

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İKİ BOYUTLU MEDYALARDA İLERİ ÜÇ BOYUTLU
ANLATIM VE MİMARLIK**

Mimar Ufuk ERGUN

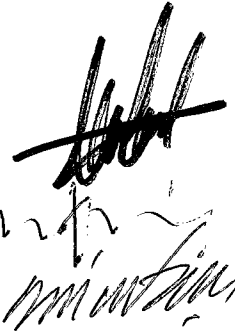
**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. Togan Tong

Doç. Dr. Murat Soygeniş

Doç. Dr. Sinan Mert Şener (İTÜ)



154520

İSTANBUL, 2004

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	1
1.2 Araştırmanın Kapsamı.....	2
1.3 Araştırmanın Yöntemi.....	2
2. ALGI	3
2.1 Görsel Algı	3
2.1.1 Gestalt Teorisi	7
2.1.2 Derinlik Algısı.....	10
2.1.2.1 Derinlik İpuçları	11
2.1.2.2 Stereopsis	15
3. MİMARİ ANLATIM	18
3.1 İzdüşüm	19
3.2 Perspektif.....	20
3.3 Fotoğraf	22
4. İLERİ ÜÇ BOYUTLU İFADE YÖNTEMLERİ	25
4.1 Sanal Gerçeklik	26
4.1.1 Sanal Gerçekliğin Gelişimi	26
4.1.2 Görme Duyusuna Yönelik Arabirimler.....	28
4.1.2.1 HMD.....	29
4.1.2.2 BOOM.....	30
4.1.2.3 CAVE	31
4.1.2.4 Hacimsel Görüntüleyiciler	32
4.1.3 VRML	33
4.1.4 VR Panoramik Görüntüleri	35
4.2 Stereografi	40
4.2.1 Stereografinin Gelişimi	40
4.2.2 Stereogram Çeşitleri	42
4.2.2.1 Kask.....	43
4.2.2.2 Resimler	44

4.2.2.3	Anaglif.....	49
4.2.2.4	Polarizasyon	51
4.2.2.5	RDS	54
4.2.2.6	SIRDS.....	56
4.2.2.7	SITS.....	57
4.2.2.8	SIRTS	57
4.3	Lenticular	58
4.3.1	Lenticuların Gelişimi.....	59
4.3.2	Lenticular Resimlerin Özellikleri.....	63
4.4	Holografi	66
4.4.1	Holografının Gelişimi	66
4.4.2	Hologramların Yapılışı.....	75
4.4.3	Hologram Çeşitleri	77
4.4.3.1	Yansıma Hologram	77
4.4.3.2	Transmisyon Hologram.....	77
5.	İKİ BOYUTLU MEDYALARDA İLERİ ÜÇ BOYUTLU ANLATIM ve MİMARLIK	79
6.	SONUÇ	87
KAYNAKLAR		89
ÖZGEÇMİŞ		92

KISALTMA LİSTESİ

3D	Three Dimensional
ARPA	Advanced Research Projects Agency
BOOM	Binocular Omni Orientation Monitor
CAD	Computer Aided Design
CAM	Computer Aided Manufacture
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
DCG	Dichromated Gelatin
FOV	Field of View
HMD	Head Mounted Display
ISO	International Organization for Standardization
LCD	Liquid Crystal Display
LCS	Liquid Crystal Shutter
LPI	Lens per Inch
MIT	Massachusetts Institute of Technology
RDS	Random Dot Stereogram
RPC	Rich Photorealistic Content
SIRDS	Single Image Random Dot Stereogram
SIRTS	Single Image Random Text Stereogram
SIS	Single Image Stereogram
SITS	Single Image Texture Stereogram
VIEW	Virtual Interface Environment Workstation
VR	Virtual Reality
VRML	Virtual Reality Modeling Language

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Hermann ızgara sistemi [2]	4
Şekil 2.2	Düşey çizgilerle yapılan bir düzenleme [2].....	5
Şekil 2.3	Rorshach mürekkep lekelerine bir örnek [2].....	5
Şekil 2.4	Dolaylı algıya bir örnek [2].....	6
Şekil 2.5	İki şekilde yorumlanabilen resimlere bir örnek [2].....	6
Şekil 2.6	Siyah beneklerle ve beyaz aralarla oluşturulan bir şekil (Gürer, 1970).....	7
Şekil 2.7	Yakınlık, kolonlar dizisi [3]	8
Şekil 2.8	Yakınlık, sıralar dizisi [3].....	8
Şekil 2.9	Üç çift çizgi ve tek bir çizgi grubu [3]	9
Şekil 2.10	Benzerlik [3].....	9
Şekil 2.11	İyi devamlılık [3].....	10
Şekil 2.12	Kapalılık [3]	10
Şekil 2.13	Perspektif (Lipton, 1982)	11
Şekil 2.14	Perspektif yanılması [4]	12
Şekil 2.15	Ponzo yanılması [4]	12
Şekil 2.16	Örtme [4]	13
Şekil 2.17	Çıkıntı ve oyuklar [4]	13
Şekil 2.18	Silindir [4]	14
Şekil 2.19	Doku sıklığı giderek artarak derinlik algısı yaratır (Lipton, 1982).....	14
Şekil 2.20	Hareket paralaksı, resim dizisinde, öndeki çizitler arkadakilere göre daha çok yer değiştirmektedir. (Lipton, 1982)	15
Şekil 2.21	Gözlerin algıladığı iki farklı resim (Erçetin, 2003c).....	15
Şekil 2.22	Tek noktada birleştirme (Lipton, 1982)	16
Şekil 2.23	Ayrıklık (Lipton, 1982).....	17
Şekil 2.24	Retina üzerindeki imaj büyüklüğü (Gürer, 1970)	17
Şekil 3.1	El – Dier el – Bahari bölgesindeki tapınağın girişindeki ağaçlığa ait vaziyet planı ve bunun kağıda aktarılmış hali (Porter, 1979).....	18
Şekil 3.2	Botta'nın Varese'deki bir yarışma projesine ait kesit – perspektif (Pizzi, 1997) .	19
Şekil 3.3	Üçüncü boyutu anlatmak için kullanılan izdüşüm yöntemleri.....	20
Şekil 3.4	Alberti tarafından yapılan ızgaranın perspektif olarak kurulması (Eissen, 1990). 21	
Şekil 3.5	Düşey çerçeveyi iplik şebekesiyle küçük karelere bölüp resim yapılmasını gösteren bir resim (Eissen, 1990).....	22
Şekil 3.6	Bir oturma grubunun bilgisayar ile bir mekana eklenmesi (Ufuk Ergun, 2004)...	24
Şekil 4.1	Berlo'nun iletişim modeli [5].....	25
Şekil 4.2	Sinuraibhan'ın Berlo'nun iletişim modelini mimarlığa uyarlaması [5]	25
Şekil 4.3	Değişik arabirimlerle yapılan bir toplantının görüntüleri [8].....	28
Şekil 4.4	HMD [9].....	29
Şekil 4.5	BOOM [8]	30
Şekil 4.6	CAVE [8]	31
Şekil 4.7	Perspecta Spatial 3D isimli görüntüleyiciye çeşitli açılardan bakış [11].....	32
Şekil 4.8	Michelangelo'nun Davut heykelinin lazer tarama yapılması [12].....	34
Şekil 4.9	Çevre tabanlı panoramik görüntü oluşturma sürecini gösteren bir örnek; fotoğraf çekilmesi, birleştirilmesi ve 360° görüntü oluşturulması. (Ufuk Ergun, 2003)	36
Şekil 4.10	360° tek fotoğraf işlenmeden önceki hali [13].....	37
Şekil 4.11	Nesne tabanlı panorama oluşturmak için çekilen resimler ve bunların yazılım aracılığıyla birleştirilmesini gösteren VR ObjectWorx isimli programdan ekran görüntüsü.....	38
Şekil 4.12	Stereoskop [14]	40
Şekil 4.13	Holmes izleyicisi ve bu izleyicide kullanılan resimlerden bir örnek [15].....	41

Şekil 4.14	Stereogram Çeşitleri.....	42
Şekil 4.15	Birbirine geçmiş görüntü [17].....	43
Şekil 4.16	İki objektifli fotoğraf makinelerine örnekler.....	44
Şekil 4.17	Tek objektifli fotoğraf makineleri için 3D adaptörleri.....	44
Şekil 4.18	Koşut bakma yöntemi (Erçetin, 2003c).....	45
Şekil 4.19	Şaşı bakma yöntemi (Erçetin, 2003c)	46
Şekil 4.20	Üç boyutlu görüntüyü şaşı bakma yöntemiyle algılamayı anlatan görüntüler (Erçetin, 2003c).....	47
Şekil 4.21	View-Master izleyicisi [18].....	48
Şekil 4.22	View-Master filmi	48
Şekil 4.23	Kırmızı ve yeşil filtreli anaglif gözlüğü	49
Şekil 4.24	Anaglif resim [20].....	50
Şekil 4.25	Doğal, polarize edilmemiş ışık (Lipton, 1982)	52
Şekil 4.26	Polarize ışık, x-z düzlemi tek dalga titreşimiyle gösterilmiştir. (Lipton, 1982)....	52
Şekil 4.27	Polarize filtrelerle yansıtma ve izleme şeması (Lipton, 1982).....	53
Şekil 4.28	IMAX sinemaların şeması [22].....	54
Şekil 4.29	Dr. Bela Julesz'in yaptığı bir rasgele nokta stereogramı [23].....	55
Şekil 4.30	RDS oluşturma aşamaları.....	55
Şekil 4.31	Oluşturulan RDS	56
Şekil 4.32	SIRDS [25].....	56
Şekil 4.33	SITS [26].....	57
Şekil 4.34	Yazılım için gereken girdi. Sayılar artıkça yükseklik artmaktadır. [27].....	58
Şekil 4.35	Sonuç SIRTIS [27]	58
Şekil 4.36	Paralaks stereogram için resmin hazırlanması [30].....	59
Şekil 4.37	Paralaks stereogramın çalışma prensibi [30].....	60
Şekil 4.38	Paralaks Panoramagram resmi [30].....	60
Şekil 4.39	Paralaks panoramagram [30].....	61
Şekil 4.40	İntegral fotoğraf tekniği (Çevik, 1994)	61
Şekil 4.41	İntegral fotoğraf tekniğiyle çekilmiş resim örneği [31]	62
Şekil 4.42	Lenticular [30].....	63
Şekil 4.43	Lenticular resimde odaklanma [29].....	63
Şekil 4.44	Lenticular resim örneği	64
Şekil 4.45	Üç boyutlu lenticular görüntü için kamera çekim açıları [30]	66
Şekil 4.46	Tutarlı ve tutarsız ışık [32].....	67
Şekil 4.47	Tren ve Kuş, Leith ve Upatnieks, 1964. Eksen-dışı tekniği kullanılarak yapılan ilk hologram. [33].....	67
Şekil 4.48	Holografinin mucidi Dennis Gabor, 18"x24" lazer transmisyonlu hologram portresinin arkasında duruyor. Bu portre 1971 yılında R. Rinehart tarafından kaydedilmiştir. [33]	68
Şekil 4.49	Dr. Stephen Benton, Kristal Başlangıç isimli, 1977 yılında Polaroid şirketi tarafından üretilen beyaz ışık transmisyonlu bir hologram ile beraber görünüyor. [33]	70
Şekil 4.50	1973 yılında Pethick ve Cross tarafından geliştirilen kum kutusu tekniğiyle yapılmış Gökkuşuğu Uzayadamı isimli beyaz ışık transmisyonlu hologram. [33]	71
Şekil 4.51	Holografi Müzesi [33].....	73
Şekil 4.52	Kabartma hologram taşıyan ilk kredi kartı [33].....	73
Şekil 4.53	National Geographic dergisinin Mart 1984 sayısının kapağı [33].....	74
Şekil 4.54	National Geographic dergisinin kapaklarına basılmış olan hologramlar [33]	74
Şekil 4.55	Bir hologram örneği	75
Şekil 4.56	Hologramın yapılış diyagramı [32].....	76
Şekil 5.1	Mars Pathfinder aracı tarafından çekilen 360° Mars Panoraması [34]	80

Şekil 5.2	Bilgisayarda hazırlanmış mekanın panoramik görüntüleri (Ufuk Ergun, 2004)...	80
Şekil 5.3	Stereoskopik VR panoramik görüntüsüne örnek [35].....	81
Şekil 5.4	Mars Pathfinder aracı tarafından çekilen arazi fotoğraflarına bir örnek [36] [37]	82
Şekil 5.5	Şehir tanıtımlarında kullanılan stereo resim çiftine bir örnek.....	83
Şekil 5.6	Bilgisayarda hazırlanan bir sahnenin stereo resim çifti (Ufuk Ergun, 2004).....	83
Şekil 5.7	Geometrik şekillerle oluşturulmuş bir anaglif resim (Ufuk Ergun, 2004)	84
Şekil 5.8	Bir hologramı anlatan bir filmde kareler görülmektedir. [38]	85



ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 4.1 Lenticular tabakaları malzemelerinin özellikleri [29].....	64
Çizelge 4.2 Lenticular tabakalarının özellikleri [29]	65



ÖNSÖZ

İnsan, düşüncesini ifade edebilmek, iletişim kurabilmek için çeşitli yöntemler kullanır. İfade yönteminde şekillerin kullanılması görsel algıya önem kazandırır.

Mimarlıkta da görsel öğeler dolayısıyla görsel algı önemli bir yer tutar. Bilindik algıları kullanmak işi kolaylaştıran bir etkidir.

Bu çalışmada, mimarlıkta gelişmesi önerilen üç boyutlu anlatım ele alınmıştır. Bu disiplin dışında kullanılan yöntemler görsel algı faktörü göz ardı edilmeden incelenmiştir. Görsel algının mimarlığı ilgilendiren kısımları üzerinde durulmuştur. İncelenen yöntemler anlatılmış, örnekleri sunulmuş ve mimarlığa entegrasyonunun yolları araştırılmıştır.

Yüksek lisans öğrenimim boyunca ufukumun genişlemesini sağlayan Yıldız Teknik Üniversitesi Bilgisayar Ortamında Mimarlık Yüksek Lisans programının tüm öğretim üyelerine ve öğrencilerine; tezim sırasında yardımlarını esirgemeyen Bilgisayar Ortamında Araştırma ve Tasarım laboratuvarı kadrosuna; tezimin hazırlanmasında çalışmalarımı özenle denetleyen, her türlü konuda yardım ve desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Öğretim Görevlisi Dr. Togan TONG'a teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmalarım boyunca bana her türlü desteklerini sunan, bilgilerini benimle paylaşan İlke Planlama ailesine, birikimleriyle tezimin gelişimine katkıda bulunan Murat GERMEN'e, görüş ve örneklerini bana sunan şirket ve ilgili kişilere teşekkür ederim.

Araştırmam boyunca bana destek olan, sorularıma yanıt bulan, güzel bir tez dönemi geçirmemi sağlayan, yüzümden tebessümün eksilmemesini sağlayan arkadaşlarım Ümmühan YÜKSEL, Hakan BAĞCI, Can KAYA, Töre SEÇİLMİŞLER, Sedat KARACA, Burcu ÇIKRIKÇIOĞLU, Konur GÖNENÇ, Betül ORTAÇ ve Vefalı arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında yanımdan ayrılmayan ve her türlü desteklerini esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

ÖZET

Mimarlık insanlar arasındaki çizime dayalı bir iletişim şeklidir. Bu iletişimde ifade ne kadar kuvvetli olursa mimarın kafasındaki tasarım başka kişilerin zihninde o kadar berrak şekillenir. Algı kavramı bu aşamada ön plana çıkar. Tasarımlardaki görsel algı faktörü genelde iki boyutlu yani kavramsal anlatımlar olarak kullanılır. Görsel algı gerçek hayattakine yakınlığı derecesinde anlamlı olur. Gerçek hayatta üç boyutlu nesnelere karşı karşıya olduğundan derinlik bilgisini veren ve derinliği algılatan üç boyutlu anlatımlar daha anlaşılır olur.

Mimarlıkta üç boyutlu anlatım ögesi olarak perspektif kullanılmaktadır. Bunun yanında diğer sektörlerde üç boyutlu anlatım yöntemi olarak değişik ifade şekilleri de mevcuttur. Bu anlatımlar reklam ögesi olarak mekan anlatımlarında da kullanılmaktadır.

Bu araştırmada, bu anlatım teknikleri incelenerek mimari sunumlarda, tasarım sürecinde ve mimari eğitimde kullanım biçimleri irdelenmiştir. Bu tekniklerin mimariye uygulanabilirliği doğrultusunda çalışmalar yapılmıştır. Sonuç olarak da bu tekniklerin mimaride kullanım şekilleri yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: görsel algı, mimari anlatım, üç boyutlu anlatım, sanal gerçeklik, VRML, VR panoramik görüntüler, stereogram, lenticular, hologram



ABSTRACT

Architecture is a communication way between people that is based on drawing. In this communication, the design in architect's mind could be clearly shaped on the other people's mind depending on the strength of the expression. The concept of perception appears in this step. The factor of visual perception in designs is usually used as two dimensional in other words as conceptual expressions. Visual perception is meaningful by the level of proximity to the real world. The three dimensional expressions which describe depth and show us the way of perceiving depth are easier to understand, because the real world is formed of three dimensional objects.

Perspective is used as the component of three dimensional expressions in architecture. Furthermore in other sectors there are different types of statement as methods of three dimensional expressions. These expressions are used as commercial elements in displays of places.

In this research, the use of these expression techniques in architectural representations, design process and architectural education will be scrutinized by examining them. The practicability of these techniques to architecture is studied. Finally usage forms of these techniques in architecture are interpreted.

Keywords: visual perception, architectural representation, three dimensional expressions, virtual reality, VRML, VR panoramic images, stereogram, lenticular, hologram

1. GİRİŞ

İnsan, düşüncesini ifade edebilmek, iletişim kurabilmek için çeşitli yöntemler kullanır. Düşüncelerini kelimeye döküp, konuşarak ve yazarak ifade eder. Yüz ve beden hareketlerini kullanarak aklından geçenleri anlatır. Bunlar gibi bir çok yöntem kullanır.

Mimarlık disiplininde ise asıl ifade yöntemi çizerek düşünmek ve çizerek anlatmaktır. Mimar fikirlerini şekillere dönüştürür ve şekilleri birleştirerek anlamlı bir bütün oluşturur. Bu anlamlı bütünler tasarımları ortaya çıkartırlar.

Çizimler tasarımların dilidir, fakat bu dilin anlaşılır olmasıyla ancak tasarlanan öğeler bir anlam kazanmaya başlar. Özellikle mimarlık eğitimi sürecinden geçmemiş kişilere bu kavramsal dili kullanarak anlatım yapmak, işin tasarım kısmı kadar zordur. Sunum aşamasında insanoğlunun gerçek hayatta karşılaştığı ve bildiği yönleri kullanıp ifade etmek anlatımı kolaylaştırır. Gerçek hayatta insanlar çevrelerini üç boyutlu görürler ve algıları bu yönde daha çok çalışmaktadır. İki boyutlu çizimler algıda yanılgılara ve yanlış anlaşılmalara sebep olabilir. Özellikle bu mimar olmayanlar için daha çok rastlanan bir durumdur. Ama üç boyutlu anlatım gerçek hayattaki algılara daha yakın olduğu için algılama yönünden daha kuvvetli bir anlatımdır.

Mimarlıkta üç boyutlu görsel anlatım yolu ise perspektiftir. Rönesans döneminde kurallı olarak kullanılmaya başlanan perspektif, etkili ve ifadeli bir anlatım yolu olmuştur. Perspektifin bu kadar etkili olmasıyla beraber perspektifi destekleyici yöntemlerde mimari görsel ifade yolları arasında yerini almıştır. Fotoğraf sanatı kendine mimarlıkta güçlü bir yer bulmuştur. Bunun yanında mimarlık alanında da kendine büyük bir yer edinen bilgisayar ile fotoğraf gerçekliğinde perspektifler ve animasyonlar yapılmaktadır. Gelişen teknoloji ile fotoğraf ile bilgisayar grafikleri her geçen gün daha ayırt edilemez hale gelmektedir.

Mimarlık alanında bu gelişmeler olmaktadırken diğer alanlarda da üç boyutlu anlatımın önemi kavranmakta ve bu yönde gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler mimarlık alanına monte edilip, kullanılabilir ise üç boyutlu anlatım dolayısıyla görsel mimari ifadede daha zengin sunumlar yapılabilir. Daha karmaşık tasarımlar daha kolay yolla anlatılabilir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu tezde mimarlık dışındaki veya mimarlıkta kendine çok yer bulamamış yöntemler gözden geçirilerek bunların nasıl ve etkin kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu yöntemlerin tasarım ve sunum aşamasında kendilerine daha çok yer bulmaları amaçlanmaktadır.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Araştırma kapsamında algı özellikle de görsel algı incelenmiştir. İnsanın üçüncü boyutu algılama işlemi üstünde durulmuş ve yanılısamar yoluyla üçüncü boyutu algılamayı sağlayabilecek yöntemler araştırılmıştır. Diğer algı çeşitleri konu ile ilişkili olmadığından kapsam dışı bırakılmıştır.

Mimarlıkta kullanılmayan diğer alanların kullandığı derinlik ifade yolları ele alınmıştır. Derinlik ipuçlarından bahsedilmiştir. İnsan gözünün fizyolojik yapısından bahsedilmiş, stereopsis olayı açıklanmıştır.

Mimari ifadenin gelişimi ve yolları konu edilmiştir. Tez kapsamında üç boyutlu olmayan kavramsal olarak nitelendirilebilecek kağıt, monitör gibi iki boyutlu ortamlardaki derinlik ifadesi anlatıldığından üç boyutlu nesnel anlatım yöntemi olan maket ile ifade şekli kapsam dışında bırakılmıştır.

Araştırma kapsamında anlatılan derinlik ifade yöntemleri mimarlık alanıyla doğrudan ilişkili olmadığından teknik detaylardan çok bahsedilmemiştir. Anlatılan yöntemlerin oluşturulma mantığı daha çok tez kapsamına girmektedir.

1.3 Araştırmanın Yöntemi

Bu tez kaynak tarama, konuyla ilgili kişi ve şirketlerle temas kurma, kaynaklardan edinilen bilgileri uygulama ve daha önceden edinilmiş kişisel tecrübelerin konuyla ilişkilendirilmesiyle yapılmıştır.

Kaynak tarama safhasında algı, görsel algı, derinlik ifadesi ve bunları sağlayan derinlik ipuçları, mimari ifade metotları ve kullanılması önerilen yöntemlere ilişkin konularda kitap, makale ve internet kaynakları taranmıştır. Bu kaynak taraması sonucunda konu ile ilgili tez kapsamında bulunan kaynaklara ulaşılmıştır. Bu tarama sırasında kapsam içindeki alanda üretim yapan şirketlere ve konu ile ilgili kişiler bulunmuştur. Bu şirket ve kişilerle bazılarıyla e-posta yoluyla bazılarıyla şahsen görüşülmüştür. Daha önce başka temalarla yaptıkları örnekler incelenmiş ve örnekler elde edilmiştir. Şahsen görüşmeler sırasında, tez kapsamında amaçlanan düşünce hakkında ilgili kişilerin görüşleri alınmıştır.

Kaynaklardan edinilen bilgilerle uygulamalar yapılmıştır. Amaçlanan doğrultuda sonuçlara ulaşılmıştır. Mimari bilgi birikimi ve kişisel tecrübeler katılarak konunun mimariye entegrasyonuna yönelik çalışmalar yapılmıştır.

2. ALGI

Sözlük anlamıyla algı, nesnel dünyayı duyular yoluyla öznel bilince aktarmadır. Algı, katıksız duyumdan daha fazla bir şeydir, çünkü algılamada bilincin de payı vardır. Bu yüzden algı, duyumun bilince iletilmesi gibi tanımlanabilir. Bu, genellikle, dış dünya ile ilişkilerde kullanılan algı teriminin tanımıdır.

Algı terimi, dilimizde de, Batı dillerinde olduğu gibi almak kökünden türetilmiştir. Batı dillerindeki “perception” terimi, Hint-Avrupa dil grubunun almak anlamındaki “kap” kökünden gelir, Latince’ye aynı anlamda “capere” sözcüğüyle geçmiştir. [1]

Felsefede algı, dış dünyanın duyumlarla gelen imgesinin bilinçte gerçekleşen tasarımıdır. Nesnel duyu organlarını etkiler. Bu etki bilince aktarılır. Ne var ki algı, arı duyumlardan, ansal bir işlevi gerektirmesiyle ayrılır. Örneğin görme duyumuz, her iki gözümüzde ve çeşitli planlarda beliren iki ağaç imgesi getirir. Bu iki ağaç imgesi ansal bir işlevle tekleşir. Tekleşen bu imgeye, bellekte biriken eski algılardan gerekli olanlar da çağrışım yoluyla eklendikten sonra ağaç algısı gerçekleşmiş olur. Özellikle görme, işitme ve dokunma duyuları insanın bilincine kavram ve düşünce yapımı için algısal gereçler taşırlar. Algı işlemini tarihsel süreçte duyumcular aşırı bir savla sadece duyuların, uçular da aynı aşırılıkta başka bir savla sadece usun ürünü saymışlardır. Oysa algı duysal-ansal bir işlevdir. Alman düşünürü Leibniz'e göre de algı, bilinçdışı bir işlevdir. Algı, gerçek anlamında, öznenin, kendisinin dışında olanı alması demektir. Bununla beraber ruhbilimciler ruhsal edimlerle ilgili olarak, dış algı'ya karşı bir de iç algı'nın sözünü ederler. Felsefede algı terimi, algılama gücü, algı işlevi ve algı olgusu olmak üzere üç anlamda kullanılır.

Ruhbilimde bir deneğin belli bir süreden birbirinden ayırt edilebilen tepkiler gösterebildiği çevrenin tümüne algı alanı, algının beyinde gerçekleştiği süreye algı süresi, algının parçaları arasındaki ilişkilerden oluşan yapıya algısal yapı, çeşitli nesnelere bir bütün olarak ya da bir nesnenin özelliklerine ayrılmaksızın algılanmasına algısal birlik, duyularla gelen algısal gereçlerin bütünlenmesine ve anlamlandırılmasına algılaştırma, ses iletiminin bozulmasından doğan sağırığa algılama sağırlığı, algılayarak öğrenmeye algısal öğrenme, belli bir örneğe uygun olarak algılama eğilimine algısal kurgu denir. [1]

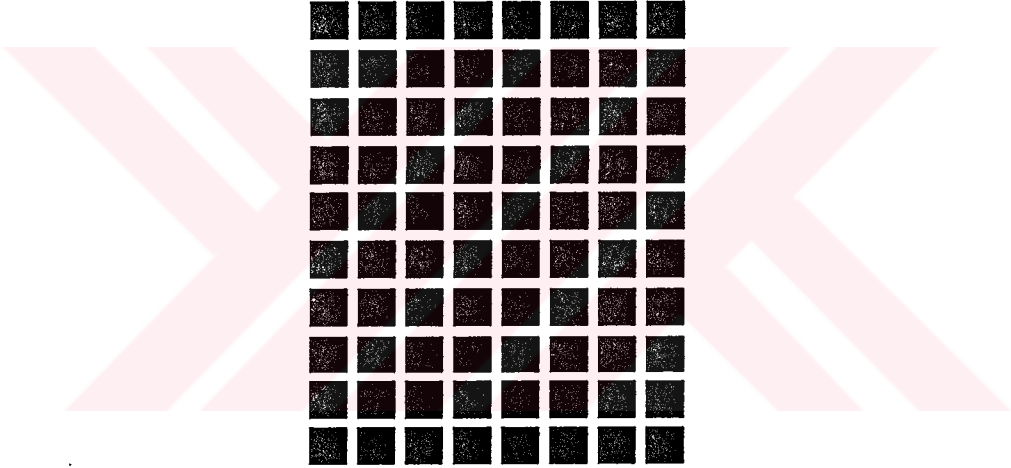
2.1 Görsel Algı

Duyularımız arasında görme en önemli olanıdır. Plato görme duyusuna öncelik vermiştir. Aristo beş duyumuz olduğuna karar verdiğinde, görme duyusunu işitmenin üzerinde sıralamış

ve “bütün duyular arasında sadece görme duyusuna güven” diye belirtmiştir. Plato ve Aristo yakın anlamlarda görüş ve sebebi bağdaştırmıştır. Bu batı kültüründe kalıcı bir eğilim olmuştur. Düşünme gözlem, görüş, perspektif, aydınlanma, yansıma, bakış açısı, ileri görüş, açık görüş gibi görsel metaforlarla bağdaştırılmıştır. Bir çalışmada öğrencilere hangi duyularını en az kaybetmek istedikleri sorulmuş ve %75 görme duyusu sonucu çıkmıştır. [2]

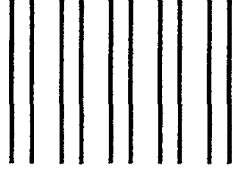
Görülen varlık hakkında, kişide uyanan fikir, yani onu algılaması; yalnız o objenin özellikleriyle değil, daha önce edinilen tecrübelerle zihinde depo edilen model ve tarzların bileşimi ve bunlara ilave edilen kişisel yeteneğe bağlıdır. (Gürer, 1970)

İnsanoğlu her şeye bir anlam katmaya çalışır. Bu insanın görsel algılama işleyişini de etkiler. En anlamsız desenlerle bile karşılaştığında akıl onları anlamlı kılmaya çalışır. Şekil 2.1’e birkaç dakika bakınız.



Şekil 2.1 Hermann ızgara sistemi [2]

Bu geometrik düzenlemede aralıklar sabit olmasına rağmen resimde sıralar, kolonlar veya 4 siyah kareden oluşmuş kümeler gibi küçük gruplar görmeye başlanır. Durmaksızın bir desenden diğerine geçilir. Hiçbiri bir diğerinden daha anlam dolu gelmeyeceği için böyle sıkıcı bir resme bakmaktan göz yorulur. Bunun yanında optik göz aldanması olarak da kesişim yerlerinde gri alanlar görülür.



Şekil 2.2 Düşey çizgilerle yapılan bir düzenleme [2]

Şekil 2.2’de parçalı bir gruplandırma uygulanır. İnsanların eğilimleri birbirine yakın olanların oluşturduğu beş çift çizgi ve bunların aralarında daha büyük boşluklardan oluşan bir düzenleme görme yönündedir. Aralarındaki boşluk daha fazla olan çizgiler arasında gruplandırmaya gidilmez. Bunun sebebi olarak bu gruplandırmanın sonucunda iki başta tek çizgiler kalacağı gösterilebilir. Başka bir neden ise birbirine yakın objeler arasında bağdaştırmaya yatkınlık göstermek olarak da belirtilebilir.



Şekil 2.3 Rorschach mürekkep lekelerine bir örnek [2]

İnsanlar mürekkep lekelerinde, alevlerde, bulutlarda bir şeyler görürler. Şekil 2.3’deki gibi yoruma açık figürler psikologlar tarafından kullanılır. Bu resimler insanlara gösterilerek ne gördükleri sorulur, verilen cevaplar aslında derin kaygıların yansıması olarak ortaya çıkmaktadır.

Bazı insanlar şeklin ne ifade ettiğini hemen anlayabilirler. Bazıları ise ilk aşamada farkına varamayabilirler. Bunun yanında resimde neyi aradıklarını bilirlerse fark etme süresi azalır. Bazen de ilk aşamada gizli resmi görmekte zorluk çekildiği durumlarda, bütün içindeki anlamlı detaylar, algılama sürecini aniden tetikleyebilir.



Şekil 2.4 Dolaylı algıya bir örnek [2]

Şekil 2.4'e ilk bakıldığında bunun bir harita olduğu fark edilebilir fakat bunun aslında görmeye alışık olunan bakma şekline değişik, ters döndürülmüş bir dünya haritası olduğu fark edilmeyebilir. Bu durumu öğrendikten sonra şekil rahatlıkla algılanabilir.

Görsel algılamayı inceleyen çalışmalarda kullanılan iki değişik şekilde yorumlanabilen özenle tasarlanmış resimler de bulunmaktadır.



Şekil 2.5 İki şekilde yorumlanabilen resimlere bir örnek [2]

Şekil 2.5'e ilk bakışta bir eşek veya bir fok resmi görülebilir fakat ikisi aynı anda görülemez. Resme tercih edilen yorumla bakılır. Diğer şekilde algılandığı halde birisi daha öne çıkar. Bu tercihsel yorumdur. Burada kültürel bir bakış açısı da öne çıkar. [2]

2.1.1 Gestalt Teorisi

Gestalt psikologları olarak bilinen Max Wertheimer (1880-1947), Wolfgang Köhler (1887-1967) ve Kurt Koffka (1886- 1941) tarafından geliştirilen teoridir. Bu teoriye göre görsel hareketler, rastlantısal olan hayali çağrışımların uyarıcıya verdiği önemsiz bir bağıntı değil; biçim ve rengin geometrik modelinden önce gözlemcinin kısmen bilincinde olduğu düzenleyici kuvvetlerin sonucu meydana gelen modeldir.

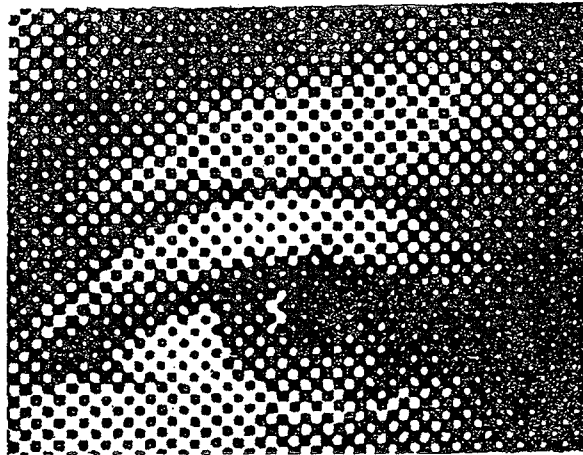
Görsel alandaki düzen elemanlar arasındaki ilişkiler bütünüdür. Gestalt psikologları bu ilişkilerin devamlı olarak insan beyni tarafından arandığını ve bir içgüdü olması dolayısıyla gerekli olduğunu da vurgularlar.

Wertheimer gözle gruplama kurallarını şöyle özetlemektedir:

- Boyutsal ilişkiler
- Biçimsel ilişkiler
- Yön ilişkileri
- Simetriği tercih
- İyi şekli tercih
- Şekil tamamlama
- Renk ve parlaklık ilişkileri

Belli görsel özellikler uzaysal şekillenme olarak bir arada görülmeye eğilimlidir.

Şekil 2.6'da görüldüğü gibi çok büyütülmüş yarı tonda perdeye bakıldığı zaman tam olarak görülen değişik büyüklüklerde siyah benekler ve farklı beyaz aralardır. Fakat göz bu görülebilen farklılıkları hemen düzenler ve gruplandırır.

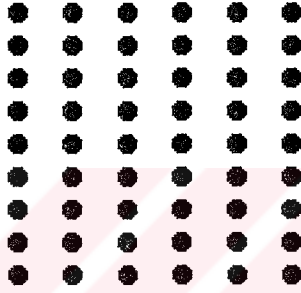


Şekil 2.6 Siyah beneklerle ve beyaz aralarla oluşturulan bir şekil (Gürer, 1970)

Bazı elemanlar birbirine yakın oldukları için beraber görülür; diğerleri büyüklük, yön, biçim, bakımından benzer oldukları için bir anlık düzenleme yaptıktan sonra insan gözünün resmine benzer şekli algılanır. İşte zihnimizin böyle en kısa sürede en büyük uzaysal alanı düzenleme, kavrama ve şekillendirebilme özelliği görsel alanda elemanların belli görsel ilişkileri sonucu kendiliğinden oluşmaktadır.

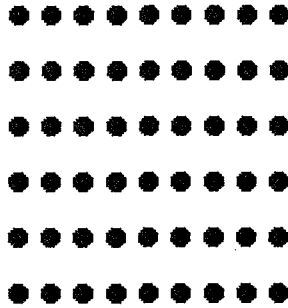
Bu ilişkilerin en önemlileri yakınlık, benzerlik, iyi şekil özelliği yani iyi devamlılık ve kapalılıktır. (Gürer, 1970)

Yakınlık, görsel algıdaki organizasyonların en basit şartıdır. Birbirine daha yakın olan görsel elemanlar birlikte gruplanır.



Şekil 2.7 Yakınlık, kolonlar dizisi [3]

Şekil 2.7'e ilk bakıldığında sadece noktaların oluşturduğu bir kare değil aynı zamanda noktaların oluşturduğu kolonlar dizisi de fark edilir. Şekil 2.8'de ise bu sefer noktalar, sıralar dizisi olarak gruplandırılır.



Şekil 2.8 Yakınlık, sıralar dizisi [3]

Bu ilişki Şekil 2.9 içinde geçerlidir. Birbirine yakın olarak çizgileri uzak olanlarına göre daha

çok ilişkilendirmeye yatkınlık vardır. Bu örnekte birbirine yakın olan 3 çift çizgi ve sağda tek bir çizgi görülür; halbuki burada birbirine uzak olan 3 çift çizgi ve solda tek bir çizgi şeklinde gruplandırma yapılabilir. [3]



Şekil 2.9 Üç çift çizgi ve tek bir çizgi grubu [3]

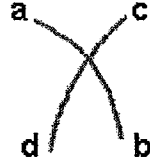
İkinci ilişki benzerliktir. Deneyler göstermiştir ki uyarıcı şeklin birbirlerine kendi bünyesinde biçim, ölçü, yön, renk, parlaklık bakımından benzeyen üniteler beraber, bir arada gibi görüneceklerdir. Bir çok eleman bir arada bulunduğu benzer özellikleri olanlar görsel gruplar meydana getirme eğilimi gösterir. (Gürer, 1970)



Şekil 2.10 Benzerlik [3]

Şekil 2.10'daki örnek incelediğinde birbirine eşit aralıkta daireler ve kareler görülür. Burada bir yakınlık ilişkisi aranmaz. Bu sefer dairelerin ve karelerin oluşturduğu kolonlar görme eğilimi gösterilir. [3]

İyi devamlılık ilkesine göre her çizgisel birim bir hareketin ifadesidir. Aynı hareketle devam eder, bu devamlılık renk ve değerlerde de söz konusudur. Şekil 2.11'deki örnekte çizgiler, a-d ve c-b veya a-c ve d-b yerine a-b ve c-d çizgileri olarak tanımlanır.



Şekil 2.11 İyi devamlılık [3]

Bir başka ilişki ise kapalılıktır. Göz karmaşık bir optik durumla karşılaştığında değişmeyen şekil olan bütünü veya çevre ile en iyi ilişkisi olanı arar. Kapalı bir alan açığı ve sınırları olmayan bir alana oranla daha kesin, daha değişmezdir. Üniteler arasındaki boşluklar psikolojik olarak doldurulur.

Noktaların, çizgilerin ve değerlerin arasındaki belirli gizli iç ilişkiler psikolojik olarak iki veya üç boyutlu bütünlük halinde kapanırlar. Kapalılık unsuru yakınlık veya benzerlik durumlarından daha belirgindir. Görsel düzen ilkelerine bağlı olarak hiçbir görsel ünite resim alanı içinde tek başına hareket edemez, her ünite kendinden öteye giderek daha büyük bir bütünü ifade eder. Böylece üniteler ortak görevleri olan bütünlük haline dönüşürler. Şekil onu ifade eden parçaların toplamından daha fazla bir şey ifade eder. (Gürer, 1970)



Şekil 2.12 Kapalılık [3]

Şekil 2.12'de göz boşlukları tamamlar ve köşeli parantezler yerine eksik dikdörtgenler ve bir parantez görür. Aynı şekilde kapalılık ilişkisinin yakınlıktan daha belirgin olduğu görülür. Şekil 2.9'da birbirine yakın olan düşey çizgiler gruplandırmaya gidiliyordu, Şekil 2.12'deki parantezlerin tırnakları kaldırılınca aslında ikisinin aynı şekil olduğu görülür. Buna rağmen kapalılığın daha belirgin olmasından ötürü birbirine uzak olan şekiller gruplandırılır.

2.1.2 Derinlik Algısı

İnsan gözü, 2.5 cm çapında küçük bir fotoğraf makinesi gibidir. 25 mm civarında bir odak uzaklığı vardır. En yüksek f durağı aşağı yukarı 2.8, en düşük ise f / 22 dolaylarındadır. Göz ile fotoğraf makinesi arasındaki bu analogi dikkat çekicidir. (Lipton, 1982)

Fotoğraf makinesi ile gözün daha doğrusu iki gözün oluşturduğu imajlar arasındaki fark ise derinlik farkıdır.

Fotoğraf, resim, çizim, film gibi imajlarda kağıt, televizyon, sinema perdesi gibi iki boyutlu yüzeylerde de derinlik algılanabilir. Bu algı psikolojik olarak ve derinlik ipuçlarıyla oluşur.

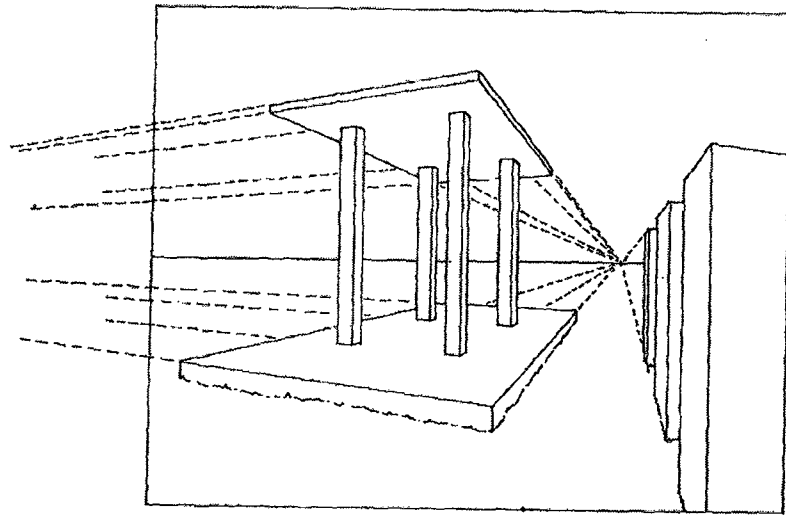
Gözün derinlik algısı ise iki gözde oluşan imajların beyinde birleştirilmesiyle oluşur.

2.1.2.1 Derinlik İpuçları

Algılara anlam katma çabası içinde insan, görülen imajlara mümkün olduğu sürece nesnelere bağdaştırmaya çalışır. Derinlik ipuçları ile bu anlam katma çabası içinde üçüncü boyuta ait bilgiler alınır. Derinlik ipuçları şöyle sıralanabilir:

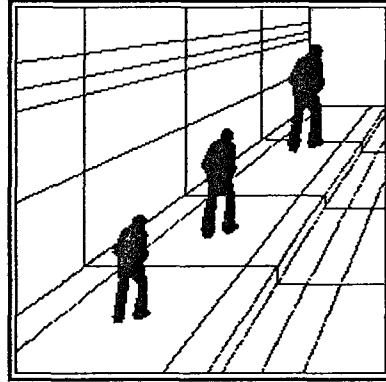
- Perspektif
- Gölge
- Örtme
- Ölçüde, biçimde, renkte ve dokudaki farklar
- Hareket paralaksıdır

Perspektif, geçmişte eski zamanlara dayanan fakat asıl kurucusu Floransalı mimar Brunelleschi olarak kabul edilen, derinlik ifadesi veren bir tekniktir. Perspektif kurallarında cisimlerin konturları kaçma noktalarına doğru gider, cisimler uzaklaştıkça küçülür ve birbirine yaklaşır. Bu kurallar sayesinde, imajdaki bilgileri önceki algılarla birleştirerek derinliği kavranır.



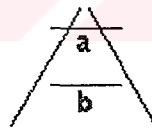
Şekil 2.13 Perspektif (Lipton, 1982)

Şekil 2.13 incelendiğinde, şekillerin konturlarını oluşturan çizgilerin, noktalı çizgilerle belirtildiği gibi ufukta belirtilen kaçma noktalarına gittikleri görülür. Soldaki cisimlerin uzaklaştıkça küçüldüğü ve aralarının azaldığı gözlenir.



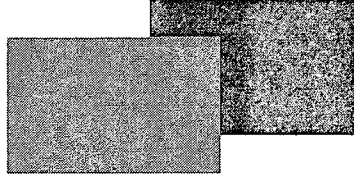
Şekil 2.14 Perspektif yanılması [4]

Derinlik bilgisini veren perspektif bazen algıyı yanıltıcı yönde işleyebilir (Şekil 2.14). Bu şekilde, perspektif kurallarına göre adam figürünün eğer hepsi aynı boyutta ise küçülmesi gerekir. Şekilde böyle bir şey olmadığı için adam figürünün büyüdüğü yönünde bir algı oluşturulur ve en sağdaki adam en büyük figür olarak algılanır. Aslında figürler resimde aynı boyuttadır.



Şekil 2.15 Ponzon yanılması [4]

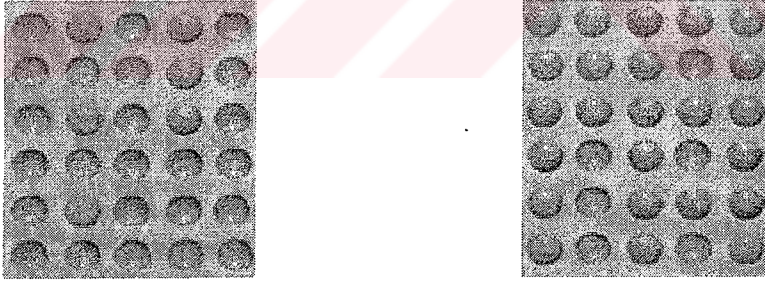
Ponzon yanılmasında (Şekil 2.15), imajın üst tarafına doğru birleşen iki çizgi ve iki yatay çizgi bulunmaktadır. Yatay çizgilerden a çizgisi b çizgisinden, aynı boyutta olmalarına rağmen, daha büyük olarak algılanmaktadır. [4]



Şekil 2.16 Örtme [4]

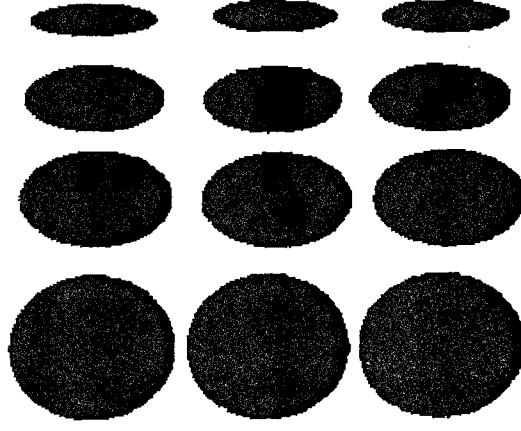
Bir başka derinlik ipucu ise örtmedir. Bir nesne bir başka nesnenin bir bölümünü örttüğü zaman, bir parçası örtülen nesne daha uzak gözüktür. Bu genelde birbirine yakın nesnelere daha etkilidir. Şekil 2.16'daki açık renkli dikdörtgen koyu renkli olanı örttüğü için bakan kişiye daha yakınmış hissini verir.

Gölge, derinlik hissi veren önemli bir ipucudur. Şekil 2.17 incelendiğinde, gölgeli dairesel biçimlerin oluşturduğu sıralar ve kolonlar görülür. Şekiller çıkıntı veya oyuk şeklinde algılanır. Buradaki şekillerin durumunu belirten tek ipucu gölgedir. Cisimler üzerindeki parlaklıktan ışığın yukarıdan geldiği anlaşılır. Soldaki resim 180 derece döndürüldüğünde sağdaki resim elde edilir. Bu sefer çıkıntı ve oyukların yer değiştirdiği görülür. Resim değişmemesine rağmen, gölge ve ışığın konumunun değiştiği yönündeki izlenim farklı bir algıya yol açar.



Şekil 2.17 Çıkıntı ve oyuklar [4]

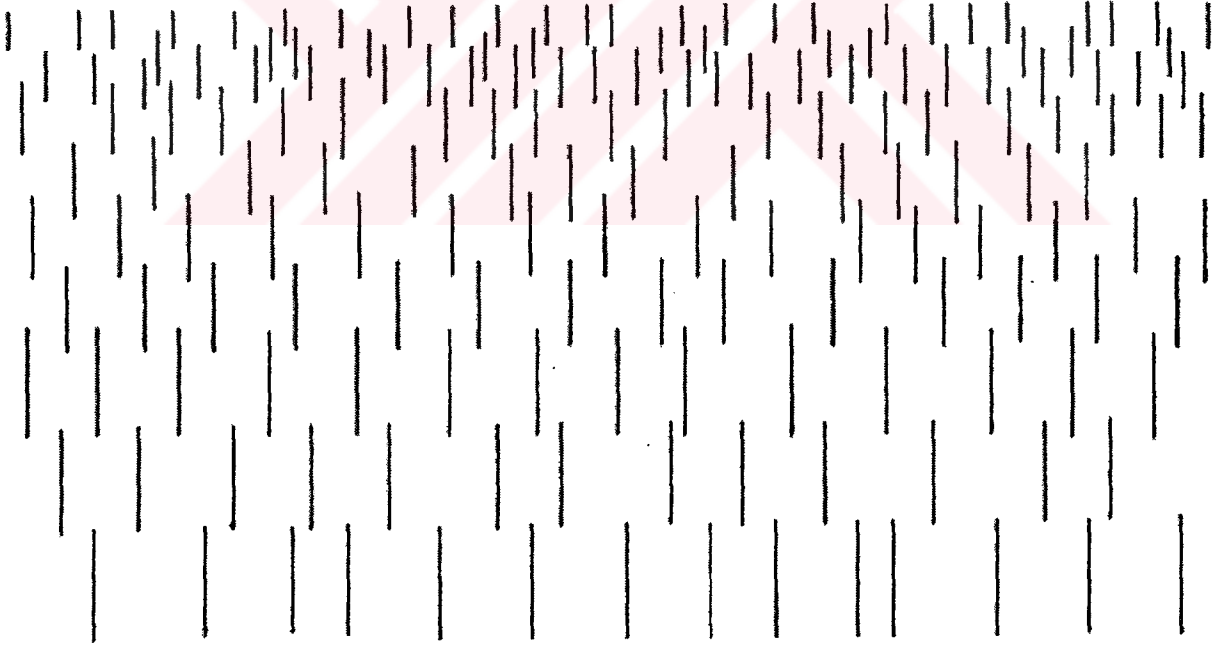
Ölçüde, biçimde, renkte ve dokudaki farklar da bize derinlik bilgisi verir. Şekillerin imajın içindeki büyüklüklerinin değişmesi yakınlıklarını ve uzaklıklarını belirtir. Biçim değişimi de derinlik bilgisi sağlar.



Şekil 2.18 Silindir [4]

Şekil 2.18’de alttaki daireler yukarı doğru gittikçe daha ince uzun bir elipse dönüşmektedir. Bu biçim değişimi desenin bir silindir üzerinde olduğu hissini verir.

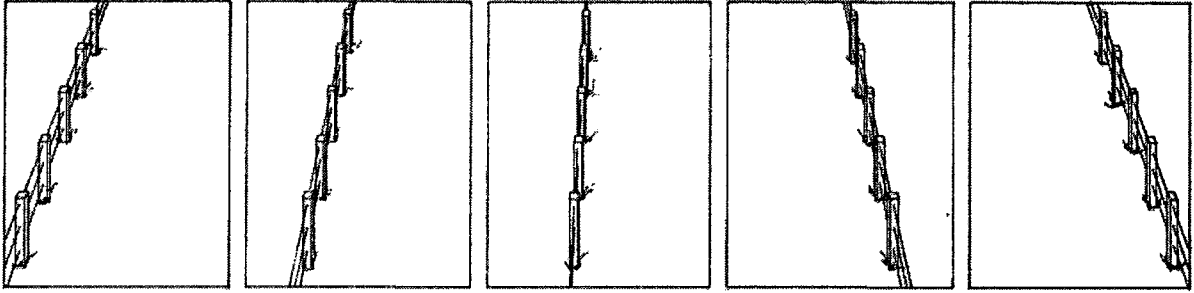
Renklerin soğuklaşması uzaklık hissini artırır. Dokudaki değişim de derinliği hissini etkileyen öğeler arasındadır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 Doku sıklığı giderek artarak derinlik algısı yaratır (Lipton, 1982)

Hareketli resimlerde mevcut olan, bir derinlik ipucu da hareket paralaksıdır (Şekil 2.20). Rönesans sonrası bir keşif olan bu ipucu ilk olarak Helmholtz tarafından ele alınmıştır. Hareket halindeki resimlerde yakında olan nesnelerin daha çok pozisyon değiştirmesi ve

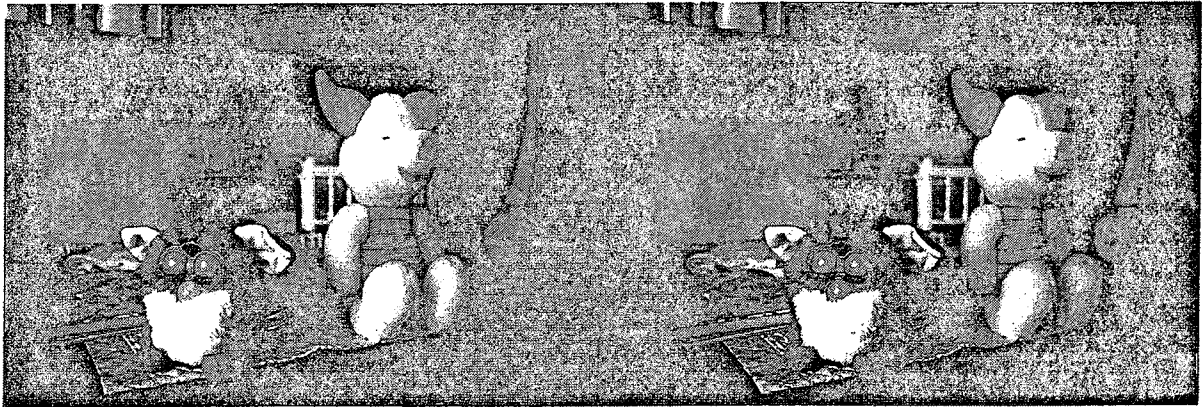
nesnelerin uzaklaştıkça sabitlenmeye doğru gitmesidir. Bir örnek olarak, yol boyunca kenardaki çalılardan hızlı hareketine rağmen gökyüzünün sabit gibi durması gösterilebilir. Bu stereopsis en yakın ipucudur. (Lipton, 1982)



Şekil 2.20 Hareket paralaksı, resim dizisinde, öndeki çitler arkadakilere göre daha çok yer değiştirmektedir. (Lipton, 1982)

2.1.2.2 Stereopsis

Üç boyutlu algı veya derinlik algısı anlamına gelen stereopsis, iki gözle meydana gelir. İki göz arasında mesafe vardır ve farklı görüntüler algırlar. Göz arasındaki bu mesafe genellikle erkeklerde 65mm, kadınlarda ise 63mm uzunluğundadır. Bu mesafe için interoküler terimi kullanılır. Fizyolojide bu terim için göz bebeği mesafesi, İngilizce “pupillary distance” ve P.D. kısaltması kullanılır. (Lipton, 1982)

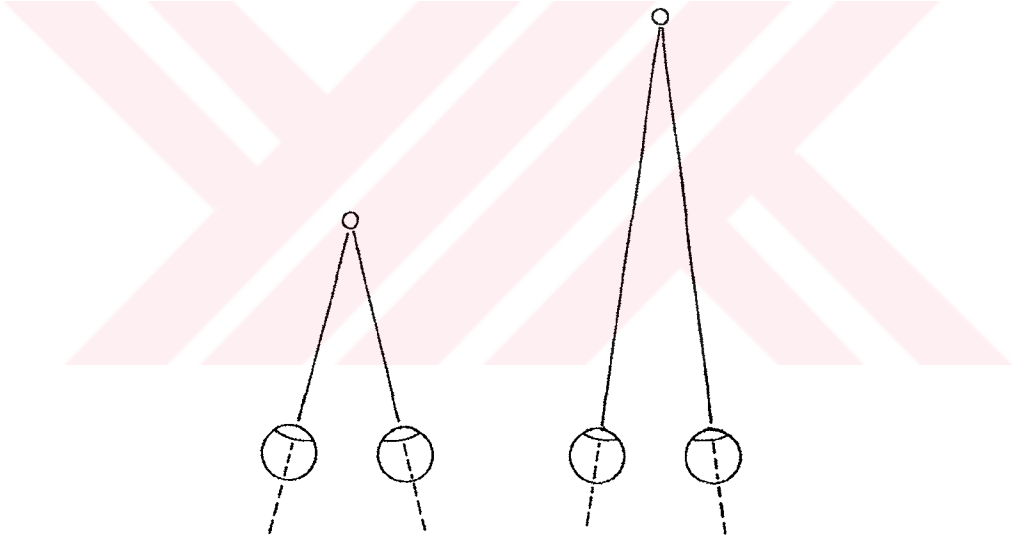


Şekil 2.21 Gözlerin algıladığı iki farklı resim (Erçetin, 2003c)

Farklı algılanan iki görüntü (Şekil 2.21) beyinde tekleştirilerek bir tek imaj elde edilir ve derinlik kavranır. Stereopsis ayrı bir derinlik kavramı olmasına rağmen derinlik ipuçlarından faydalanır. Bir noktada birleştirme, ayrılık ve retina üzerindeki imajın büyüklüğü gibi

fizyolojik ipuçları da üç boyutlu görüntü, bir başka deyişle stereoskopik imaj oluşturulmasına yardımcı olur.

Bir noktada birleştirme gözün fizyolojik ipuçlarından biridir (Şekil 2.22). Her bir gözün merceği nesnenin ayrı görüntülerini her bir gözün retinasına yansıtır. Bunu beynin tek görebilmesi için, retinaların merkez bölümünün aynı nesneyi görmesi gerekir. Böylece tek görüntü oluşur. Parmağa bakıldığında tek görülür, fakat parmağın arkasındaki bir yere bakıldığında parmak bulanıklaşmaya ve çift görünmeye başlar. Bu birleştirme göz kasları sayesinde gerçekleşir. Gözler yakındaki duran bir cisme bakmak için çaprazlaştığı zaman bunları içe doğru çeviren kaslar gerilir. Dışa doğru çevirenler ise gevşer. Gözler, daha uzakta duran bir cisme bakmak için birbirlerinden uzaklaşınca bunları dışa doğru çeviren kaslar gerilir, içe doğru çevirenler ise gevşer. İşte kas gerilimlerindeki bu değişimlerden meydana gelen sinir akımları beyne giderler ve uzaklık hakkında ipucu verirler. Bu ipucu hem tek gözle, hem de iki gözle meydana gelir.

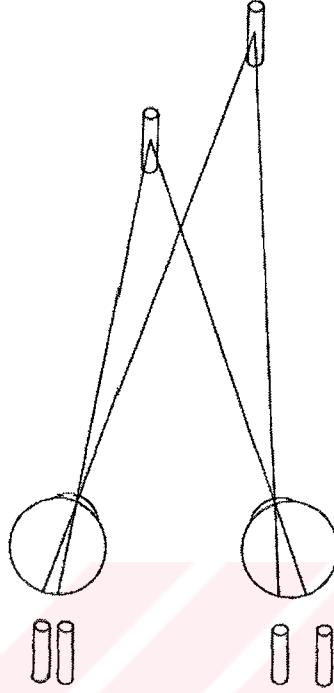


Şekil 2.22 Tek noktada birleştirme (Lipton, 1982)

Bir başka ipucu ise ayrılıktır (disparity). Gözler uzaydaki bir nesnede birleştiğinde, tek bir resim ve diğer nesnelere görür. Diğer nesnelere birleşme noktasının önünde veya arkasında ve çift nesnelere halinde gözükür.

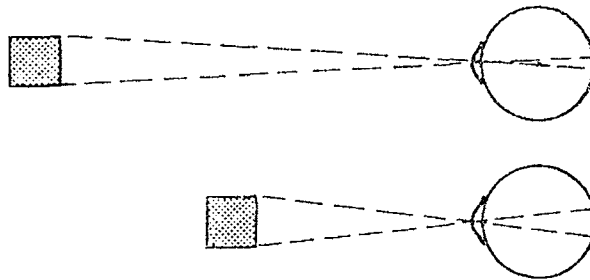
Birleşme noktasının arkasındaki nesnelere çapraz olmayan ayrılığı, önünde olanların ise çapraz ayrılığı vardır. Beynin değişik bölümlerindeki hücreler nesnelere çapraz veya çapraz olmayan ayrılıklarına göre etkin hale gelirler. Şekil 2.23'de tek noktada birleştirilmeyen

nesnelerin birleşmenin gerçekleştiği retina üzerinde oluşturduğu görüntülerde mesafe farkının olduğu gözlenir. Bu mesafeye ayrılık ölçüsü veya açısal ölçü denir. Bu ayrılık sayesinde oluşan görüntüler üç boyut algısını sağlar. (Lipton, 1982)



Şekil 2.23 Ayrılık (Lipton, 1982)

Retina üzerindeki imajın büyüklüğü fizyolojiktir. Fakat bunu uzaklık hakkında ipucu vermeğe yaraması özellikle yorum işidir. Şüphesiz ki imaj ne kadar küçük olursa cisim o kadar uzaktır. Eğer ara, yeteri kadar uzaksa cisim küçük olarak görülür. Görülen cismin büyüklüğü bilinmiyorsa araya yorum faktörü karışır. Bilindiği gibi bir nesnenin boyu kişiye göre sabittir. Ancak, nesnenin imajı küçük olunca; bu nesnenin büyük görüldüğü zamandan daha fazla bir uzaklıkta bulunduğu karar verilir (Şekil 2.24). (Gürer, 1970)



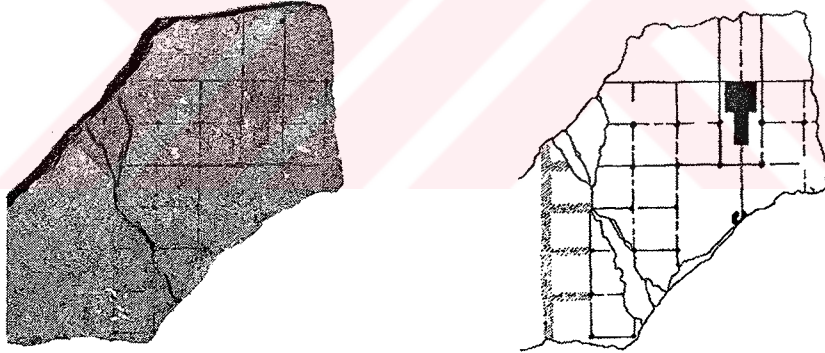
Şekil 2.24 Retina üzerindeki imaj büyüklüğü (Gürer, 1970)

3. MİMARİ ANLATIM

Düşünme insanı diğer canlılardan ayırıp insan yapan faktörlerdendir. Düşünceyi anlatmak için çeşitli ifade yolları keşfeden insanoğlu, grafik anlatımı da bir yöntem olarak benimsemiştir. İnsanın düşüncesini grafik yolla anlatımının geçmişinin çok eski olduğu bilinmektedir. Yazılı tarihten daha eski devirlere uzanan mağara resimleri bunun örneğidir.

Mimarlıkta düşünme süreci görme, algılama, kavrama, düşünme sırasıyla bilinir. Tasarımcı algılama, kavrama süreçleri boyunca edindiği bilgileri bilgi – biçim repertuarı oluşturarak biriktirir. Biçimsel düşünme diyebileceğimiz tasarlama olgusu zihinden kağıda veya başka bir ortama akarak sürer. Bu süreç düşüncenin görselleştirilmesidir. (İnceoğlu, 1994)

Grafik anlatım ile mimari arasındaki ilişkinin izlerinin Yakın ve Uzak Doğu, Mezopotamya ve erken Mısır uygarlıklarına kadar sürdüğü ortaya çıkarılmıştır. Bu uygarlıklarda mimari vaziyet planları geliştirilmiş ve mekan konseptleri basit çizgisel ızgara sistemleri ile düzenlenmiştir. Bilinen en eski mimari çizimler El – Dier el – Bahari bölgesindeki Mısır tapınağının önündeki ağaçlığa ait vaziyet planıdır (Şekil 3.1). Mürekkeple bir kumtaşı tabakasına çizilen bu vaziyet planının yapılış tarihi tahminen M.Ö. 2100 dür. (Porter, 1979)

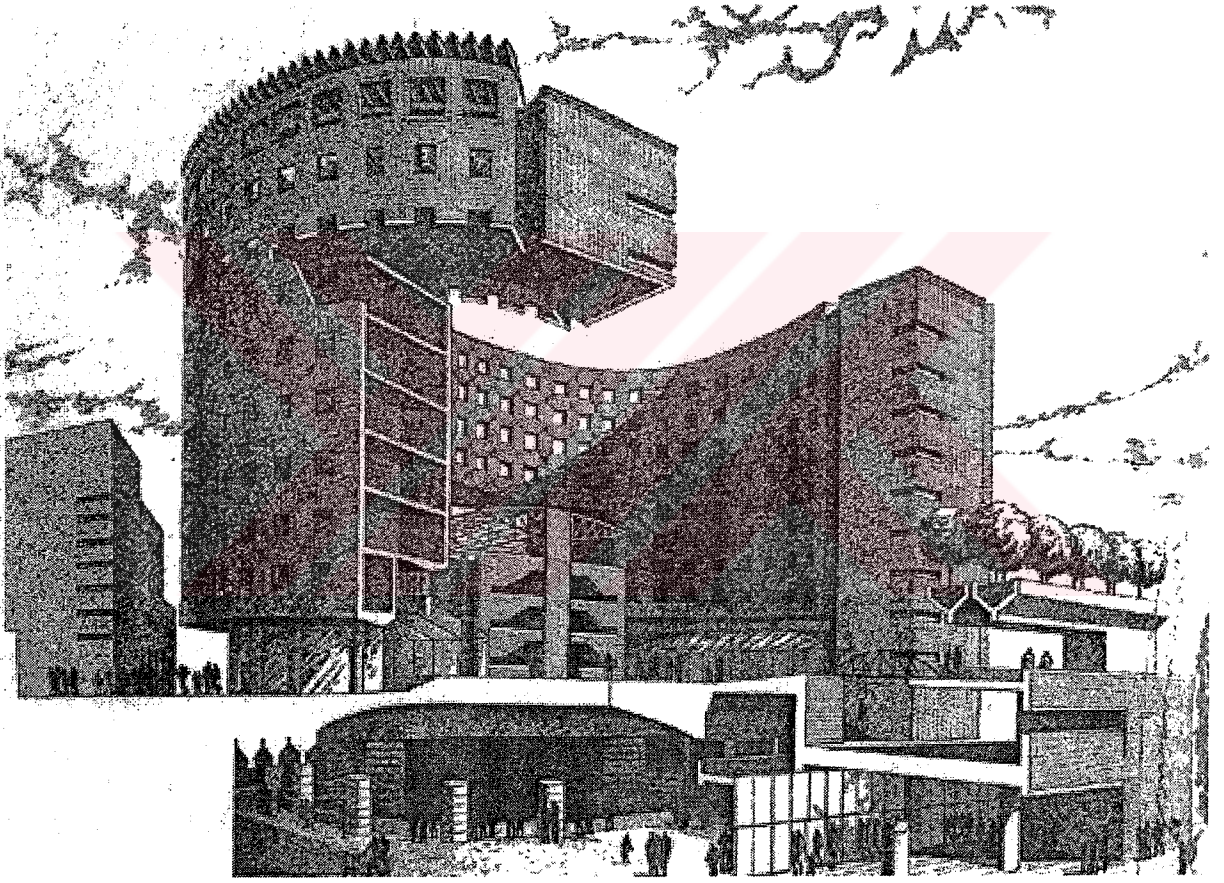


Şekil 3.1 El – Dier el – Bahari bölgesindeki tapınağın girişindeki ağaçlığa ait vaziyet planı ve bunun kağıda aktarılmış halı (Porter, 1979)

Günümüze kadar geçen yaklaşık 4000 senelik dönemde mimarinin grafiksel anlatımında büyük gelişmeler olmuştur. İki boyutlu, izdüşümsel anlatımlarda çeşitli ifade yöntemleri geliştirilmiş ve bunlar gelişen teknolojilerle zenginleştirilmiştir. Rönesans ile matematiksel kurallarla çizilmeye başlanan perspektif ise derinlik bilgisi vererek grafik mimari anlatıma üçüncü boyutu katmıştır. Zamanla mimarinin grafik anlatımına giren bilgisayar ve başka tekniklerde ifadeyi kuvvetlendirmede ve yeni ifade şekilleri üretmek konusunda büyük rol oynamıştır.

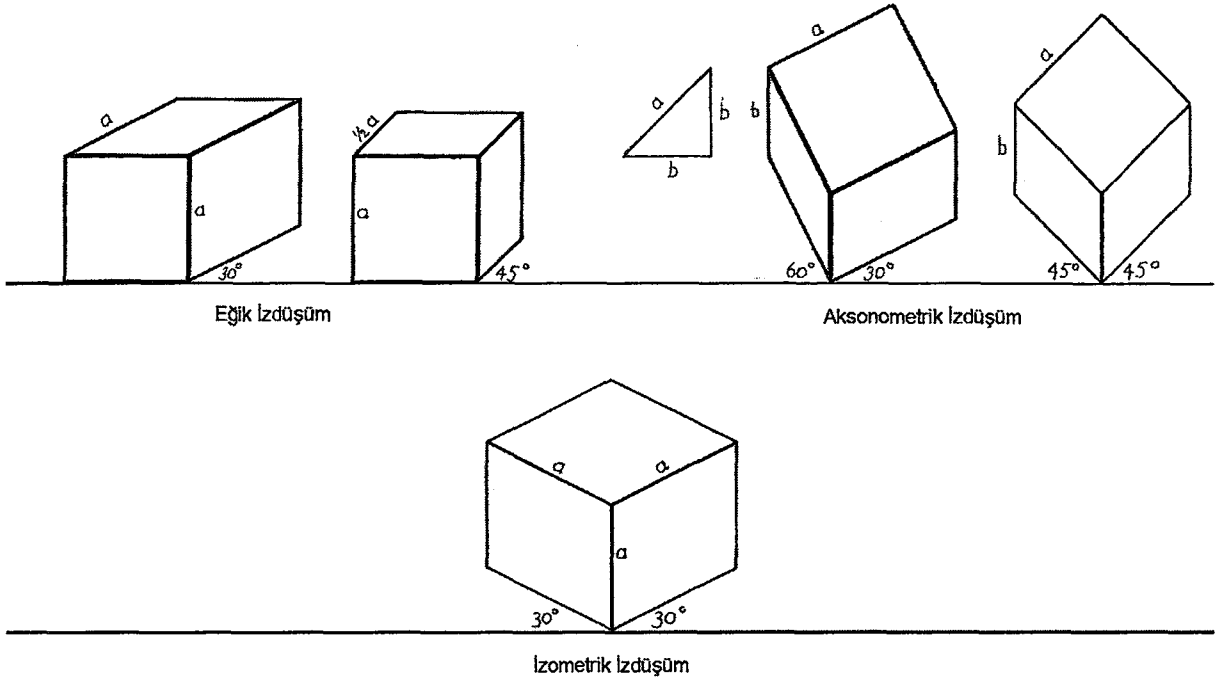
3.1 İzdüşüm

Mimari düşüncenin grafik yoluyla kavramsal bir anlatımıdır. Kavramsaldır çünkü bu anlatımın ürünlerine gerçek hayatta rastlanmaz. Dik izdüşümde, nesnelere resim düzlemine paralel olarak sonsuzdan bakıyormuş gibi izdüşümü alınır. Bu izdüşümde yüzeyler gerçek şekilde ve ölçekli gerçek ölçülerde bulunur. Plan, kesit, görünüş gibi çizimler iki boyutlu anlatımın elemanlarıdır. Bir düzleme ait iki boyutlu bilgi veren bu çizimler üzerine işlenen ölçüler ve kotlar sayesinde üçüncü boyut kavranabilir. Gölge ve perspektifte eklenerek derinlik algısı güçlendirilebilir (Şekil 3.2). Çizgi kalınlığı ve tipi, renk, doku ve başka yöntemlerle ifade zenginleştirilebilir.



Şekil 3.2 Botta'nın Varese'deki bir yarışma projesine ait kesit – perspektif (Pizzi, 1997)

Tasarımın üçüncü boyutunu anlatmak için kullanılan izdüşüm yöntemleri de vardır. Bu izdüşümlerde de dik izdüşüm gibi ölçeklendirme ve çizim üzerinden uzunluk, genişlik ve yükseklik ölçümü yapılabilir. Eğik, aksonometrik, izometrik izdüşümler yaygın olanlarıdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Üçüncü boyutu anlatmak için kullanılan izdüşüm yöntemleri

Eğik izdüşümde, ön düzlem dik izdüşümle çizilir, üst ve yan düzlem ise resim düzlemine 30° veya 45° açıyla çizilir. 30° açı kullanıldığında gerçek ölçüler kullanılır. 45° açı kullanıldığında ise derinlik ölçüleri optik bozulmayı engellemek için yarıya düşürülerek çizim yapılır.

Aksonometrikte ise önce plan dik izdüşümle çizilir. Sonra cepheler 30° ile 60° veya her iki açıda 45° olmak üzere çizilir. Yatay kenarlar gerçek ölçülerinde, dikler ise küçültülerek çizilir.

İzometrik izdüşümde ise iki yan yüzeyde aynı açı ile çizilir. Bütün uzunluklar gerçek ölçülerinde ifade edilir.

Bu üç boyutu anlatan izdüşüm yöntemleri dik izdüşüm ile perspektif arasında geçişi sağlamaktadır.

3.2 Perspektif

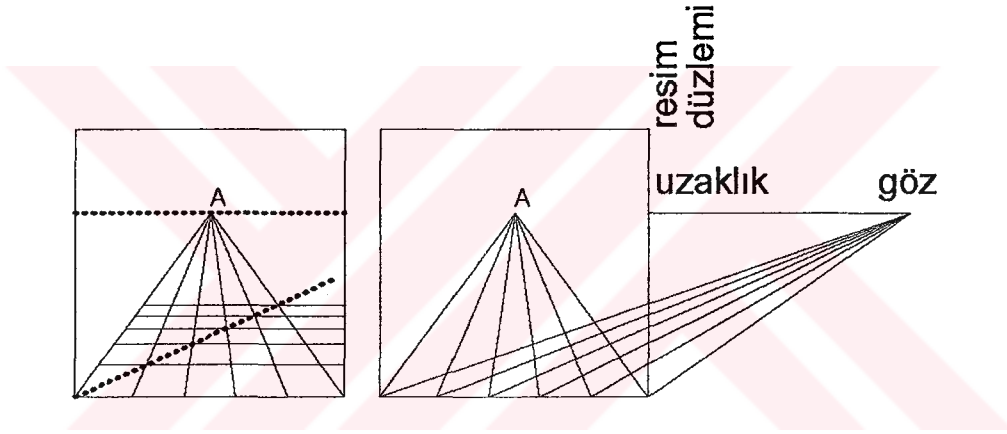
Cisim derinliklerinin gösterilmesi konusunda yapılan denemeler, çok eski zamanlara kadar uzanır. Mısırlılar bunu, gerçeği birebir yansıtmayan kendi içinde kuralları olan yöntemlerle belirlemeye çalışmışlardır. Aynı kendine has kuralları olan yöntemler, İran, Ön ve Orta Asya sanatında da uygulanmıştır. Yunanlılarda ise perspektifin izlerini hissetmek mümkündür.

Nitekim, Vitruvius kitabında, kabarıklığı belirli şekilde göze hoş görünen Thracie şehrindeki tiyatro dekorasyonundan bahsetmektedir. Skenografi adı verilen ve tiyatro dekorasyonunda derinlik algısını kuvvetlendirmek için kullanılan bu metot geliştirilerek aktinografi adını almıştır. Ne yazık ki bu metotlar zamanla kaybolmuştur.

Milletlerin göç devresine rastlayan Orta Çağda, diğer ilimlerde olduğu gibi, perspektif konusunda da uzun müddet bir duraklama görülmektedir.

Rönesans ile beraber yeniden bir kalkınma başlar. Vitruvius ve Euclid'in geometri elemanları tekrar ele alınmış ve perspektif prensipleri yeniden keşfedilmiştir. (Porter, 1979)

Floransalı mimar Brunelleschi, perspektifin kurucusu sayılır. Ancak, perspektif hakkındaki ilk yazılı eserin sahibi mimar Leon Battista Alberti'dir(1404- 1472). Bu mimar ilk defa Asal nokta ve mesafe noktası yardımı ile geometrilin perspektifini çizmiştir.



Şekil 3.4 Alberti tarafından yapılan ızgaranın perspektif olarak kurulması (Eissen, 1990)

Leonardo Da Vinci (1452- 1519) resim düzlemine dik doğruların firar noktasını, Asal nokta, kullanmıştır.

Albrecht Dürer (1471- 1528) ise, yaklaşık 1515 yılında yaptığı resimlerde görüş huzmesinin düşey bir düzlemle kesilmesini, görüş huzmesinin yerine bir iplik kullanmak suretiyle canlandırmıştır.

Dürer, ayrıca Leon Battista Albertinin bir yöntemini de göstermiştir. Bu usulde, düşey bir çerçeveyi iplik şebekesiyle küçük karelere bölmektedir. Durağan bir noktadan bakılmak suretiyle, resim yapılacak cismin iplik ağına rastlayan belirli noktaları, aynı şekilde karelere bölünmüş olan resim kağıdına aktararak resim yapılır.



Şekil 3.5 Düşey çerçeveyi iplik şebekesiyle küçük karelere bölüp resim yapılmasını gösteren bir resim (Eissen, 1990)

Teorik perspektifin gerçek kurucusu ise, Guido Ubaldi'dir. O tarihe kadar yalnız 45° doğruların perspektif çizimi bilinirken bu kişi, 1600 yılında yazdığı "Perspective libri sex" adlı yapıtı ile gelişigüzel yöneltilmiş paralel yatay doğruların firar noktalarının nasıl bulunacağını genel olarak tanımlamış ve çevrilip yatırma yöntemlerini kullanarak ispatlamayı sağlamıştır.

17. Yüzyılda firar noktası kavramı gelişi güzel eğik çizgilere uygulanmıştır. Perspektifte ilk defa projektif geometriye ait gerçek anlayışı sokan Desargues olmuştur. Daha sonra, Lambert'in 1715 yılında Taylor perspektif teorisi adında yayınladığı eserinde o zamana kadar bilinen her şeyi anlatmıştır.

Günümüze gelinceye kadar bu teoriler, her gün geliştirilip faydalı, kısa metotlar bulunmuştur. (Hotan, 1999)

Bu gelişmeler sonucunda perspektif, mimari anlatımda da kendine büyük bir yer edinmiştir. Mimarın kafasından geçeni anlatmasında kullandığı etkili yöntemlerdendir. Gerçeği yansıtması dolayısıyla mimarlık eğitiminden geçmemiş kişilere tasarımın anlatımında kolaylık sağlar. Perspektif tabanlı başka anlatım yöntemleri de vardır.

3.3 Fotoğraf

Bir başka üçüncü boyutu anlatma aracı ise fotoğraftır. Temelleri eski dönemlere kadar uzanmaktadır. Aristo, güneş tutulmasını sık ağaçlı bir bölgede yaprakların arasından sızan ışığın yardımıyla yere nasıl düştüğünü izler ve ışığın yardımıyla görüntünün başka bir ortama taşınabileceği fikrini edinir. Rönesans döneminde karanlık oda içinde oluşan görüntü

sayesinde perspektif çalışmaları yapılmıştır. Fotoğraf bugün kullandığımız biçimini 19.yüzyılın sonlarında almıştır.

Fotoğraf, mimarlıkta genellikle tasarım aşamasında girdi olarak kullanılmasının yanında tasarımın sunumunda da bilgi vermek amacıyla kullanılmaktadır.

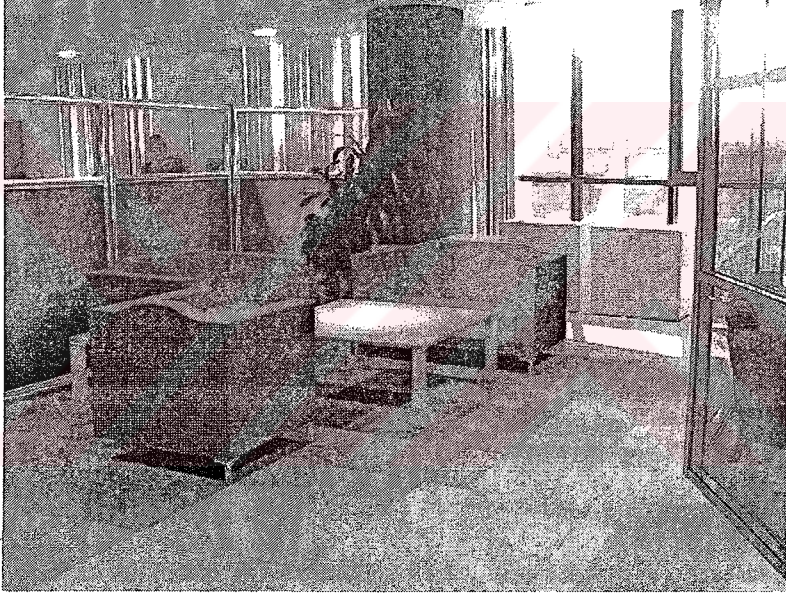
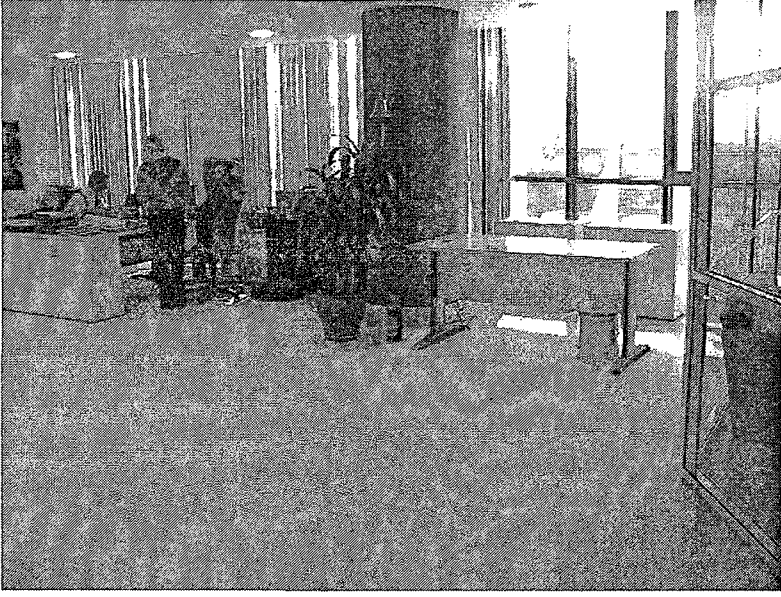
Mevcut çevre verilerinin anlatımında, kullanılacak malzemelerin özelliklerini ifade etmekte ve diğer malzemelerle uyumuna karar verme aşamasında, detayın ve bütünün arasındaki ilişkileri açıklamada, daha önceden yapılmış tasarımların karşılaştırılmasında fotoğraf hem girdi hem sunum öğesi olarak kullanılmaktadır. Kent, sokak, yapı, detay gibi büyükten küçüğe bütün aşamalarda fotoğraf mimaride kendine etkin bir rol bulmuştur. Mimari fotoğraf isimli bir terim oluşmuştur. Mimari fotoğrafta bakılan ama görülmeyenler, insanın algısının dışındaki imajlar, sıradan ama güzel olanlar ortaya konabilir.

Üçüncü boyutu anlatmada en etkin yöntem olan makette, fotoğraflarla görsel ifade öğesine dönüştürülebilir. Çeşitli açılardan çekilen maket fotoğrafları anlatımı tamamlayarak zenginleştiren öğeler arasındadır.

Montaj yapılarak yapılan tasarımın anlatımında, gerçek görüntü olması nedeniyle, fotoğraf ifadeyi zenginleştirir. Yapılan tasarımın perspektifi fotoğraf üzerine oturtulabilir. Böylece gerçek veriler ile tasarlanan veriler birleştirilebilir. Şekil 3.6'da bir mekana yerleştirilmesi planlanan oturma grubu ve paneller modellenerek fotoğrafın perspektif açılarında resimleri oluşturulmuş ve bunlar fotoğraf üzerine yerleştirilmiştir. Böylece akılda tasarlanan, gerçeğe yakın Şekilde kağıda aktarılarak hem tasarlayan için girdi hem de sunum için iyi bir anlatım aracı olmuştur.

Son yıllarda mimarlığın içine giren bilgisayarla beraber sunumlar daha da çok gerçekçilik kazanmıştır, gün geçtikçe de bu daha da ileri gitmektedir. Gelişen bilgisayar teknolojisine paralel gelişen yazılımlar modellemede her geçen gün yeni atılımlar yapmaktadır. Fotoğraf kullanılmadan bilgisayarda yapılan modellerden oluşturulan perspektifler de fotoğraf gerçekliğine ulaşmaktadır.

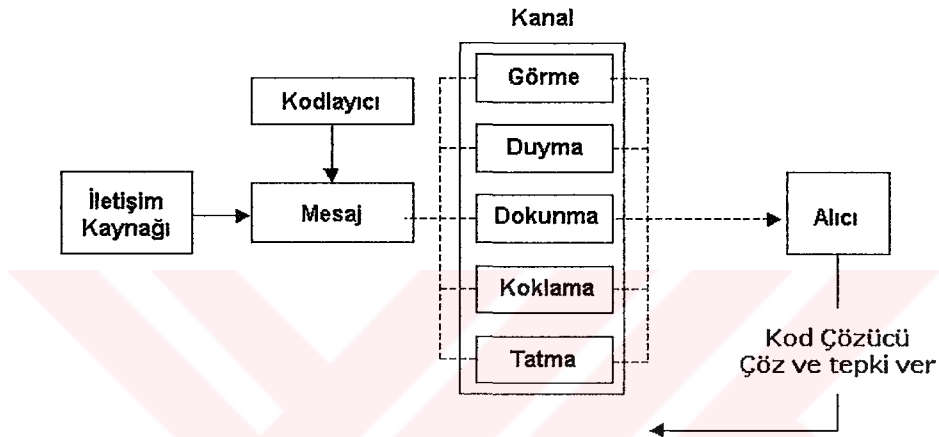
Fotoğrafların seri halde gösterilmesiyle oluşturulan filmlerde mimarinin üçüncü boyutunun anlatılmasında kullanılmaktadır. Hareket paralaksı filmlerde derinlik algısı veren önemli derinlik ipuçlarındandır. Bilgisayarda da yapılan seri görüntülerle yapılan animasyonlar, tek başlarına veya daha önce çekilmiş bir filme monte edilerek üç boyutlu anlatımda etkin rol oynarlar.



Şekil 3.6 Bir oturma grubunun bilgisayar ile bir mekana eklenmesi (Ufuk Ergun, 2004)

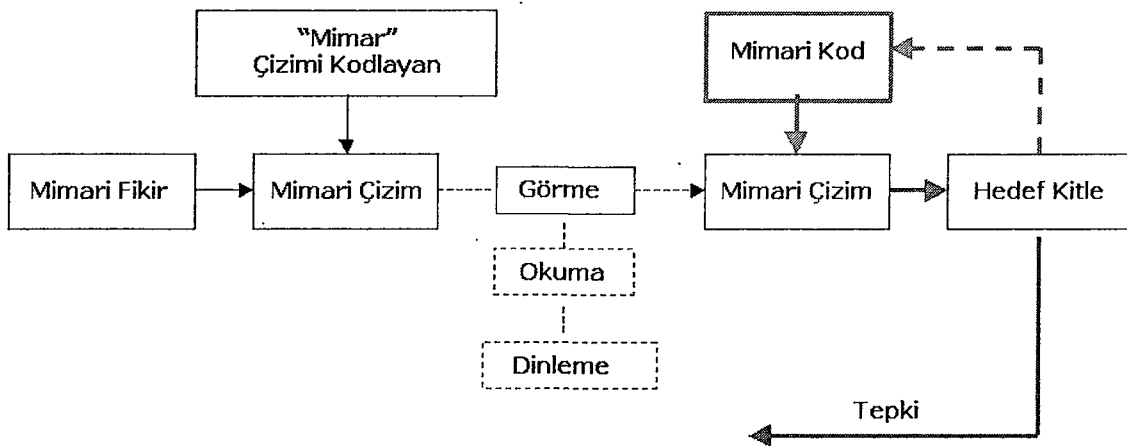
4. İLERİ ÜÇ BOYUTLU İFADE YÖNTEMLERİ

Yüzyıllar boyunca, tasarımlar ve yapılar değişik tekniklerle sunulmuştur. Çizim en etkili sunum yöntemi olarak kabul edilerek yaygın olarak kullanılmıştır. Bu mimari formun anlatımında anlaşılır şekilde bilgi aktarımının mimardan hedef kitesine başarıyla tamamlandığı anlamına gelmektedir. Bilgisayar destekli tasarımın gelişmesiyle mimari çizimlerin kalitesinin artmasına rağmen mimar ile hedef kitlesi arasındaki iletişimin geliştirilmesi yönündeki çalışmalar sürmektedir. Bu da iletişimde son noktaya daha ulaşılmadığı, eksikler olduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 4.1 Berlo'nun iletişim modeli [5]

Soranart Sinuraibhan, Berlo'nun iletişim modelini mimarlık alanına uygulamıştır.



Şekil 4.2 Sinuraibhan'ın Berlo'nun iletişim modelini mimarlığa uyarlaması [5]

Şekil 4.2'deki modelde iletişimin artırılabilmesi için hedef kitleden gelen tepkinin modele

katılarak mimari çizimin geliştirilmesi gerektiği sonucu çıkmıştır. Sinuraibhan, mimari anlatımın geliştirilmesiyle ilgili yaptığı araştırmada hedef kitlenin dış dünyadakilere yakın algılar aradığı sonucuna ulaşmıştır. Dış dünya algısı üç boyutlu olduğu için mimari anlatımda da üçüncü boyut önemlidir.

Mimarlıkta üçüncü boyutlu anlatımı geliştirmek için mimari anlatımda pek kullanılmayan teknikleri inceleyerek, bunları ifade yollarına katmak gerekmektedir.

4.1 Sanal Gerçeklik

Bilgisayar ortamında dijital bilgiler ile bir gerçeklik duyumsaması yaratma işlemine sanal gerçeklik denilmektedir.

İnsanoğlu dış çevreden gelen etkileşimleri algılamak; duyu organlarından aldığı verileri zihninde yorumlayarak bir yargıya varır ve tepki oluşturur. Sanal gerçekliğin amacı ise insan duyularını gerçeğine çok benzer koşulları hazırlayarak; insanlara bilgisayar yardımıyla gerçekte olmayan fakat gerçeğine çok benzeyen ortamlar sunmaktır.

Başka bir açıklama ise sanal gerçekliği şöyle ifade etmektedir: Sanal gerçeklik, yaşadığımız fiziksel dünyada algıladığımız duymalardan ayırt edilemeyecek duymaları bilgisayar ortamında elde etmeyi amaçlar. Böylelikle, bilgisayar ortamında tüm duymalarla algılanabilen bir dünya yaratılır. Sanal ortam sanal gerçekliği adlandırmak için alternatif bir kavram olarak kullanılır. [6]

4.1.1 Sanal Gerçekliğin Gelişimi

Sanal gerçeklik teknolojisi gerçek zamanlı grafik görüntüleri, veri tabanı tasarımı, gerçek zamanlı ve dağıtık sistemler, multimedya, 3-boyutlu ses, alıcı aygıtları, CAD ve sinema teknolojileri gibi konularda yıllarca süren çalışmaların bir birleşimi olarak ortaya çıkmıştır.

Yeni bir teknoloji olarak karşımıza çıkan sanal gerçekliğin başlangıcı aslında 1950'li yıllara dayanmaktadır. A.B.D. Hava Kuvvetleri ve uçak endüstrisi 2.Dünya Savaşı sırasında ve sonrasında uçuş simülatörleri geliştirdi. Bu simülatörlerde, hareketli platformlara yerleştirilen kokpitler pilotların hareketlerine göre kontrol edilebiliyor ve farklı yönlerde hareket etmeleri sağlanabiliyordu.

Nükleer saldırı tehdidi; Amerikan ordusunu geniş bilgi desteğine sahip ve insanların bu bilgileri kolayca görebilmesi için bilgileri hızlı biçimde kolay anlaşılabilir bir forma yansıtan yeni bir radar sistemi icat etmeye teşvik etti. Böylece ilk gerçek zamanlı data simülasyon

sistemi olan radar savunma sistemi bulunmuş oldu.

1960'ların başında Ivan Sutherland "Ultimate Display" adlı tezinde insanlar ve bilgisayarlar arasındaki etkileşime farklı bir bakış açısıyla yaklaşmıştır. Bu tez için geliştirmiş olduğu "Sketchpad" adlı program ve kalem olarak kullanılan bir araç ile kullanıcının yapmış olduğu çizimin çok hızlı bir şekilde ekrana yansıtılması sağlanmıştır. Sutherland'in tezi 1990'larda sanal gerçekliğin en önemli bileşenlerinden biri olan CAD'in de başlangıcına temel oluşturmuştur.

1965'de ARPA ve Office of Naval Research desteğiyle Sutherland Head Mounted Display (HMD)'i icat etmiştir. HMD sanal gerçeklik teknolojilerinde bir kilometre taşı olmuştur. 1960 ve 1970'lerdeki çeşitli konulardaki araştırmalar bugünkü sanal gerçeklik kavramının oluşmasında büyük rol oynamıştır. 1971'de Frederic Brooks titreşim (force-feedback) sistemini geliştirmiştir.

1980'lerin ortasında daha önceden ortaya çıkmış tüm teknolojilerden faydalanılarak gerçek anlamda ilk sanal gerçeklik sistemi oluşturulmuştur.

NASA Ames araştırma merkezinde tasarlanan bu sistem uzay çalışmalarına katılacak personelin eğitiminde kullanılmıştır.

Bu merkezde görev alanlardan Michael Grevvy 1984'de stereoskopik HMD, Scott Fisher'de VIEW isimli aracı geliştirmiştir. VIEW aracı bilgisayar grafikleri ve video görüntüleme, 3-D ses, ses tanıma ve sentezleme, HMD ve data glove gibi standart sanal gerçeklik araçlarını içermektedir. Sanal gerçeklik endüstrisi 1985 yılında Jaron Lanier'in VPL araştırma merkezini kurması ile hız kazanmıştır. VPL araştırma merkezi sanal gerçeklik araçları üreten ilk şirket olup, burada ilk data glove üretilmiştir.

1989 yılında Autodesk ilk PC tabanlı sanal gerçeklik sistemini sunmuştur. Aynı sene içinde Fake Space laboratuvarlarında yeni bir sanal gerçeklik BOOM aracının satışına başlanmıştır.

1992 yılında ise The Electronic Visualization Laboratuvarı CAVE tabanlı sanal gerçeklik sistemini geliştirmiştir. [6]

1994 yılında VRML ortaya çıkmıştır. Web için 3D ara yüzünün prototipi geliştirilmiş ve daha sonra ISO tarafından uluslararası ölçüt olarak tanınmıştır. 1996 yılında Silicon Graphics tarafından VRML 2 geliştirilmiş. 1997 yılında ise VRML97 ISO ve IEC (ISO/ IEC 14772) tarafından uluslararası bir ölçüt olarak kabul edilmiş. 2000 yılında VRML200x VRML97'nin

yeniden gözden geçirilmiş hali olarak önerilmiş ve hala bu konu ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. [7] Son yıllarda etkileşim ve üç boyutlu ürünler sunan yeni yazılımlarla yeni dosya türleri çıkmıştır.

Hacimsel görüntüleyicilerde günümüzde yaşanan gelişmelerdendir. Bu görüntüleyicilerle beraber havada görüntü oluşturan ve etkileşime sahip ürünler de yapılmaktadır.

4.1.2 Görme Duyusuna Yönelik Arabirimler

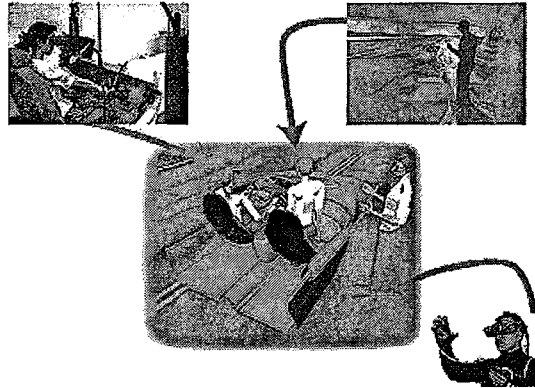
Görme duyusu normal yaşantıda olduğu gibi sanal gerçeklik sistemlerinde de birincil öneme sahiptir. En temel sistemlerden en karmaşıklarına kadar tüm sanal gerçeklik sistemleri görme duyusuna yönelik arabirimler kullanmaktadır.

Başlıca görme duyusuna yönelik arabirimler aşağıda yer almaktadır:

- HMD
- BOOM
- CAVE

HMD, BOOM ve CAVE görsel arabirimler ile çeşitli arabirimlerde kullanılabilir. Çeşitli eldivenler, hareket algılayıcılar, hareketi yansıtan kabinler ve araçlar, çeşitli bilgi girişlerini sağlayabilen araçlar bu arabirimler olarak sayılabilir. Bu arabirimler sayesinde izlemenin yanında değiştirme, kullanma, ve yönetme faktörleri devreye girer. Bunlar sanal gerçekliği gerçeğe yakınlaştıran faktörlerdir.

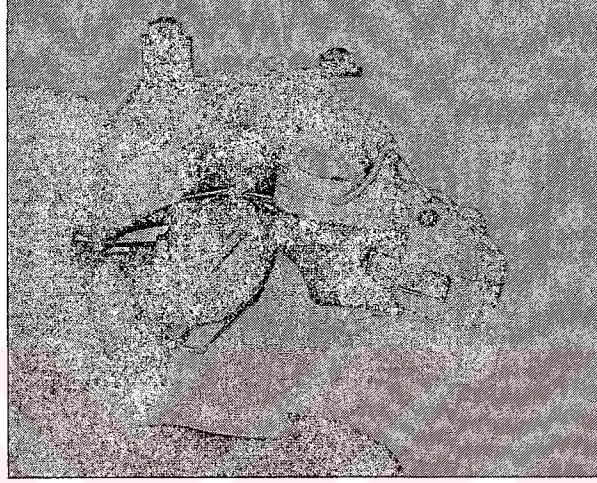
Ağ ortamlarında ve değişik araçlarla aynı anda ortak bilgi paylaşımı yapmak da mümkündür. Bu yöntemle farklı yerlerdeki kişiler arasında ortak çalışmalar düzenlenebilir. (Şekil 4.3)



Şekil 4.3 Değişik arabirimlerle yapılan bir toplantının görüntüleri [8]

4.1.2.1 HMD

HMD (Head Mounted Display) kaska benzeyen, taşınabilir ekranlardan oluşan ve görüntüye boyut kazandıran bir araçtır. Kaskın yapısında iki temel lens vardır ve kullanıcının her bir gözü önünde birer ekran yer alır. Simülasyon başladığında bir sağ, bir sol olmak üzere lenslere ışık düşer ve bilgisayar ekrana iki farklı şekil yansıtır: birincisi nesneyi sağ gözün gördüğü, ikincisi de sol gözün gördüğü şekli oluşturur. Bu görüntüler beyin tarafından sürekli bir üç boyutlu (3-D) görüntü olarak algılanır.



Şekil 4.4 HMD [9]

Kullanıcı hareketlerinin takip edilmesi için kaskın tepe bölgesine yön alıcıları yerleştirilmiştir. Kullanıcının başı ile yaptığı tüm hareketler ise bir bilgisayar yardımı ile izlenir ve kullanıcı başını farklı bir yöne çevirdiğinde de, bu yeni görüş açısına göre ekrandaki görüntü yenilenir. Sonuç itibarıyla, kullanıcı bir nesneye farklı açılardan bakma şansına sahip olur.

HMD kullanıcının dış dünya ile bağlantısını engellemekte ve onları sanal ortamın birer parçası haline getirmektedir. Bu nedenle HMD uçuş simülatörlerinin kullanımında ve eğlence endüstrisinde vazgeçilmez bir araçtır.

HMD sisteminin avantajları; insanla dış dünyanın ilişkisini tamamen kesebilmesi dolayısıyla insanların dahi iyi motive olması, kurulumunun kolay olması, kullanıcının sanal dünyada hareketlerini sınırlamaması, ortalama bir sistemin pahalı olmaması, iyi stereo kaliteye ulaşan mevcut sistemlerin olmasıdır.

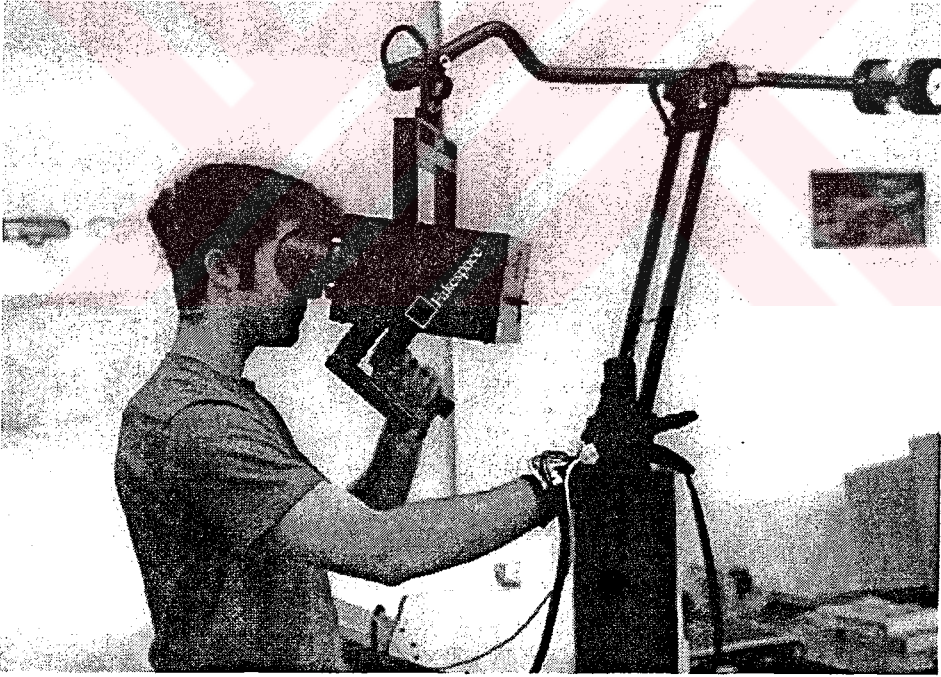
Dezavantajları ise; ortalama bir sistemin çözünürlüğünün ve görüntü alanının (FOV) düşük olması, çevresel (ikincil) görüntüler için avantaj sağlamaması, maliyetlerinin yüksek olması

ve kullanıcının bu teknolojiye yer alan kablo ve bilgisayar bağlantıları nedeniyle hareket alanının sınırlı olmasıdır. Son dönemlerde hareketi rahatlatmak için kablosuz sistemler de geliştirilmiştir. [6]

4.1.2.2 BOOM

BOOM aracı mekanik olarak bir kol ve bunun üzerine yerleştirilmiş küçük bir monitörden oluşmaktadır. Bu sistemin HMD' den farkı da insan kafası yerine bir kol üzerine yerleştirilmiş olmasıdır. Mekanik kolun bükülme noktalarına hareketleri takip etmek için alıcılar yerleştirilmiştir. Sanal ortama geçebilmek için kullanıcı yüzünü monitöre dayamalıdır. Görüntüyü farklı açılardan görebilmek için monitör çeşitli yönlere çevrilebilir. Kullanıcının başını hareket ettirmesi ise mekanik kol üzerinde yer alan alıcılar ile takip edilir.

BOOM'un avantajları; HMD'ye göre daha iyi çözünürlük ve FOV sunması, kullanıcıya ağırlık yüklememesi, az hareket ile kolay izlenebilirlik, kurulum ve kullanıcı değiştirmek kolay, iyi stereo kalitedir.



Şekil 4.5 BOOM [8]

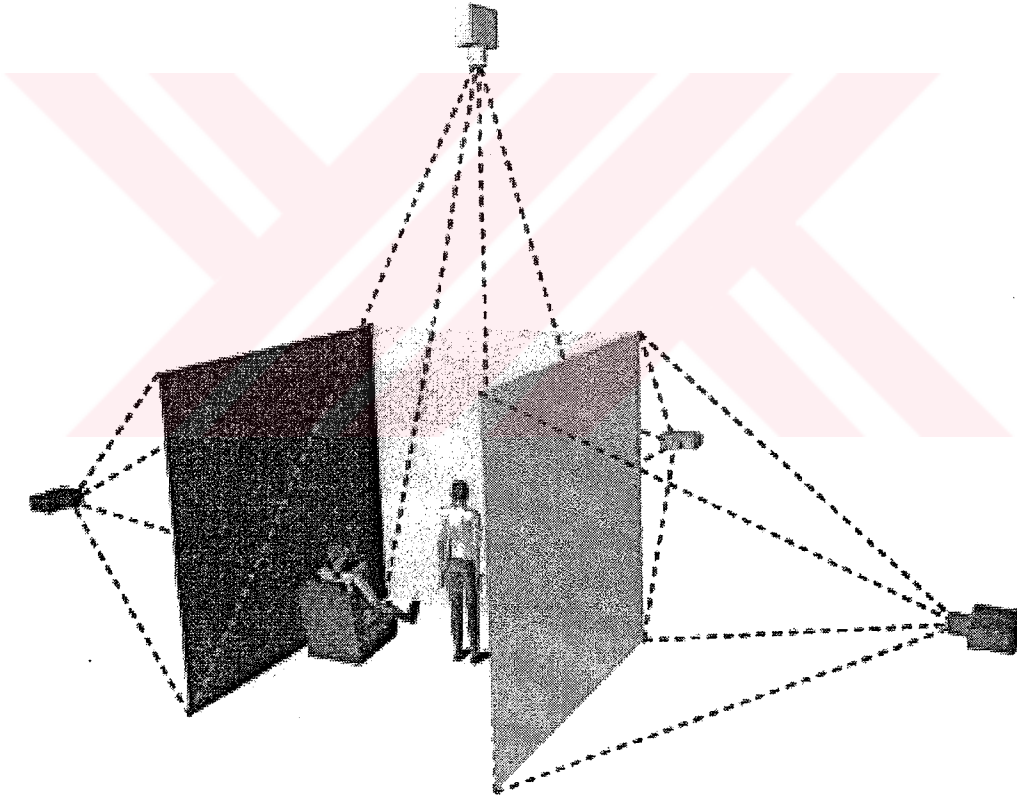
BOOM'un dezavantajları ise; hareketin sınırlı olması, dürbüne bakmak gibi olması, çevresel (ikincil) görüntüler için avantaj sağlamaması, kontrol için kolun sürekli tutulması gerekesidir. [6]

4.1.2.3 CAVE

CAVE bir kabin şeklindedir. Kullanıcı bu araç ile görüntüyü sadece düz bir ekranda izlemek yerine, görüntünün içinde yer alma olanağına kavuşur.

CAVE’i diğer sanal gerçeklik arabirimlerinden farklı kılan, kullanıcının herhangi bir monitör, kask, kablo gibi kısıtlayıcı araçlardan bağımsız olmasıdır. Kullanıcı yalnızca özel bir gözlük ve “wand” isimli araca ihtiyaç duymaktadır. Gözlüklere monte edilen bir izleme aygıtı ile kullanıcının konumu belirlenir ve yeni görüntü bu görüş açısına göre oluşturulur.

CAVE’in diğer bir avantajı da, sağladığı geniş görüş alanıdır. Bilgiler stereoskopik görüntüler olarak CAVE’in duvarlarına ve tabanlarına yansıtılır ve kabinin tamamı görüntüler ile kaplanır. Görüntülerin 3-boyut efektini sağlaması için, bilgisayar görüntüleri hızlı ve değişen sırada ekrana yansıtılmaktadır ve kullanıcıya sunulan görüntü ile sağlamaktadır.



Şekil 4.6 CAVE [8]

CAVE takım çalışmalarında da kullanılabilir. Aynı anda birden fazla kişi sanal ortama gerekli gözlükleri kullanarak katılabilir. Ancak tüm katılımcılar sadece kabinde bulunan kullanıcının görüş açısından görüntüyü izleyebilecektir.

CAVE'in avantajları; yüksek çözünürlük ve FOV sağlaması, kullanıcının başlık kablo vb. araçlardan bağımsız olup sadece çok hafif olan 3 boyut gözlüğü kullanması, kullanıcı sistemin içinde özgürce hareket edebilir, alanda sanal ve gerçek nesnelere bir arada yer alabilir, sistemin içinde birçok insan yer alabilir.

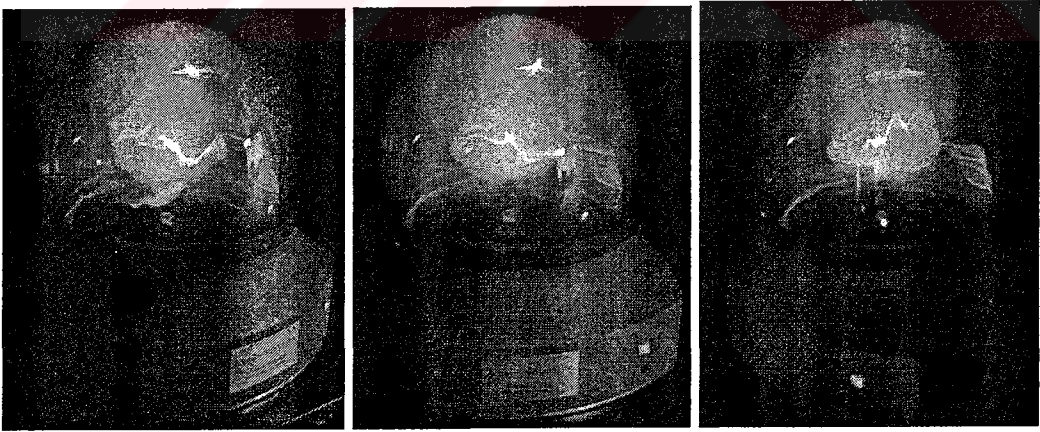
Dezavantajları ise; sistemin maliyetinin yüksek olması, geniş bir fiziksel alan gerektirmesi, her zaman projektörlerin kalibrasyonunun sağlanması gerekliliği, fiziksel nesnelere grafiksel nesnelere yansımaları önleyebilmesi olarak sıralanabilir. [6]

4.1.2.4 Hacimsel Görüntüleyiciler

Diğer arabirimlerden ayrı olarak, görüntüyü sanal olarak üç boyutlu oluşturan hacimsel görüntüleyiciler vardır. Bu tip görüntüleyiciler hacim boşluğunu görüntü ile doldurur. Oluşan görüntü bir çok açıdan izlenebilir. Bakış açısına göre perspektif değişmektedir. Çeşitli yollarla oluşturulan voksel* denilen noktalar birleşerek görüntüyü oluşturur.

Bu tip görüntüleyiciler genelde prototip aşamasındadır. Bu teknolojinin önemlileri ise dönen ekranlar, 2 lazer eksitasyonu ve çok odaklı ayna teknikleridir.

Dönen ekran teknolojisinde düz veya sarmal ekranlar dönüp, yayılan bir görüntü oluşturur. 2 lazer eksitasyonunda kızılötesi lazerler özel bir camda kesiştirilerek üç boyutlu resim oluşturulur. Çok odaklı ayna ise titreşen membran resmi bir kesik koninin içine odaklar. [10]



Şekil 4.7 Perspecta Spatial 3D isimli görüntüleyiciye çeşitli açılardan bakış [11]

* Üç boyutlu raster resimleri oluşturan x,y ve z koordinatlarına sahip noktaya voksel denir. Bir başka deyişle z koordinatı olan pikseldir.

Şekil 4.7’de görülen Perspecta Spatial 3D hacimsel görüntüleyicilerde ilk ticari üründür. Dönen düz ekran teknolojisiyle üretilmiştir. Her türlü CAD programında ve diğer üç boyutlu programda oluşturulan resimleri görüntüleyebilir.

4.1.3 VRML

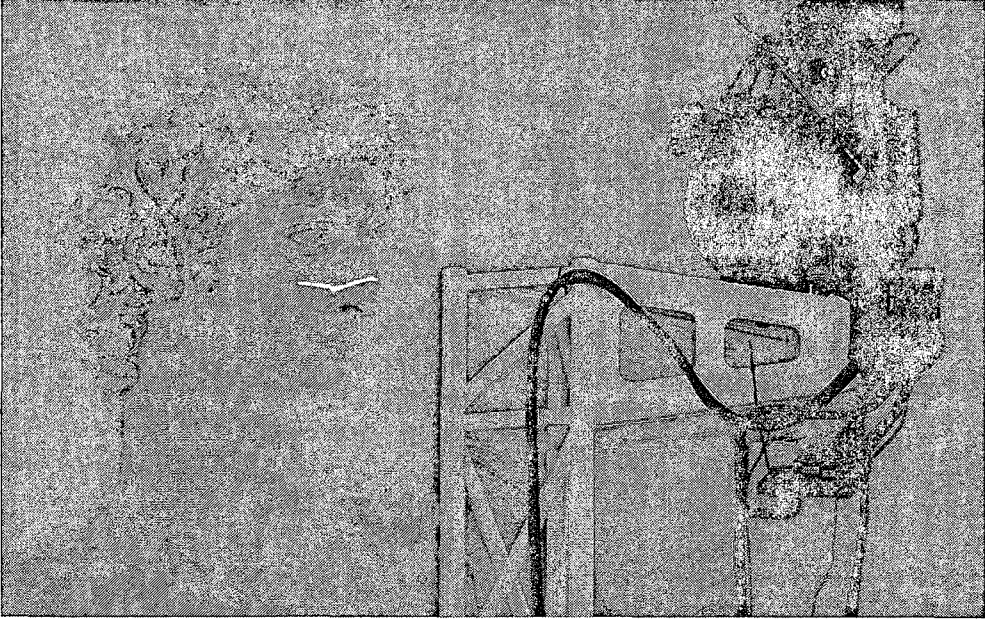
Web ortamı için desenlenen etkileşimli animasyonlar, genel olarak, Sanal Gerçeklik olarak adlandırılmaktadır. Bu tür animasyonların bazıları, Sanal Gerçeklik Modelleme Dili (VRML-Virtual Reality Modeling Language) adındaki bir bilgisayar dili kullanılarak hazırlanmaktadır. VRML, üç boyutlu (3D) bir sahnenin geometrisini, hareketlerini ve kullanıcı tarafından ne şekilde gezileceğini tanımlamaya yarayan hiyerarşik bir sahne tanımlama dilidir.

VRML modeller işlevsel ve etkileşimli olabilir. VRML ile 3D şekiller, ışık, animasyon ve ses içeren sanal dünyalar tasarlanmaktadır. Bu sanal dünyaları oluşturmak için VRML, bir çok özellikte desteklenmektedir. Örneğin, ses (WAVE, MIDI), dokular (JPEG, GIF, PNG, ve MPEG, Flash, RealMedia, AVI), ışıklandırma, sis, karakter animasyon, linkler verme ve Java dillerini desteklemektedir.

Klasik animasyonlar, resimlerin ardarda gösterilmesinden oluşur ve bu tür animasyonlar pasiftir. Bu noktada klasik animasyonlar, etkileşimli animasyonlardan ayrılırlar. Etkileşimli animasyonlarda, kullanıcı bilgiye erişimde etkileşime geçer ve bu animasyonlar kullanıcıya bir yanıt verme olanağını sunar. Böylece, bilgiye erişmek isteyen kişiye etkileşimli bir ortam sağlanır. Bu da eğitim ve öğrenmede oldukça önemli bir araçtır. Etkileşimli animasyonlar önce üç boyutlu yazılımlarda modelleme ve doku, ışık gibi görsel nitelikler tanımlandıktan sonra etkileşimin oluşturulacağı yazılımlara aktarılır. 3D Exploration, Cult 3D gibi yazılımlar ile oldukça iyi sonuçlar elde edilebilir. Bu yazılımlarda gerekli etkileşim kodlamaları oluşturulduktan sonra Web ortamına aktarılarak etkileşimli animasyonlar yayınlanabilir. Etkileşimli animasyonların çoğu ek bir gösterim aracı gerektirdiği için Web gösterim (browser) araçlarında bazen sorunlarla karşılaşılabilir. Netscape Navigator ya da Microsoft Internet Explorer gibi programlar kendilerine eklenecek bir eklentiye (plug-in) gereksinim duyarlar. VRML tarayıcılarına yüklenen bu gösterim programı Web tarayıcılarını kullanıcı ile etkileşime yönlendiren en önemli araç durumundadır.

Bilgisayar yazılım ve donanımlarında son yıllarda görülen gelişmeler, bilgisayar grafikleri ve animasyon işlemlerindeki kalite ve hızı oldukça artırmıştır. VRML uygulamalardaki en büyük sorun üç boyutlu modellerin gerçekçi bir biçimde üretilmesidir. VRML modellerinin üretilmesinde genellikle üç boyutlu model hazırlama yazılımları tercih edilmekte bunun

yanında gelişen teknoloji ile birlikte günümüzde Lazer tarayıcılar ve üç boyutlu algılayıcılar kullanılarak üç boyutlu modeller üretilmektedir.



Şekil 4.8 Michelangelo'nun Davut heykelinin lazer tarama yapılması [12]

VRML, İnternet dünyasının içinde yeni bir dünya açmaktadır; çünkü tasarımcılara şekilleri ve animasyonları sanal gerçeklik grafiklerini kullanarak sunma olanağı verir. VRML'in zayıf noktaları olduğu gibi güçlü yanları da vardır. Özellikle VRML teknolojisi İnternet dışındaki sunumların kalitesini yükselttiği gibi İnternet ortamında etkileşim düzeyini yükselterek iletişim engellerini ortadan kaldırmaktadır. VRML iş, eğitim ve eğlence gibi bir çok uygulama alanı bulunmaktadır. VRML kullanım alanlarını bilimsel ve ticari olan birkaçını şu şekilde sıralayabiliriz: Bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM), gemi üretim işlemlerinin benzeşimi (simülasyonu), sanat, kimya, fizik ve biyoloji, tıp, coğrafya, inşaat, mühendis ve mimarlık, etkileşimli çevrim içi alış-veriş, etkileşimli oyunlar ve eğitim. VRML uygulamalarıyla mimarlıkta bir bina yapılmadan önce sanal olarak geliştirilebilir ve sonuç çok önceden görülebilir. Yeni fikir ve düzenlemeler anında binaya uygulanabilir. Araba, gemi, uçak gibi çeşitli araçların benzeşimleri geliştirilebilir. Böylece, bu araçların değişik ortamlardaki dayanıklılık testleri yapılabilir. Doktor adayları gerçek ameliyatlara girmeden önce ya da varolan deneyimlerini geliştirmek için sanal ameliyatlara kendilerini deneme fırsatı bulabilirler. İnsanların korkularını yenebilmeleri için sanal gerçeklik ortamlarından yararlanılabilir. Yukarıda verilen örneklerin sayısı insanoğlunun hayal gücü doğrultusunda neredeyse sonsuzdur. Eğitim uygulamalarında da çeşitli şekillerde VRML uygulamalarından

yararlanmak olasıdır. Anlatılanların üç boyutlu olarak görselleştirilmesi VRML uygulamalarının en önemli özelliklerinden biridir. Üç boyutlu olarak anlatılan herhangi bir konuyla ilgili ortama öğrenenler dahil edilebilirler. Bu ortam, uzay gibi çok büyük bir ortam olabileceği gibi, bir hücrenin içi gibi çok küçük bir ortam da olabilir. Birçok farklı fiziksel bölgeden kişinin sanal bir ortamda bir araya getirilmeleri de olasıdır. Böylece sanal ortam toplantıları, sanal ortam konferansları yapılabilir. Bu tür yapılar sonucunda, bireyler grup etkileşimine yönlendirilerek daha verimli çalışabilmeleri sağlanabilir ve çok daha etkili ürün ve sonuçlar elde edilebilir. Aynı zamanda, sanal toplantılar ve konferanslar kişilerin seyahat masraflarını da ortadan kaldırmakta; ekonomik politik sağlık ve diğer olanaksızlıklar nedeniyle gidip göremeyecekleri yer ve kişileri ayaklarına getirebilmektedir. VRML uygulamalarıyla geçmişin ya da geleceğin, eğitim amaçlı olarak, görselleştirilmesi de olasıdır. O gün için elde olan verilerle geçmiş yeniden canlandırılabilir ya da gelecek şekillendirilebilir. Eldeki verilerin değişmesiyle VRML uygulamalarının güncellenebilmesi, her zaman için söz konusudur. Bu sayede, değişen koşulların gelecek için neleri ifade edebileceği öğrenenlere anında gösterilebilir. Benzer şekilde, geçmişin de bu sanal ortamlarda tekrar ortaya çıkarılabilmesi olasıdır. Bir öğreneni ortaçağın bir şehrine götürüp kent yaşamını kişi sanki oradaymış gibi gösterip aktarmak, bu konuyu sadece anlatmaktan çok daha etkili olacaktır. Bir başka örnek olarak, geçmişte alınan insanlık için önemli bir kararın hangi ortamda, hangi koşullar altında alındığının öğrenenlere sanal ortamda yaşatılarak gösterilmesi de olanaklıdır. Bu sayede bireyler, yaşanan ya da yaşanacak olayları kendi bağlamı içerisinde ele alarak değerlendirip tartışabilir ve kendi görüşlerini yapılandırabilirler.

VRML uygulamaları ile oluşturulan sanal gerçeklik etkinlikleri, ayrımlı öğrenenlerin ortamlarla çok yönlü iletişim ve etkileşim içinde olmalarını sağlamaktadırlar. Öğrenenler sanal ortamlarda edilgen değil, tamamıyla etkindirler. Herhangi bir koşulda, üretilen sanal programın yapısı gereği olarak olaylara müdahaleye izin verilmese de öğrenenin bu ortam içinde dilediğince gezinip, sunulan bilgiyi kendisine en uygun şekilde alması olasıdır. Bu en alt düzeydeki etkileşimlilik seviyesi, sanal ortam içinde bireyin değişik ve çeşitli müdahalelerine izin verilmesiyle çok daha yukarılara çekilebilir ve bireylerin eleştirel düşünce becerilerini kullanmalarına olanak sağlanabilir. [7]

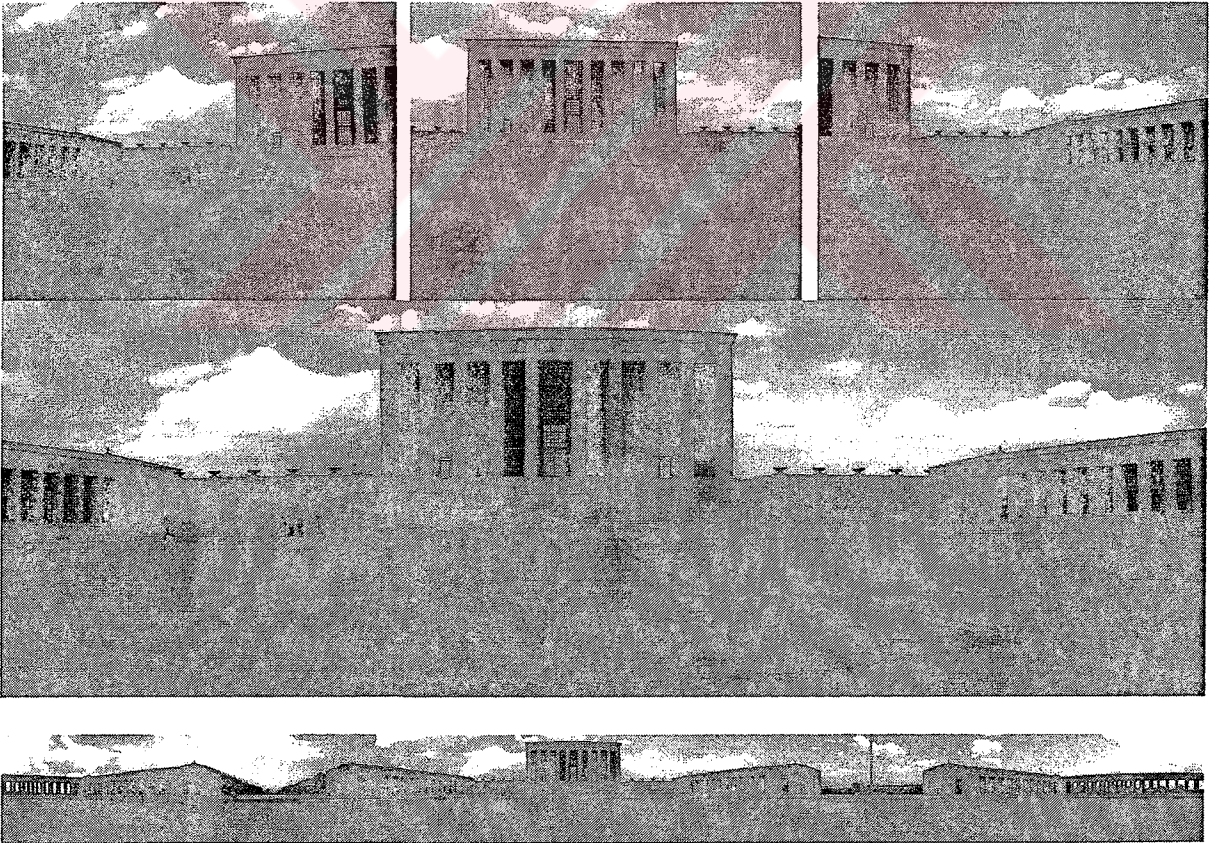
4.1.4 VR Panoramik Görüntüleri

VRML dili sanal ortamlar yaratmaktadır. VR (sanal gerçeklik) panoramik görüntülerde ise gerçek resimler kullanılmaktadır. Bir mekana, bir nesneye ait resimler yan yana getirilip birleştirilerek bu tip görüntüler elde edilmektedir. Oluşturulan görüntüler etkileşimlidir.

Kullanıcı resimlerin birleştirilmesi için veriyorsa, aşağı, yukarı, sağa ve sola kendi isteği doğrultusunda bakabilir. Bunun yanında yakınlaşıp uzaklaşabilme şansı da vardır. Resimlerin belirlenen yerlerine köprüler konulabilir. Böylece köprü sayesinde bir başka panoramik görüntüye, bir animasyona, bir resme veya bir web sayfasına gidilebilir.

Panoramik görüntülerde fotoğrafların yanı sıra bilgisayar ortamında oluşturulmuş sanal görüntülerle stereoskopik resimler de kullanılabilir. Bu tip görüntüler birbirleriyle beraber kullanılma şansı da vardır. Böylece bir binanın bittikten sonraki panoramik görüntüleri, tasarım aşamasında son haline ilişkin görüntüler, gerçek üç boyutlu görüntüleriyle beraber bir yapı tasarım aşamasında mevcut çevresine ait fotoğraflara monte edilmiş sanal görüntüleri 360° izlenebilir. VR panoramik görüntüler çevre ve nesne tabanlı olmak üzere ikiye ayrılır.

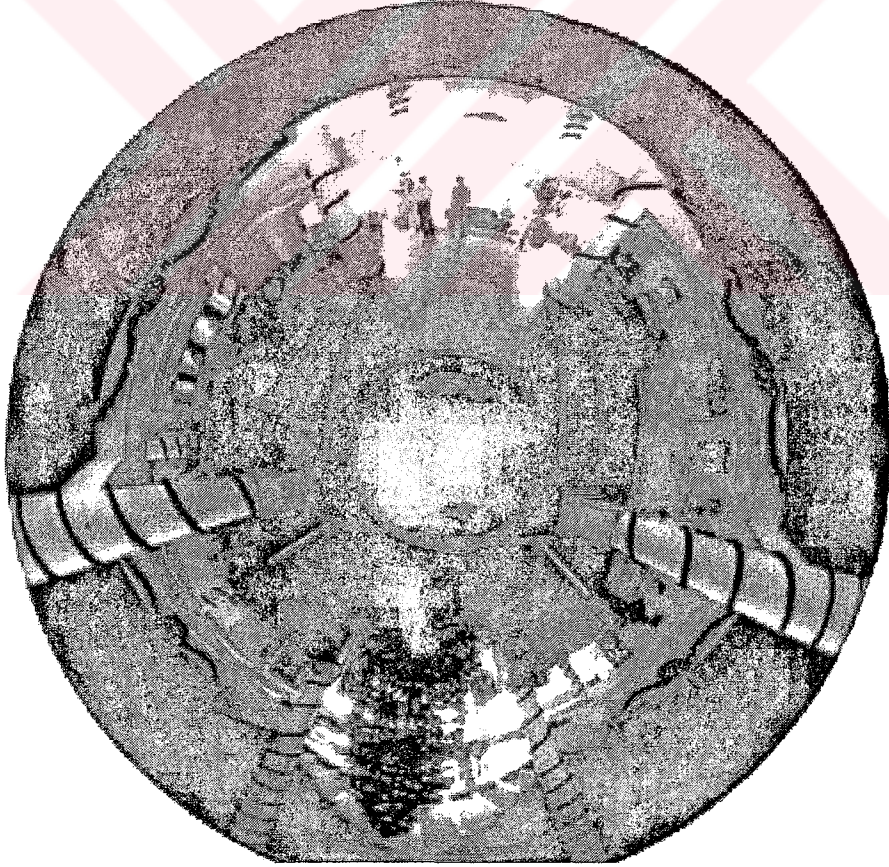
Çevre tabanlı görüntülerde fotoğrafların çekildiği nokta sabittir. Bu nokta etrafında yatayda ve dikeyde 360 dereceye kadar istenilen açıda dönülerek fotoğraflar çekilir. Daha sonra bu fotoğraflar çeşitli programlar aracılığıyla birleştirilerek VR panoramik görüntü oluşturulur.



Şekil 4.9 Çevre tabanlı panoramik görüntü oluşturma sürecini gösteren bir örnek; fotoğraf çekilmesi, birleştirilmesi ve 360° görüntü oluşturulması. (Ufuk Ergun, 2003)

Fotoğraf çekiminin hassas yapılması gerekmektedir. Birleşen fotoğraflarda birbirine birleştirme ipucu vermesi için çalışma payı bırakılmalıdır. Çekimler esnasında tripod kullanmak kolaylık sağlayacaktır. Tripod ile beraber çekimleri kolaylaştırmak için çeşitli firmaların ürettiği ürünler kullanılabilir. Tripod üzerinde açığı gösteren ek parçalar buna örnek gösterilebilir.

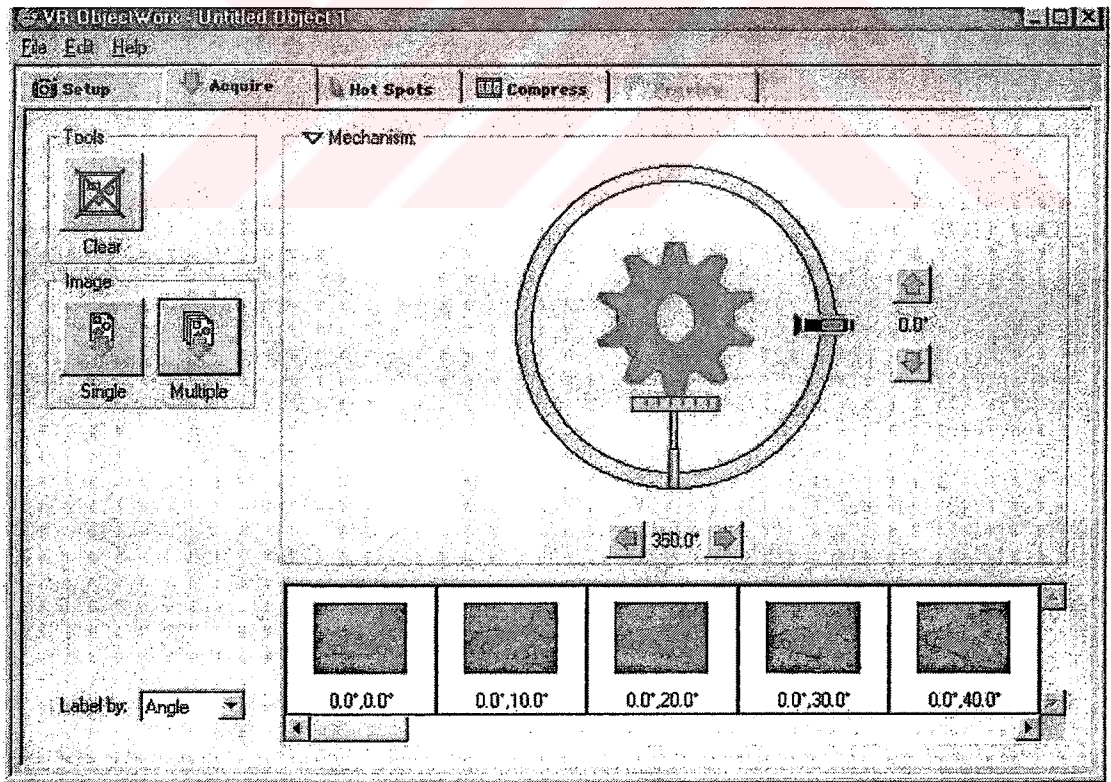
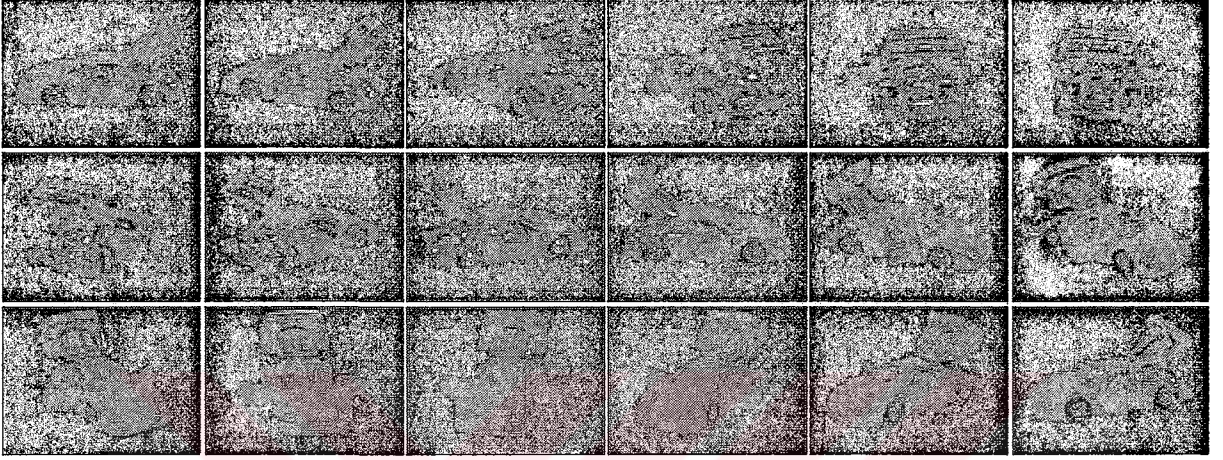
Fotoğraf çekimleri seri çekimlerle yapılabileceği gibi 360 derecelik bir fotoğrafla da bu işlem tamamlanabilir. Bu tip fotoğrafı çekmek için çeşitli parçalar gerekmektedir. Fotoğraf makinesine takılan bir parçayla fotoğraf çekilir. Elde edilen fotoğraf anlaşılır şekilde değildir. Çeşitli programlar aracılığıyla bu fotoğraf işlenir ve VR panoramik görüntü elde edilir. Bu tip fotoğraf hareketi yakalamak için çözümdür. Seri fotoğraflar hareketin çeşitli safhalarında görüntülendiği için resimler arasında farklılıklar olur ve algı sorunu yaratabilir. Ayrıca seri fotoğraflarda kontrolsüz ışık altında çeşitli açılarının farklı aydınlık değerleri olduğu için birleştirme aşamasında zorluklar çıkartabilir, 360 derecelik fotoğrafta ise anlık ve tek çekim olduğu için bu tip sorunlar yaşanmamaktadır.



Şekil 4.10 360° tek fotoğraf işlenmeden önceki hali [13]

Çevre tabanlı görüntülerle oluşturulan bir yapının odaları gezilebilir. Kapılara köprü konularak bir odadan başka birine geçmek mümkündür. Bu fotoğraflarla yapılabileceği gibi sanal olarak ve ikisinin birleşimi şeklinde de yapılabilir.

Nesne tabanlı görüntülerde ise nesne sabittir. Nesne etrafında dönülerek çekim yapılır. Nesnenin boyutları imkan veriyorsa bir kaide üstünde nesne çevrilerek sabit noktadan çekim yapılabilir. Bunun için çeşitli ürünler mevcuttur.



Şekil 4.11 Nesne tabanlı panorama oluşturmak için çekilen resimler ve bunların yazılım aracılığıyla birleştirilmesini gösteren VR ObjectWorx isimli programdan ekran görüntüsü

Fotoğrafların çekim işlemi çevre tabanlı görüntülerin oluşturulmasıyla aynıdır. Yalnız bu görüntülerde tek bir fotoğraf çekme işlemi yapılamaz. Bunun yerine bir çok fotoğraf makinesiyle aynı anda, anlık çekim yapılarak hareket anı yakalanır. Bu çekimde gerekli açılara fotoğraf makineleri yerleştirilir ve bir düzencekle aynı anda deklanşöre basılır. Böylece bir nesnenin değişik açılardan anlık görüntüsü oluşturulur. Son zamanlarda sinemada da bu tip tekniklere rastlanmaktadır.

Bu tip görüntülerle bir mobilyanın ya da bir oturma grubu gibi nesne veya nesne gruplarının çevresiyle ilişkisini gösteren 360° resimler oluşturulabilir. Böylece mevcut bir mekana eklenecek bir nesne sanal olarak canlandırılabilir. Nesnenin malzemesi değiştirilebilir. Böylece tasarım süreci ve sunum süreci yeni bir boyut kazanır.

Bu tekniğin mantığıyla çalışan bir başka yazılım ise Archvision firmasının ürettiği RPC isimli üç boyutlu modelleme programları için üretilen eklentidir. RPC, zengin fotoğraf gerçekliğinde içerik anlamına gelen kelimelerin kısaltmasıdır. Adından da anlaşılacağı gibi bu yazılımın içeriği fotoğraflardan oluşturulmaktadır. Nesne tabanlı panorama tekniğinde çekilen fotoğraflar yazılımla birleştirilir ve bakış açısına göre doğru resmi göstermesi sağlanır. Bu nesnelere 3D modelleme programlarına eklendiğinde boyutu, o perspektifteki açısı, gölge ayarları yapılır. Perspektif değiştiğinde daha önceden ayarı yapılan RPC, açısını değiştirerek doğru resmi göstermeye başlar. Bu bize modellerdeki sahnemize yüklü 3D model koymaktansa onların yerine yükü çok daha az olan ve açığa uyum sağlayan resimler koymamızı sağlar. Böylece çalışılan dosyanın yükü daha az seviyelerde tutulur, daha kolay çalışılabilir ve vektörel resmi raster resme süreci bilinen adıyla render süreci kısalmır. Sonuç üründe kalitesinden bir şey kaybetmez hatta daha da iyi olabilir.

VR panoramik görüntüler kullanıcı kontrolünde birbirine geçen resimler olduğu için bu teknik anlık resimlerle yapılabileceği gibi çeşitli durumları göstermek için de yapılabilir. Örnek olarak bir mekanın günün değişik saatlerinde aldığı ışığın değişimleri görüntülenerek birleştirilir. Oluşturulan VR panoramik görüntüde sağa ve sola giderek ışık değişimleri kontrollü şekilde izlenebilir. Değişik durumlar için çözümler üretilebilir.

Oluşturulan görüntüleri de Internet ortamında yayınlamak mümkündür. Bunun için çeşitli eklentiler yüklemek gerekmektedir. Bu tip resimleri oluşturan çeşitli programlarla beraber çeşitli göstericiler de mevcuttur. Bu tip resimler giderek yaygınlaşmaktadır.

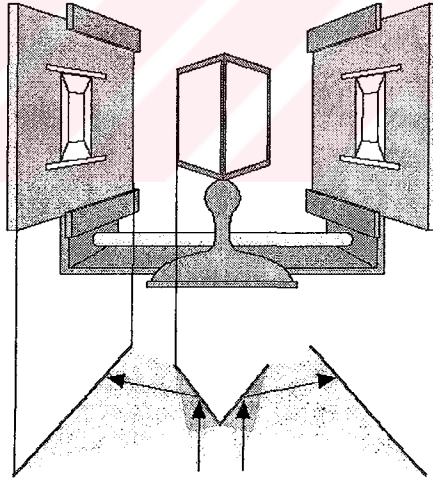
4.2 Stereografi

Stereo, Yunanca mekansal veya üç boyutlu anlamına gelmektedir. Stereo kelimesi akla hemen sesi çağrıştırmaktadır. Aslında stereo, görüntülerde de kullanılan bir terimdir. Stereogram, üç boyutlu bir başka deyişle mekansal görüntü anlamına gelmektedir. Stereografi ise bu tip resimler üreten yönteme verilen isimdir.

İnsan gözünün çalışma prensibinden yola çıkılarak üretilen bir yöntemdir. Bu yönteme göre iki göze çeşitli yollarla iki ayrı görüntü yollanır. İletilen bu görüntüler, insanın her bir gözüyle farklı gördüğü resim çiftleridir. Bir başka deyişle sağ ve sol gözün gördüğü iki ayrı görüntü 2 ayrı resim olarak bir arada çeşitli yollarla aynı anda göze ulaştırılır. Böylece insanın gerçek görüntülerden oluşturduğu derinlik algısı yani üç boyutlu görmesi taklit edilerek 3D görüntüler oluşturulur.

4.2.1 Stereografinin Gelişimi

Stereogramların gelişimi 1833 yılında fizikçi Sir Charles Wheatstone'un stereoskopik görme yeteneğini tanımlamasıyla başlar. Wheatstone, bu buluşunu desteklemek için de stereoskop isimli bir üç boyutlu görüntüleyici yapmıştır.



Şekil 4.12 Stereoskop [14]

Stereoskop, iki ayna ve iki tarafta resim yerleştirilebilen panolardan oluşan düzenektir. Panolara yerleştirilen, sağ ve sol göz için olan resimler aynalardan yansıtılarak göze doğru açıyla iletiliyordu. İki göze farklı gelen bu resimlerle üçüncü boyut algılanıyordu.

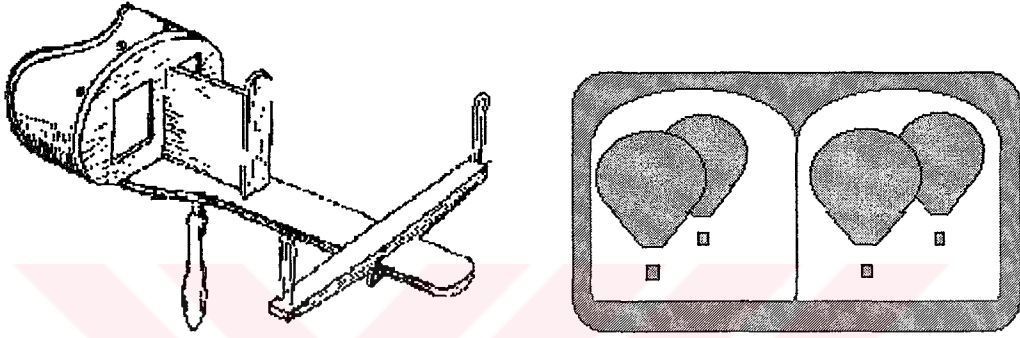
1839 senesinde Fransız Daguerre'in dayanıklı fotoğraflar üretme yöntemini bulmasıyla, iki

farklı fotoğraf sayesinde üç boyutlu fotoğraflar çekmek mümkün oldu.

1844 yılında Sir David Brewster tekrarlayan desenlerdeki ufak farklılıkların üç boyutlu bir etki yaptığını keşfetti. Beş sene sonra ise ilk stereo fotoğraf makinesini yaptı.

1855 tarihinde tek objektifli kameralar için stereo fotoğraf çekmeye yarayan adaptörü Fransız Barnard yaptı.

Holmes, kendi adını verdiği Holmes izleyicisini 1861 yılında üretti. Bu izleyici sayesinde derinlik algısını sağlayan fotoğraf çiftleri daha kolay görülebiliyordu.



Şekil 4.13 Holmes izleyicisi ve bu izleyicide kullanılan resimlerden bir örnek [15]

20.yüzyıl başlarında stereografi dalgası etkisini kaybetti. Daha sonra Berlin'de Fuhrmann tarafından tekrar canlandırıldı. Stereoskopik izleyiciler ve stereo slaytlar geniş kitlelere ulaştı.

Daha küçük boyutlu fotoğraf makinelerinin üretilmesi ve renkli filmlerle beraber stereo fotoğraf için daha iyi aletler üretildi. Fakat bunların hepsi zamanla piyasadan kayboldu.

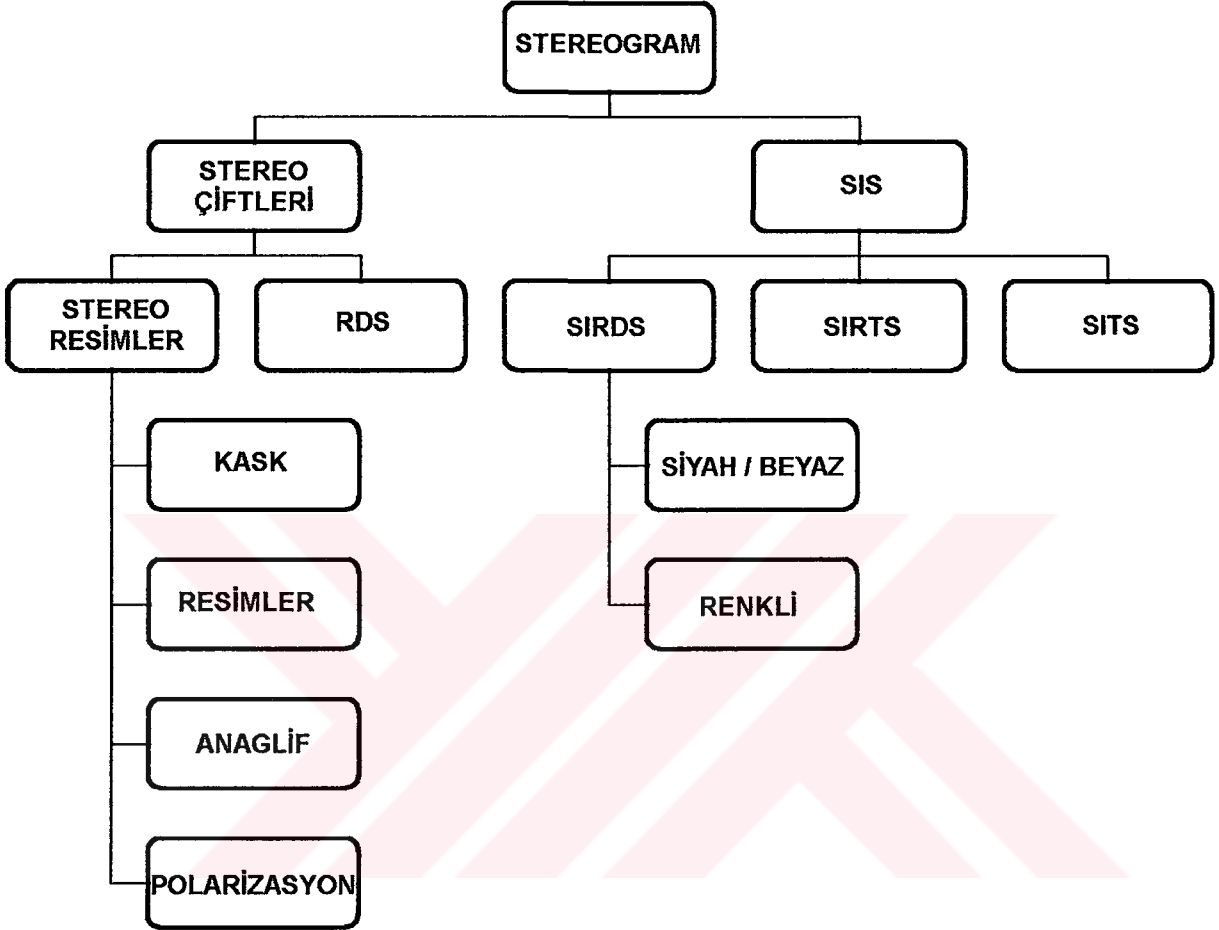
1959 yılında ise Dr. Bela Julesz rasgele noktalı stereogram anlamına gelen "random dot stereogram" ve kısaltması RDS olan stereogramı keşfetti. Aslında bu resimlerde beynimiz bu görüntülerdeki noktaları işlemeden üç boyut bilgisi görülemez. Bu zamana kadar stereoskopik algılamanın iki retinada gerçekleştiği sanılıyordu. Bu deneylerle üç boyutlu görüntülerin beyinde oluştuğunu kanıtladı.

1979'da Christopher Taylor tek resimli rasgele noktalı stereogramı tasarladı. Bu sonra otostereogram olarak ünlü oldu. Bu resimler Apple-II bilgisayarıyla, BASIC programlama dilinde yapılmıştı.

1990 yılında işe otostereogram ilk olarak piyasaya sürüldü. [16]

4.2.2 Stereogram Çeşitleri

Stereogramlar iki temel çeşide ayrılırlar. Bunlar stereo çiftleri ve SIS tır. SIS, tek resim stereogramı anlamına gelen "single image stereogram" sözcüklerinin kısaltmasıdır. Bu iki çeşit de kendi içlerinde kollara ayrılırlar.



Şekil 4.14 Stereogram Çeşitleri

Stereo çiftleri adından da anlaşılacağı gibi iki resimden oluşur. Çeşitli yollarla gözlere sağ göz ve sol göz için hazırlanmış resimler iletilir.

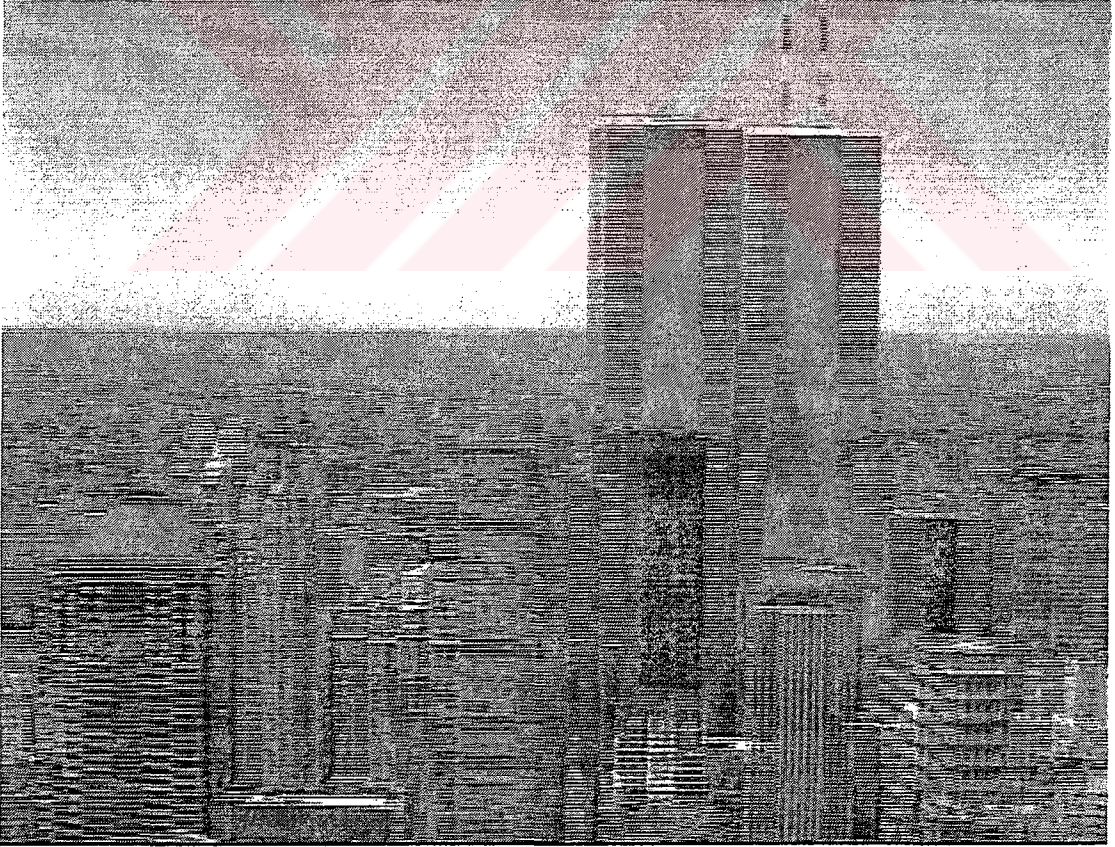
SIS stereogramlar ise tek resimden oluşmaktadır. Çeşitli desenler tekrarlanarak üretilir. Bu desenlerde ufak farklılıklar yapılarak üç boyutlu görüntü oluşturulur. Çıplak gözle bakıldığı ve izlemek için ek bir izleyici gerektirmediği için otostereogram olarak da adlandırılmaktadır. Üretilen üç boyutlu görüntü kütle şeklinde olur. Yüzeyler katmanlar şeklinde gözükür. Resimler desenli olduğu halde ortaya çıkan üç boyutlu şekillerde resmin deseni dışında başka bir desen olmaz.

4.2.2.1 Kask

Sanal gerçeklik uygulamalarında kullanılan HMD kasklar, stereografide kullanılır. HMD kaskların yanında LCS gözlükler de 3D görüntü izlemekte kullanılmaktadır. LCS gözlüklerin HMD kasklardan farklılıkları başın hareketi algılayıp görüntüyü açıya göre değiştiren sistemlerin (head tracker) bulunmaması ve görüntüyü beynin algısının dışında kalan bir hızla sağ ve sol göze ayrı zamanlarda görüntü göndermesidir. Sağ göze görüntü geldiğinde sol göze bir görüntü gelmez.

İki göze, iki ekran vasıtasıyla farklı görüntüler gönderebilen bu araçlar stereopsis oluşmasını sağlar. Gönderilen görüntüler ekranlarda tam ekran görünebileceği gibi bu tip kasklarda kullanılan bir başka yöntem ise birbirine geçmiş İngilizce terimiyle "interlaced" görüntüdür.

Birbirine geçmiş görüntülerde ekrandaki tek ve çift yatay veya dikey çizgiler farklı ekranlara iletilir. Tek satırlarda bir göz için çiftlerde ise diğer göz için resim mevcuttur. Kasklar dönüştürücüleri aracılığıyla tek ve çift satırları veya sütunları farklı ekranlara iletir. Böylece stereopsis oluşur. Bu görüntüler çıplak gözle bakıldığında karışık resimler halinde görünür.

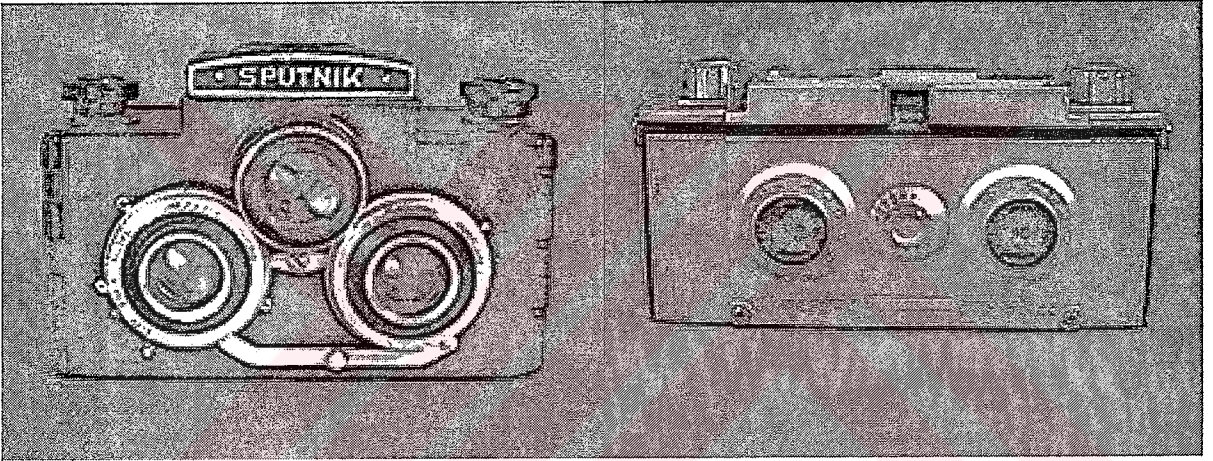


Şekil 4.15 Birbirine geçmiş görüntü [17]

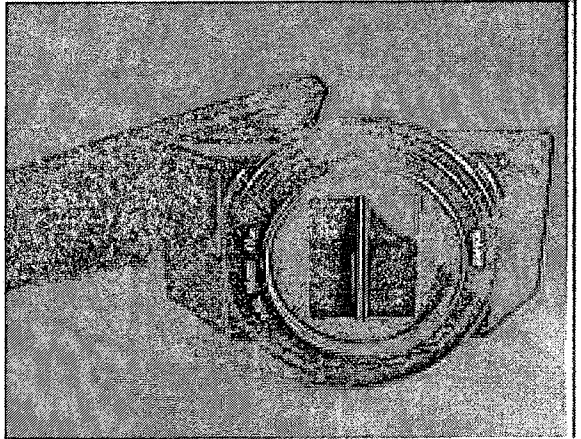
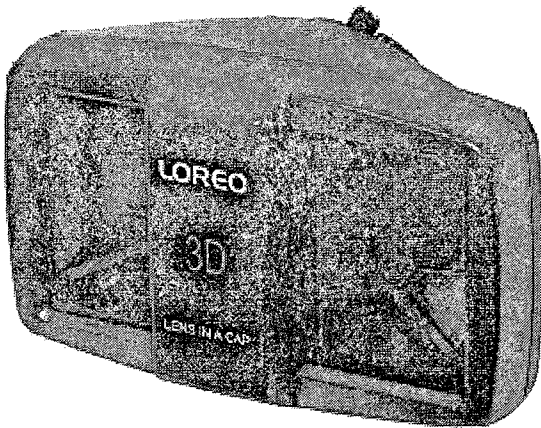
4.2.2.2 Resimler

Wheatstone'un stereoskopi ve Daguerre'nin bulduğu fotoğraf üretme tekniğiyle üç boyutlu fotoğraf çekmek mümkün olmuştur. 1840 yılından beri üç boyutlu fotoğraflar çekilmiştir. Bu geçen süre zarfında çeşitli 3D fotoğraf çekme teknikleri ve bu fotoğrafları izleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bu gelişmeler kapsamında çeşitli aletler geliştirilmiştir.

Üç boyutlu fotoğraf çekmek için gözleri taklit etmek gerekir. Gözler arasındaki mesafe 6 ile 7cm arasında değişmektedir. Çekilen fotoğraflarda bu aralıklarda çekilmelidir. Bu tip fotoğraflar çekmek için iki objektifli fotoğraf makineleri üretilmiştir (Şekil 4.16). Bu tip makinelerin dışında fotoğraf makinesi kaydırılarak veya 2 makine kullanılarak çekim işlemi yapılabilir. Bunların dışında tek objektifli fotoğraf makinelerine görüntüyü iki parçaya bölen adaptörler kullanılabilir (Şekil 4.17).



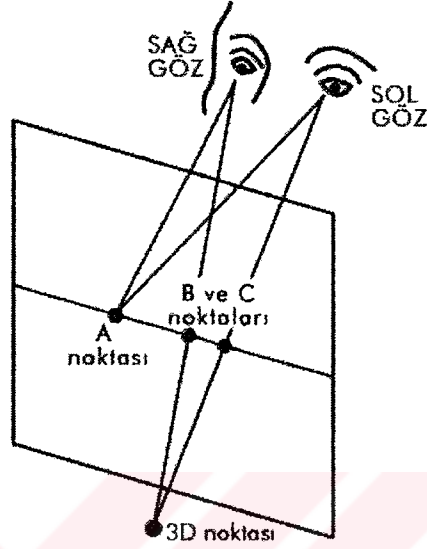
Şekil 4.16 İki objektifli fotoğraf makinelerine örnekler



Şekil 4.17 Tek objektifli fotoğraf makineleri için 3D adaptörleri

Bu tip makineler aracılığıyla veya kaydırma, iki makine ile çekilen fotoğraflarla üç boyutu algılamak için çeşitli izleme metotları vardır. Çıplak gözle üç boyutlu fotoğrafları görmek için iki temel yöntem vardır. Koşut bakma ve şaşı bakma yöntemidir.

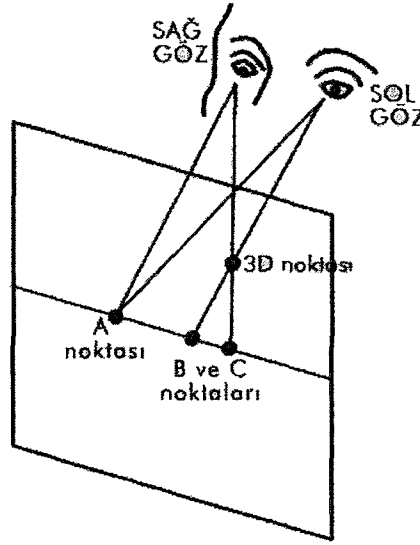
KOŞUT (PARALEL) BAKMA



Şekil 4.18 Koşut bakma yöntemi (Erçetin, 2003c)

Bunlardan ilki otostereogram izlenmesinde de kullanılan koşut veya paralel bakma yöntemidir (Şekil 4.18). Olağan izleme ve okuma koşullarında gözler bir düzlem üzerindeki A noktasına odaklanır ve seçik olarak görme bu biçimiyle gerçekleşir. Koşut bakma yönteminde ise, bir düzlemde aynı nesnenin iki ayrı açıdan görüntülenmiş iki boyutlu görüntüleri yer alır. Ancak gözler bu görüntüleri farklı görüp tek bir üç boyutlu görüntü olarak algılayabilmelidirler. Bunun için gözlerin düzlemde iki ayrı görüntüye ait olan B ve C noktalarından ötedeki bir noktaya odaklanmaları gerekir. Gözler bu biçimiyle odaklandıklarında, düzlem üzerindeki ilk resmin B noktasıyla, ikinci resmin C noktasını tek bir nokta olarak, yani 3D noktası olarak algılayacaklar, iki ayrı görüntüyü birleştireceklerdir. Bunun sonucunda üç boyutlu görüntü oluşacaktır. (Erçetin, 2003c)

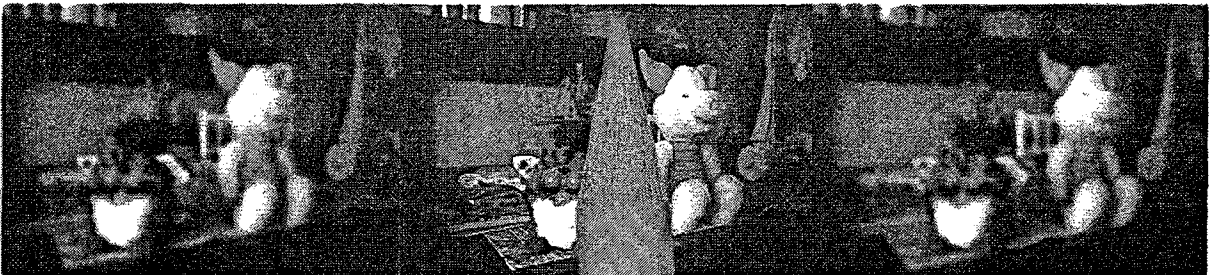
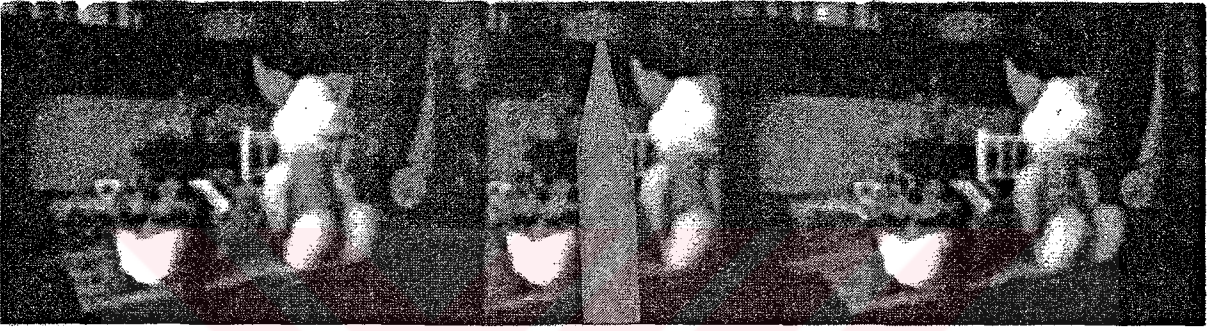
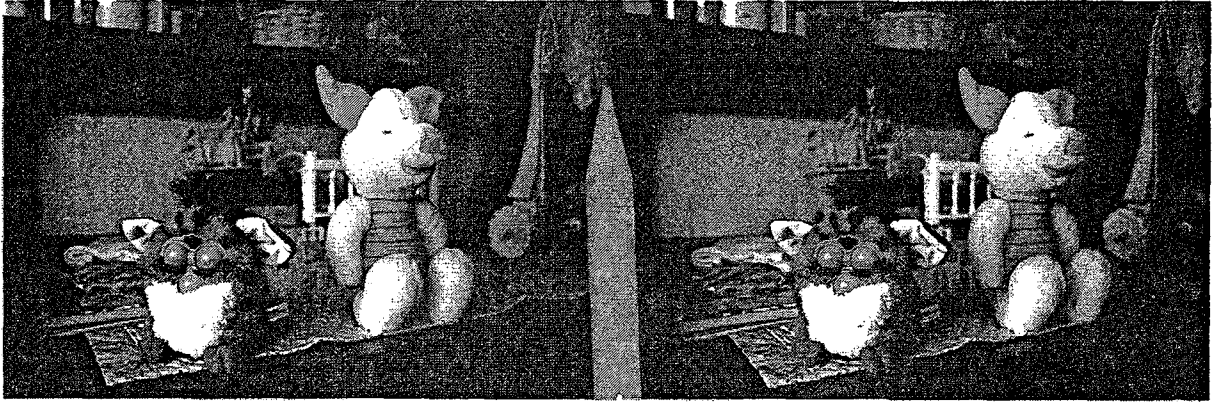
ŞAŞI BAKMA



Şekil 4.19 Şaşı bakma yöntemi (Erçetin, 2003c)

Ayğıtsız izleme için ikinci örnek ise şaşı bakma yöntemidir. Olağan izleme ve okuma koşullarında düzlem üzerindeki A noktasına odaklanan gözlerimiz, bu kez nesnenin düzlemde yer alan ve iki ayrı açıdan görüntülenmiş iki boyutlu görüntülerine ait B ve C noktalarından gerideki bir noktaya odaklanırlar. Gözler bu biçimiyle odaklandıklarında, düzlem üzerindeki ilk resmin B noktasıyla ikinci resmin C noktası üçüncü bir nokta olarak, yani 3D noktası olarak düzlemin önünde algılanacaklar, iki ayrı görüntüyü birleştireceklerdir. Bunun sonucu olarak da üç boyutlu görüntü oluşacaktır.

Yöntemin bir örnek üzerinde uygulanışı şöyledir (Şekil 4.20). Resimler okuma uzaklığında tutulur bir kalemin ucu resimlerin üzerinde yer alan noktaların tam ortasına konur. Her iki gözle kalemin ucuna odaklanılır. Resimler aynı uzaklıkta tutulup kalem yavaşça kaldırılır, gözlere yaklaştırılır. Bunu yaparken sadece kalemin ucuna bakılmalı ve net görülmeli, gerideki noktalara ve resimlere bakılmamalıdır. Ancak kalemin ucu gözlere yaklaştırılırken odaklama bozulmadan ve başka noktalara kaydırılmadan gerideki bulanık iki noktanın önce dörtleştiği, kalem gözlere yaklaştıkça üçleştiği, iki noktanın ortasında üçüncü bir noktanın oluştuğu görülecektir. Aynı aşamada iki resmin arasında üçünü bir resmin belirlemekte olduğu da görülecektir. Bu 3D noktası ve altında beliren resim de üç boyutlu görüntünün oluşacağı resimdir. Nokta tam olarak net, seçik ve tek olarak algılandığında aradaki kalem ortadan çekilir, gözler aşağıdaki resme kaydırılır ve üç boyutlu görüntü algılanır. (Erçetin, 2003c)

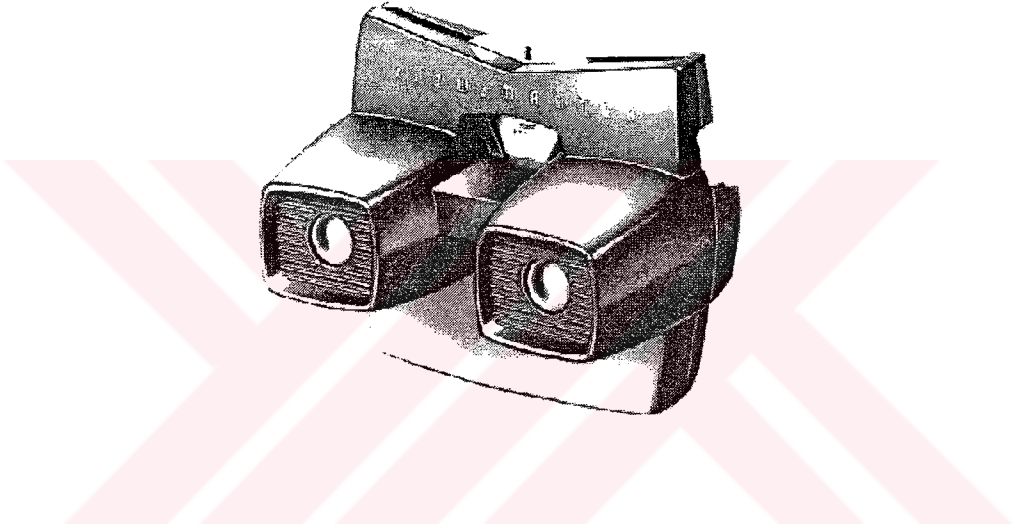


Şekil 4.20 Üç boyutlu görüntüyü şaşı bakma yöntemiyle algılamayı anlatan görüntüler (Erçetin, 2003c)

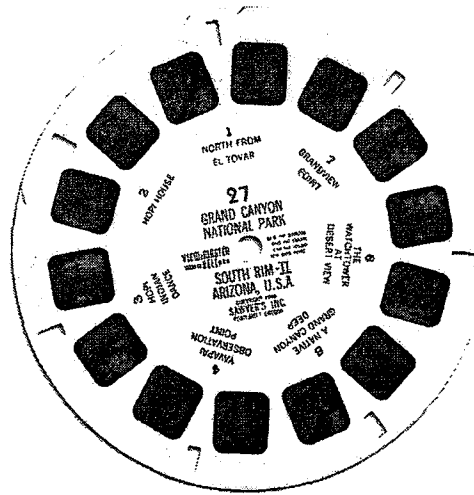
Bu tip çıplak gözle resmi algılama yöntemlerinin yanında yardımcı aygıtlar kullanılarak da 3D görüntüler algılanabilir.

Holmes izleyicisine benzer aletler, mercek yardımıyla görüntünün birleştirme işlemini kolaylaştırmaktadır. Böylece 3D görüntüler daha rahat izlenebilir.

Bu tip resimler iki göze ayrı görüntü gönderen kasklarda da sayısal olarak izlenebileceği gibi bu yöntemi mekanik olarak da yapmak mümkündür. View-Master adıyla bilinen, dürbün benzeri bir şekli olan izleyiciler sayesinde 3D görüntüler algılanır. Bu izleyicinin kendine özgü filmlerinde sağ ve sol göz için hazırlanan resimler gözlere farklı açılardan hazırlanan slaytlar iletilir. Böylece üçüncü boyut algılanır.



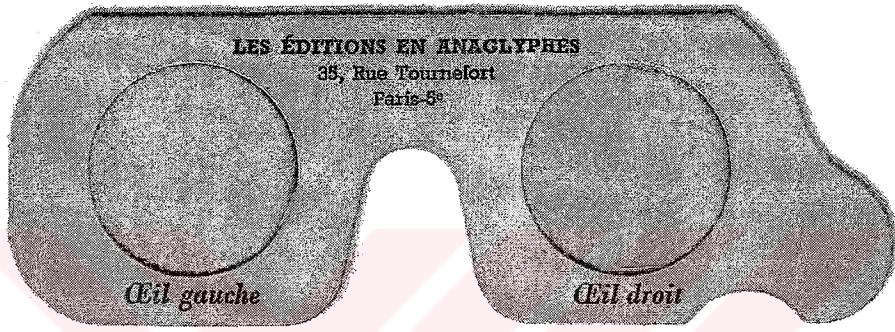
Şekil 4.21 View-Master izleyicisi [18]



Şekil 4.22 View-Master filmi

4.2.2.3 Anaglif

Anaglifler, ilk olarak 1853 yılında W. Rollman tarafından üretilmiştir. Rollman siyah bir zemine mavi ve kırmızı çizgiler kullanarak yaptığı çizime mavi ve kırmızı renkli gözlükle bakarak 3D etkisini sağlamıştır. Fakat bu sadece çizimler için yapılabiliyordu. 1858'de Joseph D'Almedia kırmızı yeşil gözlükler takan seyircilere 2 slayt makinesiyle kırmızı ve yeşil filtreler kullanarak fotoğraflarda derinlik algısını hissettirebiliyordu. Fakat bu konudaki patentin sahibi Louis Ducas du Hauron isimli Fransız fotoğrafçıdır. Hauron, 1891 senesinde ilk anaglif resmi bastı. Bunu bir kağıda stereoskopik resmi oluşturan iki ayrı negatifi kırmızı ve yeşil renkte basarak yaptı. [19]



Şekil 4.23 Kırmızı ve yeşil filtreli anaglif gözlüğü

Anagliflerin çalışma mantığı son derece basittir. İzleyici genelde sol göz için kırmızı, sağ göz için yeşil veya mavi renkli gözlükler kullanarak resmi ve dolayısıyla stereoskopik resmi algılayabilir. Bu olay resimdeki renkleri gözlükteki filtrelerin süzmesidir. Kırmızı filtre kırmızıları, yeşil ise yeşilleri süzer ve o renkleri siyah olarak algılamamızı sağlar. İzlenen resim de bu mantığa uygun olarak üretilir. Bir göz için olan resim bir renkte diğer göz için olan ise diğer renkte süzülerek basılır. Böylece gözlerimiz farklı bir resimden iki ayrı bakış açısında iki resim algılar, böylece algı yanıtılarak derinlik kavranır.

Dijital ortamda kullanılan bir dosya formatı olan .JPS sayesinde yukarıda açıklanan kask, resimler ve anaglifler bir dosyada birleştirilmektedir. İzleyici elindeki imkanlara göre izleme şeklini seçer ve derinliği algılar. Bu dosyayı kullanmak için bir eklenti yüklemek gerekmektedir. Ayrıca yukarıdaki düzenlerdeki resimler sayısal olarak da üretilebilmektedir.



Şekil 4.24 Anaglif resim [20]

Genellikle televizyon yayımlarında kullanılan ve anaglif gözlüklerle izlenebilen başka bir yöntem daha vardır. Bu teknoloji iyi bir uzaysal izlenim vermek için kullanılabilmesine rağmen, aslında iki ayrı görüntüden oluşan bir 3D görüntü değildir. Sağ ve sol göz için farklı görüntüler içermez.

Bu teknoloji Pulfrich etkisi denen olayı kullanır. Pulfrich etkisi, aslında beynin karanlık uyarınları aydınlık olanlarından biraz daha geç algıladığı gerçeğini temel alan göz aldanmasıdır.

Pulfrich etkisini kullanarak kayıt yapmanın püf noktası ya kamerayı ya da çekimi yapılan nesneyi tutarlı olarak tek bir yönde hareket ettirmektir.

Pulfrich etkisini yaratan 3D gözlüklerin sırrı ise bir gözde normal, diğesinde karartılmış görüntüdür. İki göz de aynı görüntüyü gördüğü halde karartılmış göz beyne görüntüyü biraz daha geç gönderir. Beyin, paralaks yani uzaklık açısını kullanarak aslında bulunmayan uzaysal derinlik etkisini yaratır. Bununla beraber hareket durduğunda, 3D gözlüklerle bile sadece iki boyut görünür.

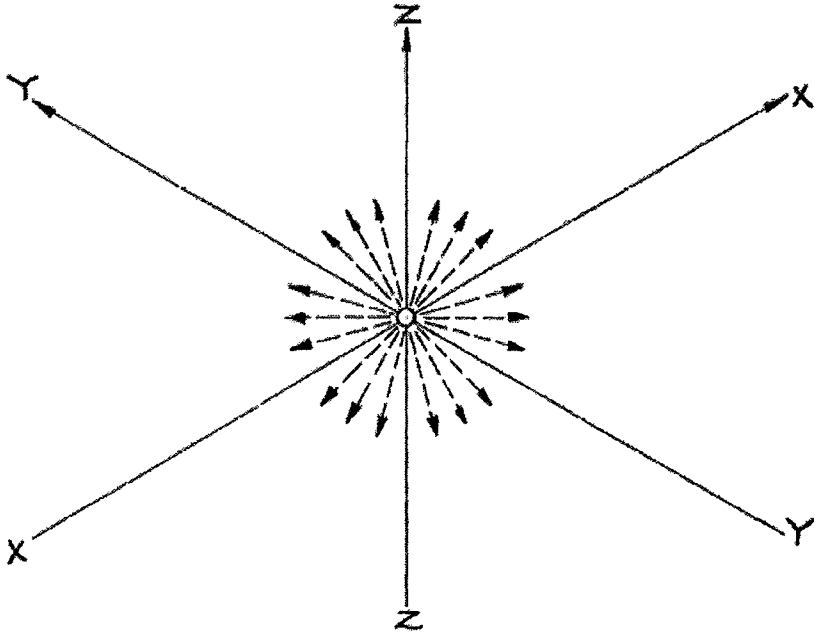
3D gözlüklerle belli düzeyde uzaysal etki edinebilir ve gözlük takmadan da iki boyutlu görüntüler sorunsuz izlenebilir. [21]

4.2.2.4 Polarizasyon

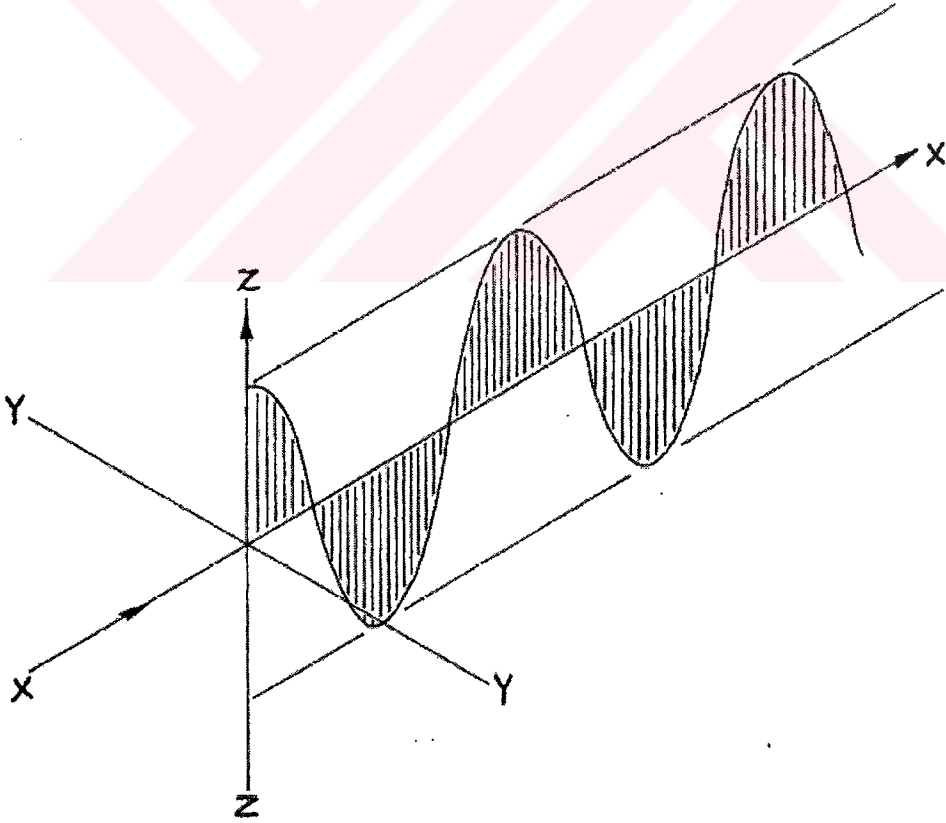
Fizikçilerin ışığı tanımlamak için kullandığı modellerden biri elektromanyetik dalgalardır. Işığın biri elektrik ve biri manyetik vektör olmak üzere iki bileşeni vardır. Işık boşlukta veya cam gibi ortamlarda ilerlerken elektrik ve manyetik vektörler aşağı ve yukarı dalga hareketi yaparlar.

Eğer bir ışık kaynağından çıkan ışığın elektrik vektörü görülebilseydi, elektrik vektörlerin rasgele düzende yani polarize olmamış şekilde düzlemlerde ilerlediğini görülürdü. Eğer bir kaynaktan üretilen veya özel bir yüzeyden yansıtılan ışığın bütün elektrik vektörleri paralel ise ona polarize ışık denir.

Bu polarize ışıklar stereoskopik resim üretmekte kullanılır. Genelde projeksiyonla perdeye yansıtılarak kullanılır. (Lipton, 1982)

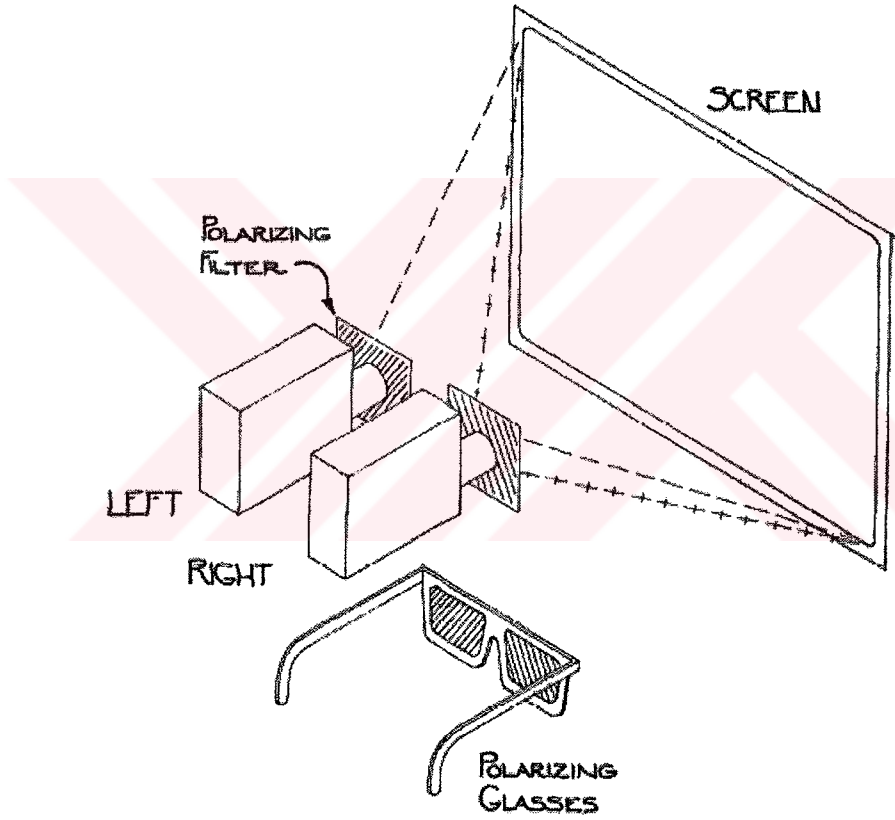


Şekil 4.25 Doğal, polarize edilmemiş ışık (Lipton, 1982)



Şekil 4.26 Polarize ışık, x-z düzlemi tek dalga titreşimiyle gösterilmiştir. (Lipton, 1982)

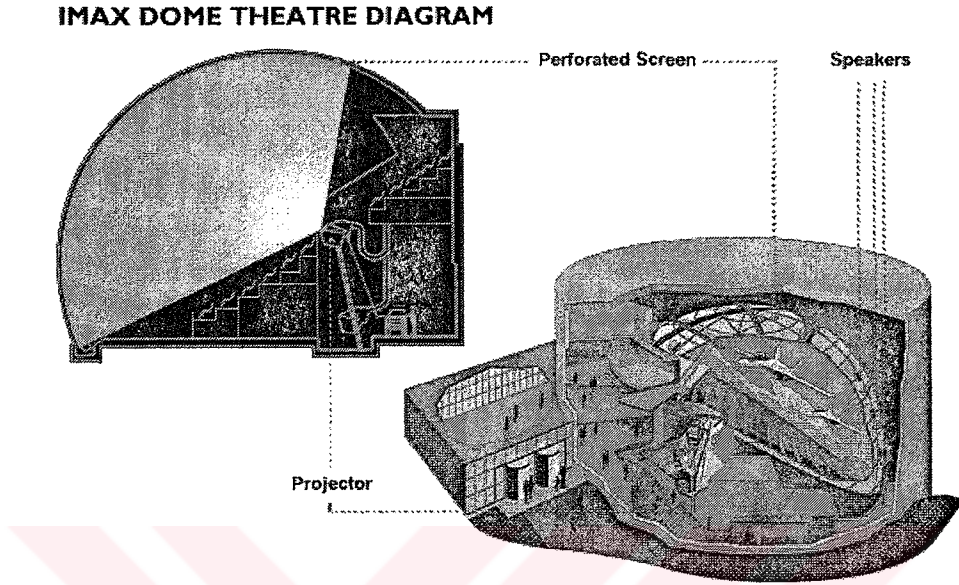
Bu yöntemde 2 adet projeksiyon makinesi kullanılır. Projeksiyon makinelerinin önüne 2 ayrı polarize filtre konur. Projeksiyonların görüntüleri perde üzerinde çakışır. Görüntüleri filtre eden polarize filtreler sadece uygun açıdaki ışığı yansıtır gerisini emer. Göze takılan gözlüklerdeki filtreler sayesinde uygun açıdaki görüntülerin göze gelmesi sağlanır, uygun olmayan engellenir. Böylece iki ayrı projeksiyon makinesinden çıkan ve aslında insan gözünün algısına uygun çekilen görüntüler filtre edilerek sağ ve sol görüntü olarak perdeye yansıtılır ve gözlüklerdeki filtreler sayesinde de izleyiciler her bir gözünde ayrı görüntü görür. İki görüntü beyinde birleştirilerek üç boyut algısı sağlanır. Polarize filtrelerde genelde 45° ve 135° açılı filtreler kullanılır. Çok izleyicili toplantı, konferans, sinema gibi ortamlar için çok uygun bir yöntemdir. Bu yöntemin kalitesi anagliflere göre daha iyidir. (Lipton, 1982)



Şekil 4.27 Polarize filtrelerle yansıtma ve izleme şeması (Lipton, 1982)

Bu teknolojiyi kullanarak 3D sinema filmleri gösteren IMAX sinemaları vardır. Özel bir film boyutu kullanılan ve özel kameralarla çekilen bu filmler polarizasyon yöntemiyle perdeye yansıtılır. İzleyicilerdeki polarize gözlükler sayesinde derinlik algısı oluşturulur. Bazı zamanlarda daha önce bahsedilen ve iki göze insan algısının üzerindeki bir hızla yansıtılan görüntüler ve bunları izlemek için LCS gözlükler kullanılır.

İki tip perde kullanılan IMAX sinemalarında, düz ve kubbe tipi perde kullanılır. Kubbe tipi perde de şekli itibariyle izlenen ortamın içindeymiş gibi bir duygu çok kuvvetli hissedilir. Kullanılan üç boyutlu ses sistemleri de hissi artırıcı bir etki yapmaktadır. [22]



Şekil 4.28 IMAX sinemaların şeması [22]

Gelişen teknolojiyle beraber sadece yansıtmayla değil, monitörlerden de polarizasyon yoluyla üç boyutlu görüntüler izlenebilmektedir. Bu amaçla yapılmış monitörlerin yanında mikropol filtre adı verilen filtreler sayesinde diz üstü bilgisayarın LCD olarak kısaltılan sıvı kristal ekran anlamına gelen ekranlarında üç boyutlu görüntüler izlemek mümkündür.

4.2.2.5 RDS

RDS, rasgele nokta stereogramı anlamına gelen İngilizce kelimelerin baş harfleridir. Bu konudaki ilk fikir 1844 yılına kadar uzanır. Sir David Brewster tekrarlayan desenlerdeki ufak farklılıkların üç boyutlu resim yanılması üretebileceğini öne sürmüştür. Fakat stereogramların gelişimi, stereo fotoğraf makinesi ve tek objektifli makineler için yapılan adaptörler sayesinde tekrarlayan desenli resimler yerine stereo fotoğraflar yönünde görülmektedir.

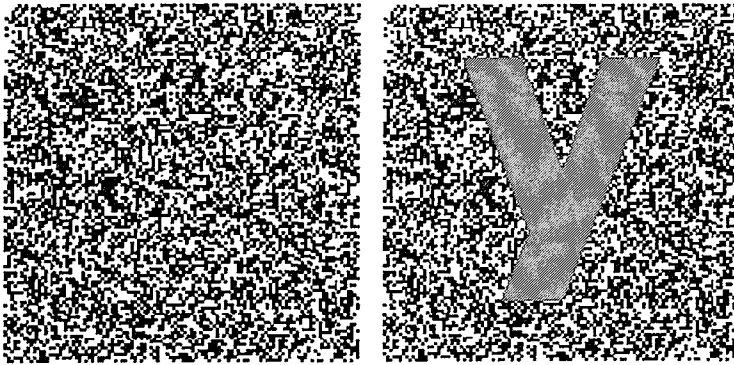
Bu konudaki gelişme 1959 yılında Dr. Bela Julesz tarafından RDS keşfiyle başlatılmıştır. Rasgele noktalarla oluşturulan iki resmin bir bölgesi arasındaki farklılık bu bölgenin arka fonun üzerinde bir katman gibi görülmesini sağlamaktadır (Şekil 4.30). Bu katmanı görmek

için daha önce iki resimli stereogramı görmek için kullanılan yöntemlerden olan şaşı bakma yöntemi kullanılır. Görüntüler beyinde birleştirilerek işlenir. Böylece derinlik algısı oluşur. RDS ile birlikte üç boyutlu görüntünün daha önceden düşünüldüğü gibi retina üzerinde değil, beyinde gerçekleştiği kanıtlanmıştır.



Şekil 4.29 Dr. Bela Julesz'in yaptığı bir rasgele nokta stereogramı [23]

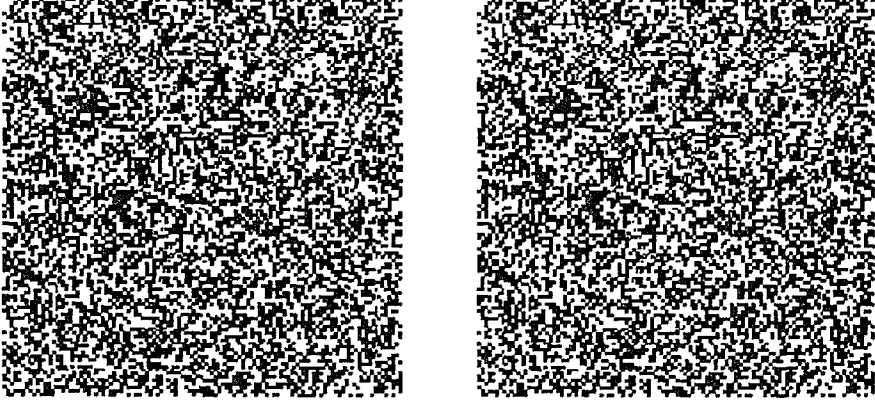
Julesz, 1962 yılında Miller ile Bell Laboratuvarlarında yayınladığı teknik raporda, derinlik algısı için iki resim arasındaki farklılığın yeterli olduğunu savunmuşlardır. Julesz, RDS ile oluşturulan resimlerin kabartma yapılarak körler için de üç boyut algısı oluşturabileceğini düşünmüştür. Fakat bu konuda bir gelişme sağlanmamıştır. [24]



Şekil 4.30 RDS oluşturma aşamaları

RDS oluşturmak için önce rasgele noktalardan oluşturulmuş bir görüntü alınır. Daha sonra bu görüntünün aynısı olan başka bir resim alınır. İkinci görüntü üzerinde, öne çıkması istenen katmanın kapladığı alan belirlenir. Bu alan içinde kalan noktaların yerleri değiştirilir.

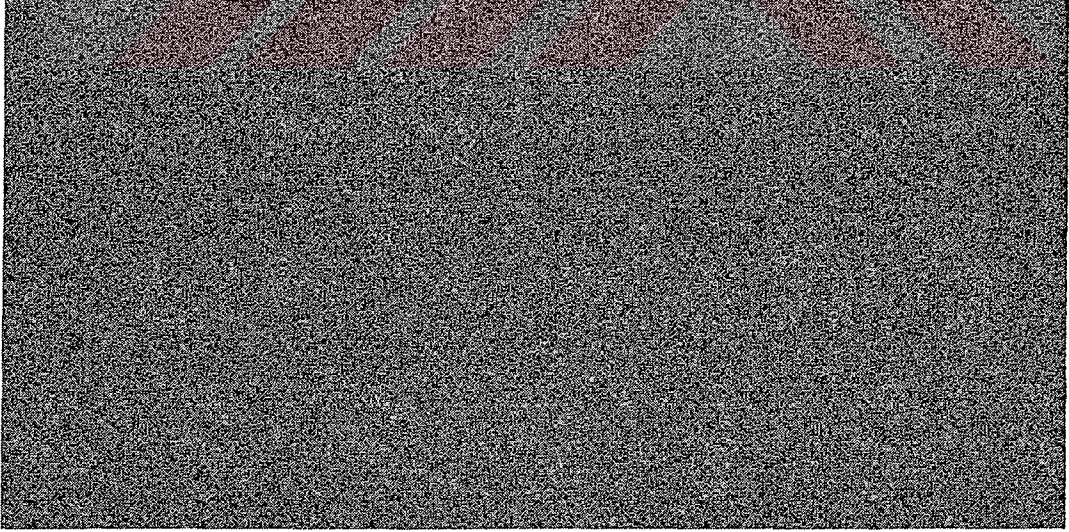
Oluşturulan bu resimler yan yana şaşı bakma yoluyla izlendiğinde katman arka fonun üzerinde görülecektir. (Şekil 4.31)



Şekil 4.31 Oluşturulan RDS

4.2.2.6 SIRDS

SIRDS, rasgele noktalı tek görüntü anlamına gelen İngilizce kelimelerinin kısaltmasıdır. 1979 yılında Julesz'in öğrencisi Christopher Tyler tarafından üretilmiştir. Tyler, RDS mantığında üretilen görüntüleri tek resimde toplamıştır. Bu resimleri Apple-II bilgisayarıyla, BASIC programlama dilinde üretmiştir. Renkli noktalardan oluşturmuştur.

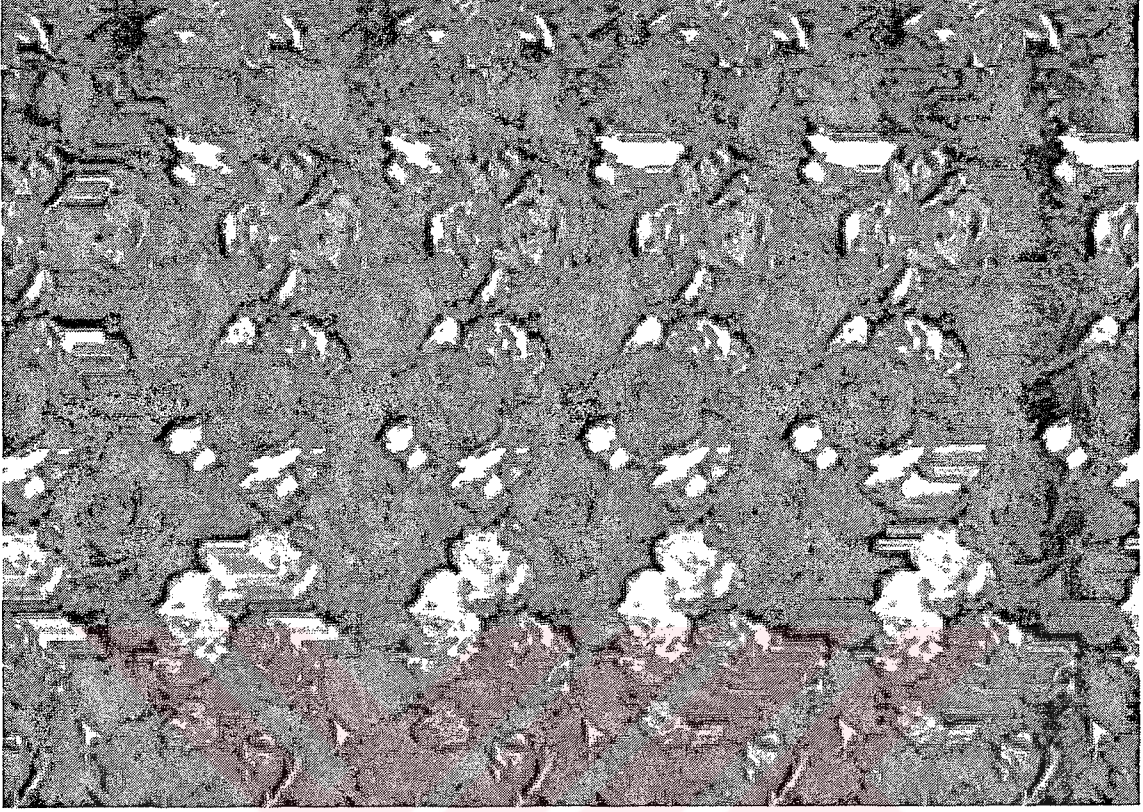


Şekil 4.32 SIRDS* [25]

* Resme şaşı bakma yöntemiyle bakıldığında "UFUK" yazısı algılanabilir.

4.2.2.7 SITS

SITS, dokulu tek görüntü stereogramı anlamına gelen İngilizce kelimelerinin kısaltmasıdır.



Şekil 4.33 SITS* [26]

Noktalar yerine resim dokusu kullanarak oluşturulur. Tekrarlayan desendeki değişiklikler şaşı bakma yöntemiyle izlendiğinde farklılıklar beyin tarafından işlenerek derinlik algısı oluşturulur.

4.2.2.8 SIRTS

SIRTS, rasgele yazılı tek görüntü anlamına gelen İngilizce kelimelerinin kısaltmasıdır. Bu stereogramda nokta veya resim yoktur. Görüntü yazıyla oluşturulur. Tekrarlayan yazı gruplarındaki değişikliklerle derinlikli görüntü oluşturulur. Diğer otostereogramlar gibi şaşı bakılarak algı sağlanır. (Şekil 4.34) (Şekil 4.35)

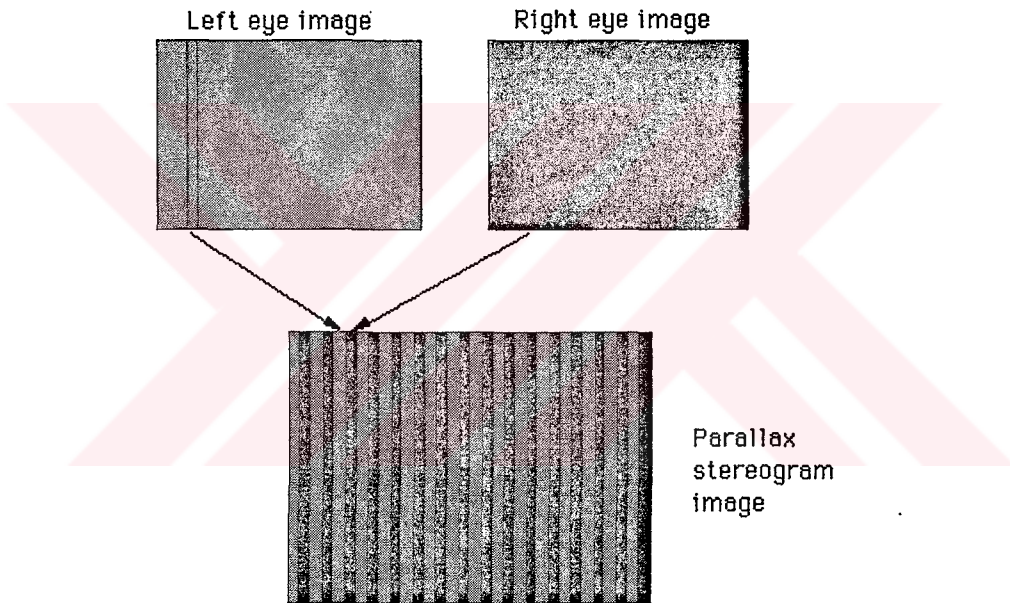
Çeşitli yazılımlar yardımıyla derinlik bilgisi girilerek son görüntü oluşturulur.

* Resme şaşı bakma yöntemiyle bakıldığında bir kalp resmi görünmektedir.

4.3.1 Lenticuların Gelişimi

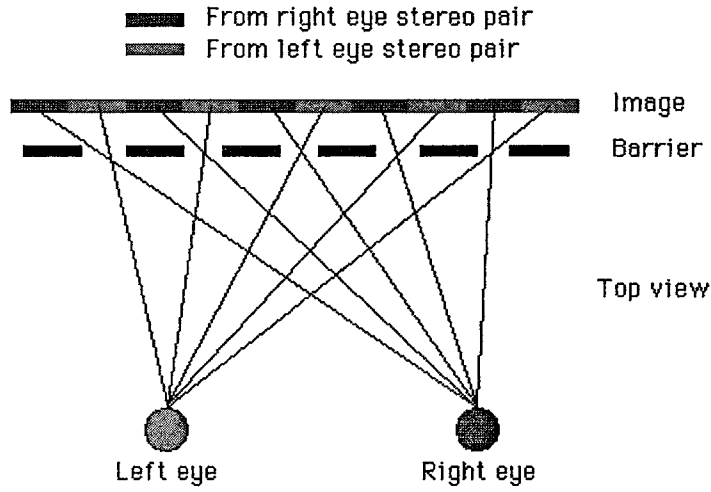
Bu konuda ilk fikri 1692 yılında Fransız ressam Gois-Claire ortaya çıkarmıştır. Gois-Claire, tuval üzerine dik yüzeyler monte etmiş ve bunun üzerine iki ayrı resim yapmıştır. Bu resim soldan bakıldığında başka bir resim sağdan bakıldığında başka bir resim olarak gözüküyordu. Karşıdan bakıldığında ise iki resim karışımı olan bir resim görünüyordu. [28]

1901 yılında Ives üç boyut için kullanılmayan paralaks engel metodunu buldu. Bunu takiben 1903 yılında paralaks stereogramı yaptı. [29] Paralaks stereogram, belirli aralıklarla oluşturulmuş dik yarıkların bulunduğu bir yüzey ve bu yüzeyin arkasında bulunan özel hazırlanmış resimden oluşur. Resim hazırlanırken sağ ve sol göz için hazırlanmış resimlerden ufak dikey parçalar alınır. Daha sonra bu parçalar sırayla tek bir resim üzerine yerleştirilerek sonuç resim oluşturulur.



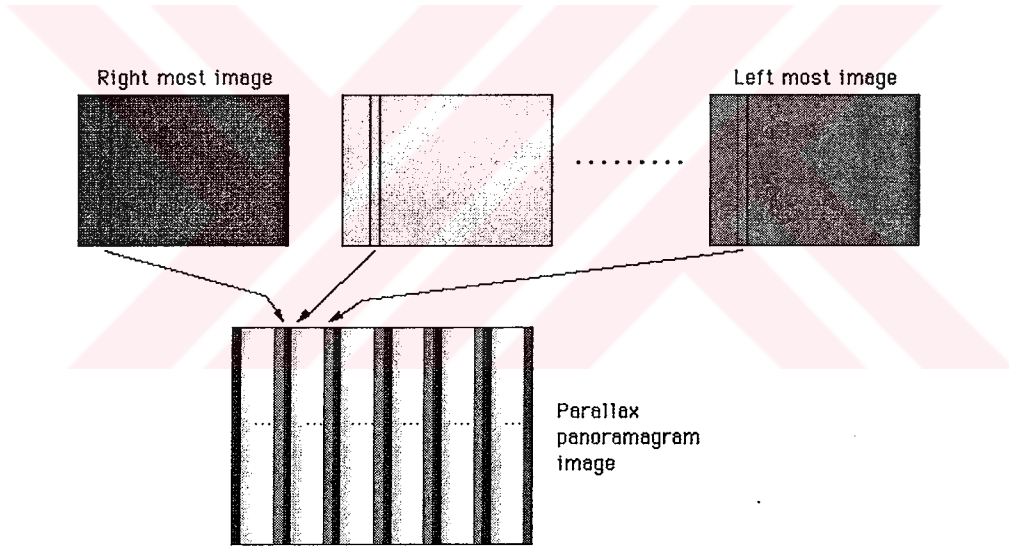
Şekil 4.36 Paralaks stereogram için resmin hazırlanması [30]

Oluşturulan bu resmi izlemek için resmin önüne ek bir yüzey konur. Bu yüzey opak bir malzemenin üzerine açılan saydam malzemeli yarıklardan oluşmaktadır. Bu yüzeyle uygun mesafeden resme bakıldığında her göz kendisi için hazırlanmış resmi görür ve derinlik algısı oluşur. [30]



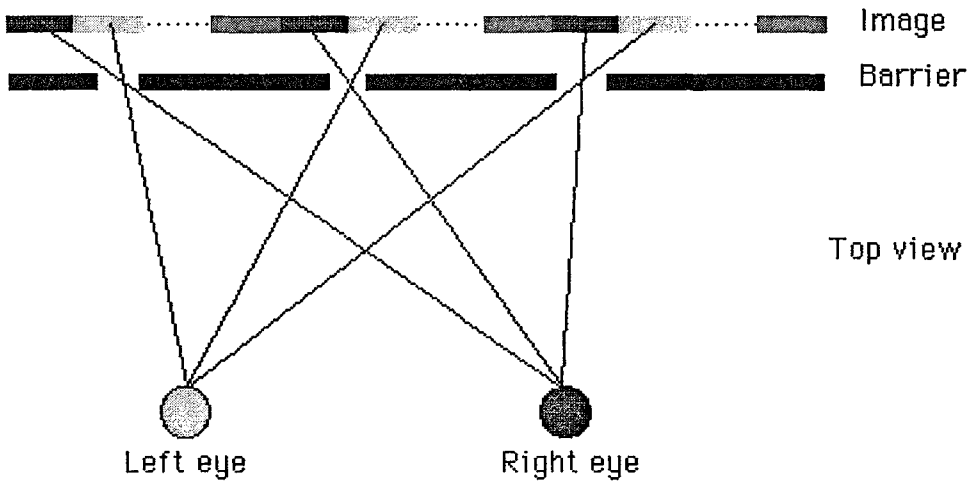
Şekil 4.37 Paralaks stereogramın çalışma prensibi [30]

1918 yılında ise Kanolt, iki resimle yapılan paralaks stereogramdan daha fazla resim kullanan paralaks panoramagramı yapmıştır. [29]



Şekil 4.38 Paralaks Panoramagram resmi [30]

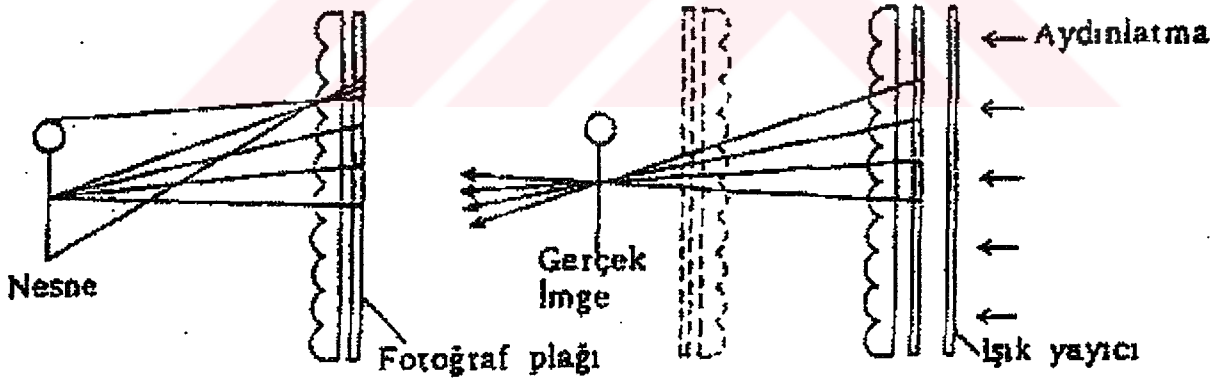
Paralaks panoramagramlarda, paralaks stereogramlara benzer şekilde oluşturulan fakat ikiden fazla resimden oluşturulan tek bir resim vardır. Resmin önündeki engel aynı anda iki ayrı resmi algılatmaya yarar. Resme bakış açısı değiştirilerek diğer resimlerde algılanır ve hareketin sağladığı derinlik algısı da devreye girerek etki artırılır.



Şekil 4.39 Paralaks panoramagram [30]

Bu tip paralaks engelli görüntülerde resimler koyu gözükmetedir, aydınlatılması gerekmektedir, aralıklar ışığı kırmaktadır ve saydam yüzeylerdeki yansımalar görüntü kalitesini düşürmektedir. [30]

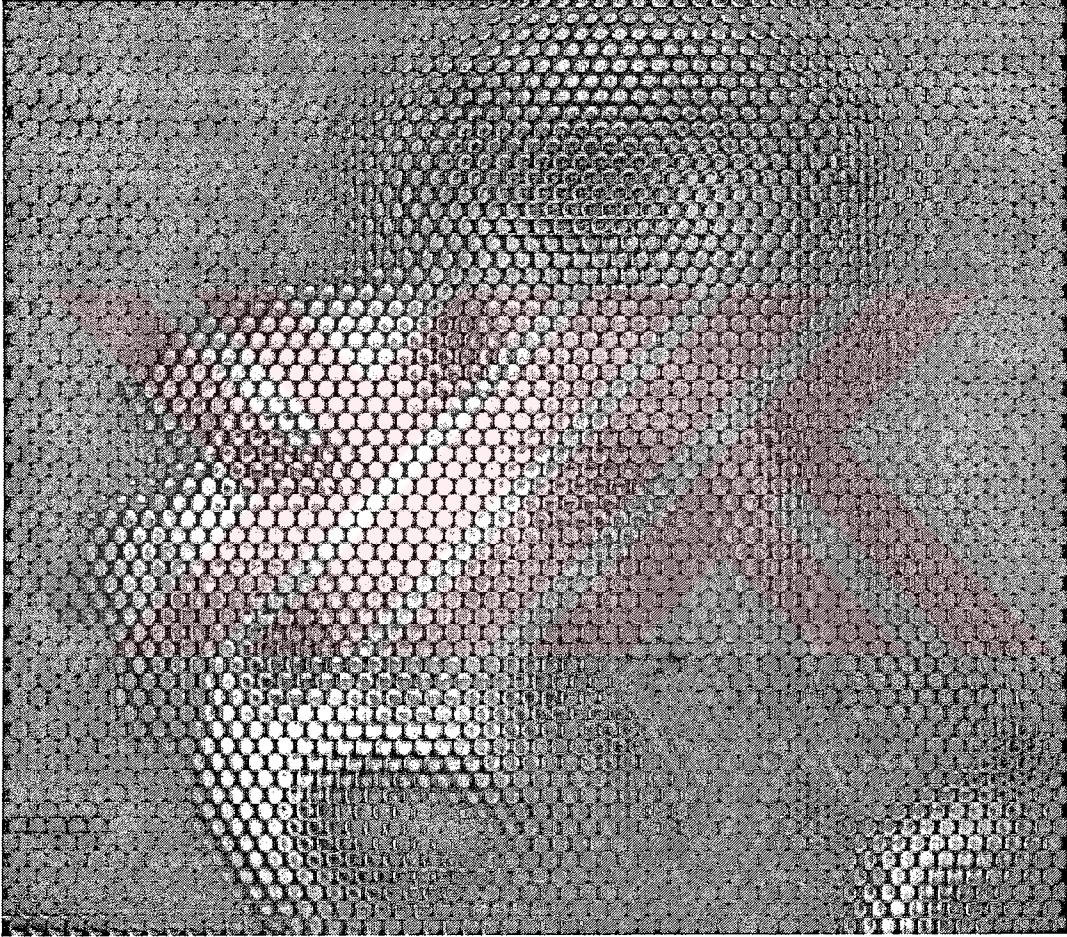
Paralaks stereogram ve panoramagramlardan başka 1908 yılında Gabriel Lippman tarafından integral fotoğraf keşfedildi. [29]



Şekil 4.40 İntegral fotoğraf tekniği (Çevik, 1994)

İntegral fotoğraf ile bir nesnenin birbirinden farklı pek çok izdüşümü bir fotoğraf plakası üzerine kaydedilir. Üç boyutlu imgesi oluşturulmak istenen nesneden yayılan ışınlar, çok sayıda küçük merceklerden oluşan bir tabaka aracılığıyla odaklanarak görüntü düzlemi üzerine farklı kaydedilir. İzleme koşulunda, arkadan aydınlatılan fotoğraf plakasından geçen ışınlar aynı yolu izleyerek odaklandığında, üç boyutlu görüntü oluşur. Fakat bu şekilde oluşan

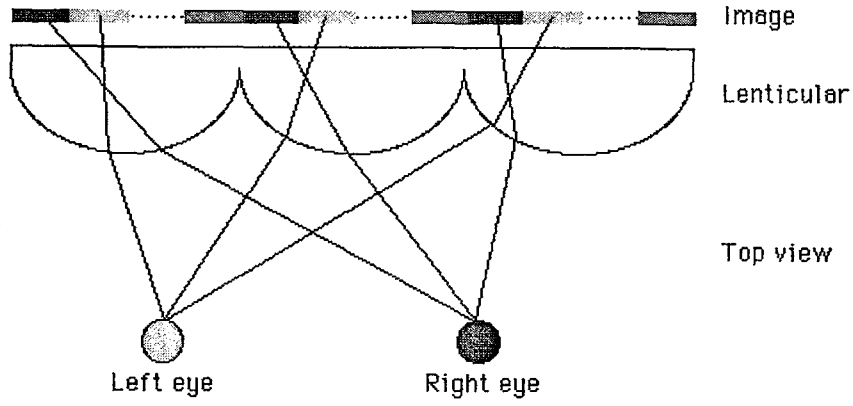
bir görüntüde derinlik ilişkileri tersine dönüktür. Örneğin insan yüzü öne doğru kabarık değil, içe çökük bir kalıp gibi gözüktür. İves, bu sorunu gidermek için, iki aşamalı bir çözüm önererek ilk kayıttan elde edilen imgenin ikinci bir kaydını yapmış ama iyi bir görüntü kalitesi elde edememiştir. Bu tekniğin en başta gelen aksaklığı, görüntünün çok sayıda birimden oluşan mercek tabakası ve arkasındaki fotoğraf plakasına bağlıdır. Ayrıca, imgenin oluşabilmesi için nesnenin fiziksel olarak var olması zorunludur (Çevik,1994). Son zamanlarda bu tip çalışmaların bilgisayar ortamında yapılabilmesi yönünde çalışmalar da sürmektedir.



Şekil 4.41 İntegral fotoğraf tekniğiyle çekilmiş resim örneği [31]

İntegral fotoğrafın karmaşık yapısı daha kolay çözümler üretme yönünde çalışmalara yol açmıştır. 1930'lu yıllarda lenticular görüntüler ortaya çıkmıştır.

Lenticule adı verilen merceklerden oluşan lenticular tabakaları bu tip resim için hazırlanmış görüntülerin üzerine yapıştırılır. Paralaks stereogram ve panoramagram gibi paralaks engelli resimler için hazırlanan resimlere benzer resimler kullanılır. [30]



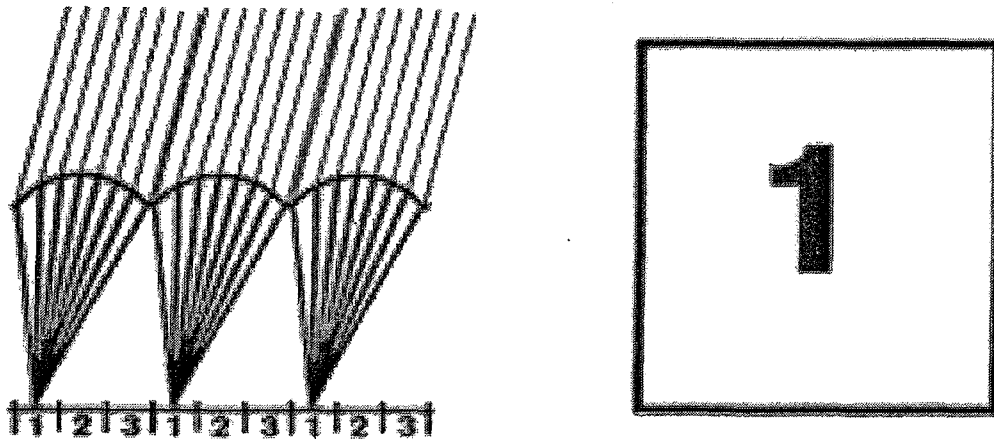
Şekil 4.42 Lenticular [30]

Zamanımıza kadar lenticular konusunda resmin kalitesi, büyüklüğü, üretim biçimleri ve içerdiği resim sayısı yönünde gelişmeler olmuştur.

4.3.2 Lenticular Resimlerin Özellikleri

Lenticular resimlerdeki derinlik veya animasyon bakış açısıyla ilgilidir. Bakış açısı değiştikçe tek yöndeki mercekler sayesinde algılanan görüntü değişir. Görüntülerdeki bu hareket sayesinde sonuç elde edilir.

Mercekler resmin bakış açısına göre resmin belli bölgelerine odaklanmayı sağlar. Bu odaklanmayla aynı resme ait şerit halindeki resim parçaları birleşir ve aslında birden fazla resim içeren resimler bütününden sadece bir resim algılanır. (Şekil 4.43)



Şekil 4.43 Lenticular resimde odaklanma [29]



Şekil 4.44 Lenticular resim örneği

Lenticular tabakaları olarak çeşitli malzemeler kullanılır. Bu malzemeler yapılacak resmin amacına göre seçilir. Bu amaca etki eden faktörler maliyet, şeffaflık, kolay kesilebilirlik ve açık hava kullanımınıdır. (Çizelge 4.2)

Çizelge 4.1 Lenticular tabakaları malzemelerinin özellikleri [29]

	PVC	PET-G	Akrilik
Maliyet	Ucuz	Orta	Pahalı
Şeffaflık	Kötü	Orta	İyi
Kolay Kesilebilirlik	Kolay	Kolay	Kırılgan
Açık Hava Kullanımı	Hayır	Hayır	Evet

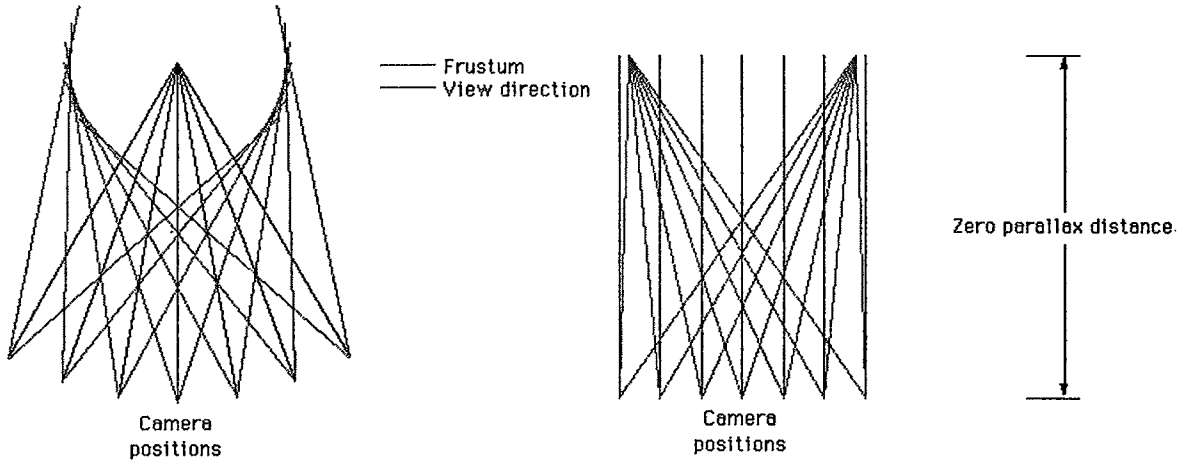
Görüş açısı da lenticular tabakalarda belirleyici faktörlerdendir. Resimde işlenmek istenen amaca göre açı genişler veya daralır. Geniş görüş açılı tabakalar hareket, resimler arası değişim ve geçiş gibi resimler dizisi yani animasyonlar için iyi dar görüş açılı olanlar ise üç boyutlu görüntüler için uygundur. Tabaka kalınlığı diğer şartlar eşit olduğunda, inceldikçe

görüş açısı daralır ve üç boyutlu görüntüler için daha uygun hale gelir. Bu inceleme malzeme içindeki plastik oranının artmasına böylece maliyetinin artmasına neden olur. Lenticular tabakaların bir başka özelliği ise çözünürlük olarak adlandırabileceğimiz inç başına düşen lenticule olarak da söylenebilen mercek sayısıdır. Bu çözünürlük inç başına düşen mercek sayısı ile birimlendirilir. İngilizce karşılığı "lenticule (lens) per inch" olan bu çözünürlük birimi LPI olarak kısaltılmıştır. LPI değeri düşük oldukça görüş açısı, kalınlık ve bakış uzaklığı artar. LPI değeri bu faktörlerle ters orantılıdır ve bu çözünürlük değeri arttıkça görüş açısı, kalınlık ve bakış uzaklığı düşer. Lenticular görüntüler için hazırlanan resimlerde LPI değeri, oluşturma aşamasında etkili faktörlerdendir. Çizelge 4.2'de bu faktörlerin karşılıklı değişimleri gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Lenticular tabakalarının özellikleri [29]

LPI	Görüş Açısı	Kalınlık (mm)	Bakış Uzaklığı (m)
10	48°	3.81	3 -15
15	47°	2.48	1.5 - 6
20	47°	2.16	1.5 - 6
30	49°	1.32	0.9 – 4.5
40	25°	2.08	0.9 – 4.5
60	26°	1.37	0.6 – 2.4

Bilgisayar ortamında da lenticular görüntüler üretilebilir. Üç boyutlu görüntüler için hem bilgisayar ortamında hem de bir nesnenin ana resmi oluşturan alt resimlerin nesne etrafında dönerek değil, düz bir hatta kamera açısının değiştirilmesi daha iyi sonuç vermektedir (Şekil 4.44). [30]



Şekil 4.45 Üç boyutlu lenticular görüntü için kamera çekim açıları [30]

4.4 Holografi

Hologram, holografinin ürettiği ürünlere verilen isimdir. Hologram terimi Yunanca bütün anlamına gelen “holos” ve mesaj anlamına gelen “gramma” kelimelerinden türetilmiştir. Lazer ışınlarıyla, özel bir fotoğraf plakasına cismin görüntüsünün kaydedilmesiyle hologramlar oluşturulur. Cismin var olması şart değildir, bilgisayar ortamında da oluşturulan üç boyutlu modellerden hologramlar üretilebilmektedir. İzlemek için ek bir parça gerektirmez, çıplak gözle izlenebilir. Bakış açısı değişince algılanan görüntü de değişir. Böylece hologramlara üç boyutlu görüntüler veya animasyonlar kaydedilebilir. İlk yapım maliyeti yüksektir ama çoğaltma maliyeti ekonomiktir.

4.4.1 Holografinin Gelişimi

Holografinin tarihi 1947 de İngiliz asıllı Macar bilim adamı Dennis Gabor’un elektron mikroskobunun çözünürlüğünü arttırmaya çalışırken geliştirdiği holografi teorisi ile başlar.

Gabor’un holografi hakkındaki ilk yazısı dünya çapındaki bilim adamları arasında büyük bir ilgi uyandırdı. Bu bilim adamları arasında tekniğin gelişmesine önemli katkıları bulunan G. L. Rogers, A. B. Baez, H. El-Sum, P. Kirkpatrick ve M. E. Haine yer alır. Holografinin ilk yıllarında cıvalı lamba hologram yapmak için bulunabilen en uygun ışık kaynağıydı. Araştırmayı kısıtlayan ise cıvalı lambanın düşük fazlı olmasından ötürü derinliği olan hologramlar üretmenin mümkün olmayışydı. Teçhizatın sınırlarına rağmen, bu araştırmacılar holografinin birçok özelliğini tanımlamışlar ve Gabor’un teorisini daha da detaylandırmışlardır. En önemlisi, süreci kavramaları ve onun potansiyelini gelecek nesil

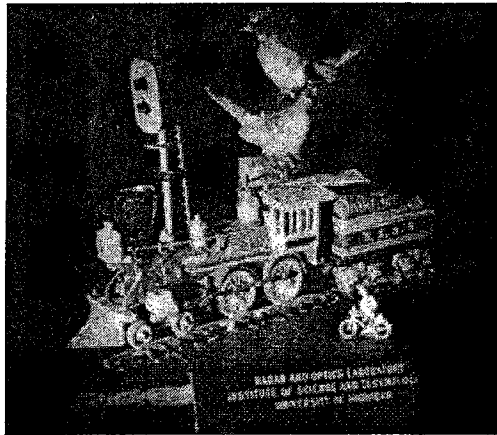
bilim adamları için geliştirmeleriydi.

Gabor'un holografi çalışmaları ışık kaynağı olarak cıvalı lamba ve kullanılan filmin saydamlığı ile sınırlıydı. Hologramları, bozukluklar ve alakasız ikiz imgeler içeriyordu. Bu alandaki gelişmeler sonraki on yılda mevcut ışık kaynaklarının gerçek anlamda, İngilizce tabiriyle, "coherent" (tek renkli, tek noktadan ve tek dalga boyunda) olmaması nedeniyle sekteye uğradı.



Şekil 4.46 Tutarlı ve tutarsız ışık [32]

Bu engel, hologram yapmak için ideal olan, saf ve keskin ışık olan lazerin icat edilmesiyle ortadan kalktı. Bundan sonraki on yılda holografi teknikleri ve uygulamaları hızla çoğaldı. 1962 yılında Michigan Üniversitesi'nden Emmett Leith ve Juris Upatnieks holografının, kendi çalışmaları olan yüzey okuyucu radar ile 3-D görsel aracı olarak kullanılabilmeğinin farkına vardılar. Aynı sene içinde Gabor'un çalışmalarını inceleyip, onun tekniklerini lazer ve yüzey okuyucu radarı geliştirirken kullandıkları eksen-dışı (off-axis) tekniğini kullanarak tekrarladılar. Sonuç 3-D nesnelerin ilk lazer transmisyonlu hologramıydı. Bu transmisyonlu hologramlar berrak ve gerçekçi görüntüler oluşturuyorlardı fakat holografik resmin görülebilmesi için lazer ışığı gerekiyordu.



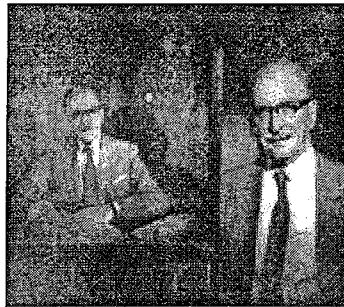
Şekil 4.47 Tren ve Kuş, Leith ve Upatnieks, 1964. Eksen-dışı tekniği kullanılarak yapılan ilk hologram. [33]

Leith ve Upatnieks'in öncü çalışmaları hologram yapımında kullanılan teçhizatların standartlaşmalarını sağladı. Bugün binlerce laboratuvar ve stüdyo gerekli teçhizatlar olan sürekli dalga boylu lazere, lazer ışığını yönlendiren optik araçlara (mercek, ayna ve ışın bölücü), film tutucu ve çekimin yapıldığı izolasyon masasına sahiptirler. Sabitleme en önemli faktördür çünkü çekim sırasında olabilecek çeyrek dalga boyu kadar küçük bir hareket bile hologramı tamamen bozabilir. Eksen-dışı tekniğinin temeli hala durağan holografik metottur.

Aynı zamanda 1962'de S.S.C.B. vatandaşı olan Dr. Yuri N. Denisyuk, holografıyı 1908 Nobel Ödülü sahibi Gabriel Lippmann'ın çalışması olan doğal renkli fotoğraf ile birleştirdi. Denisyuk, sıradan bir akkor lambadan gelen ışıkla görülebilen beyaz ışık yansımali hologramı üretti.

Denisyuk'un çalışmaları A.B.D.'de duyulunca 3 grup araştırmacı lazer transmisyonlu hologram yapımında kullanılan eksen-dışı kaydetme tekniğini yansımali holografıye uygulamak için çalışmalara başladılar. Bu araştırmacılar sıralarsak, E. Leith, J. Upatnieks, A. Kozma, J. Marks ve N. Massey (Michigan Üniversitesi); G. Stroke, A. Labeyrie (Michigan Üniversitesi) ile K. Pennington ve L. Lin (Bell Lab.); C. Schwartz ve N. Hartmann (Batelle Memorial Enstitüsü). 1965 sonbaharında her grup ardı ardına başarıyla eksen-dışı yansımali hologramlar kaydetti. İşlem sürecinin Birleşik Devletler patenti Hartmann'a verildi.

1960 yılında Hughes Uçak Şirketinden Dr. T. H. Maiman ani parlamalı (pulsed-ruby) lazeri geliştirdi. Bu lazer sistemi genelde holografide kullanılan sürekli dalga boylu lazerin aksine birkaç nanosaniye süren çok kuvvetli bir ışık patlaması yayıyordu. Bu etkin şekilde hareketi dondurup kurşunun havada süzülüşü, canlıların ani hareketleri gibi yüksek hızlı olayların hologramlarının üretilmesine imkan sağlamıştır. Böylece holografik portre gibi hologramın özelleşmiş uygulamaları için büyük yol alınmıştır.



Şekil 4.48 Holografının mucidi Dennis Gabor, 18"x24" lazer transmisyonlu hologram portresinin arkasında duruyor. Bu portre 1971 yılında R. Rinehart tarafından kaydedilmiştir.

1965'te Robert Powell ve Karl Stetson, holografiyi, hassas bir ölçü aracı (holographic interferometry) olarak kullanma ile ilgili ilk makalelerini yayınladılar. Bu teknikle, aynı objenin iki holografik çekimi (biri dinlenme, biri gerilim altında) arasındaki ufak bozulmalar resim üzerinde kontur olarak gösteriliyordu.

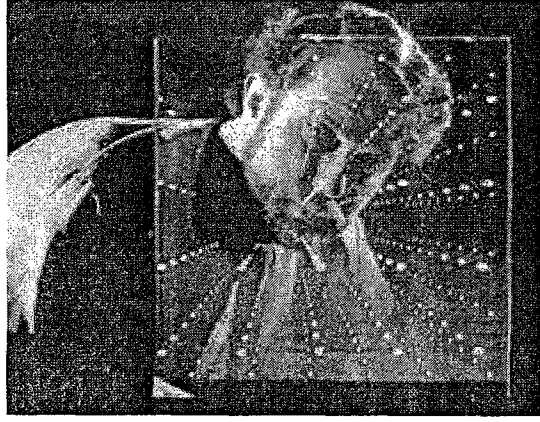
Shankoff ve Pennington 1967 yılında dikromatlı jelatini holografik kaydetme aracı olarak kullanmayı geliştirdiler. Bu hologramları herhangi bir temiz, gözeneksiz yüzeye kaydetme imkanı sağladı. 1975- 1984 yılları arasında Rich Rallison dikromatlı hologramları mücevher pandantiflerinde ve diğer değerli parçalarda kullanma alanında öncülük yapmıştır.

Altmışlı yılların sonuna doğru hologram hala büyük oranda laboratuvar sınırları içindeydi. Bilimsel topluluk dışındaki hologramın ilk deneme adımları dergi makalelerinde ve sergilerde atılmıştır. Scientific American ve National Geographic dergileri bu göze çarpan hikayeyi ele aldı.

1967 Dünya Ansiklopedisi Bilim Yılığında ilk büyük bir kitleye ulaşan hologram sayılabilecek, bir satranç takımının 10x7.5 cm ölçülerinde transmisyon görüntüsü vardı. Hologramın üretimi ile ilgili bir makale ve tarihi resme eşlik ediyordu. Kopyaların üretildiği orijinal resmi yapmak için 30 saniye boyunca süren çekimde dokuz tonluk bir granit masa ve .05 watt He-Ne lazer kullanılmıştır.

Aynı sene içinde, bir Ann Arbor galerisi olan ve Lloyd Cross, Peter Van Riper ve Jerry Pethick tarafından işletilen Editions Inc. hologramları sergilemeye başladılar. Bu hologramların halkla ilk buluşmasıydı ve o zamanda yaratıcı holografi için tek vitrindi.

Yine 1967 yılında, Conductron şirketinden Larry Siebert bir insanın ilk hologramını yapmak için tasarladığı darbeli lazeri kullandı. Conductron şirketi ticari hologramın ilk yıllarında önemli rol oynamıştır. Seri ve büyük boyutlu üretim yapabilme kapasiteleri ile büyük potansiyelli bir pazara hizmet vermişlerdir. Ürettikleri hologramlar ilgi çekici bir promosyon öğesi olarak yeni pazarlama tekniklerinde kullanıldı. 60x45 cm boyutundaki büyük boyutlu üretimleri olağanüstü fuar panolarının yapılmasına yardımcı olmuştur. Yetmişli yılların ilk yıllarına doğru işlerdeki durgunluk, birkaç yıl süren bu modanın şirketin darbeli lazer birimini kapatmasına yol açtı.



Şekil 4.49 Dr. Stephen Benton, Kristal Başlangıç isimli, 1977 yılında Polaroid şirketi tarafından üretilen beyaz ışık transmisyonlu bir hologram ile beraber görüntüyor. [33]

Hologram panolarında büyük bir gelişme 1968 yılında Dr. Stephen A. Benton'un Polaroid Araştırma Laboratuvarlarında holografik televizyonu araştırırken beyaz ışık transmisyonlu holografiyi keşfetmesiyle gerçekleşti. Bu tip hologramlar sıradan bir beyaz ışıkla görülebiliyordu ve beyaz ışığı oluşturan yedi renkten oluşan "gökkuşağı" görüntüleri oluşturuyordu. Resimlerin derinliği, parlaklığı ve gökkuşağı tayfı çalışma tekniklerini holograma uyarlayan sanatçıların ilgisini çekti ve hologramın halk tarafından daha çok bilinir hale gelmesini sağladı.

Benton'un keşfi önemlidir çünkü bu keşif sayesinde kabartma tekniği kullanılarak yapılan hologramların seri üretilmesini mümkün olmuştur. Micheal Foster tarafından 1974 yılında geliştirilen ve 1979'da Steve Mcgrew'in ticari uygulanabilir hale getirdiği kabartma tekniği ile holografik bilgi ışığa duyarlı cam plakalardan nikel kabartmalı yüzeylere aktarılıyordu. Holografik resimler girişim örüntüsü (interference pattern) çoğaltılarak plastiğin üzerine basılıyordu. Sonuç olarak çıkan hologram çok düşük maliyetle milyonlarca kez kopyalanabiliyordu. Kabartmalı hologramlar zamanımızda yayıncılıkta, reklamcılıkta, bankalarda ve güvenlik sektöründe kullanılmaktadır.

İlk holografik sanat sergisi Michigan Cranbrook Sanat Akademisinde 1968 yılında açıldı. İkincisi New York Finch College galerisinde 1970 senesinde sergilenmiştir ve basının büyük ilgisini toplamıştır.

Aynı sene içinde, fizikçi Lloyd Cross ve Kanadalı heykeltıraş Gerry Pethick hologramlar yapmak için çekimlerde pahalı laboratuvar optikleri ve sabitleme için lazım olan izolasyon masası gerektirmeyen bir kum kutusu tekniği geliştirdiler. Optik parçalar kumun içine

yerleştirilen PVC tesisat borularıyla sabitleniyordu. Bu sanatçıların hologramları daha kolay yapabilmeleri açısından bir devrim yarattı.



Şekil 4.50 1973 yılında Pethick ve Cross tarafından geliştirilen kum kutusu tekniğiyle yapılmış Gökkuşuğu Uzayadamı isimli beyaz ışık transmisyonlu hologram. [33]

Cross ve ortakları 1971'de sanatçılar ve bilim adamları için bu yeni medyayı öğrenebilecekleri San Francisco Holografi Okulunu açtı.

Bruce Naumann, Carl Frederick Reutersward ve Peter Nicholson bu zamanlarda darbeli holografi alanının öncü sanatçıları arasındaydılar. Naumann, Conductron şirketinde darbeli lazer kullanarak ürettiği portreleri A.B.D'de sergiledi. Bunlar bir sanatçı tarafından yapılan bilinen en erken hologramdır. Margaret Benyon bir sanat çalışmasında holografi kullanan ilk kadın oldu.

1970'de Reutersward, Hans Bjelkhagen ile ürettiği darbeli çalışmalarını sergiledi. Nick Philips, Loughborough Üniversitesinde 1 metre x 1 metre ölçülerinde büyük boyutlu darbeli transmisyonlu hologramları üretmeye başladı.

1971 yılında Dr. Dennis Gabor 1947'deki holografi keşfinden ötürü Nobel Fizik Ödülü aldı.

1972 senesinde Lloyd Cross, hareketli üç boyutlu resimleri üretmek için beyaz ışık transmisyonlu holografi ile geleneksel sinematografiyi birleştirerek tümlev hologramı geliştirdi. Bu kendi etrafında dönen nesnelerin holografik filme birbirini takip eden iki boyutlu hareketli resimler halinde kaydedilmesiyle yapılıyordu. Resme bakıldığında, bu bileşik resimler insan beyninde 3-D resim gibi algılanıyordu.

Sonraları, Cross kendi holografik stereogram tekniğini kullanarak yüzlerce resim üreten The Multiplex şirketini kurdu.

Aynı sene içinde, Benton kendi beyaz ışık transmisyon tekniğinde siyah ve beyaz, akromatik,

resim yapmak için değişlikler yaptı.

Yine 1972 yılında, Tung Jeong, Illinois Lake Forest Kolejinde fizikçi olmayanlar için holografi yaz okullu çalışmalarına başladı. Amacı holografıyı öğretebilecek eğitimler yetiştirmektir.

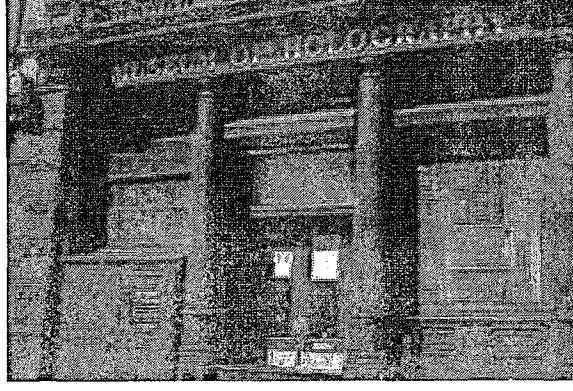
Salvador Dali, New York şehrinde bulunan Knoedler Galerisinde sergilediği tasarımlarının hologramları ile holografıyı daha tanınır hale getirdi.

Üç yıl sonra, New York'taki Uluslararası Fotoğraf Merkezinde Jody Burns ve Posy Jackson, 'Holography' 75: The First Decade sergisini açtı. Bu sergide altı ülkeden sanatçıların ve bilim adamlarının çalışmaları bulunuyordu.

Batı ülkelerinde özellikle Birleşik Devletler, Almanya ve İsveç'te sınırlı sayıda sergiler ve dağınık biçimde bireysel olarak yapılan verimli çalışmalar yavaşça olurken, Sovyetler Birliği'nde araştırmalar ve üretim hızlıca ileriye doğru gidiyordu. Devlet destekli, özenle hazırlanmış laboratuvarlarda çalışmak sanatçılara ve bilim adamlarına özel bir statü veriyordu. Holografik sinemalarda ve film emülsiyonlarında yeni gelişmeler sağlandı.

1976 yılında Birlik Sinema ve Fotografik Araştırma Enstitüsü'nde Victor Komar ve meslektaşları projektörle yansıtılabilen holografik sinemanın bir prototipini geliştirdiler. Resimler yaklaşık olarak saniyede 20 kare hızla bir darbeli holografik kamerayla kaydediliyordu. Geliştirilen film boyutlandırılmış resme odaklanarak bir holografik perdenin birkaç noktasına yansıtılıyordu. 2 veya 3 kişi tam boyutlarında, gözlüksüz olarak, bu 47 saniyelik sinemayı görebiliyordu. Komar'ın bu işlemi 200-300 kişi için 20-30 dakikalık bir sinemaya büyütme planı asla gerçekleşmedi.

Bu yeni medyayı öğrenme ve ilerletme için uluslararası bir merkez olması amacıyla, 1976 yılında Rosemary H. Jackson tarafından New York şehrinde Holografi Müzesi açıldı. Açılışından bir yıl sonra, müze ünlü New Yorkluların portrelerin bulunduğu Hol-o-fame isimli bir hologram sergisi açtı.



Şekil 4.51 Holografı Müzesi [33]

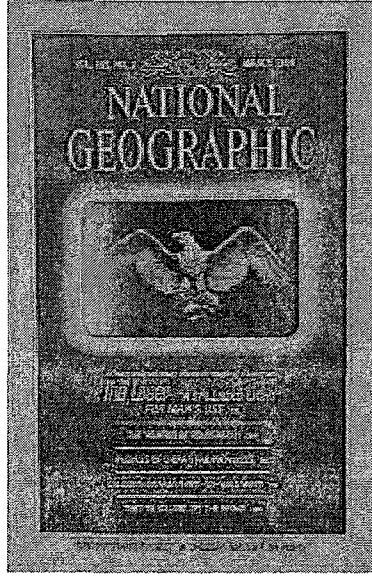
1977 yılında, Hologram Müzesi'nin gezici sergisi, "Through the Looking Glass" Toronto' da açıldı. 10 yıl boyunca sergi, Birleşik Devletlerde ve diğer ülkelerde çeşitli sanat müzelerini, galerileri, çocuk müzelerini, bilim ve teknoloji merkezlerini gezdi.



Şekil 4.52 Kabartma hologram taşıyan ilk kredi kartı [33]

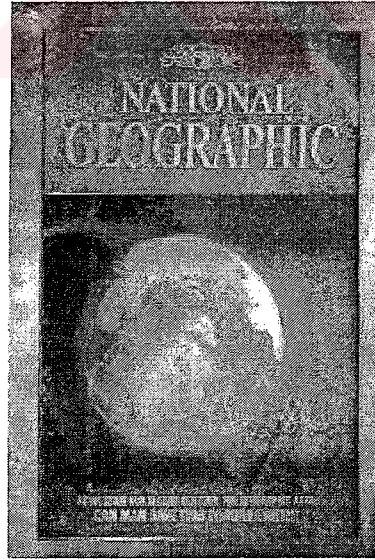
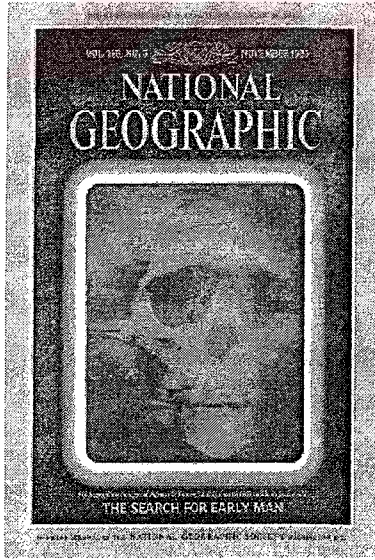
1983'de MasterCard şirketi hologram teknolojisini banka kartı güvenliğinde ilk olarak kullanan oldu.

National Geographic dergisi hologramı kapağına koyan ilk büyük yayın oldu. 1984 Mart sayısı dünya çapında 11 milyon tiraj yaptı. 1985 Kasım sayısında "The Search for Early Man" isimli makaleyi betimleyen başka bir hologram yayınlandı.



Şekil 4.53 National Geographic dergisinin Mart 1984 sayısının kapağı [33]

1988 Aralık sayısında National Geographic geniş kitlelere hitap eden bir yayında yayınlanan en dikkat çeken hologramı sundu. Bütün kapak hologramlardan oluşuyordu. Ön kapakta yerkürenin resmi, yan tarafta üç boyutlu bir yazı ve arka kapakta hologramla yapılmış bir reklam bulunuyordu. Ön kapaktaki hologramı yapmak için darbeli lazerle saniyenin yedi milyarda biri uzunluktaki bir çekim yapılmıştı.



Şekil 4.54 National Geographic dergisinin kapaklarına basılmış olan hologramlar [33]

1992 yılında New York şehrinde bulunan Holografi Müzesi kapandı. 1993'ün Ocak ayında, MIT müzesi Holografi Müzesinin geniş ve nitelikli koleksiyonunu devraldı. Koleksiyonda bu

medyanın başlangıç safhasından sanatsal ve teknik olarak yaşadığı devrime kadar olan dönemin öncü parçaları ve dünyanın en ünlü hologramcılarının göze çarpan çalışmaları yer alıyordu.

Holografik sanatçılar bu disiplinin teknik bilgisini büyük ölçüde ilerletmişlerdir ve şimdi de teknolojinin yaratıcı sürecine katkıda bulunmaktadır. Hologramcı olmayan, Salvador Dali, Bruce Naumann, Amy Greenfield, Yaacov Agam ve Carl Frederick Reutersward gibi sanatçılar hologramları diğer medyalarla yapılmış temalarını destekleyici biçimde kullanmışlardır. Stephen Benton, Lloyd Cross, Nick Philips ve John Webster gibi bilim adamları yaptıkları sanat çalışmaları sayesinde hologram teknolojisini ilerletmişlerdir. Bu sanat biçimi dünya çapında yapılan büyük sergilerle uluslararası hale gelmiştir. [33]

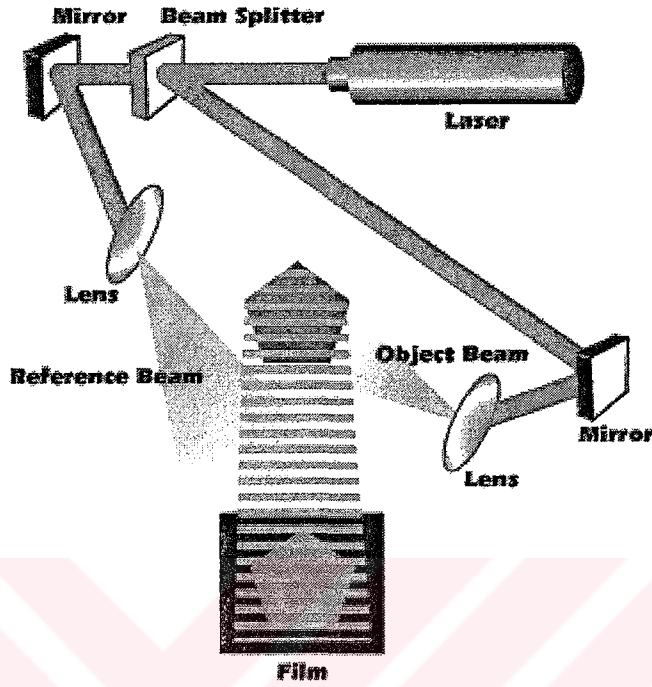
4.4.2 Hologramların Yapılışı

Şekil 4.56'de tamamen karanlık bir odada titreşimsiz bir masada tipik bir holografik diziliş görülmektedir. Çekim hareket ve titreşimden arındırılmış bir ortamda yapılmalıdır. Işığın yarım dalga boyundaki bir hareketi bile resmin filme kaydını engellemektedir.



Şekil 4.55 Bir hologram örneği

Bir lazer ışığı optik olarak iki demete ayrılır. Biri, referans demeti olarak, holografik filme yöneltilir ve çapı genişletilir böylece ışık filmi tamamen kaplar. İkinci demet ise kompozisyonun konusuna yöneltilir ve aydınlatma için birinci gibi aynı şekilde genişletilir.



Şekil 4.56 Hologramın yapılış diyagramı [32]

Nesneye giden demet yansıdığı anda nesne hakkındaki konum, büyüklük, şekil, doku gibi bilgileri taşır. Bu ışık demeti holografik filmde referans demeti ile karşılaşır. Bu karşılaşma sonunda ışığa duyarlı emülsiyonda bir girişim örüntüsü oluşturarak kayıt yapılır.

Hologramla uğraşanlar temel olarak fotoğrafçılarla aynı tip filmler kullanırlar. Metotlar da benzer şekildedir. Film üretildikten sonra, 3D imajın ortaya çıkması için, hologram orijinal çekimdeki referans demetiyle aynı açıda aydınlatılır.

Hologram üretmek için gerçek nesnelere kullanılmaktadır. Günümüzde bu tip düzenekler oluşturmadan ve gerçek nesnelere kullanmadan, bilgisayar ortamında oluşturulan temalardan hologramlar üretilebilmektedir.

Hologramlar resmi üretebilmek için aydınlatılmalıdır. Hologram yapmak için lazer ışığı kullanılmasına rağmen, hologramlar genelde normal akkor spot ışıklarıyla aydınlatılmaktadır.

Holografik resmi görmek için izleyici filme bakmak zorundadır. Şu anda holografik resimleri

başka yüzeylere yansıtan bir teknoloji mevcut değildir. Sinemadaki gibi filmden uzak bir noktaya da yansıma yapılamamaktadır. [32]

4.4.3 Hologram Çeşitleri

Hologramlar izlenme yöntemine göre çeşitlere ayrılırlar. Temel olarak iki tip hologram çeşidi vardır. Işığı yansıtan yansıma hologramları ve ışığı geçirerek görüntü sağlayan transmisyon hologramları.

4.4.3.1 Yansıma Hologram

Bu tip hologramlar önden aydınlatılır. Fotoğraflarda olduğu gibi, ışık yansıyarak görüntünün algılanmasını sağlar. Değişik film emülsiyonları değişik karakterlerde imajlar oluşturur.

Gümüş tuzu (silver halide), bir çok sanatçının ve hologramcının kullandığı bir emülsiyondur. Gümüş tuzu filmleri ucuz, daha az kırılkan ve kolay bulunabilir fakat gümüş tuzu cam levhaları gibi derinlik üretmezler ve çözünürlükleri düşüktür.

Dikromatlı jelatin (dichromated gelatin, DCG), cama kaplanan kimyasal bir jelatin karışımıdır. Dikromatlar altın sarısı renginde parlak resimler oluşturmaktadır. Bu resimlerde en az derinlik mesafesi vardır fakat özel spot ışıkları olmadan normal oda ışığında görülebilmektedir. Bu dikromatları ufak hediyelik eşyalar için uygun hale getirmektedir. Dikromatların yerini daha ucuza toplu üretimi yapılabilen resim polimerleri almaktadır.

Resim polimerleri en yeni kayıt malzemesidir. Polaroid ve Dupont tarafından geliştirilmiştir. Resim polimerlerinde plastik bir arka yüzey vardır ve toplu üretime uygundur. Resim polimerlerinin imaj derinliği gümüş tuzu olanlarına göre daha azdır bunun yanında resimler daha parlak ve daha geniş bir izleme açısına sahiptir. [32]

4.4.3.2 Transmisyon Hologram

Bu hologramlar arkadan aydınlatılırlar. Işığı, hologramdan geçip gözümüze gelirken, eğerek resmi oluşturur.

Lazer transmisyonlu hologramlarda diğer hologramlar gibi lazer ışığı kullanılarak yapılır bunun yanında lazerle aydınlatılarak izlenir. Bu yüzden imajlar izlemek için kullanılan lazerin renginde olmaktadır. Genelde bu ışığın rengi helyum neon lazerin rengi kırmızı olmaktadır. Bu hologram tipi, 1962 senesinde Leith ve Upatniks'in ürettiği ilk hologram tipidir.

Beyaz ışık transmisyonlu hologramlar beyaz ışık olan akkor lamba ile aydınlatılırlar. Ortaya

çıkan resimler gökkuşağı spektrumundaki renklerden oluşmaktadır. Renkler hologramlar hareket ettirildiği zaman değişmektedir. Bu tip hologramlara genelde gökkuşağı hologramları denilmektedir. Görülen renkler üzerinde geliştirilen tekniklerle resimler, istenilen renklerde veya neredeyse doğal renklerinde izlenebilmektedir.

Canlı nesnelere kaydedebilmek, hareketi göstermek ve seri üretim kapasitelerini arttırabilmek için değişik tekniklerde geliştirilmiştir.

Darbeli holografi (pulsed holography), resmin konusunu birkaç nanosaniye içinde kayıt edebilmek için, hızlı ve şiddetli lazer ışığı patlamaları kullanır. Bu hızı sayesinde hareketli nesnelere hologramları yapılabilir. Bu tip hologramlar flaşlı fotoğraf çekmeye benzer.

İntegral holografi, Lloyd Cross tarafından geliştirilmiştir. Bu tip hologramlarda holografi ve sinema teknikleri birleştirilerek beyaz ışık transmisyona stereogramlar kayıt edilmektedir. İki boyutlu hareketli resim kareleri holografik filmlere yan yana dizilirler açı değişince resim değişir ve diğer görüntü algılanır. Böylece bir tip animasyon elde edilir. İlk integraller dairesel veya yarı dairesel şekilde üretilmiştir.

Kabartmalı hologramlar, arkalarında ayna bulunan transmisyona hologramlarıdır. Dergilerde, promosyon ürünlerinde ve kredi kartlarında kullanılırlar. Kabartma, seri üretimli holografide en çok kullanılan çeşittir. Holografik bilgi, ışığa duyarlı cam levhalardan nikel kabartmalı yüzeylere aktarılır. Holografik resimler girişim örüntüsünün plastiğe damgalanıp sonra da resmin arkasına ışığı yansıtan bir folyo konmasıyla basılır. Sonuç olarak ortaya çıkan hologram birim maliyeti çok az olarak milyonlarca kez kopyalanabilir. [32]

5. İKİ BOYUTLU MEDYALARDA İLERİ ÜÇ BOYUTLU ANLATIM ve MİMARLIK

Tasarım tanıdık yollardan ifade edilirse algısı daha iyi, anlatımı da daha açıklayıcı ve başarılı olur. Sonuçta üç boyutlu olarak ortaya çıkacak mimari düşünceleri yine üç boyutlu anlatmak mimar ile tasarımını anlattığı kişi arasındaki iletişimi arttıracaktır. Bu tip anlatımlar mimara tasarım aşamasında da girdi sağlayacaktır. Tasarım sırasında yanlışlar ve ortaya çıkan güzel sonuçlar izlenip tasarıma geri besleme yapılabilir. Böylece yapım aşamasından önce tasarım aşamasında sorunlar çözülebilir.

Tez kapsamında anlatılan yöntemler mimari disipline monte edilebilir. Bu yöntemlerle beraber mimari daha etkileşimli bir hal alabilir ve bu disiplindeki iletişim daha etkili bir duruma gelebilir.

Araştırmada anlatılan yöntemler üç boyutlu anlatımlarda kullanıldığı gibi mekansal anlatımlar için de kullanılmaktadır.

Sanal gerçeklik eğitim, eğlence, ürün tasarımları ve başka amaçlarla da kullanılmaktadır. Görme duyusuna yönelik arabirimler arasında yer alan HMD, BOOM ve CAVE ile insanlar gerçek dünyadan soyutlanıp tasarlanan dünyada gezintiye çıkarılabilir. Böylece amaçlanan yönde sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu gezinti tasarlanan yapılar için de yapılabilir. Böylece yapı inşaat aşamasına geçmeden kullanıcı veya diğer kişiler tarafından rahatça algılanabilir. Bu tip bir gezinti hem kullanıcı kontrollü hem de stereoskopik bir başka deyişle üç boyutlu olacaktır. Tasarım yapıya döndükten sonra gelen kullanıcı geri beslemesi bu yolla tasarım aşamasına kaydırılabilir. Daha mükemmel yakın tasarımlar üretilebilir.

Yeni gelişmekte olan hacimsel görüntüleyiciler ise tasarım aşamasına büyük katkı yapacak bir potansiyele sahiptir. Bilgisayar destekli tasarımla üretilen tasarımlar çok detaylı bir maket yapmış gibi bu görüntüleyicilerle izlenebilir. Doğrular ve yanlışlar üç boyutlu olarak görülebilir. Sunumlarda algılanabilen ölçeklerle etkileyici ve etkin bir şekilde yapılabilir. Bu konuda yaşanacak gelişmeler hacimsel görüntüleyicilerin potansiyelini arttıracaktır.

VRML, görme duyusuna yönelik arabirimlerinin altyapılarından biri olmakla beraber kişisel bilgisayarlarla da kullanılabilir. Oluşturulan mekanlar kullanıcı kontrollü bir etkileşim içinde sunulabilir. Kullanıcı kontrolünün yanında ortam şartları da etkileşimle beraber izleyiciye aktarılabilir. Bu avantajların yanında bu işlemlerin hepsi internet veya ağ sistemleriyle uzaktan bilgi erişimiyle kullanılabilir. Bu imkan, farklı yerlerdeki kişilerin

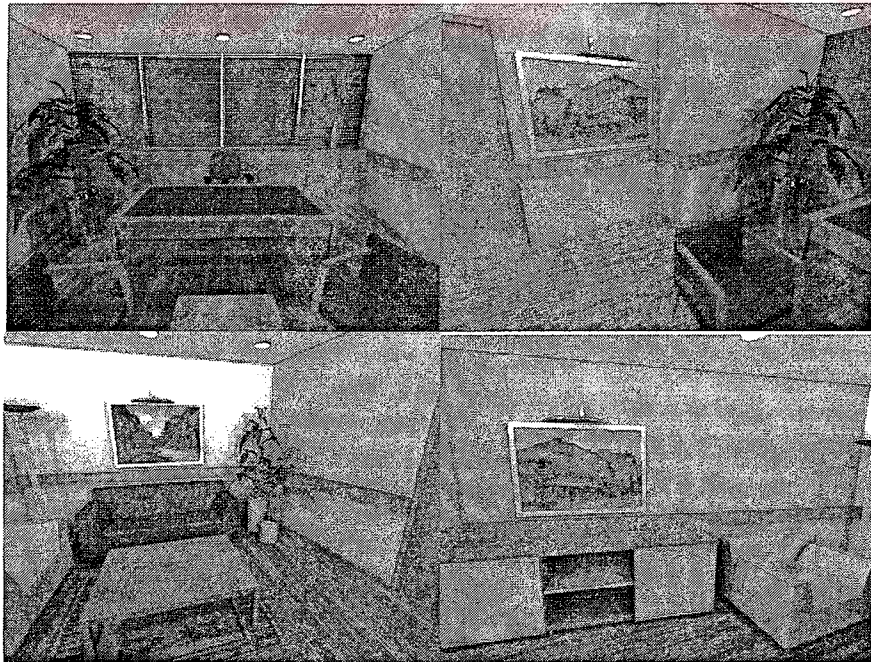
iletişimini arttıracaktır.

Son yıllarda gelişmekte olan bir başka sanal gerçeklik aracı olan VR panoramik görüntülerde üç boyutlu anlatım ve üç boyutlu anlamada etkin bir araçtır. NASA Mars'a gönderdiği Pathfinder aracıyla çevreyi anlamak için panoramik fotoğraflar çekmektedir (Şekil 5.1). Bu fotoğraflarla beraber tek kare fotoğrafın oluşturduğu soyutlamayı kaldırıp çevre ilişkilerini anlamak amaçlanmaktadır.



Şekil 5.1 Mars Pathfinder aracı tarafından çekilen 360° Mars Panoraması [34]

Çevre ilişkilerini anlatan panoramik fotoğraflar mevcut çevreleri ve yapıları anlatmakta kullanılabileceği gibi bilgisayar ortamında hazırlanmış mekanları ifade etmek için de kullanılabilir. Bu tip resimler üretmek için bu amaçla hazırlanmış resimler çeşitli programlar aracılığıyla birleştirilebilir. Üç boyutlu yazılımlarda eklentilerle üretilen mekanlar VR panoramik resimlere dönüştürülebilir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Bilgisayarda hazırlanmış bir mekanın panoramik görüntüleri (Ufuk Ergun, 2004)

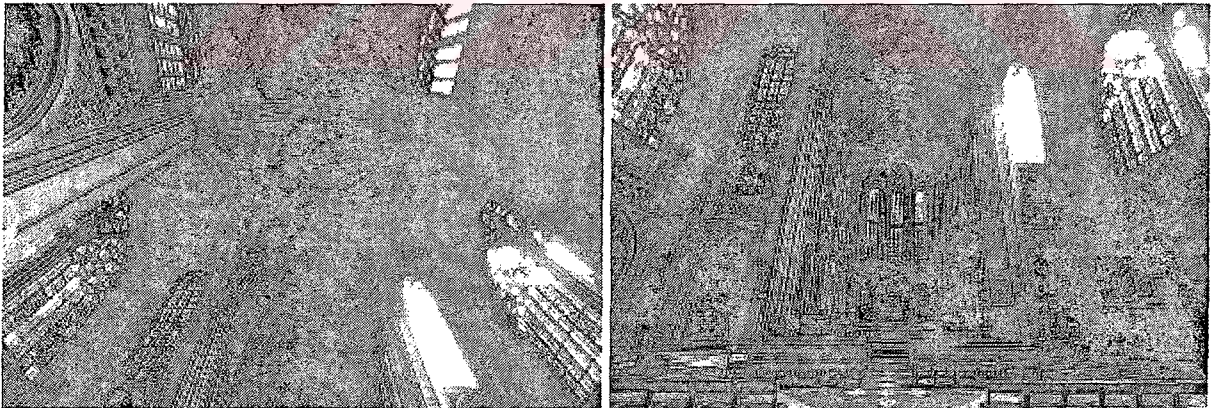
Bu resimler gerçek ve sanal resim kombinasyonu ile da üretilebilir. Gerçek fotoğraflar üzerine eklenmiş sanal öğelerle oluşturulan imgeler dikiş (stitch) yazılımlarıyla birleştirilip panoramik görüntüler oluşturulabilir.

Oluşturulan bu görüntülere kullanıcı kontrolünün yanında etkileşim de katılabilir. Bir mekan içindeki kapılara “hot spot” ismi verilen köprü alanları eklenebilir. Bu köprülere çeşitli URL* verilebilir. Bunlar bir web sayfası, bir animasyon, bir resim veya başka bir panoramik görüntü olabilir.

Köprü, bir mekan içindeki kapıya konabilir. Köprü başka bir panoramik görüntü olması sayesinde diğer mekana geçilebilir. Böylece yapı içinde dolaşılabilir.

VR panoramik görüntülerle mekanı izlemekle beraber mekan içindeki süreç te gözlenebilir. Bunun için resimler dönerek çekmek yerine zaman faktörü göze alınarak çekimler yapılır. Bu zaman faktörü çevrede dönme işlevine eklenebilir. Bu sayede bir mekan içinde 360° dönülerek günün çeşitli saatlerindeki aydınlık düzeyi ve gölgeler izlenebilir.

VR panoramik görüntüleri derinlik ipuçlarını ve hareket paralaksını kullanarak üç boyut etkisi oluştururlar. Bunun yanında stereoskopik panoramik görüntüler oluşturulmaktadır. Bu sayede hem üç boyutlu hem de çevresel algı sağlanır. Bu tip bir panoramik resim mekanı algılamayı çok kuvvetlendirir (Şekil 5.3).

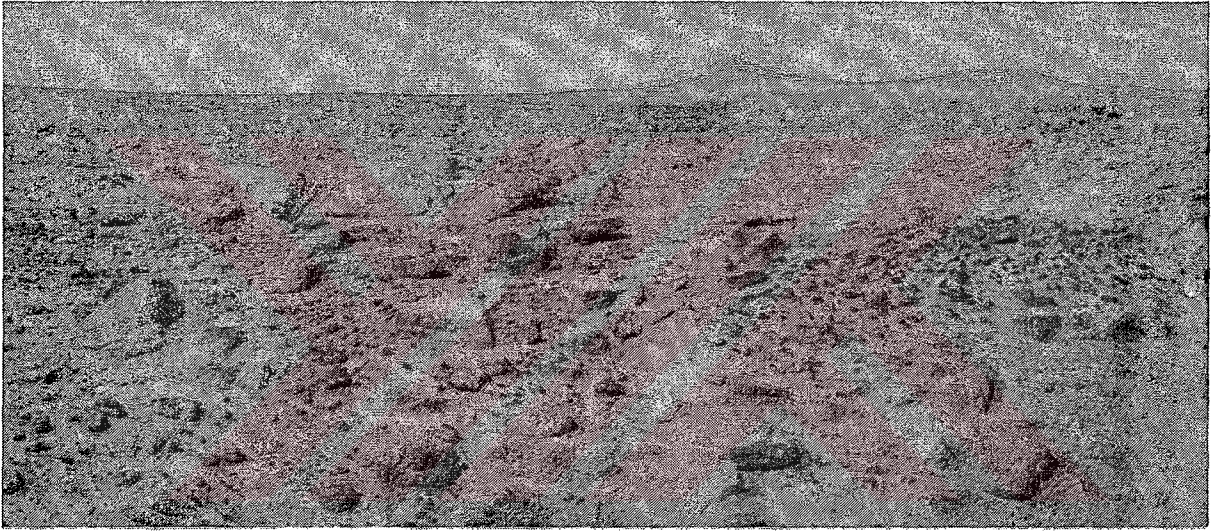
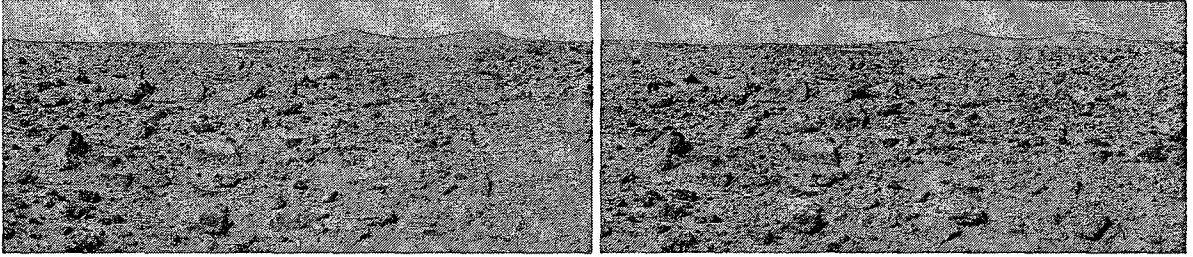


Şekil 5.3 Stereoskopik VR panoramik görüntüsüne örnek [35]

Stereografi mimarlıkta kendine pek yer bulamamış üç boyutlu anlatım tekniklerindedir.

* URL (Uniform Resource Locator): İnternetteki, ağ üzerindeki veya bilgisayardaki bir konumu tanımlayan adrese verilen isim

Halbuki bu teknik mekan anlatımlarında ve analizlerinde mimarlık dışındaki konularda kullanılmaktadır. NASA Pathfinder aracıyla çevreyi tanımak ve mars yüzeyini analiz etmek için panoramik görüntülerle beraber stereo fotoğraflar çekmektedir (Şekil 5.4). Bunun için göz arasındaki mesafe uzaklığında yerleştirilen fotoğraf makinelerinden resimler çekip bunları birleştirerek derinlik algısını oluştururlar.



Şekil 5.4 Mars Pathfinder aracı tarafından çekilen arazi fotoğraflarına bir örnek* [36] [37]

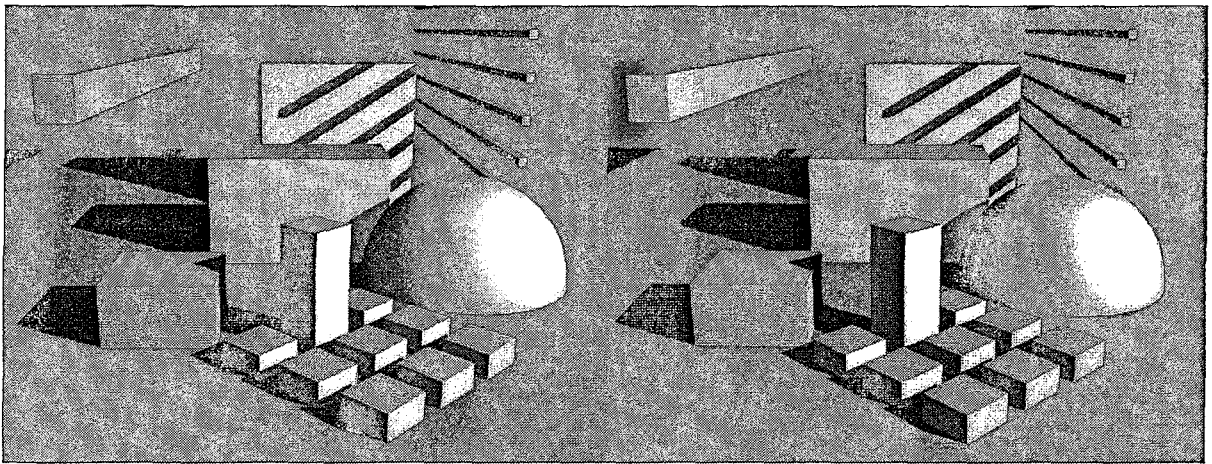
Tarihi ve turistik yerlerin tanıtımında da bu tip fotoğraflar kullanılmaktadır(Şekil 5.5). Bu tip fotoğrafların bu alanlarda kullanılmasının sebebi kişi üzerinde bıraktığı etkisi, oluşturduğu derinlik hissi ve gerçek hayattaki algılara benzemesidir.

* Belirtilen kaynaktan elde edilen sağ ve sol göz resimleri, Anaglyph Maker isimli programla işlenip büyük resimdeki Anaglif fotoğraf oluşturulmuştur.



Şekil 5.5 Şehir tanıtımlarında kullanılan stereo resim çiftine bir örnek

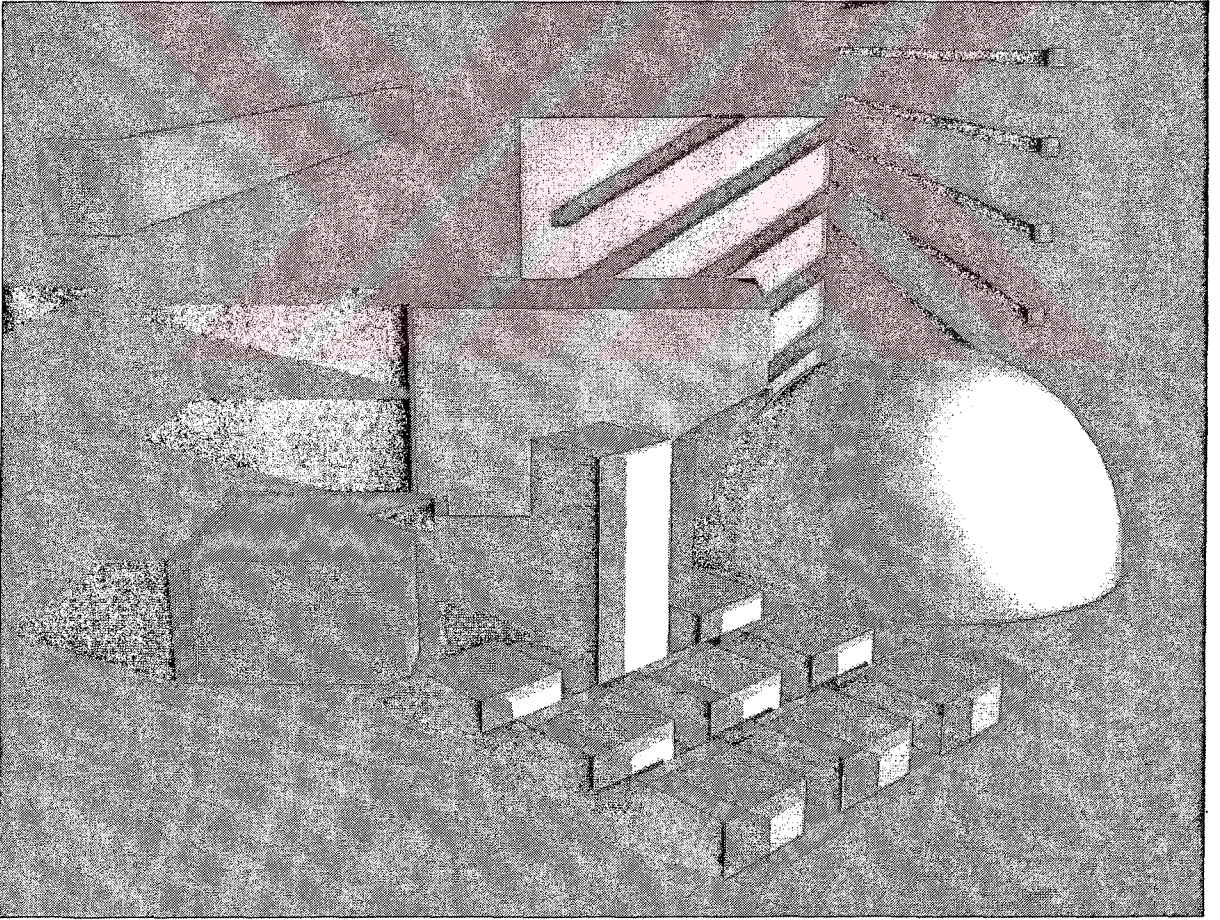
Bu tip mekan anlatım ve analizlerinde kullanılan stereo fotoğraflar mimarlıkta da rahatlıkla kullanılabilir. Gerek tasarım aşamasında gerekse mimarlık eğitiminde üç boyutlu mekan algılama açısından bu tip fotoğrafların büyük katkısı olacaktır. RDS, SIRDS, SITS ve SIRTS gibi otostereogramla üç boyutlu kütleler mimarlık öğrencilerine ve mimar olmayanlara eğlenceli ve etkileyici şekilde anlatılabilir. Diğer stereogram çeşitleri de üç boyutlu nesnelere anlatmada ve anlaşılmasında etkili bir yoldur. Bu resimler bilgisayar ortamında da üretilebilir. Bu tip resimlerin üretilmesi de çok zor bir süreç değildir. Esas olan sağ ve sol göz için hazırlanmış iki resim oluşturmaktır. Bu resimleri oluşturduktan sonra çeşitli yazılımlar aracılığıyla stereo resimler oluşturulabilir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Bilgisayarda hazırlanan bir sahnenin stereo resim çifti (Ufuk Ergun, 2004)

Sağ ve sol göz için resimler hazırlandıktan sonra bu resimlerden stereogram oluşturmak için bir çok yol vardır. Oluşturulacak stereogramlarla sahne içindeki nesnelerin nitelikleri, bunların mekan içindeki ilişkileri ve bütün mekan, resmi izleyene gayet açıklayıcı şekilde ifade edilecektir. Çünkü insanlarla tanışık oldukları durumları daha iyi algırlarlar. Bu sayede daha karmaşık tasarımlar daha kolaylıkla sunulabilecektir.

Şekil 5.7’de Şekil 5.6’daki resim çiftiyle üretilmiş anaglif resim görülmektedir. Bu resme sol göz için kırmızı sağ göz için siyan renkli filtre ile bakıldığında derinlik algısı beyinde oluşturulur. Bu tip algılar mimarlık öğrencilerin ilk yıllarında zorlandıkları teknik resim ve tasarı geometri gibi derslerde nesne durumlarını daha iyi anlatabilmek için kullanılabilir. Anlatıma boyut kavramı katılarak öğrencinin nesnelerin konumunu kafasında daha iyi canlandırabilmesi sağlanabilir. Aynı tip algılar tasarımın sunulduğu kişilerde de oluşturulabilir. Böylece mimarın kafasındaki düşünce neredeyse tam olarak işe yabancı bir kişinin zihninde oluşturulabilir.



Şekil 5.7 Geometrik şekillerle oluşturulmuş bir anaglif resim (Ufuk Ergun, 2004)

Hareket paralaksını ve diğer derinlik ipuçları kullanarak derinlik algısı yaratan bir başka yöntem ise lenticular resimlerdir. Reklamcılık sektöründe kendine yer bulmuş olan bu resimler yine amacına yönelik olarak mimarlıkta sunumlarda tasarımları tanıtmak amacıyla kullanılabilir. Bir yapıya ait ve çeşitli açılardan oluşturulmuş resimler lenticular resimlerde birleştirilerek animasyon oluşturulabilir. Böylece yüzeyi ufak merceklerle kaplı bir kağıt yüzeyinde bir yapının etrafında dönülebilir. Binanın cepheleri veya iç mekanından görüntüler hareket paralaksıyla üç boyutlu anlatılabilir. Bir süreci gösteren resimlerde bir araya getirilerek anlatım kuvvetlendirilebilir. Bir inşaat aşamalarına ait resimler bir araya getirilerek veya bir kentin gelişimini gösteren görüntüler birleştirilerek süreç ve yaşanan gelişmeler anlatılabilir.

Yapım maliyeti yüksek ama etkisi çok etkileyici olan bir başka yöntem ise hologramlardır. Hologramlar stereo etki yapmamakla beraber bakış açısı değişikçe farklı perspektifler verdiği için bir delikten içeriye bir yere bakıyormuş etkisi yaratır. Bu farklı perspektiflerle derinlik algısı oluşturulur. Aynı zamanda bir ana ait çeşitli film kareleri yan yana getirilip animasyonlar oluşturulabilir.



Şekil 5.8 Bir hologramı anlatan bir film kareleri görülmektedir. [38]

Hologramın bu özellikleri, mimarların anlatımlarında diğer yöntemler gibi etkiyi artırıcı ve algıyı çoğaltıcı şekilde kullanılabilir. Bir mekan veya bir nesne tasarımı, perspektifin isteğe bağlı değiştirilebildiği için, kullanıcı kontrollü sunulabilir. Böylece istenilen açıdan inceleme yapılabilir. MIT üniversitesinde Mekansal Görüntüleme (Spatial Imaging) isimli bir çalışma grubu hologram teknolojisini ilerletme ve yaygınlaştırma yönünde araştırmalar yapmaktadır. Bu teknoloji ilerledikçe ve yaygınlaştıkça daha ekonomik koşullarda kullanılabilir hale gelecektir.



6. SONUÇ

Görsel algıda derinlik ipuçları sayesinde insanlar kağıt üzerindeki imajlarda, monitördeki görüntülerde veya başka yüzeylerde bir başka deyişle iki boyutlu medyalarda üç boyut algısını kavrayabilmektedir. Aynı zamanda görsel algıyı yanıltma yoluyla derinlik algısı oluşturabilmektedir. Bu illüzyon iki göze çeşitli yollarla farklı iki görüntü yollayarak yapılmaktadır. Bu yöntemler sayesinde üç boyut algısının iki boyutlu medyalarda sağlanabileceği sonucu çıkmaktadır.

Mimari anlatımda iki boyutlu anlatımlar temel teşkil etmektedir. Üç boyutlu anlatım ögesi olarak genellikle derinlik ipuçlarından perspektif kullanılmaktadır. Gelişen bilgisayar destekli tasarımla beraber üç boyutlu anlatımlar yapmak daha kolay hale gelmektedir. Bu gelişmeye rağmen mimarlık disiplininde, üç boyutlu anlatımda perspektifin ileriki aşaması olarak daha iyisini üretmek görülmektedir. Mimarlık dışındaki sektörlerde ise üç boyutlu anlatım kaygısı daha fazladır. Derinlik anlatımı için bir çok yöntemler üretilmiştir. Mimarlarında bu yöntemleri tasarımın her aşamasında kullanmaları gerekmektedir.

Bir nesne incelenirken, anlatılırken gerçek dünyadaki algılara ne kadar yakın algılatılırsa aradaki iletişim o kadar kuvvetli olacaktır. Tasarım süreci sonunda üç boyutlu nesnelere üreten mimarlık disiplininde üç boyutlu anlatımlar yaparak iletişimi daha iyi düzeylere taşınması gerekmektedir. Bir yapı tamamlanmadan sanki tamamlanmış gibi algılamak zaman, maliyet, estetik ve fonksiyon gibi faktörler açısından kazanımlar sağlayacaktır. Sağladığı faydalar göz önüne alınırsa bu tip anlatımlar yapmak mimarların lehinedir.

Sanal gerçeklik alanında gelişen teknoloji ile beraber yeni araçlar ve yeni yöntemler kullanılmaktadır. Bu gelişim tüm hızıyla devam etmektedir. Bu gelişimin hedefi gerçek hayatı tam anlamıyla sanallaştırmaktır. Görsel algı açısından mevcut araçlar gelişime açıktır. Bilgisayar teknolojisi ilerledikçe bu araçlar da gelişime devam edecektir. Daha iyi çözünürlüklü, kolay kullanılabilen, daha az kablosuz hatta kablosuz ve daha geniş alanda kullanılabilen, hafif, az yer kaplayan, görüş alanı yüksek, etkileşimi daha fazla modeller üretmek zamanla başarılacaktır. Bir gün lens gibi gözümüze takılabilen HMD modelleri görmek mümkün olacak ve gelişen nanoteknoloji buna imkan veren düzeye ulaşacaktır. Hacimsel görüntüleyiciler zamanla daha yaygın bir kullanım alanı bulabilir ve bu teknolojinin gelişimi, maliyeti düşürüp kullanım alanını yaygınlaştırılabilir. Hali hazırda yapılabilen boşlukta görüntü oluşturma teknolojisi hacimsel görüntüleyicilerde de uygulanabilir hale gelecektir. Bu tip televizyonlar üretmek mümkün olacaktır. Yeni araçların üretilmesiyle

beraber bunlar için medyalar üretilmeye başlanacaktır. Tüm bu gelişmeler insanların görüş açılarının geliştirecektir hatta değiştirecektir.

Stereografinin mimarlıkta kullanımının yaygınlaşmasıyla karmaşık tasarımlar bile daha iyi anlatılabilir hale gelecektir. Üçüncü boyut daha anlaşılır ve daha etkileyici bir hal alacaktır. Mekanın artı ve eksileri tasarım aşamasında belirlenip zamandan maliyetten kazanımlar sağlanacaktır. Stereografi temel olarak gelişimini tamamlamıştır. Gelişen teknoloji bu yöntemin mantığını kullanan yeni araçlar üretilebilmesine imkan verebilir.

Lenticular alanındaki gelişmeler bu yöntemin içerdiği görüntü sayısında yaşanabilir. Bir lenticulara daha çok resim koyabilme imkanı doğabilir. Barındırılabilen resimlerin sayısı arttıkça bu yöntemin kullanım alanı artacaktır. Malzeme yönünde olabilecek gelişmelerde daha iyi ve daha çok görüntü barındırmayı etkileyecektir. Mimarlık alanındaki kullanımda sunumları büyük yönde etkileyecektir. Kağıt üzerinde sunumlara animasyonlar dahi koyulabilir hale gelecektir. Gelişmeler, sunumlarda yeni çığır açacaktır.

Holografının geleceğinde ise holografik televizyonlar, yazıcılar, fotoğraf makineleri ve daha değişik görüntüleme teknolojileri yatmaktadır. Bahsedilen görüntüleme teknolojilerinin bazılarına geçmişte yaklaşılmış fakat bu araştırmalar, teknoloji ve mali destek yetersizliği nedeniyle tamamlanamamıştır. İleride bu araştırmalar sonuçlandırılabilir. Bu gelişmelerle en büyük engel gibi gözüken maliyet konusu aşılabılır. Böylece kullanım alanı ve kullanan kişi sayısı artabilir.

Bu tip gelişmeler mimarlık alanının sadece sunum aşamasına değil tüm sürecine yeni bakış açıları getirecektir. Yeni ufuklar açılmasına neden olacak ve mimarlıkta da değişimlere yol açacaktır.

KAYNAKLAR

- Caulfield, H. J., (1984), "The Wonder of Holography", National Geographic, 165: 364- 377.
- Crary, J., (1995), Techniques of the Observer, October, Cambridge.
- Çevik, A., (1994), "Geçmişten Günümüze 3-Boyutlu Görüntüler", Bilgisayar Ortamı ve Mimari Anlatım Semineri, 3 Haziran 1994, YTÜ, İstanbul, 11- 29.
- Eissen, K., (1990), Presenting Architectural Design, Van Nostrand Reinhold, Londra.
- Erçetin, B., (2002), "Stereofotoğraf- 1", Fotoğraf Dergisi, 45: 28- 36.
- Erçetin, B., (2003a), "Stereofotoğraf- 2", Fotoğraf Dergisi, 46: 38- 44.
- Erçetin, B., (2003b), "Stereofotoğraf- 3", Fotoğraf Dergisi, 47: 18- 22.
- Erçetin, B., (2003c), "Stereofotoğraf- 4", Fotoğraf Dergisi, 48: 34- 40.
- Erçetin, B., (2003d), "Stereofotoğraf- 5", Fotoğraf Dergisi, 49: 42- 48.
- Gulick, W. L. ve Lawson, R. B., Human Stereopsis A Psychological Analysis, Oxford University Press, Oxford.
- Gürer, L., (1970), Temel Dizaynda Görsel Algı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Harriharan, P., (1984), Optical Holography, Cambridge University Press, New York.
- Hedgecoe, J., (1996), Her Yönüyle Fotoğraf Sanatı, Remzi Kitapevi, İstanbul.
- Hotan, H., (1999), Mimari Perspektif ve Gölge, YEM, İstanbul.
- İnceoğlu, N., (1994), "Mimarlıkta Düşüncenin Grafik Anlatımı- Çizerek Düşünme, Çizerek Anlatma", Bilgisayar Ortamı ve Mimari Anlatım Semineri, 3 Haziran 1994, YTÜ, İstanbul, I- IV.
- Lipton, L., (1982), Foundations of the Stereoscopic Cinema, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Mckay, H. C., (1953), Three- Dimensional Photography Principles of Stereoscopy, American Photographic Publishing, New York.
- Okoshi, T., (1976), Three-Dimensional Imaging Techniques, Academic Pres, New York.
- Pizzi, E., (1997), Mario Botta, Editorial Gustavo Gili, Barselona.
- Porter, T., (1979), How Architects Visualize, Studio Vista, Londra.
- Chen, S. E., (1995), "QuickTime VR: An image-based approach to virtual environment navigation", SIGGRAPH'95, 1995, Los Angeles.
- Tekulsky, M. Ve Asinof, L., (1981), "Holography", Science Digest, 89: 269- 272
- Woods, A., (1999), "A PC-based stereoscopic video walkthrough", Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems VI. Proceedings of the SPIE , 1999, San Jose.

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] <http://www.felsefeekibi.com/site/default.asp?PG=237> (Son Erişim Tarihi: 13.04.2004)
- [2] <http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visper01.html> (Son Erişim Tarihi: 06.04.2004)
- [3] <http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visper06.html> (Son Erişim Tarihi: 06.04.2004)
- [4] <http://www.aber.ac.uk/media/Modules/MC10220/visper02.html> (Son Erişim Tarihi: 06.04.2004)
- [5] <http://www.lancs.ac.uk/palatine/s-v-presentations/sinuraibhanpaper.ppt> (Son Erişim Tarihi: 08.06.2004)
- [6] <http://www.odevim.com/tezler/73937159.doc> (Son Erişim Tarihi: 08.06.2004)
- [7] <http://www.ijci.org/product/ijci12/T2009.pdf> (Son Erişim Tarihi: 31.03.2004)
- [8] <http://www-vrl.umich.edu/intro/> (Son Erişim Tarihi: 14.06.2004)
- [9] <http://www.kyb.tuebingen.mpg.de/bu/people/bernie/projectDescription.html> (Son Erişim Tarihi: 14.06.2004)
- [10] <http://www.macs.hw.ac.uk/cs/online/9ig2/4/14.htm> (Son Erişim Tarihi: 10.06.2004)
- [11] <http://www.actuality-systems.com> (Son Erişim Tarihi: 26.03.2004)
- [12] <http://csp2.ipm.edu.mo/sa/hardware/scanner-head-and-david-head-s.jpg> (Son Erişim Tarihi: 07.06.2004)
- [13] http://www.kaidan.com/pdf/360_One_VR_big.pdf (Son Erişim Tarihi: 14.06.2004)
- [14] http://www2.iicm.edu/0x811bc833_0x000dbd33 (Son Erişim Tarihi: 11.06.2004)
- [15] <http://www.stereo.pwp.blueyonder.co.uk/Viewing.htm> (Son Erişim Tarihi: 15.06.2004)
- [16] http://www2.iicm.edu/0x811bc833_0x000db78c (Son Erişim Tarihi: 11.06.2004)
- [17] <http://www.ray3d.com/wtc.html> (Son Erişim Tarihi: 14.06.2004)
- [18] <http://www.cinti.net/~vmmasell/modele.htm> (Son Erişim Tarihi: 16.06.2004)
- [19] <http://www.rleggat.com/photohistory/history/anaglyph.htm> (Son Erişim Tarihi: 17.06.2004)
- [20] http://www.3dexpo.com/gallery/gallery_mont/ (Son Erişim Tarihi: 17.06.2004)
- [21] <http://www.tomshardware.com.tr/display/20040421/stereo-3d-07.html> (Son Erişim Tarihi: 17.06.2004)
- [22] <http://www.imax.com> (Son Erişim Tarihi: 18.06.2004)
- [23] <http://zeus.rutgers.edu/julesz.html> (Son Erişim Tarihi: 22.06.2004)
- [24] <http://www.cis.rit.edu/~srb0036/RIT/2002/Spring/Reports/SIRDS.doc> (Son Erişim Tarihi: 19.06.2004)

- [25] <http://www.particle.kth.se/~lindsey/java/demo2/Stereo2.html> (Son Erişim Tarihi: 22.06.2004)
- [26] <http://www.magiceye.com> (Son Erişim Tarihi: 22.06.2004)
- [27] <http://coder.com/creations/stereo/examples.html> (Son Erişim Tarihi: 22.06.2004)
- [28] http://www.didik.com/3d_hist.htm (Son Erişim Tarihi: 03.06.2004)
- [29] <http://www.rit.edu/~bekpph/Lenticular/> (Son Erişim Tarihi: 07.03.2004)
- [30] <http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/stereographics/lenticular/> (Son Erişim Tarihi: 23.06.2004)
- [31] <http://www.opticsexpress.org/abstract.cfm?URI=OPEX-8-4-255> (Son Erişim Tarihi: 23.06.2004)
- [32] <http://www.holophile.com/about.htm> (Son Erişim Tarihi: 02.03.2004)
- [33] <http://www.holophile.com/history.htm> (Son Erişim Tarihi: 02.03.2004)
- [34] http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA01466_modest.jpg (Son Erişim Tarihi: 27.08.2004)
- [35] <http://www.outline.be/quicktime/stjacques3d.html> (Son Erişim Tarihi: 26.03.2003)
- [36] http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA02405_modest.jpg (Son Erişim Tarihi: 27.08.2004)
- [37] http://photojournal.jpl.nasa.gov/jpegMod/PIA02406_modest.jpg (Son Erişim Tarihi: 27.08.2004)
- [38] <http://www.media.mit.edu/groups/spi/Onestep/jvxani1.mov> (Son Erişim Tarihi: 01.01.2004)

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	02.09.1979	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994-1997	Vefa Anadolu Lisesi
Lisans	1997-2001	Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2001-	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Mimarlık Programı
Çalıştığı kurum		
	2002-2003	İlke Planlama Ltd.

