

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

**SANAL MEKANIN OLASILIK VE OLANAKLARININ
ZAMAN/MEKAN BAĞLAMINDA İNCELENMESİ**

739764

Mimar Edibali AKTAR

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Mimar”
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.10.2003
Tezin Savunma Tarihi : 30.10.2003**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Şengül Ö. GÜR

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ali ASASOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. A. Melih ÖKSÜZ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Trabzon 2003

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

“Sanal Mekanın Olasılık ve Olanaklarının Zaman/Mekan Bağlamında İncelenmesi” isimli bu araştırma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda Yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Mimarlık ve üç boyutlu bilgisayar grafikleri yanyana geldiğinde duyduğum heyecan, danışmanım, yol göstericim, üstadım Prof. Dr. Şengül Ö. GÜR, öğrenciliğimin ilk gününden bugüne kadar sönmeyen lambalardan en ufak bir şikayette bulunmayan kardeşim H. Murat AKTAR, elinden gelen her konuda yardımını esirgemeyen dostum Süleyman ÖZGEN ve ailem bu tezi düşündüğümde aklıma ilk gelenlerdir. Büyük bir keyif ve heyecan ile hazırlanan bu çalışmada adını yazmakla bitiremeyeceğim tüm dostlara ve tez içinde çalışmalarını referans olarak gösterdiğim tüm araştırmacılara, akademisyenlere çok şükranlarımı sunuyorum.

Edibali AKTAR

Trabzon, 2003

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Bilginin Sayısallaştırılması.....	4
1.3. İnternet.....	7
1.4. Mekan ve Zaman.....	9
1.5. Tezin Amaç ve Kapsamı.....	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1. Mekan ve Zaman.....	13
2.1.1. Mimarlık.....	13
2.1.2. Mekan.....	15
2.1.3. Göreceli Mekan.....	17
2.1.4. Zaman.....	19
2.1.5. Sonsuzluk ve Limit.....	23
2.1.6. Analiz.....	25
2.2. Mimari Çizim ve Model.....	27
2.2.1. Çizim.....	28
2.2.2. Model.....	30
2.2.3. Simülasyon.....	32
2.2.4. Analiz.....	34
2.3. Sanal Mekan ve Potansiyeli.....	35
2.3.1. Sanal Mekan.....	35
2.3.2. Üç Boyutlu Sanal Mekan.....	39

2.3.3. Bilgisayar Grafik Türleri.....	41
2.3.3.1. Raster Grafikler.....	41
2.3.3.2. Vektörel Grafikler.....	43
2.3.3.3. Üç Boyutlu Bilgisayar Grafikleri.....	44
2.3.4. Üç Boyutlu Sanal Mekanda Elde Edilebilen Efektler.....	49
2.3.4.1. Üç Boyutlu Geometrilere.....	51
2.3.4.2. Yüzey.....	52
2.3.4.3. Hacim ve Kütle.....	53
2.3.4.4. Doku, Işık ve Gölge.....	57
2.3.5. Virtual Reality-Sanal Gerçeklik Sistemleri.....	68
2.3.5.1. Sanal Gerçeklik Sistemlerinde Kullanılan Aygıtlar.....	71
2.3.5.2. Sanal Gerçeklik Sistem Türleri.....	79
2.3.5.2.1. CAVE Sistemleri.....	79
2.3.5.2.2. BOOM Sistemleri.....	80
2.3.5.2.3. HMD Sistemleri.....	81
2.3.5.2.4. Responsive Workbench.....	82
2.3.5.2.5. Augmented Reality sistemleri.....	83
2.3.5.2.6. Diğer Sistemler.....	84
2.3.5.3. Sanal Mekanda Zaman ve Hareket.....	86
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	89
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	95
5. KAYNAKLAR.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	109

ÖZET

Yapı uygulama sanatı olan mimarlık da diğer tüm meslek ve sanat dallarında olduğu gibi çok yeni kavram, teknik, yöntem ve araçlarla tanışmıştır. Bunlardan biri de ortaya yeni çıkan ve henüz son tanımı (de+finito) yapılmamış olan sanal mekandır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle gündeme gelen ve mekan gibi muazzam bir konteynerin simülasyonu olduğu iddia edilebilecek kadar olgun bir düzeyde tasarımcılarla buluşan sanal mekan bir çok kullanıcıya göre bir özgürlükler diyarıdır. Maket ve çizimlerdeki ölçekler nedeniyle gerçeği ancak bittiğinde görebilen mimarlar nihayet sadece kendi zihinlerinde gezebildikleri mekanları başkalarıyla da birlikte gezebilme imkanı bulmuşlardır. Ancak, sayısal bir yapıya sahip olan sanal mekanı kullanmak için gerekli olan teknik bilginin nicelik ve niteliği pek çok tasarımcının -özellikle yoğun uygulama yapanların- bu konuya olan ilgisinin önünde bir engel olarak durmaktadır. Bu da sanal mekânın mimarlıkta deneyimli profesyoneller tarafından tecrübe edilememesine ve bu konuda yeterince olgun eleştirilerde bulunamamasına neden olmaktadır.

Bu tezin amacı sanal mekânı kuramsal ve teknik altyapı açılarından inceleyerek ne olduğunu, sınırlarını, mimarlara ne gibi vaatlerde bulunabileceğini gözler önüne sermektir.

Tutarlılığının tespiti için kuramsal, sınırlarının tespiti için ise teknik inceleme yolu tercih edilmiştir.

Çalışma sonucunda görülmüştür ki; sanal mekân eksiklikleri sanarak giderildiğinde, özellikle mekân simülasyonu olarak mimarlık çalışmalarında bir test zemini olabilecek kapasitededir. Zaman ve mekân kavramlarının kuramsal açılımlarında yer alan bileşenlerin özelliklerin pek çoğunun sanal mekân içinde, yapısı gibi sınırlandırılmış bir biçimde yer aldığı görülmüştür. Ancak bu sınır her geçen gün genişlemekte ve sanal mekân daha büyük bir var oluş zemini halini almaktadır. İnsanın bu içerici içindeki var oluşu ise ancak teknolojinin izin verdiği kadar gerçek olabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanal Mekan, Sanal Gerçeklik, Zaman, Mekan, Teknoloji, 3D

SUMMARY

Studying the Probabilities and Possibilities of the Virtual Space in the Space-Time Context

As all other professions, architecture as an applied art is encountered with many new concepts, methods and techniques. One of them is the *virtual space* which has not gained a totally clear definition yet. Virtual space has become a popular concept with the rise of computer technology and met by designers at such a reliable state of the simulation of space.

Besides, digital structure of virtual space and the quantity and the type of the knowledge needed to become a user stands as a problem for designers, especially for those who are really preoccupied. This also keeps experienced professionals aloof from testing and criticising it. The objective of this thesis is to examine technique and conceptual background of virtual space and finding out its borders and its meaning for architects.

Two main approaches of investigations adopted in the thesis are; a) the conceptual, to examine the internal of virtual space and b) the technical to find out its limits.

It is observed that; the virtual space of which we supplement missing or defective parts by *supposing* and/or *imagining* –that's why it is called virtual- has the capacity of being a testing platform especially in architectural design studies. The components in the theoretical definitions of space and time concepts exist in a limited way in virtual space. But those limits widen day by day and virtual space becomes a larger existential platform. The place of human in this platform remains as real as the technology permits.

Keywords: Virtual Space, Virtual Reality, Virtual, Space, Time, Computer, Technology, 3D

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Farklı çözünürlük ve boyutlardaki raster grafikler.....	42
Şekil 2. Yüksek çözünürlüğe sahip raster grafik	42
Şekil 3. Vektörel ve raster grafikler	44
Şekil 4. Sketchpad ve Ivan Sutherland.....	45
Şekil 5. Bir çember ve çizginin analitik düzlemdeki ifadesi	46
Şekil 6. Üç boyutlu koordinat sistemi	47
Şekil 7. Dünya ve kullanıcı koordinat sistemleri	48
Şekil 8. Ala Tabiei 'nin (1999) Finite Element Vehicle/Dummy Interaction (Sonlu eleman aracı ve manken etkileşimi) isimli bildirisindeki pick-up, bariyer ve manken sisteminden oluşan simülasyon çalışması	50
Şekil 9. Sanal mekanda üç boyutlu grafik bilgisi oluşturulmuş bir koltuk	52
Şekil 10. Yüzeylerin sanal mekanda görsel engel olarak sahip olabilecekleri opaklık ve saydamlık özellikleri	53
Şekil 11. Asal ve organik geometrilerin sanal mekanda üçgen yüzeylerle tanımlanması ...	54
Şekil 12. Sanal mekanda, içi dolu asal geometriden, çıkarma yöntemiyle karmaşık bir geometri elde etme işlemi	55
Şekil 13. Sanal mekanda basit çizgilerden karmaşık formdaki geometrilerin oluşturulması	56
Şekil 14. Üç boyutlu tarayıcı,yazıcı ve bu yazıcılarla oluşturulan mimari modeller.....	56
Şekil 15. Doğrusal, noktasal ve spot ışık ile elde edilen aydınlatma efektleri	58
Şekil 16. Mat ve parlak yüzeylerin ışığı yansıtma biçimi	58
Şekil 17. Bilgisayar yazılımlarında sıkça rastlanan renk paleti modelleri	59
Şekil 18. Sanal mekanda yüzeylerin ışığı yansıtma biçimini düzenlerken kullanılan parametreler ile elde edilen farklı görsel efektler.....	60
Şekil 19. Lokal aydınlatma ve radiosity algoritmaları ile elde edilen aydınlanma efektleri	61

Şekil 20. Texture mapping işleminden önce ve sonra üç boyutlu geometrilerin sahip olduğu efektler	63
Şekil 21. Yüzeylerin üzerinde ışık ışınlarıyla yaptıkları açı sonucunda oluşan aydınlanma farkı.....	64
Şekil 22. Materyal kanallarının en sık kullanılanları ve yüzey üzerinde oluşturdukları efektler	65
Şekil 23. Sanal mekanda farklı tekniklerle elde edilen gölge efektleri	67
Şekil 24. Bir gerçek mekanın aydınlatma simülasyonu için radiosity kullanılarak sanal mekanda oluşturulan simülasyonu.....	67
Şekil 25. 1962'de Morton Heilig tarafından yapılan Sensorama.....	70
Şekil 26. Space Mouse türleri.....	72
Şekil 27. Wand türleri	72
Şekil 28. Eldiven türleri.....	73
Şekil 29. Body Suit.....	74
Şekil 30. Tracking aygıtları.....	75
Şekil 31. Anaglyph Gözlük	75
Şekil 32. Shutter gözlük ve CRT projeksiyon sistemi.....	76
Şekil 33. Polarize gözlük ve projeksiyon sistemi.....	77
Şekil 34. HMD aygıtları	78
Şekil 35. CAVE sistemleri	79
Şekil 36. BOOM sistemleri	80
Şekil 37. HMD sistemleri.....	81
Şekil 38. Responsive Workbench türleri.....	82
Şekil 39. Augmented Reality sistemleri.....	84
Şekil 40. Diğer sanal gerçeklik sistemleri.....	85

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Gerçek ve Sanal Mekana ait karakteristikler	97
--	----



1. GENEL BİLGİLER

1.1 Giriş

Robot tasarımcısı genel toplantıda tasarladığı bir robota sorar:

Tasarımcı: Sevgi nedir söyle

Robot: Sevgi, önce gözlerimin biraz açılıp nefesimin hızlanması, cildimin ısınması ve...

Tasarımcı: Vesaire, vesaire.. Teşekkürler Sheila. Duyusal simülatörlerden söz etmiyorum. Kullandığım kelime sevgiydi. Bir çocuğun anne ve babasına duyduğu türden sevgi. Sevebilecek bir robot çocuk yapmamızı öneriyorum. Kendine örnek aldığı anne ve babasını bitmeyen bir sevgiyle sevecek bir robot çocuk

B: Çocuk yerine geçecek bir Mecha mı?

Tasarımcı: Ama düşünebilen, tepki verebilen bir Mecha. Demek istediğim, sevginin bugüne kadar ulaşılammış bir bilinçaltı olduğu. Metaforlarla dolu bir iç dünya, içgüdü, kendinden motivasyonlu öğrenme, rüyalar.

B: Rüya gören bir robot mu?

Tasarımcı: Evet.

B: Peki bunu nasıl başaracağız?

C: Benim anladığım kadarıyla günümüzde insanların Mecha'lara olan tavırlarını düşünürsek, asıl sorun sevebilen bir robot yapmak değil. Asıl sorun, insanların onları sevmelerini sağlayabilecek miyiz?

Tasarımcı: Bizimki mükemmel, hep seven, hastalanmayan bir çocuk olacak. Lisans almak için boşuna uğraşan onca çocuksuz çift varken Mecha'mız hem yeni bir pazar açacak hem de büyük bir ihtiyacı giderecek.

C: Ama soruma yanıt vermediniz. Bir robot bir insanı gerçekten sevebilirse. Bunun karşılığında o insanın Mecha'ya karşı sorumluluğu ne olur? Ahlaki bir soru değil mi?

Tasarımcı: En eskisinden... Ama başlangıçta Tanrı da Adem'i onu sevsin diye yaratmadı mı?

Yukarıdaki diyalog Steven Spielberg'in "*Artificial Intelligence*" (Yapay Zeka) adlı filmindeki bir sahnede geçmektedir. Star wars filmlerini izlediğimiz dönemlerde karşımıza çıkan teknoloji bize çok uzak olduğu için çoğu figürü sorgulama ihtiyacı duymuyorduk. Ancak günümüzde teknolojide yaşanan gelişmelerle bir çok yeniliği ve ürünü hatta gelecekte ürüne dönüşecek olan "*fikir*"leri sorgulamaya başlıyoruz.

Birkaç yıl öncesine kadar “*science fiction*” gibi görünen pek çok şey günümüzde karşımıza çıkmaktadır. İnternet, GPRS, Mobil iletişim bunların ölçekçe büyük olanlarındandır. İnsanlığın hizmetindeki bilim sürekli daha yeniyi daha iyiyi aramakla meşgul iken insanoğlu çok eski bir takıntısını yeniden gündeme getirmiştir; “Bilimin sınırı nedir?” Spielberg, film üzerine yaptığı bir söyleşide “*Dikkatli olmalıyız...*” der “..*çünkü kendimiz için yarattığımız geleceğe doğru yol alıyoruz. Bu gezegene yerleştirdiğimiz her şeyden sorumluyuz. Aynı şekilde aldığımız şeylerden de... Ne kadar ileri gidebileceğimiz konusunda sınırlayıcılara ihtiyaç duyuyoruz, etik ve ahlaki sınırlayıcılara.*” Teknoloji o kadar ilerlemiştir ki artık etkisi kestirilemeyen ürünler/sonuçlar gündeme gelmiştir. Hesap makineleri gibi. Hepimiz faydalı mı yoksa sadece işlem gücümüzü körelten bir makine mi olduğunu sorguladığımızı anımsarız. Aynı şekilde artık teknolojinin hayatımıza girmesine daha ne kadar izin vereceğimizi de sorgulamaya başladık.

Teknolojik yenilikler bizleri artık şaşırtmıyor. Hatta teknolojinin gidişatı hakkında tahminlerde bile bulunabiliyoruz. Önümüzdeki yıl bizleri ne tür yeniliklerin beklediğini şimdiden söylemek mümkün. Teknolojik olan artık beklenir olan halini almıştır. Üreticiler bir sonraki yıl satışa sunulacak mikroişlemcileri tanıtıyor. Hayatımız hızlanıyor, rutin işlemler her geçen gün daha da kolaylaşıyor.

Yaşam tarzımız değişiyor. Artık birbirimize e-posta gönderiyoruz. Cepten arıyoruz. Tek dokunuşla kopyalıyoruz. Eskiden yerinde yaptığımız bir çok eylemi şimdi tek bir yerden yapabiliyoruz. Bankalar buna en güzel örnektir. İnternet bankacılığı ile banka yapılarının kullanımı azalmıştır. Teknolojideki bu radikal değişiklik yapı işlevlerinin, mekan boyutlarının ve hatta yapı formlarının değişmesine neden olmuştur. Bilgisayar teknolojisi sayesinde eskiden hayal bile edemeyeceğimiz formlar inşa edilebilmekte. “*Architecture in Cyberspace or Cyberspace in Architecture*” (URL-1, 2003) isimli çalışmada “Cyberian Lifestyle” kavramı açıklanırken -gazetelerde, dergilerde, kitaplarda, sanal haber grupları ve web sitelerindeki yazılardan derlenen bazı karakteristikler olarak şunlar sıralanmıştır; “*Uyanmak ve bilgisayarı açmak- e malileri kontrol etmek- günde 8 saatten fazla çalışmak- uzaktan kumandalı televizyonlar- radyolar- bilgiye anında erişim- şifre- otomatik download- save- MIRC- world wide web- e mail- sanal resimler- 3D- surround ses- VCR- PC- modem- cevap makineleri- dokunmatik cep telefonları- kablosuz telefonlar- “call-screening” telefonlar- kartlar- ATM’ler- faks makineleri- barkod- kablolu TV- uydu TV- CD- nakit para kartları- ATM kartları- kredi kartları- telefon bankacılığı- sanal bankacılık- VRML...*”

Bu karakteristikler bize teknolojinin hayatımıza ne kadar çeşitli ve ciddi bir yelpazeyle girdiğini göstermektedir. Bunlar aynı zamanda değişen yaşam biçimimizin de göstergeleridir. Şimdiye dek uygulayageldiğimiz konvansiyonlar yerlerini dijitalleştirilmiş olanlara bırakmışlardır. Dijital teknoloji ise hızla ilerlemekte, gelişmekte ve yeni ürün ve yöntemler sunmaktadır. Bu yüzden çevremiz ile olan etkileşimimiz artık eskisi gibi değildir. Artık eylemlerimizin süreleri ve bütüne göre oranları değişmiştir. Bu da bizim eskiye göre daha farklı konularda tecrübe sahibi olacağımızın ve belki de reflekslerimizin değişeceğinin bir göstergesidir.

Siber yaşam çalışmak için gerekli olan mekan anlayışını değiştirmiştir. Kablosuz network sistemleri sayesinde sabit büro düzeninden serbest büro düzenine geçmek mümkün hale gelmiştir. İngiltere hava yollarının, Londra Heathrow hava meydanı yakınlarındaki genel merkez binası Waterside buna en güzel örnektir. Dijital yazı editörleri kırtasiye masraflarını büyük ölçüde azaltmıştır. Arşivlerde dosyalama işlemi yerine sayısal yedekleme üniteleri kullanılmaya başlanmıştır. Dünyanın farklı noktalarındaki kişiler telekonferans sistemleri ile bir araya gelebilmektedir ve ulaşım için gerekli olan bütçe ve zaman eskiye oranla düşük seviyelerdedir. İnternet sayısız işlem için kullanılabilir; bankacılık, alışveriş, katalog tarama, bilgi tarama, dosya transferi, e-posta, eğitim ...vs. Son yıllarda gündeme gelen internet üzerinden eğitim ile artık bireylerin belirli bazı konularda eğitim alabilmeleri için eğitim verilen yapıya gitmelerine gerek kalmamıştır. Bütün bunlar teknolojinin bize sunduklarıdır. Şüphesiz içlerinde iyi ve kötü olanları vardır. Siber yaşam bize büyük kolaylıklar sunmaktadır ama ideal anlamda düşünülürse sosyal bir varlık olan insanın böyle bir hücrenel yaşama ne kadar dayanabileceği tartışılır. Suler, tezinde konuyla ilgili olarak internetin ve cyber yaşamın kişilerin üzerindeki psikolojik etkisini incelemiş ve bazı uyarılarda bulunmuştur. (URL-2, 2002)

Yukarıda anlatılan siber yaşam tarzı teknolojinin sunduğu olanaklar sonucunda ortaya çıkmıştır. Burada olanaklardan kastedilen teknolojinin sunduğu yeni araç ve buna bağlı olarak gelişen tekniklerdir. Araçların kapasitelerinin yükselmesi tekniklerin de uzun vadede değişmesine neden olmaktadır. Örneğin ilk çıktığı günlerde internet, grafik içeriklerine bugün olduğu kadar uygun bir ortam değildi. Bant genişlikleri ve bilgisayarların kapasiteleri sadece yazılı bilginin kablo üzerinden taşınabilmesine imkan vermekteydi. Bant genişliklerinin artması ile internet üzerinden grafik bilgi transferi de mümkün hale geldi. Yazılım sektörü ise bu soruna grafik bilginin küçük boyutlarda sayısal bilgiye dönüştürülmesini sağlayan yazılımlar ile çeşitli çözümler önerdi. Üç boyutlu

bilginin internet üzerinden paylaşımını sağlayan VRML buna en güzel örnektir. Network ve yazılım teknolojisindeki gelişim internetin daha farklı işler için kullanılmasına ve dolayısıyla bazı yöntemlerin değişmesine neden olmuştur. Başka bir kıtada bulunan bir tasarımcıyla yaptığımız tasarım üzerinde tartışmak mümkündür. Bilgi ve *materyal* transferi için gerekli süre günümüzde makul büyüklüktedir. Burada materyal ile kastedilen her tür materyaldir. Çünkü günümüzde hemen her tür bilgi sayısallaştırılabilmektedir. Örneğin internet üzerinden chat yaptığınız arkadaşınıza o an yudumladığınız kahvenin fincanının resmini web-cam yardımı ile gönderebilirsiniz. (kaldı ki görüntülü chat yapmak da mümkündür) Bu yeterli olmazsa 3D scanner'ınız ile kahve fincanınızı tarayıp 3 boyutlu grafik bilgisini gönderirsiniz ve arkadaşınız da yanındaki 3D printer ile fincanın gerçek ölçülerdeki üç boyutlu fiziksel modelini elde eder. Yıldız savaşlarındaki ışınlama işlemine benzemiyor mu?

1.2. Bilginin Sayısallaştırılması

“Asıl mesele konuşan bir arabayla iletişim kurmak haline gelir...” (Baudrillard, 1989)¹ Yani kullandığımız aracın bize uygun olması ne kadar önemliyse bizim de aracı kullanabilmek için gerekli dile sahip olmamız o kadar önemlidir. Bilgisayarlar sayısal bir işleyişe sahiptir. Hardware ve Software'dan oluşur. “*Hardware ve Software'lerin bir arada çalışması ve birinin diğerinden bağımsız çalışmaması söz konusudur. Hardware, software'in istediği makine haline gelir. Bir müzik enstrüman, faks makinesi veya bir uçak olabilir.*” (Erkal, 1997) Sayısal bir işleyiş sistemine sahip olan bilgisayarlarda kullanırken karşılaştığımız tüm görsel ve işitsel öğeler aslında hardware'ın anlayabileceği şekilde sayısallaştırılmış ya da kodlandırılmış bilgilerdir. Bizim bilgisayara girdiğimiz bilgilerin tümü de arka planda çalışan software'lar aracılığı ile otomatik olarak sayısallaştırılmaktadır. Sayısallaştırma öyle bir dönüşümdür ki sıradan bir bilgisayar kullanıcısının bilgisayara aktardığı bilgileri sayısallaştırılmış formdaki haliyle tanınması mümkün değildir. Yazılım teknolojisindeki gelişmeler, aradaki bu büyük farkın hissedilmemesi için harikulade çözümler sunmaktadır. Windows® pencereleri, çöp kutusu,

1

Birincil kaynak: Erkal, O., 1997. The Transformational Limits of Technology On Architectural Design With Emphasis On The Role of Digital Technologies In The Design Process, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi.

tutma-bırakma, klasörler, vb. bu çözümlerden bazılarıdır ve hepsi de, görülmektedir ki, insan ve fenomenlerinden yola çıkılarak oluşturulmuştur.

Arka planda donanım ve yazılımın yaptığı iş ne olursa olsun bilgi hangi formu alırsa alsın bilginin içeriği sürekli aynı kalmaktadır. Zampi ve Morgan (Zampi, Morgan, 1995) kitaplarında bu durumu güzel bir örnekle açıklamışlardır; “...örneğin bu kitapta yer alan yazı ilk önce bilgisayarda yazıldı, yazar tarafından okundu ve düzeltildi, Hong Kong'daki başka bir yazara faks ile gönderildi, Londra'daki yayıncıya disk ile gönderildi o da Amerika'daki yayıncıya e-mail ile gönderdi. Sonra değişik bir programa atıldı ve sayfalara bölündü, resimleri scanner ile taranarak sayısallaştırıldıktan sonra yazılarla bir araya getirildi, printer'dan çıktısı alındı ve ciltlendi. Şu anda okumakta olduğunuz bu yazı değişik zamanlarda, monitördeki görüntü, bir faks kağıdı, e-mail mesajı bir film parçası ve en son elinizde tuttuğunuz kağıt halini aldı. Ama bitler sabit kaldı.” Ancak bu örnekte farklı olarak bilginin formunun sayısallaştırma haricindeki değişimlerine de değinilmiştir. Bilgi, farklı koşullardaki amaçlara yönelik, farklı formlara dönüşmüştür ama içeriği aynı kalmıştır. Bu da bize dolaylı olarak bilgisayar ortamında sadece sayısallaştırılabilen bilginin işlenebileceğini göstermektedir. Bu tezin asıl amaçlarından biri de sayısallaştırmanın sınırlarını tespit etmektir. Neleri sayısallaştırabiliriz? Neleri sayısallaştıramayız? Sayısallaştırabileceklerimiz teknolojinin gelişimi ile artabilir mi? Başkasına aktaramadığımız bir şeyi bildiğimizi söylemek mümkün müdür? Sayısallaştırılamayan bilgi ne kadar gerçektir?

Mimarlıkta bilgisayar kullanımı yukarıdaki sorunsallardan dolayı uzunca bir süredir tartışılmaktadır. Şu açıktır ki son derece karmaşık bir yapıya sahip olan mimarlık bilgisayardan sayısallaştırılabilecek öğeleri nispetinde faydalanacaktır. Soyut ve somut pek çok kavramı içinde barındıran tasarım aktivitesini yeryüzünde sadece insan gerçekleştirebildiğine göre bilgisayarlar bu süreç içinde ancak sınırlı bir düzeyde kullanılabilir. Matematiksel hesaplama, çizim, denetim gibi işlemler bilgisayar yardımıyla yapılabilir; matematiksel hesaplama işlerinde bilgisayar kullanılabilir, keşif ve metraj işlemleri prensip olarak da bilgisayar için uygundur. Çizim yapmak için de kullanılabilir. Vektörel grafik teknolojisi (bu konuya ileride detaylı bir biçimde değinilecektir) sayesinde hızlı bir biçimde çizim, düzeltme ve kopyalama yapılabilir. Ağ sistemi sayesinde ise ekip çalışmalarında yüksek düzeyde denetim sağlanabilmektedir. Ancak dikkat edecek olursak bu işlemler mimari tasarım süreci içinde bazı kararlar alındıktan sonra yapılacak olan işlemlerdir. Bir kişi plan çizerken diğeri

metraj ile uğraşamaz. Tasarım başlamadan çizim başlayamaz. Bilgisayar bu eylemlerde tasarım aktivitesinden bağımsızdır, bu aktiviteyi etkilemez. Mimari tasarımda bilgisayar kullanımındaki tartışmalar bilgisayar kullanımının tasarımı etkilemesi söz konusu olduğunda başlar. Tasarımın etkilenmesi ise kendini iki şekilde göstermiştir;

1. Bilgisayar kullanımı ile değişen insan aktiviteleri ve buna bağlı olarak değişen yaşam biçimi, mekan boyutları, yeni mekanlar, kriterler, vb. (Tasarımın içeriğinin değişmesi)
2. Bilgisayar kullanımı ile eskiden zor hatta imkansız gibi görülen tasarımların denenmesi, test edilmesi. (Tasarımın değişmesi)

Birincide sözü geçen değişim mimarlığın pek çok tanımında da yer alan çözüm önerme amacıyla uyuşmaktadır. Ancak ikinci maddede değinilen değişiklik mimarlığın sunduğu çözümlerin değişeceğiyle ilgilidir. Mimarlar geçmişte inşa edilemeyen formları bilgisayar teknolojisiyle tasarımlarına katabilmektedirler. Tasarımlarını kısa sürede modifiye ederek yapının bitmiş halini foto-realistik resimlerle görebilmektedirler. Hatta tasarımlarının içinde gezebilmektedirler. Çünkü mimari tasarıma yönelik bilgisayar yazılımların tümü artık 3 boyutlu mekan simülasyonu önermektedir. Bu mekan içinde üç boyutlu objeler bir kez oluşturulduğunda o objenin sınırsız sayıdaki noktadan görüntüsü elde edilebilmekte ve bu bazı yazılımlarda kendini gerçek zamanlı görüntü akışı ile göstermektedir. Yani tasarımcı tasarladığı 3 boyutlu bir geometriyi monitörü üzerinde kendi istediği gibi dönerken görebilmektedir. İsteddiği kadar yaklaşabilmekte ve içinde gezebilmektedir. Bu durum ister mimari bir yapı isterse bir motor bloğu olsun değişmemektedir. Bu tür yazılımlarda kullanıcı tarafından oluşturulan üç boyutlu objeleri içine aldığı varsayılan yine yazılım tarafından önerilen 3 boyutlu mekan sanal bir mekandır. Tıpkı diğer bilgilerde olduğu gibi mekan da sayısallaştırılmış bir formdadır. Sanal mekan ile kastedilen pek çok şey vardır internet siteleri, chat odaları gibi, ancak bu tezde kastedilen sanal mekan işte bu şekilde sayısallaştırılmış olan “mekan” dır. İçinde sayısallaştırılmış diğer bilgilerin var olduğu bir mekan. Kahve fincanını hatırlayınız. Kahve fincanını olduğu gibi bu mekanın içinde görmek mümkün değildir ama bir 3d scanner ile sayısallaştırılacak olursa mekan bu bilgiyi kabul edecektir ve fincanın bir uzantısı bu mekan içinde var olabilecektir.

Sanal mekan bu anlamda incelenecek olursa ve gerçek mekan ile birlikte düşünülürse kapasitesinin ne kadar büyük olabileceği ve sanal mekan yardımıyla ne kadar çok şey yapılabileceği daha iyi anlaşılacaktır diye düşünüyorum. “Sanal mekan”ın ne olduğunu

anlayabilmek için ise “mekan”ın ne olduğunun ve hangi özelliklerinin sayısallaştırılabileceğinin bilinmesi gerekir.

Bilgisayarlar sadece sayısal bilgilerle çalışmaktadır ancak bu, bilgisayarların sayısallaştırılmış tüm bilgileri kabul edeceği anlamına gelmez. Bunun nedeni, kapasitelerinin sınırlı oluşudur. O halde sanal mekanı iyi bir biçimde kavrayabilmek için mekanın özellikleri kadar bilgisayarların özelliklerinin de incelenmesi gerekir.

Mekanın ve bilgisayarların özelliklerini incelerken konunun mimarlık olduğu hiçbir zaman unutulmamalı ve mimari tasarımda faydalanılan bilgiler ışığında bir inceleme yapılmalıdır. Bu da bize mimarlığın da mekan ve bilgisayar konusuna paralel bir biçimde incelenmesi gerektiğini gösterir.

1.3. Internet

Mimarlığın zemini olan mekana ait, sosyal ve fenomenal potansiyel ve öğeleri içeren, içerdiği öne sürülen, sanal mekanın, en karmaşık ve geniş formdaki örneği Internettir.

“...eğer yapabilseydik dünyayı gezerdik ve evimizden hiç çıkmazdık, risksiz zaferlerin tadını çıkarırdık, ağaçtan yerdik ve hiç yaralanmazdık, her gün melekle gezer, şimdi cennete girer ve hiç ölmezdik... eğer biri yapabilseydi, işe gitmezdi, bir iki saatlik bir ders için okula bir saatte gidip bir saatte geri dönmezdi. Sadece eğer yapabilseydi.” (Li) (URL-1, 2003) bu sözleri ile Internet’in nasıl olup da bu kadar kolay benimsendiğini samimi bir ifadeyle anlatmıştır. İşlerimizi oturduğumuz yerden, tek bir yerden yürütebilme fikrini cazibesidir belki de Internet’i kabul etmemizin nedeni. Li burada aslında internetin kabul görmesinin söz konusu olmadığını, aksine, Internet’in zaten insanoğlunun en büyük hayallerinden biri için uzun bir süredir beklediği bir araç olduğunu anlatmaktadır. Peşinden bir uyarıda bulunmaktadır; *“Siber teknolojinin en ekstrem noktası izolasyondur. İzolasyon E.M.Foster’ın “The Machine Stops”unda açıkça resmedilmiştir. Öyle bir zamandır ki başka bir insana dokunmaya veya onu hissetmeye gerek yoktur, fiziksel elemanların sıkıcı, kastedilen/dikkate alınan şeyin tekrar yorumlanmasının ilginç ve yorumlananın tekrar yorumlanmasının ise daha ilginç olduğu bir zaman. Bilginin üstün olduğu ve fiziksel formun gereksiz olduğu bir zaman”*. Günümüzde internet ve gelecekte daha yeni araçlarla bizleri nasıl bir yaşamın beklediğine, materyal dünyasından bağımsız, sadece sayısal veri aktarımıyla yürütülen işlerin dünyasına dikkati çekmiştir. Network ağları ve bir üstü Internet söz konusu değişimin ilk basamağıdır.

Mimarlık sanal mekandan gerçek mekanın simülasyonu olarak faydalanırken diğer ihtisas alanları daha farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Yukarıda anlatılanları hatırlayalım; İnternet üzerinden kayıt işlemleri, bankacılık işlemleri, sipariş, araştırma verimli bir biçimde yapılabilmektedir. Kredi kartı numarası ile hesabınızdaki para otomatik olarak başka bir hesaba aktarılabilir. Para kullanımı azalmaktadır.

Ofislerde network sistemleri ile kırtasiye masrafları ve israfı minimuma inmiştir. Farklı coğrafi konumlardaki yöneticiler, video konferans sistemleri ile toplantılar düzenleyebilmektedir. Yüksek bant genişliğine sahip internet hatları ile geniş kapsamlı projeler bile kişilerin bir araya gelmesine gerek kalmaksızın yürütülebilmektedir. Yöneticiler gibi, sıradan kullanıcılar da sohbet etmek için chat odalarını kullanmakta ve başka birinin bu sohbete katılmasını sağlayabilmektedir.

Tüm bunlar İnternet ile başlayan değişimin göstergesidir ve bazı yapıların kullanımına artık gerek kalmayacağını, fiziksel anlamda yüz yüze görüşmelerin azalacağını, insanların asosyalleşeceklerinin habercisidir.

Gerçekleştirilen bu aktivitelerin tümü bilginin sayısallaştırılabilmesinin bir sonucudur. Mimarlıkta üç boyutlu geometrileri içine alan üç boyutlu sanal mekan, internet üzerinde, içerdiği bilgiye göre çok değişik türleri ile karşımıza çıkmaktadır. Bu türler kimi zaman bir text editörü, kimi zaman diğer mekanlara kısa yollar yani linkler içeren buton şemaları, kimi zaman da reklam panoları halini almaktadır. *“Mekan havası vermek için web siteleri her sayfada tekrarlanan çerçeve (border) elemanları kullanırlar.”* (Heim, 1998)

Bu aşamada ise “Mimarlıkta Sanal Mekan”ın başka bir türü “Sanal Mekanda Mimarlık” karşımıza çıkar. Gerçek mekan ve içerdiği bilgi sayısallaştırıldığında karşımıza çıkan sanal mekandaki mimarlık eylemi hangi anlamı taşıyacaktır? Spielberg’in ifadesiyle; mimarın bu mekana karşı sorumluluğu ne olacaktır? Sanal mekan tasarımı hangi elemanlardan ne amaçla faydalanacaktır? Heim’in bahsettiği *border*lar bu elemanlardan biridir. Ama diğerleri?

Bu kasvetli sorunun cevabı da mimarlığın hizmetindeki sanal mekan incelenirken kendiliğinden ortaya çıkacaktır. Sorunun kasvetli olarak nitelendirilmesinin nedeni ise “mimarlık”, “mekan” ve “sanal” kavramları ile ilgili henüz eksiksiz bir son tanımın (de+finito) olmayışındandır.

1.4. Mekan ve Zaman

“...mekan, fiziksel formdan iki nedenden dolayı daha içkin olarak zor bir başlıktır. Birincisi, mekan bir şey değil bir boşluktur dolayısıyla cismani doğası belli değildir. Onu objeleri ele aldığımız gibi alamayız. İkincisi, ilişki içindeki mekanlar bir kerede görülemez, bütünü tecrübe edebilmek için birinden diğerine doğru olan bir hareket gerektirir.”

Batı kültüründeki mekan anlayışını genellikle “Galilean” veya “Cartesian” olarak adlandırıyoruz. Bu anlayışın altındaki şemanın kaynağı Descartes’dir. O’na göre fiziksel objelerin en temel özellikleri en, boy ve uzunluklarıdır. Objelerin uzantıları ölçüm aygıtları ile nicelleştirilebildikleri, objelerin şüphe götürmez özellikleri olarak görülebilirler. “Yeşil” veya “iyi” gibi gözlemci ile enteraksiyona bağlı olan ikincil özelliklerinden ayrı olarak.” (Hillier, 1996)

“Zamanın kendisi bir hareket olmamasına rağmen hareketle birlikte var olmak zorundadır. Zamana ilk olarak değişebilen varlıklar içinde rastlanmaktadır; değişim zamanın içindedir. Zaman, içinde varlıkların değiştiği bir şey olarak böyle bir karşılaştırmada nasıl sergilenir?” (Heidegger, 1992)

Galilean ve Kartezyen mekan anlayışına göre mekan üç boyutludur. Çünkü içerdiği fiziksel objelerin tümü en, boy ve yükseklik değerleri ile tanımlanabilmektedir. Bu değerleri x,y ve z koordinatları biçiminde düşünürsek sanal mekanda fiziksel objelerin fiziksel özelliklerinin sayısallaştırılmasının ne kadar kolay olduğu görülecektir. Bu bize sanal mekanın, gerçek mekan anlayışının yukarıdaki gibi kabul edilmesi durumunda, objelerin üç boyutlu özelliklerini içerebileceğini göstermektedir.²

Hillier ilişki içindeki mekanları tecrübe edebilmek için hareketin gerektiğini öne sürmüştür. Ancak unutulmamalıdır ki hareket, sadece ilişki içindeki mekanların tecrübe edilebilmesi için değil, tanımlı bir mekanın tecrübe edilebilmesi için de gereklidir.

Heidegger’e göre de hareket ve zaman birlikte var olurlar. Yani hareket’in var olabilmesi için zaman var olmalıdır. Çünkü aynı anda uzayın iki farklı noktasında bulunulamaz. Mekanın tamamının anlaşılması için içindeki değişik noktalara ulaşılmalı ve mekan o noktalarda tekrar değerlendirilmelidir. Buradan yola çıkarak, mekanın varlığından

söz edebilmek için üç boyutunun olması gerektiğini ancak bu varlığın anlaşılabilmesi için bu üç boyuta ek olarak zaman boyutunun da olması gerektiğini söyleyebiliriz.

Üç boyut yani en, boy ve yükseklik, mekanın doğrudan kendine ait bir özelliği iken zaman boyutunun mekandan bağımsız bir biçimde aktığı görüşü mekan-zaman kuramcıları tarafından kabul görmüştür. Zaman, mekanın dördüncü boyutudur ancak, sadece mekana ait bir boyut değildir. Fiziksel objeler en, boy ve yükseklik değerlerine sahip olduğu için mekan da bu değerlerin sonsuz sayıdaki tüm kombinasyonlarına sahip ve hepsini içerebilen bir yapıya sahiptir. Bu yüzden üç boyutludur. Zaman da aynı şekilde, yapısında zaman olan tüm olayları, fenomenleri içerebilen bir yapıdadır.

Mekan ancak zaman ile her şeyi içerebilen bir *container* olacaktır. Çünkü objelerin varlığı ile sadece üç boyutlu fiziksel geometrileri anlaşılmalıdır.

Uzayın her noktasının aynı zamana veya ana ait olduğu fikrine relativite teoremi ile bir alternatif oluşturan Einstein, bu teoremi ile zamanın ve mekanın mutlaklığından söz edilemeyeceğini sadece her ikisinin de içinde var olanlar ile var olabileceğini savunmuştur. Einstein'e göre mutlak eş zamanlılık da yoktur.

Burada sorgulanacak olan şey sanal mekanın zaman boyutunun ne ifade ettiğidir. Gerçek mekan ve dördüncü boyutu sanal mekana nasıl yansımıştır? Bu yansıma sanal mekanı nasıl etkilemiştir? Zaman da sanal mekana aktarılabilmesi için sayısallaştırılmak zorunda olan bir bilgi midir? Sayısallaştırılabilir mi?

Sanal mekan, üç boyutlu simülasyon ve internetteki siber mekan anlamı ile Daniela Bertol'un (Bertol, 1997) deyişiyle "...zaman-mekan kavramlarını ve deneyimlerini tamamıyla değiştirmiştir..." Çünkü siber mekanda zaman, kullanıcılar için hiç bir şey ifade etmez. Farklı coğrafyalardan insanlar günün farklı saatlerinde hatta farklı günlerde ama aynı anda birbirleriyle iletişim kurabilmektedirler. Bu da zamanın akışı için seçilen referansların ve ölçülerin gerçekte olduğundan daha farklı olacağını göstermektedir. Bu kesinlikle gereklidir. Çünkü bir kişi, arkadaşınız, size bir e-posta gönderdiyse, siz bu e-postayı dünya üzerindeki coğrafi konunuza bağlı olarak, arkadaşınızın gönderme tarihinden bir gün önce alabilir ve gönderme tarihinden bir gün önce cevaplayabilirsiniz. Bu da, kağıt üzerinde e-postanın gelmeden önce cevaplanmış olduğunu gösterecektir veya öyle gibi görünecektir.

Sanal mekanın, mekan ve zaman ile olan ilişkisini daha iyi kavrayabilmek için ve bütün bunların mimarlık için ne ifade ettiğinin belirlenebilmesi için, yukarıda geçen tüm kavramların açılması gerekmektedir. Tezin bundan sonraki bölümünde sözü geçen konular

ve kavramlar, araştırma süreci boyunca elde edilen bilgiler ışığında açılarak çözüme götürecek olan detayları üzerinde yoğunlaşılacak biçimde açıklanacaktır.

1.5. Tezin Amaç ve Kapsamı

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle yaşantımıza pek çok yeni kavram ve yöntem girmiştir. Bugüne kadar konvansiyonel rutinler halinde gerçekleştirdiğimiz eylemlerimiz de söz konusu değişime tabi olmuşlardır. Ancak, sanal mekan kavramı, diğerlerinden farklı olarak, doğrudan herhangi bir şeyin yerini almamış, kendisine bağlı olarak yeni kavram ve yöntemlerin geliştirilebileceği bir varoluş zemini olarak ortaya çıkmıştır.

Sanal mekan kavramı birden fazla güncel anlam taşımaktadır; bilgisayar yazılımlarında kullanıcıların karşılaştığı, içinde çeşitli eylem ve komutlar için görsel ve işitsel öğeler barındıran platform anlamında kullanıldığı gibi Internet ortamında benzer amaçlara yönelik eylemleri kapsayan *kısım* anlamını da taşır. Ancak bu tezde ele alınan sanal mekan, bu iki anlamdan ayrı olarak, Galilean veya Kartezyen mekan anlayışında objelerin şüphe götürmez özellikleri olarak belirtilen en, boy ve yüksekliklerinin yani uzantılarının ve diğer birtakım özelliklerinin, içinde temsil edilebildiği bir tür üç boyutlu mekan simülasyonudur. Bu anlamıyla sanal mekan, gerçek mekandaki varoluşları, bir düzeye kadar içeren yapay bir mekandır. Bu anlamıyla düşünüldüğünde, yukarıda da belirtildiği gibi sanal mekan herhangi bir konvansiyonelin yerini almamış, var olan konvansiyon, kavram ve yöntemlerin içkin rutinleriyle yapay bir ortama taşınmasını gündeme getirmiştir.

Bu tezde amaçlanan, sanal mekanın bu anlamda mimari olasılık ve olanaklarının ne olduğunu belirlemektir. Mekan mimarlığın özü ise sanal mekanı incelemesi gereken mimardır. Ancak, söz konusu tespitin gerçekleşebilmesi için önce mekanın “sanal” sıfatından bağımsız olarak ne olduğunun ve sanal olanının onu nasıl olup da simüle ettiğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Araştırmada bu amaçla;

mekanın anlamı için **MİMARLIK**

sanalını sorgulayabilmek için **MEKAN**

mekan ile birlikte var olduğu için **ZAMAN**

mimari anlatım dilini kavramak için **MİMARİ ÇİZİM VE MODEL**

nasıl olduğunu anlamak için **SANAL MEKAN**

Kavramlarını ačan bir yöntem izlenmiş ve elde edilen bilgiler ışığında mimarlık sanatı için ne anlam ifade edebileceği saptanmaya çalışılmıştır. Kavramlar birbirinden ayrı olarak ama mimari içeriklerine yakın durularak incelenmiş, bulgular ve tartışma bölümünde bu incelemelerde elde edilen bilgiler bir araya getirilmiş, son olarak da sonuç ve öneriler bölümündeki bilgilere ulaşılmıştır. İncelenmesi gerekli olan konuların çeşitliliği böyle bir yol izlemeyi gerektirmiştir.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Mekan ve Zaman

Sanal mekan içeriğine göre değişik anlamlar taşımaktadır. Bu tezde incelenecek olan ise gerçek mekanın simülasyonu olarak kullanılan biçimidir. İçinde üç boyutlu bina modellerinin oluşturulabildiği ve sadece binaya ait değil çevreye ait çeşitli karakteristiklerin de tanımlanabildiği yazılım ve donanım destekli bir ortam olarak ele alınacaktır. Gerçek mekan ile mukayese edilmek suretiyle ne olduğu ve ne kadar başarılı bir *yapay* olduğu belirlenecektir. Bunu yapabilmek içinse temsil ettiği gerçek mekanın anlam, özellik ve karakteristiklerinin tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde sanal mekanın kaynağı olan mekan ve birlikte var oldukları savunulan zaman kavramları kuramsal ve analitik açıdan incelenecek ve mukayesede kullanılacak bazı karakteristiklere ulaşmaya çalışılacaktır. Bunu yaparken de konu ile ilgili kuramcılarının tanım ve görüşlerinden yola çıkılacaktır.

“Kim ne kadar bilgi sahibiyse, o kadardır onun kuramı” (Gür, 1998) söylemi doğrultusunda da incelenecek görüşler doğal olarak sınırlanacaktır.

2.1.1. Mimarlık

“Mimarlık bir ihtiyaç ve programa cevap olarak geliştirilen, anlamlı mekanın istenmesi ve tanımlanması ile gerçekleştirilen yer (place) oluşturma eylemidir.” (Ching, 1979).(Campbell), URL-3, 2002)

Mimarlık kütle ve boşunun usta bir sentezidir. (GÜR, 2000)

“Fiziksel mekan olarak mimarlık, katı boşluk diyalektiği olarak tanımlanabilir. Maddenin varlığı fiziksel yaşantımızın/tecrübelerimizin mekanını biçimlendirir. Aynı zamanda bizim dışımızdaki dünyaya ait en temel bilgiyi verir. Vücudumuz bir katı cisim olarak algılanabilir. Dış dünya algımız boşluklarla birbirinden ayrılmış katıların birleşiminden oluşur. Bir katı cisim mekanda bir pozisyona sahipse başka bir cisim aynı anda aynı pozisyona sahip olamaz. Bu ifadeler ışığında mimarlık mekanı katılar ve boşluklar birleşimi ile biçimlendirir. Genellikle mimarlıkta katı, pozitif mekan olarak boşluk ise negatif mekan olarak tanımlanır.” (Bertol, 1997)

“Mimarlığın “bir parça heykeltıraşlıktan” ayrılmış tanımı sadece; mimarlığın heykeli belirli bir mekan için tasarlama ve oraya binanın en iyi prensipleriyle yerleştirme sanatı olmasıdır.”(Ruskin, 1855).³

“Mimarlık gerçekte yoktur. Sadece mimarlık işi vardır. Mimarlık zihinde vardır. Mimarlık yapan bir kişi , o işi mimarlığın ruhu için bir öneri olarak yapar... Hiçbir stili bilmeyen, hiçbir tekniği, metodu bilmeyen bir ruh. O ruh yalnızca kendini temsil eden şeyi bekler. Mimarlık oradadır ve ölçülemeyenin somutlaşmasıdır.”(Kahn, 1964) ⁴

Ching’e göre mimarlık anlamlı mekan yani yer oluşturma eylemidir. Gür’e göre ise kütle ve boşunun usta bir sentezidir. Bertol’e göre de mimarlık mekanı katılar ve boşluklar birleşimi ile biçimlendirir. Ruskin’e göre mimarlıkta tasarlanan, belirli bir mekan için tasarlanır. Kahn’a göre ise mimarlık sadece zihinde vardır.

Yukarıdaki mimarlık tanımlarını birbiri ardına sıralamamın nedeni mimarlığın kesin ve eksiksiz bir tanımını bulmak değil, hepsinde mekan kavramına geçtiğine dikkat çekmektir. Herhangi bir bağlamdan uzak ve genel anlamda mimarlığı açıklayan hemen her tanımda geçen, mimarlığın özü olan mekan kavramı üzerinde duracağım. Çünkü sanal mekan ve sanal mekanda mimarlığın ne olabileceğini anlayabilmek için, öncelikle gerçek mekanın anlaşılması gerekir. Gerçek mekanın özellikleri anlaşıldıktan sonra sanal mekanın özellikleri incelenmelidir. Ancak bundan sonra sanal mekana gerçek mekanın özelliklerinin nasıl ve ne düzeyde yansıdığını sorgulamak ve bir mukayesede bulunmak mümkün olacaktır ve bu sayede sanal mekanın mekansallığı da anlaşılmış olacaktır. Yöntem seçimine gelince; Gür (2000), “*eleştiride yöntem*”i anlatırken şöyle bir ifade kullanmıştır: “*Bize en yakın yöntem bizim yöntemimizdir. Bizim için o anda hangi yöntem yararlıysa onu seçer kullanırız.*”. Sanal mekanın gerçek mekanın bir simülasyonu olarak neleri içerebileceği üzerinde uzun süredir çalıştığım için yukarıda açıkladığım çıkarsama yöntemi bana *en yakın* yöntemdir. Budur benim yöntemim.

3

Birincil kaynak: Johnson, P. A., The Theory of architecture “Concepts, Themes & Practices”, Van Nostrand Reinhold, USA, 1994

4

Birincil kaynak: Johnson, P. A., The Theory of architecture “Concepts, Themes & Practices”, Van Nostrand Reinhold, USA, 1994

2.1.2. Mekan

Mekan, mimarlık ve fizik kuramcıları tarafından değişik biçimlerde tanımlanmıştır. Paul Allan Johnson mekan kavramının mimarlık tarihinde yeni sayılabilecek bir kavram olduğuna dikkati çekmiştir; “*Mekan, mimarlıkta 18.yy ortalarına kadar tanımlanmış bir biçimde kullanılmamıştır ve mimarlıkta değeri 19. yy.in sonları ve 20. yy.in başlarına kadar gecikmiştir. 20. yy.in başlangıcı ile mimari teorisyenlerin ve tarihçilerin kaygısı haline gelmiştir.*” (Johnson, 1994)

Gür; “*Bir volyumun dışından söz ederken “kütle” içinden söz ederken “hacim”, “mekan”, “boşun” gibi sözcükleri yeğleriz.*” ifadesiyle mekan kavramının genellikle hangi anlamda kullanıldığını açıklamıştır (Gür, 2000). Ancak bu ifadeyi mimari morfolojideki biçim öğelerinden biri olan volyumu anlatırken kullanmıştır. Mutlak mekan için ise şu tanımı yapmıştır: “*Mutlak mekan, kendi doğası itibarıyla, olduğu gibi varolur ve kendi dışında hiçbir şeye bağımlı değildir. Hep kendine benzeyen bu mekan hareketsizdir. Göreceli mekan bu mutlak mekanın hareketli boyutlar ve ölçüler cinsinden tarif edilmiş halidir. Maddelere (vücutlara) göre konumundan gözlerimiz ve diğer duyu organlarımız bu göreceli mekanı mekan olarak algılar. Bu mekan hareketsiz mekanla zaman zaman karıştırılır. Göreceli mekan yere bağlı olarak konumlanan ve tarif edilen hava ve yer mekanıdır.*”

Newton⁵ ise mutlak mekanı benzer bir biçimde; “*...kendi doğasından ve harici hiçbir şeyle ilişkisi olmadan her zaman benzer ve sabit olarak vardır. Göreceli mekan mutlak mekanın bazı hareket edebilir boyutu veya ölçüsüdür, duyularımız bu mekanın konumunu cisimlere göre tayin eder, genellikle sabit olarak kabul edilir. Bu tür bir şey konumu dünyaya göre tayin edilen yer altında, zemin üstünde veya gökteki bir yerin ölçüsüdür. Mutlak ve göreceli mekan biçim ve büyüklük olarak aynıdır ama rakamsal olarak daima aynı kalmazlar. Mesela; eğer dünya hareket ederse içinde olduğumuz hava da onunla birlikte hareket eder ve dünyaya göreceli olarak daima sabit kalır, bir anda içinden hava geçen mutlak mekanın bir parçası olacak, başka bir anda ise başka bir parçası olacak böylece devam edecek, sürekli değişecektir.*”

Görülmektedir ki *mekan* kavramı *mutlak mekan* kavramı ile birleşik bir biçimde ele alınmaktadır. Mekan mimari tasarımın bir ürünüdür. Ancak, mutlak mekan, tasarlanan

⁵ Birincil Kaynak: Grünbaum, A., Philosophical Problems of Space and Time, Alfred A. Knoph, 1963, New York

mimari objenin, içine yerleştiği mekandır. Mekan, mutlak mekan içinde mimari tasarım öğeleriyle tanımlanmaktadır.⁶ Mutlak mekan kavramı, mekanı tanımlamak için kullanılmak zorundadır. Çünkü mimari tasarım elemanlarının, ki burada kastettiğim fiziksel elemanlardır, var oldukları ve kendileri vasıtasıyla anlamlı hale getirdikleri bir *hammaddenin* olması gerekmektedir. Mekanı da yoktan var edemeyiz. Mutlak mekandan yola çıkmalıyız.

Mutlak mekanın reddinin getireceği karmaşayı Lefebvre şöyle açıklamıştır: *“...mutlak mekanı reddetmek veya eleştirmek bir içerik ile doldurulmayı bekleyen bir konteynır olduğu fikrini reddetmektir. Çünkü bu anlayışa göre içerik ve içeren birbirine yabancıdır ve elde edilebilecek bir fark önermezler. Herhangi bir şey, içeren içinde, herhangi bir yere yerleşebilir. İçerenin herhangi bir bölümü herhangi bir şey içerebilir. İçerik ve içerenin bu ilgisizliği yani birinin diğerini etkileyememesi bir ayrılığa dönüşür. Boş bir konteynır ayrılabilir ve ayrı herhangi bir parçayı/nesneyi/item'ı kabul etmektedir; parçalama fikrin yerine geçer; ve fikir yani dıyarlı düşünme puslu bir hal alır ve basitçe devam eden şeylerin deneysel aktiviteleri içinde yutulur. Böyle bir “ayırma mantığı” nun oluşumu bir ayırma stratejisini gerektirir.*

Böylelikle buna zıt bir hipotezi de göz önüne almak zorunda kalırız. Cisim/body eylem kapasitesi ve çeşitli enerjileriyle mekan oluşturulabilir mi? Elbette ama yer alma olayının yer oluşturma/mekansallaştırma olarak anlaşıldığı bir biçimde değil, bunun yerine; body ve mekan arasında, body'nin/cismin mekandaki yayılımıyla, mekandaki yer alış arasında önemli ve acil bir ilişkinin olduğu göz önüne alınarak incelenmelidir. Materyal ortamındaki efektlerini üretmeden önce, bu ortamdan besin/güç alarak kendisini oluşturmadan önce ve kendisini başka cisimler meydana getirerek oluşturmadan önce, yaşayan/var olan her cisim bir mekandır ve kendi mekanına sahiptir; o kendini mekan içinde oluşturur, aynı zamanda mekanı oluşturur.” (Lefebvre, 2000).

Lefebvre, bu ifadeyle mutlak mekan fikrinin reddinin getireceği karmaşayla birlikte konu ile ilgili çok önemli açıklamalarda bulunmaktadır. Örneğin mutlak mekanın doldurulmayı bekleyen bir konteynır olduğu, mekanın ise onu işgal eden, dolduran varlıkların kendisi olduğu. Ona göre cisim dediğimiz bir efekttir. Efekt var olma gücünü

6

Burada mekanı tanımlayanlardan biri ve tasarımın nedeni olan insan fenomenleri konudan ayrı tutulmuştur.

mutlak mekandan almaktadır. Bu efektten önce cisimler mekan olarak vardılar. Mutlak mekan bu efekti bu yüzden kabul etmektedir.

Hillier batı kültüründeki Descartes kaynaklı ve genellikle *Galilean* veya *Kartezyen* olarak adlandırılan mekan anlayışında objelerin en, boy ve yükseklik değerlerinin ölçüm aygıtları ile nicelleştirilebilen şüphe götürmez özellikleri olduğunu ve bu özelliklerin objelerin *uzantıları* olarak kabul edildiğine dikkati çeker. Bu anlayışa göre; “...bir objeyi yerinden aldığımızda onun uzantısı mekanın bir niteliği olarak var olmaya devam eder... mekanda bir objeyi onu içeren belirli bir mekandan başka bir mekana taşıdığımızda o mekanın uzantısını da taşıdığımızı varsaymayız.” (Hillier, 1996). Fakat Hillier bir uyarıda bulunur ve böyle bir mekan anlayışında, mekanın gözlemciyle enteraksiyonuna bağlı “yeşil” ve “iyi” gibi özelliklerinin göz ardı edildiğini vurgular. Mekanın bu şekilde tanımlanmasının bizi hataya düşüreceğini söyler; “mekan, mekan işgal eden objeler için metrik bir zemin oluşturan, dolayısıyla objelerin özelliklerinin tanımlandığı genel ve soyut bir çatıdır (framework) diyebiliriz. Ama maalesef mekanı bir kez böyle gördüğümüzde onun insan etkileri üzerindeki rolünü anlayamayacak bir konuma geliriz. Kültürel ve sosyal anlamda mekan basitçe bizim materyal varlığımızın zemini değildir.” Hillier’e göre mekan kavramı “mekan kullanımı”, “mekan algısı”, “mekan oluşumu” gibi kopyalanabilmeli ve sosyal bilimlerdeki “kişisel mekan” ve “kişi egemenliğindeki mekan” gibi bazı mekansal kavramları içerebilmelidir.

2.1.3. Göreceli Mekan

Newton ise mekan kavramının içeriğinden bağımsız olarak mekanın göreceli olduğunu ifade etmiştir. “...uzayın/mekanın parçaları görülemez, duyularımızla bir diğerinden ayırt edilemez, bu yüzden onların mantıklı ölçülerini kullanırız. Bütün “yer”leri hareket etmesi imkansız olarak kabul ettiğimiz şeylere göre olan konumları ve uzaklıkları ile tanımlarız ve bu yerlere bağlı olarak “hareket” tahmin eder/değerlendiririz, cisimlerin o yerlerden başka yerlere taşındığını kabul ederiz. Yani mutlak mekanlar ve hareketler yerine göreceli olanları kullanırız ve bunun genel olaylar için bir sakıncası yoktur, ama felsefi incelemelerde duyularınızdan soyulanmamız gerekir ve her şeyin kendisini ele alırız. Belki de bu yüzden gerçek anlamda yerleri ve hareketleri kendine göre tanımlayabileceğimiz bir şey yoktur...” (Grünbaum, 1963). Bir başka deyişle, belirli bir

mekanın, mutlak mekan içindeki konumuna göre değil o anda seçilen bir referans noktasına göre tanımlanabileceğini savunmuştur.

Bu konudaki açıklamalardan bağımsız bir biçimde gündelik hayatımızda biz de mekan veya *yer* tanımlarken *göreceli mekan* fikrini kullanıyor ve dışına çıkmıyoruz. Ayrıca, hiyerarşik bir düzende üst mekanlar ve yerler oluşturarak referans noktalarını veya mekanlarını ölçeğe göre güncelleyerek tanımın kolaylaşmasını sağlıyoruz. Adreslerde olduğu gibi; Türkiye’de, Karadeniz Bölgesi’nde, Trabzon’da, K.T.Ü. Mimarlık Bölümü’nde, 2.kat gibi. Başka bir ifadeyle, tanımlanacak olan mekanın hiyerarşik düzendeki konumunu o an bütünle olan ilişkisine göre belirliyoruz. Söz konusu hiyerarşik düzende üst kademelere çıktığımızda ise mutlak mekana yaklaştığımızı görüyoruz. Türkiye, Avrasya, Dünya, güneş sistemi, galaksimiz ve uzay.

Görecelik kavramı sadece mekanla değil hareketle de ilgili bir kavramdır. *“Newton’un mekaniği Galile’nin rölativitesiyle uyum içindedir; düzenli bir hareket içindeki bir gözlemci, laboratuvarından dışarı bakmadan hareketsiz olup olmadığını anlayamaz. Hatta dışarı baksa bile kendisinin mi yoksa diğer gözlemcinin mi hareketli olduğunu anlayamaz. Birbirlerine doğru hareket eden iki gözlemci için “hangimiz hareket ediyoruz” sorusu cevap verilemez ve anlamsız bir sorudur. Söylenebilecek tek şey onların belirli bir rölatif/göreceli hıza sahip olduklarıdır.”* (URL-4, 2002) Bu ifadeyle zaman içinde değişen referans noktasının gerçeğin algılanması üzerindeki etkisini anlıyoruz. Hareketin yapısını algılayabilmek için de sabit bir referans noktasının seçilmesi ve buna ek olarak o noktanın sabit olduğunun sınanması gerekmektedir. Böyle bir durumda yukarıda söz edilen hiyerarşik düzen içinde bir üst kademeye geçmek olayın anlaşılabilmesi için daha uygun olacaktır. Ancak bir üst kademede de yapılacak olan gözlem o an bulunulan konumun sabit olduğu kabul edilerek yapılacaktır. Bu şekilde gerçeği tanımlamak daha da zorlaşacaktır. Tanımımız kısmi olmaktan öte gidemeyecektir.

Newton’ın *rotating spheres*⁷ örneğinde görecelik ve hareketin varlığı konusu sınanmaktadır. Bu örnekte bir ipin iki ucunda iki küre vardır. Bu sistem ipin orta noktası etrafında dönmektedir. Newton’a göre gözlemci küreleri bir nokta etrafında dönerken görmektedir. Ancak küreler birbirlerine göre sürekli aynı konumdadırlar. İp de toplara göre sürekli aynı konumdadır. Ayrıca sistemin durgun olması ve asıl dönenin gözlemci olması

7

Birincil Kaynak: 1991. Ray, C., Time, Space and Philosophy, Routledge, New York.

olanağı vardır. Newton'a göre böyle bir durumda kürelerin döndüğü hakkında elimizdeki tek kanıt ip üzerinde merkezkaç kuvveti nedeniyle oluşacak olan gerilimdir.

Tüm bunlar göstermektedir ki mekan ve hareket, tüm örnekleri ancak göreceli olarak tanımlanabilen bir yapıya sahiptir. Ancak bu ifadedeki "tanım" sözcüğü ile kastedilenin "analitik tanım" olduğunu unutmamak gerekir. Söz konusu olan mekan ve hareketin kuramsal değil sayısal, analitik yapısıdır.

2.1.4. Zaman

Mekan için söylenenlerin kaynağı, mekanı herhangi bir biçimde algılayan bilinçlerdir. Konuya bu açıdan yaklaşacak olursak mekanın algılanmasının da mekanın varlığı kadar önemli olduğu anlayışı ile karşılaşırız. Tschumi⁸; "*Zaman ve mekanı tecrübe ederken aynı anda onları tecrübe ettiğimizi düşünemeyiz*" ifadesiyle dikkatleri zaman ve mekan kavramının, bilinci ne kadar yüksek bir düzeyde işgal ettiğine çekmektedir. Aynı zamanda mekanın algılanmasının zaman kavramı ile ilişki içinde olduğuna da. Hillier'ın söylediklerini hatırlayalım; "*...ilişki içindeki mekanlar bir kerede görülemez, bütünü tecrübe edebilmek için birinden diğerine doğru olan bir hareket gerekir. Mekandaki ilişkisellik nadiren bir kerede elde edilebilecek bir deneyimdir. Bu yüzden, mekandan bir fenomen olarak söz etmeli ve onun hakkında konuşurken karşılaşılabileceğimiz güçlükleri nasıl aşabileceğimizi aramalıyız.*" Mekanı tecrübe edebilmek için hareketin gerekliliğini vurgulamıştır. Heidegger'in; "*Zamanın kendisi bir hareket olmamasına rağmen hareketle birlikte olmak zorundadır.*" ifadesi de mekan ve zaman arasındaki kaçınılmaz ilişkinin nedenlerinden birini ortaya çıkarmaktadır (Heidegger, 1992).

Önceki bölümde, belirli bir mekanın veya ilişki içinde olan farklı mekanların bir bölümünün ya da tamamının algılanabilmesi için, gözlemcinin bu mekanlardaki farklı noktalara ulaşarak, o noktalarda tekrar gözlemde bulunması gerekir demiştik. Gözlemci aynı anda iki noktada olamayacağından, hareket için zamanın gerekliliği kendiliğinden ortaya çıkacaktır.

Aristo, zaman için; “*içinde olayların yer aldığı mekandır.*”⁹ ifadesini kullanmıştır. Mekan, üç boyutlu geometrinin tüm kombinasyonlarını içerebilecek bir yapıya sahipken, zaman da varlığı için kendine ihtiyaç duyulan tüm olayları içerebilecek yapıdadır. Böylece zaman, dördüncü boyutu olarak mekana dahil edilmişken, mekânın da zamana dahil olduğu ve her ikisinin ancak birlikte var olabilecekleri ortaya çıkacaktır. Mekan, ancak zaman ile bir konteyner halini alabilir.

Grünbaum zamanı şöyle tanımlamıştır: “*Mutlak, doğru ve matematiksel zaman, kendisinin, kendi doğasından, harici bir şeye ihtiyaç olmadan dengeli bir biçimde akandır, ya da diğer adıyla süre. Göreceli, aşikar ve ortak zaman, sürenin saat, gün, ay, yıl gibi gerçek zaman yerine kullanılan hareketle ilgili akla yatkın ve harici ölçüleridir.*” (Grünbaum,1963).

Gür ise “*Mutlak, hakiki ve matematik zaman kendi içinde ve kendi doğası itibarıyla dışındaki her şeyden bağımsız olarak akar gider. Buna verilen diğer ad süredir Göreceli, görünürde ve bilindik dilimlere ayrılan zaman ve kendi dışında şeylerle ölçülebilen hareket kavramına dayalı zaman; saat, gün, ay, yıl gibi...*” ifadesini kullanmıştır (Gür, 2000).

Her iki tanım da zamanı mekân kavramında olduğu gibi, mutlak ve göreceli zaman olarak iki haliyle ele almıştır. Mutlak zaman her şeyden bağımsız olarak akmaktadır. Ancak, olaylar mutlak zaman içinde, işgal ettikleri ve süre olarak tanımlanan bölümlerde var olmaktadır. Bu bölümlerin niceliğini belirleyebilmek için fiziksel objelerde olduğu gibi ölçü kullanma ihtiyacı vardır.

Heidegger, bir fizikçinin zamanı kavramasının ölçme karakterine sahip olduğunu söyler; “*Önce, “ne kadar uzun”u, “ne zaman”ı , “ne zamandan ne zamana kadar”ı belirtir. Saat zamanı gösterir. Saat, tanımlanmış geçici olayların sürekli tekrarlandığı fiziksel bir sistemdir, ama bir şartla; bu fiziksel sistemin harici hiçbir etkiyi değiştirecek konu olmaması şartıyla. (Yani saat değişiminin asıl nedeni değildir, dolayısıyla zamanın) Burada tekrar, döngüseldir. Her bir periyod belirli bir geçici süreye sahiptir.*” Bu ifadeden ölçülebilir olmanın gerçek olma, var olma ile ilgili önemli kıstaslardan biri olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Bu ifade aynı zamanda önceki bölümlerde değindiğimiz varlıkların sayısallaştırılabilme özelliği ile de uyum içindedir (Heidegger, 1992)

Grünbaum da ölçüm ile ilgili olarak; *“Bir manifold’un (çoğalan bir sistemin) bir işaret ya da sınırla ayrılmış olan sınırlı parçalarına “quanta” adı verilir. Bunların miktara göre mukayesesi saymada aynı büyüklükler, ölçmede sürekli büyüklükler olurlar. Ölçme, kıyaslanacak olan büyüklüklerin üst üste koyulmasından ibarettir; ölçüm için bir büyüklüğü diğerinin ölçüsü olarak ilerleten/taşıyan bazı araçlara ihtiyaç vardır. Bunun olmaması durumunda bir kişi iki büyüklüğü sadece biri diğerinin parçası iken mukayese edebilir ve hatta sadece çok veya azlığı üzerinde karar verebilir, ne kadar/how many/kaç tane olduğu üzerinde karar veremez....”* ifadesini kullanmıştır (Grünbaum, 1963).

Zamanı ölçmek için fiziksel objeleri ve mekanları ölçmek için kullandığımız ölçülerle benzer yapıda bir sistem kullanmaktayız. Nicelikler büyüdükçe üst birimlere geçmekteyiz. Saniye, dakika, saat, gün, ay, yıl, asır gibi. Olayların geçtiği dilimleri mutlak zaman içinde belirlemek içinse yine mekanda olduğu gibi adres benzeri bir ifadeyi; *tarihi* kullanırız. Bu sayede göreceli zaman kavramının da kapısını açarak olayların sonsuz bir alandaki konumlarını belirleriz. 12 Aralık 2005 tarihi zaman içindeki bir dilime ait bir koddur. Zaman içindeki diğer noktaları şimdi olduğu varsayılan bu noktaya göre önce ve sonra diye adlandırabiliriz. 11 Aralık *önce*, 13 Aralık *sonra* olacaktır. Şimdi noktasının tespiti diğer bütün noktaların niteliğinin değişeceği anlamına gelir ki Heidegger bu durumu şöyle açıklamıştır; *“Her “önce” ve “sonra” bir “şimdi” noktasına göre belirlenir ki bu nokta keyfidir. Bu olayı saat ile incelersek, saat bu olayı daha belirgin bir hale getirir, ama ne kadar sürdüğüne değil, “şu an’a” ne kadar yayıldığına dikkat edilirse. Saatin her durumda yaptığı, olayın süresinin ne olduğunu belirlemek değil, “şu an” ın spesifik bir biçimdeki saptanmasının belirlenmesidir.”* (Heidegger, 1992). Karmaşık olan zamanın içindeki noktaların nitelendirilmesi değil, şimdi noktasının belirlenmesidir. Mekanda olduğu gibi; bütün mekanları şu anda bulunduğumuz noktaya göre tanımlayabiliriz ama şu an bulunduğumuz nokta neresidir? Farklı saat dilimlerindeki ülkelerin her birinde saatler farklı bir zamanı göstermektedirler. Ama gerçekte hangi zamandayız?

Problem oryantasyon problemidir ve bunu Friedman şöyle açıklamıştır; *“Çok farklı ölçeklerde oryante olabiliriz. Konumumuzu, odamız, binamız, komşularımız, şehrimiz ve ülkemiz içindeki yerimizi bilebiliriz ama bu ölçeklerin tümüne birden aynı anda oryante olmayabiliriz. Benzer biçimde geçici oryantasyon değişik zaman ölçeklerinde yer alır; gün, haftanın bir günü, hafta, ay, yıl.*

Pencereden baktığımızda, gündüz veya kış olduğunu anlayabiliriz. Ama Pazartesi veya Perşembe olduğunu bilmek biraz zordur. Dolayısıyla haftaya oryantasyon mekana oryantasyondan büyük ölçüde farklıdır.” (Friedman, 1990)

Friedman tarafından bir yeti olarak tanımlanan oryantasyon, belki de insanoğlunun sınırlı doğasının, bu sınırsız yapı içinde var olabilmesini sağlamak için tanrı tarafından lütfedilmiş bir özelliğidir. Belki de sınırlı olan insanoğlunun sınırsız olan karşısındaki doğal bir tepkisidir oryente olma ihtiyacının nedeni.

Oryantasyon için başvurduğu kaynaklar insanoğlunu, mekan içeriğini ve potansiyelini tanımlarken etkileyecektir. Tanımlama bir eylemdir ve tüm eylemlerimizin duygu ve heyecanlardan etkilendiğini Giedion şöyle açıklamıştır; *“Duyguların etki alanları ve gücü bazen zannettiğimizden daha fazladır. Duygu ve heyecanlar, bütün eylemlerimizde devreye girerler-tahmin hiçbir zaman saf, katıksız değildir ki eylem de hiçbir zaman bütünüyle elverişli, pratik değildir. Tabi ki biz duygu konusunda serbest bir seçimden uzağız. Duygusal dünyamızın geniş alanı, bizim kontrolümüz dışında gelişen koşullarla belirlenir. Bizler insanlar olarak bu ve benzeri olayları şu veya bu şekilde yaşarız.” (Giedion, 1963)* Doğrudan oryantasyon ile ilgili olmasa da bu ifadeyle Giedion duygularımızın ki bizi oryantasyona yönlendiren de onlardır, bizim kontrolümüz dışında gelişen koşullarla etkileşim içinde olduğunu belirtmektedir.

Vurgulamak istediğim şey eylemlerimizdir ve onları etkileyenlerdir. Mekanda olduğu gibi zamanın da dilimlerini (saat, gün vb.) içeriği ile tanımladığımızdır. Yani eylemlerimizle. Mekani da zamanı da içlerinde yer alan eylemler aracılığıyla *uniqueleştiriyoruz.*

Friedman, konuyla ilgili çalışmasının sonuç kısmında der ki;

- Bugünün ne olduğunu tanımlamak hafta sonuna yakın günlerde hafta içi günlerden daha kolaydır.
- Günleri karıştırmayı düzeltmek hafta sonunda veya hafta sonuna yakın zamanlarda; hafta içi günlere nazaran daha kolaydır.
- Bugünün Cumartesi olmadığını belirlemek Salı olmadığını belirlemekten neden daha kolaydır?
- Çünkü Salı ile ilişkilendirilen bilgi Cumartesi ile ilişkilendirilenden farklıdır.

Buradan çıkan sonuç şudur; zamanı tanımlayan, zaman ile ilişkilendirilen bilgidir. Fenomenler olarak da adlandırabileceğimiz bu bilgi, tanımlama ve dolayısıyla oryantasyon için en önemli kıstastır ve mekan tanımlarken de kullanılır. Ancak farklı bir biçimde, bu bilgi, mekan tanımlarken zamandan etkilenmiş haldedir. Eylemler zamanla değişirler. Saat 7:00'de kahvaltı, 10:00'da iş gibi. Bu yüzden saat 7:00'deki ev ile 10:00'daki ev aynı anlamı taşımayacaktır. Mekan, zamanla anlam değiştirecektir; ev saat 7:00'de gerekli, 10:00'da gereksiz olacaktır. Ev, saat 21:00'de dinlenmek için en iyi yerdir. Saat 10:00'da evdeyseniz ev bir problemin habercisidir. Ama Pazar günü saat 10:00'da yine güzel bir kahvaltı mekanıdır.

Tüm bu söylenenler ışığında diyebiliriz ki, mekan ve zaman birbirleriyle etkileşim içindedir. Biri olmadan diğeri algılanamaz. Mekan ve zaman birlikte var olan içericilerdir. Her ikisi de sonsuz bir yapıya sahiptir. Sonsuzluk ise incelememiz gereken yeni bir kavramdır. İncelememiz gerekir çünkü sanal mekanın ileride inceleyeceğimiz örneği bilgisayar desteklidir ve bilgisayarların kapasiteleri zannedilenin çok altındadır. En basit örnekle; hesap makineleri $1 \div 0$ 'ı hata olarak göstermektedir ve işlem yapabilecekleri en büyük sayı bellidir. 10^{100} sayısının üzerine çok az sistem çıkabilmektedir.

2.1.5. Sonsuzluk ve Limit

Sonsuzluk, başı, sonu ve ölçüsünün sınırları belirli olmayan yapıların bir karakteristiği olarak karşımıza çıkmaktadır. Şu ana kadar yaptığımız incelemelerde, varlıkları için kendilerine ihtiyaç duyan gerçekliklerin tüm kombinasyonlarını içerebilecek bir yapıya sahip olduğu için mekan ve zamanı sınırsız olarak nitelendirme eğilimi ile karşılaşmaktayız. Ölçme işlemi de matematiksel anlamda sonsuza giden bir yapıya sahiptir. Uzayı herhangi bir ölçü birimiyle ölçerek kavramaya çalışmak nafile bir uğraş olacaktır. Ancak, sonsuzluk cebirsel olarak sadece artarken değil azalırken de söz konusudur. Uzayın boyutu gibi en küçük parçasını da ölçmeye çalışmak bizi yine soyut bir sonuca götürecektir. Sınırlı olanın sonsuz küçüklükteki ve sayıdaki öğelerden oluşabilmesi mantıksız gibi görünmektedir.

Bu yüzden Lefebvre bazı ihtimaller üzerinde durmuş ve olaya; “*Sonsuz ve sonlu sadece bir illüzyon olabilir mi? Her biri, biri diğeri kadar, diğerrinin illüzyonu mudur? Rölatif ve mutlak birbirinin yansıması mıdır?*” (Lefebvre, 2000)soruları ile yaklaşmıştır.

Bu ifadeyle sonlu ve sonsuz kavramlarının birbirlerine gönderme yaptıklarını ve bilincin bir yanılması olabileceğini vurgulamıştır.

Christopher Ray "Space and Philosophy" sinde konuyu limit fikri ile birlikte ele almıştır. Newton'un mekanı sonsuz olarak ele alan; "...tanrının yaratma anında içine materyal kainatını yerleştirdiği, mutlak, bağımsız, sonsuz, üç boyutlu, harici olarak kurulmuş uniform bir "container"dır" tanımını kullanmış ve zamanı da; "...mutlak, bağımsız, sonsuz, tek boyutlu, kurulmuş uniform bir çatıdır." şeklinde tanımlamıştır (Ray, 1991). Leibniz'in fenomenal dünya ve algılarımız fikrini limit kavramı ile anlaşılması çok kolay bir biçimde anlattığı için konu ile ilgili açıklamasını kısa bir metin halinde olduğu gibi sunmayı daha doğru buluyorum;

"Leibniz'in matematiksel inanışları onun mutlak mekan fikrine karşı yaptığı ataklarının anlaşılmasının zor olmasına yol açmıştır. Leibniz görünenlerin "fenomenal" dünyası ile gerçek olan dünya arasında bir farktan söz etmektedir: duyularımız görünenlere ulaşım/erişim sağlar ve bu da algı maskesini çıkarmamız için tek nedendir. Duyularımız bize dünyanın mekan işgal eden/yer kaplayan ve zaman vasıtasıyla bunda ısrar eden materyal objelerinden oluştuğunu anlatsalar da algılarımıza güvenmek için bir nedenimizin olmadığını söyler. Onun yerine nedenin kendisi gerçeğin yapısı için bize rehber olmalıdır.

Bu öyle bir dünyadır ki rasyonalite ona erişimi sağlar ama bu erişim bizim sınırlı doğamızla sınırlandırılmıştır. Sadece tanrı gerçeği tam olarak kavrayabilmek için gerekli olan sınırsız kapasitelere sahiptir.

Leibniz zaman ve mekan problemleriyle uğraşırken fiziksel dünya ve hücresele varlık ortamında gidip gelmiştir... Leibniz, mekansal ve geçici özellikler olarak gördüğümüz şeylerin realitenin altında yatan yapıya benzetimler olduğunu ve bu yüzden spatio-temporal özelliklere sahip gibi görünen fiziksel dünyanın, hücresele varlık ortamının yapısını mükemmel bir biçimde algılayamayışımızın bir sonucu olduğunu savunmaktadır. Bu yüzden zaman ve mekan ancak görecelidir demesinin nedeni mekanın objelerle birlikte var olan objeler düzeni ve zamanın objelerin birbirini izleme düzeni olmasıdır.

Sokrates öncesi filozoflardan Zeno (Zeno of Elea- Elea İtalya'nın güneyinde bir yerleşim bölgesidir) milattan önce 460 yıllarına ortaya attığı zaman ve mekanın bölünebilirliğinin bir sınırı olduğu fikri ve bu fikri destekleyen ok ve kaplumbağa-tavşan

paradoksları ¹⁰ Leibniz'in duyularımızın hücrenel varlık ortamını algılamada yetersizliği görüşüyle uyuşmaktadır. Plurality (çokluk) paradoksundaki "Sonsuz sayıdaki nokta nasıl olur da sonlu ve sınırlı bir çizgiyi oluşturur?" sorusu da Leibniz'in fikrine destek verir niteliktedir.

1821'de Fransız matematikçi Cauchy limit fikrini ortaya atmıştır... "

Anlaşılmaktadır ki çevremizi algılamakta kullandığımız duyularımız sınırlı bir yapıya sahiptir ve çevremizdekilere ait eksiksiz bir bilgiye ulaşmak sınırlı duyulara sahip bizler için mümkün değildir. Rasyonelite ile ancak kendi sınırlarımıza kadar olan bilgiye ulaşabildiğimiz için limitlere ihtiyaç duyarız. Duyularımızla hatta onları genişletici araçlarla bile bilginin ancak bir düzeyine kadar ulaşabilmekteyiz.

Sonsuzluk ve limit kavramı yukarıda anlatıldığı anlamda sanal mekan ve içeriği için en önemli belirleyicidir. Bilgisayarlar sayısallaştırılmış bilgileri kabul etmektedirler ama sayısallaştırma işlemi bir gerçekliğe ait bilgilerin tümünün sayısallaştırılabileceği anlamına gelmez. Kahve fincanının kütlesi sayısallaştırılabilir ama, ağırlığı, kullanılan malzeme, yüzeyi üzerindeki mikro ölçekli doku ancak sınırlandırıldığında sayısallaştırılabilmekte ve sanal mekan içine aktarılabilir. Bilinç sanal mekandaki bu ve benzeri daha pek çok eksikliği tamamlamakta ve sanmaya başlamaktadır.

2.1.6. Analiz

Bölüm başlangıcında da belirtildiği gibi bu bölümde sunulan bilgilerle elde edilmek istenen, *mekan* ve birlikte var olduğu savunulan *zaman* kavramları hakkında sanal mekan

10

Zeno'nun ok ve kaplumbağa-tavşan paradoksları şunlardır; Bir ok hedefe varabilmek için hedef uzaklığının yarısını geçmek zorundadır, yarısını geçtikten sonra kalan mesafenin yarısını daha sonra kalanın yarısını ve yarısını... Sayısal anlamda bu döngü bitmeyeceği için ok hedefe bir türlü varamayacaktır. Hatta tersi düşünülürse yerinden kımıldayamayacaktır bile. Kaplumbağa-tavşan paradoksunda ise kaplumbağanın koşuya önce çıktığı varsayıldığında tavşanın kaplumbağaya bir türlü yetişemediği görülür. Çünkü kaplumbağa yolu yarılarken tavşan koşmaya başlarsa, kaplumbağanın konumuna geldiğinde geçen süreden dolayı kaplumbağa ilerlemiş olacaktır. Tavşan o noktaya gitmek istediğinde yine geçen sürede kaplumbağa başka bir noktaya gitmiş olacaktır ve sonuç olarak tavşan kaplumbağayı bir türlü yakalayamayacaktır. Ama gerçek olan okun hedefe vardığı ve tavşanın kaplumbağayı geçtiğidir. Sadece, uzaklığın ancak belirli bir küçüklüğe kadar bölünebildiğini kabul edersek bu iki olayı izah etmek mümkün olacaktır.

ile mukayesede kullanılabilecek karakteristiklerdir. Bu bölümde sunulan bilgiler ışığında, mekan ve zaman hakkında şunları söyleyebiliriz:

Mekan, mimarlığın amaçlarından biridir. Mekan, insan eylem ve ihtiyaçları sonucunda çeşitli mimari elemanlarla mutlak mekan içinde tanımlanmış ve anlamlı hale getirilmiş bir alandır. Kendini tanımlamak için kullanılan mimari tasarım elemanları ile birlikte diğer bütün fiziksel obje ve gerçeklikleri içerebilecek bir yapıya sahiptir. Bu gerçeklikler kimi zaman fiziksel objeler, kimi zaman hareket, kimi zaman ışık, rüzgar, sıcaklık gibi efektlerdir. Her gerçeklik var olma gücünü mekandan almaktadır. Mekan, insanın, içinde yaşayabileceği, diğer insanlarla iletişim kurabileceği ve ihtiyacı olan eylemleri gerçekleştirebileceği bir içeridir. Anlamını içinde gerçekleştirilen eylemlerden, içeriğinden alır. Mekan, içeriği kadar gerçektir.

Zaman, mekana erişimi, mekanın algılanmasını, hareketi, dolayısıyla fenomenlerin tümünün gerçekleşmesini sağlayan bir içeridir. Mekan ile birlikte var olur. Mekan zamanı, zaman da mekanı biçimlendirir. Mekan mutlak mekan içinde, zaman da mutlak zaman içinde var olur. Her ikisi de bu yüzden görecelidir. Mekanın konumu seçilen bir referansa göre belirlenebilir. Mutlak mekan içindeki konumu belirli değildir. Zaman da mutlak zaman içinde tanımlanabilir ve içindeki noktaların durumu seçilen bir referans yani şimdi noktasına göre belirlenir. Zamanın mutlak zaman içindeki ismi süredir. Olayların zaman içinde kapladıkları yerdir.

Zaman ve mekan ölçülebilir bir yapıdadır. Mekanı üç boyutu ile tekrar eden eşit uzunluklar ile zamanı da tek boyutu ile aynı periyotlarda tekrar eden olaylar ile ölçmekteyiz. Ancak her ikisini de ölçerken kullanılan matematiksel ifadeler gerçeği tanımlarken yetersiz kalacaktır. Bu yüzden limit kavramını benimsemek durumunda kalırız.

Bunda sonraki bölümde, başlangıçta belirtilen yönteme sadık kalınarak, sanal mekanın konvansiyonel *çizim*, *model* ve *simülasyon* kavramları ile ilgili ne tür önermeler barındırdığını belirlemek amacıyla bu kavramların güncel anlamları üzerinde durulacaktır.

2.2. Mimari Çizim ve Model

Mimari tasarım süreci içinde tasarımcı veya tasarımcı grubu sürecin değişik aşamalarındaki fikirlerini yapının muhataplarıyla paylaşmak ve tasarım konusunun kavranabilmesini kolaylaştırmak için değişik yöntem ve araçlardan faydalanmaktadırlar. İhtiyaç programı, işlev şeması, tablo, eskiz, çizim ve model bu yöntem ve araçların en sık kullanılanlarıdır. Bu yöntemlerin tümünde amaç bilgi aktarımıdır. Yöntemlerin seçimi aktarılacak olan bilgi veya düşüncenin türüne göre değişmektedir.

Mimari tasarım sürecinde, mimarlık eyleminin müşterinin isteğini mimara anlattıktan sonra başladığı ve ilk etkileşimin sözel olduğu görülür. Sonrasında ise mimar müşteri için nispeten yabancı ama tamamıyla da anlaşılmaz olmayan bir yöntem kullanır.

Tasarım içeriğini kavramak için çeşitli tablo, grafik, diyagram, istatistikleri inceler veya oluşturur.

Bu aşamada kullanılan materyaller;

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| - Bina ihtiyaç programı | - İmar bilgileri |
| - Kullanıcı özellikleri | - Yapı konumu |
| - Yapı kullanım amacı ve biçimi | - Proje bütçesi |
| - İklim özellikleri | - Çevre |
| - Yapı alanı | - Örnek uygulamalar... vb. |

gibi konularda bilgiler içerir. Bilginin içeriğindeki böyle bir çeşitlenmenin biçimlerine de yansıtacağı açıktır.

Tasarımcı tasarlamaya başladığı zaman yukarıdaki bilgiler ışığında zihninde oluşanları somutlaştırmak için daha değişik ifade yöntemleri kullanmaya başlar. Sketch, teknik resim, kolaj, model, simülasyon bu yöntemlerin en çok kullanılanlarıdır. Tasarımcı o anki ihtiyacına ve kullanmadaki becerisine göre bu yöntemlerden birini seçer. Ancak bu yöntemlerden bazılarında -sketch, teknik resim ve model gibi- içerik aynı kalmasına rağmen kullanılan malzeme ve araçlar değişebilmektedir. Örneğin bir model, karton, ahşap, kil... vb. malzemelerden yapılabilir. Bu malzemeler dışında bilgisayar ortamında üç boyutlu grafikler olarak da oluşturulabilir. Hatta 3D printer'lar yardımıyla bu sanal modeller üç boyutlu fiziksel objeler haline de dönüştürülebilir.

Tasarım sürecinde bu aşamada kullanılan yöntem ve araçların tümünün ortak özelliklerinden biri ölçekli oluşlarıdır. Mimari yapılar insanoğlunun en büyük -belki de *iri* demeliyiz- ürünleri olduğu için yapının 1:1 ölçekteki modelini görmek sadece yapı

bittikten sonra mümkün olmaktadır. Bu yüzden yapı, tasarım süreci boyunca, yerine göre değişen ölçeklerde ifade edilmektedir. Kullanılan ölçek, ilk aşamada olduğu gibi materyalin içeriğine göre değişmektedir. Bu çarpan materyallerdeki bilgilerin detaylarıyla doğru orantılı bir biçimde artmaktadır. Bu durum önceki bölümde değinilen *algının limiti* fikri ile de uyusmaktadır. Yapının 1:1 ölçekteki modelini görmek ancak sanal gerçeklik sistemleri ile mümkündür.

Tasarım sürecinin son aşamasında bir fikir, ürüne dönüştürülür ve değişik ölçeklerdeki çizimler ile kağıda dökülür. Günümüzde çizim için geçmişte olduğundan farklı bir biçimde genellikle bilgisayarlar kullanılmaktadır. Konvansiyonel yöntemlerle uzun sürelerde tamamlanan tüm işlemleri hızlandırdığı için bilgisayarlar pek çok mimar tarafından kısa bir sürede benimsenmiştir.

Bilgisayarlar mimari tasarım sürecinde, özellikle çizim ve model anlamında, çeşitli araç ve yöntemler sunmaktadır. Bilgisayar destekli *virtual reality* sistemleri ise genellikle simülasyona yönelik çözümler sunmaktadır.

Tasarım süreci şüphesiz yukarıda anlatıldığı kadar sadeleştirilebilecek veya sistematize edilebilecek bir süreç değildir. Tasarım metodolojisi bu tezde sadece kapsadığı ve günümüzde bilgisayar desteği ile sürdürülen araç ve yöntemleri açısından incelenen bir kavramdır. Bu bölümde çizim, model ve simülasyon kavramları hakkında, önceden yapılmış olan çalışmalardan elde edilen bilgiler sunulmaktadır. Amaç bilgisayarların mimari tasarım sürecinde en çok kullanıldığı çizim, model ve simülasyonun tasarım sürecindeki konumu ve içeriğinin belirlenmesi ve sonraki bölümlerde hangi anlamda kullanılacağına vurgulanmasıdır.

2.2.1. Çizim

“Mimarlığın profesyonel bir meslek dalı olarak kabul edilmeye başlanmasından önce, Orta Çağ'da yapının inşasından baş usta sorumlu idi. Etrafındakilere fikirlerini sözel ve geometrik olarak aktarmakla yükümlüydü. Yapının yüzü sayılan cepheleriyle ilgili tartışmalara katılırdı ve bu tartışmalar neredeyse yapının inşası tamamlanana kadar devam ederdi.

Baş usta tanrının yeryüzündeki şehrini yapmakla yükümlüydü ama sadece kainatın mimarı “Architect of the Universe” bu işi verilen süre sonunda yapabilecek etraflı bilgiye

sahipti. Bu yüzden yapı inşası süresince devam eden tartışmaları yürütecek bir vekile ihtiyaç vardı. Bu vekil de “mimar”dı. (Gomez, 1997).

Mimarın ortaya çıkması ile, yapı bitmeden yapı ile ilgili tüm fikirlerin somutlaştırılması gündeme gelmişti. Mimarın malzemeleri artık sözler değil çizimlerdi. Optik ve geometri bilimlerindeki ilerlemelerle mimari çizim bir disiplin haline gelmişti.” (Çırakoğlu, 1999). Bu açıklama bize mimari çizimin *mimar* ile ortaya çıktığını ve mimarın zihnindeki yapı ile ilgili tüm fikirlerin somutlaştırılması eylemi olduğunu göstermektedir. Mimari çizim bu anlamda, mimarın yapı hakkında tasarladıklarını betimleyebilecek kapasitede olmalıdır. Mimari çizim öğeleri ve anlatım teknikleri, bu betimlemeyi en yüksek düzeyde yapabilmesi için mimar tarafından da eksiksiz olarak kavranmalıdır.

Mimari çizim yapı itibariyle bir resimdir. Bu resimde gelecekte gerçekleşecek olan nesnelere, çeşitli çizim öğeleriyle oluşturulan ölçekli sembollerle ifade edilir. Ancak bu semboller aynı tasarım öğesi için çizim konusuna bağlı olarak değişiklik gösterir. Aynı nesne planda ve kesitte birbirinden farklı biçimlerde temsil edilir. Çünkü bir nesneyi tek bir çizimle eksiksiz olarak tanımlamak mümkün değildir. Nesnenin kendisi ile boşun arasındaki sınırlarının, yani konturlarının, yüzeylerinin ve iç yapısının tanımlanabilmesi için bu bilgilerin tümünün ayrı ayrı çizilmesi gerekir. Formun tanımlanabilmesi için farklı açılardan paralel görünüşlerinin çizilmesi gerekliliğinin nedeni çizimin yapıldığı kağıdın bir düzlem olmasıdır. Çizim düzlemi iki boyutlu olduğu için bu ortamda üçüncü boyut yani derinlik ancak çizim tekniği ile oluşturulan görsel efektlerle elde edilebilmektedir. Çizim düzlemindeki bu eksiklik paralel çizimlere ek olarak perspektif çizim ve model oluşturma ihtiyacını doğurur. Leonardo da Vinci resmi şöyle anlatmıştır;

“Resim biliminin birinci prensibi noktadır, ikincisi çizgi, üçüncüsü yüzey, dördüncüsü ise bu yüzeylerle kaplı olan kütledir. Nokta, başka bir parçaya bölünemeyen en küçük parçadır. Çizgi ise bir noktanın hareketi sonucu oluşur. Bu yüzden çizginin uzunluğunun görünmesi mümkündür. Ancak, kalınlığı/genişliği görünmez. Yüzey, bir çizginin ene sahip olabilmesi için sürüklenmesinden ibarettir. Bu şekilde enine ve boyuna bölünmesi mümkündür ancak bir derinliği yoktur. Yüzeyin sürüklenmesi ile de kütle ortaya çıkar ve ışık ile görünür hale gelir.” (Çırakoğlu, 1999). Bu tanım günümüzde de geçerliliğini korumakta ve bilgisayar destekli grafik sistemlerinin en önemli prensiplerinden birini oluşturmaktadır.

Perspektif çizim yöntemi Rönesans dönemi mimarları tarafından geliştirilmiştir ve Daniela Bertol'un deyimiyle; “...gördüğümüzde olan şeyin çizimidir”(Karabağ, 2001).

Perspektif çizim yöntemi ile bir konunun, üç boyutlu çizime imkan vermeyen kağıt düzlemi üzerinde mekansal bir görüntüsü oluşturulur. Bu çizim tekniğinde diğer mimari çizim tekniklerinden farklı olarak ölçek yoktur. Perspektif çizim tekniği, kurallarını insan gözünün optik kanunlarına dayanan görme prensiplerinden almaktadır. Mimari anlatım tekniklerini 2D ve 3D olarak ele alan araştırmacılar, iki boyutlu düzlemlerde yapılan bu üç boyut benzetimini 2.5D çizim olarak da adlandırmaktadırlar. Perspektif çizim tekniğinin bir tasarımcı için en büyük avantajı tasarımın gerçekte nasıl görüneceği hakkında bilgi vermesidir. Bu anlatım tekniği sayesinde bir yapıda kullanılan geometrik formların görsel deformasyon sonucunda neye benzeyeceği görülebilmektedir. Ancak perspektif çizimler konvansiyonel araçlarla yapıldığında özellikle dairesel ve organik formların anlatımı zaman alan bir işlem haline gelmektedir. Günümüzde, bilgisayar sistemleri bu sorunu da gidermiş ve çizimlerin konvansiyonel yöntemlere göre çok daha kısa sürelerde ve daha yüksek kalitede tamamlanmasını sağlamıştır.

2.2.2. Model

Model, bir gerçeklik incelenirken, konuyla ilgili karakteristiklerini taşıyan ve konunun bir temsilcisi olarak kullanılan bir yapay sistemdir. Model mimari anlamda, bir yapının veya bir bölümünün önceden belirlenen bazı karakteristiklerini taşıyan anlatımdır. Bu yapı, var olan, geçmişte var olmuş veya gelecekte var olacak olan bir yapı olabilir. Mimari modeller tasarım süreci içinde, temsil ettikleri yapının, sürecin o aşamasında somutlaştırılması gereken özelliklerini taşırlar. Örneğin sketch çalışmaları esnasında kullanılan modeller sadece kütsel geometriyi yansıtır ve tasarımla birlikte gelişerek detaylanırlar.

Bir model hiçbir zaman temsil ettiği konunun tüm özelliklerini taşıyamaz, çünkü önceki bölümde limit kavramı işlenirken değinildiği ve Leibniz'in de ifade ettiği gibi; *“Sadece tanrı gerçeği tam olarak kavrayabilmek için gerekli olan sınırsız kapasitelere sahiptir”* (Ray, 1991). Bizler çevremiz hakkında eksiksiz bir bilgiye sahip olamadığımız için hazırlanan herhangi bir modelin de eksiksiz olması mümkün değildir. Taşlı da tezinde benzer bir ifade kullanmıştır; *“Şu unutulmamalıdır ki, modeller ne kadar doğru veya hatasız hazırlanırlarsa hazırlansınlar hiçbir zaman gerçeğin kusursuz bir temsili olamazlar. Çünkü insanoğlu çevresi ve çevresinde olan bitenler hakkında eksiksiz bir*

bilgiye sahip değildir.” (Taşlı, 1999). Bu yüzden, modeller ne kadar çok bilgi içerirse içersin tasarımın tamamıyla sınınanabileceği bir platform olarak algılanmamalıdır.

“Model bir fikir olarak tasarım süreci boyunca tasarımcının ya da mimarın aklında sürekli olarak mevcuttur. Ancak bu modelin bazı araçlarla gün ışığına çıkarılması gerekmektedir.” (Taşlı, 1999) Model veya diğer adıyla maket mimarın zihnindeki bu modelin somutlaşmış biçimidir. Zihnindeki modellerde olduğu gibi somut modeller de geliştirilebilir ve açık uçlu olmalıdır. Örneğin kütleli etütlerin kolayca yapılabilmesi için model her an atıl hale gelebilecek önemli özellikler, ki bunlar örneğin gereksiz detaylardır, içermemeli ve kolay işlenebilir bir materyalden oluşmalıdır. Gereksiz detaylar tasarımcının dikkatini dağıtacak, zor işlenen malzemeler de vakit kaybına neden olacaktır.

Model sadece mimari tasarım süreci içinde kullanılan bir araç değildir. Bilimin tüm alanlarında farklı sistemleri temsil etmek amacıyla farklı yapılarda modeller hazırlanmaktadır. Taşlı'nın tezinde modeller aşağıda sunulduğu biçimde sınıflandırılmıştır;

“Modellerin Sınıflandırılması:

Churchman, Ackoff ve Arnoff'a göre üç tip model vardır; ikonik, analog ve sembolik;

1. **İkonik Modeller:** *Temsil ettiği şey gibi görünen modellerdir. Fotoğraf, resim veya heykeller gibi.*
2. **Analog Modeller:** *Bu tür modellerde objeye ait bazı özellikler model üzerine değişik biçimlerde aktarılırlar; haritalar gibi (taramalar, çizgiler, renkler)*
3. **Sembolik Modeller:** *Bu tür modeller ise sayılar ve mantıksal sembollerdir. Matematiksel modellerin tümü bu sınıfa girer ve bu modeller işlem yapmak için kullanılır. Mesela üç için “3” kullanılır. Model temsil ettiği şey hakkında reel olmayan ancak mantıklı bir özellik taşımaktadır.*

Broadbent ise modelleri betimsel ve normatif (kuralcı) olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Bu gruplandırmayı değişik bir açıdan, yorumlanan gerçeklik kavramı ve tüm koşulların sağlanması durumunda neyin beklenebileceği/umulabileceği ışığında yapmıştır;

1. **Tanımlayıcı Modeller:** *Statik (zaman içinde sabit) veya dinamik (zamanla değişen şeylerle ilintili) olabilirler.*

2. **Normatif Modeller:** Tahminlerde bulunmak için kullanılır. Az bilindik durumlar bilindik durumlarla benzetim ilişkisi içinde tanımlanarak bu tahminler için mantıklı zeminler hazırlanabilir.

Rowe ise modelleri hiyerarşik bir düzende uygulama amaçlarına göre 4 gruba ayırmıştır. Bunlar tanımlayıcı, tahmine yönelik, keşfe yönelik ve planlamaya yönelik modellerdir.

1. **Tanımlayıcı Modeller:** Olay veya durumu tanımlamaya yönelik ve mantıksal olarak diğer üç model türü için de faydalı olan modellerdir.
2. **Tahmine Yönelik Modeller:** Üzerinde çalışılmakta olan fenomenlerin geçici mizaçları ile ilgili tahminlerde bulunmak amacıyla oluşturulurlar.
3. **Keşfe Yönelik Modeller:** Konunun içeriğinin saptanması için kullanılırlar.
4. **Planlamaya Yönelik Modeller:** Önceden belirlenen hedefler doğrultusunda alınabilecek muhtemel kararların etkilerini simüle etmek amacıyla, oluşturulan tahmine yönelik modellerden de süreç içerisinde yer yer istifade eden modellerdir.”

2.2.3. Simülasyon

Mimari çizim ve model mimari tasarım sürecinde tasarımcının tasarımı ürüne dönüştürürken kullandığı en önemli ifade yöntemleridir. Ancak tasarım süreci içinde bazı durumlarda mimari tasarımın bazı gerçek dünya bileşenleri ile etkileşiminin denenmesi gerekebilir. Böyle durumlarda, oluşturulan çizim ve modeller söz konusu etkileşimin görülebilmesi için yetersiz kalırlar. Çünkü mimari çizim ve modeller yapı ve tasarım hakkında bilgi içerir. Tasarım kapsamı haricindeki sistemler ise mimari çizim ve modellerin asıl konusu değildir. Tasarımın gerçek dünya sistemleri ile etkileşimini gözlemleyebilmek için bu yöntemlerden farklı bir yöntem, simülasyona ihtiyaç vardır.

Mc Haney'ye göre simülasyon, gözlemciye, realiteye en yakın test imkanı veren yöntemdir. “Herhangi bir gerçek dünya sisteminin davranışı hakkında bilgi edinmeyi sağlayan bir modelin sonuçlar ve çıkarımlar geliştirmek amacıyla kullanılmasıdır. Bu yüzden simülasyon sadece model gelişimini değil kullanımını da kapsar.” (Taşlı, 1999) Simülasyon, çizim veya model gibi statik değil dinamiktir. Ama yine de gerçeği temsil ettiği için bir modeldir. İçindeki yapay sistemler gerçek dünyadaki örneklerine mümkün olan en yüksek düzeyde sadık kalınarak oluşturulur. Gerçek dünya sistemlerinin bazıları

çok karmaşık bir yapıya sahip olduğu için bu gibi durumlarda bilgisayarların desteğine başvurulur. Bilgisayar destekli simülasyon ise karmaşık sistemlerin temsili için sunduğu benzersiz olanaklarla sadece mimarlıkta değil pek çok ihtisas alanında tercih edilen bir yöntem konumundadır. Bilgisayar destekli simülasyona en çok, otomotiv, tıp, sivil havacılık, askeri savunma ve mimarlık alanlarında rastlanmaktadır.

Otomotiv sektöründe, bir otomobil ile ilgili testlerin neredeyse tümü, ki buna çarpışma testleri de dahildir, bilgisayar destekli simülasyon ile gerçekleştirilebilmektedir.

Pek çok tıbbi operasyon gelişmiş simülasyon sistemleri sayesinde çok düşük maliyetlerle yapılabilmekte ve bu da özellikle tıp eğitiminde büyük bir avantaj sağlamaktadır. Uçuş simülatörleri sayesinde sivil ve askeri havacılıkta pilot adaylarına uçuş eğitimi risksiz bir ortamda çok düşük maliyetlerle ve verilebilmektedir. Çok kullanıcı savaşı simülatörleri sayesinde sanal ortamda küçük çaplı tatbikatlar yapılabilmektedir.

Mimarlıkta ise *immersive virtual reality* sistemleri sayesinde bir yapı inşa edilmeden 1/1 ölçekli modeli içinde gezinti yapılabilmektedir. Gelişmiş yazılımlar ile yapının ışık ve ses testleri bile bilgisayar ortamında gerçekleştirilebilmektedir.

Simülasyon, sunduğu avantajların yanında özellikle bilgisayar desteği ile gerçekleştiğinde maliyeti çok yüksek olan bir yöntemdir. Çünkü iyi bir simülasyon gerçekleştirebilmek için çok çeşitli ve geniş bir bilgi altyapısına gerek vardır. Yapılan bu geniş çaptaki araştırma simülasyonun en büyük getirilerinden biridir. Ancak, ideal anlamda bir simülasyon ortamı oluşturmak ve gerçek dünya sistemlerini eksiksiz olarak tanımlamak mümkün değildir.

Ayrıca simülasyonda kullanılan bilgisayarlar ve diğer aygıtlar yüksek kapasiteli olmak zorunda olduğu için maliyetleri de yüksek düzeydedir. Bu da simülasyonu her durumda kullanılabilen bir araç olmaktan çıkarmaktadır.

“Mc Haney, bu tekniğin kullanımının gerekli/şart olduğu bazı durumlar tanımlamıştır.

1. Gerçek dünya sisteminin olmadığı ve oluşturulması çok pahalı ve zaman alıcı olan ya da daha basit bir ifadeyle prototip oluşturulması imkansız olan durumlarda. (mimari yapılar bu durum içine girmektedir.)
2. Gerçek dünya sisteminin mevcut olduğu ancak üzerinde bazı denemelerin ve çalışmaların çok pahalı, tehlikeli veya mevcut düzeni altüst edebilecek olduğu durumlarda.

3. *Gerçek dünya sistemlerinin uzun zaman dilimlerindeki davranışlarının incelenmesi gereken durumlarda.*
4. *Matematiksel bir modelin anlamlı sonuçlar ve veriler sağlamadığı durumlarda.”*
(Taşlı, 1999)

Taşlı, mimarlıkta bu yöntemin kullanılma nedenlerini ise şöyle açıklamıştır;

1. Diğer endüstrilerin tersine mimarlıkta gerçeğe yakın bir prototip oluşturmak imkansızdır çünkü normalde her bina benzersizdir.
2. Gerçek deneyimler tehlikeli olabilir (yangın, ısı konfor)
3. Yapılar yaşayan varlıklar olduklarından yapıların yaşam akışında periyotlar halinde analiz edebilmek için tahmine yönelik modellere (forecast models) ihtiyaç vardır.
4. Mimari sistemlerin matematiksel modelleri “pratik analitik” ve sayısal çözümler için kullanışlı değildir.

2.2.4. Analiz

Mimari tasarım süreci içinde kullanılan araç ve yöntemlerin bir çoğu günümüzde bilgisayar desteği ile gerçekleştirilebilmektedir. Söz konusu araç ve yöntemlerden çizim, model ve simülasyon ise bu teknolojiden en çok faydalanılanlarıdır. Hiç şüphe yoktur ki, bölümün başında da belirtildiği gibi, mimari tasarım süreci ve bileşenleri yukarıda anlatıldığı kadarıyla sonlandırılabilir bir konu değildir. Bu bölümde amaç, sadece sonraki bölümde açılacak olan sanal mekanda kullanılacak olan bazı terimlerin hangi anlamlarıyla kullanıldığına dikkat çekmek ve temel bazı karakteristiklerini tespit etmektir.

Böylelikle, yukarıda sunulan bilgiler ışığında çizim, model ve simülasyon ile ilgili olarak şunları söyleyebiliriz;

Çizim, optik ve geometri bilimleriyle yakın ilişki içinde olan, yapının sembollerden oluşan temsilidir. Mimar, çizimi yapı hakkındaki fikirlerini somutlaştırmak için kullanır. Çizim, yapısal olarak bir resimdir ve yapı ile ilgili tüm betimlemeleri destekleyebilmelidir. Bir çizgi noktalardan oluşur. Nokta çizginin bölünemeyen en küçük parçasıdır. Yüzey çizginin sürüklenmesi ile, kütle ise yüzeyin sürüklenmesi ile oluşur. Çizimin yapıldığı kağıt düzlemi iki boyutlu olduğu için üçüncü boyut bu düzlem üzerinde sadece efekt olarak var olabilir. Perspektif çizim teknikleri bu efektlerden biridir.

Model, bir gerçekliğin bazı karakteristiklerini taşıyan yapay bir sistemdir. Diğer adıyla maket, mimari anlamda yapının bazı karakteristiklerini taşıyan temsilidir. Bir model hiçbir zaman temsil ettiği sistemle ilgili bilgilerin tümünü içeremez. Çünkü insanoğlu çevresi hakkında eksiksiz bir bilgiye sahip değildir. Model bilimin tüm alanlarında kullanılan bir araçtır.

Simülasyon, gözlemciye realiteye en yakın test imkanı veren deneysel bir yöntemdir. Simülasyon ile tasarlananın gerçek dünyada nasıl var olacağı test edilir. İdeal bir model oluşturmak gibi ideal bir simülasyon ortamı oluşturmak da aynı nedenlerden dolayı mümkün değildir. Geniş kapsamlı simülasyonlar için bilgisayar desteğine ihtiyaç vardır. Bu ise maliyetin artmasına neden olur. Simülasyon, diğer bilim dallarında da sıkça kullanılır. Otomotiv, tıp, sivil havacılık, askeri savuma simülasyonun en çok kullanıldığı alanlardır.

Bundan sonraki bölümde sanal mekanın kuramsal ve teknik açılardan ne anlama geldiği üzerinde durulmakta; çok farklı yöntemlerle kullanıcı ile buluşan sanal mekan kullanım ve işleyiş düzeyinde kullanıcıyı ilgilendiren tüm bileşenleri incelenmektedir.

2.3. Sanal Mekan ve Potansiyeli

2.3.1. Sanal Mekan

Mekan, mimarlıkta anlamını insan fenomenlerinden almaktadır. Mimari tasarımların kaynağı insan fenomenleridir. Mekan, fiziksel form ve eylemlerin tüm kombinasyonlarını içerebilecek bir konteynerdir. Hatta kuramcılara göre varlıklar var olma güçlerini mekanın söz konusu potansiyelinden almaktadırlar. Sanal mekanın da kaynağı gerçek mekanın kaynağı ile aynıdır. Sanal sıfatı ile nitelendirilen söz konusu oluşun mekan olarak adlandırılmasının nedeni, özünde, mekan kavramına ait konteyner olma yani içericilik özelliğini taşımasıdır. Ancak mekandan farklı olarak bu oluşun içerdiği her şey sanaldır. Mekanda olduğu gibi sanal mekan içinde de var olanlar, var olma güçlerini sanal mekanın kendisinden alırlar. Sanal mekan, içinde gerçekleştirilebilenler kadar gerçektir.

Caspersen, sanal mekan için "*Sanal kavramı bir şeyin bir duyu içinde veya bir seviyede var olduğunu ama başka bir duyuda veya başka bir seviyede var olmadığını tanımlar*" ifadesini kullanmıştır (Karabağ, 2001). Çevremizi duyularımızla algılarız ama

tanımlamayı duyularımızla değil elde ettiğimiz bilgileri işlediğimiz zihnimizle yaparız. Bir şeyin ne kadar var olduğunu zihnimizde belirleriz.

Bilgisayar teknolojisinin ortaya çıkışı ile bilginin matematiksel ifadesi yeni bir boyut kazanmıştır. Sayısallaştırma, insanlığa var olmanın farklı bir biçimini sunmuştur. Bilgisayar teknolojisinin gelişimine paralel bir biçimde bilgisayarlarla yapılabilenlerin sayısı da artmıştır. Konvansiyonel yöntem ve materyallerin pek çoğu yerini bilgisayar ortamındaki temsilcilerine bırakmıştır.

Bilgisayar ve internet teknolojisi ile neler yapılabileceği herkesçe malumdur. Ancak, eskiden farklı mekansal konumlarda yürütülen pek çok işlemin tek bir konumdan yapılabilmesi ve belki de bu durumun insan üzerinde oluşturduğu içeride/dışarıda olma veya kuşatma hissi, bu platformun mekan olarak algılanmasına ya da zihnimizin bu efekti sadece mekan kavramı ile eşleştirebilmesine neden olmaktadır. Çünkü bilgisayar sistemlerinde sayısallaştırılarak işlenen bilgilerin kullanıcı tarafından kolayca kavranabilmesi için geliştirilen yazılımlar ve bu yazılımları kullanırken yapılan işlemler kaynaklarını gerçek dünyadan almaktadırlar.

Örneğin ikonlar. Tüm yazılımlarda işlevleri önceden tanımlanan komutlar kolayca ayırt edilebilmeleri için butonlar halindeki semboller olarak ifade edilir. Kullanıcının isteyebilecekleri önceden hazırlanmıştır ve her biri bir butona dönüşmüştür. Kullanıcı el hareketini ve basma işlemini sayısallaştıran bir aygıt ile elinin bu ortamdaki sayısal uzantısını buton üzerinde getirir ve düğmeye basar. Hazırladığı dosyayı tutar ve bir klasör içine atar. İnternete bağlanır, bir siteye girer. Bu site içindeyken hazırladığı klasörü arkadaşına gönderir. Bir yandan diğer arkadaşı ile konuşur. Klasör yolda iken bir restorana girip yemek siparişi verir. Yemek gelene kadar kütüphaneye gidip ertesi gün hazırlayacağı dosya için bilgi alır. Her şey bittikten sonra kendi bilgisayarına geri dönüp çalışmaya devam eder. Bu kadar çok işlemi tek bir mekandan yapar. O mekandan ulaştığı diğer mekanları birbirine karıştırmaz. Çünkü; *“Mekan havası vermek için web siteleri her sayfada tekrarlanan çerçeve (border) elemanları kullanırlar”* (Heim, 1998) Öyle bir ortamdadır ki tüm mekanlar birbirine eşit uzaklıktadır.

Bu potansiyeli, sanal mekanın, hayatımızı ciddi anlamda değiştireceğinin habercisidir. İnsanı birey olarak, ama vücut dilinden bağımsız bir biçimde içine alan yapısı sosyal yaşantının da değişikliğe uğrayacağını göstermektedir. Ancak sanal mekan potansiyeli itibarıyla sabit veya halihazırda bir takım özellikleriyle var olan bir mekan değildir. Benedikt’in de belirttiği gibi; *“Siber mekan yapılmak zorundadır; keşfedilemez.*

Siber mekan inşa edilecek bir coğrafyadır, iklimsiz, henüz oluşmamış yeni bir gezegendir.” (URL-3, 2002) Bu açıdan ele alınacak olursa sanal mekanın ne olduğunu tanımlamak zordur. Çünkü yapısı teknolojinin o anki düzeyine göre değişecek ve güncelleşecektir. İnsanlık öğrendikçe sanal mekan gelişecektir.

Sanal mekanın potansiyeli çok yüksek olduğu için, düzenlerken, yaşadığımız mekanda kullandığımız tekniklerden faydalanılır. *“Fiziksel mimari, mimari elemanlara ek olarak işaret, sembol ve yazılar önerir(Beck). Bunların tümü genellikle gezinti için kültürel olarak belirlenen yardımcılarıdır (Rapoport). Ayrıca bir kişinin fiziksel bir çevrede gezinmesini sağlayan harita ve pusula gibi araçlar da vardır. Sanal ortamda mimari bütün kültürlerden katılımcılara açıktır. O halde yazı sınırlayıcıdır. On-line kültürün kendine has sembol ve işaretleri olsa da 3D mekanda gezinti için geliştirilmiş birkaç başarılı örneği de vardır.”* (URL-3, 2002). Sanal mekan tüm dünya coğrafyasına açık olduğu için bu mekan içinde gezinirken kullanılan araçlar herkesin anlayabileceği şekilde düzenlenmiştir. Örneğin sanal mekanda bir mekandan diğerine geçmek için yani sirkülasyon alanı olarak linkler kullanılır. *“Sanal mekanda, bir yerden bir yere, bir bilgiden diğerine hareket ederiz. Mesafe artık gezintiyle ilgili bir ölçü değildir.”* (Best) *Kapı ve antrelere benzer bir ifade kullanacak olursak, linkler mekanlar arasında gezilen yollar olarak anlaşılabilir.”* (URL-3, 2002) Linkler, link olduklarının anlaşılabilmesi için hep aynı etkileşim özelliklerine sahiptirler.

3d grafiklerin kullanılması ile birlikte fonksiyonel açıdan olduğu gibi görsel açıdan da mimari elemanlara benzeyen araçlardan faydalanılmıştır. Bazı yazılımlarda fiziksel mimaride olduğu gibi duvarlar, aydınlatma elemanları vb. gibi elemanlarla gerçeğe benzeyen mekanlar oluşturulur. Ancak fiziksel mimariden farklı olarak; *“Fiziksel bir odada duvarlar güvenlik, görsel mahremiyet ve ses geçişi için engel gibi işlevlere sahipken sanal mekanda duvar, kullanıcının mekanın içinde veya dışında olduğunu göstermek için vardır.”* (URL-5, 2002) Bu yöntemlerin tümünde amaç insanı sanal mekan içine yerleştirmek ve bu mekan içinde o an bulunduğu konumu tanımlamasına yardım etmektir, kaybolmasını önlemektir. Tıpkı mekan ve zaman konusunda da değinildiği gibi öncelikle mutlak mekan ve zaman içindeki konumun belirlenmesi gerekmektedir.

“İnsanı bilgi mekanının içine yerleştirmek mimari bir sorundur; ama bunun ötesinde siber mekanın kendi mimarlığı vardır, ayrıca mimari içerebilir. Tekrar edecek olursak siber mekan mimaridir, siber mekanın mimarisi vardır ve mimarlık içerir.” (Marcos NOVAK) (URL-6, 2002). Aslolan insanın eylemleri değil amaçlarıdır. Eylemler, insanın,

sınırlı doğası gereği, amaca ulaşmak için yapması gerekenlerdir. Amaçların çeşitliliği eylemlere yansımaktadır. Araçlar ise yine sınırlı doğası gereği insanın eylem için kullandığıdır. Bu kadar sınırlı bir yapıdaki insanoğlu doğaldır ki her şeyi bir anda ve bir yerde yapamayacaktır. Mekanlar insanın farklı amaçlar için, sınırlı doğasına zıt olan dehası ile oluşturduğu sistemlerdir. Mekan tasarlamak insanın var olabilmek için geliştirdiği muhteşem bir çözümdür. Sınırları belli olmayan bir bilgi ortamını bir mekan olarak ele almak ve bir mekanı düzenlediği gibi düzenlemek aslında insanın yapması gerekendir ve zaten yaptığıdır. Bu yüzden çözüm mimaridir ve mimarlığın tüm bileşenleri sanal mekanda, sanal mekana uygun bir biçimde var olur.

“Fiziksel dünya bileşenleri olmadan bir katılımcı sanal mekanı keşfetmek ve anlamak için birkaç işaretle ortada kalır. Yol/yön bulma yani, mekansal becerimizi kullanmamızın dinamik süreci ve istenen bir yere ulaşmak için gerekli olan, bir çevrenin yönlenişsel farkındalığı, cognitive map (kavrama haritası) gelişimi ve ona referansla başarılır. Bir kavrama haritası, sayesinde bir kişinin rölatif konumu ve çevre özelliklerine ait bilgilerinin elde edildiği, kodlandığı, saklandığı, çağırıldığı ve dekode edildiği bir araçtır.(Moore)

“Kavrama haritası oluşturma, “Özellikle, insanların çok sık buldukları yerlerdeki tecrübelerini artırmada önemlidir.” (Lang)

Başarılı bir gezinti bir kişinin kavrama haritası geliştirme becerisine bağlıdır. Mimari, bir kavrama haritası geliştirmek için gezinti metotlarına cevap vermeli ve katılımcının yönlendirilmesine yardım etmelidir.” (URL-3, 2002)

Görülmektedir ki, insanın sanal mekanı kavramak için kullandığı yöntemin nedeni konumunu ve yerini kavrama haritası oluşturarak bulabilme becerisidir. Bu da bize bir kez daha sanal mekânın neden mimari olduğunu veya neden mimari bir sistemin tercih edildiğini göstermektedir.

Bilgisayar ve internet teknolojisi ile ortaya çıkan sanal mekân kavramı, yukarıda anlatıldığı biçimiyle, eskiden konvansiyonel yöntemlerle gerçekleştirilen eylemlerin daha farklı yöntemlerle ve mekânlarda gerçekleştirilebildiği bir ortam, anlamını taşımaktadır. Sanal mekân kendi içinde bir mimari yapı içerdiği gibi şüphesiz sundukları ve hayata getirdiği yeni anlayışla fiziksel mimarlığı da etkileyecektir. Her geçen gün daha fazla meslek dalı sanal ortamda yürütülebilir hale gelmektedir. Eylem ve araçların biçim değiştirmesi mimari tasarımı etkileyen faktörlerin de değişmesi anlamına gelir. Burada

mimara düşen sanal mekanın getirdiği yeni anlayışı kavramak ve tasarımlarını insan fenomenlerinin güncel olanlarına göre yapmaktır.

Buraya kadar anlatılanlar ışığında sanal mekan, bilgisayar sistemlerinin sayısız işte kullanılabilmesi için yazılımcılar tarafından geliştirilen, ileri düzeyde görsel, işitsel ve yer yer dokunsal öğeler içeren arabirimin kullanıcının zihninde bıraktığı etkidir diyebiliriz. Bu anlamda sanal mekan özele değil genele yöneliktir. Herkes herhangi bir iş için sanal mekandan faydalanabilir. Ama sanal mekanın bir türü daha vardır ki bu, gerçek mekanın simülasyonu anlamına gelir ve bilgisayar teknolojisinin her şeye meydan okuduğu arenasıdır. Bu bölümde asıl değinilecek konu gerçek mekanın simülasyonu olan sanal mekandır.

2.3.2. Üç Boyutlu Sanal Mekan

Teknolojideki gelişmeler bilgisayarların aritmetik işlemlerin yanı sıra görsel ve işitsel verileri de işleyebilmelerini sağlamıştır. Üç boyutlu bilgisayar grafiklerinin ortaya çıkması sanal mekan kavramının içeriğini değiştirmiş ve etkileşimin yeni bir boyutunu ortaya çıkarmıştır. Üç boyutlu bilgisayar grafikleri ile objelerin sadece bir noktadaki bakış açısına göre çizilen durağan resimlerinin yerini bir kez oluşturulduktan sonra sonsuz sayıdaki bakış açısından eş zamanlı görüntülerinin alınmasını sağlayan sahneler almıştır. Resmin yerini gerçek hayatta olduğu gibi sahne almıştır. Üç boyutlu grafik ile elde edilen resimler üç boyutlu sahnelerin seçilen bir bakış açısından elde edilen resimleridir.

Üç boyutlu bilgisayar grafiği, insanlığa, keşfinden öncesine kadar eşine rastlanmamış olan yapay bir varoluş zemini sunmuştur. Bu sayede nesnelere, söz konusu zeminde gerçek dünyadaki üç boyutlu özellikleri ile temsil edilebilmektedir. Hatta üç boyutlu grafiklerin en uç noktası olan virtual reality (sanal gerçeklik) sistemleri ile bu mekan, insanın, içine girebildiği bir alternatif mekan halini almıştır.

Önceki bölümlerde mekanın ve zamanın ne olduğu sorgulanmıştı. Üç boyutlu sanal mekanın ne olduğu ise ancak yapısının anlaşılmasından sonra yapılacak olan değerlendirme ile mümkün olacaktır. Üç boyutlu sanal mekan bilgisayar ortamında kullanılan yazılımlar tarafından önerilmektedir. Bu yazılımların her birinde sanal mekan yazılımının muhatabı olan ihtisas alanının ihtiyaç duyduğu mekan karakteristiklerine sahiptir. Bunun nedeni, mekanın tüm özelliklerinin bilgisayar ortamında simüle

edilmesinin imkansız oluşudur. Ancak Suzuki (URL-7, 2002) nin de belirttiği gibi; “Mimarlık vücuttaki bütün duyuları uyardığı için sanal gerçeklik sistemlerinin en vaat edici alanını temsil eder.” İnsanın tüm duyularını etkilemesi, bilgisayar teknolojisinin, tüm hünerlerini sergilemek için mimarlık alanına yönelmesine neden olmuştur. Bir bilgisayar sistemi için sonucu ile mukayese edildiğinde en zor işlem mekanı simüle etmektir. Bu tür yazılımları çalıştırırken bilgisayar sistemleri performanslarının en üst düzeylerine çıkarlar. Hatta bu tür yazılımlar pek çok profesyonel tarafından bilgisayarların performansını test etmek için kullanılır. Bu bölümde sunulan bilgilerin kaynağının 3D grafik tasarım programları olduğu unutulmamalıdır. Üç boyutlu sanal mekan ancak yazılımların önerdiği türde bilgi içerebilmektedir. Okuyucu bu bilgiler ışığında kendi değerlendirmesini yaparken üç boyutlu sanal mekanın gelişimini henüz tamamlamadığının ve bir ucunun halen açık olduğunun farkında olmalıdır.

Üç boyutlu sanal mekanın en ekstrem örneği *virtual reality* (sanal gerçeklik) sistemleridir ki bu sistemler sayesinde kullanıcıların sanal mekan içine dahil olması ve bu ortamdaki nesnelere etkileşime girmesi söz konusu olmuştur. Sanal gerçeklik sistemleri bilgisayar teknolojisinin ve donanımlarının en yüksek düzeydeki ve dolayısıyla en pahalı örneklerinin kullanıldığı sistemlerdir. Bu sistemler günümüzde oldukça yüksek düzeydeki maliyetleriyle bu anlamda pek de pratik çözümler sunmamakla birlikte her geçen gün bilgisayar donanımlarının ucuzladığı ve özelliklerinin hızla arttığı göz önünde bulunursa yakın bir gelecekte hemen her kullanıcının karşılayabileceği bir maliyet düzeyine düşeceği söylenebilir. Önceki yıllarda sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılan ve pek çok bilgisayar kullanıcısı tarafında çok özel aygıtlar olarak görülen bir takım donanımların günümüzde eğlence amacıyla geliştirilen modellerinin düşük fiyatlarla satışa sunulması da bu savı destekler niteliktedir. Sanal gerçeklik sistemleri mekanın simülasyonunu en ileri düzeyde sağladığı için bu bölümde ayrıca işlenecek olan bir konudur.

“Ayrıca işlenecektir” ifadesinden sanal gerçeklik sisteminin konudan ayrı olarak ele alınacağı anlaşılmamalıdır. Çünkü bir sanal gerçeklik sistemi temelde bir üç boyutlu sanal mekandır. Basit üç boyutlu sanal mekandan tek farkı mekanın kullanıcı ile doğrudan etkileşimini sağlayan bir takım özel aygıtlara sahip olmasıdır.

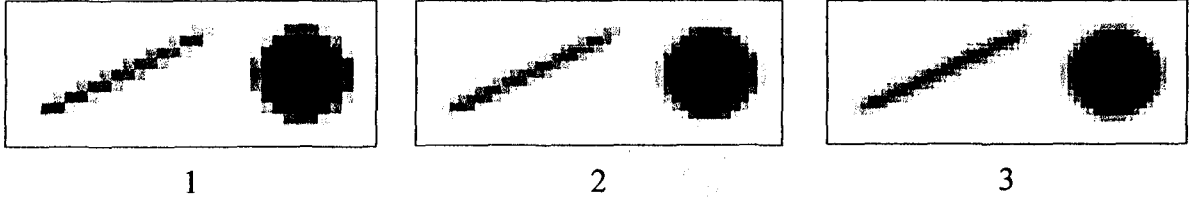
Buraya kadar anlatılanlardan sonra üç boyutlu sanal mekan kavramını incelemeye bilgisayar grafik kavramlarından başlamak yerinde olacaktır. Çünkü üç boyutlu sanal mekan bilgisayar grafik türlerinin günümüze kadar geliştirilmiş tüm örneklerini içerebilmektedir. Yeni çıkan bir teknolojik ürünün eskisini atıl hale getirmesi durumu

bilgisayar grafikleri için geçerli değildir. İki boyutlu bilgisayar grafikleri üç boyutlu bilgisayar grafikleri içinde farklı amaçlara yönelik olarak varlıklarını sürdürmektedirler. Kaldı ki üç boyutlu sanal mekanın sadece bilgisayar monitörü üzerinde izlenebilen türünü düşünecek olursak gerçekte üç boyutlu bir grafikten söz etmemizin mümkün olmadığını görürüz. Çünkü konvansiyonel bilgisayar monitörleri konvansiyonel çizim ortamı olan kağıt düzlemi gibi iki boyutludur ve gerçek anlamda üç boyutlu bir anlatım böyle bir düzlem üzerinde elde edilemeyecek bir efekttir.

2.3.3. Bilgisayar Grafik Türleri

2.3.3.1. Raster Grafikler

Raster grafikler bilgisayar ortamında bir resim oluşturmak için kullanılan en temel ve basit çözümdür. Bu yöntemde amaç bir grid oluşturarak her hücreye farklı bir renk atanabilen bir resim matrisi oluşturmaktır. Önce gridin boyutları belirlenir ve daha sonra da grid üzerindeki her bir noktaya karşılık gelen renkler tanımlanır. Bu gridin her bir hücresine piksel adı verilir. Piksel, İngilizce “picture element” (resim elemanı) sözcüklerinin kısaltılmış halidir. Bu teknikte ortaya çıkan görüntünün kalitesi resmi oluşturmadan önce belirlenen grid boyutlarından daha fazla olamaz. Bir resim matrisinin yükseklik ve genişlik değerlerinden oluşan ifadeye “resolution” çözünürlük adı verilir. Eni 200 boyu 300 pikselden oluşan bir resmin çözünürlüğü 200x300 olarak ifade edilir. Resmin boyutu ise bu iki değer çarpımıyla elde edilir. Yani 200x300 çözünürlüğe sahip bir resmin boyutu $200 \times 300 = 60.000$ pikseldir. Ancak çözünürlük kavramı bilgisayar grafiklerinin kağıt üzerine baskısı söz konusu olduğunda farklı bir anlam taşır. Bu durumda çözünürlük resmin kağıt üzerinde birim uzunluğa karşılık gelen piksel sayısıdır. 200x300 boyutlarındaki bir resmin çözünürlüğü 30 piksel/cm olduğunda kağıt üzerinde bir santimetrelik uzunluğa resmin 30 pikseli karşılık gelecektir. Bu çözünürlükte genişliği 200, yüksekliği 300 piksel olan bir resmin kağıt üzerindeki yüksekliği $300/30 = 10$ cm olacaktır. Çözünürlük 60 piksel/cm olduğunda kağıt üzerindeki bir santimetrelik uzunluğu tanımlamak için resimdeki 60 piksel kullanılacaktır. Kağıt üzerindeki yüksekliği ise 5 cm olacaktır. Çözünürlük birimi baskı ortamında *piksel/cm* veya *piksel/inç* olarak ifade edilir. Ancak en yaygın olanı *piksel/inç* ifadesinin kısaltılmışı olan “dpi (dot per inch)” dir.



Çözünürlük: 30 piksel/cm
Boyut: 32 x 13 ≈ 1 KB

Çözünürlük: 60 piksel/cm
Boyut: 64 x 26 ≈ 5 KB

Çözünürlük: 120 piksel/cm
Boyut: 128 x 52 ≈ 20 KB

Şekil 1. Farklı çözünürlük ve boyutlardaki raster grafikler

Şekil 1’de de görülmektedir ki düşük çözünürlükteki resimler konu hakkında detaylı bir bilgi taşımazken yüksek çözünürlükteki bilgiler konu hakkında detaylı bilgiye sahiptirler. Ama bir resmin çözünürlüğünün yükselmesi bilgisayar belleğinde kaplayacağı boyutun da artacağı ve büyük boyutlu resimlerle çalışırken sistemin tıkanabileceği anlamına gelir. Şekil 1’deki birinci resim bilgisayar belleğinde 1 KB yer kaplarken üçüncü resim 20 KB yer kaplamaktadır.

Ancak, Şekil 1’de vurgulanan sadece resmin kalitesinin bellekte kaplayacağı yer ile doğru orantılı oluşu değil, resmin sonradan daha fazla bilgi içermesinin imkansız oluşudur. Şekil 1’deki ikinci ve üçüncü resimler birinci resimden elde edilmiştir. Birinci resimde çizgi ve daire ile ilgili detaylı bir bilgi olmadığı için ikinci ve üçüncü resimde de elde edilen bilgi ilk resimdeki üstüne çıkamamıştır. Hatta ilk resimdeki karolajı son resimde de görmek mümkündür. Sadece Şekil 2’deki gibi hazırlanan bir resim bize konu hakkında detaylı bir bilgi verecektir ama buna bağlı olarak resmin çözünürlüğü ve boyutunu öncekilere göre çok yüksek olacak ve bilgisayar belleğinde çok daha fazla yer kaplayacaktır.



Çözünürlük: 480 piksel/cm
Boyut: 514 x 206 ≈ 311 KB

Şekil 2. Yüksek çözünürlüğe sahip raster grafik

Özellikle bir çok detay bilgisi içeren mimari çizimlerde tüm detayların raster grafik düzeyinde belirli bir kalitede ifade edilebilmesi için çok yüksek boyutlarda bilgisayar belleği ve sistemleri gerektirmektedir. Ayrıca raster grafiklerde çizgi, daire veya diğer

geometrik objeler konvansiyonel çizim yöntemlerindeki gibi sadece görsel olarak vardır. Bilgisayar yazılımları bir raster grafik içindeki çizgi veya daireyi resim içindeki diğer öğelerden ayırt edemedikleri için bu ortamda hem çizim yapmak hem de bitmiş bir çizim üzerinde değişiklikte bulunmak zor ve zaman alıcı bir işlemdir. Örneğin bir raster grafikte önceden çizilmiş bir çizgiyi silmek için çizgiyi tanımlayan tüm piksellerin seçilmesi gerekmektedir. Bu dezavantajları raster grafiklerin bilgisayar destekli mimari çizimde tercih edilmemelerine neden olmaktadır. Ancak görüntü tanımlamadaki üstün özellikleri ile, özellikle fotoğraf kalitesindeki resimler söz konusu olduğunda, raster grafikler benzersiz araçlar haline gelirler.

2.3.3.2. Vektörel Grafikler

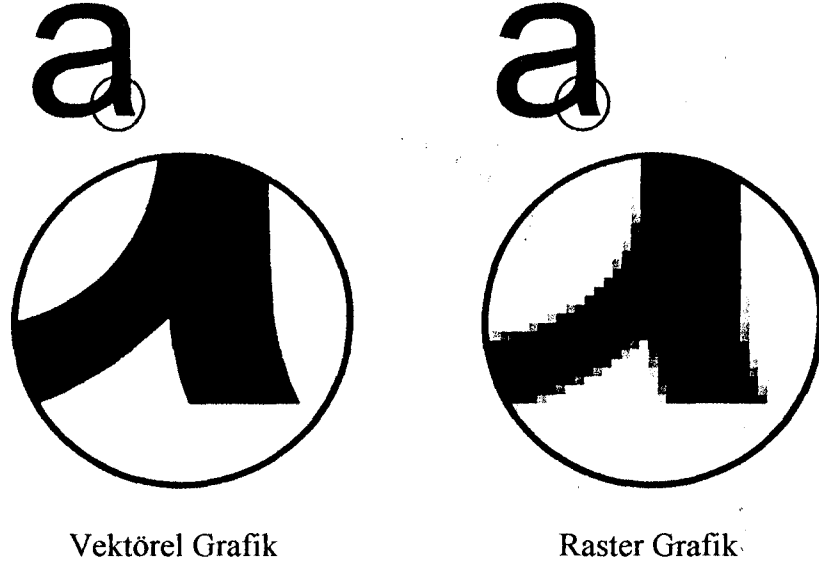
Raster grafiklerin oluşturulması için gereken bilgisayar belleği ve işlem hızı buna ek olarak yapısından kaynaklanan “edit” işlemlerinin zorluğu, vektör grafiklerinin kullanılması ile en aza indirilebilmektedir. Vektör grafiklere ismini veren vektör kavramı fizikte ve matematikte kullanılan temel elemanlardır ve hareketi veya gücü ifade etmek için kullanılır.

Bir vektör dört bileşenden oluşmaktadır; doğrultu, yön, büyüklük, konum. Bu bileşenlerin her birinin sayısal bir karşılığının olması çizgilerin ve eğrilerin bu sistem sayesinde tanımlanabilmesini sağlamıştır. Örneğin bir çember için gerekli bilgi vektörel grafik sisteminde sadece merkez noktası, yarıçap ve yarıçap doğrultusudur.

Halbuki aynı çemberin raster grafiği olarak ifade edilebilmesi için çember üzerindeki her bir noktanın resim matrisi üzerinde kusursuz bir biçimde tanımlanması gerekmektedir. Ayrıca çemberin büyüklüğüne göre tanımlanması gereken piksel miktarı da artacaktır ve bu da daha fazla sayısal bellek kullanımına neden olacaktır.

Vektör grafiklerinin en büyük avantajı Şekil 3’te de görüldüğü gibi, büyültme ve küçültme işlemlerinden görüntü kalitesinin etkilenmemesidir. Raster grafiklerde resim büyültüldükçe piksel sayısı sabit olduğu için grid üzerindeki noktalar göreceli olarak büyüyecek ve büyük kareler olarak görünmeye başlayacaktır.

Fotokopi makinesinde büyütülen veya daha büyük kağıda basılan fotoğraflarda grain oluştuğunu görürüz. Bunun nedeni aynı şekilde fotoğraf ve diğer basılı dokümanın da çözünürlüğünün sabit oluşudur.



Şekil 3. Vektörel ve Raster grafikler

Vektörel grafikler mimari çizimlerde özellikle detay bilgilerinin tek bir veri dosyası içinde saklanabilmesini sağladığı için tercih edilir. Büyük bir kat planına ait bilgiler içeren vektörel grafik dosyası bilgisayar belleğinde sıradan bir fotoğrafın raster grafiğe dönüştürülmüş halinden daha az yer tutmaktadır.

Günümüzde mimari programların tümü vektör grafikleri ile çalışmaktadır. Bu yazılımların geliştirilmesi ile farklı ölçeklerde farklı detayların otomatik olarak ortaya çıkması veya gereksiz detayların otomatik olarak ortadan kaldırılması mümkün olmuştur ve bilgisayarların kapasitelerinden maksimum oranda faydalanabilme sağlanmıştır.

2.3.3.3. Üç Boyutlu Bilgisayar Grafikleri

Raster ve vektörel grafikler bilgisayar ortamında iki boyutlu grafik için sundukları çözümler azımsanamayacak düzeydedir. Ancak, özellikle mimarlık ve endüstriyel tasarım sektöründe, tasarımın üçüncü boyuttaki temsili olan modellerin, bilgisayar ortamında iki boyutlu raster ve vektör grafikleri ile elde edilemeyecek bir efektte sahip olması, bilgisayar teknolojisini üç boyutlu grafik alanına yönlendirmiştir.

Otoriteler üç boyutlu bilgisayar grafiklerinin kaşifi olarak Ivan Sutherland'i göstermektedirler. Sutherland'in 1963'te 26 yaşındayken MIT'de doktora tezi olarak sunduğu *Sketchpad* isimli sistem (Şekil 4), bilgisayar tarihinde vektör grafiklerinin doğrudan bilgisayar monitörü üzerinde çizilmesini sağlayan ilk sistemdir.

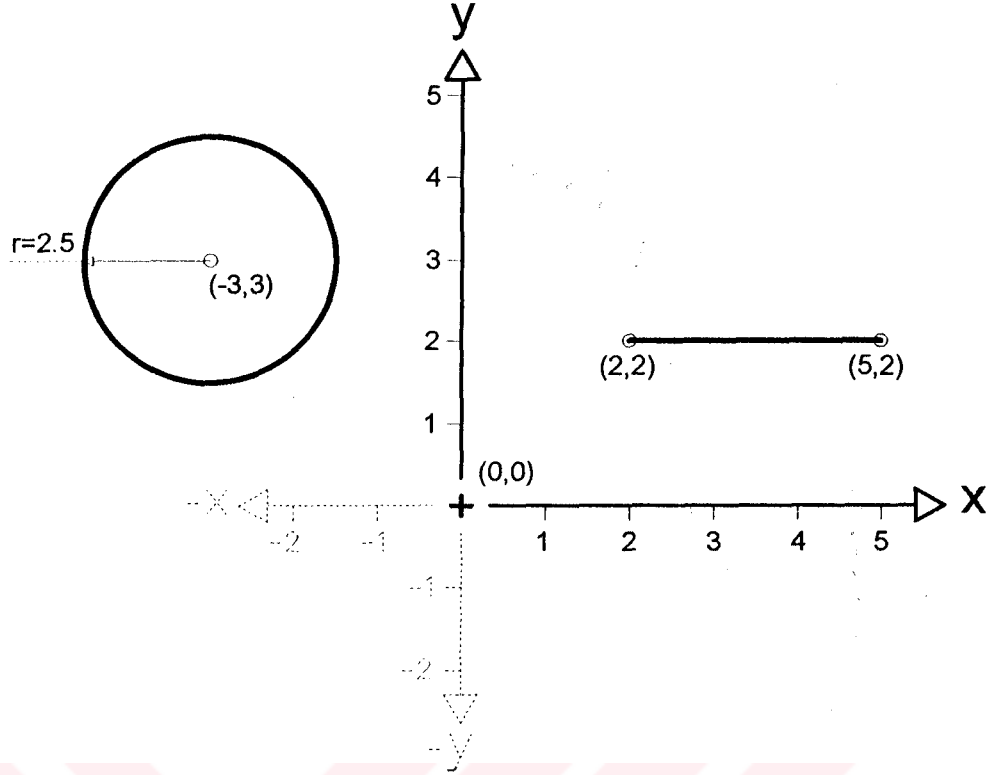


Şekil 4. Sketchpad ve Ivan Sutherland

Sketchpad, o günkü haliyle günümüzde kullanılan CAD yazılımlarının özelliklerinin çoğunu taşır niteliktedir. (URL-8,9,10, 2002)

Üç boyutlu bilgisayar grafikleri de aslında vektörel grafikleridir. Üç boyutlu grafiklerde de vektör grafiklerinde olduğu gibi, nesnelere, geometrik özellikleri ile tanımlanır. Yani bir çember çizmek için çember üzerindeki tüm noktaları tanımlamak yerine, çemberin merkez noktasını ve yarıçapını belirlemek yeterlidir.

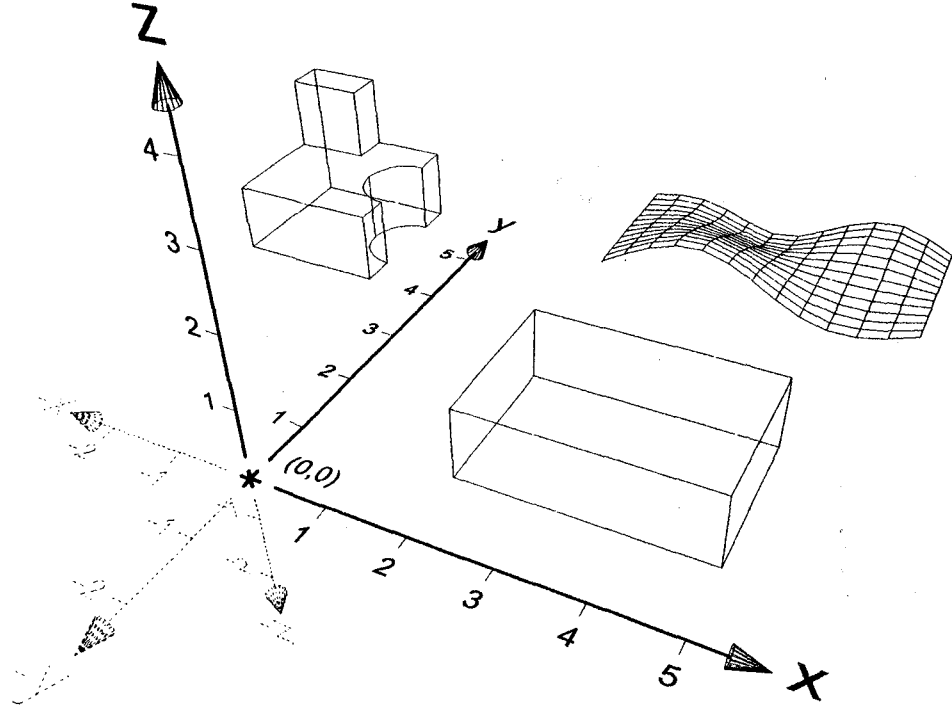
İki boyutlu vektör grafiklerinde çizim x ve y eksenlerinden oluşan bir düzlemde yapılır. Bir çizgi çizmek için başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarının belirtilmesi gerekmektedir. Örneğin üç birim uzunluğundaki bir çizgi parçası için Şekil 5'deki gibi koordinatlar gerekmektedir.



Şekil 5. Bir çember ve çizginin analitik düzlemdeki ifadesi

İki koordinat ile bir çizginin mantıksal olarak sonsuz büyüklükteki koordinat düzlemi üzerindeki konumu, doğrultusu ve büyüklüğü ile ilgili tüm bilgiler sayısallaştırılmış olur. Bir çember çizmek için ise sadece merkez noktasının koordinatı ve yarıçap uzunluğu yeterli olacaktır. Şekil 5'teki (-3,3) koordinatı ve 2.5 sayısal değeri bu çemberin sayısal ifadesidir. Bilgisayar belleğinde saklanacak olan sadece bu sayılardır. Yazılım, bu sayılar ile grafik oluşturur.

Üç boyutlu grafikler, yapılarında yukarıdaki x ve y koordinat eksenlerine ek olarak z ekseni içermektedir. Kullanılan koordinatlar da ikili değil üçlü koordinatlardır. Şekil 6'daki prizmanın orijine en yakın noktasının koordinatları (2,1,0) dir.



Şekil 6. Üç boyutlu koordinat sistemi

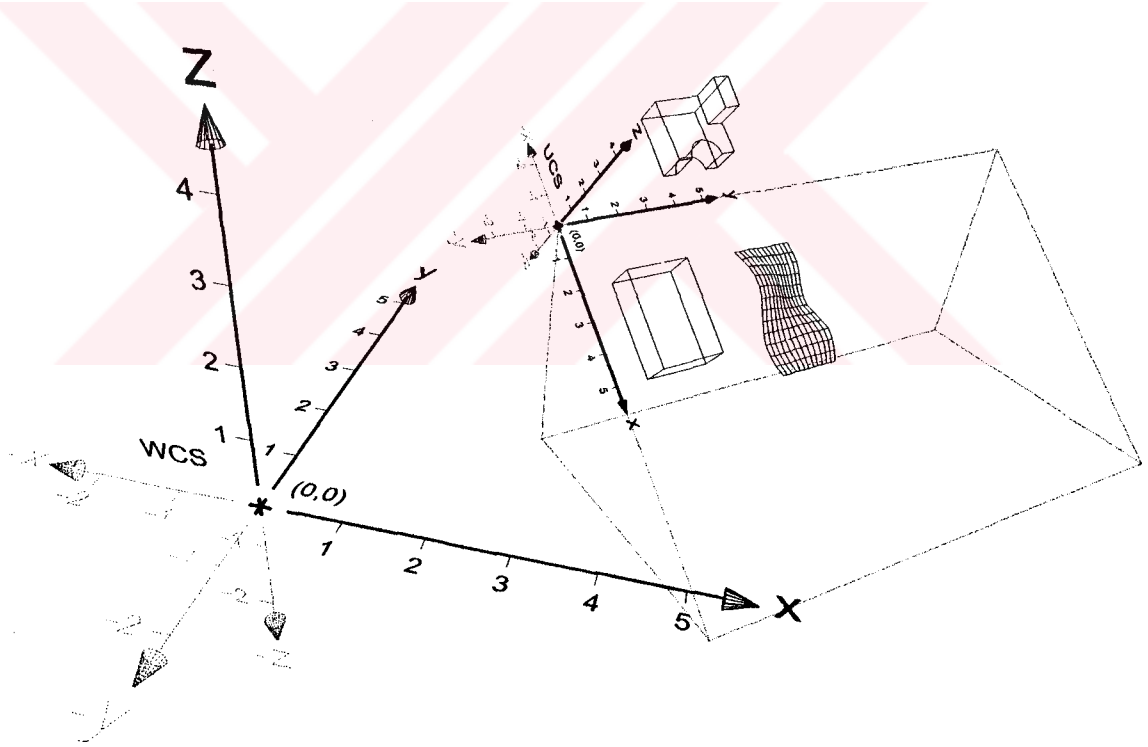
Tezin, “Mekan ve Zaman” bölümünde, Hillier’in, Descartes kaynaklı ve *Galilean* veya *Kartezyen* olarak adlandırılan mekan anlayışında objelerin en, boy ve yükseklik değerlerinin ölçüm aygıtları ile nicelleştirilebilen şüphe götürmez özellikleri olduğu ve bu özelliklerin objelerin *uzantıları* olarak kabul edildiği yönündeki açıklamasına yer vermiştik (Hillier,1996). Bu bilgiler ışığında tekrar edecek olursak; üç boyutlu koordinat sistemi ve üç boyutlu bilgisayar grafikleri, mekanın ve nesnelerin kartezyen mekan anlayışına göre oluşturulmuş matematiksel ifadeleridir.

Üç boyutlu koordinat sistemi içinde özellikle bilgisayar sistemleri ile oluşturulan grafiklerin sahip olduğu derinlik efekti, bu sistemin üç boyutlu sanal mekan olarak adlandırılmasına neden olmuştur. Mekan kuramcılarının ifadelerinde yer alan mutlak mekan ve göreceli mekan kavramlarının da bu sistem içinde karşılığının olması, üç boyutlu sanal mekana, gerçek mekanı tutarlı bir biçimde temsil edebilme yetisi vermektedir.

Mutlak mekan, bilgisayar yazılımlarında bütün obje ve sistemlerin konumlarını belirlemek için referans olarak kullanılan ve orijini sürekli sabit olan koordinat sistemidir. Örneğin; AutoCAD® yazılımında bu sistem *World Coordinate System* (Dünya koordinat sistemi) anlamına gelen *WCS* adıyla yer almaktadır. Kullanıcı hiçbir şekilde bu sistemin orijinini veya yönünü değiştirememektedir. Henüz hiçbir şeyin oluşturulmadığı bir çizim

ortamında kullanıcı, oluşturduğu grafiklerin ortamın neresinde olduğunu bu koordinat sistemi ile algılamaktadır. Bu koordinat sisteminin tüm eksenlerinin uçları sonsuza gitmektedir. Kullanıcı bu eksenler boyunca istediği kadar hareket edebilmektedirler. Bu durumda, içeren hiyerarşisinin en üstünde yer alan mutlak mekanın sayısal ortamdaki karşılığının bir orijine sahip olduğu ve bu karşılığa mutlak mekanın kuramsal kararsızlığının yansımadağı söylenebilir.

Göreceli mekan kavramı ise, yine AutoCAD® yazılımı ile örneklendirilecek olursa, sanal mekanda *User Coordinate System* (Kullanıcı koordinat sistemi) anlamına gelen *UCS* adıyla yer almaktadır. UCS, kullanıcının *WCS*'ye göre tanımladığı, orijini farklı bir konumda bulunan ve kendi üç boyut eksenlerine ve birimlerine sahip koordinat sistemidir. Bu şekilde kullanıcı *WCS* içindeki sonsuz sayıdaki düzlemden birini plan düzlemi 11 olarak seçebilmektedir. Bu durum Şekil 7'de görülmektedir. *WCS* içinde yeni bir kullanıcı koordinat sistemi oluşturulmasının nedeni göreceli mekan kavramının altında yatan nedenlerle aynıdır; oryantasyon.



Şekil 7. Dünya ve kullanıcı koordinat sistemleri

Oryantasyon, belirli bir hiyerarşik düzen içinde daha rahat sağlanmaktadır. Bu konu mekan ve zaman bölümünde de işlenmiştir. Bir kişinin dünya üzerindeki konumunu tanımlaması genelden özele doğru gelişir. Ev, şehir ve ülke gibi. Sanal mekanda da bu durumun değişmediği görülür. Kullanıcı koordinat sisteminin nedeni budur. Her şeyi tek bir referans kaynağına göre tanımlamak çok zor olduğu için ortak özelliklere sahip olanların, paylaştıkları ortak özelliğe göre gruplandırılması gerekir. Sanal mekanda objeler koordinatlarla tanımlandığından, aksları ortak olan koordinatlarla tanımlanan objeler için tasarlanan yeni koordinat sistemi, göreceli mekan kavramı ile aynı anlamı taşımaktadır. Bütün bunlar mutlak mekan ve sanal mekan kavramlarının sanal mekan içinde birer karşılığının olduğunu göstermektedir. Ancak bu karşılığın mutlak ve göreceli mekanın tüm karakteristiklerini taşıdığını söylemek için henüz çok erkendir. Çünkü, mekanın, içerdiklerinin kaynağı olduğunu düşünürsek, sanal mekanın tutarlılığı hakkında bir tespitte bulunabilmek için, sanal mekanın bir kaynak olarak potansiyelinin ne olduğunun incelenmesi gerektiği ortaya çıkacaktır.

2.3.4. Üç Boyutlu Sanal Mekanda Elde Edilebilen Efektler

Önceki bölümlerde mekanın materyal ortamı olarak içeriğinden efektler olarak söz etmiştik. Bu anlamıyla efektler, gerçekliklerin duyularımızla hissettiğimiz karakteristikleridir. Bir şeyin ne kadar var olduğunu, mekan içinde sahip olduğu görsel, işitsel veya dokunsal efektleri belirlemektedir. Lefebvre'in (2000) önceki bölümlerde de yer verilen ifadesindeki, cismin bir gerçekliğin materyal ortamındaki efekti olma durumu, bize sanal mekanı incelerken izlememiz gereken yolu göstermektedir. Bir cismin görünüşü, ışıkla olan etkileşimi aslında o cismin materyal ortamındaki yani mekandaki görsel efektidir. Cismin yüzeyinin yumuşaklığı veya sertliği dokunsal, çıkardığı ses ise işitsel bir efektir. Bu efektlerin niteliklerini mekanın sahip olduğu fizik kanunları belirler. Bir cismin ağırlığı, ısıya karşı direnci, ışıkla etkileşimi ve hatta ışığın kendi yayılma biçimi mekanın yapısındaki fizik kanunları tarafından önceden tanımlanmış ve gerekli bileşenler sağlandığında ortaya çıkmış olan sonuçlardır.

Önceki bölümde mekanın simülasyonu olan sanal mekanın, mekana ait tüm bileşenleri içermesinin günümüz teknolojisinde imkansız olduğunu belirtmiştik. Mekanın potansiyelinin yani yapısındaki fizik kanunlarının tümünün sayısallaştırılmış temsillerinin tek bir platformda kusursuz bir biçimde simüle edilmesi henüz elde edilemeyecek bir

sonuçtur. Buna bağlı olarak, bilgisayar teknolojisi, model ve simülasyon kavramlarının tanımlarından yola çıkarak mekanı, gerektiği kadar simüle etme yoluna gitmiştir. Mekanın sadece konunun gerektirdiği bileşenleri seçilmiş ve konu ile doğrudan ilişkisi olmayan bileşenleri içeriğe dahil edilmemiş ya da ancak belirli bir aralıkta dahil edilmiştir. Örneğin mimari tasarıma yönelik yazılımlarda üç boyutlu sanal mekânın, mimari tasarıma dahil olan bütün fiziksel öğeleri içerebilmesi hedeflenmiştir. Günümüzde bu tür yazılımlar, üç boyutlu mimari elemanlar ki, burada kastedilen yapı ve tefrişat elemanlarıdır (duvar, kolon, giriş, pencere, masa veya sandalye gibi), aydınlatma efekti, farklı türde aydınlatma elemanları, doğal objeler (ağaç veya su gibi), malzeme dokuları gibi efektler içerebilecek yapıda üç boyutlu sanal mekân önermektedirler. Otomobil tasarımına yönelik yazılımlarda önerilen üç boyutlu sanal mekân ise otomobil çarpışma testlerinin yapılabilmesini sağlamak amacıyla Şekil 8’de de görüldüğü gibi gerçek dünyaya ait yerçekimi, materyal yoğunluğu, ağırlığı, direnci gibi bilgileri içerebilecek yapıdadır. Mimari tasarıma yönelik yazılımlardaki pek çok öğe bu tür yazılımlarda mekân içeriğine dahil edilmemiştir.



Şekil 8. Ala Tabiei 'nin Finite Element Vehicle/Dummy Interaction (Sonlu eleman aracı ve manken etkileşimi) isimli bildirisindeki pick-up, bariyer ve manken sisteminden oluşan simülasyon çalışması (URL-11, 2003)

İhtisas dallarının her biri için, ihtiyaç duyulan düzeyde oluşturulmuş sayısal ortamlar, yani sanal mekânın tüm versiyonları bir kerede eksiksiz bir biçimde incelenemeyeceğinden bu bölümde sadece mimari tasarıma yönelik hazırlanan sanal mekân üzerinde durulacaktır. Ancak, unutulmamalıdır ki, mekânın sadece belirli bileşenlerinin değil, sahip olduğu soyut ve somut tüm içeriğin, tüm potansiyelinin mimari tasarımda bir karşılığı vardır. Üç boyutlu geometri, doku ve aydınlatma gibi sadece görsel olan efektlerin sanal mekân içindeki karşılıklarının, sanal mekânın mimarlık için anlamını sorgulamada yeterli olacağını söylemek çok yanlış olacaktır. Bertol'ün ; *“Yapıların formal karakteristiklerini fizik*

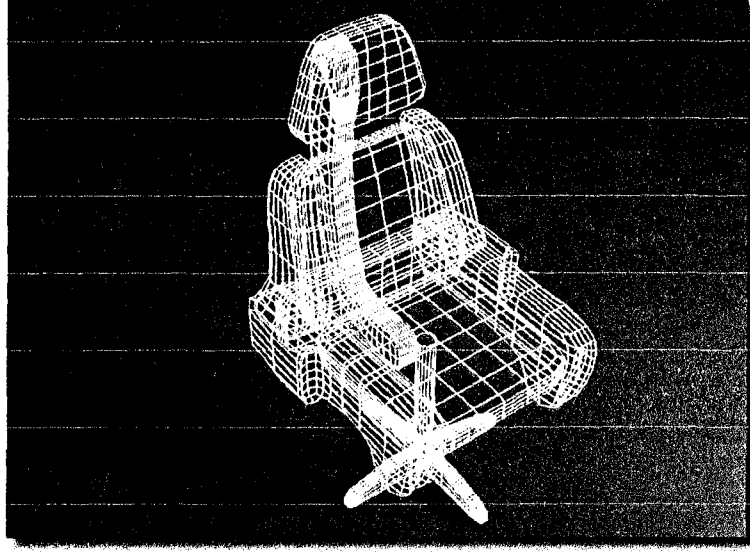
kanunları belirler, yerçekimi kubbelerin, kolonların ve kemerlerin formlarını materyaller/malzemeler kadar etkiler.” ifadesi de bu yanlışı en önemli nedenlerinden birini açıklar niteliktedir (Bertol, 1997). Bu yüzden, mimari tasarım için sanal mekan, gerçek mekanın potansiyelinin tümüne sahip olmalıdır. Ancak, önceki bölümlerde de değinildiği gibi, mekana ait tüm özellikleri algılamamızın mümkün olmadığını ve mümkün olsa bile günümüzde bilgisayar teknolojisinin bulunduğu noktanın böyle bir bilgiyi işleyemeyeceğini göz önünde bulundurursak, mekanın eksiksiz bir temsilini oluşturamayacağımızı anlarız. Böylece, yapabileceğimiz tek şeyin, mimari tasarım için önerilen sanal mekanın, *bugün* sahip olduğu potansiyeli incelemek olduğu görülür.

Sanal mekanın potansiyelini ne sadece donanım, ne de sadece yazılım belirler. Belirleyici olan, donanım ve yazılımlardan oluşan sistemlerdir. Bu sistemlerin tümü, üç boyutlu sanal mekan oluşturmak için “Üç boyutlu bilgisayar grafikleri” bölümünde de değinildiği gibi aynı yöntemi kullanmaktadır. Bu yüzden, bu bölümde incelenecek olan efektler, güncel bilgisayar sistemlerinin tümünde geçerli olanlardır. Ancak belirleyici olması için uzunca bir süredir incelediğim ve Dönmez’in araştırmasında da ülkemizdeki mimarlık bürolarında en çok kullanılan olarak belirlediği AutoCAD® ve 3ds MAX® yazılımlarında geçen terminoloji tercih edilmiştir (Dönmez, 1997). Unutulmamalıdır ki, söz konusu pek çok terimin temsil ettiği içerik, diğer yazılımlarda nadiren farklı isimlerle yer almaktadır. Bu tür bir durum söz konusu olduğunda ilgili açıklamada ayrıca vurgulanacaktır. Bu şekilde amaçlanan, belirli bir yazılım veya donanıma değil, söz konusu ortak dil ve sisteme yönelik bilgi vermektir.

2.3.4.1. Üç Boyutlu Geometrilere

Üç boyutlu geometrilere, gerçek dünya nesnelere sanal mekandaki temsilidir. Nesnelere küresel özelliklerinin, sayısallaştırılarak üç boyutlu koordinat sisteminde tanımlanmasından ibarettir. Tanımlama işlemi Leonardo da Vinci’nin resmi tanımlarken kullandığı hiyerarşi ile aynı yapıdadır. Nokta, çizgi, yüzey ve kütle, bu hiyerarşinin yapısını olduğu gibi, oluşturulurken izlenmesi gereken yolu da anlatmaktadır (Çırakoğlu, 1999). Sanal mekanda tanımlama işlemi noktadan başlar. Çizgi için en az iki noktaya, yüzey için üç, kütle için ise en az dört noktaya ihtiyaç vardır. Önceki bölümde de anlatıldığı ve Şekil 9’da da görüldüğü gibi sanal mekan bir nesnenin vektörel grafiğe dönüştürülmüş özelliğini temsil edebilmektedir. Nokta ve çizgi bu temsilin

tanımlanabilmesi için gerekli olan mantıksal sanal mekan nesnelidir. Gerçek hayatta nokta veya çizgi yoktur.



Şekil 9. Sanal mekanda üç boyutlu grafik bilgisi oluşturulmuş bir koltuk

2.3.4.2. Yüzey

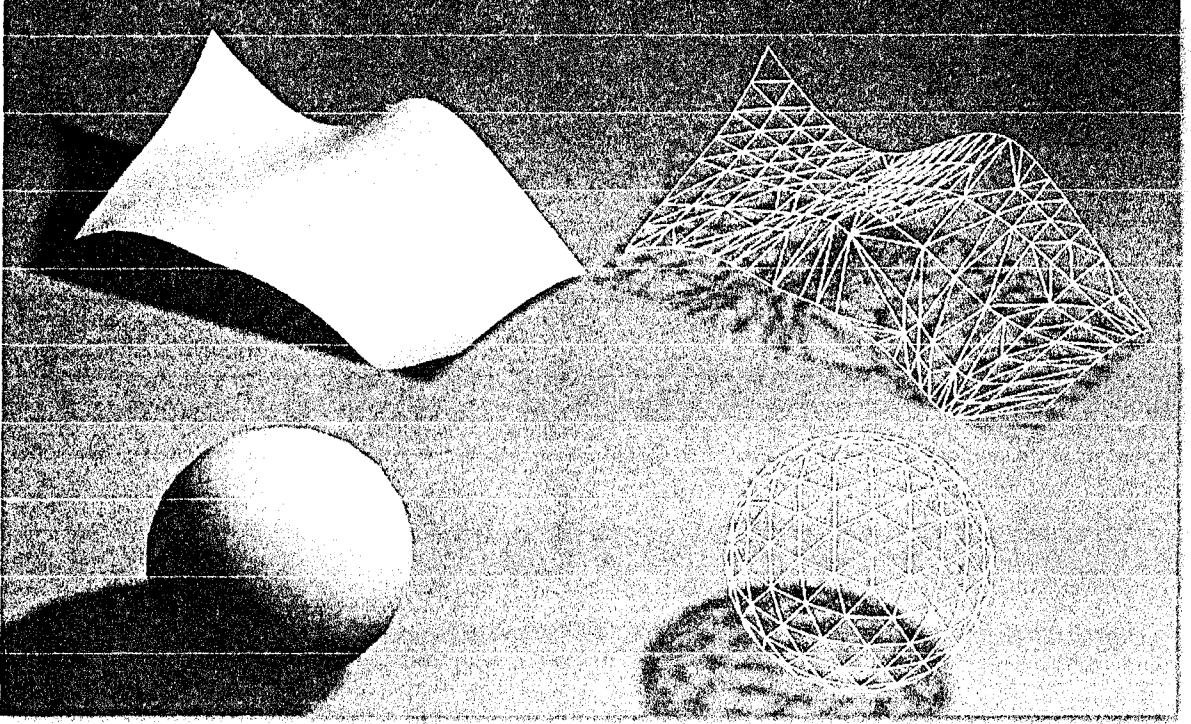
Yüzeyin ya da sanal mekandaki ismiyle *face*'in gerçek dünyadaki anlamı görsel engeldir. Görme, yüzeye kadar devam eder ya da devamı yüzeyin etkisi altındadır. Şöyle ki, yüzeyler, opak, yarı saydam veya saydam olabilirler. Opak yüzeyler görmeyi sonlandırır. Arkasındakiler için tam bir görsel engel oluşturur. Yarı saydam yüzeyler, arkalarındaki nesnelere görsel özelliklerinin bir kısmına erişim imkanı verir. Saydam yüzeyler ise ideal anlamda olmasa da görsel açıdan bir engel oluşturmazlar. Şekil 10'da yüzeylerin sanal mekanda görsel engel olarak sahip olabilecekleri opaklık ve saydamlık özellikleri görülmektedir. Unutulmamalıdır ki ideal anlamda saydamlık sadece boşluk ile elde edilebilen bir efekttir.



Şekil 10. Yüzeylerin sanal mekanda görsel engel olarak sahip olabilecekleri opaklık ve saydamlık özellikleri

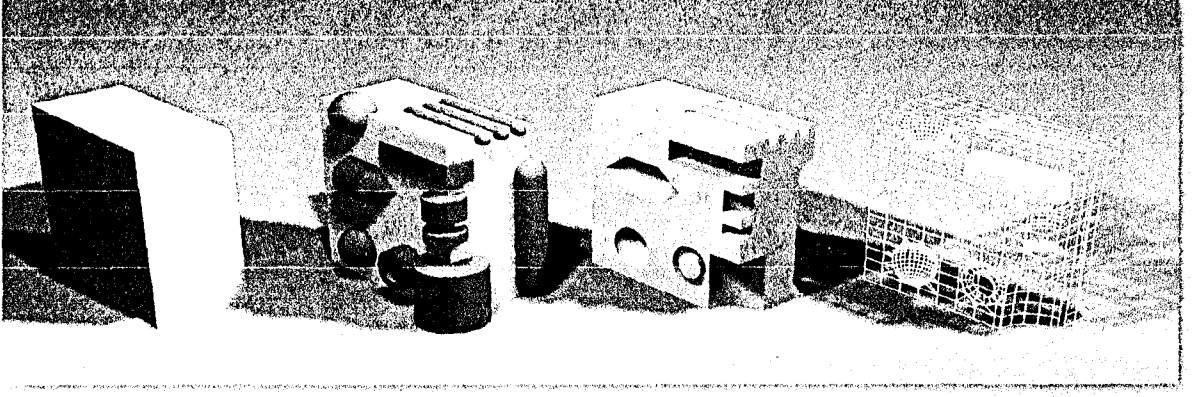
2.3.4.3. Hacim ve Kütle

Yüzeyler sanal mekanda görsel engel oluştururlar ve bu ortamda kalınlıkları yoktur. Yalnızca yüzey olarak tanımlanmışlardır. Hatta iki yüzlü olup olmayacakları bile belirlenebilmektedir. Bu özellikleri ile gerçek dünyadaki cam, kağıt, kumaş gibi, kalınlıkları ihmal edilebilen objelerin sanal ortamdaki temsili için kullanılırlar. Ancak kalınlığı yani üçüncü boyutu ile var olan objeleri, ki bunlar günlük hayatta karşılaştığımız tüm nesnelere (taş, kalem, masa, araba, bina gibi), sanal mekanda temsil etmek için yine yüzeylerden oluşan üç boyutlu geometrilere dayanılır. Bir dikdörtgen prizma birbirine kenetlenmiş 6 yüzeyden oluşur. Bu durumun görsel açıdan hiçbir sakıncası yoktur çünkü arka taraflarını göstermeyen yüzeyler, oluşturdukları sanal objeler, izleyici tarafından algılanan görüntüleri ile sanal mekanda bir hacmi kapladıkları efektini verirler. Sanal mekanda tüm karmaşık objeler yüzeylerle tanımlanırlar. Hatta organik veya küresel formlar bile, Şekil 11’de görüldüğü gibi üç noktadan oluşan ve üçgen formdaki asal yüzeylere bölünerek tanımlanırlar. Yazılımlarda üç boyutlu yüzeylerin birleşimi ile oluşturulan kompleks geometrilere ağ anlamına gelen *mesh* adı verilir. Sanal mekanda objeler *mesh*’lerden oluşur ve bir *mesh*’in bilgisayar belleğinde kaplayacağı yeri *mesh*’i tanımlamak için kullanılan yüzeylerin sayısı belirler. Sanal mekanda gerçek anlamda yer kaplayan objenin hacmi değil objeyi tanımlamak için kullanılan bilgidir.



Şekil 11. Asal ve organik geometrilerin sanal mekanda üçgen yüzeylerle tanımlanması

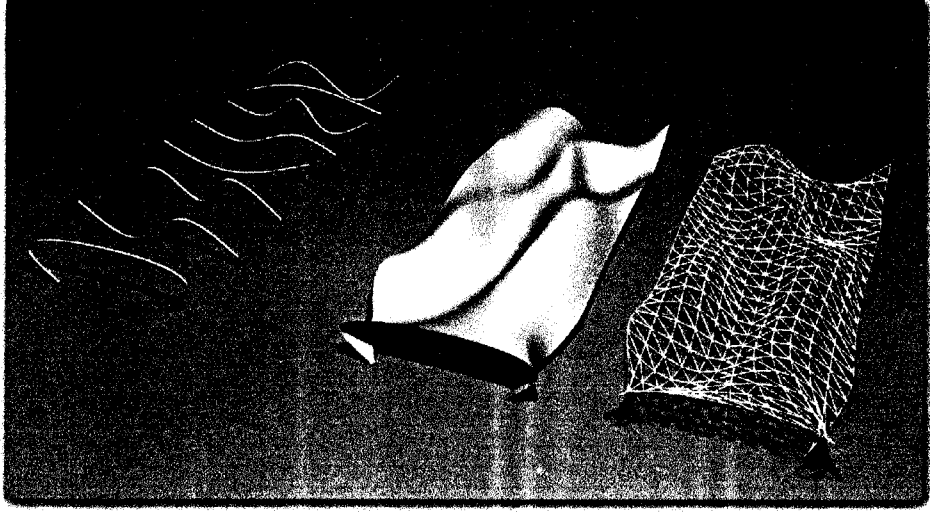
Üç boyutlu geometriler sanal mekanda yer kapladıkları efekline sahiptir. Ancak, söz konusu geometrilerin sadece efekt kaygısı nedeniyle yüzeylerden meydana gelmeleri, hacim ve katı kütle kavramlarının sanal mekanda bir tutulduğu anlamına gelmez. Çünkü sanal mekanda iki boyutlu yüzeylerle oluşturulan hacimlerin içi boş veya dolu olarak tanımlanabilir. İçi boş olan objeler AutoCAD® yazılımında *surface models* adını alırken içi dolu olanlar *solid models* adını alır. Bu şekilde sanal mekanda, içi boş bir kutu veya akvaryum ile birlikte, aynı forma sahip bir alçı bloğunun da temsil edilmesi sağlanmıştır. Hatta gerçek dünyada olduğu gibi içi dolu objelerin içinden, Şekil 12’de olduğu gibi tanımlanan başka bir kütle çıkarılabilmesi ve bu şekilde yeni objelerin oluşturulabilmesi sağlanmıştır.



Şekil 12. Sanal mekanda, içi dolu asal geometriden, çıkarma yöntemiyle karmaşık bir geometri elde etme işlemi

Kullanıcıya bir tür heykeltıraşlık yapma olanağı sunulmuştur. Sanal mekanda üç boyutlu geometriler oluşturmak için yazılımlar tarafından harikulade araçlar geliştirilmiştir. Söz konusu araçların sunduğu yöntemlerin tümünde karmaşık geometrik objeleri asal geometrik objelerden oluşturma eğilimi vardır. Şekil 13'te basit çizgilerden karmaşık bir formun nasıl oluşturulabileceği görülmektedir. Bu sayede kullanıcılar karmaşık geometrik formları kolayca oluşturabilmektedirler.

Yazılımların sunduğu üç boyutlu obje oluşturma araçlarına ek olarak Şekil 14'te görülen üç boyutlu tarayıcılar kullanıcıların, mevcut objelerin sanal mekana aktarılabilmesi için gerekli sayısal bilgiyi yazılımlarla kıyaslanamayacak kadar kısa bir sürede oluşturmalarını sağlamaktadır. Yine Şekil 14'te görülen üç boyutlu *printer*'lar sayesinde de, oluşturulan üç boyutlu geometriler istendiğinde gerçek dünyaya taşınabilmektedirler.

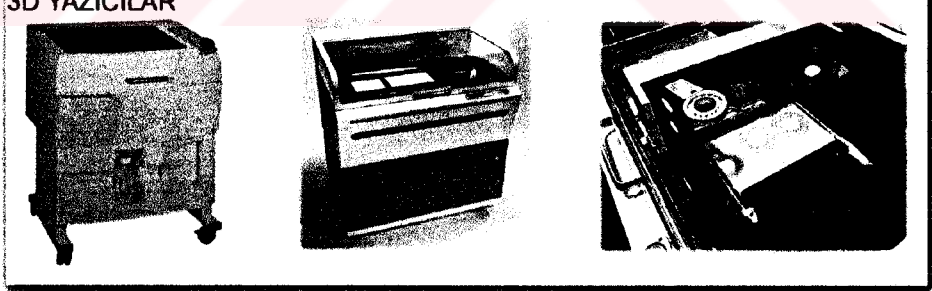


Şekil 13. Sanal mekanda basit çizgilerden karmaşık formdaki geometrilerin oluşturulması

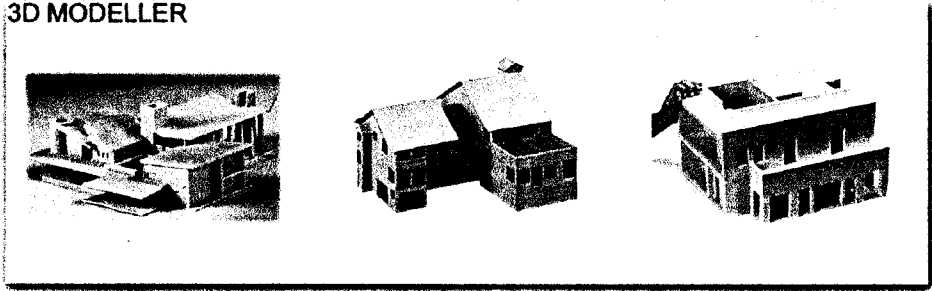
3D TARAYICILAR



3D YAZICILAR



3D MODELLER



Şekil 14. Üç boyutlu tarayıcı,yazıcı ve bu yazıcılarla oluşturulan mimari modeller

2.3.4.4. Doku, Işık ve Gölge

Sanal mekanda yüzeylerin görsel engeller oluşturabilmeleri, gerçek dünyadaki yüzey özelliklerinin temsilinde kullanılmaları için yeterli oldukları anlamına gelmez. Örneğin, gerçek dünyada yüzeyin görsel kimliğini, ışık ile etkileşimi belirler. Renk, doku, parlaklık, matlık, yansıtıcılık gibi efektler yüzeylerin ışık ile etkileşimi sonucunda ortaya çıkar. Günümüzde sanal mekanda bu efektlerin tümü elde edilebilmektedir. Ancak bu efektleri elde ederken kullanılan araç ve parametreler gerçek dünyadakilerden farklı olmakla birlikte gerçek dünyaya ait fizik formüllerinden elde edilen veriler ışığında hazırlanmışlardır.

Yukarıda anlatılanları destekler biçimde, renk ve ışık kavramları ile ilgili olarak Ural (1995), tezinde şu açıklamalara yer vermiştir;

“Görme işlemi için gerekli uyarıcı olan ışık, üzerine düştüğü nesnelerin karakterlerini renk ve parlaklık derecelenmeleri biçiminde retinaya ileterek nesnelerin görülmesini sağlar. Bir başka deyişle, görsel düzeyde, şeklin zeminden ayırt edilebilmesi için birbirinden farklı nitelik ve nicelikte renk ve parlaklık özellikleri içermesi gerekir. Bu nedenlerdir ki, Rudolf Arnheim bütün görsel oluşumların, varolmalarını parlaklık ve renge borçlu olduklarını söylemektedir. (15, s.332-333) ...

Genel koşullarda renk, ışık olmadan var olamaz... Renk tam anlamıyla nesnenin kendi doğasında varolan bir nitelik olmayıp nesneyi aydınlatan ışığa bağlı olarak görülür....

Nesnenin renk özelliği, nesnenin yutacağı ve yansıtarak ya da süzerek ileteceği ışık parçasını belirleyen fiziksel ve kimyasal kompozisyonu olarak açıklanmaktadır, (25). Bu kompozisyon kimi koşullarda eklemeli, kimi koşullarda çıkarmalı bir sentez yaparak nesnenin rengini belirler.. gerçekte öznel bir duyum olan renk, bu nedenle fiziksel bir özellik olarak kabul edilmektedir.”

Bu açıklama ile de anlaşılmaktadır ki ışık ve renk, sanal mekanın, mekanı başarılı bir biçimde temsil edebilmesi için içermesi gereken en önemli gerçek dünya efektlerindedir. Çünkü sanal mekan, gerçek mekan gibi, onu tecrübe eden bilinçleri en çok görsel bileşenlerle uyarır. Böylece, sanal mekan gerçeğe ne kadar yakın bir biçimde görünürse ikna etme gücü o kadar artar diyebiliriz. Işık ve renk konusu üzerinde durmamızın temel nedeni de budur.

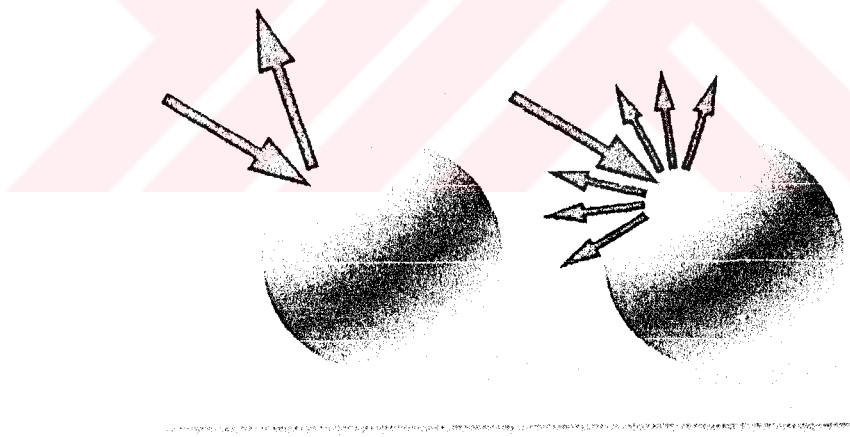
Sanal mekan kullanıcılara üç farklı ışık kaynağı önerir; doğrusal, noktasal ve spot. Bu ışık kaynakları ile elde edilebilen efektler şekil 15’de görülmektedir.



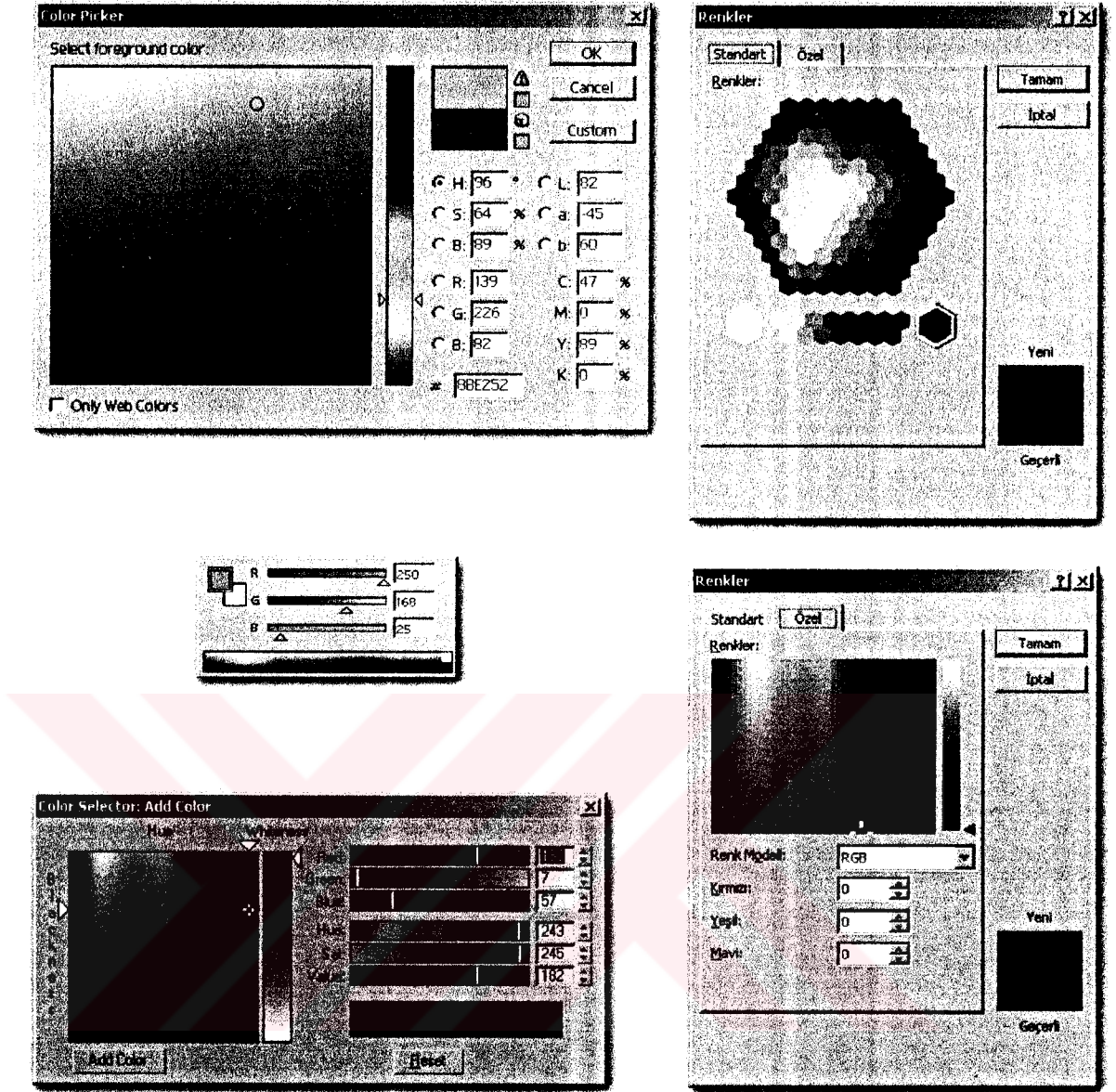
Şekil 15. Doğrusal, noktasal ve spot ışık ile elde edilen aydınlatma efektleri

Beyaz ışığın bir yüzey üzerinden yansıyan bileşenleri yüzeyin rengini belirler. Ancak yüzeyin gelen ışığı yansıtma biçimi yüzeye mat veya parlak, pürüzlü ya da pürüzsüz efekti verir. Mat ve parlak yüzeylerin ışığı yansıtma biçimi Şekil 16'da gösterilmiştir.

Sanal mekanda yüzeylerin renk ve parlaklık efektini düzenlemek için tüm yazılımlarda diğer efektlerde de olduğu gibi aynı parametreler kullanılır.



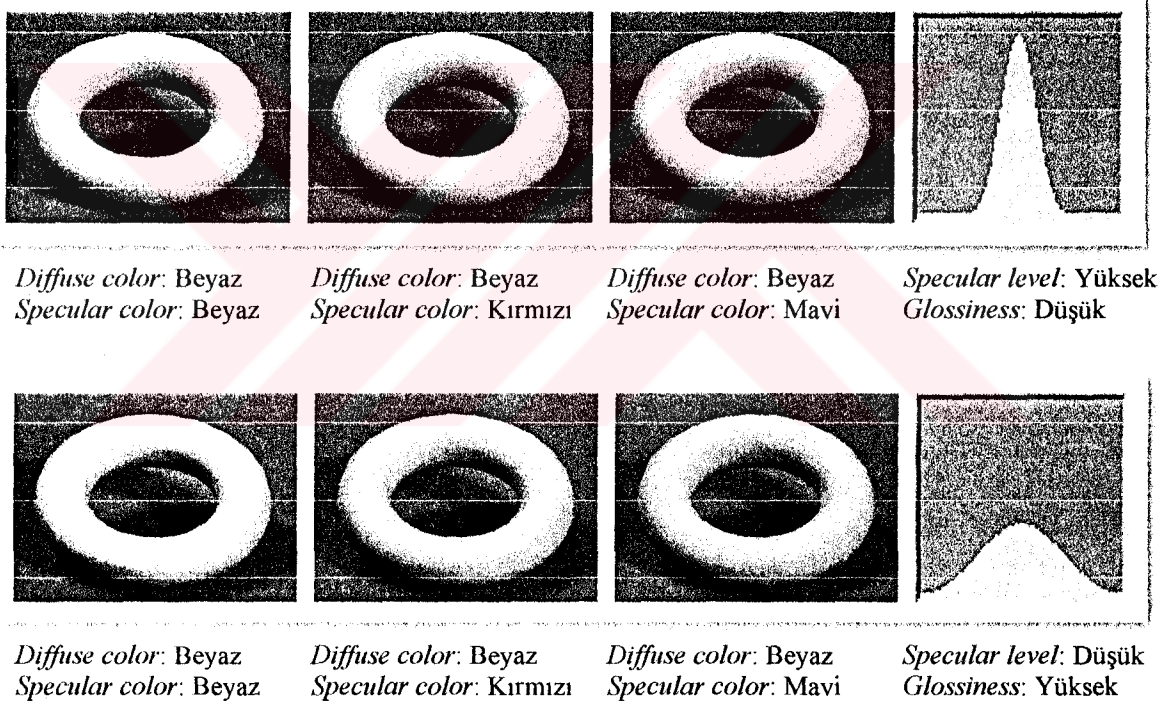
Şekil 16. Mat ve parlak yüzeylerin ışığı yansıtma biçimi



Şekil 17. Bilgisayar yazılımlarında sıkça rastlanan renk paleti modelleri

Renk seçimi için kullanılan paletler yazılıma veya yazılımın kullandığı renk kodlamasına göre değişmektedir. Ancak en çok rastlanan palet modelleri Şekil 17’de gösterilmiştir. Kullanılan paletlerde rengin Munsell renk sistemindeki ¹² hue (tayf rengi), brightness (parlaklık) ve saturation (yeğlilik) bileşenleri ile tanımlanabilmesi sağlanmıştır.

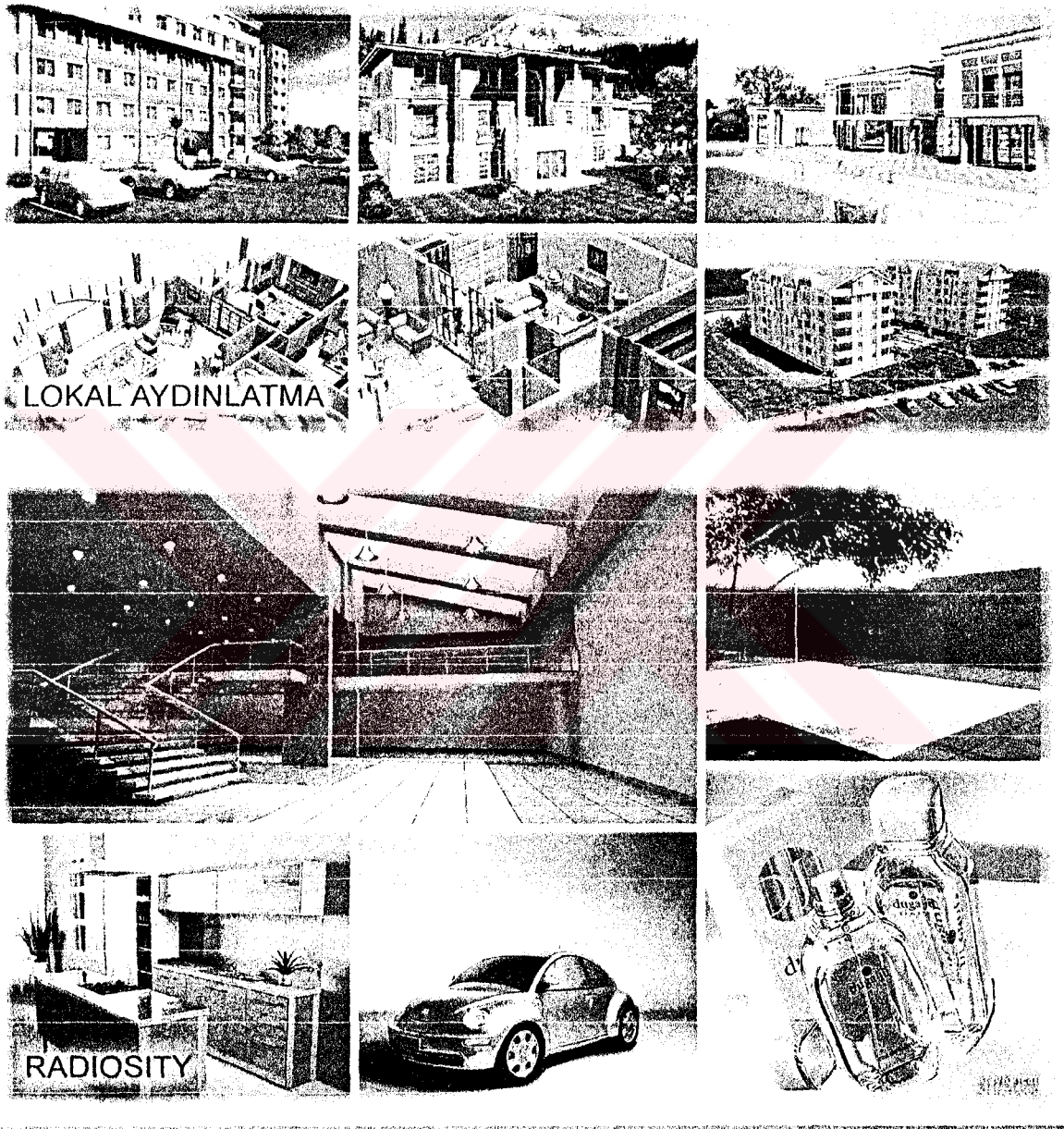
Bir yüzeyin renginin ortaya çıkması ve görünmesi, aydınlatmayı gerçekleştiren ışık kaynağının etkisi altındaki üç bileşen ile gerçekleştiği için, yazılımlar, kullanıcıya bu bileşenleri belirleme imkanı vermiştir. Söz konusu üç bileşen yazılımlarda *ambient color*, *diffuse color* ve *specular color* parametreleri ile temsil edilmiştir. *Ambient color*, bir yüzeyin gölgede kalan bölümünün rengini belirlediği parametredir. Bu renk ortamda elde edilebilen en koyu renktir dolayısıyla kullanıcı tarafından tanımlanan değil ortamda mevcut olan ışığın bir obje üzerinde oluşturduğu efekttir. *Diffuse color*, bir yüzeyin ışık alan bölümünün renginin yani yüzeyin kendi renginin belirlendiği parametredir. *Specular color* ise bir yüzeyin aydınlanırken üzerinde oluşan ışıltıların veya parlaklığın renginin belirlendiği parametredir. Her üç parametrenin de farklı değerlerinin yüzey üzerindeki etkisi Şekil 18’de görülmektedir.



Şekil 18. Sanal mekanda yüzeylerin ışığı yansıtma biçimini düzenlerken kullanılan parametreler ile elde edilen farklı görsel efektler

Şekil 18’de görülen yüzeylerin parlaklık veya matlık değerlerini belirlemek için ise yazılımlarda *specular level* ve *glossiness* parametreleri kullanılmaktadır. Yüzey üzerindeki parlaklık efektini, bu parametrelerin ikisi birlikte belirlediği için kullanımını kolaylaştırmak amacıyla iki parametreden oluşan efekt sistemi bir grafik ile ifade

edilmiştir. Specular level parametresi grafiğin boyunu, glossiness parametresi ise genişliğini değiştirmektedir. Parametre değerleri ile oluşturulan yüksek ve dar bir grafik, pürüzsüz ve parlak bir yüzey anlamına gelirken, alçak ve geniş bir grafik, mat ve yumuşak bir yüzey efektine neden olur. Bu durum şekil 18’de de görülmektedir.



Şekil 19. Lokal aydınlatma ve radiosity algoritmaları ile elde edilen aydınlanma efektleri

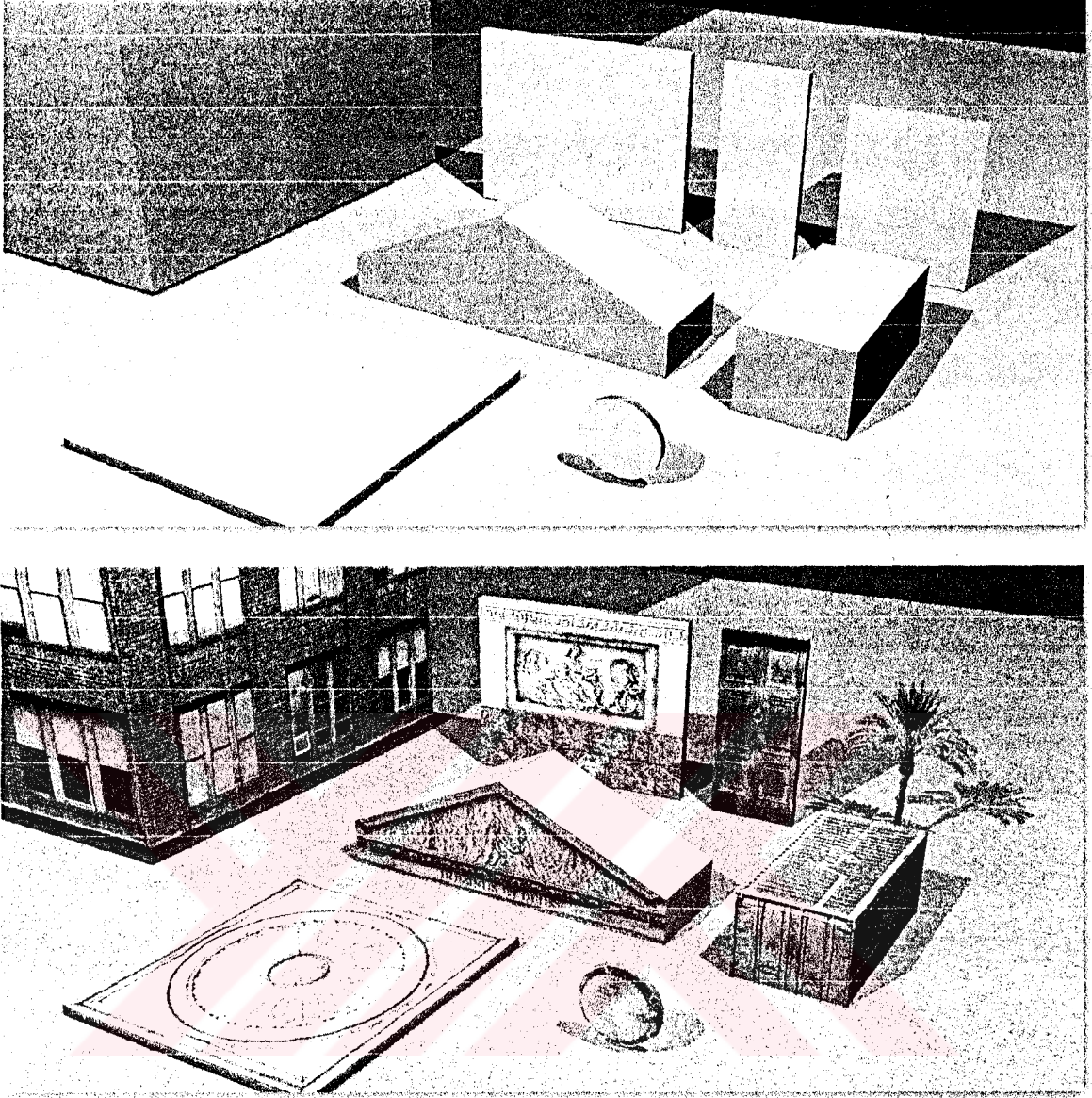
Bir yüzeyin rengi, üzerine düşen beyaz ışık ile etkileşimi sonucunda ortaya çıkan bir efekt olmakla birlikte gerçek dünyada bir nesnenin veya yüzeyin üzerine düşen ışığın

kaynağı tek değildir. Yani, gerçekte bir yüzey sadece bir ışık kaynağı tarafından aydınlanmaz “... nesne, sadece ışık kaynakları tarafından değil çoğu zaman diğer nesnelere yansıyan ışıklarca da aydınlatılmaktadır.” (Ural, 1995). Sanal mekanda bir yüzeyin görüntüsünün bir raster resim olarak oluşturulmasına *rendering* adı verilir. Yazılımlarda *rendering* işlemi sırasında yüzeylerin sadece ışık kaynakları tarafından aydınlatıldığını varsayan ve görüntünün bu şekilde oluşmasını sağlayan aydınlatma algoritmalarına *lokal aydınlatma algoritmaları* adı verilir. *Rendering* işlemi sırasında yüzeylerin sadece ışık kaynakları tarafından değil, üzerine ışık düşen diğer yüzeylerden yansıyan ışık ışınları tarafından da aydınlatıldığını varsayan yani yüzeyler arası etkileşimi dikkate alan aydınlatma algoritmalarına ise *global aydınlatma algoritmaları* adı verilir. Global aydınlatma algoritmaları *Ray-tracing* (ışın izleme) ve *Radiosity* algoritmaları olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Işığın yüzeyler arasındaki gerçek etkileşimini hesaplamak için yani tutarlı bir aydınlatma simülasyonu için *radiosity algoritması*ndan faydalanılmaktadır. *Radiosity* algoritmaları ile ayrıca yüzey ışık ve çizgisel ışık efektleri elde etmek mümkün olmuştur. Şekil 19’da lokal aydınlatma ve *radiosity* algoritmaları ile sanal mekanda elde edilen sonuçlar görülmektedir.

Bir yüzey tek renkten oluşabileceği gibi bir dokuya da sahip olabilir. Bu aşamada yüzeyi tanımlamak için kullanılan yöntem, rengini ve parlaklık özelliklerini belirlemek için kullanılan yöntemden büyük ölçüde farklıdır. Doku, yüzeyin bir yüzey olarak algılanmasını etkilemeyecek düzeyde ise, örneğin ahşap bir masa yüzeyi veya deri çanta yüzeyi gibi, doku yüzey üzerinde bir raster grafik yani resim olarak temsil edilir. Raster resimler gerçek dünyadan elde edilebildikleri için yüzey dokusunun sahip olduğu gerçeklik hissini artırırlar. Örneğin sanal mekanda bir tuğla duvar oluşturmak için tuğlaların her birini ayrı ayrı oluşturmak yerine önceden rasterize¹³ edilmiş bir tuğla duvar resmi kullanılır. Bu resim sanal ortamda oluşturulan yüzey üzerine kaplanır. Yazılımlarda, kullanılan resme *texture*, resmin yüzeye kaplanması işlemine ise *texture mapping* adı verilir. Dilimize *materyal kaplama* olarak çevrilmiştir. Şekil 20’de *texture mapping* işlemi ile elde edilen efektler görülmektedir.

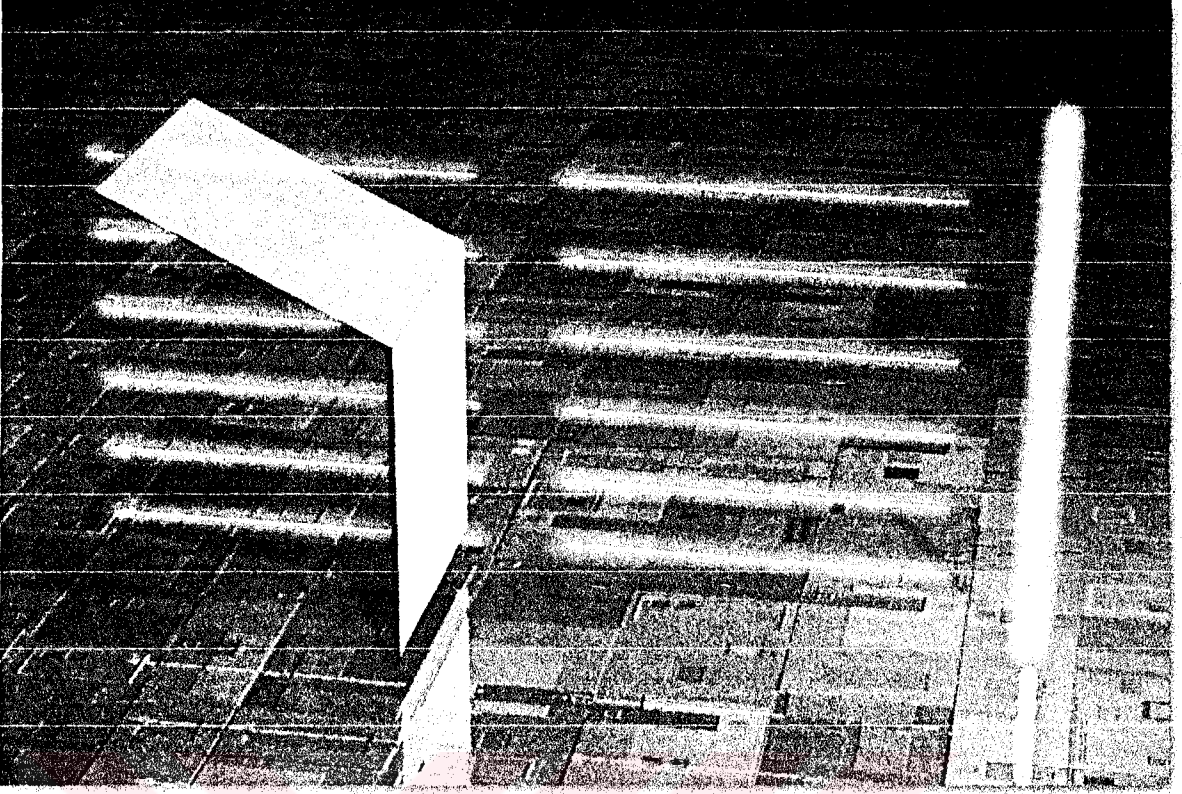
13

Rasterize kavramı yazılımlarda, fotoğraf makinesi veya video kamera gibi herhangi bir görüntü yakalama aygıtıyla elde edilen görüntülerin bir karesinin veya bir vektörel grafiğin raster grafik haline dönüştürülmesi anlamında kullanılmaktadır.



Şekil 20. Texture mapping işleminden önce ve sonra üç boyutlu geometrilerin sahip olduğu efektler

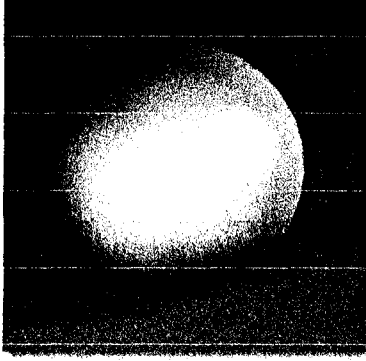
Işık bir yüzey üzerine ne kadar dik bir açıyla düşerse yüzey o kadar fazla aydınlanır. Şekil 21’de de görüldüğü gibi ışık ışınları ile yüzey arasındaki diklik bozuldukça aydınlanma azalır. Bu durum yüzey üzerindeki çıkıntıların ışık kaynağına dönük olan yönlerinin diğer yönlere göre daha fazla aydınlanmasına neden olur ve bu özellikle ışın demetinin yüzeyle açtığı durumlarda daha belirgin hale gelir. Corbusier’in bilindik kanonunda olduğu gibi aslında objelerin yüzeylerinin ve konturlarının da birbirinden ayırt edilmesini sağlayan budur. Yüzeyleri, birbirleri arasındaki aydınlanma farkı nedeniyle oluşan ton farkları ile ayırt ederiz. Dokular için de aynı şey geçerlidir.



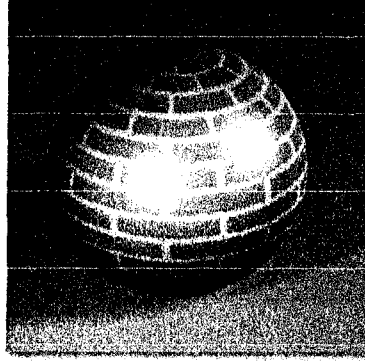
Şekil 21. Yüzeylerin üzerinde ışık ışınlarıyla yaptıkları açı sonucunda oluşan aydınlanma farkı

Sanal mekanda yüzeyin dokusunun ışık ile etkileşimini ve gerekli diğer görsel efektleri oluşturmak için, yazılımlarda adı *materyal* olarak geçen tanımlama araçları kullanılır. Texture, bir yüzeyin sadece doku resmine ait bilgi içerirken materyal, yüzeyin renk, resim, parlaklık, girinti ve çıkıntı, saydamlık, yansıtma vb. özelliklerinin tümünü tanımlar. Sanal mekanda bir yüzey, görsel karakterini oluşturan her efekti, *material map*lerinden yani materyal haritalarından alır.

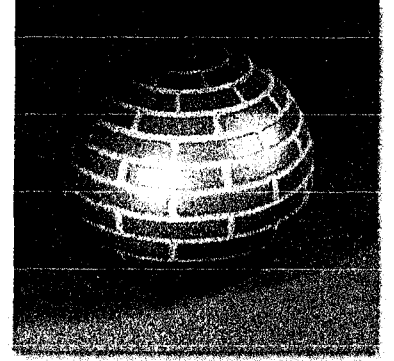
Bir materyal haritası temelde bir raster grafikdir. Materyal haritasında, her bir efekt için farklı raster grafiklerin seçilebileceği kanallar mevcuttur. Söz konusu kanalların en sık kullanılanları ve yüzey üzerindeki efektleri şekil 22’de görülmektedir.



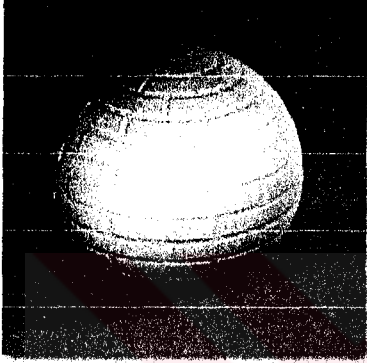
Kanalları boş olan parlaklık değeri yüksek, standart materyal



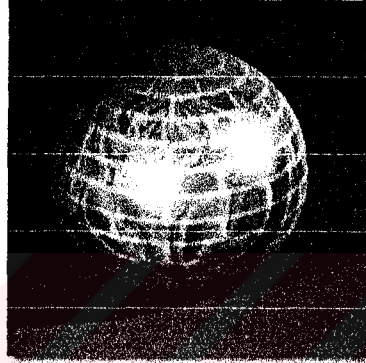
Diffuse color : 1
Bump Map : boş
Reflection : boş
Opacity : boş



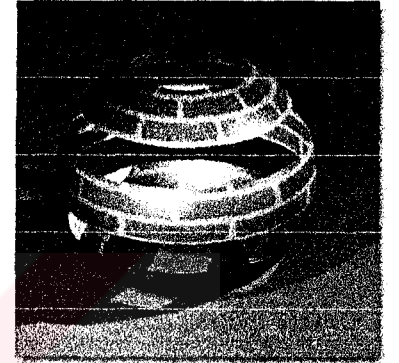
Diffuse color : 1
Bump Map : 2
Reflection : boş
Opacity : boş



Diffuse color : boş
Bump Map : 2
Reflection : boş
Opacity : boş



Diffuse color : 1
Bump Map : 2
Reflection : 3
Opacity : boş



Diffuse color : 1
Bump Map : boş
Reflection : boş
Opacity : 4



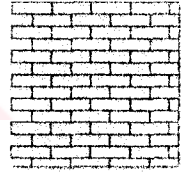
Diffuse Color : Yayılan renk
Bump Map : Kabartma haritası
Reflection Map : Yansıma haritası
Opacity Map : Şeffaflık haritası
Refraction : Kırılma

Not: Bu kanallar materyal kanallarının tümü değil, yüzey tanımlamada en sık kullanılanlarıdır ve materyal türüne göre değişiklik göstermektedirler. *Diffuse color*, *bump map*, *reflection map*, *opacity map* ve *refraction*, Materyal kanallarına 3DS MAX® yazılımında geçen isimleridir. Bu isimler diğer yazılımlarda farklı olabilir.

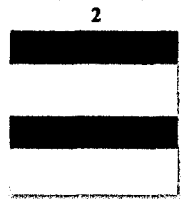
Materyal kanallarının her birinin de bir adlandırma vardır. Bu adlandırma, materyal kanallarının her birinin de bir adlandırma vardır. Bu adlandırma, materyal kanallarının her birinin de bir adlandırma vardır.



1



2



4

Tam şeffaf
Kırılma efekti aktif

Bu örnekte materyal kanallarında kullanılan resimler

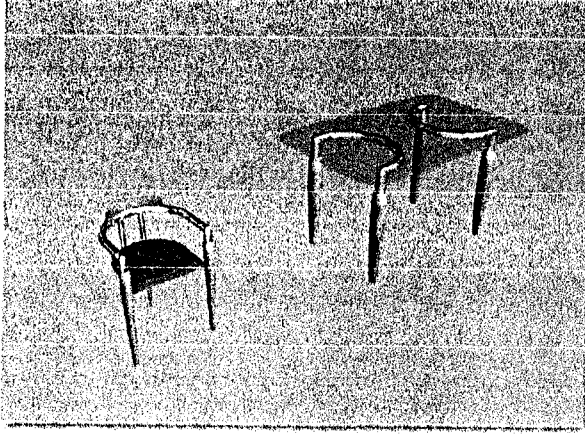
Şekil 22. Materyal kanallarının en sık kullanılanları ve yüzey üzerinde oluşturdukları efektler

Materyaller, sanal mekanda üçboyutlu sahneler oluştururken yüzey özellikleri tanımlamada kullanıldığı gibi kapasitelerinin yüksek oluşu nedeniyle sahne oluşturulurken değişik amaçlarla da kullanılır. Örneğin kullanıcılar, bir sahnede ağırlığı olmayan bir

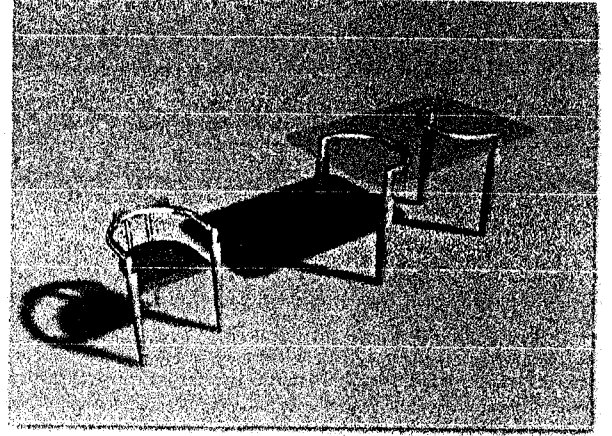
objeyi üç boyutlu detaylı bir geometri olarak oluşturmaktansa, objenin sadece genel formuna sahip bir üç boyutlu objeye objenin görünüşünü monte ederek aynı görsel efekti elde etmeyi tercih etmektedirler. Bu sayede bir prizma Şekil 20'deki gibi birkaç basit işlemle bir televizyona veya apartmana dönüştürülebilir ve hem sahne oluşturmak için gerekli süre hem de sahenin bilgisayar belleğinde kaplayacağı yer azaltılmış olur. Materyaller sanal mekanın en önemli bileşenlerindedir öyle ki, sanal gerçeklik sistemlerinin oluşturulması materyaller sayesinde mümkün hale gelmiştir.

Objelerin görüntüleri, yüzeyleri ve ışık kaynağı arasındaki etkileşim sonucunda ortaya çıkan bir efekttir, ancak tek efekt değildir. Çünkü gölgeler de yüzeyler ve ışık arasındaki etkileşim sonucunda ortaya çıkarlar. Tek farkla; görüntü bir nesnenin yüzeyindedir ama gölge söz konusu görüntüye sahip olan nesnenin değil başka bir nesne veya nesnelerin üzerindedir. Bir nesnenin diğer nesnelere üzerindeki bu güçlü etkisi, gölge efektini, mimari tasarımın önemli kriterlerinden biri yapmıştır. Tasarlanma amaçları sadece gölge elde etmek olan mimari tasarım öğeleri düşünüldüğünde bu durum daha iyi anlaşılacaktır. Sanal mekanda yüzeylerin görsel engel olarak tanımlanmaları gölge efektinin de oluşturulabilmesini sağlamıştır. Çünkü gerçekte gölge yoktur. Var olan, ışık kaynağı ve nesne yani ışık ışınlarının önündeki engeldir. Üzerine ışık düşmeyen yüzeylerin aydınlatılmaması ile sanal mekanda gölge efekti elde edilmektedir. Ancak elde edilen gölge efektleri gölge oluşturmada kullanılan tekniklere bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Şekil 23'de farklı tekniklerle elde edilen gölge efektleri görülmektedir. Unutulmamalıdır sanal mekanda oluşturulan gölgenin gerçeğe benzerliği diğer efektlerde de olduğu gibi efektin elde edilmesi için yapılan rendering işleminin süresi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Yani efekt ne kadar gerçekçi olursa hesaplanması o kadar uzun sürmektedir.

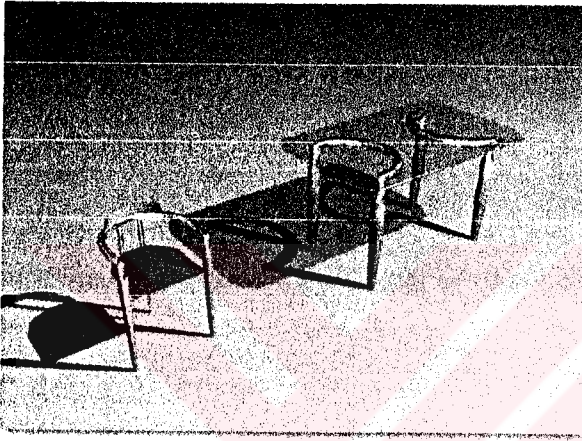
Günümüzde sanal mekan, gerçek dünya nesnelerinin görsel efektlerini temsil etmede çok yüksek bir düzeye çıkmıştır. Radiosity algoritmalarının da oluşturulması ile görsel açıdan, gerçek mekanın neredeyse tüm özelliklerine sahip olmuştur. Şekil 24'da bir gerçek mekanın sanal mekanda oluşturulmuş temsili yer almaktadır. Sıradan bir gözlemcinin hangi resmin sanal mekanda oluşturulduğu belirlemesi oldukça zordur.



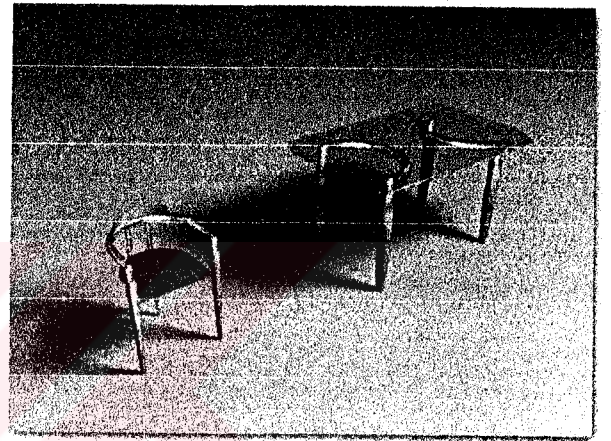
Gölgesiz sahne



Shadow map tekniği ile elde edilen gölge efekti



Ray Tracing ile elde edilen gölge efekti



Area Shadows tekniği ile elde edilen gölge efekti

NOT: *Shadow map*, *ray traced shadows*, *area shadows*, gölgelendirme tekniklerinin 3DS MAX® yazılımında geçen isimleridir. Bu isimler diğer yazılımlarda farklı olabilir.

Şekil 23. Sanal mekanda farklı tekniklerle elde edilen gölge efektleri



Gerçek mekana ait görüntü



Radiosity efekti kullanılarak hazırlanan üç boyutlu simülasyon

Şekil 24. Bir gerçek mekanın aydınlatma simülasyonu için radiosity kullanılarak sanal mekanda oluşturulan simülasyonu

Ancak, bütün bu yetileri bile sanal mekanın, gerçek mekanın tutarlı bir temsili olduğunu söylemek için yetersiz kalmaktadır. Çünkü tutarlı bir temsilden söz edebilmek için, gerçek mekanın sahip olduğu dördüncü boyut olarak da tanımlanan zamanın ve bunun sonucunda mümkün hale gelen hareketin ve bunun sonucunda oluşan gerçek üç boyut efektinin de, sanal mekandan içinde karşılığının olması gerekir. Sanal gerçeklik sistemleri kullanıcıların karşısına, yapısında söz konusu bileşenleri içerdiği söylemi ile çıkmaktadır. Sanal gerçeklik sistemlerdeki sanal mekan buraya kadar anlatılan sanal mekan ile aynıdır. Oluşturulurken aynı teknik ve yöntemlerden faydalanılır. Ancak eş zamanlılık ve stereografik etki yani gerçek üçüncü boyut efekti ve kullanıcı ile etkileşime olanak vermesi, sanal gerçeklik sistemlerinin ayrı bir başlık altında incelenmesini gerektirir. Bundan sonraki bölümde sanal gerçeklik sistemlerinin yapısı ve türleri üzerinde durulacaktır.

2.3.5. Virtual Reality-Sanal Gerçeklik Sistemleri

“Sanal gerçeklik sistemleri bir veya daha fazla insan duygusunu içeren ve katılımcıların aksiyonlarıyla eş zamanlı olarak, bilgisayar tarafından oluşturulan bir dünyadır. Katılımcının aksiyonlarına eş zamanlı olarak cevap vermesi VR’yi diğer simülasyonlardan ayıran en belirgin özelliğidir.” (Bertol, 1997).

Sanal gerçeklik sistemlerinin en önemli özelliği, diğer sanal mekan türlerinde elde edilemeyen gerçek zamanlı etkileşime imkan vermesi ve bu etkileşimi gerçek üçüncü boyut efekti ile sağlamasıdır. Sanal mekan sistemleri sayesinde kullanıcılar, gerçek mekandaki üçüncü boyut efektine sahip bir mekan temsili içinde, gerçek mekanda kullandıkları yöntemlerle gezinebilmekte ve içindeki nesnelere yine gerçek zamanlı olarak etkileşime girebilmektedirler. Sanal gerçeklik sistemlerinin gelişmiş türlerinde bir nesneyi tutmak için fare ya da benzeri bir aygıt gerek yoktur. Bu iş için özel olarak geliştirilen aygıtlar sayesinde, bir kişi sanal mekan içindeki nesnelere elleri ve parmaklarıyla kavrayabilmekte ve hareket ettirebilmektedir.

Sanal mekanın bu bölüme kadar anlatılan türünde görsel efektlerin tümü, rendering işlemi sonrasında elde edilen raster resimlerdir, yani durağan görüntülerdir. Halbuki tezin önceki bölümde elde edilen bulgularda olduğu gibi, mekanı tecrübe edebilmek için hareket gerekmektedir. Durağan görüntülerle elde edilen mekan efektinin aslında bir fotoğraftan

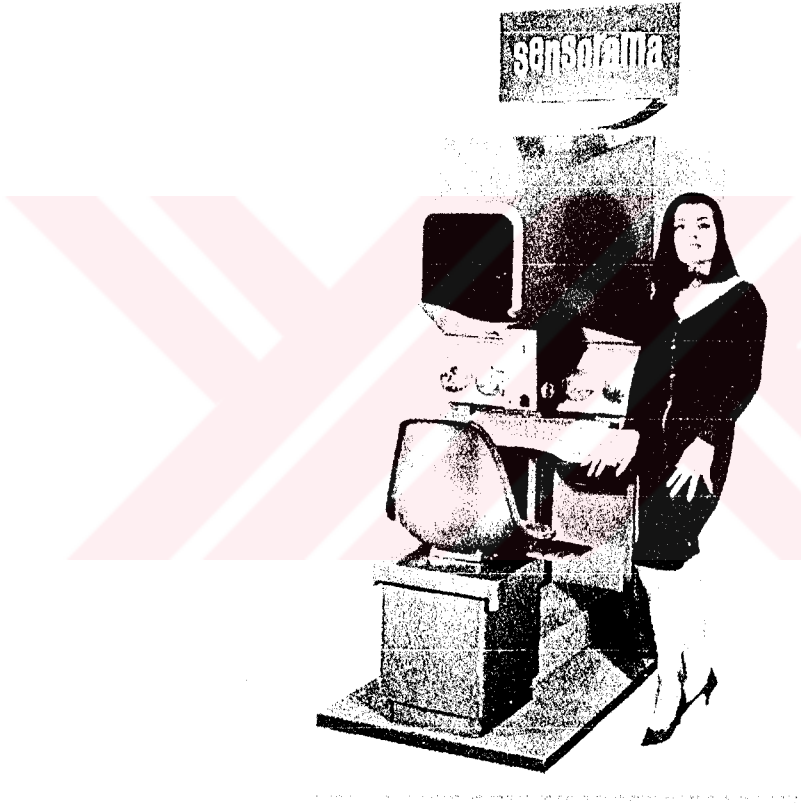
hiçbir farkı yoktur. Sanal mekanın tutarlı bir temsil olduğunu öne sürebilmek için, gerçek mekanın, içinde *real-time interaction* yani gerçek zamanlı etkileşime imkan verme yetisine de sahip olmalıdır. Sanal gerçeklik sistemleri dışındaki sistemlerde önerilen sanal mekan, bu özelliği sadece ham geometri 14 düzeyinde önermektedir. Bu durumun nedeni sayısal olarak tanımlanan efektlerin görüntü haline dönüştürülmesi için gerekli olan rendering işleminin süresidir. Sinema görüntülerinin bir saniyesi 24 kareden oluşmaktadır ve bu değer pek çok otorite tarafından akıcı bir hareket efekti için alt sınır olarak kabul edilmektedir. Günümüzdeki sıradan bilgisayar sistemleriyle, önceki bölümde anlatılan türdeki rendering işlemleri ile saniyede 24 resim oluşturmak imkansızdır. Bu yüzden sanal gerçeklik sistemlerinde bu iş için özel olarak tasarlanan bilgisayar sistemleri ve ek aygıtlar kullanılmaktadır. Bu sistemler ayrıca kullanıcıların gerçek anlamda üçüncü boyut efektini hissetmelerini sağlar.

Sanal gerçeklik sistemlerinde kullanıcılar bir simülasyon ortamı içinde çeşitli aygıtlarla bu aygıtların önerdiği düzeyde var olurlar. *Immersion* yani dahil olma, kullanıcıların başka hiçbir sistemde ulaşamayacağı düzeyde bir efekttir. Bir kullanıcı sanal gerçeklik sistemleri sayesinde bir binanın üç boyutlu ve gerekli görsel efektlere sahip olan 1:1 ölçekteki modeli içinde yürüyebilir, duvarlarına dokunabilir, bir odanın penceresini açabilir, tasarladığı bir otomobilin yanına gidip inceleyebilir.

“Bir otomobilin CAD resmine bakmakla, onun VE’de (virtual environment) yanında durmak arasında çok büyük fark vardır.” (Vince, 1998).

Sanal gerçeklik sistemleri, Bertol ‘ün de ifade ettiği gibi bir veya daha fazla duyuyu içerir. Bu sistemlerde değişik duyuları uyarmak için değişik aygıtlar kullanılır (Bertol, 1997). Görsel efekt için üç boyutlu stereografik görüntü imkanı veren aygıtlardan, etkileşimi sağlamak için, kullanıcının hareketini tanıyan eldivenlerden, her iki aygıtın da üç boyutlu uzaydaki hareketini tanıyan tracking (izleme) aygıtlarından, fiziksel efektleri iletmek için force feedback (geri besleyici güç) aygıtlarından faydalanılır. Güçlü bir simülasyon için bu aygıtların gerekli hassasiyete sahip olmaları gerekmektedir ve bu da sanal gerçeklik sistemlerinin maliyetini oldukça artırır. Ancak bilgisayar donanım sektöründeki diğer aygıtlar gibi sanal gerçeklik sistemleri için kullanılan aygıtlar da her geçen gün gelişmekte ve ucuzlamaktadır.

İlk sanal gerçeklik sistemi 1962'de Morton Heilig'in yaptığı *Sensorama*'dır (şekil 25); "Yaklaşık 35 yıl önce Morton Heilig'in bir fikri vardı. Bilgisayar bilimcisi veya mühendis değildi. Bir sinematografçıydı ve gözlemcinin görüş alanının diğer %72'sinden faydalanmak istiyordu. Gözlemci için tam görüş deneyimi oluşturmak istiyordu. "Çok heyecanlanmışım. Neden gözlemcinin görüş alanının sadece %18'ini dolduran ve iki boyutlu olan bir resim de duralım. Neden onu üç boyutlu ve gözlemcinin görüş açısının %100'ünü dolduran stereo seslere sahip bir resim yapmayalım?" diyen Heilig, finansal kaynak sıkıntısı yüzünden bu hayalini gerçekleştiremiyordu. Buna rağmen 1960'ların başında "Sensorama Simulator" adını verdiği makineyi yaptı.



Şekil 25. 1962'de Morton Heilig tarafından yapılan Sensorama

Bu sanal iş istasyonu kameranın üzerine yerleştirilmiş 3 adet 35 mm kamerayla elde edilen 3D video'dan faydalanıyordu. Ayrıca sistem 3D kamera görüntülerine stereo ses ile eşlik ediyordu ve bir fan ile simüle edilen rüzgarı hatta çukurları hissedebiliyordu." URL-12, 2002)

Sensorama ile Heilig, günümüzde halen tamamlanmamış olan heyecanlı bir serüven başlatmıştır. Sutherland ise 1968'deki "*A Head-Mounted Three-Dimensional Display*" isimli bildirisinde kullanıcı hareketi ile üç stereografik perspektif görüntüyü değiştiren ilk HMD aygıtını tanıtarak bu serüvenin uzun yıllar süreceğinin sinyallerini vermiştir. Bilgisayar donanım ve yazılım sektöründeki gelişmelerle birlikte sanal gerçeklik sistemleri yeni aygıtlarla tanışmıştır.

2.3.5.1. Sanal Gerçeklik Sistemlerinde Kullanılan aygıtlar

Günümüzde, sanal gerçeklik sistemlerinde birbirinden farklı çok sayıda aygıt kullanılmaktadır. Aygıtlardaki çeşitlilik sonucunda birbirinden farklı ve farklı amaçlarla kullanılan sanal gerçeklik sistemleri oluşturulmaktadır. Sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılan aygıtlar incelendiğinde sanal gerçeklik sistemlerinin ve kavramının içeriği de dahi iyi anlaşılacaktır.

Bir sanal gerçeklik sistemi yazılım, donanım ve sistem dahilindeki özel aygıtlardan oluşur. Özel aygıtları iki grupta incelemek mümkündür; bilgi gönderen ve bilgi veren. *Input* ve *Output* aygıtları olarak da bilinmektedirler.

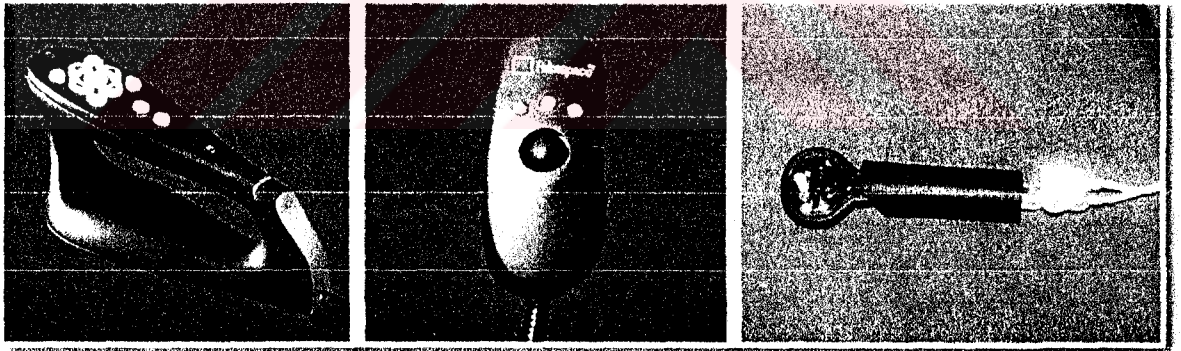
Input aygıtları yani sisteme dışarıdan bilgi gönderen aygıtlar, sistemin kullanıcı ile etkileşimini sağlar. Bu aygıtlar sayesinde kullanıcılar, üç boyutlu sanal mekanda geometri tanımlama, seçme, taşıma, düzenleme, hareket etme gibi gerekli olan eylemleri gerçekleştirebilmektedirler. Ancak bu aygıtların bazıları kullanıcının sanal objelerle fiziksel anlamda etkileşime girebilmeleri için force feedback aygıtları ile donatılmışlardır. Bu sayede kullanıcı sanal bir topu tutmakla kalmayıp yumuşaklığını veya ağırlığını da hissedebilmektedir. Yaygın olarak kullanılan input aygıtları ve kullanım amaçları şunlardır:

a. Space Mouse: Genellikle masaüstü sistemlerde kullanılır (Şekil 26). Sıradan farelerden en önemli farkı üç boyutlu tanımlamaya imkan vermesidir. Sıradan bir fare kullanıcının sadece x ve y eksenlerindeki hareketini sayısallaştırabilir. Ancak *space mouse*'lar z ekseninde tanımlamayı da mümkün kılar ve kullanıcıya sanal mekanda tanımlama yaparken hız kazandırır. Force feedback aygıtları ile donatılmış olanları vardır.



Şekil 26. Space Mouse türleri

b. Wand (sihirli çubuk): Kullanıcının elinin sanal mekandaki uzantısıdır. Sanal mekanda kullanılan fare de denebilir. Sıradan bir fareden farkı sanal mekânın üç boyutu içinde hareket edebilmesidir. Sistem dahilindeki *tracking* aygıtı ile mekân içindeki üç boyutlu konumu sürekli takip edilir. Kullanıcı elindeki bu aygıtla sanal mekandaki objelerle etkileşime girebilmektedir. Örneğin, kullanıcı sanal mekandaki bir objeyi gerçek mekandaki gibi taşıyabilmektedir.



Şekil 27. Wand türleri

c. Gloves (eldivenler): Eldivenler aslında *wand*'ların gelişmiş modelleridir. Kullanıcının sanal mekandaki nesnelere konvansiyonel yöntemler ile etkileşime girmesini sağlar. Sanal mekandaki bir objeyi gerçek mekanda yaptığı gibi yani parmaklarıyla kavrar ve bırakır. Eldivenlerin üç boyuttaki hareketleri de *tracking* aygıtları ile sürekli izlenir. Resimde görülen, *force feedback* sistemi ile donatılmış modelidir. Eldiven üzerinde

eklemlerin hareketini direnç göstererek sınırlayan mikro motorlar ile kullanıcı kavradığı sanal nesnenin sertliğini de hissedebilmektedir.



Şekil 28. Eldiven türleri

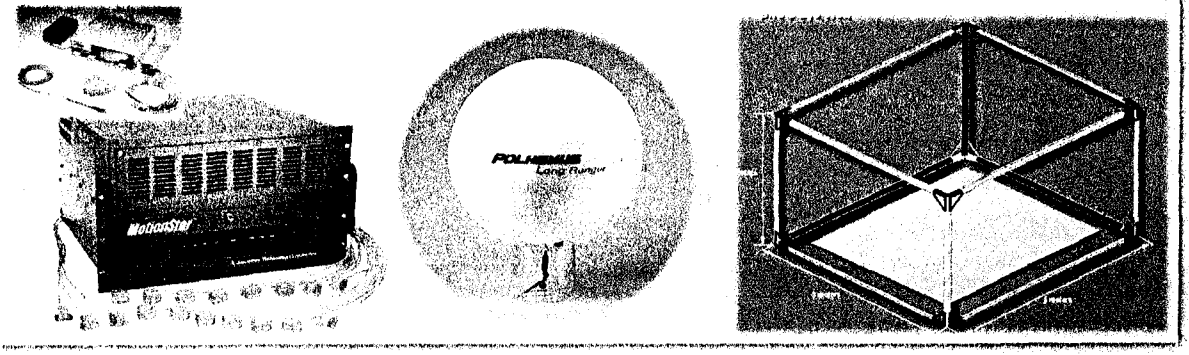
Maddesel efektlerin hissedilmesini sağlayan bu tür aygıtlar *haptic* aygıtlar olarak da adlandırılmaktadır. Haptic aygıtlar sisteme bilgi vermekle kalmayıp kullanıcıya sistemden bilgi gönderdiği için aslında output aygıtı olarak da düşünülebilirler.

d. Body Suit (vücut takımı): *Body suit* 'ler de *haptic* aygıtlardır ve kullanıcının sanal mekandaki fiziksel efektleri hissetmesini sağlar. Örneğin body suit giyen bir kullanıcı sanal mekanda vücuduna değen nesnelere hissedebilir. Üzerine atılan bir top gibi. Isı veya titreşim sağlayan aygıtlarla desteklenen modelleri ile ortam sıcaklığını veya titreşimini hissetmek de mümkün hale gelir. Vücudun sadece bir bölümünü saran modellerinin yanı sıra vücudun tamamını saran modelleri de mevcuttur. Bu aygıtlar da diğer aygıtlar gibi tracking aygıtları ile sürekli takip edilirler.



Şekil 29. Body Suit

e. **Tracking** (takip etme) **Aygitları**: *Tracker* olarak da adlandırılan bu aygıtlar sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılan enteraksiyon aygıtlarının gerçek mekandaki konumunu ve hareketini üç boyutlu sistemde algılayan ve sanal mekanda temsil edilmek üzere sayısallaştıran aygıtlardır. Manyetik ve ultrasonik olabilen bir tracking aygıtı ona bağlı olan sensörlerin (bird veya kuş olarak da adlandırılır) kapsama alanındaki üç boyutlu konumunu algılar. (Şekil 30) Sensörler bir eldiven veya wand üzerinde yerleştirildiğinde bu aygıtların üç boyutlu hareketi bu sistem sayesinde sayısallaştırılabilir. Kapsama alanını genişletmek için Şekil 30'da ortada görülen alan genişleticiler kullanılır. Çok sayıda sensör kullanılarak karmaşık hareketlerin sayısallaştırılması mümkündür. Örneğin bir insanın eklem noktalarına yerleştirildiğinde sanal ortamda tanımlanması imkansız gibi görünen karmaşık hareketler çok basit bir biçimde tanımlanabilir hale gelir. İnsan hareketlerinin sayısallaştırılması "motion capture" olarak da bilinmektedir. Şekil 30'da en sağdaki resimde bir motion capture platformu görülmektedir.



Şekil 30. Tracking aygıtları

Output aygıtları, yani sistem içindeki bilgiyi sunan aygıtlar ise kullanıcıların input aygıtlarıyla gerçekleştirdikleri eylemlerin sonucunda oluşan efektleri kullanıcıya iletirler. Kullanıcının gönderdiği bilgi sonucunda farklı efektler oluşabildiğinden, bu aygıtları kullanıcıya ilettikleri bilgiye göre üç gruba ayrılır; görüntü aygıtları, ses aygıtları ve force feedback (güç geri besleme) aygıtları.

Sanal gerçeklik sistemlerinin en önemli özelliklerinden biri, üçüncü boyutun görsel açıdan gerçek dünyada olduğu gibi algılanmasını sağlamalarıdır. Bu yüzden kullanılan aygıtlar sıradan bilgisayar sistemlerindeki farklıdır.

Sanal gerçeklik sistemlerinde üç boyut efekti stereografik grafiklerle elde edilir ve bu grafiklerin temelinde her iki göze de gerçek dünyada olduğu gibi farklı görüntülerin gitmesidir. Stereografik grafik efekti üç farklı yöntemle elde edilebilmektedir; doğrudan, gözlükler yardımıyla ve HMD aygıtları ile. Yaygın olarak kullanılan stereografik grafik türleri, görüntüleme aygıtları ve özellikleri şöyle sıralanabilir;

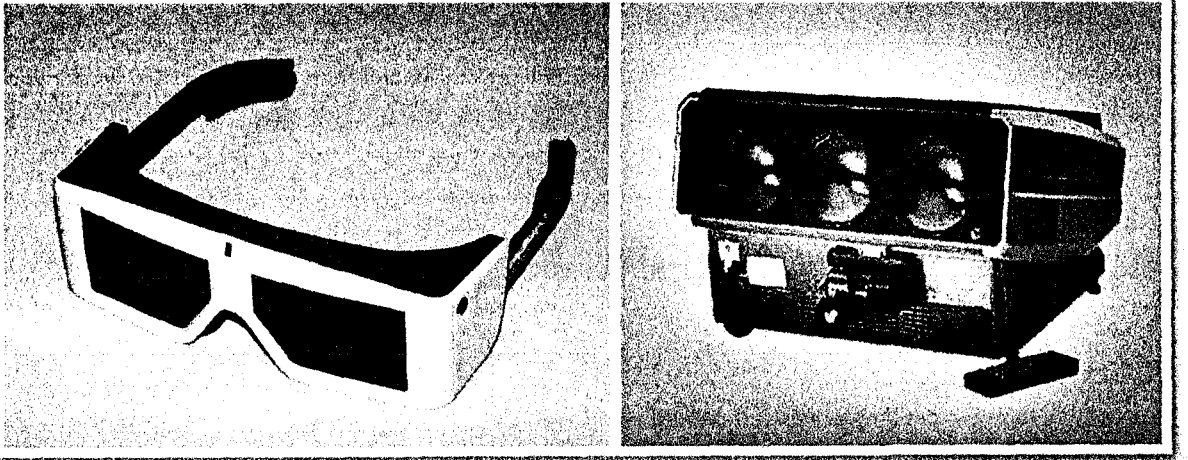


Şekil 31. Anaglyph Gözlük

a. Anaglyph gözlükler: Anaglyph görüntüleri izlemek için kullanılır. Anaglyph resimlerde sağ ve sol göz için olan görüntüler farklı renklindedir. Örneğin sol göz resmi

mavi sağ göz resmi kırmızıdır. Gözlük üzerindeki şeffaf filtrelerin de biri mavi diğeri kırmızıdır. Kırmızı filtre kırmızı renkteki görüntüyü tamamlar ve sadece mavi renkteki görüntünün algılanmasını sağlar. Mavi renk filtre de mavi renkteki görüntüyü tamamlar ve sadece kırmızı görüntünün algılanmasını sağlar. Her iki göze farklı görüntü ulaştığı için üç boyutlu görüntü efekti elde edilir. Bilinen en basit ve ucuz yöntemdir. Görüntü platformunun CRT, LCD veya kağıt olabilmesi özellikleri bu yöntemin kullanım alanının diğer yöntemlere göre çok daha fazla olmasını sağlamıştır. İyi bir üç boyut efekt için yüksek düzeyde renk kalibrasyonu gerektirmesi tek dezavantajıdır.

b. Shutter gözlükler ve CRT projeksiyon sistemleri: Şekil 32'de de görülen Shutter gözlükler CRT monitörler veya projeksiyon aygıtlarıyla oluşturulan üç boyutlu görüntüyü izlemek için kullanılır. CRT, Cathode Ray Tube (katot ışın tüpü) ifadesinin kısaltmasıdır. Bu tip görüntüleme aygıtları tek ve çift numaralı satırları ayrı ayrı göstermektedirler. Bu işlem çok kısa sürelerde tekrarlandığı için insan gözü tek ve çift satırlara ait görüntüyü aynı anda görünüyorlarmış gibi algılar. CRT aygıtları için oluşturulan üç boyutlu grafiklerde gözlerinden biri için gerekli görüntü tek satırlarda diğer için gerekli görüntü çift satırlarda resmedilir. Bu gözlüklerin LCD yapıdaki şeffaf ve opak olabilen camları tek ve çift satırların görüntülenme anlarını çok yüksek bir frekansta şeffaflık ve opaklık durumuna geçerek farklı gözlere iletirler. Bu sayede her bir göze farklı görüntü gittiği için izleyici gördüğü grafiği üç boyutlu olarak algılar.

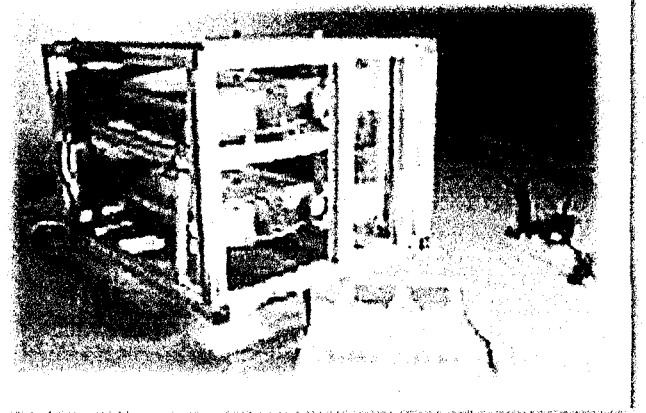
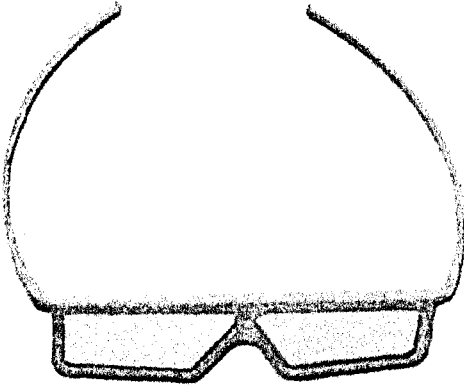


Şekil 32. Shutter gözlük ve CRT projeksiyon sistemi

Shutter gözlüklerin başlıca dezavantajları, LCD monitörlerle kullanılamamaları, sadece CRT monitör ve projeksiyon sistemleriyle çalışmalarıdır. Ayrıca gözlük üzerindeki şeffaf LCD panel, yapısından kaynaklı olarak %100 opaklık durumuna geçemediği için bir görüntü üzerinde diğerinin silik bir resmi görülebilmektedir.

CRT Projeksiyon Sistemleri genellikle shutter gözlüklerle üç boyut efekti elde etmek için kullanılır. CRT monitörlerle oluşturulan stereografik görüntünün boyutları ekran boyutları ile sınırlı olduğundan daha büyük görüntüler için projeksiyon aygıtlarına gerek duyulur. Ancak LCD projeksiyon aygıtlarında resmin, görüntüleme işlemi sırasında tek ve çift satırlar ayrıştırılmaması, shutter gözlüklerin bu tür ekranlarda üç boyutlu efekt için kullanılamamasına neden olur. Ancak CRT projeksiyon sistemleri CRT monitörler gibi resmi tek ve çift satırlara bölerek oluşturduğundan shutter gözlüklerin kullanılmasını mümkün hale getirir.

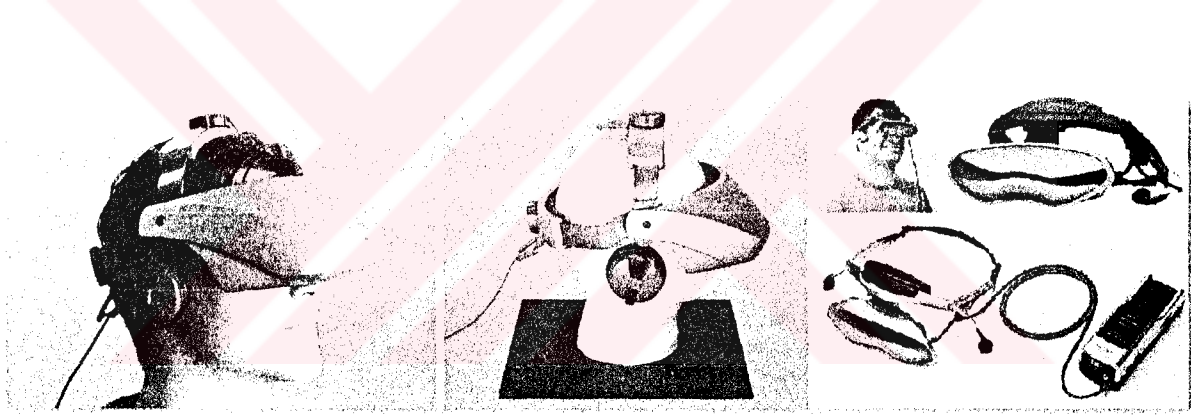
c: Polarize gözlükler ve polarize projeksiyon sistemleri: Polarize Gözlükler, Biri yatayda diğeri düşeyde polarize edilmiş olan bu gözlükler, yine yatay ve düşeyde polarize edilmiş filtrelere sahip farklı iki projeksiyon aygıtı ile oluşturulan stereografik görüntülerin izlenmesi için kullanılır. (Şekil 33) Camlar sadece kendi polarizasyon özelliğindeki resmi geçirdiği için izleyicinin gözlerine farklı resimler ulaşır ve üç boyutlu görüntü efekti elde edilir. Maliyeti düşüktür ve çok sayıdaki izleyici tarafından kullanılabilmesi sinema gibi toplu gösterim etkinliklerinde de kullanılmasını sağlamıştır.



Şekil 33. Polarize gözlük ve projeksiyon sistemi

Polarize Projeksiyon Sistemleri, Polarize gözlükler ile izlenebilen üç boyutlu görüntüyü oluşturmak için kullanılır. Bu sistem ayrı iki projeksiyon cihazından oluşabileceği gibi iki objektife sahip tek projeksiyon cihazından da oluşabilir. Bu sistemde görüntünün polarizasyonu objektifler önüne yerleştirilen polarize filtrelerle elde edilir. Maliyeti düşük olduğundan IMAX sinema sistemlerinde de kullanılmaktadır.

f. HMD Aygıtları: Bu sistemde üç boyutlu grafik, aygıt içindeki her bir göz için farklı resmi görüntüleyen LCD veya CRT ekranlar ile görüntülenir. Sol göz için oluşturulan grafiği sol ekran, sağ göz için oluşturulan grafiği sağ ekran görüntülediği için, resimlerin birbirine karışması ya da bir görüntü içinden diğerinin silik bir biçimde görünmesi ihtimali olmadığından kusursuz bir üç boyut görüntü efekti elde edilir. LCD ekranlı olanları çözünürlüklerine göre fiyatlandırılmaktadır. Bu aygıtların bazıları şekilde de görüldüğü gibi stereo ses sistemi ile desteklenmektedir. Sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılanlarında ek olarak tracking sensörleri bulunmaktadır.



Şekil 34. HMD aygıtları

Force feedback aygıtları, input sonucunda oluşan fiziksel kuvvet efektlerinin kullanıcıya iletilmesini sağlar. Bu aygıtlar önceden de belirtildiği şekilde input aygıtları dahilinde olabileceği gibi farklı amaçlarla ayrı aygıtlar olarak da oluşturulabilirler.

Otomobil simülasyonlarında, titreşimi sağlayan ve kullanıcının içinde bulunduğu platformu gerçek bir otomobildeki gibi eğen force feedback aygıtları kullanılır. Force feedback aygıtlarının diğer aygıtlardan farkı belirli standartlarının olmayışı yani kullanım amacına göre özel olarak üretilmeleridir. Bu yüzden force feedback aygıtlarını sistem türleri içinde incelemek daha doğru olacaktır.

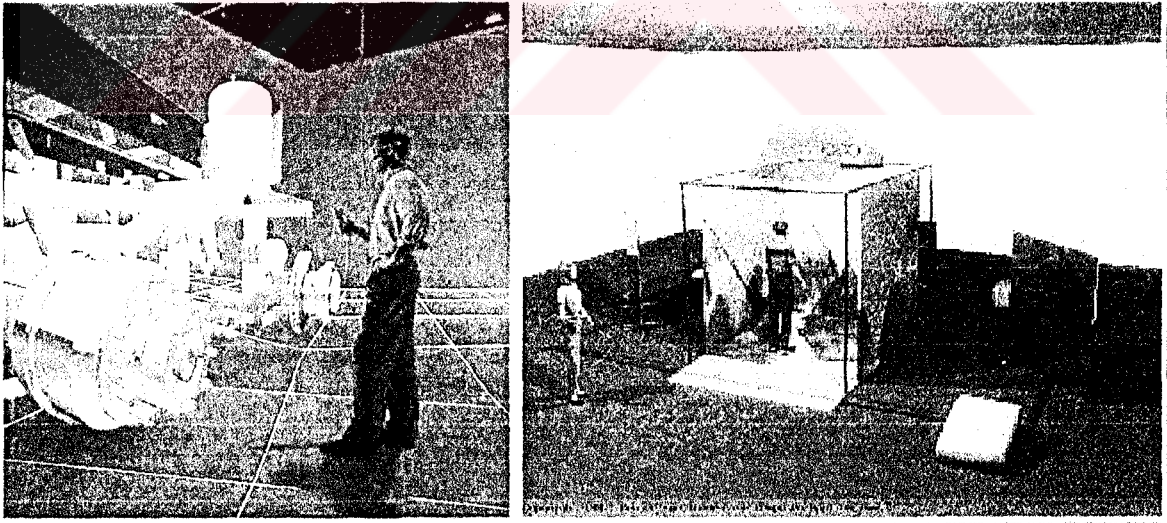
2.3.5.2. Sanal Gerçeklik Sistem Türleri

Sanal gerçeklik sistemleri pek çok araştırmada farklı açılardan ele alınarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar tüm sanal gerçekli sistemlerini içerdiklerinden bu bölümde söz konusu sınıflandırmaların dışına çıkılarak sadece özellikle mimari tasarım sürecinde kullanılabilen türleri incelenecektir.

2.3.5.2.1. CAVE Sistemleri

CAVE (mağara) sistemleri adını şekil 35'de görülen yapısından almaktadır. CAVE sistemleri *Immersive* sistemlerdir. Bir cave sisteminde görüntü, üzerine farklı projeksiyon cihazlarından stereografik olarak yansıyan, küp formunda yerleştirilmiş ve bu sayede kullanıcının görüş açısını maksimuma çıkaran perdeler ile elde edilir.

CRT projeksiyon aygıtları ile oluşturulan stereografik görüntüyü ayrıştırmak için shutter gözlükler kullanılır. Input aygıtı olarak ise genellikle VR eldivenleri veya *wand*'lar kullanılır. Gözlük ve eldivenlerin hareketi *tracker*lar ile izlenir. Gözlüklerin frekansını düzenlemek içinse *emitter*lar kullanılır.



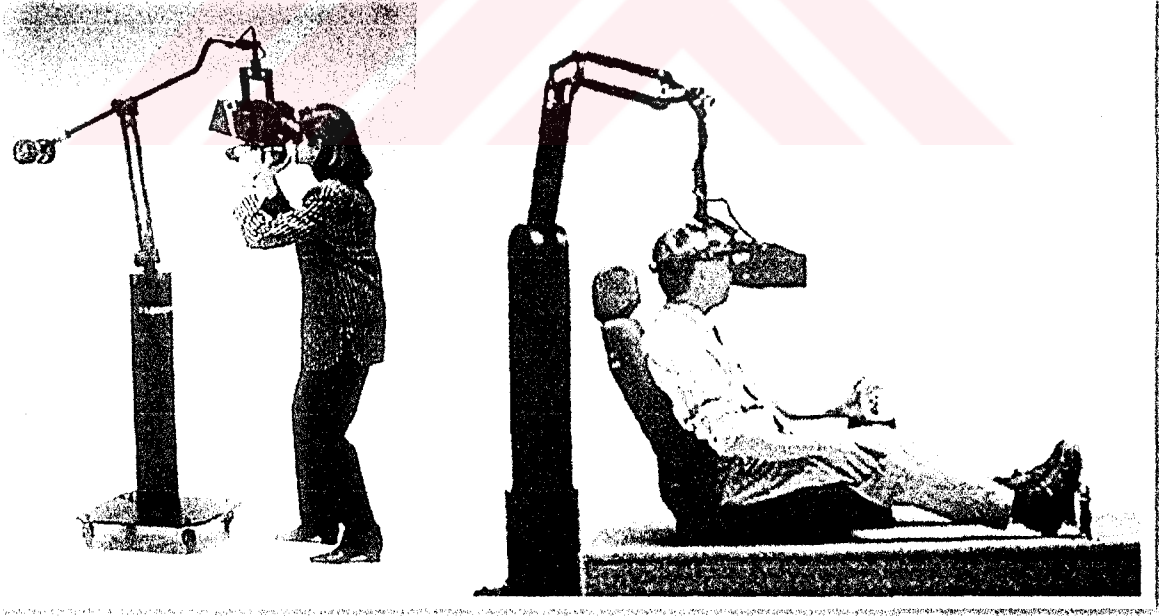
Şekil 35. CAVE sistemleri

CAVE sistemlerinde çok kullanıcı düzeyine düşük maliyetlerle çıkılabilmektedir. Ancak, sistemin kurulması için büyük hacimlere ihtiyaç duyulmaktadır. Küp formunda

olduğu için panoramik görüntü oluşturmak için gerekli kalibrasyon zaman alıcıdır ve sonuçta elde edilen görüntüde küp formundan kaynaklanan deformasyon mevcuttur. Sistemin taşınması zaman alıcıdır. Yüksek performanslı bilgisayar sistemi ile donatılmaları maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Bazı örneklerinde kullanılan *wandlar* kullanıcı hareketlerini sınırlayıcıdır. Pahalı bir sistemdir.

2.3.5.2.2. BOOM Sistemleri

BOOM kelimesinin açılımı **Binocular Omni-Orientalional Monitor**'dir. Şekil 36'da da görülen BOOM sisteminde kullanıcı üç boyutlu görüntüyü CRT monitörlerle donatılmış ve mekanik trackerlarla hareketi sürekli olarak takip edilen dürbün benzeri bir BOOM aygıtıyla izlemektedir. BOOM aygıtında elde edilen görüş açısı oldukça geniştir . BOOM aygıtı ultrasonik veya elektromanyetik *tracker*ları ortaya çıkan tüm kalibrasyon problemlerini ortadan kaldırır. İzleyicinin baş hareketi için mekanik *tracker*ların kullanılması başka hiçbir sistemde elde edilemeyecek doğrulukta sonuçlar vermektedir. Bu sistem eldiven veya wand gibi diğer input aygıtlarıyla da uyumludur.



Şekil 36. BOOM sistemleri

BOOM sistemlerinin kalibrasyon sorunu yoktur. Her kullanıcı için ayrı bir BOOM aygıtına ihtiyaç vardır. Kullanıcı tam anlamıyla serbest değildir çünkü bir eliyle daima BOOM aygıtını kontrol etmek zorundadır.

2.3.5.2.3. HMD Sistemleri

HMD sistemleri sanal gerçeklik sistemlerinin kullanıcıya en yüksek düzeyde hareket özgürlüğü ve immersion yani dahil olma efekti sunan sistemlerdir. Bu sistemlerde kullanıcı üç boyutlu görüntüyü başına monte edilen HMD ile alır (Şekil 37). Sistemin kurulu olduğu alana yerleştirilen ve hareket alanını istendiğinde genişletilebilen *tracker*lar kullanıcı üzerindeki HMD aygıtının, eldivenin hatta *body suit*inin hareketlerinin izler ve bu bilgiler ışığında bilgisayar tarafından oluşturulan üç boyutlu görüntünün güncellenmesini sağlar.

Gelişmiş HMD aygıtları çok hafif olduğu için kullanımı rahattır ve geniş açılı üç boyutlu grafikleri yüksek çözünürlükte gösterebilmektedirler.



Şekil 37. HMD sistemleri

Eldivenlerle birlikte kullanıldığında, kullanıcının obje düzeyindeki etkileşimi maksimum seviyelere çıkmaktadır. Bu tür aygıtlar force-feedback destekli olduğunda

kullanıcının sanal mekandaki objelerle sadece görsel düzeyde değil, fiziksel düzeyde de etkileşime girmesi mümkündür.

HMD sistemlerinin maliyetleri CAVE sistemlerine göre oldukça düşüktür. Hareket alanı diğer sistemlere göre oldukça geniştir. Eldiven ve *body suit*'ler ile desteklendiğinde kullanıcı ile sanal mekan arasında benzersiz bir etkileşim sağlarlar. Çok kullanıcı desteği için ek HMD aygıtlarına ve daha güçlü bilgisayar sistemlerine ihtiyaç vardır. İyi bir etkileşim için iyi bir tracking sistemine ihtiyaç vardır.

2.3.5.2.4. Responsive Workbench

Responsive Workbench sistemi ilk olarak 1994 yılında Wolfgang Krueger tarafından oluşturulmuştur. Bil RW sistemi Şekil 38'de de görüldüğü gibi bir CRT projeksiyon cihazı, görüntü platformu, shutter gözlükler, gözlük konumunu izleyen bir tracker ve *wand*'dan oluşmaktadır.

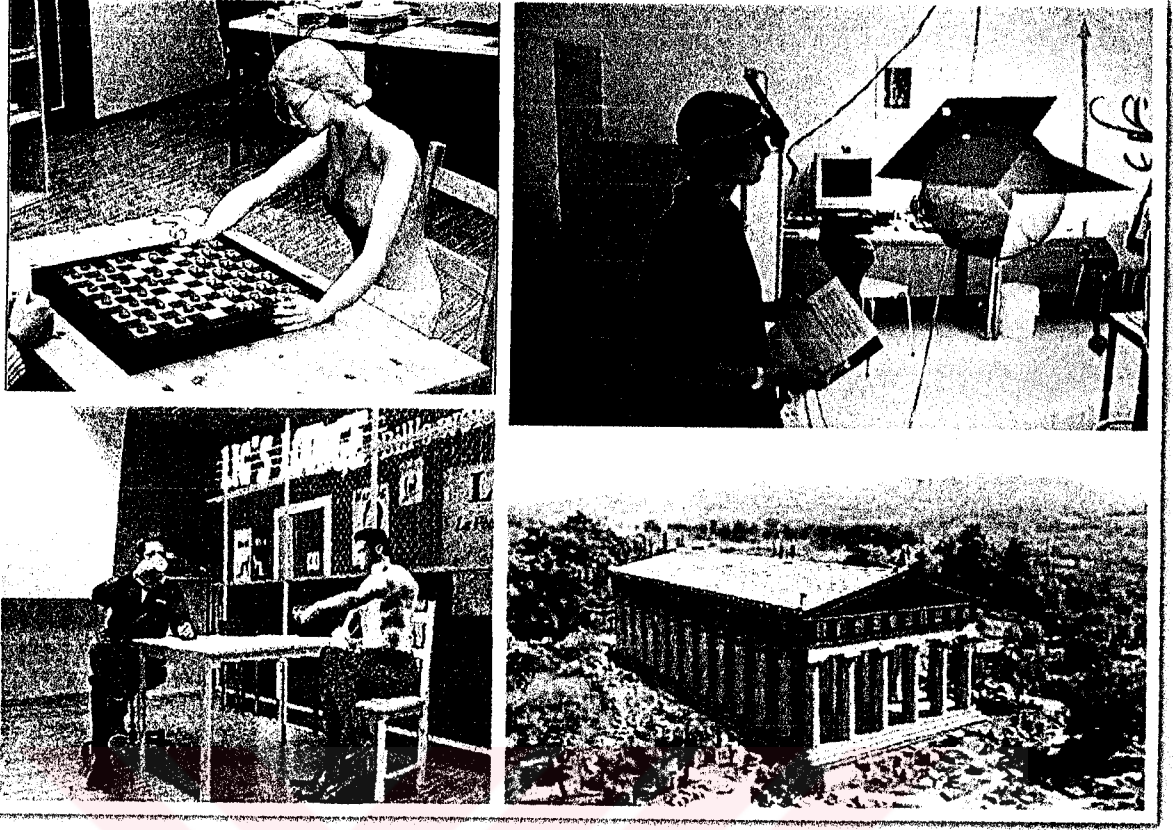


Şekil 38. Responsive Workbench türleri

Kullanıcılar bu sistem sayesinde üç boyutlu bir geometriyi görüntü düzlemi üzerinde üç boyutlu bir biçimde görebilmektedirler. Tracker, gözlükleri sürekli olarak izleyerek ekran üzerindeki görüntüyü güncellemektedir. Bu sayede kullanıcılar üç boyutlu objeleri değişik açılardan inceleyebilmektedirler. Mimarlıkta özellikle maket ölçeğinde üç boyutlu grafik elde etmek amacıyla kullanılmaktadır.

2.3.5.2.5. Augmented Reality Sistemleri

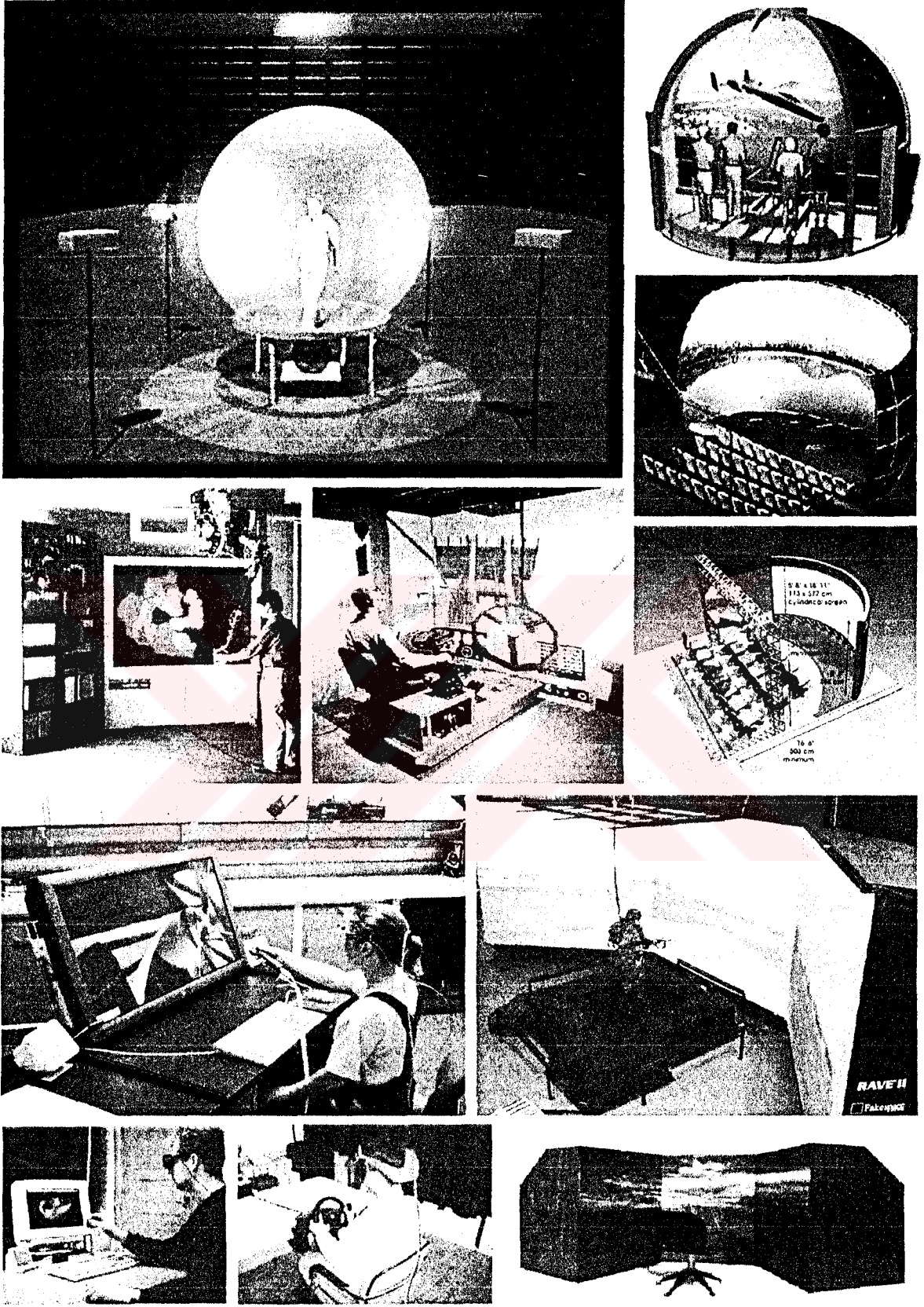
Augmented Reality Sistemlerinin en karakteristik özelliği sunulan sanal ortamın sadece obje düzeyinde görüntülenmesi ve mekan olarak kullanıcının o an bulunduğu mekanın kullanılmasıdır. Görüntüleme aygıtı olarak see-through yani yarı şeffaf HMD aygıtları kullanılır. Sistemde kullanılan diğer elemanlar normal HMD sistemlerindeki ile aynıdır. Ancak, şeffaf olan HMD monitörleri sayesinde kullanıcı oluşturduğu sanal objeleri bulunduğu ortamda inceleyebilmektedir. Şekil 39'da da görülen Augmented Reality sistemlerinde diğer sanal gerçeklik sistemlerinden farklı olarak rastlanan sanal mekan ve gerçek mekanın çakıştırılması durumu bu sistemin kullanım alanının diğer sistemlerden saha fazla olmasını sağlamıştır.



Şekil 39. Augmented Reality sistemleri

2.3.5.2.6. Diğer Sistemler

Sanal gerçeklik sistemlerinin türleri bölümün başında da belirtildiği gibi bu kadarla kalmayıp ihtisas alanına oluşturulan donanımlarla çeşitlenmektedir. Ancak sadece işaret etmek amacıyla şekil 40’da diğer sanal gerçeklik uygulamalarından bazıları sunulmuştur.



Şekil 40. Diğer sanal gerçeklik sistemleri

2.3.5.3. Sanal mekanda Zaman ve Hareket

Buraya kadar anlatılanlar ışığında, objelerin gerçek mekanda var olurken sergiledikleri efektlerin sanal mekanda ne düzeyde temsil edilebildiğini inceledik. Ancak, önceki bölümlerde de belirtildiği gibi mekan, olayları da içeren bir konteynerdir. Olaylar ise zaman içinde var olurlar. Çünkü mekanı kavramak için de gerekli olan hareket zaman ile var olabilen bir yapıdadır. O halde sanal mekânın tutarlığının tespit edilebilmesi için zaman ve hareket kavramlarının bu ortamdaki karşılığının belirlenmesi gerekir.

Limit kavramı sanal mekanda, zaman ve hareketin bir düzeye kadar temsil edilebilmesini sağlayan yegane çözümdür. Sınırlı kapasitedeki bilgisayar sistemleri aracılığı ile oluşturulan sanal mekanda, sonsuzluk kavramının karşılığı bulunamayacağından, limit, sanal mekanda zamanı ve hareketi tanımlarken gerçekte olduğundan daha büyük boyutlarda ele alınır. Gerçekte birimleri bölme işlemi çok küçük değerlere kadar devam edebilmektedir. Ancak, sanal mekanda efektler, bilgisayar sistemlerinin kapasitelerindeki sınır gereği daima insan duyularının algı eşikleri arasındaki değerler ile tanımlanır. Efektler gibi detaylar da, -konu ölçeğine bağlı olarak- aralarındaki farkın sadece insan duyuları ile fark edilebileceği düzeye kadar yani gerçeğine benzeyecek kadar iner.

Birkaç örnek ile açıklayacak olursak; önceki bölümde de belirttiğimiz gibi bir kumaş parçası, sanal mekanda, ipliklerle dokunmuş bir nesne olarak değil görüldüğü haliyle temsil edilir. Bir otomobilin sadece görünen yüzeyleri vardır. Bir evin içine girilmeyecekse içi oluşturulmaz. Uzaktaki bir ağaç sadece resim olarak temsil edilir. Ama yakındakinin dalları ve yaprakları olmalıdır.

Aynı şekilde hareket ve dolayısıyla zaman kavramları da sadece belirli bir düzeye kadar temsil edilir. Sanal mekanda zaman, bilgisayar sisteminin çalışabileceği en küçük zaman aralıklarına bölünür ve o şekilde ölçeklendirilir. Bunun nedeni gecikme süredir. Gecikme süresini Vince şöyle açıklamıştır; “*Gecikme; bir olay ile onun gözlemi arasında geçen zamandır. Televizyonlarda kameranın bir görüntüyü alması ile televizyon ekranında görünmesi arasında çok küçük bir gecikme vardır. Bunun nedeni kamera görüntüsünün kablolar ve elektronik devrelerden yaklaşık ışık hızıyla (300.000km/sn) geçmesi, bunun bir vericiyle yine ışık hızıyla bir antene gönderilmesidir. Bir sinyal bazen 100 km gitmek zorunda kalır ve buradaki gecikme 0.0003 saniyedir. Bilgisayarlarda ise durum değişiktir, klavyeye dokunduğunuz anda ekranda harfi görürsünüz, bu sanal bir anilikle olur ama*

eğer siz tam klavyeye dokunacağınız anda bilgisayarınız otomatik saklama (autosave) işlemine karar verirse ekranda harfi görmeniz 4 veya 5 saniye sürebiliri. Böyle bir ortamda gecikme süresi bilgisayar sisteminin/işlemcisinin ne kadar meşgul olduğuna bağlıdır.

Sanal gerçeklik sistemleri de bilgisayar kontrollü sistemler olduğu için gecikme süresi büyük önem taşır.

1. Yeni bakış pozisyonunu tespit et
2. Bu pozisyonu kartezyen koordinatlarına dönüştür
3. VR bilgisayarına gönder
4. Renderer'ı yeni pozisyona göre güncelle
5. Yeni perspektif resmi oluştur
6. Yeni resmi göster

Bu işlemlerin her biri 50 Hz'de gerçekleşse (0.02 saniye) hepsi 0.12 saniye sürer.

Günümüzde her bilgisayar değişik resimler oluşturabilmektedir ve VR platformu olmaya adaydır. Ancak her bilgisayarın bir işlem kapasitesi vardır ve aralarındaki bu fark yapabilecekleri işin karmaşıklığını belirlemektedir. Bu yüzden şimdi PC, grafik workstation, supercomputer ve image generator'lara bir göz atacağız.”(Vince,1998).

Bu ifadeyle de anlaşılmaktadır ki sanal mekanda zamanın en küçük birimi sistem dahilindeki bilgisayarın güncelleme yapabileceği en küçük süredir.

Motion Picture yani hareketli resim uzmanları da, saniyede en az 24 kez güncellenen bir resimdeki hareketi insan gözünün kesintisizmiş gibi algıladığını belirtilmişlerdir.

Sanal mekandaki bir obje de sinema filmlerinde olduğu gibi kesintisiz bir biçimde hareket etmez. Sadece belirlenen sürelerde bir konumdan diğer konuma ani atlamalar yapar ve gözlemci bu atlamaları akıcı bir hareketmiş gibi algılar. Bu yüzden sanal gerçeklik sistemlerinde zaman için farklı bir ölçü birimiyle ifade edilir; FPS (Frames Per Second) yani, saniyedeki görüntü sayısı. 25 FPS ile çalışan bir sanal gerçeklik sisteminde 4 saniyenin anlamı 100 görüntüdür. Bu da 4 saniyelik bir hareketin en fazla 100 küçük parçadan oluşabileceği anlamına gelir. 4 saniyede 100 metre giden bir otomobilin, 25 fpslik bir sanal gerçeklik sisteminde sadece her metrenin başında görünür. Böyle bir sistemde otomobilin 12.5 metredeki konumu hiçbir zaman görünmez.

Aynı şekilde 25 fpslik bir sistemde eş zamanlılık saniyede 25 kez algılanabilir. Yani bir kullanıcı sanal mekan içindeki bir objeyi eli ile kavrayıp bir yerden başka bir yere götürdüğünde, sistem güncelleme hızından dolayı kullanıcının el hareketinin her anını yakalayamayacağından, obje, sadece güncelleme anında kullanıcı ile etkileşime girecektir. Ancak algı eşiğinden dolayı kullanıcı bu etkileşimi eş zamanlıymış gibi anlayacaktır. Ancak, görülmektedir ki sanal mekanda eş zamanlılık diye bir şey yoktur. Bu yüzden sanal gerçeklik sistemlerinde tüm donanım, yazılım ve üç boyutlu sahne bilgileri, sistemin saniyede en az 24 güncelleme yapabileceği düzeyde korunur. Daha kaliteli yani hızlı bir etkileşim için daha yüksek kapasiteli bilgisayarlara ihtiyaç vardır.



3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Mimarlık, insanın var olmadaki ısrarının sonuçlarından biridir. Israr eder çünkü mekanın zaman boyutu, mekanı sürekli olarak yinelemekte ve yenilemektedir ve insan bunu hissetmektedir. Doğumundan ölümüne kadar var olmayı en iyi haliyle hissetmeye yani mutlu olmaya çalışan insan, düşünerek, hayal ederek, yapmaya çalışarak, bu hazzı ulaşmak ister. Sınırlar ki kastettiğim insanoğlunun yapabilecekleridir, insanoğlu için bir lütuftur ve bu hazzı yönelmesini sağlayandır. Sınırlar nedeniyle insan herhangi bir konuda eksiksiz bir bilgiye ulaşmaktan uzaktır. Öyle bir ortamdır ki sadece bir konuda eksiksiz bilgisi olabilse bütün konuları anlayabilecektir. Sanmak veya sanabilmek insana yapılmış lütufların bir diğeridir ve onu kuşatan sınırları ortadan kaldıran yegane anahtardır. İnanmak, bilmek... sanmaktan başka ne olabilir?

Sanal mekan ve sanal gerçeklik bu anlamda düşünüldüğünde *sanal* sıfatlarından ikna güçleri arttıkça uzaklaşacak olan kavramlardır. Ancak günümüzde diğer nesnel kavramlara göre mazileri çok kısa olduğu için gelişimlerini henüz tamamlamamışlardır. Böyle bir durumda ise bu kavramlar hakkında net bir tanımlamada bulunabilmek oldukça zordur. Yapılabilecek tek şey, şu anki haline bakıp, sürekli bir değişim içinde olduğunu da akıldan çıkarmadan, ileride ne olabileceği üzerinde konuşmaktır. Bu tez, şu anki halinin tutarlılığını ölçmeye çalışmıştır. Bu amaçla, ilk bölümlerde mekan ve zaman kavramlarının değerlendirme esnasında kullanılabilecek karakteristikleri üzerinde durulmuştur. Sonraki bölümlerinde ise bu karakteristiklerin sanal mekan ve sanal gerçeklik kavramları içindeki karşılıkları incelenmiştir. Elde edilen bilgiler ışığında görülmektedir ki;

1. Mekan, insan eylem ve ihtiyaçları sonucunda çeşitli mimari elemanlarla mutlak mekan içinde tanımlanmış ve anlamlı hale getirilmiş bir alandır. Sanal mekan da mekan gibi insan eylem ve ihtiyaçları sonucunda tanımlanan ve anlamlı hale getirilen bir varoluş zeminidir. Ancak, sanal mekanı tanımlayan insan eylem ve ihtiyaçları, gerçek mekanı tanımlayanlardan farklıdır. Bu öyle bir farktır ki türleri sadece “mekan”, “oda”, “bina” gibi temel mekan isimlerinin kullanılabileceği kadardır. Yani sanal mekanda mutfak, yatak odası, cami, isimlerinin gerçek anlamı ile nitelendirilebilecek bir varoluştan söz edilemez. Mekan, insanın, içinde yaşayabileceği, diğer insanlarla iletişim kurabileceği

ve ihtiyacı olan eylemleri gerçekleştirebileceği bir içeridir. Ama diğer insanlarla iletişim kurabilse bile *“bir insan sanal mekanda yaşayamaz.”* (URL-1, 2003)

2. Sanal mekan da gerçek mekan gibi aynı anda birden çok kişi tarafından tecrübe edilebilmektedir. Hatta bu kişilerin sanal ortamda birbirleriyle etkileşime girmeleri de mümkündür. Ancak birden fazla kişinin aynı sanal mekanı tecrübe edebilmesi için ek donanımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bazı sistemlerde her ek kullanıcı sistem hızını olumsuz yönde etkilemektedir.
3. Gerçek mekan, temel varoluş zemini olduğundan içindeki efektler insan ile birlikte aracısız olarak varolabilmektedir. Gerçek mekandaki bir masa aracısız olarak var olur, görülebilir, hissedilebilir. Çünkü masayı oluşturan malzeme masa haline gelmeden önce de vardır. Her şey bir anda vardır. Yok etmek veya yoktan var etmek gerçek mekanda mümkün değildir. Sanal mekanda var olan ise yansımadır. Masa yoktan var edilebildiği veya var iken yok edilebildiği için gerçek olmaz ve gerçeği gibi kullanılamaz. sadece kendi mekanındaki varlıklar ile etkileşime girebilir. (Gerçek bir vazo sanal bir masa üzerinde duramaz.) Aracısız olarak görülemez, hissedilemez. Görülen monitörün üzerinde oluşan resimdir ve görülebilmesi için gerçek mekandan geçerek insanın gözüne ulaşmak zorundadır.
4. Mekan, kendini tanımlamak için kullanılan mimari tasarım elemanları ile birlikte diğer bütün fiziksel obje ve gerçeklikleri içerebilecek bir yapıya sahiptir. Bu gerçeklikler kimi zaman fiziksel objeler, kimi zaman hareket, kimi zaman ışık, rüzgar, sıcaklık gibi efektlerdir. Mekan içindeki varlıklar var olma güçlerini mekanın kendi potansiyelinden alırlar. Sanal mekanda da varlıklar sanal mekanı öneren yazılım ve donanım sisteminin potansiyeli kadar çeşitlenebilmektedir. Her efekt için sanal mekanda bu efektin hangi eşiklerde ve nasıl var olabileceğini belirleyen bir yazılım ve donanım sistemi gereklidir. Bu karşılık sadece görsel olabileceği gibi kullanılan donanıma göre fiziksel veya işitsel de olabilir.
5. İnsanoğlunun çevresi ve kendisi hakkında edindiği bilgi arttıkça sanal mekan gerçeğin daha büyük bir bölümünü temsil edecektir. Bugünkü haliyle sanal mekan gerçeğin sadece sayısal uzantılarını içerebildiğinden ideal anlamda bir mekan temsili ancak

eksiksiz bilgi ile olacaktır. Bu ise imkansızdır. İnsanın gerçek hakkındaki bilgisi arttıkça onu sanal mekana daha iyi taşıyacaktır.

6. Sanal mekan görsel anlamda gerçek dünyadaki efektlerin büyük bir bölümünü içermektedir. Ancak, görme haricindeki duyu uyaran efektler görsel efektler kadar yüksek düzeylere ulaşamamıştır. Sanal mekanda görsel kalite nedereyse gerçek dünyadaki ile aynı düzeydedir. Konunun ciddiye alınmasını sağlayan da zaten bu özelliğidir. Ancak sanal mekanda etkileşim söz konusu olduğunda kısa sürelerde büyük hesaplamalar gerektiğinden görsel efekt kalitesinin düştüğü görülür. Sanal mekanda görsel efekt ancak durağan resimlerde maksimum düzeye çıkabilmektedir.
7. Mekan, mutlak mekan içinde tanımlanır. Mutlak mekanın sınırları belli olmadığı için mekanın konumu ancak göreceli olarak tanımlanabilmektedir. Sanal mekanda ise mutlak mekan yazılım tarafından öngörülür ve orijini belli bir üç boyutlu koordinat sistemi ile ifade edilmektedir. Orijininin belli olması mutlak mekan kavramı gibi diğer açık uçlu soyut kavramların veya sistemlerin de ancak belirsizliklerin giderilmesi halinde sanal mekan içinde temsil edilebilecekleri anlamına gelir.
8. Göreceli mekan kavramının sanal mekandaki karşılığı ise kullanıcı tarafından oluşturulan ve asal koordinat sistemine göre tanımlanmış yeni bir koordinat sistemidir. Bu şekilde aynı mekan içinde kendi sistemine sahip farklı mekanlar tanımlanabilmektedir.
9. Zaman kavramının sanal mekandaki karşılığı yüksek frekanslı bilgi güncelleştirmedir. Sanal mekanda hareket veya etkileşim gerçek dünyadaki gibi sürekli yani kesintisiz olmaktan çok uzaktadır. Bir kişi sanal mekandaki bir nesne ile sadece sistemin güncelleme yaptığı anlarda etkileşime girmektedir. Gerçek mekandaki sürekli efektlerin yerini *refresh rate* yani tazeleme oranlarına bağlı olarak yinelenen uyarıcılar alır. Sanal mekanda tazeleme oranı ne kadar yüksekse etkileşim gerçeğe o kadar yakın bir değerdedir. Gerçek anlamda eş zamanlılık sanal mekanda elde edilemeyen bir efekt olmasına rağmen bu sistemlerde güncelleme oranının bir insanın kesintiyi hissedebilme sınırı üzerinde olması, söz konusu etkileşimin eş zamanlı olarak adlandırılmasına neden olmuştur.

10. Gerçek mekanda zamanın bir bölümünde geçen olay tekrarlanamazken, sanal mekanda gerçekleşen ve var olan her şey, kaydedilebilir ve tekrarlanabilir. Kayıt işlemi gerçek mekandaki gibi bir kayıt cihazı ile yapılmadığından gerçekleşen olaylar sanal mekan içinde farklı noktalardan tecrübe edilebilir.
11. Günümüzde etkileşimin tüm çeşitlerini yani gerçek dünya efektlerinin büyük bir bölümünü sağlayan bir sanal mekan ancak astronomik düzeydeki bütçelerle oluşturulabilecek sistemlerle elde edilebilmektedir. Ancak bilgisayar donanımlarının fiyatlarının her geçen gün düştüğü göz önüne alınırsa yakın bir gelecekte bu sistemlerin maliyetlerinin hemen her tasarımcının karşılayabileceği düzeylere ineceği söylenebilir.
12. Sanal mekan tasarımcı ve muhataplarına 1:1 ölçekte denenmesi çok pahalı hatta imkansız olan fikirlerin çok düşük maliyetlerle test edilebileceği bir ortam sumaktadır. Bir tasarımcı tasarladığı yapı inşa edilmeden içinde yürüyebilmekte ve bu tecrübeyi konunun diğer muhataplarıyla paylaşabilmektedir.
13. Tasarımcı sanal mekanı bir araç olarak kullanabilmek için tasarım bilgisinin yanı sıra sistemi kullanmak için gerekli asgari bilgiye de sahip olmalıdır.

Sanal mekan kavramı, zaman ve mekan kavramı içindeki karşılığını yukarıda maddeler halinde sunulan biçimleriyle bulmaktadır. Ancak, sanal mekan, mimari çizim, model ve simülasyon kavramları bağlamında incelendiğinde türüne yani onu oluşturan sisteme ve yazılıma göre farklı anlamlar içermektedir.

Tasarım süreci içinde bir araç olarak sanal mekânın ne anlama geldiğini belirleyebilmek ancak sanal mekânı içeriğinden ayırdığımızda mümkün olacaktır. Tek başına sanal mekân üzeri boş bir kağıt veya boş bir mekândır. Ancak, bu mekânın insan ile buluşma yöntemi ya da daha açık bir ifadeyle insanın sanal mekân içinde girme yöntemi sanal mekânın boş bir kağıt mı yoksa boş bir mekân mı olduğunu belirler. Sanal gerçeklik sistemlerini incelerken görülmüştür ki bazılarında etkileşim özel aygıtlarla ve aygıtın belirlediği yöntemlerle gerçekleşmektedir. 3d mouse kullanan bir kişi ile haptic eldiven kullanan bir kişinin sanal mekânı dahil olma düzeyi birbirinden farklıdır. Birinde yapay ve ancak görsel olan etkileşim diğerinde konvansiyonel bir biçimde gerçekleştiğinden , yani hem görsel hem dokunsal, hatta işitsel olduğundan daha az yapaydır.

Mimari çizim, model ve simülasyonu önceki bölümde şöyle açıklamıştık:

“Çizim, optik ve geometri bilimleriyle yakın ilişki içinde olan, yapının sembollerden oluşan temsilidir. Mimar, çizimi yapı hakkındaki fikirlerini somutlaştırmak için kullanır. Çizim, yapısal olarak bir resimdir ve yapı ile ilgili tüm betimlemeleri destekleyebilmelidir. Bir çizgi noktalarından oluşur. Nokta çizginin bölünemeyen en küçük parçasıdır. Yüzey çizginin sürüklenmesi ile, kütle ise yüzeyin sürüklenmesi ile oluşur. Çizimin yapıldığı kağıt düzlemi iki boyutlu olduğu için üçüncü boyut bu düzlem üzerinde sadece efekt olarak var olabilir. Perspektif çizim teknikleri bu efektlerden biridir.

Model, bir gerçekliğin bazı karakteristiklerini taşıyan yapay bir sistemdir. Diğer adıyla maket, mimari anlamda yapının bazı karakteristiklerini taşıyan temsilidir. Bir model hiçbir zaman temsil ettiği sistemle ilgili bilgilerin tümünü içeremez. Çünkü insanoğlu çevresi hakkında eksiksiz bir bilgiye sahip değildir. Model bilimin tüm alanlarında kullanılan bir araçtır.

Simülasyon, gözlemciye realiteye en yakın test imkanı veren deneysel bir yöntemdir. Simülasyon ile tasarlananın gerçek dünyada nasıl var olacağı test edilir. İdeal bir model oluşturmak gibi ideal bir simülasyon ortamı oluşturmak da aynı nedenlerden dolayı mümkün değildir. Geniş kapsamlı simülasyonlar için bilgisayar desteğine ihtiyaç vardır. Bu ise maliyetin artmasına neden olur. Simülasyon, diğer bilim dallarında da sıkça kullanılır. Otomotiv, tıp, sivil havacılık, askeri savuma simülasyonunun en çok kullanıldığı alanlardır.”

Bu açıklamalar ışığında sanal gerçeklik sistemlerini ve sundukları sanal mekanı tekrar düşünecek olursak sanal mekan kavramının bazen çizim bazen model bazen de simülasyon anlamı taşıdığını görürüz.

Masaüstü sistemlerde, ki burada kastedilen sıradan bilgisayar sistemleridir, monitör üzerinde görülen sanal mekan bir kağıt düzlemi, üzerindeki resim de perspektif bir çizim olarak düşünülebilir. Tek farkla; perspektif bir resim durağan iken monitör üzerindeki resim kullanıcının istediği yönde dönebilmektedir. Bu ise görüntünün mimari model yani maket gibi algılanmasına neden olmaktadır. Algılanan bu görüntü ise model olarak adlandırılabilir. Ancak sanal bir model malzeme ve detay gibi sıradan bir maketten çok daha fazla bilgi içerebilir.

Responsive workbench’ler ise masaüstü sistemlerden farklı olarak sürekli üç boyutlu görüntü efekti sunduğundan mimar tasarımda bir model platformu olarak kullanılabilir. Bu tür sistemlerde kullanılan çizim ve düzenleme araçlarının kullanıcının üç boyuttaki hareketlerine karşı duyarlılık göstermesi ve üretilen grafiğin farklı açılardan gerçek

dünyada olduğu gibi algılanabilmesi nedeniyle bu sistemin sunduğu sanal mekan ve grafik büyük ölçüde maket hazırlama ortamındakine benzer .

Cave, BOOM ve HMD sistemlerinde ise kullanıcının sanal mekan içine dahil olması söz konusudur. Öyle ki masaüstü ve responsive workbench sistemlerinde sanal mekanı sadece sistemin sunduğu alan içinde algılarken bu tür sistemlerde sanal mekan kullanıcıyı çepeçevre sarar. Etkileşime girmek için kullanılan aygıtların çeşitliliği ve etkileşim yöntemlerinin gerçek dünyadakine benzerlikleri düşünüldüğünde mekansal bir simülasyon aracı olarak kullanılabilirler. Sanal mekanın kullanıcıyı sarması, oluşturulan geometrilerin 1:1 ölçekte görülebilmesini sağlar. Ancak bina inşa edildikten sonra yaşanabilecek bir tecrübenin yaşanmasına olanak verdiği için bu sistemlerden çizim veya maket oluşturma sistemleri yerine simülasyon sistemleri olarak söz etmek daha doğru olur ki zaten mimari tasarım süreci içinde kullanılan örneklerinden mimari simülasyon olarak söz edilmektedir.

Augmented Reality sistemleri ise gerçek mekan ile sanal mekanı birbiri ile karşılaştırarak sanal ve gerçeği bir araya getirdiği için diğer sistemlerden ayrı bir konumdadır. Bu özelliği Augmented Reality sistemlerine diğer sanal gerçeklik sistemleri ile yapılabilen her şeyi yapabilme özelliği verir. Bir Augmented Reality sistemi bir masaüstü sistemi olarak çizim ve model aracı olarak kullanılabilir gibi Cave, BOOM veya HMD sistemleri gibi mimar simülasyon amacı ile de kullanılabilir. Hatta bunların ötesine gider ve mevcut mekanların üzerinde değişiklik veya tasarım söz konusu olduğunda benzersiz bir araç olur. Örneğin boş bir oda bu sistem ile sanal mobilyalarla döşenebilir. Kullanıcının baktığında gördüğü gerçek bir oda ve içine yerleşmiş sanal mobilyalardır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mekan ve zaman var olduğumuzu hissettiğimiz sonsuz içerikler olarak düşünüldüğünde, sanal mekanın, içinde var olduğumuzu hissedebildiğimiz anda mekana alternatif bir varoluş zemini olacağını söylemek mümkündür. Yapılan inceleme ve değerlendirme sonucunda görülmüştür ki, sanal mekan günümüz teknolojisinde mekanın pek çok özelliğini sayısallaştırılmış ve sınırlı olarak içerebilmektedir. Bu haliyle gerçek mekandan beklentilerimizi tam olarak karşılamaktan uzaktır ama karşılaştığımız bu özel durum Røetzer'in de –interneti kastederek- ; “...siber mekan gerçek dünyadaki tüm problemlerin çözümü olarak kabul edilmiştir. Aynı zamanda bireyin ve özgürlüklerinin her şeyin üstünde olduğu Amerikan riyasının devamı olarak.”(Røetzer,1998) ifadesinde belirttiği gibi bizlere büyük hayallerimizi kolayca gerçekleştirebileceğimiz bir yer bulabileceğimiz şekline iç gıcıklayıcı bir umut vermektedir .

Ama biliriz ki sanal mekan gerçeği ne kadar iyi simüle ederse etsin gerçek değildir. Gerçeğin ne olduğunu sorguladığımızda ona ulaşmak için kullandığımız şeylerin duyularımızla algıladığımız ve zihnimizde yorumladığımız şey olduğunu anlarız ve belki de bu yüzden “The MATRIX®” gibi bir şeyler ararız. Stenslie; “*Sanal gerçeklik sisteminde size doğru atılan bir taş başınıza çarpıp acıtmadıkça taş değildir.*” Der (Stenslie, 1998). Ama acıtırsa taş olduğu anlamına mı gelir? Moravee kitabında bir bölümde başlık olarak “The Senses Have No Future” (duyuların geleceği yok) ifadesini kullanmıştır (Moravee, 1998). Sinir sistemimizin yapısı tamamen çözüldüğünde ve gerekli uyarılar bilgisayar sistemleri ile oluşturulduğunda gerçekte, sanal olan arasındaki farkı ayırt edebileceğimizi kim savunabilir? Dahası, Bostrom (URL-13, 2003) şu an bir simülasyon içinde yaşıyor olma ihtimalimizin %25 olduğunu ifade etmektedir.

Sanal mekan gerçeği bir düzeye kadar temsil eder ve bu düzeyi mekanın kullanım amacı belirler. Bir sistemde aydınlatma deneyi yapmak için oluşturulan sanal mekan, başka bir sistemde içinde çarpışma deneyi yapılabilecek nitelikte oluşturulur.

“*Mimarlık vücuttaki bütün duyuları uyardığı için sanal gerçeklik sistemlerinin en vaat edici alanını temsil eder*” (URL-14,2002). Bu yüzden mimarlık bilgisayar teknolojisindeki gelişimlerden ve dolayısıyla da sanal mekandan en çok faydalanabilecek ihtisas dallarından biridir. Yapılan incelemede görülmüştür ki sanal mekan mimari tasarım sürecinde değişik aşamalarda değişik amaçlarla kullanılabilir. Özellikle yapıların 1:1

ölçekteki modelini sına ma imkanı vermesi tasarımda sonradan telafi edilemeyecek aksaklıkların önceden belirlenmesini sağlayacaktır. Sanal gerçeklik sistemlerinin çok kullanıcı desteğinin olması tasarım ekibinin müşterek bazı kararları almasını kolaylaştıracaktır.

Sanal gerçeklik sistemleri normal bilgisayar sistemlerinden farklı olarak gerçek dünyaya ait etkileşim biçimlerine olanak verdiğiinden tasarımcının sistemi kullanmak için sahip olması gereken teknik bilgi normal bilgisayar sistemlerine göre çok daha azdır. Bina içinde gezinerek sadece istediği yöne bakmak için bir tasarımcının bildiklerine ek olarak öğrenmesi gereken hiçbir şey yoktur. Normal bir bilgisayar sisteminde ise her bir eylemin hangi komutla yapıldığını öğrenmek zorundadır. Ancak, kullanımının kolay olmasına rağmen bir tasarımcı sanal mekan teknolojisindeki gelişimleri takip edebilmek ve yaratıcı çözümler oluşturabilmek için sistem hakkında belirli bir düzeyde bilgi sahibi olmalıdır.

Motion Capture tekniği ile sayısallaştırılan insan eylemleri bir mimara özellikle mekan boyutlarını belirlerken benzersiz bir test imkanı sunacaktır. Örneğin, bir balerin için gerekli çalışma salonunun boyutlarını yanınızda bale yapan sanal bir balerin ile test etmek şüphesiz ideal bir çözüm olacaktır. Bilgisayar sistemlerinin gelişimi ile kalabalık insan gruplarının davranışının simüle edilebileceği düşünüldüğünde sanal mekanın karmaşık işlemlere sahip yapıların tasarımına katkısı daha iyi anlaşılacaktır.

Augmented Reality sistemleri sayesinde ise sanal mekan gerçek mekan ile karşılaştırılarak yeni düzenlemeler için benzersiz bir platform elde edilecektir.

Mekanın gerçek ve sanal olanını daha iyi mukayese edebilmek için, elde edilen bilgiler aşağıdaki tablo şeklinde özetlenebilir.

Tablo 1. Gerçek ve Sanal Mekana ait karakteristikler

GERÇEK	SANAL
<i>Mekan</i> , mimari elemanlarla tanımlanır ve anlamlı hale getirilir.	<i>Mekan</i> , sanal mimari elemanlarla tanımlanır, anlamı denetlenebilir.
<i>Mekan</i> , anlamını gerçek eylemlerden alır	<i>Mekan</i> , anlamını sanal eylemlerden alır, mutfak yatak odası, cami, kilise gibi gerçek anlamlar alamaz
<i>Mekan</i> , içinde insanların yaşayabileceği ve diğer insanlarla iletişim kurabileceği bir içericiştir.	<i>Mekan</i> içinde diğer insanlarla iletişim kurulabilse bile içinde yaşanamaz.
<i>Mekan</i> aynı anda birden fazla kişi tarafından tecrübe edilebilir.	<i>Mekanda</i> , her katılımcı için ek donanıma ve sistem kapasitesine ihtiyaç vardır.
<i>Mekandaki</i> her efekt aracısız olarak var olur.	<i>Mekandaki</i> her efekt için ayrı yazılım ve donanım sistemi gerekir.
<i>Mekandaki</i> her efekt var olma gücünü mekanın kendisinden alır.	<i>Mekanda</i> da her efekt var olma gücünü sanal mekandan alır
<i>Mekanda</i> bir gerçeklik yoktan var edilemez, var iken yok edilemez.	<i>Mekanda</i> bir efekti yoktan var etmek veya var iken yok etmek mümkündür.
<i>Mekanda</i> bir gerçekliği tanımlayan bilgi sınırsızdır. Limit, algı için gereklidir.	<i>Mekanda</i> bir gerçeklik ancak <i>algı</i> düzeyinde yani sınırlı olarak var olur.
<i>Mekanda</i> efektler beş duyuyu uyurabilecekleri maksimum düzeyde uyandır.	<i>Mekanda</i> görme haricindeki tüm duyuları uyaran efektler görsel efektler kadar yüksek düzeye –şimdilik- ulaşamamıştır. görsel kaliteyse etkileşim kalitesiyle ters orantılı olarak değişmektedir.
<i>Mekan</i> mutlak mekan içinde tanımlanır.	<i>Mekan</i> da mutlak mekan olarak nitelendirilebilecek sabit bir koordinat sistemiyle tanımlanır.
Mutlak mekanın sınırları belirli olmadığından tanımlama görecelidir.	<i>Mekan</i> da sınırsız bir yapıdadır ancak, farklı olarak bir orijine sahiptir. Göreceli tanımlamaya gerek kalmaz.
<i>Zaman</i> içindeki olaylar ileri doğru akar ve tekrarlanamaz.	<i>Zaman</i> geriye akabilir, donabilir ve tekrarlanabilir.
<i>Mekanda</i> tasarım süreci boyunca ölçekler kullanılır.	<i>Mekan</i> 1:1 ölçekte tecrübeye imkan verir.
<i>Mekanı</i> tasarlamak için tasarım bilgisi yeterlidir.	<i>Mekanı</i> tasarlamak için ek olarak simülasyon sistemlerini kullanmak için gerekli olan asgari bilgiye ihtiyaç vardır.

Sanal mekanı kullanıcılar ile buluşturan sanal gerçeklik sistemlerinin, mimarlıktaki, olanak ve olasılıkları ile ilgili olarak ise şunları söyleyebiliriz;

- Masaüstü sistemleri tasarım sürecinde renk, doku, ışık, tefriş gibi kararların hızlı bir biçimde denenmesine olanak vermektedirler.
- Responsive workbench sistemleri ise maket ve modellere ihtiyaç duyulan aşamalarda özellikle şehircilik ve kentsel planlama sürecinde kararların hızlı bir biçimde alınmasını sağlayabilecek yapıdadırlar. Mimarlık eğitiminde de kütleli çalışmalarda, kullanım kolaylığı nedeniyle ilk sınıf öğrencilerini dahi hızlı bir biçimde deneme yapabilecekleri ve özellikle kavramakta zorlanacakları organik formları inceleyebilecekleri bir ortamdır.
- CAVE, BOOM ve HMD sistemleri ölçek kavramını ortadan kaldırdığından tasarım sürecinde, yapının doğrudan denenmesi imkansız olan bir takım kriterlere ne ölçüde yanıt verdiğinin gerçeğe en yakın ölçüde tespit edilmesini sağlarlar. Ayrıca, tasarım ölçeklerine yabancı olan yapı muhataplarına tasarım hakkında bilgi vermeyi büyük ölçüde kolaylaştırır. Örneklendirilecek olursa;
 - Sıradan bir yapı muhatabı yapı içindeki ofisine nasıl ve nerelerden geçerek ulaşacağını yapı bitmeden görebilir, o yolu sanal ortamda bizzat kat edebilir.
 - Havaalanı veya alışveriş merkezi gibi yapıların tasarımlarında bulunması muhtemel geniş alanların yapı muhatapları üzerinde nasıl bir etki bırakacağı denenebilir.
 - Hastane ve benzeri kamu binalarında kullanıcıların kavrama haritası oluşturma problemlerine neden olan yani kaybolmalarına yol açan hatalar, kullanıcılar eşliğinde araştırılabilir.
- Augmented Reality sistemleri sayesinde gerçek bir mekanı sanal mobilyalarla döşemek ve bunu o mekanda görmek mümkün olabilmektedir benzer bir biçimde her hangi bir yapı tasarımını da inşa edileceği alan üzerinde görmek mümkündür. Tasarım doğrudan yapı alanı üzerinde tecrübe edilebilir ve çevresi ile ilişkisi benzersiz bir biçimde görülebilir.
 - Tamamı veya bir bölümü yıkılmış olan tarihi yapıları yerinde ve eksikleri giderilmiş bir biçimde görmek mümkün olacaktır.

Sanal mekan gelecekte gelişen potansiyeli ile içinde daha fazla eylemin gerçekleştirilebileceği ve mimari tasarım sürecinde çok daha farklı deneylerin yapılabileceği bir varoluş zemini olacaktır. Bu durumun, mimari tasarım sürecinin günümüzde kadar ulaşan modellerini köklü bir değişime uğratacağı söylenebilir. Vince (1998) yaşanacak olan kaçınılmaz değişimi şöyle anlatmaktadır;

“Hepimiz monitör veya LCD ekran kullanan bilgisayarlarla çalışmaya alıştık. Bundan 50 veya 100 yıl önce böyle bir şeyi hayal etmek bile çok zordu. O halde bu arabirimi ortadan kaldıracak yeni bir sistem olmak zorundadır...

...

Bilgisayarlar ve CAD olmadan aya gidemezdik”.



5. KAYNAKLAR

- Bertol, D., 1997. Designing Digital Space, "An Architect's Guide to Virtual Reality", John Wiley & Sons, New York.
- Ching, Francis D. K., 1979. *Form, Space & Order*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Çırakoğlu, A., 1999. Projections to scale, A Study on Conversions and New Technologies in Architectural Representation and Architectural Design Process, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Dönmez, K., 1997. Effects of Computer on Architectural Practice: a Survey on Turkish Architectural Offices, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Erkal, O., 1997. The Transformational Limits of Technology On Architectural Design With Emphasis On The Role of Digital Technologies In The Design Process, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Friedman, W., 1990. About Time, Inventing the Fourth Dimension, MIT, USA.
- Giedion, S., Space, 1963. Time and Architecture, Cambridge, Massachusetts Harvard University Pres, Oxford University Pres, London.
- Grünbaum, A., 1963. Philosophical Problems of Space and Time, Alfred A. Knoph, New York. GÜR, Ş., Ö., 1998. Mimariyi Eleştirmek, Yapı Dergisi, 194.
- Heidegger, M., 1992. The Concept of Time, Translated by William McNeill, Blackwell, UK.
- Heim, M., 1998. Virtual Reality and the Tea Ceremony, "The Virtual Dimension, Architecture, Representation and Crash Culture", Princeton Architectural Pres, New York.
- Hillier, B., 1996. Space is the Machine, Cambridge University Pres, Great Britain.
- Johnson, P. A., 1994. The Theory of architecture "Concepts, Themes & Practices", Van Nostrand Reinhold, USA.
- Lefebvre, H., 2000. The Production of Space (Production de l'espace, English) Translated by Donel Nicholson-Smith Brackwell, Cambridge, USA.
- Karabağ, K., 2001. Absolute Space: MUD, a Re-conceptualisation of Architectural Space, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Mimarlık Fakültesi.
- Moravee, H., 1998. The Senses Have No Future, "The Virtual Dimension, Architecture, Representation and Crash Culture", Princeton Architectural Pres, New York.

- Ray, C., Time, 1991. Space and Philosophy, Routledge, New York.
- Röetzer, F., 1998. Outer space or Virtual Space?, Utopias of the Digital Age, , “The Virtual Dimension, Architecture, Representation and Crash Culture”, Princeton Architectural Pres, New York.
- Stenslie, S., 1998. Flesh Space, “The Virtual Dimension, Architecture, Representation and Crash Culture”, Princeton Architectural Pres, New York.
- Taşlı, Ş., 1999. Dynamic Simulation in Virtual Environment as an Education Tool For Architectural Design, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Şehircilik ve Mimarlık Fakültesi .
- Ural, S., E., 1995. Mimarlıkta Renk: Yapay Ortamların Renklendirilmesinde Renk Dinamikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- URL-1, <http://home1.pacific.net.sg/~yangli/content.htm>, Architecture in Cyberspace or Cyberspace in Architecture, 5 Ocak 2003
- URL-2, <http://www.rider.edu/users/suler/psycyber/psycyber.html>, Psychology in Cyberspace, 12 Aralık 2002
- URL-3, <http://www.hitl.washington.edu/people/dace/portfoli/crit34.htm>, Virtual Architecture, 6 Kasım 2002
- URL-4, http://phyun5.ucr.edu/~wudka/Physics7/Notes_www/node55.html, 1st Law and Newtonian Space and Time, 25 Eylül 2002
- URL-5, <http://citeseer.nj.nec.com/475446.html>, Designing Virtual Architecture, 20 Ocak 2002
- URL-6, <http://arch.hku.hk/~marcaurel/PhDProposal1.html>, Are Computer Generated Virtual Environments Analogous to Architecture?, 23 Mart 2002
- URL-7, http://www.um.u-tokyo.ac.jp/dm2k-umdb/publish_db/books/va/english/01.html. Architecture Without a Place, 12 Şubat 2002
- URL-8, <http://www.cs.berkeley.edu/~jasonh/cs39i-seminar/project1/IvanSutherland/>, 9 Aralık 2002
- URL-9, <http://archive.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/VETopLevels/VR.History.html>, 16 Aralık 2002
- URL-10, <http://www.sun.com/960710/feature3/sketchpad.html#sketch>, 17 Ocak 2002
- URL-11, <http://www.osc.edu/research/scOSC/sc99/tabiei/index.shtml>, Finite Element Vehicle/Dummy Interaction, 19 Ocak 2003

URL-12, <http://ei.cs.vt.edu/~history/Tate.VR.html>, Virtual Reality: A Historical Perspective, 10 Şubat 2002

URL-13, <http://www.simulation-argument.com>, Are You Living In a Computer Simulation, 5 Şubat 2003

URL-14, http://www.um.u-tokyo.ac.jp/dm2k-umdb/publish_db/books/va/english/01.html, 13 Şubat 2002

Vince, J., 1998. "Essential Virtual Reality Fast", Springer, Great Britain .

Zampi G., Morgan L.C., 1995. Virtual Architecture, McGraw Hill, USA.



ÖZGEÇMİŞ

Edibali AKTAR 1977 yılında Amasya’da doğdu. 1996 yılında Sakarya Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü’nde Lisans eğitimi almaya başladı. 1999 yılında T.A.Ç. VAKFI teşvik ödülü aldı. 2000 yılında bu bölümden mezun oldu. Ekim 2000’de K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitimi almaya başladı. Ocak 2001’de K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü’ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. İngilizce bilmektedir.

