' nin genel formu; protokol://alan adı/yol/dosya, şeklindedir (Gottleber, 1998). Örneğin Anadolu Üniversitesi Kütüphanesi'ndeki elektronik kitaplara ulaşmak için yazılacak URL; <http://www.kdm.anadolu.edu.tr/veritabanlari/ebrary.htm> şeklindedir. Bu örnekte “http” protokol, www.kdm.anadolu.edu.tr alan adını belirtirken, veritabanları yolu, ebrary.htm ise dosya ismini tanımlamaktadır.

Bir web sayfasına ulaşım dört aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla bağlantı, ne istenildiğinin web servisine iletilmesi, cevap ve ilgili sayfaya bağlantının kesilmesidir. Bu aşamalar iletişim kurallarını tanımlayan bir protokolü oluştururlar (http-40, 2006). Herhangi bir URL nin protokolü tarayıcıya ne tarz bir bilgiye, nasıl bir işlem yapılacağını açıklar. http, ftp, e-mail, bu protokollerin bazılarıdır. Örneğin web ortamında çoğunlukla karşılaşılan ağlar kullanıcıyı başka bir web sayfasına yönlendirir. Bu sistem http protokolüyle kurulur. Bir başka örnek olan ftp protokolüyle genellikle bir bilgisayardaki dokümanların, başka bilgisayarlar tarafından indirilmesi veya yüklenmesi (download-upload) amacını güder (Gottleber, 1998).

URL nin protokolden sonra gelen kısmı alan adıdır. Alan adı dosya veya bilginin fiziki konumunu belirler. Bir alan adı IP (İnternet Protokol) adresiyle veya bu alan için alınmış özel bir alan adıyla tanımlanır. IP adresi bir, iki veya üç basamaklı, araları noktalarla bölünmüş dört rakam grubundan oluşur. Örneğin; 198.95.251.5 bir IP adresidir ve web üzerindeki bir bilgisayarı tanımlar. Kullanıcıların büyük çoğunluğuna, rakamları hatırlamak isimleri hatırlamaktan çok daha zor geldiğinden rakamlar yerine kelimeler ön plana çıkmıştır. Bir başka deyişle 198.95.251.53' ün yerini home.netscape.com almıştır. Alan adları çok uzun olabilirler (Gottleber, 1998). Çoğunlukla alan adlarının uzantıları vardır;

gov	: Kamu kuruluşları
edu	: Eğitim kurumları (üniversiteler gibi)
org	: Ticari olmayan, kar amacı gütmeyen kuruluşlar
com	: Ticari kuruluşlar
mil	: Askeri kuruluşlar
net	: Servis Sunucuları (İnternet Servis Sağlayıcıları gibi)

Çizelge 4.1. Alan adı uzantıları

Bazı uzantılar alan adının ait olduğu ülkeyi göstermektedir. Örneğin tr, Türkiye'yi, fr, Fransa'yı, au ise Avustralya'yı belirtmektedir.

4.1.10. VRML

HTML ilk günlerinden beri basit bir etkileşim formuna sahipti. Örneğin kullanıcı bir web sayfasını çağırdıktan sonra üzerinde yer alan bir kelimeye ya da resme tıklayarak başka bir sayfaya ulaşabilmekteydi. Bir başka deyişle uzun ve karmaşık semboller içeren bir adresi yazmak yerine bir tuşa basarak farklı bölümlere geçebilmekteydi. Zamanla bu geçişler geliştirildi. Örneğin kullanıcının sayfaya yerleştirilen bir telefon figürüne tıklayarak ilgili telefon numaralarına ulaşması, ya da bir ajanda resmine tıklayarak zaman-iş programını incelemesi sağlanmıştır (Marrin-Campbell, 1997). Fakat İnternette etkileşim üzerine daha radikal, etkileyici arayışlar devam etmiştir. Bu bağlamda üç boyutlu görünümünün sunumunun sağlanmasıyla VRML sayesinde gerçekleştirilmiştir. VRML'nin (Virtual Reality Modeling Language) Türkçe karşılığı sanal gerçeklik modelleme dilidir. VRML sanal gerçek ortam ya da objelerin internet üzerinde yayımlanmalarını sağlayan bir dildir. VRML sayesinde web üzerindeki üç boyutlu

bir obje kullanıcının açısına, pozisyonuna, ışık kaynağına göre farklı algılanır. Veya kullanıcı VRML ile yaratılmış yapay bir dünya içine girip dolaşabilir. Web üzerindeki böyle bir uygulama oldukça önemli bir gelişmedir. Örneğin bir evin dışarıdan çekilmiş bir resmini görmektense içine girip yatak odasını incelemenin ne derece etkileyici olacağı açıktır. Bir başka deyişle bir anlatımda binlerce kelime yazmak yerine bazen bir resim koymanın daha etkileyici olacağı söylenmektedir ki üç boyutlu ortamlar binlerce resimden oluşmaktadır (Marrin-Campbell, 1997).

VRML' nin varoluşu 1994 yılında yapılan Avrupa Web Konferansına dayanır. Bu konferansta internette üçüncü boyutla ilgili standart gerekliliğine değinilmiştir. Tim Berners ilk defa VRML kelimesini telaffuz etmiştir. Bu kısaltma o gün "Virtual Reality Markup Language" (Sanal Gerçeklik İşaretleme Dili) olarak sunulmuştur. Bu sunum o kadar yoğun ilgi görmüştür ki sistemin geliştirilmesi için bir mail grubu kurulmuştur ve gruba iki binden fazla katılımcı dahil olmuştur. Bu grupta yer alan sanatçılar ve mühendisler kısa sürede VRML1' i üretmişlerdir. Aynı zamanda kısaltmanın açılımı da "Virtual Reality Modelling Language" olarak değiştirilmiştir. Bu grubu Silicon Graphics firması desteklemiştir. Fakat VRML1 sınırlı etkileşimi ve animasyondan yoksunluğu nedeniyle yetersiz kalmıştır. VRML2 olarak adlandırılan program da gene SGI firması tarafından mühendis Gavin Bell' in öncülüğünde geliştirilmiştir. Bu program ağ üzerindeki etkileşimi maksimize etmiş, animasyonlara olanak vermiştir (Marrin-Campbell, 1997).

Bir VRML dosyası yaratılacak olan sanal dünyanın metinsel tanımıdır. Bu metinler herhangi bir metin işlemcisi yardımıyla yazılır. VRML dosyası bir şeklin nasıl yaratılacağını, neye koyulacağını, rengini ve bunlar gibi daha birçok parametreyi belirtir. VRML dosyaları .wrl uzantısıyla biter. Bir tarayıcı bu uzantıyı algıladığında bu dosya içinde tanımlanan sanal dünyayı inşa etmeye başlar (Ames, 1997). VRML dosyaları dört ana bileşenden oluşur;

- VRML başlığı
- İlk örnek (prototip)
- Şekiller, alıcılar, alfabe
- Rota

Bir VRML dosyasının oluşunu için bu dört bileşenin tamamına ihtiyaç olmamakla birlikte dosyanın olmazsa olmazı VRML başlığı'dır. Bunlar dışında VRML dosyaları;

- Yorumlar
- Node'lar
- Alanlar ve alan değerleri
- Tanımlı node isimleri
- Kullanılmış node isimleri

gibi parçalar da içerebilir. Şekil 4.18'de yer alan metin Şekil 4.17.'deki figürün (Ames, 1997) VRML dilindeki yazımıdır. Metin "VRML V2.0 utf8" satırıyla başlamaktadır. Bu kısım "VRML başlığı" olarak adlandırılan ve tüm VRML dosyaları için gerekli olan kısımdır. rnek olarak verilen bu başlık bu dosyanın bir VRML dosyası olduğunu, VRML 2.0 versiyonuyla yazıldığını ve uluslar arası UTF-8 yazım karakteriyle yazıldığını belirtmektedir. UTF-8 karakteri bir çok dilde yazıma olanak verir. Bu set herhangi bir bilgisayarda bulunabilecek tüm karakterleri içerir.



Şekil 4.17. VRML metniyle hazırlanmış obje (Ames, 1997)

```

(a) #VRML V2.0 utf8
# A Brown hut
Group {
  children [
    # Draw the hut walls
    Shape {
      appearance DEF Brown Appearance {
        material Material {
          diffuseColor 0.6 0.4 0.0
        }
      }
      geometry Cylinder {
        height 2.0
        radius 2.0
      }
    },
    # Draw the hut roof
    Transform {
      translation 0.0 2.0 0.0
      children Shape {
        appearance USE Brown
        geometry Cone {
          height 2.0
          bottomRadius 2.5
        }
      }
    }
  ]
}

```

Şekil 4.18. Silindir ve Üzerindeki Kesik Koninin VRML Metni Olarak Yazımı (Ames,1997)

VRML metinlerinde “yorumlar” olarak adlandırılan ve VRML dosyasıyla ilgili ekstra bilgi içeren satırlar bulunmaktadır. Bu yorumlar yaratılan VRML dünyasında görsel olarak değişikliklere neden olmazlar. Bu yorumlar programlayıcıya dosyaya not eklemesi konusunda yardımcı olur. Bu notlar dosyanın içeriği, görülen imgelerin yaratılış sistemi hakkında hatırlatmalar yapar. Yorumlar başlarına kare (#) işareti konularak yazılır. VRML tarayıcıları, metinlerinde kareden sonra yazılan bilgileri sunmazlar. Şekil 4.18.’deki şeklin metninde yer alan “# Draw the hut walls” kalıbı yorumlara bir örnektir ve dosyanın bir bölümünü anlatmak için kullanılmıştır.

VRML dosyalarının bir diğere bileşeni node' larıdır. Node' lar şekil, renk, ışık, konumlanma, bakış açısı, animasyon stili gibi bir çok kriteri belirlerler. Örneğin Şekil 4.17' de yer alan silindir;

```
Cylinder {  
    height 2.0  
    radius 2.0  
}
```

node' uyla tanımlanmıştır. Köşeli parantezler, aralarında kalan verileri gruplarlar. Metnin başında yer alan "Group" node' uysa şekli oluşturan silindir ve koni birleşeceğini anlatmaktadır.

VRML dosyalarında nitelik belirtmesi amacıyla "alan" lar kullanılır. Yukarıdaki örnekte height 2.0 ve radius 2.0 olmak üzere iki alan vardır. Bu alanlardan ilki silindirin yüksekliğini, ikincisiyse yarıçapını belirtmektedir. Daha bir çok alan ekleyerek renk, şekil parlaklık gibi nitelikleri belirtmek mümkündür. VRML metni yazılırken alan değerlerinin tanımlanmadığı varsayılın. Bu durumda metni sunacak olan tarayıcı otomatik olarak şekli tanımlar ki bu tanımda silindir yarıçapı 1 yüksekliği 2 birimdir (AMES, 1997).

VRML web ortamına yüksek etkileşimli ve 3 boyutlu bir forma dönme olanağı sağlamıştır. Zamanla sanal ortamların İnternet ortamına taşınması büyük yol kat etmiştir. Öyle ki VR' nin sunum ve izleme aygıtları da sisteme dahil olmuştur. Bu katılım tasarımcının sanal ortama dalıp dünyanın diğere ucundaki tasarımcıyla ortak çalışmalar yapmasına dahi imkan sağlamıştır.

4.2. Sanal Gerçeklik Donanımları

4.2.1. Sanal Gerçeklik Sunum Sistemleri

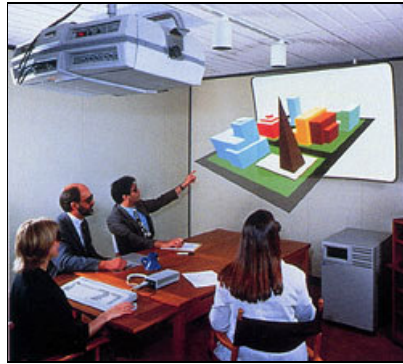
Bilgisayar teknolojilerinin oluşturulmasında en önemli rolü oynayan optimizasyon, yani en uygun kombinasyonun seçimi sanal gerçeklik teknolojilerinde de farklılık göstermez. Yani sanal gerçeklik teknolojilerinin görsel sunumunda da hız, doğruluk, ekonomik uygunluk gibi faktörler göz önünde bulundurulur. Bu faktörler arasında belki de en önemlisi imgenin detay derecesidir ki bu kriter, karşısında tarama hızını bulur. Bu bağlamda sunum için gerekli sistemler avantaj ve dezavantajlarıyla aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

4.2.1.1. Masaüstü Sistemler



Şekil 4.19. Toplayıcı gözlüklerle kullanılan Monitor Z Screen (http-12, 2003)

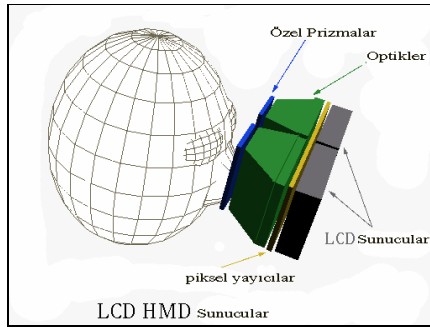
Masaüstü sistemlerde kullanıcı alışlagelmiş masaüstü bilgisayardan yararlanır. Sistem monoskopik veya stereoskopik görüntüler verebilecek basit bir donanım ve bu donanımda sunumu hazırlayacak yazılım yardımıyla oluşturulur. Bilgisayar ekranında veya bir perdede üç boyutlu imgeler oluşturulur ve sunulur. Bu sistemlerin avantajı çok ucuz ve kolay erişilebilir olmalarıdır. Bunun yanında oldukça net görüntü sunumuna ve etkileşime olanak verirler (http-12, 2003). Bugün herhangi bir mimari büroda ya da imalathanede dahi masaüstü sistemler kullanarak sunumlar, etütler gerçekleştirilmektedir. Masaüstü sistemleri VR teknolojilerinin en basit uygulaması olarak addedilebilir. Kuşkusuz en büyük dezavantajı kullanıcıya sarmalanma hissi vermemesidir. Bu dezavantaj ancak stereo film ya da resimlerin üç boyutlu gözlüklerle takip edilmesi durumunda bir parça giderilebilir.



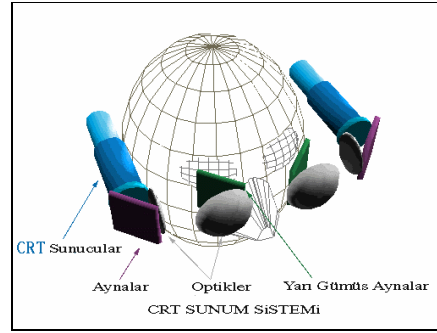
Şekil 4.20. Projektör yardımıyla kullanılan Projection Z Screen (http-12, 2003)

4.2.1.2. Başa Takılı Sunum Sistemleri

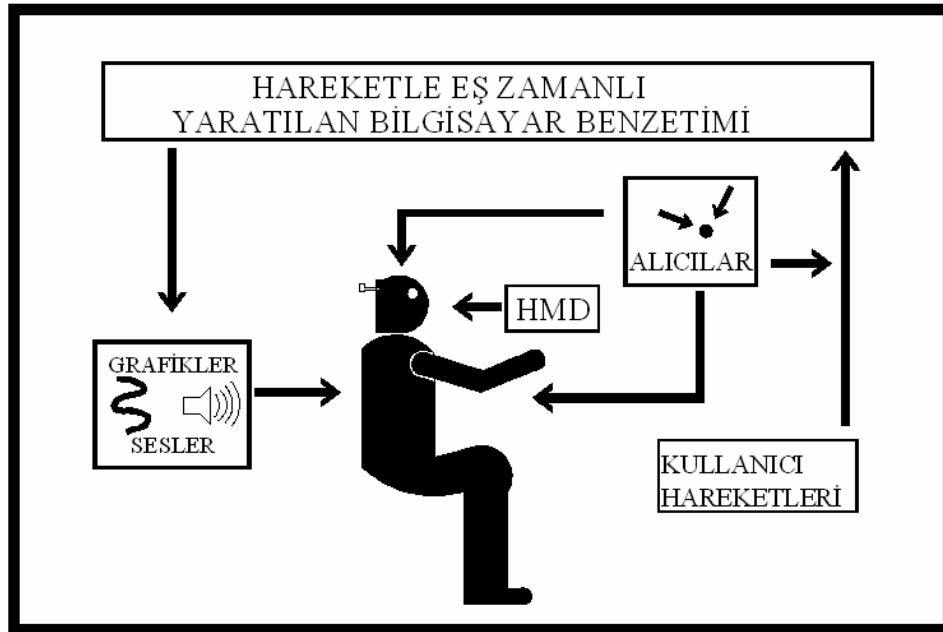
Başta takılı sunum sistemlerinde izleyicinin gözlerinin önünde devamlı bir ekran bulunmaktadır. Görüntü, yani sanal çevre olarak oluşturulan kesit başa takılı kask vs.' nin kullanıcının yönelmelerine göre kontrol edilir. Başın hareketlerinin algılanmasının hemen sonrasında bilgisayar tarafından yeni bir görüntü yaratılıp sunulur. Bu esnada kullanıcı kulaklıklar aracılığıyla bilgisayar kontrolündeki sesleri duyar. Başta takılı sunum sistemlerinin LCD HMD, CRT HMD, Fiber Optik HMD ve Projeksiyon HMD gibi çeşitleri bulunmaktadır (http-29, 2004).



Şekil 4.21. LCD HMD' nin çalışma Prensibi (http-26, 2006)



Şekil 4.22 CRT HMD' nin çalışma Prensibi (http-26, 2006)

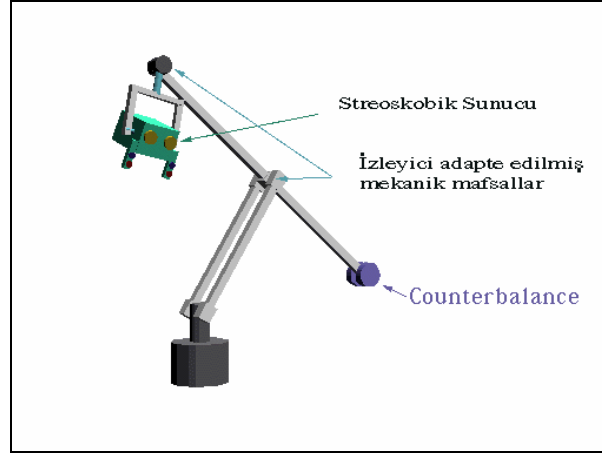


Şekil 4.23 Başa Takılı Sunum Sisteminin Çalışma Prensibi (Heim, 1998)

Başta takılı sunum sistemleri kullanıcıda sanal bir ortama girme hissi açısından başarılı olsa da alan limitinin kablolarıyla sınırlı olması en büyük

dezavantajdır (http-29, 2004). Yine de sanal gerçeklik kavramının karşılığını belki de en çok karşılayan sunum sistemidir. Gerek görüntü gerekse ses efektleriyle kullanıcıyı tamamen sanal ortama taşır. HMD kullanıcıya istediği yere bakma seçeneği verir fakat görülen ve duyulan her şey bilgisayar tarafından yaratılmaktadır.

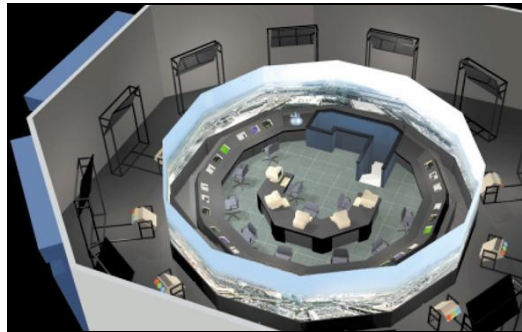
4.2.1.3. BOOM



Şekil 4.24. Boom Sunum Sistemi (http-26, 2006)

BOOM açılım olarak "Binocular Omniorientation Monitor" yani "Tüm Yönlü Yönlendirilmiş Dürbün" anlamına gelmektedir. BOOM sunum sistemlerinde monitör, mafsallı bir kola monte edilmiştir. Mafsallara mekanik izleyiciler yerleştirilmiştir. Monitörün dengesi için kolun diğer kısmına ağırlık yerleştirilmiştir. Bu sayede monitör serbest bırakıldığında dengede kalır. Sistemde kullanıcı, kolu kavrayıp gözlerini dürbüne yaslar. Sonrasında yaptığı hareketlerin mekanik izleyiciler tarafından algılanıp yeni görüntülerin sunulmasıyla çalışır (http-29, 2004).

4.2.1.4. CAVE



Şekil 4.25. Sanal Ortamın Bir Odada Yaratılması (http-12, 2003)



Şekil 4.26. Duvara Yansıtma Metoduyla Yaratılan Sanal Gerçeklik Örneği (http-12, 2003)

Sanal gerçeklik görsel sunum sistemlerinin bu sayılan çeşitlerinden çeşitli kombinasyonlar meydana getirmek de mümkündür. CAVE olarak adlandırılan sanal odalar bunlardan bazılarıdır. Diğer bir adı da “VR room” yani “sanal gerçek oda” dan türeyen “VROOM” dur. CAVE sistemlerde kullanıcı ya da kullanıcılar bir odanın içine girerler. Bu odanın ebadı değişkendir. Bazen gerçekten bir oda büyüklüğünde bazen de büyük bir salon kadardır. Bu mekanın duvarlarına istenilen sunum yansıtılır. Sistem bu şekliyle de basit bir sanal gerçeklik örneğidir. Fakat CAVE sunum sistemlerinin kabul gören esas sistemi bu mekana giren kullanıcının vücuduna izleyiciler de takmasıdır. Vücudun belli yerlerine takılan izleyiciler sayesinde görsel ve işitsel olarak verilen efektler tamamen katılımcının hareketlerini esas alır (Heim, 1998) Tasarlanan senaryo itibariyle etkileşim gerçekleştirilir. Bu tip sunumların HMD ve diğer sunum sistemlerine göre en büyük artısı tek katılımcı yerine sınırsız katılımcıya aynı anda hizmet verme özelliğidir. Ayrıca katılımcılar sisteme dahil olduklarında dahi sohbetlerine devam edebilmektedirler.

4.2.1.5. Sanalküre (Cybersphere): Küresel Projeksiyon Sistemi

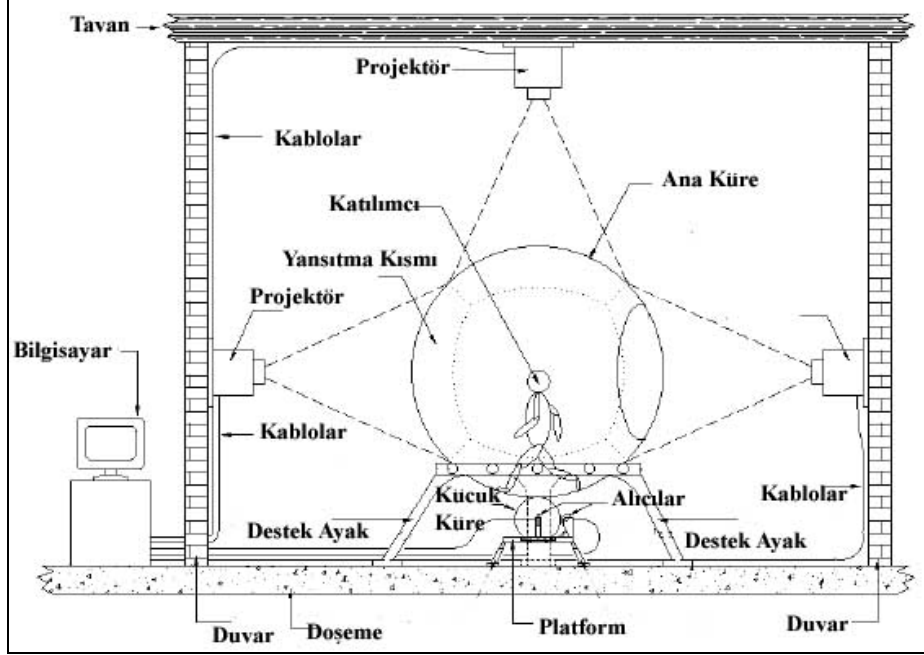
Masaüstü sistemler, HMD, BOOM ve CAVE sunum sistemlerinin avantajları ve dezavantajları olmakla birlikte, hepsinin en büyük ve ortak eksiği kullanım alanlarının sınırlı olmasıdır. Tüm bu sistemlerde bazen kablolar, bazen de duvarlar kullanıcının hareket ve yönelme mesafelerini sınırlamaktadır. Bu yüzden sunumlar gerçek ortamın doğallığından çok uzaklaşmakta bu da sistemin etkisini azaltmaktaydı. Sanalküre kullanıcıya hareketlerinde sınırsız özgürlük getirmektedir ve sanal gerçeklik sunum sistemlerinin en yeni versiyonudur. Sistem sayesinde kullanıcı yürüyebilmekte, koşabilmekte, zıplayabilmekte,

kısacası gerçek hayattaki sınırsız hareket kabiliyetinin aynısını sistemde yaşabilmektedir (http-52, 2003).

Sistem 1998 yılında Julien Eyre tarafından geliştirilmiştir. Sistemin ana mekanizması 3.5 m çapındaki, içine girilebilen ve sadece ışığın geçmesine olanak tanıyan saydam küredir. Küre Yüzeyi ışığı geçirebilmesi için polikarbonat esaslı bir malzemedir yapılmıştır. Bu şekilde dışarıdan yansıtılan görüntüler küre içindeki gözlemciye ulaşmaktadır (Tokman, 1999). Şekil 4.27' de görüldüğü gibi kullanıcı sanal ortamda tamamen sarılmıştır. Katılımcı tüm yönlendirmelerine göre küre anında tepki vermekte ve sanal dünyada çok gerçekçi bir yolculuk başlatmaktadır. Küre, gözlemcinin yer değiştirme hareketlerine duyarlı olacak şekilde toplar üzerinde dönebilmektedir. Kürenin herhangi bir yöne doğru olabilecek serbest dönüşü, küreyi destekleyen düşük basınçlı hava yastıkları üzerinde sağlanmaktadır. Sistemde büyük kürenin altında bir küçük küre daha bulunmaktadır. Alıcılarla donatılan bu küre ana kürenin tersi istikamette çalışarak izleme görevini üstlenmiştir. Katılımcının yönelmeleri tespit edildikten sonra sistem dahilindeki bilgisayara gönderilir ve buna göre katılımcıya yeni ortamlar sunulur. Sistemde sunular kürenin etrafına –biri üstüne, dördü etrafına olmak üzere- yerleştirilen beş adet projeksiyon cihazıyla gerçekleştirilir (Tokman, 1999).

Sanalküre yi çok değişik sektörlerde kullanmak mümkündür;

- Mimarlar ve tasarımcılara yapıyı inşasından önce bire bir sunabilmesiyle mimarlık ve inşaat sektöründe,
- Tehlikeli aktiviteleri tecrübe etmek amacıyla ordu ya da ilk yardım alanlarında,
- Dünyanın diğer ucunda olsa bile bir gayrimenkulu müşteriye bire bir sunabilme yeteneğiyle emlak sektöründe,
- Katılımcıyı istediği şehirde hissettirebilme olanağıyla seyahat acentelerinde,
- Adeta rakipsiz sarmalanma hissiyle eğlence sektöründe kullanılabilir (http-52, 2003).



Şekil 4.27. Sanalkürenin Çalışma Sistemi (http-52, 2003)

Sanalküre diğer sunum sistemlerinin önemli bir dezavantajı olan sınırlı kullanım alanını ortadan kaldırmıştır. Kullanıcıya adeta sonsuz bir yapay dünya sunulabilmektedir, zira katılımcı bulunduğu yerde kilometrelerce yürüyebilmektedir. Bunun yanında sistem veri eldiveni ya da manevra kolu gibi herhangi bir VR etkileşim aygıtına ihtiyaç duymamaktadır.

4.2.2. Sanal Gerçeklik İzleme Sistemleri

İzleme aygıtları sanal gerçeklik sistemlerinde vücutta monte edildikleri kısımların pozisyonunu ve yönelmelerini denetlemek ve sisteme bildirmek amacıyla kullanılır. Etkileşim aygıtlarının pek çoğu ancak izleme aygıtlarıyla birleştirilerek etkinleştirilir. Örneğin başa takılı bir sunum aygıtında izleme aygıtı başın pozisyonu ve hareketleriyle ilgili ölçümleri yapar. Veya veri eldivenine yerleştirilmiş bir izleme aygıtı katılımcının elini algıladıktan sonra elin yapacağı bütün hareketleri takip eder (http-26, 2006).

İzleme aygıtlarının çalışma prensibi X,Y, Z koordinatlarının tespiti ve izlenen kısmın belli bir referans noktası ya da pozisyona göre hareketlerini ölçmeye dayalıdır. Bu bağlamda sistemin üç ana bileşeni vardır; sinyal veren bir kaynak, sinyalleri algılayan bir reseptör ve algılanan sinyalleri işleme sokup bilgisayarla iletişim kuran bir kontrol aygıtı (http-26, 2006).

İzleme aygıtlarının verimi kullanılan cihazın çözünürlüğü ve doğruluğuna göre değişir. Aygıt kaynak arası mesafe, çevresel faktörler; aygıt ve kaynak arasına giren cisimler, büyük metal objeler, monitörlerin yaydığı radyasyon ve çeşitli sesler izleme aygıtlarının verimini etkileyen faktörlerdir (http-26, 2006). İzleme aygıtlarının kullandığı araç ve teknikler itibariyle çeşitleri bulunmaktadır.

4.2.2.1. Mekanik İzleyiciler

Mekanik izleyiciler armatür şeklinde bir masa lambasını andıran aygıtlardan, yüksek donanımlı iskelet sistemlere kadar uzanan hızlı ve doğruluğu yüksek izleyicilerdir (http-27, 1998). Bu aygıtlar belli bir referans noktası ve hedef arasındaki konumu ve yönelmeleri doğrudan kurulan mekanik bağlantıyla çözer. Bu sistemlerde genellikle bir kol, kontrol kutusunu kafa bandına bağlar ve kolun eklem yerlerine yerleştirilen ölçüm cihazlarının referans noktasına göre kaydettiği ölçümlerle izleme gerçekleştirilir. Dezavantajı katılımcının hareket alanının kolun uzunluğuyla sınırlanmasıdır (http-26, 2006).



Şekil 4.28. Mekanik izleme aygıtı örnekleri (http-12, 2003)

4.2.2.2. Elektromanyetik İzleyiciler

Bu aygıtlar birbirine dik olarak konumlanmış üç adet tel bobinin izlenmesi istenen kısımda bir ünite içine yerleştirilmesi ve sonrasında hareketler esnasında oluşan manyetik alan şiddetlerinin ölçümü esasına dayanır (http-26, 2006). Oldukça popüler olan elektromanyetik izleyiciler 2.54 cm (=1 inç)' lik bir küp ünitenin içine dahi sığdırılabilmeleri itibariyle oldukça kullanışlıdır. Elektromanyetik izleyicilerin dezavantajları manyetik izleyicilere göre yavaş çalışması ve çevreden yayılan elektromanyetik alanlardan etkilenmesidir. Örneğin çevrede bulunan metal bir aksam, ya da yapının içerdiği metaller, radyo, televizyon ve benzeri elektronik cihazlardan yayılan dalgalar sistemin doğruluğunu etkiler. Günümüzde çevreden gelen dalgaları kesecek, yalıtılmış

ortamlar yaratılabilmektedir fakat bu ortamların maliyeti göz önünde bulundurulursa sistemin pratikliği ortadan kalkar (http-12, 2003).



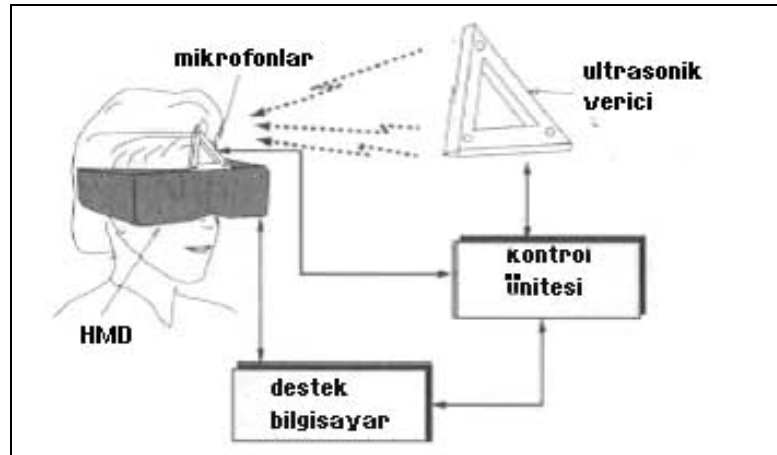
Şekil 4.29. Veri eldivenine yerleştirilen elektromanyetik izleme aygıtları (http-12, 2003)

4.2.2.3. Ultrasonik (Akustik) İzleyiciler

Ultrasonik izleyiciler hedef objenin pozisyon ve yönlenmelerini ölçmek için ultrasonik (yüksek frekanslı) ses dalgaları yayarlar. Bu işlem “uçuş süresi” (TOF) ve “tutarlı evre” olmak üzere iki farklı teknikle yapılabilir (http-26, 2006).

TOF izleme sistemleri ultrasonik ses dalgaları yayan bir verici ve bu dalgaları alan özel bir mikrofondan oluşur. Dalganın vericiden çıkıp alıcıya varması esnasında geçen süre göz önünde bulundurularak hedef objenin uzaklığı hesaplanır. Pozisyon tespiti içinse üçgenel bir şema kurulması gereklidir ki bunun için üç ayrı verici ve üç ayrı alıcı kullanılır (http-12, 2003).

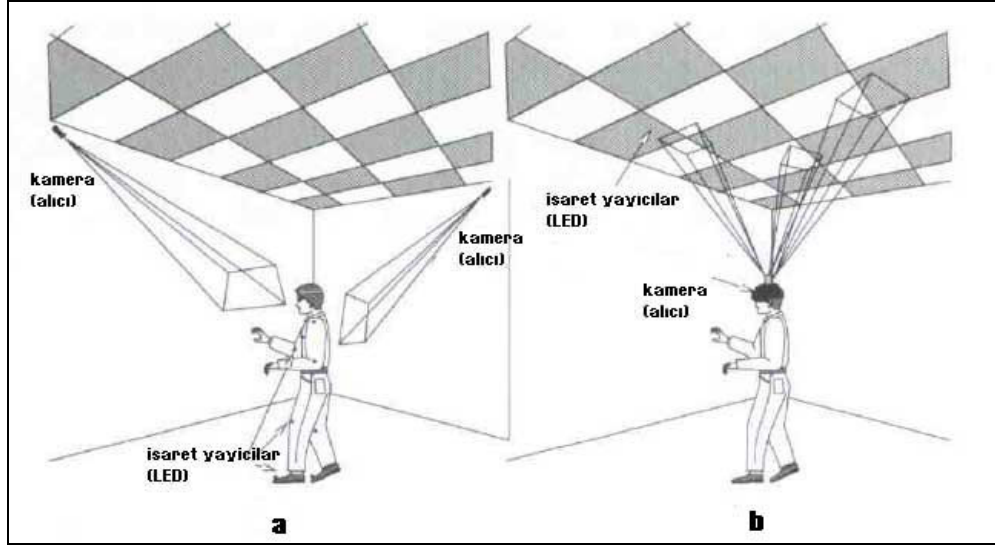
“Phase coherence” izleme sistemleri ise hedef objeye yerleştirilen vericinin yaydığı ses dalgaları ve referans noktasına yerleştirilen bir başka vericinin yaydığı dalgaların durum-evre farklılıklarının ölçümüne dayanır (http-26, 2006).



Şekil 4.30. Ultrasonik İzleyicinin Çalışma Prensibi (Burdeu, Coiffet 2003)

Bu tip izleyicilerin avantajı ucuz ve kolay bulunabilir olmaları ve ebadının küçüklüğüdür. Bunun yanında ses hızının sıcaklık, basınç ve neme göre değişmesi sistem üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Ultrasonik izleyicilerin bir diğer dezavantajı da çevreden gelen seslerin dalgaları saptırmasıdır (http-12, 2003).

4.2.2.4. Optik İzleyiciler



Şekil 4.31. Optik İzleyici (Burdeu, Coiffet 2003)

Optik izleyiciler de ultrasonik izleyiciler gibi üçgensel bir düzeneğe ihtiyaç duyarlar. Optik izleyicilerden iki farklı sistem kurmak suretiyle yararlanılabilir. İlk sistemde izleme algılayıcısı –bu bir kamera, fotosensör veya fotodiyot olabilir- sabit bir şekilde çevreye konumlandırılır. İşaret yayıcıları Şekil 31-a'daki gibi kullanıcının belli noktalarına yerleştirilir. Kullanıcının hareketleri dolayısıyla işaret yayıcıların kameralara yaklaşıp uzaklaşması esas alınarak koordinat ve yönelme tespiti yapılır. Şekil 31-b'de sunulan ikinci sistemin çalışma prensibi ilkinin tam tersidir. Yani işaret yayıcılar –bunlar çoğunluk LED'tir- sabit noktalarda konumlandırılırken alıcı kameralar kullanıcıya takılır (Burdeu, Coiffet 2003). Sistem oldukça hızlı ve doğru sonuçlar vermektedir fakat oldukça pahalı olması ve hareket alanının kısıtlı olması dezavantajlarıdır (http-27, 1998).

4.2.2.5. İnertial İzleyiciler

İnertial izleyiciler açısal momentumun korunumu prensibiyle çalışan sistemlerdir. Direk olarak vücuda monte edilir ve vücudun hareketlerini bir referans noktasına bağlı olarak saptar. İvmelendirici ve cirooskop olmak üzere iki

çeşidi bulunmaktadır. İvmelendiriciler adından da anlaşılacağı gibi hareket eden vücudun ivmelerini algılayan ve tepki veren sistemlerdir. Cirooskop sistemlerdeyse belli rotada, ters yönlerde hareket eden iki ışık dalgası kullanılır. Alıcı hareket ettirildiğinde yayacağı ışınların bağıllığı göz önünde bulundurularak saptama gerçekleştirilir. Bu tip izleyiciler çok yüksek hız ve doğruluk derecesine sahiptirler fakat maliyetleri yüksektir (http-12, 2003).

4.2.3. Etkileşim Cihazları

Sanal ortamlarda kontrolü sağlamak amacıyla bir çok aygıt geliştirilmiştir. Zira iki boyutlu ortamda bir fare ya da klavye istenilenleri gerçekleştirmek için yeteriyken içine dalınan 3D ortamlarda kontrolü sağlamak için daha komplike aygıtlar gereklidir. Örneğin bir bardak su içme eyleminin fareyle nasıl gerçekleştirileceği büyük bir soru işaretidir. İlk olarak akla bu eylem için klavyeden komut yazmak gelebilir. Fakat ne kadar su içileceği, hangi bardaktan su içileceğini belirlemek oldukça zor ve uzun bir işlemdir. Ayrıca tüm bu komutlar için gerekli, hatasız sözdizimini tespit etmek çok daha uzun zaman alan bir eylemdir. (http-26, 2006) Bu bağlamda tüm bu sorunları gidermek amacıyla bir çok kontrol cihazı geliştirilmiştir.

4.2.3.1. Eldivenler

Bilim adamları sanal çevredeki eylemleri gerçekleştirmede insanın gerçek ortamlarda en çok kullandığı organı olan “el” den yola çıkmışlardır. Sanal ortamlarda da insanın elini kullanabilmesinin inanılmaz kolaylıklar ve sanallık hissi yaratacağı açıktır. Bu eylemleri gerçekleştirmek için özel eldivenler hazırlanmıştır.

Veri eldivenleri bu eldivenlerden biridir. Çok hafif olan Lycra malzemesinden imal edilen veri eldivenlerinde iki adet ölçüm cihazı bulunmaktadır. Bu cihazlardan ilki parmakların bükülme, uzalma-kısalmasını saptayan ölçücüdür. Her parmağın bir ucunda bulunan fotosensör, diğer kısmındaki LED’ e fiberoptik kablolarla bağlanmıştır. LED’ in yaydığı ışınlar fotosensör tarafından algılanır. Diğer ölçüm cihazıysa koordinat ve yönlenme tespiti için kullanılır. Bu ölçüm cihazının da bir adet verici istasyon ve eldivene yerleştirilen bir alıcı olmak üzere iki ana parçası bulunmaktadır. Gerek alıcı gerek verici birbirine dik olarak konumlandırılmış üç bobine sahiptir.

SANAL GERÇEKLİK			
	DONANIM	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Sunum Sistemleri	Masaüstü Sistemler	Erişim kolaylığı, düşük maliyet, görüntü netliği, etkileşim imkanı	Dalma ve sarmalanma hissi yok
	Başa Takılı Sunum Sistemleri	Yüksek sarmalanma ve etkileşim hissi	Yüksek maliyet, Erişim güçlüğü, Hareket alanının kablolarla sınırlı olması
	BOOM	Yüksek sarmalanma	Erişim güçlüğü, Hareket alanın çok sınırlı olması
	CAVE	Sınırsız sayıda katılımcı, geniş hareket alanı, etkileşim imkanı	Yüksek maliyet
	Sanalküre	Yüksek sarmalanma, sınırsız ve rahat hareket alanı	Yüksek maliyet, Sınırlı Katılımcı
İzleme Sistemleri	Mekanik	Yüksek hız ve doğruluk	Sınırlı hareket alanı
	Elektromanyetik	Ergonomikliği, geniş hareket alanı	Yavaşlığı, çevreden gelen dalgalardan Etkilenip sapma göstermesi
	Ultrasonik	Düşük maliyet,ergonomi, erişim kolaylığı	Çevreden gelen seslerden etkilenme, Ortam koşullarından etkilenme
	Optik	Yüksek hız ve doğruluk	Yüksek maliyet, kısıtlı hareket alanı
	İnertial	Yüksek hız ve doğruluk	Yüksek maliyet, bazı çeşitlerinde çevresel koşullardan etkilenme

Çizelge 4.2. Sanal Gerçeklik Sunum ve İzleme Sistemlerinin Karşılaştırılması

(http-12, 2003, http-29, 2004, Heim, 1998, http-52, 2003, Tokman, 1999, http-26, 2006, http-27, 1998, Burdeu, Coiffet 2003, kaynaklarından VR sunum ve İzleme Sistemlerini Özetlemek Amacıyla Yorumlanmıştır.)

Vericide meydana gelen elektrik akımı manyetik alan oluşturur. Elin hareketlerinin manyetik alanda meydana getirdiği farklılıklar ölçüme olanak verir. Veri eldivenleri ileri teknoloji, doğruluk payı yüksek aygıtlardır. Fakat eline takılacak kişinin parmaklarına göre özel ayar gerektirmesi ve yüksek maliyeti dezavantajlarıdır (http-26, 2006).



Şekil 4.32. Veri Eldiveni (http-30, 2004)

- Bir diğer eldiven çeşidi olan kuvvet eldivenleri veri eldivenlerinin çok ucuz bir versiyonu olarak ta adlandırılabilir. Zira aynı fonksiyonları değişik yöntemler kullanarak gerçekleştirmektedir. Bükülmeleri ölçmek için plastik kaplanmış iletken bir şerit kullanılır. Bu şeritler her parmağa ayrı ayrı yerleştirilir. Parmak katlandığında iletken üzerindeki elektrik akımı değişik dirençlerle karşılaşacak hareketler saptanacaktır. Koordinat ve yönelmelerin tespiti içinse basit bir ultrasonik izleme metodu kullanılır. Eldivene yerleştirilen iki adet ultrasonik vericinin yaydığı ultrasonik dalgalar sabit alıcı tarafından algılanır. Güç eldivenleri ucuz ve kullanım kolaylığı olan aygıtlardır. Fakat veri eldivenleri gibi kullanıcı eline göre ayarlanma gerekliliği gösterirler. Ayrıca doğruluğu veri eldivenlerine göre daha düşüktür (http-26, 2006).

- Becerikli El Ustası (DHM) olarak adlandırılan eldivenlerse mekanik izleme yöntemi kullanırlar. Eldivenden çok iskeletimsi bir görüntüye sahiptirler. Gerek veri gerek güç eldivenlerinden daha yüksek doğruluk derecesine sahiptirler. Kullanıcının eline göre ayarlanma gerekliliği göstermeseler de kullanımları oldukça güçtür (http-26, 2006).

VR Sistemlerde kullanılan eldivenler görüldüğü gibi belli –diğer VR donanımlarındakilere benzeyen- artıları ve eksileri olan aygıtlardır. Örneğin veri eldivenleri yüksek etkileşim ve doğruluk kalitesine karşın kullanıcının eline öre ayar gerektirmektedir ve yüksek maliyetlidir. Daha düşük maliyetli kuvvet eldivenlerininse doğruluk derecesi düşüktür. DHM’ lere bakıldığında da düşük maliyete karşın kullanım güçlüğüyle karşılaşılmaktadır. Bunları değerlendirecek olan tasarımcı çalışmasına ve maddi olanaklarına göre en uygun eldiveni kendisi seçecektir. Dezavantajlarıyla birlikte eldivenler kullanıcıda yapay ortamda olma hissini arttırmakta ve kuvvet topları, fareler gibi diğer etkileşim aygıtlarına oranla daha gelişmiş bir yapı sergilemektedirler.

4.2.3.2. Kuvvet (Uzay) Topları

Kuvvet topu üzerine kuvvet uygulanan fakat tam olarak yerinden hareket ettirilemeyen bir toptur. Uygulanan kuvvet topun merkezinde bulunan alıcı tarafından algılanır ve bilgisayara gönderilir. İlk kullanan kişi dahi 15-20 dakika içerisinde sisteme hakim olur. Ayrıca kuvvet toplarında herhangi bir hareket söz konusu olmadığından çok az yer kaplar. Etkileşim içeren sanal gerçeklik uygulamalarında verimleri düşüktür (http-26, 2006).



Şekil 4.33. Kuvvet Topu örnekleri (http-12, 2003)

4.2.3.3. Fareler ve Manevra Kolları

Fare ve Manevra kolları özellikle 2D ortamlarda basit işlemleri gerçekleştirmede oldukça verimli aygıtlardır. Üç boyutlu ortamlar için geliştirilmiş fareler de bulunmaktadır. Bu aygıtlarda da pozisyon ve yönelmelerin tespiti için izleme aygıtlarıyla donatılmışlardır (http-28, 2006).

Sanal gerçeklik kavramının telaffuz edilmesi ve somut bir kavram olarak “teknoloji” payesini alması 80’lerle birlikte gerçekleşmiştir. Çok açıktır ki bu,

bilgisayar teknolojilerinin gelişimiyle gerçekleşmiştir. Donanımlı bir sanal gerçeklik uygulamasını hayata geçirmek ancak günümüz bilgisayarlarıyla mümkün kılınmıştır. Örneğin kullanıcı başını çevirdiğinde izleyici bu yönelmeyi anında algılayıp bilgisayara aktarmalı, bilgisayar da yeni konumlanmaya göre yeni görüntüleri sunmalıdır. Bu çift taraflı akışın gerçek ortam hızına yetişmesi ve gerçek ortam düzeyinde algılanması kullanılan bilgisayarların sığasıyla orantılı olacaktır.

4.3. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Kullanım Alanları

4.3.1. İmalat İşleri

Günümüz imalat uygulamalarında, 3D bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin hemen her aşamasına rastlanmaktadır. Örneğin bir otomobil ya da uçak tasarımında hava akımından, aerodinamik yapının kontrolüne kadar simülasyonlarla bir çok efekt gözlenmektedir. Bunun yanında sanal gerçeklik teknolojileri ergonomiyle ilgili çalışmalarda da büyük yararlılık göstermektedirler. Şekil 4.34' te görüldüğü gibi tasarımcı ya da mühendis hangi parçanın nerede en uygun duracağı, düğmelere ulaşabilirlik kararlarına rahatça varabilmektedir ([http-30, 2004](http://30, 2004)).



Şekil 4.34. Sanayi sektörü için hazırlanmış bir araç simülasyonu (<http-31, 2004>)

4.3.2. Eğlence Sektörü

Sanal gerçeklik teknolojilerinin oldukça yoğun olarak kullanıldığı bir başka alan da eğlence sektörüdür. Bir çok firma sanal gerçeklik prensipleriyle oyunlar üretmektedirler. Bu oyunların çok geniş kitlelere hitap etmesi bu sektörde yoğun çalışmalara, dolayısıyla da donanım alanındaki büyük ilerlemelere neden

olmuştur. Örneğin grafik ivmelendirici kartların oluşumu ve bugünkü yoğun kullanımı eğlence sektörü sayesinde. Bu kartlar on sene öncesine kadar oldukça yavaş ve yüz binlerce dolara mal olurken yoğun talep günden güne geliştirilmelerini ve yaygınlaşarak ucuzlamalarını sağlamıştır. Başa takılı sunum sistemleri ya da eldivenlerin gelişiminde de eğlence sektörünün rolü yadsınamaz. Bunun yanında son yıllarda dikkati çeken bir diğer uygulama “konum esaslı eğlence merkezleri” (LBE) isimli sistemlerdir. Yüksek teknoloji bu simülasyon sistemlerinde görüntü kalitesi ve hız oldukça yüksektir (http-30, 2004).



Şekil 4.35. LBE örneği (http-32, 2007)

4.3.3. Benzetimli Eğitim Çalışmaları

Uçuş benzetimleri sanal gerçeklik kavramının telaffuzundan çok önceleri kullanılmaya başlanmıştır. Pilot eğitimi için uçak kullanmanın yüksek maliyetinden ötürü benzetim cihazları kullanılmaya başlanmıştır. Cihazlar kısa sürede maliyetlerini amorte edebilmektedirler. Bunun yanında benzetim cihazları eğittiği kişiye rutin bir uçuştan farklı olarak varyasyonlar, yapay sorunlar yaratma yeteneğine sahiptir. Maliyet ve teknik açıdan büyük yararlılıklar sağlayan bu simülasyonlar aslında sanal gerçeklik teknolojilerinin oluşumunda da büyük rol oynamıştır (http-30, 2004). Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ve sanal gerçekliğin yaygınlaşması sürecinde benzetim cihazlarının yaygınlaşması olasıdır. Ehliyet sınavlarından fiziki test gerektiren tüm mesleklerde kullanılması olasıdır.

4.3.4. Tıp

Günümüzde sanal gerçeklik teknolojilerinin büyük rol oynadığı bir alan da tıptır. Hassas operasyonların gerçekleştirilmesinde cerrahlar başa takılı sunum sistemlerinden faydalanmaktadır. Sistem sayesinde en hassas noktalara en uygun

müdahaleler yapılabilmektedir. Bunun yanında tamamen sanal ortamlarda eğitim amaçlı sanal ameliyatların yapılabilmesi de mümkün kılınmıştır. (http-30, 2004)



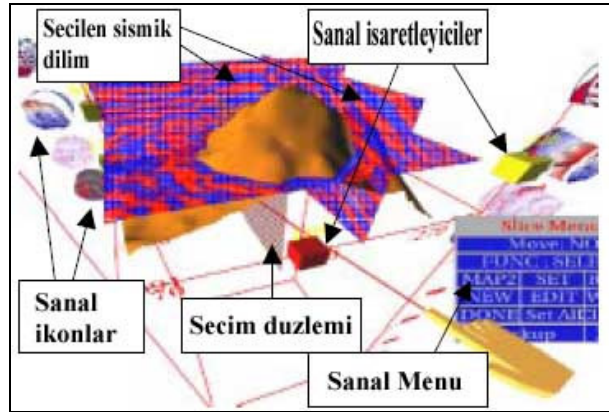
Şekil 4.36. Uçuş Benzetimleri
http-30, 2004)



Şekil 4.37. Tıp Alanındaki Uygulama
Örneği (http-34, 2007)

4.3.5. Geoteknik Çalışmalar

Gerek sismik, gerekse yer altı kaynaklarına yönelik araştırmalarda sanal gerçeklik teknolojilerinden faydalanılır. Eldeki verilerden yararlanılarak modellenen yeraltına anlık sanal frekanslar gönderilerek öngörülerde bulunulur (http-35, 2000).



Şekil 4.38. Geoteknik Çalışmalarda Sanal Gerçeklik Teknolojileri (http-35, 2000)

4.3.6. Sanat

Sanal gerçeklik teknolojilerinin sanat dallarındaki varlığı iki farklı şekilde ele alınabilir. İlki sanatsal bir aktiviteyi gerçekleştirmek için teknoloji kullanımınıdır. Son yıllarda sıklıkla şahit olunan projeksiyon sunumları, gerçek-zaman video sunumlarıyla gerçekleştirilen performanslar bunun bir parçasıdır. Marcos Novak, Diana Gromala ve Jacov Sharir “Dancing with the Virtual

Derwish:Virual Bodies”(sanal dervişle dans:sanal vücutlar) isimli çalışmalarında başa takılı sunum sistemi kullanarak sanal ortama dalan kullanıcının figürlerini ortama yansıtarak daha komplike bir çalışma gerçekleştirmişlerdir (Bertol,1997).



Şekil 4.39. Dancing with the Virtual Derwish:Virual Bodies'ten bir kesit (<http://39>, 2006)

Çalışmanın yaratıcıları Mevlana ve semazenlerden etkilenerek kullanıcının etrafına sanal ortamda figürler sergileyen semazenler yerleştirmişlerdir. Başlangıçla birlikte kullanıcı inanılmaz bir dalma hissine kapılmıştır (Heim, 1998). Bu çalışma bir çok disiplini içermesi itibariyle çok önemlidir; zira teknolojiyen, felsefeye, tarihe, psikolojiye kadar geniş yelpazeli bir çalışmadır.

Sanal gerçeklik teknolojileri diğer yandan varolan sanat eserlerini veya müzeleri özellikle internet aracılığı ile dünyanın her tarafına ulaştırmayı başarmışlardır.

4.3.7. Psikolojik Rahatsızlıkların Tedavisi

Sanal ortamlar fobilerin ve diğer psikolojik bozuklukların tedavisinde de kullanılmaktadır. Bu tipte yapılan tedavi sanal gerçek terapi (VRT) olarak adlandırılmaktadır. Alışlagelmiş terapi tekniği fobilerin açığa vurularak korkunun üzerine gidilmesinden ve aşama aşama azaltılmasından ibarettir (NORTH, 2002). VRT uçuş korkusu, açık alan korkusu, kapalı alan korkusu, yükseklik korkusu ve topluluk önünde konuşma korkusu gibi bir çok fobinin tedavisinde kullanılmaktadır.

VRT ile ilgili yapılan ilk deneme 1992 yılının Kasım'ında uçuş korkusu üzerine gerçekleştirilmiştir. Uçuş korkusu olan 32 yaşında evli bir kadın tedavi amacıyla her biri 30 dakikadan oluşan 8 seansa sokulmuştur. Bu seanslarda “Silicon Graphics” firması tarafından modellenen bir şehir etrafında benzetim

cihazıyla tura çıkarılmıştır. Her aşamanın ilk etabında yüksek oranda korktuğu görülen kullanıcı ilerleyen dakikalarda bu psikolojiden kurtulmaya başlamıştır. Terapinin sonunda bir helikopterle gerçek şehir turuna çıkarılan hastanın ilk etapta biraz korktuğu daha sonra benzetim cihazında olduğu gibi korkusundan sıyrıldığı ve ilerleyen tarihlerde bu korkudan tamamen kurtulduğu görülmüştür (NORTH, 2002).

1993 başında yapılan bir başka örneğe açık alan korkusu üzerinedir. HMD ve veri eldivenlerinin kullanıldığı bu çalışma altmış katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Bunlardan otuzu deney, otuzu ise kontrol grubu olarak ikiye bölünmüştür. Deneyde esas olarak hazırlanan etkileşimli sanal ortamlarda gezinen deney katılımcı, kontrol katılımcısının vereceği puana göre seviye atlayacaktı. Bu puanlama sistemi bu tip terapiler için geliştirilmiş Öznel Rahatsızlık Derecesi (SUD) adındaki 0-10 puan arasındaki 11 puanlık derecelendirme sistemidir. Uzun çalışmalar sonucunda hazırlanmış sekiz farklı sanal ortamdan ilkinde giren deney katılımcı eğer bu ortamda 0-2 arasında SUD gösterirse bir diğer ortama geçecekti.

Kullanılan sanal ortamlar uzun psikanalizler sonucu oluşturulmuş ortamlardı. Bu ortamlar Atlanta Clark Üniversitesi'nde Silicon Graphics firmasının desteğiyle yaratılmıştır. Bir seviyede katılımcıdan 4x6 boyutlarında içinde tek bir kapı olan boş bir odadan çıkması istenirken bir başka seviyede katılımcı içinde siyah bir kedi olan karanlık bir ahıra sokulmuştur. Büyük başarılarla imza atan bu deney sanal gerçeklik teknolojilerinin bu alanda ilerlemesinde de öncü olmuştur. (NORTH, 2002).

Görüldüğü gibi VR teknolojileri çok değişik alanlarda yoğun bir şekilde varolmaktadır. Kuşkusuz bu yaygınlaşmada VR ve Bilişim Teknolojilerinin gelişmesi, kolay erişilebilir bir hal alması en önemli faktördür. VR teknolojilerini, genel ve yoğun olarak kullanıldığı bu alanlar dışında da görmek mümkündür. VR teknolojilerinin etkileşim ve katılım halinde olduğu bu disiplinlerden en önemlilerinden biri de mimarlıktır.

5. MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİĞİN

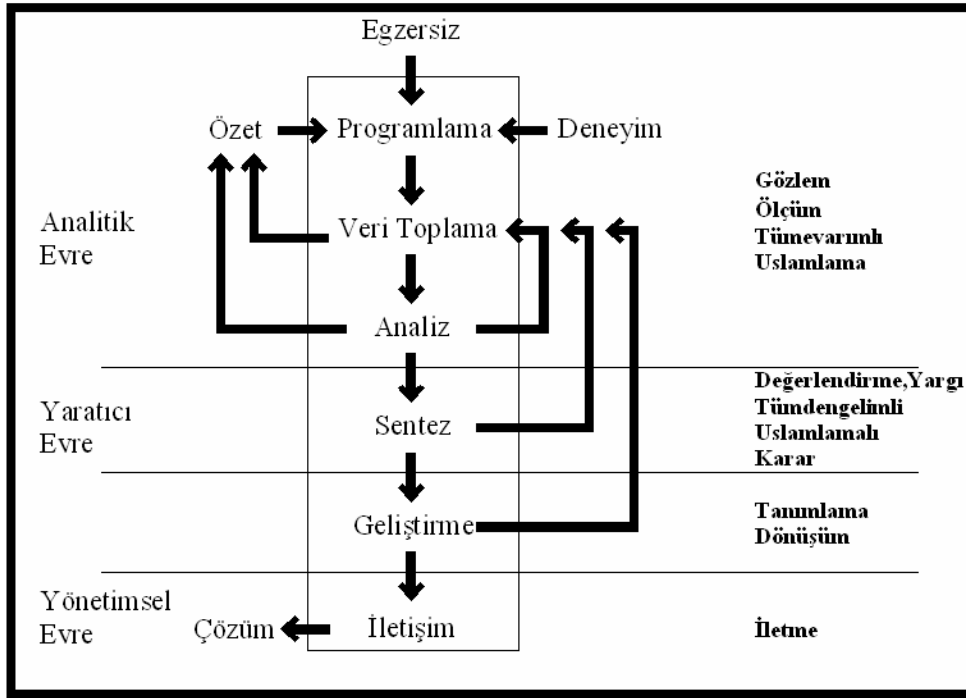
YERİ

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi 3. Boyut, etkileşim ve dalma (içeride olma hissi) sanal gerçeklik teknolojilerinin ana bileşenleridir. Bu bileşenlerin mimari tasarım süreciyle ilişkisi incelendiğinde VR ve mimarlık arasındaki giriftlik ortaya çıkar. Zira mimari yapıtlar doğaları gereği 3 boyutlu olmalarının yanında heykel ya da 3 boyutlu herhangi bir objeden farklı olarak içine d alınabilen yapıtlardır (Bertol, 1997). İçinde dolaşılabilir mimari bir yapıtın bilgisayar ortamındaki en mükemmel sunum şekli de kullanıcının bilgisayar yardımıyla, bilgisayar ortamında bu mekanı gezmesidir. Mimariyle ilgili diğer bilgisayar uygulamalarının sunumları çeşitli çizim ve imajlardan ibaretken sanal gerçeklik kullanıcıyı ortamın içine sokabilir. Bunun yanında mimarinin statik değil, dinamik bir disiplin olduğu prensibinden yola çıkıldığında mimari bir yapıt kavramının ancak birbirini takip eden perspektiflerle mümkün olacağı anlaşılır. Diğer bir deyişle sabit olarak bir eseri incelemektense etrafında dolaşarak onu incelemenin farkı açıktır. Bu bağlamda VR teknolojileri sayesinde mimari bir yapıt hakkında analitik ya da estetik yargılara ne denli kolay varılacağı görülür (Bertol, 1997).

Diğer yandan VR teknolojileri de mimarlık disiplini için çok önemli bir nimettir. Çünkü endüstri kollarının hemen hepsinde numuneler üretmek mümkünken mimaride bire bir ölçekli bir ilk örnek yaratmak imkansızdır. Oysa ki VR teknolojileri kullanıcı ya da tasarımcıya arzu edilen tasarımı bire bir verme, farklı dünyalara sokma yeteneğine sahiptir. VR teknolojilerine kadar bu misyon büyük oranda maketler ya da elle çizilen perspektifler tarafından üstleniliyordu. Fakat maketler, üzerlerinde değişiklik yapılması zor ve proje detayları ile bitişlerin anlaşılması zor objelerdi. Elle çizilen perspektifler de çizilmesi uzun zaman alan, üzerlerinde değişiklik yapılması güç, tek bir açıdan görüntü sunan verilerdi. Bu bağlamda tam donanımlı bir VR sunumunun geleneksel metotlara göre ne denli etkili olduğu fark edilir. Çünkü VR teknolojilerinde saniyeler içinde sınırsız sayıda perspektif almak mümkündür. Bunun yanında günümüz VR sunumlarının detay derecesi de önemli noktaya gelmiştir. Işık-gölge varyasyonları, istenilen malzemenin seçilebilmesi gerçeklik hissini arttırmıştır.

VR uygulamalarını bu gibi tasarımın sunumu, anlaşılması gibi amaçlarla kullanılmasıyla kısıtlamak yanlış olur. Zira mimari tasarım sürecinin tamamına yön verecek kapasitededir. VR destekli bir mimari tasarımda tasarımcı plan, kesit ve görünüşlerin her birinin üzerinde ayrı ayrı durmak yerine üç boyutlu ortamda tasarımın tamamına müdahale edebilmektedir.

Mimarlar tasarımın aşamasına göre VR teknolojilerinden farklı şekilde yararlanırlar. Bilgisayar desteği projenin ölçeği ve türüne göre de farklılık gösterebilir. Bu katılımı daha iyi kavramak için daha önce de bahsi geçmiş olan tasarım sürecini irdelemek gerekir. Şekil 5.1.' te Archer' a ait tasarım süreci modeli görülmektedir. Archer modeli, tasarım sürecini birbirleriyle bağlantılı üç alanda sunması itibarıyla özgünlük gösterir. Bu alanlar harici betimleme, etkinlikler süreci ve problem çözümleyici yani mimardan ibarettir.



Çizelge 5.1. Archer' ın Hazırladığı Tasarım Süreci Modeli (Archer, 1965)

İlk tasarım etkinliği egzersiz ve buna dayalı programlamadır. Bu aşamada tasarımcı problemi analiz eder, detaylı bir program oluşturur. Bu etkinliğin biri dıştan ikisi içten gelmek kaydıyla üç adet girdisi vardır. Dıştan gelen girdi özet, içten gelenlerse egzersiz ve tasarımcının sahip olduğu deneyimdir. Bir sonraki faaliyet veri toplama. Adından da anlaşılacağı gibi tasarımcının veri topladığı, önerilen programın yeniden gözden geçirildiği aşamadır. Bu iki faaliyet tasarımın

analitik evresini oluşturur. Analiz ve sentez evreleri tasarım başlıklarının, özetinin oluşturulduğu aşamalardır. Analiz aşamasından elde edilen veriler sentez aşamasında –ki bu yaratıcı evredir- harmanlanır. Sentez aşamasının sonuçlarının geçerliğinin kontrolü, onayı gerekmektedir ki bunun için geliştirme aşamasına geçilir. İletişim etabıysa Archer modelinde yönetsel evre olarak nitelendirilmiştir (Archer, 1965). Archer’ ın tasarım süreciyle ilgili bir diğer tespiti de tasarımın nesnel incelemeyle tümevarımlı uslamlamayla başladığıdır. Bunun yanında tasarımın ilerleyen etabı öznel kararların verildiği tündengelimli uslamlamamanın yapılması gereken yaratıcı evresidir. Daha sonra da kritik kararların verildiği yönetsel aşamaya geçilir ki bu aşamada da tanımlama dönüşüm ve akabinde iletim faaliyetleri gerçekleştirilir.

Tasarım süreciyle ilgili bu verilerin ışığında VR teknolojilerinin katılımının nasıl gerçekleştiğini incelemek daha yararlı olacaktır. Örneğin analitik evre sırasında tasarımcı geçmiş emsallerden yararlanmak isteyecektir. Günümüzde web ortamında hemen her çeşit çalışma için sınırsız örneğe ulaşmak mümkündür. Öyle ki çalışılan konuyla ilgili sanal müzeleri gezmek dahi olasıdır. Ekonomik, fiziksel tahminlere, iklim şartlarına ilişkin verilere de İnternet Teknolojileri sayesinde ulaşmak mümkündür. Daha da ötesi “Google Earth” isimli program sayesinde İstanbul’daki bir tasarımcı Tokyo’ da hazırlayacağı projenin topografyasını bilgisayarından gözlemleyebilmektedir. Gene gerek analitik gerekse diğer evrelerin bir parçası olan tasarımcı-kullanıcı-uygulayıcı arasındaki iletişimde de sınırlar ortadan kalkmıştır. Bu üç grubun dünyanın üç ayrı noktasında olmasının hiç önemi yoktur ve sanal ortamda bilişim teknolojileri desteğiyle istedikleri zaman buluşabilecekler ve görüntülü olarak proje üzerinde tartışabileceklerdir. Günümüz Bilişim Teknolojilerinin geldiği noktada projeler sayısal boyutları fark etmeksizin birkaç saniye içinde dünyanın herhangi bir noktasına taşınabilmektedir.

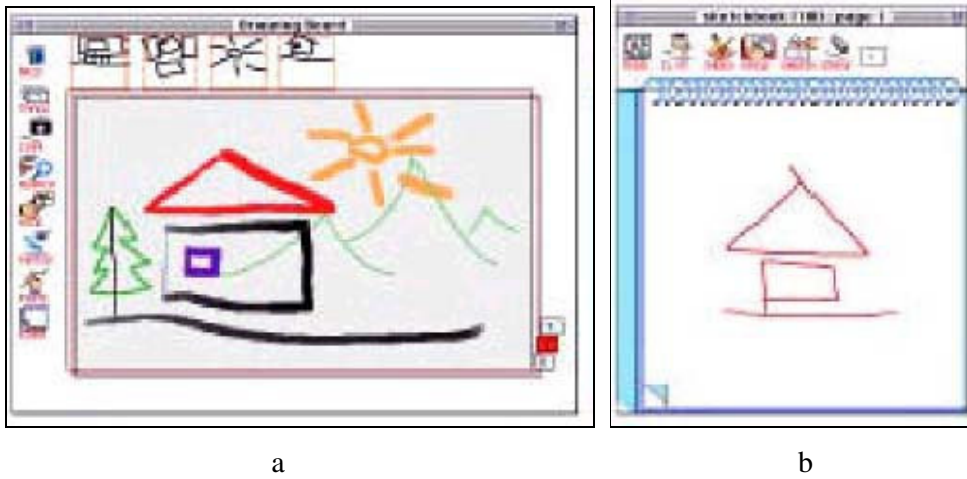
Tasarım sürecindeki tasarımcı-kullanıcı-uygulayıcı arasındaki iletişimin bir boyutu daha vardır. Kullanıcı gerek işlevsellik gerekse estetik açıdan isteklerini tasarımcıya tam olarak anlatabilmeli tasarımcı da ürününü kullanıcıya tüm yönleriyle sunabilmelidir. Bu aşamada oluşabilecek yanlış anlamalar sonucunda ortaya geri dönüşü imkansız durumlar ve sonrasında kullanıcı

memnuniyetsizliği çıkacaktır. Bu durum tasarımcıyla uygulayıcı arasındaki ilişki için de geçerlidir. VR teknolojileri bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak amacıyla da kullanılır. Tasarım şekillenirken ve bittiğinde, VR sistemleriyle, tasarım eylemi katılımcıları mimari ürünleri bire bir algılayabilmektedirler. Kuşkusuz tasarım sürecinde VR teknolojilerinin mimara da büyük yardımı dokunmaktadır. Üç boyutlu ortamdaki algılama hissi, tasarımın tamamına hükmetme kabiliyeti tasarımcının ufkunu genişletmektedir. Konuyla ilgili olarak değişik amaçlarla tasarlanan VR destekli kapsamlı çalışmaların yazılım bağlamında temelini oluşturan bilgisayar programlarının bazıları sonraki bölümde incelenmiştir.

5.1. Tasarım Sürecini Destekleyici Bilgisayar Yazılımları

5.1.1. Düşünme Sürecinde Eskiz: Electronic Cocktail Napkin

Bu program 1994 yılında Marc D. Gross ve Ellen Yi-Luen Do isimli iki tasarımcı tarafından Colorado Üniversitesi'nde tasarlanmıştır. Tasarımcının eskiz yapmasına bilgisayar ortamında izin veren bir yapıya sahiptir. Bir başka deyişle bu program tasarımcıya kalem kağıtla yapacağı eskizin rahatlığını ve sayısal ortamın doğruluğunu, kesinliğini birlikte vermektedir (http-43, 1996).



Şekil 5.1. Electronic Cocktail Napkin Programı'ndan Örnekler (http-44, 1996)

Şekil 5.1.' de programdan örnekler verilmiştir. 5.1.a' da programın ana ekranı sol kısmında komut paneli, sağ kısmında katmanları, üst kısmındaysa hazırlanan katmanlarıyla yer almaktadır. Şekil 5.1.b'deyse programın depolama özelliğine bir örnek verilmiştir. Hazırlanan eskizler program bünyesinde depolanmakta istendiğinde görüntülenebilmektedir. Bu eskizler tablet üzerine yapılırken, figürler ekranda belirlemektedir. Sistemin en önemli özelliklerinden biri

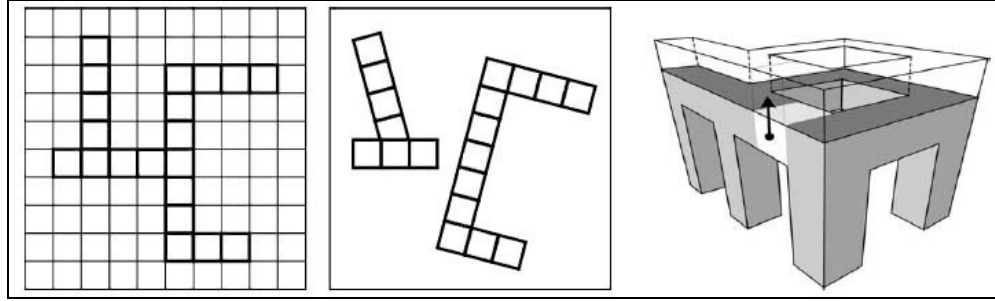
de yapısında varolan kütüphane sayesinde çizilen eskizi yorumlayabilmesidir. Yani tasarımcı bir bölümü yemek odası olarak adlandırdıktan sonra masaya benzer çizdiği bir cisim istendiğinde orijinal bir yemek masasına dönüşebilmektedir.

Tasarımcıları bu programın amacını üç ana başlıkta toplamışlardır;

1. Tasarımcıyı eskiz yapma konusunda destekleme
2. Çizimlerin yönetimini destekleme
3. Tasarım sahasındaki çizimlerin yorumlanmasını destekleme (http-43, 1996)

5.1.2. Kütle Kompozisyonu Çalışmaları: DDDoolz

Dddoolz isimli program tasarımın özellikle kütle çalışması kısmında değişik formlar yakalamak için kullanılan bir programdır. Programı 2002 yılında Eindhoven Üniversitesi'nde tasarlayan Vries ve Achten onu “amaçlarıyla sınırlandırılmış, fakat kullanım alanında çok güçlü” olarak nitelendirmişlerdir. Bu iki tasarımcının referans noktası bina kütlelerini oluşturmak için kullanılan ilk elemanın küp olmasıdır. Daha sonra küplerin çoğalması, kombinasyonları, ebadının değiştirilmesi ve yer yer silinmeleriyle tasarım şekillenmektedir. (http-45, 2002) Şekil 5.2.' de bu küplerin plan ve perspektif olarak nasıl uygulandığının



Şekil 5.2. Dddoolz programından plan ve perspektif örnekleri (http-45, 2002)

örnekleri verilmiştir. Programın önemi ve artıları şu şekilde sıralanabilir;

- Kolay yaratılan ve yönlendirilebilen kütle ve hacimler
- Minimal konut düzeneği
- Kesin ve hatasız kontrol
- Çok kısa bir sürede perspektif alma yeteneği
- Öğrenim kolaylığı (http-45, 2002)

Kuşkusuz bu artılarının yanında programın en büyük eksikliği detay derecesidir. Fakat tasarımcılarının da söylediği gibi program amacına hizmet etmektedir. Programın özellikleri göz önünde bulundurulduğunda onun tasarım öğrencileri için de çok önemli bir araç olabileceği fark edilir. Bu yüzden Eindhoven Üniversitesi'nde bilgisayar destekli mimari tasarımın ilk yılında öğrencilere kullanılmış ve çok başarılı sonuçlar elde edilmiştir (http-45, 2002). Şekil 5.3.' te bu çalışmalardan bazıları görülmektedir.

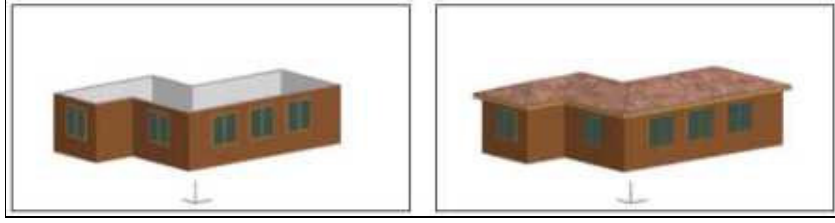


Şekil 5.3. Dddoolz programıyla öğrencilerin yaptığı tasarımlar (http-45, 2002)

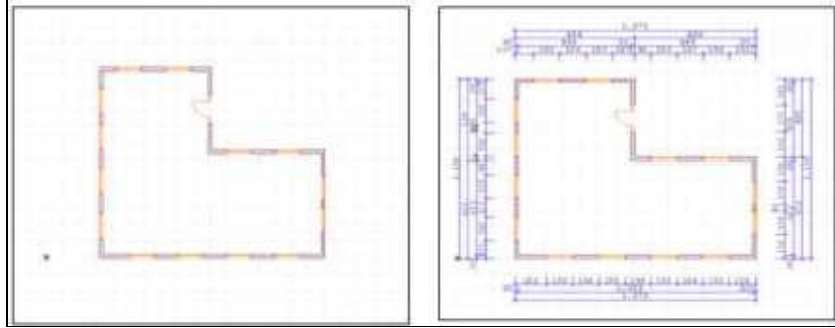
5.1.3. Sanal Sunumlara Hazırlık – Projeye İlgili Öngörüler: Archicad

Graphisoft firması tarafından geliştirilen program tasarımın detaylandırılması, sunumu için kullanılmaktadır. Bir başka deyişle tasarımın eskizinin ardından detaylandırma, değerlendirme ve iletişim aşamalarının tamamına cevap verebilecek kapasitededir. 2000' li yıllarla birlikte bilgisayar destekli mimari tasarımın kabuk değiştirdiği görülür. Şöyle ki daha önce plan, kesit, görünüş gibi mimari sunum öğeleri tasarımcı tarafından bilgisayar ortamında dahi ayrı ayrı çizilmekteydi. Oysa yeni nesil programlarda sistem, plan çizimi esnasında tüm objeler için yükseklik parametresinin girilmesi ve bu sayede görünüş, kesit ve perspektiflerin otomatik olarak oluşmasına olanak vermektedir. Archicad' in günümüzdeki popülerliğinin nedeni bu sistemin öncülerinden olmasıdır. Programın son versiyonu Archicad10' dur. Programda Şekil 5.4.' te görüldüğü gibi sadece bir tuşa basarak çatı oluşturmak ya da Şekil 5.5.' de

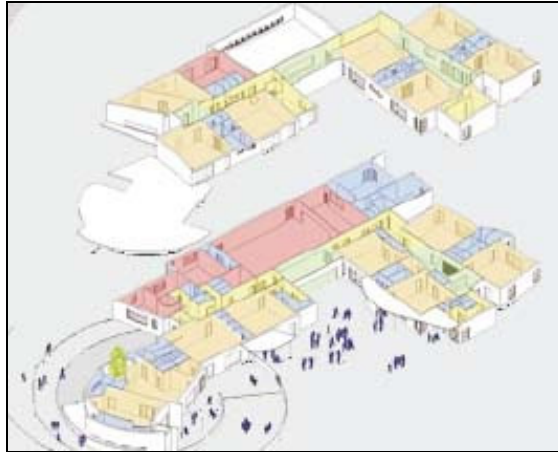
görüldüğü gibi gene tek bir tuşa basarak ölçümlendirme yapmak mümkündür (http46, 2007).



Şekil 5.4. Archicad' de çatı oluşturma (http-46, 2007)



Şekil 5.5. Archicad' de ölçülendirme (http-46, 2007)



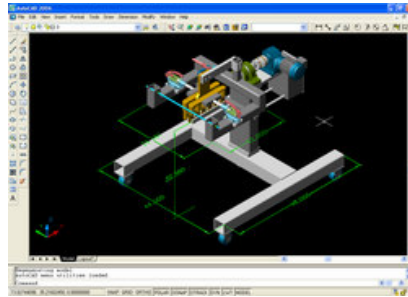
Şekil 5.6. Archicad' de tasarlanan yapının çalışma sisteminin testi (http-46, 2007)

Programın tasarımın detaylandırılmasına ve iletişime ne derece katkıda bulunduğu açıktır. Fakat programın değerlendirme aşamasındaki özellikleri de oldukça güçlüdür. Zira gene tek bir tuşla metraj alma imkanı tanımakta, bununla da kalmayıp sistemin kullanılabilirliğini sanal ortamda test etmektedir. Şekil 5.6.'daki örnekte bir yapının kullanıcılar tarafından nasıl kullanıldığının testi görülmektedir (http46, 2007). Programın yüksek detay derecesi, gerçekçi grafikleri ve animasyon olanaklarıyla da kullanıcılarına yüksek performans sunmaktadır. Çalışmanın 5.2.1 bölümündeki örnekte görüleceği gibi programı

düzenlenecek sanal çalışma sisteme göre çok farklı şekillerde kullanmak mümkündür. Programla hazırlanan sunumlarda dalma hissi düşüktür. Bu yüzden genellikle Archicad' in çok yönlü özelliklerinden yararlanan kullanıcı, bunu sanal gerçeklik sunumu için hazırlanmış programlara aktararak kullanır. Archicad' in ve diğer CAAD programlarının daha iyi kavranması için benzer programların incelenmesi gerekmektedir:

- Autocad: Program CAD yazılımlarındaki en büyük firmalardan 1982 kurulmuş olan Autodesk tarafından geliştirilmiştir. 1980' li ve 90' lı yıllarda program iki boyutluydu ve mesleklere göre özelleşmemişti. Günümüzde temel 3 boyutlu modelleme araçlarına sahip olan program, mimari tasarım için de özelleştirilmiştir (http-55, 2007). Buna rağmen grafik sistemleri ve kullanım kolaylığı açısından mimari tasarım sürecinin 3 boyutlu yürütülmesinde çok başarılı olduğu söylenemez (http-56, 2007).

- 3DS MAX ve 3DS VIZ: Her iki yazılım da Autodesk firması tarafından oluşturulmuştur. Oldukça gerçekçi görüntü ve animasyon sunumlarına olanak vermektedir. Birbirinin hemen aynı olan bu iki programın farkı 3DS MAX' in genel, 3DS VIZ' inse mimari tasarıma yönelik tasarlanmasıdır. Çalışma prensipleri, kullanıcının ekranda aynı anda plan, görünüş ve perspektifi kullanarak tasarımı 3 boyutlu gerçekleştirmesine dayanır (http-55, 2007).



Şekil 5.7. Autocad' ten bir kesit
(http-55, 2007)



Şekil 5.8. 3DS MAX la hazırlanmış bir sunum
(http-55, 2007)

Günümüzde Archicad kullanımının hızla yaygınlaşmasının önemli bir nedeni programın sadece mimari tasarım için belli şablonlar içererek oluşturulmasıdır. Programın kolay kullanılabilir olmasının nedeni içerdiği bu şablonlardır. Bu şablonlu sistemin getireceği dezavantajsa tasarıma bazen sınırlar getirmesi, ya da yaratılmak istenen formun çok güç şekilde oluşturulabilmesidir ki bu probleme Autodesk yazılımlarında rastlanmaz.

5.1.4. Detaylı Sanal Ortamlar Yaratma: INT3D

Bir İtalyan firması olan Pharus tarafından tasarlanmıştır. Program sanal, etkileşimli üç boyutlu ortamlar, yapılar yaratmak için kullanılmaktadır. Bu ortamlar aynı zamanda VRML dosyaları olarak web üzerinde de yer alabilmektedir. Program tasarlanma sistemi itibariyle dosyaları çok küçük boyutlarda oluşturabilmektedir. Öyle ki tefrişi yapılmış bir evin kapladığı alan yaklaşık 100KB civarındadır. Bu diğer programlara göre oldukça düşüktür. Program mimarlara, iç mimarlara, inşaat ve özellikle emlak firmalarına, web tasarımıyla uğraşanlara ve benzeri bir çok sektöre hitap etmektedir. Bunda yüksek görüntü kalitesi ve sanal tur imkanının çok küçük boyutlara indirgenmesinin önemi büyüktür. Bir diğer önemli özelliği programın kullanım sırasında web üzerinden direk olarak destek verebilmesidir. Bu destek “görsel üç boyut editörü” olarak adlandırılan bir sistem ve yüksek kaliteli bir kütüphane ile yürütülmektedir. Kütüphane oldukça zengin olup günümüzün popüler mobilyalarına, firmaların kataloglarından ulaşmak dahi mümkündür. Program ticari olmayan çalışmalar için ücretsiz edinilebilmektedir (http-47, 2007). Şekil 5.9.’ da INT3D ile hazırlanmış sanal turlardan enstantaneler sunulmuştur.



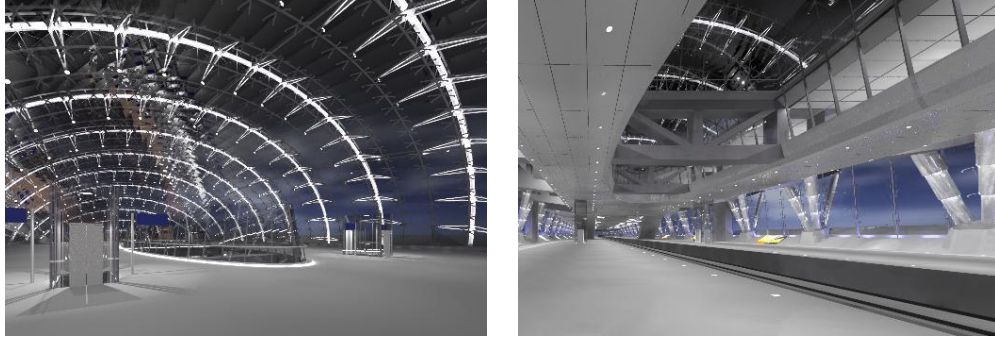
Şekil 5.9. INT3D ile hazırlanmış sanal turlardan enstantaneler (http-47, 2007)

5.1.5. Sanal Gerçek Sunumların Güçlendirilmesi: Rayfront

VR teknolojilerinin yaygınlaşması ve artan rekabet firmaları yeni arayışlara itmiştir. Bu bağlamda birçok program tarama-sunum işlemi, ses efektleri gibi faaliyetler için diğer firmalarla işbirliği yapmış birbirleriyle uyumlu programlar üretmişlerdir.

Bu tarz programlardan biri de Autocad, Intellicad ve 3Dsolar gibi programlarla da uyumlu çalışan Rayfront’ tur. Programı tek başına kullanmakta mümkündür. Üç boyutlu sunumları aydınlatma amaçlı tasarlanmıştır. Gerek yapay ışığı, gerekse günışığını oluşturma yetisi vardır. Program bunu Radiance olarak adlandırılan ve uluslar arası kabule sahip bir aydınlatma hesabının ara yüzü olarak

gerçekleştirir (http-48, 2007). Program sayesinde uygulanan tasarım yeterli, sağlıklı ve işlevsel aydınlatmaya kavuşabilecektir. Bunun yanında program mimari tasarımın sunumunda gerçekçiliği büyük oranda artırır. Sunumların bu tarz programlarla desteklenmesi o kadar yaygınlaşmıştır ki bazı firmalar bu tip programları birleştirme yoluna gitmişleridir. Örneğin ALware firması tarafından üretilen Simulation Manager isimli program tasarımı üç boyutlu olarak aydınlatma, ısı, akustik ve hava akımı açısından analiz edebilmektedir.

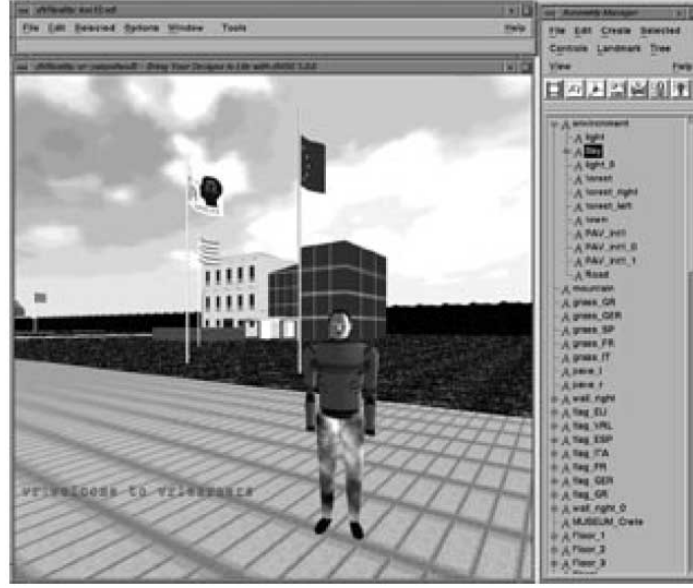


Şekil 5.10. Frankfurt Havaalanı' nın Rayfront' la desteklenen sunumu (http-47, 2007)

5.1.6. Tasarımın İçinde Tasarım Yapma: dVISE

dVISE California' da bulunan Division Ltd. firması tarafından üretilen ticari bir modelleme programıdır. Programcı olmayanların da rahatça kullanabileceği bu program sanal ortamların yaratılmasına ve animasyonların hazırlanmasına olanak verir. Üstelik bu sanal ortamlar oldukça gerçekçi ve gelişmiş ortamlardır. Kullanıcı ister ekranda, isterse daldığı ortamda tasarımlarını tecrübe edebilir ve bu anda tasarımına müdahale edebilir. Program dVS isimli bir sistemin altında çalışmaktadır. Bu sistem sayesinde programa HMD ve izleme aygıtları dahil olabilmektedir. Şekil 5.11' de ara yüzünden bir örnek verilen programın çok önemli bir özelliği de AutoCAD, 3D Studio, Microstation, Wave front, Dassault CATIA ve daha birçok programdan verileri kabul edebilmesidir (http-53, 1998) Bununla ilgili örnek 5.2.1 bölümünde verilmiştir ki bu sanal tasarım atölyesinde Archicad programında hazırlanan veriler dVISE' a aktarılarak sunum gerçekleştirilmiştir.

Program kolay kavranması için oldukça basite indirgenmiştir. Öyle ki tasarımcının çalışması sırasında üç boyutlu bir mönüden faydalanma olanağı da vardır. Tasarımcı tasarımın içindeyken tasarımı şekillendirmektedir. Şekil 5.12' de bu tarz bir mönüden örnek verilmiştir.



Şekil 5.11. dVISE' in arayüzünden bir örnek (http-54, 1999)



Şekil 5.12. dVISE' in 3D mönüsü (http-54, 1999)

5.1.7. 3D Gerçek Zaman Modelleme ve Sanal Gerçek Sunumlar:

Tucan

Tucan programı 2001 Mayıs'ında Almanyada, Jurgen Lautenschlager ve Henry H. Parrey tarafından kurulan Awaron şirketi tarafından üretilmektedir. Şirket sanal gerçeklik dünyasının çok önemli firmalarından ReaLAX' ı 2001 Eylülünde satın almış, sonrasında 2002 yılından itibaren Tucan serisini yayınlamaya başlamıştır (http-33, 2002). Tucanla birlikte firma, çalışmanın 5.2.2. bölümünde de örnek çalışması verilen ReaLAX' ın üretimini durdurmuştur ve şuan sadece eski kullanıcılara destek hizmeti vermektedir.

Tucan 3D gerçek-zaman modellere ve sanal gerçek sunumlara olanak vermektedir. En dikkat çekici özelliği görülmeye değer derecedeki şaşırtıcı grafikleri ve efektleridir. Yüksek performanslı tarama motoruyla büyük boyutlu dosyaları kısa sürede sunabilmektedir. Diğer sanal gerçeklik programları gibi mimarlık, eğlence, emlak gibi birçok sektörde kullanmak mümkündür. Tucan masaüstü sistemlerde ya da CAVE' de kullanmak mümkündür (http-5, 2007). Şekil 5.13.' te Tucan' ın etkileyiciyi sunumundan enstantaneler verilmiştir.

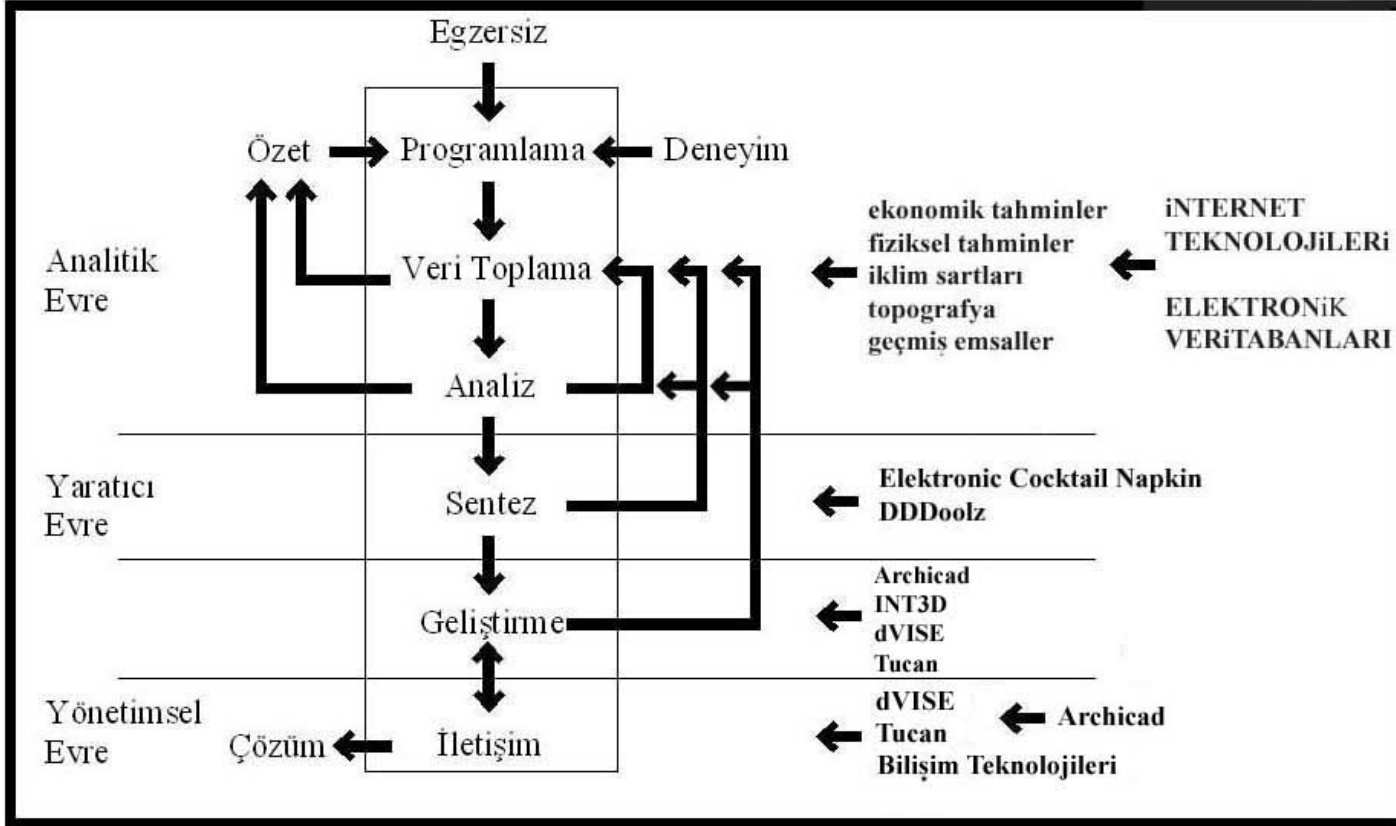


Şekil 5.13. Tucon programından enstantaneler (http-5, 2007)

Çizelge 5.2.' de Archer' ın tasarım süreci modeli yardımıyla sanal gerçeklik teknolojilerinin mimari tasarım sürecine katılımı açıklanmaktadır. Bu katılım en sade şekilde verilmektedir. Zira bu veya benzeri programlar VR donanım aygıtlarıyla birleştirilerek ve değişik kurgular tasarlanarak tasarım süreci desteklenmektedir. Örnek çalışmalar kısmında bu katılımı ilgili çalışmalar sunulacaktır.

5.2. Mimari Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Katılımı

Sanal gerçeklik teknolojilerinin mimari tasarım sürecinde kullanımı ile ilgili sınırsız örnek bulunmaktadır. Bu sınırsızlık yaygınlaşan bilgisayar teknolojilerinin sanal gerçekliği en küçük mimari bürolara hatta bireysel kullanıcılara sunmasından kaynaklanmaktadır. Üç boyutlu sunular, animasyonlar suretiyle amatör tarzda yapılan çalışmalar dışında, sanal gerçekliğin mimari projeyi geniş bir iletişim zinciri içinde çözdüğü işbirliği-atölye çalışmalarının sayısı da her geçen gün artmaktadır. Bu bölümde bu tarzda hazırlanmış atölye çalışmaları örnekleri verilecektir.



Çizelge 5.2. Sanal Gerçeklik Teknolojilerinin Tasarım Sürecine Katılımı (Archer, 1965, http-43, 1996, http-44, 1996, http-45, 2002, http46, 2007, http-47, 2007, http-48, 2007, http-53, 1998, http-5, 2007 kaynaklarından Mimari Tasarım Sürecine VR katılımını açıklamak amacıyla yorumlanmıştır.)

5.2.1. Lund Üniversitesi Kimya Laboratuvarının Tasarımı

Bu çalışma İsveç'teki Lund Üniversitesi'nde 1999 yılının Mart ve Nisan aylarında gerçekleştirilmiştir. Üniversitenin Kimya Bölümü laboratuvarının revizyonunu içeren projenin bir diğer hedefi ortak tasarım süreci için, sanal gerçeklik teknolojileriyle desteklenen bir teknik geliştirmektir. Çalışmanın referans noktası mimari tasarım sürecinde iletişimin önemidir. Zira geleneksel metotlarla tasarımı müşteri ve kullanıcıya tam anlamıyla anlatma imkanı bulunmamasıyla birlikte zaman zaman tasarımcı da onların isteklerini tam olarak kavrayamamaktadır. Tasarlanan, bu gerçek proje 2000-2001 yıllarında tamamlanarak hizmete sunulmuştur. Projenin tasarım sürecine laboratuvarı kullanacak olan kullanıcılar, üniversite yöneticileri, tasarımcılar ve teknik destek ekibi katılmıştır (http-41, 2006).

Çalışma Malmö ve Lund Üniversitesite'lerinin ortak tasarım grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında çalışmada kullanılan CAVE sunum sistemi Chalmers University of Technology tarafından düzenlenmiştir. Tasarım süreci proje takımının laboratuvarı ziyaret edip doküman toplamasıyla başlamıştır. Bu analizler fotoğraflama, video çekimleri ve kullanıcılarla yapılan mülakatlardan oluşmaktaydı. İkinci aşamada elde edilen veriler bir çalışma kitabında toplanarak katılımcılara sunulmuştur. Katılımcılar ikili ve üçlü gruplar halinde çalışmışlar, çalışma kitapları üzerine notlar alıp artı ya da eksi önemli noktaları tespit etmişlerdir. Örneğin duman atılması için kullanılacak davlumbaz – çekerocak- etrafında öğrencilerin kalabalık oluşturduğu fark edilen önemli bir ayrıntıdır. Bu kalabalık yüzünden arkadaki öğrenciler ne yapıldığını tam olarak takip edememekte, tehlikeli kimyasallarla yapılan deneylerdeyse büyük sorun teşkil ediyordu (http-41, 2006).

Projenin bundan sonraki aşaması tasarım oyunu ismindeydi ve belli kütle ve organizasyon yapılarını tanımlamaya yönelikti. Bu aşamada katılımcılara farklı ebat ve renklerde karton parçacıklar dağıtılmıştır. Bu parçacıklar yardımıyla yapılan tasarımlar sonucunda katılımcıların, çekerocakları ortada konumlandırılmış, dairesel bir tasarım ürettikleri ortaya çıkmıştır. Oysa proje mimarları duvarlara paralel olarak sıralanmış sıralar ve çekerocaklar olmak suretiyle katılımcılara nazaran oldukça klasik bir laboratuvar tasarlamıştır. Her iki

tasarım incelendiğinde kullanıcıların tasarladığı mekanın öğrencilere deneyleri izleme ve hareket kabiliyeti açısından avantajlar sağladığı görüldü. Fakat ortamın ve malzemelerin boyutları, yapının modülü göz önünde bulundurulunca merkezde yer alan çekerocak ve buna bağlı dairesel planın da dezavantajları ortaya çıkıyordu. Bu durum mimarların rasyonel, gerçekçi tasarımına da yadsınamaz bir hal kazandırıyor. Bu yüzden bundan sonraki aşama olan tasarımların üç boyutlu modellerinin yapılması ve sanal gerçek ortamlara aktarılması etabında her iki tasarımın da yer almasına karar verildi (http-41, 2006).



Şekil 5.14. Tasarım Oyunu'ndaki katılımcılar (http-41, 2006)

Üç boyutlu imgeler standart bir PC' de Archicad6.0 programıyla, sanal gerçek ortamsa Division firmasının dVISE isimli programıyla yaratıldı. Cave sistemiyle yaratılan sanal ortam katılımcılara iki detay seviyesinde sunuldu. İlk seviyede ortama giren katılımcı duvar, kapı, döşeme, cam ve cam bölücüleri tek renk olarak algılamaktaydı. Malzeme çeşitleri, bitki insan gibi detaylar da bulunmuyordu. Katılımcılar iki haftalık bir süre içerisinde defalarca ortama girdiler ve sonrasında masa başında üç boyutlu modellerle çalışmalarına devam ettiler. Sonuçta merkezde yer alan çekerocak esaslı tasarımın -ki bu kullanıcıların tasarımıdır- 90 derecelik bir döndürmeyle isteklerine cevap verebileceğini gördüler. Bu sonuç mimarların önerisinin tamamen reddi ve katılımcıların kendi önerilerine yoğunlaşmalarına yol açtı. Nitekim doksan derecelik döndürme

hareketi yapılarak ikinci detay seviyesi tasarlandı. Bu etapta katılımcıların istekleri doğrultusunda, tasarımcının da katılımıyla mekan en ufak detaylarına inilerek tasarlandı.

Bu çalışma sanal gerçeklik teknolojilerinin mimari tasarım sürecine katılımında ne denli etkin ve başarılı olabileceği konusunda oldukça önemlidir. Bu sayede kullanıcılar mekanı tamamıyla istenilen işleve göre tasarlamış, mükemmel bir sonuç elde edilmiştir. Yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini direk olarak tasarıma yöneltebilmişlerdir. Aynı zamanda oldukça eğlenceli olan proje sonucunda katılımcılar dışında Üniversite yöneticileri ve mimarların da oldukça memnun kaldığı görülmüştür (http-41, 2006).

5.2.2. Sanal Gerçekliğin Konut Müşterilerini Bilgilendirmede Kullanılması

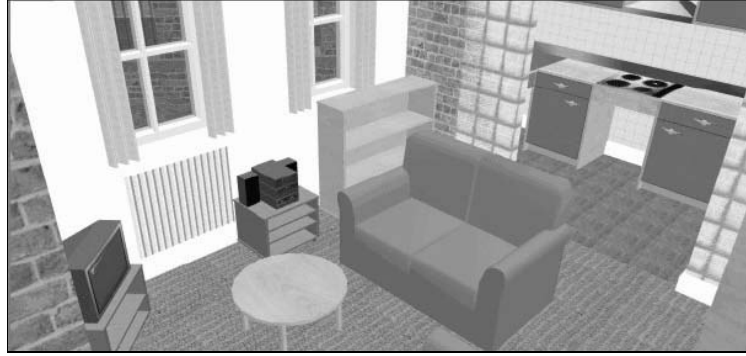
Bu çalışma sanal gerçeklik teknolojilerinin konut sektörü müşterilerini bilgilendirmede ne derece etkili olabileceğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Proje İngiltere’de 2002 yılında gerçekleştirilmiştir. İngiltere’de inşaat sektöründe, tasarımın müşteriye sunumunun oldukça zayıf kalması firmaları harekete geçirmiştir. Zira müşteri binasını ancak tamamıyla inşa edildiğinde görüp, gezip anlamaktadır. Çok açıktır ki inşa tamamlanıp müşterinin beklentilerini karşılamayan bir durumla karşılaşıldığında geri dönüş bazen çok masraflı bazen de imkansızdır. Bu yüzden müşteri tasarım aşamasında mimarinin görsel ve işlevsel öğelerine –form, doku, renk, ışık, ölçek, kullanılabilirlik- hakim olmalıdır. Var olmayan bir yapıda tüm bu bileşenleri yorumlamak, avantajlar ve dezavantajlarını tespit etmek ancak o yapının sanal olarak inşasıyla mümkün olabilir. Tüm bunları göz önünde bulunduran Templar Konut Birliği (Templar Housing Association) yeni yapılacak bir apartman kompleksi için sanal gerçeklik teknolojilerinden yararlanmaya karar vermiştir. Hedefleri modelleyecekleri konutlarda düzenleyecekleri sanal turlar ile müşterilerinin memnuniyetini kazanmak ve doğal olarak tüm daireleri satmaktır. Müşteri memnuniyeti ile ifade edilmek istenen müşterilerin daireleri tamamlandığında hayal kırıklığına uğramamaları, tam anlamıyla istediklerini elde etmeleridir.

Projede, 3 boyutlu sunumlar ReaLAX isimli programla gerçekleştirilmiştir. Program iki boyutlu plan, görünüş gibi mimari sunumları üç

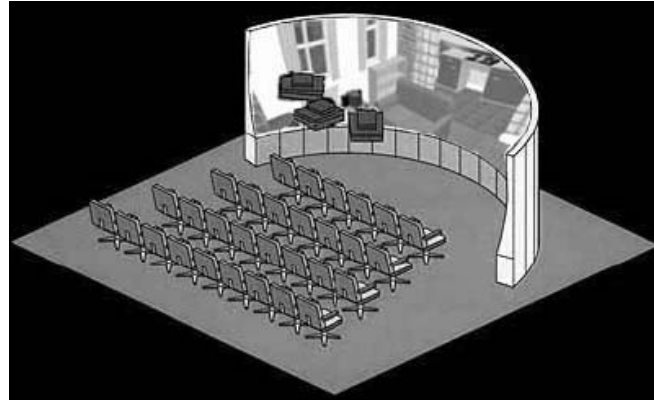
boyutlu hale getiren bir yapıya sahipti. Sunumun mümkün olduğunca gerçeğe yakın olması hedeflenmişti. Bunun için mobilyalar dahi kataloglardan seçilen gerçek, popüler tasarımlardı. Etkileşimi etkin kılmak için halılardan perdelere, mutfak ekipmanlarına kadar farklı seçenekler sisteme yüklenmişti. Bu sayede müşteri farklı seçenek ve kombinasyonlara anında ulaşabilecekti.



Şekil 5.15. Kompleksin Dış Görünüşü (http-42, 2002)



Şekil 5.16. Daire İçinden Bir Görünüş (http-42, 2002)



Şekil 5.17. Sunum Ortamı (http-42, 2002)

Projeye ilgiyi arttırmak isteyen firma yerel gazeteye ilan vermiş ve tanıtıma başlamıştır. Tanıtım Salsford Üniversitesi'nin Center for Virtual Environments (Sanal Ortamlar Merkezi) bölümünde panoramik sunum cihazı yardımıyla yapılmıştır. Sunum 4.5 x 1.15m ebatlarında 3840 x 1024 piksel çözünürlüğünde bir ekranda gerçekleştirilmiştir. Sunumlar binanın etrafında dolaşım ve arabanın park edilmesinin ardından evin içindeki turlarla devam etmiştir.

DALMA HİSSİ	Tamamıyla Kayboldum		Bazen	Çoğu Zaman	Her Zaman
Gezinin her anında binanın neresinde olduğunuzu anlayabildiniz mi?	0		2	4	3
	Kesinlikle Hayır	Hayır	Nötr	Evet	Kesin. Evet
Sunumdan apartmanda yaşadığınızı hayal edebildiniz mi?	0	0	0	4	5
Sunumdan dairenize yerleştireceğiniz süs eşyaları ve aile fotoğraflarını hayal edebildiniz mi?	0	1	1	7	0
Sunumdan sonra imgeler kafanızda canlılığını koruyor muydu?	0	0	0	7	2
	Kesinlikle Evet	Evet	Nötr	Hayır	Hiçbiri
Sunum esnasında etrafınızda gerçekleşen olayların farkında mıydınız?	1	3	1	3	1

Çizelge 5.3. Anketin Dalma Hissi Üzerine Sorulan Soruları (http-42, 2002)

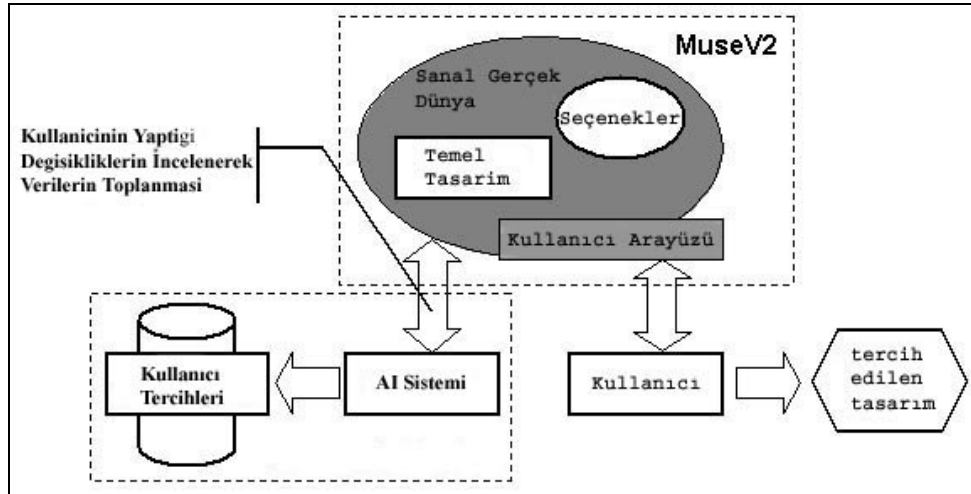
Yapılan sunum sonrasında değerlendirme kısmına geçilmiştir. Bu bölümde ilk olarak müşteriler eleştirilerini dile getirmişlerdir. Örneğin apartmanların giriş kapılarının ahşap olması güvenlik açısından uygun görülmemiş metal tercih edilmesi istenmiştir. Ya da müşteriler zemin kat dairelerinden bir kaçının düz bir duvara baktığını tespit etmiş ve bunun da değiştirilmesini istemişlerdir. Kaydedilen eleştirilerin ardından altı müşteri ve üç firma yetkilisinin katıldığı anket bölümüne geçilmiştir. Anket beş ana başlık altında, her başlık dörder soru içermek suretiyle, toplam yirmi sorudan oluşmaktaydı. Çizelge 5.3.' te anketin dalma hissi üzerine sorulan soruları ve cevapları yer almaktadır. Diğer soru başlıkları aşağıdaki şekilde sıralanmıştır;

- Ölçek: Katılımcıların sanal sunumdan ölçeği ne oranda hissettiklerini ölçmek için
- Kavrama: Yapıların işlevsel olarak ne derece kavrandığı

- Dalma Hissi: Katılımcıların kendilerini ne oranda içeride hissettiklerini tespit etmek için
- Görüş Zenginliği: Yapılan sunumun gerçek ortama benzerliğini ölçmek için
- Etkileşim: Müşterilerin tasarıma müdahalelerinin yeterli olup olmadığını anlamak için.

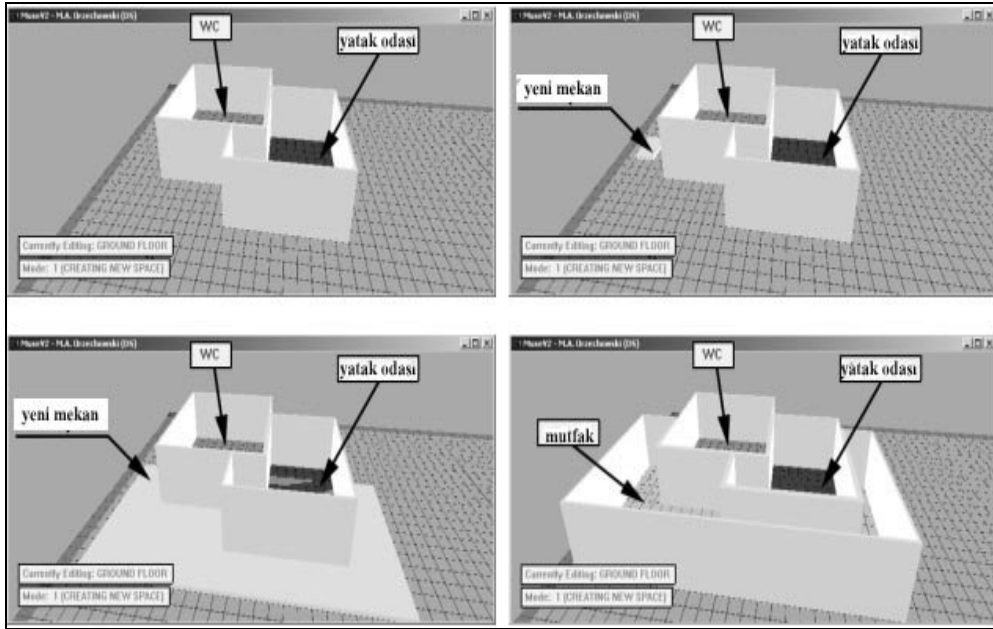
5.2.3. Kullanıcı Memnuniyeti Üzerine Yapılan Sanal Gerçeklik Uygulaması: MuseV2

Müşteri memnuniyeti ve bu memnuniyetin ölçülmesi mimarlık için çok önemli bir konudur. Son yıllarda bu konuyla ilgili birçok metot geliştirilmeye çalışılmış, değişik yöntemler üzerinde durulmuştur. Bazen sadece kullanıcıya yöneltilen sorulardan ibaret olan, bazen de psikanalizler içeren komplike testlerden oluşan bu ölçümlerin çoğu zaman doğru sonuç veremediği görülmüştür. Kısacası geleneksel yöntemlerle memnuniyetin nasıl ölçüleceği sorusuna net bir cevap verilememektedir. Bahsi geçen proje bu soruna alternatif olması için sanal gerçeklik teknolojilerinden yararlanılarak tasarlanmıştır. Referans noktası sanal gerçeklik yardımıyla kullanıcıyı gerçeğe çok benzeyen sanal dünyaya sokmaktır. Bu sanal dünyada tasarımı azami derecede kavrayacak olan kullanıcı, çok geniş tasarım öğelerini içeren sistemler kurulduğu takdirde etkileşim yoluyla da tasarımı da şekillendirecektir (http49, 2007).



Şekil 5.18. MuseV2' nin Çalışma Prensibi (http49, 2007)

MuseV2 isimli uygulamanın çalışma prensibi, kullanıcının oluşturduğu ve çok basit bir yapıya sahip olan “temel tasarım” isimli tasarım üzerinde yaptığı değişikliklere dayanır. Bu değişiklikler sanal gerçeklik uygulamasıyla, kullanıcının ortamı görüntülemesiyle yapılır. MuseV2 sisteminin araçları oldukça basit ve kısıtlıdır ki bu yüzden her kesim ve meslekten kullanıcı çok kısa bir sürede programa hakim olmaktadır. Bunun yanında sistemde AI (Artificial Intelligence) isimli görünmeyen bir bölüm daha vardır. Şekil 5.18.’ de görüldüğü gibi AI kullanıcının temel tasarım üzerinde yaptığı değişiklikleri incelemekte ve çeşitli tercihler üretmek için bunları depolamaktadır. Sistem konut üzerine geliştirilmiş olup kullanıcının değiştirmek isteyebileceği seçenekler belirlenmiştir. Bu opsiyonlar evin ve çevrenin karakteristiği olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır. Evin karakteristik özelliklerinde kullanılacak mimari tarzından, çatı formuna, kat yüksekliklerinden döşeme unsurlarına kadar yirmi bir adet kriter belirlenmiştir. Gene çevreyle ilgili opsiyonlarda konutun konumu, güneş unsuru, yeşil alanlar gibi kriterler belirlenmiştir.



Şekil 5.19. MuseV2’ nin Çalışma Prensibi (http49, 2007)

Şekil 5.19.’ daki sistemin ne derece basite indirildiği görülmektedir. Örneğin kullanıcı menüden iki mekan girilmesi için komut vermekte, akabinde 30x30 cm ebadında karelerden oluşan sistemde hacimlerin oranlarını tespit etmektedir. Şekilde girilen iki mekan w.c. ve yatak odasıdır. Sonrasında bir

mekan daha giren kullanıcı bunu da mutfak olarak nitelendirmiştir. İşlem sırasıyla bahsi geçen seçeneklerin atanmasıyla devam edecektir. Sistem son olarak “Desk-Cave” olarak adlandırılan sanal gerçeklik sunum sistemiyle desteklenmiştir. Bu sistem sanal gerçeklik sunum sistemlerinde bahsi geçen cave sisteminin bir çeşididir. Kullanıcı Şekil 5.20.’ de görüldüğü gibi sanal ortamlarla çevrelenmiş ve fare, joystick gibi cihazlarla etkileşime girmektedir (http49, 2007).



Şekil 5.20. MuseV2’ nin Sunum Şekli (http49, 2007)

5.2.4. İlk Sanal Ortam Tasarım Stüdyosu: VeDS

1993 yılından bu yana dünya çapında sanal tasarım stüdyolarının (VDS) değişik formlarıyla birçok uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar adeta tasarımın öğretilmesinin bir parçası olmuşlardır. Hedefleri, yapıları, iletişim sistemleri, etkileşim dereceleriyle birbirlerinden farklılık göstermişlerdir. Ortak yönleriye bu atölyeler için kullanılan sanal teriminin sadece iletişime ve fikirlerin karşılıklı değiş tokuş edilmesine karşılık gelmesidir. Yani sanal stüdyo atölyelerinde bilgisayarlar, CAAD programları, VRML ve projeksiyon sistemleri arasında, belli bir iletişim tekniği seçilerek tasarım gerçekleştiriliyordu. Kullanıcıların içine daldığı sanal çevreler kullanılsa bile bu tasarımın tekrar gözden geçirilmesi ya da eleştirilmesi amacına yönelikti. Oysa VeDS yani sanal

ortam tasarım stüdyosu olarak adlandırılan ve VDS' nin bir ileriki aşaması olan uygulamada katılımcı öğrencilerin, tasarımı sanal ortama dalıp gerçekleştirmeleri hedeflenmiştir (http-50, 2001).

2001 yılında Hong Kong ve Bauhaus Üniversiteleri arasında gerçekleştirilen çalışmada hedef katılımcılara sanal tasarım stüdyosunun farklı boyutlarını sunmaktır. Planlayıcılar öncelikle sanal stüdyonun, içine dalmış bir ortamda yürüyüp yürümeyeceğini görmek istemişlerdir. Sonrasında hedef VeDS' nin tasarımın ve iletişimin modunu ya da seviyesini ne derece değiştirdiğini tespit etmektir. Bir başka deyişle hipotez VeDS' nin tasarımın gelişiminde, anlaşılmasında ve iletişim aşamalarında artı bir etki yaratmaktır (http-50, 2001).

VeDS denemesi daha önceki yıllarda gene Hong Kong ve Bauhaus Üniversiteleri arasında gerçekleştirilen VDS lerden doğmuştur. Bu VDS uygulamalarında iki taraftaki ekipler aynı tasarım üzerinde çalışmalarını yürüterek bir gün içinde projelerini tamamlamaktaydılar. Tasarım fikirleri, önerileri, değişiklikleri uzak ekipler arasında kısa ve belli aralıklarla değiş tokuş edilerek adeta bir pinpon maçı sergileniyordu. Her iki tarafın tasarıma etki etme imkanı bulunuyordu. VeDS de bu merkezden yola çıkmış, tasarımın erken aşamalarına odaklanmıştı. Amaç detaylandırılmış kesin bir tasarım oluşturmak değil, beyin fırtınalarıyla kavramsal tasarım eylemleri gerçekleştirmektir (http-50, 2001).

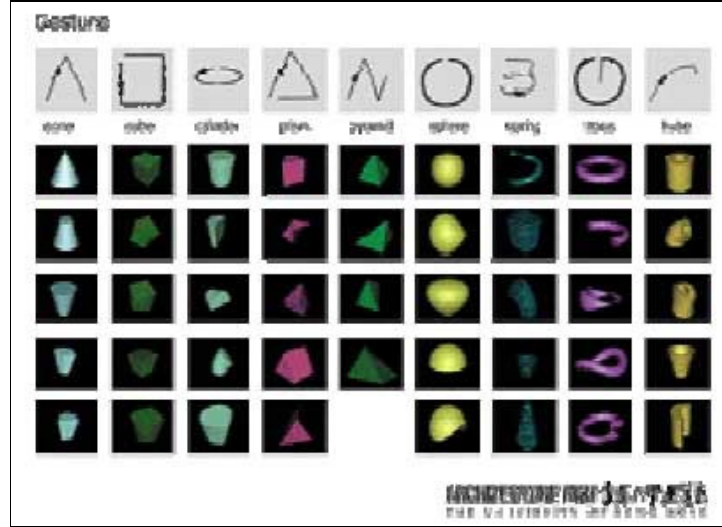
Tasarım konusu olarak ekiplerden Hong Kong Tamar bölgesinde bir helikopter pisti tasarımları istenmiştir. Her iki okulda da öğrenciler ikili gruplar halindedir. İki öğrenciden biri HMD takmıştır. Diğeriyse metin destekli sistemle uzak ekiple yazışıp notlar almaktadır. Sistemin donanımları şöyledir: Pentium III işlemcili bir PC, Kaiser Proview 60 marka HMD, Polhemus Fastrak marka manyetik izleyici. Bunun yanında çalışmayı gerçekleştirmek için Bauhaus tarafından geliştirilmiş Şekil5.18' te görülen VRAM isimli program kullanılmıştır. Ek olarak iletişim ve sunumu destekleme amaçlı bir PC de sisteme eklenmiştir (http-51, 2001).



Şekil 5.21. Bir öğrenci sanal ortamda tasarımı gerçekleştirirken, diğeri faaliyetleri izleyip uzak ekiple iletişime devam ediyor (http-50, 2001)



Şekil 5.22. Stüdyo Gereçleri: Solda İzleme Cihazlı HMD, Sağda İletişime ve HMD imgelerine olanak veren PC ler (http-50, 2001)



Şekil 5.23. VRAM Programının Arayüzünden Bir Örnek (http-50, 2001)

Uygulamada her ekip en fazla 35 dakikalık tasarım süresine sahiptirler. Ekibin bir elemanı tasarımı gerçekleştirirken diğeri incelemekte, tartışmakta ve bunu uzak ekibe yazıyla aktarmaktadır. Otuz dakikalık tasarım süresinin sonunda –bunun on dakikası modelin kontrolü, gereksiz nesnelerin silinmesine dayanır– tasarım uzak ekibe gönderilir. Bu sefer aynı süreç diğeri ekip tarafından tekrarlanır. Bir ekip tasarım yaparken boşta kalan diğeri ekipte bir eleman uzak ekiple iletişimi sürdürürken diğeri henüz gönderdikleri tasarımın web tabanlı sunum kayıtlarını hazırlanmaktadır. Bu gidiş geliş beş kez tekrarlanır. Son transferin ardından kısa bir video konferans yapılarak sonuçlar tartışılır. Final

sonucundan önce öğrenciler hazırlanan anketi cevaplarlar ve uygulama son bulur (http-51,2001).



Şekil 5.24. VeDS 'den Örnekler (http-50, 2001)

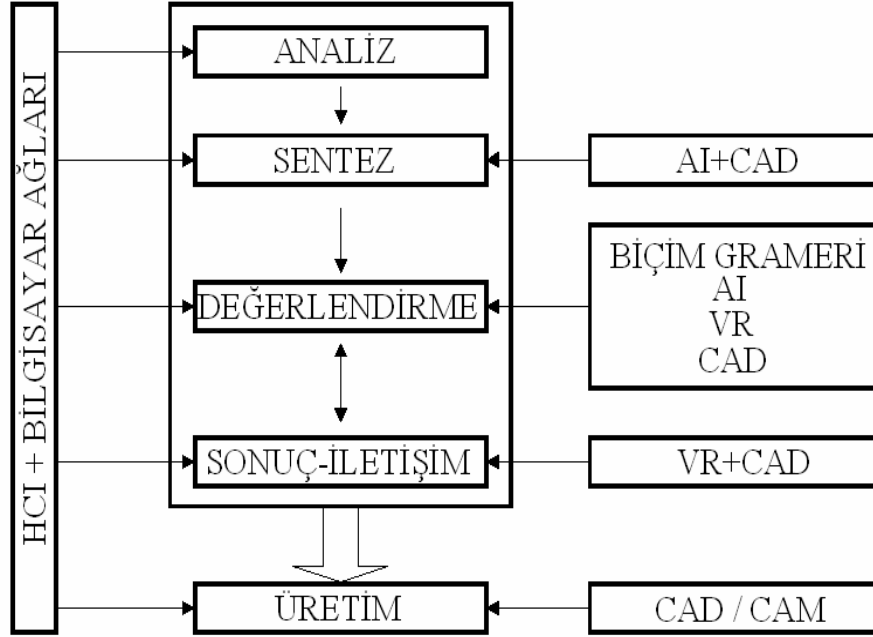
Sonuç olarak sanal stüdyonun sanal ortamda gerçekleştirilebileceği kanıtlanmıştır. İkincisi elde edilen tasarımlar, yazışmalar, incelendiğinde katılımcılar zekaları ve sunum yetenekleri konusunda hayrete düşmüşlerdir. Zira içine daldıkları sanal çevredeki fikirlerini ifade etme yetenekleri geleneksel yöneme göre çok daha yüksektir. Öğrenciler tasarımla aralarındaki direk etkileşimden çok etkilenmişler bir o kadar da faydalanmışlardır (http-50, 2001).

Çizelge 5.4.' te de özetlendiği gibi mimari tasarım sürecinde VR teknolojilerinden farklı yöntemler ve aygıtlar kullanarak yararlanmak mümkündür. Çalışma tarzı tasarımın aşamasına göre de farklılık göstermektedir. Tasarım tarzını kurgulayanlar, duruma göre farklı yazılım ve donanım araçları seçerek, sisteme bilişim teknolojisini de katarak ortak çalışmalar da hazırlayabilmektedirler.

VR Destekli Mimari Tasarım Çalışmaları					
Tarih	Örnek Mimari Çalışma	Kullanılan VR		Tasarım Süreci Aşamalarından Hangilerine VR'nin Katıldığı	Bilişim Teknolojisi Katılımı da Var mı?
		Donanımı	Yazılımı		
1999	Lund Üniversitesi Kimya Laboratuvarının Tasarlanması	CAVE	Archicad, dVISE	Yaratıcı Evre Yönetimsel Evre	Hayır
2002	Sanal Gerçekliğin Konut Müşterilerini Bilgilendirmede Kullanılması	Masaüstü Sistemler	ReaLAX	Yaratıcı Evre Yönetimsel Evre	Hayır
2001	Kullanıcı Memnuniyeti Üzerine Yapılan Sanal Gerçeklik Uygulaması: MuseV2	Desk-Cave	MuseV2 AI	Analitik Evre Yaratıcı Evre	Evet
2001	İlk Sanal Ortam Tasarım Stüdyosu: VeDS	HMD	VRAM	Analitik Evre Yaratıcı Evre	Evet

Çizelge 5.4. VR Destekli Mimari Tasarım Çalışmaları (http-41, 2006, http-42, 2002, http49, 2007, http-50, 2001, http-51, 2001, Kaynaklarından Mimari Tasarım Sürecine VR Katılımını Açıklamak Amacıyla Yorumlanmıştır.)

Özlem Kandemir tarafından 2004 yılında hazırlanan tez çalışmasında mimari tasarım sürecine bilgisayar teknolojilerinin etkisi incelenmiştir. Çalışma sonuçları itibariyle bu tez çalışmasıyla paralellik göstermektedir. Çizelge 5.5.' te yer alan Kandemir tarafından hazırlanmış tablo incelenecek olursa, bu paralellik daha iyi kavranır. Örneğin sentez aşamasına AI katılımından bahsedilmiştir ki bu katılım Çizelge 5.4.' teki MuseV2 isimli çalışmada örneklenmiştir. Burada “sentez” in karşılığı “yaratıcı evre” olmuştur. Bunun yanında VR’ nin değerlendirme, sonuç-iletişim aşamalarına katılımı gösterilmiştir ki bu da Çizelge 5.4’ te yer alan çalışmalarda yönetimsel evre olarak addedilen evrelere eşdeğer aşamadır.



Çizelge 5.5. Mimari Tasarım Süreci ve Bilgisayar Teknolojilerinin Bütünleşmesi (Kandemir, 2004)

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu araştırmada hızla gelişen sanal gerçeklik teknolojilerinin mimari tasarım sürecine etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda araştırma mimari tasarım sürecinin ve sanal gerçeklik teknolojilerinin ayrıntılı olarak açıklanması ve sonrasında ilişkilerinin irdelenmesiyle sunulmuştur.

Mimari disiplinler arası bir kavram olmakla birlikte sosyo-ekonomik ve teknolojik yeniliklere çok açıktır. Mimarlar tasarımın gerçekleştirilmesi, öğretilmesi ve sunumunu geliştirmek için birçok disiplinle işbirliği yapmaktadır. Bilgisayar teknolojileri de bunlardan biridir. Fakat bu teknolojilerin mimariyle yollarının kesişmesi icat edildiği 1940' lardan otuz sene sonrasına, CAD programlarının icadına, dayanmaktadır. CAD programlarının mimari ofislere girmesiye icadından yirmi sene sonrasına rastlamaktadır. Bir başka deyişle bilgisayar teknolojileri kendisini geliştirdiği ve de mimarinin isteklerine cevap verme yeteneğini arttırdığı oranda tasarım sürecine dahil olmuştur ve olmaktadır.

CAD programlarının mimari tasarım sürecindeki rolü tasarımın sunumunun hazırlanmasından ve sunumların belli seviyede test edilmesinden ibaretti. Oysa VR teknolojileri bilgisayar teknolojisi desteğini mimari tasarımın her aşamasına yaymıştır. Tasarımcı elindeki projenin temasını, felsefesini düşünürken dahi VR teknolojilerini kullanmaktadır. Tasarımın hatta tasarımcının sanal ortama girmesi, üstüne üstlük bu ortamların dünya çapında sonsuz bir ağ olan Internetle bağlanması VR teknolojilerinin her an kendi kendini yenileyen bir teknoloji olmasına yol açmıştır. VR ile ilgili verilen örnek çalışmalar kısmında görüldüğü gibi, bu teknolojilerin geniş yelpazesi içinde tasarımcılar yapacakları çalışmaya göre adeta farklı bir çalışma tasarımı yaratmaktadırlar. Bu açıdan VR tasarım yöntemlerinde de büyük çığır açmıştır. Özellikle Bilişim Teknolojisi ile birlikte kullanılırsa, dünyanın değişik yerlerinden katılımcıların, aynı anda aynı ortamı tecrübe edebilme olanakları olacaktır ki, bu da çok farklı tasarım yöntemlerinin oluşmasını sağlamaktadır.

VR yarattığı açılımla mimari tasarım ortamını ve araçlarını etkilemiştir. VR teknolojileri tasarımın esasları olan düşünceleri somutlaştırma eylemi ve mimara yeni düşünceler çağırıştırmada da etkindir. Mimari tasarımın gerek oluşumunda gerekse uygulanmasında iletişimin doğru kurulması da çok önemlidir. VR

teknolojileri sayesinde kullanıcı ve uygulayıcılar da tasarımı anlamının, hayal etmenin ötesinde yapıyı inşa öncesinde gezip, inceleyip test edip yapıya tam anlamıyla hakim olabilirler. Bu bağlamda kuşku götürmeyen gerçek iyi tasarım için, zamandan tasarruf için ve de iletişim problemini çözmek için mimarların VR teknolojilerinden yararlanmalarının gerekliliğidir. Mimar VR teknolojileri hakkında mutlaka bilgi sahibi olmalıdır. Çalışmalarında VR teknolojilerini diğer disiplinlerin desteğiyle kullanacak olsa bile nasıl ve hangi amaçla kullanacağını belirlemek için bu teknolojiler hakkında belli bir birikime sahip olmalıdır. Sonuç olarak;

- Mimari tasarım ve VR entegrasyonunu gerçekleştirebilmiş bir tasarımcı ya da tasarımcı gurubu tasarımdaki önemli ve zaman alan sorunları çözdüğünden mimari tasarımda fikirler, tasarımın felsefesi, verilmek istenen mesajlar ön plana çıkacaktır.

- VR teknolojilerinin sınır tanımayan gelişimi ve yaygınlaşması devam edecektir. Bu da yakın gelecekte “Geleneksel mimari tasarım ve süreci” kavramı telaffuz edildiğinde akıllara VR destekli bir mimari tasarım sürecinin geleceğini göstermektedir.

- Bilişim teknolojilerinin sınırları ortadan kaldırdığı bir dönemde VR ile yapılan ortak çalışmalar artacaktır. Tasarımcılar bu çalışmalarını sanal olarak dünyanın istedikleri noktasına gidip, ordaymış gibi gerçekleştirebileceklerdir. Bu karşılıklı etkileşim ve erişim imkanı mimari tarzlarda da etkileşim ve çeşitlenmeleri arttıracaktır.

- VR'nin kullanıcıyla iyi iletişim kurmak için önemli bir mimari araç olduğu görülmektedir.

- VR aynı zamanda iyi bir eskiz amaçlı modelleme ve eleştiri getirme, geliştirme için de kullanılabilen bir tasarım aracıdır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, E. (1975), *Mimarlıkta Tasarım İletim ve Denetim*, KTÜ, İstanbul.
- Ames, A.L., Nadeau, D. R., Moreland, J. L. (1997), *VRML Sourcebook*, John Wiley&Sons, ABD.
- Arcan, E.F. ve Evcı, F. (1999), *Mimari Tasarıma Yaklaşım*, Tasarım Yayın Grubu, İstanbul.
- Archer, L.B. (1965), *Systematic Methods for Designers*, The Design Council, London.
- Bertol, D. (1997), *Designing Digital Space: an architect's guide to Virtual reality*, John Wiley&Sons, New York.
- Besserat, D.S. (1999), *The History of Counting*, Morrow Junior Boks, New York.
- Benedikt, M. (1991), *Cyberspace*, MIT Pres, Cambridge.
- Blyth, A. (2000), *Managing the Brief for Better Design*, UK:Spon Press, London.
- Burdea, G.C. ve Coiffet P. (1994), *Virtual Reality Technology*, John Wiley&Sons, ABD.
- Bronowski, J. (1978), *The Origins of Knowledge and İmagination*, Yale University Press, New Haven, ABD.
- Conway, H. ve Roenisch, R. (1994), *Understanding Architecture*, Routledge, London.
- Gibson, W. (1984) *Neuromancer*, Ace Book, New York.
- Gottleber, T.T. (1998) *Excellent HTML*, McGraw-Hill, USA.
- Heim, M. (1998), "Virtual Realism", Oxford University Press, Oxford.
- http-1 Anonim (2006), *Architecture*.
<http://en.wikipedia.org/Architecture>
- http-2 Bozdoc, M. (2004), *The Main Events in Computing History*.
<http://mbinfo.mbdesign.net/1937-1960.htm>,
- http-3 Anonim (2006), *CAD Software-History of CADCAM*.
<http://www.cadazz.com/cad-software-history.htm>
- http-4 Anonim (2000) *History of CAD*.
<http://cadlab.daltonstate.edu/historyofcad.pdf>
- http-5 Anonim (2007).
<http://www.awaron.com/index.asp>

- http-6 Peter, I. (2004), *The History of Computers, Networks and Modems*
<http://www.nethistory.info/History%20of%20the%20Internet/netsnmods.html>
- http-7 Anonim (2006).
http://www.greatbuildings.com/buildings/Sydney_Opera.html
- http-8 Anonim (2006).
http://www.architektenwerk.de/Chicago_Tribune_en.pdf
- http-9 Anonim (2006), *What is "Stereo" or "3D"*.
<http://www.stereoscopy.com/faq/whatis.html>
- http-10 Wheatstone, C. (2006) *Phenomena of Binocular Vision*.
<http://www.stereoscopy.com/library/wheatstone-paper1838.html>
- http-11 Anonim (2006), *Sir David Brewster*.
<http://www.stereoscopy.com/faq/brewster.html>
- http-12 Brown, M. (2003), *Basic Understanding of Virtual Reality Fundamentals*.
<http://www.sbcu.us/mike/MikesResume/Fundamentals%20of%20VR%2003-20-05.htm>,
- http-13 Campbel, D. (1995), *Virtual Reality: Destroyer or Savior of Architecture?"*.
<http://www.hitl.washington.edu/people/dace/portfolio/arch560.html>
- http-14 Anonim (2006) *Flight simulator*.
http://en.wikipedia.org/wiki/Flight_simulators
- http-15 Anonim (2006), *A Brief History of Aircraft Flight Simulation*.
<http://homepage.ntlworld.com/bleep/SimHist1.html>
- http-16 Anonim (2006), *From Wagner to Virtual Reality*.
<http://www.artmuseum.net/w2vr/timeline/timeline.html>
- http-17 Anonim (2006), *Cybernetics and Systems Theory*.
<http://pespmc1.vub.ac.be/CYBSYSTH.html>,
- http-18 Cohen, J. (2000), *History of Virtual Reality*.
<http://www.cs.jhu.edu/~cohen/VW2000/Lectures/History.color.pdf>
- http-19 Anonim (2006), *Ivan Sutherland*.
<http://research.sun.com/people/mybio.php?uid=14675>
- http-20 Anonim (2001), *Sketchpad*.

<http://web.mit.edu/invent/iow/sutherland.html>

http-21 Anonim (2006), *Virtual Reality: History*.

<http://archive.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/VETopLevels/VR.History.html>

http-22 Anonim (2006), *Jaron Lanier*.

http://unrev.stanford.edu/presenters/jason_lanier/jason_lanier.html

http-23 Kooper, R. (1994), *Treatment of Acrophobia By Using Virtual Reality Graded Exposure*.

<http://www.gvu.gatech.edu/people/Masters/Rob.Kooper/Thesis/Chapter2.html>

http-24 Hieronymi, A. (2006), *Myron W. Krueger*.

<http://classes.design.ucla.edu/Winter04/256/projects/andrew/report.html>

http-25 Vajpeyi, P. (2001), *Designing Rich Sensory Experiences with Strategies of Transformation and Augmentation*

http://a.parsons.edu/~praveen/thesis/html/wk05_1.html

http-26 Baratoff, G. ve Blanksteen, S. (2006), *Tracking Devices*.

<http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/I.D.1.b.TrackingDevices.html>

http-27 Isdale, J. (1998), *What is Virtual Reality?*.

<http://vr.isdale.com/WhatIsVR/frames/WhatIsVR4.1-VR.html>

http-28 Perry, L.D.S., Smith, C.M., Yang, S. (2006), *An Investigation of Current Virtual Reality Interfaces*.

<https://www.acm.org/crossroads/xrds3-3/vrhci.html>

http-29 Beier, K.P. (2004), *Virtual Reality: A Short Introduction*.

<http://www-vrl.umich.edu/intro/index.html>

http-30 Bernatchez, M. (2004), *VResources- Applications*.

<http://vresources.org/applications/applications.shtml>

http-31 Beier, K.P. (2004), *Virtual Reality: A Short Introduction..*

<http://www-vrl.umich.edu/project/automotive>

http-32 Anonim (2007), *F1 Simulator*

http://www.f1-simulator.co.uk/gallery_big_03.html

http-33 Anonim (2002), , *Virtual Reality News*.

<http://www.elpub.org/base02vt0210.htm>

http-34 Anonim (2007), *Implantat 3D-Navigation*.

- <http://www.landsteiner.org/>
- http-35 Lin C.R., Loft, R.B., Nelson, H.,R. (2000), *Interaction with Geoscience Data in an Immersive Environment*.
- <http://ieeexplore.iee.org>
- http-36 Terzidis, K.A. (1998), *Practical Guide to Computer Graphics*.
- <http://oldcda.design.ucla.edu/CAAD/book/Intro.PDF>
- http-37 Terzidis, K.A. (1998), *Practical Guide to Computer Graphics*.
- <http://oldcda.design.ucla.edu/CAAD/book/Ch1.PDF>
- http-38 Gibson, W. (2000), *Burning Chrome*.
- http://project.cyberpunk.ru/lib/burning_chrome/
- http-39 Gromala, D. (2006), *Re-embodiment Dancing with the Virtual Dervish: Virtual Bodies*.
- <http://www.heelstone.com/meridian/gromala/gromala.html>
- http-40 Anonim (2006), *HTTP ve HTML Nedir?*.
- <http://www.po.metu.edu.tr/links/inf/css25/bolum6.html#2>
- http-41 Frost, P. ve Warren, P. (2000) *Virtual reality used in a collaborative architectural design process*.
- <http://ieeexplore.iee.org>
- http-42 Navinchandra, K.P., Simon, P.C., Terrance, F. (2002), *Evaluating the Use of Virtual Reality as a Tool for Briefing Clients in Architecture*.
- <http://ieeexplore.iee.org>
- http-43 Gross, M.D., Do, E. (1996), *Demonstrating the Electronic Cocktail Napkin*.
- <http://code.arc.cmu.edu/dmgftp/publications/pdfs/chi96-mdg.pdf>
- http-44 Gross, M.D., Do, E. (1996), *Demonstrating the Electronic Cocktail Napkin*.
- <http://depts.washington.edu/napkin/>
- http-45 Vries, B., Achten, H.H. (2002), *DDDolz: Designing with Modular Masses*.
- <http://www.ddss.nl/Eindhoven/publications/134>
- http-46 Anonim (2007).
- <http://www.graphisoft.com/>

- http-47 Anonim (2007).
<http://www.int3d.com/>
- http-48 Anonim (2007), *Rayfront - The Lighting Design Toolkit*.
<http://www.schorsch.com/rayfront> (2007)
- http-49 Orzechowski, M.A. ve Vries, B. (2001), *MuseV2-The Virtual Reality Application to Collect User Preference Data*.
<http://www.ds.arch.tue.nl/Research/Publications/maciej/sigradi2001/sigradi2001.htm>
- http-50 Schnabel, M.A. ve Kvan, T. (2001), *Implementing the First Virtual Design Studio*.
<http://www.arch.hku.hk/~marcaurel/phd/implementingveds.html>
- http-51 Anonim (2001), *Virtual Environment Design Studio*.
<http://courses.arch.hku.hk/vds/veds01/>
- http-52 Fernandes, K.J., Raja, V., Eyre, J. (2003), *Cybersphere: The Fully Immersive Spherical Projection System*.
<http://portal.acm.org/>
- http-53 Anonim (1998), Product Name: DVICE.
<http://www.tec.army.mil/TD/tvd/survey/dVICE.html>
- http-54 Kladias, N., Pantazidis, T., Avagionas, M.A. (1999) *Virtual Reality Learning Environment Providing Access to Digital Museums*.
<http://ieeexplore.iee.org>
- http-55 Anonim (2007), Autodesk
<http://usa.autodesk.com/>
- http-56 Anonim (2007), AutoCAD
<http://en.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>
- Jones, J.C. (1980), *Design Methods, : Seeds of Human Futures*, John Wiley and Sons, New York.
- Kalay, Y.E. (2004), *Architecture's New Media*, MIT Pres, USA.
- Kandemir, Ö. (2004), *Mimari Tasarım Sürecinde Bilgisayar Teknolojileri*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 87-89

- Miller, M.A. (2005), *Internet Technologies Handbook: Optimizing the IP Network*, Hoboken, NJ, USA.
- Marrim, C. ve Campbell, B. (1997), *Teach Yourself VRML 2 in 21 Days*, Sams Publishing, Indianapolis.
- National Research Council Staff (2001), *Internet's Coming of Age*, National Academies Press, Washington DC.
- North, M.M., North, S.M., Coble, J.R. (2002), *Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders*, Stanney, K.M.(ed), *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation and Applications*, Lawrence Erlbaum Associates, NJ, USA.
- Özön, M.N. (1965), *Büyük Osmanlıca-Türkçe Sözlük*, İnkılap ve Aka Kitabevleri İstanbul.
- Pfaffenberger, B., Karow, B., White, C., Schaffer, S.M. (2004) *HTML, XHTML, and CSS Bible (3rd Edition)*, John Wiley & Sons, ABD.
- Pressman, A. (2001), *Architectural Design Portable Handbook.*, Balcklick, USA.
- Schmitt, G. (1999), *Information Architecture*, Birkhauser, Basel-Boston-Berlin.
- Stroud, D. (1999), *Internet Strategies:A Corporate Guide to Exploiting the Internet*, New York.
- Tunalı, İ. (2002), *Tasarım Felsefesine Giriş*, Yem, İstanbul.
- Tokman L.Y. (1999), *Bilgisayar Teknolojisinin Mimarlık Lisans Öğretimine Etkilerinin Araştırılması*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Tokman L.Y. (1999), "Sanal Gerçeklikte Yeni Bir Uygulama: Küresel Projeksiyon Sistemi", *Bilim ve Teknik Dergisi*, TÜBİTAK, No:385, 90-93
- Woodward, C. ve Howes, J. (1998), *Computing in Architectural Practice*, Thomson Professional, London.