

SİNEMASAL GERÇEKLİK VE GÖRSEL EFEKT UYGULAMALARI

Mehmet Akif Kandış
191105105

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Radyo Sinema ve Televizyon Anabilim Dalı
Radyo Sinema ve Televizyon Yüksek Lisans Programı
Danışman: Prof. Dr. Celal Oktay Yalın

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mayıs, 2022

SİNEMASAL GERÇEKLİK VE GÖRSEL EFEKT UYGULAMALARI

Mehmet Akif Kandış
191105105
Orcid: 0000-0003-0619-3440

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Radyo Sinema ve Televizyon Anabilim Dalı
Radyo Sinema ve Televizyon Yüksek Lisans Programı
Danışman: Prof. Dr. Celal Oktay Yalın

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mayıs, 2022



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli “*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*” ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.



TEŞEKKÜR

Beni daima destekleyen sevgili aileme, çalışmam boyunca bana daima zaman ayıran, yol gösteren, çok değerli hocam, Prof. Dr. Celal Oktay YALIN’a teşekkürü borç bilirim.

Mehmet Akif Kandış

Mayıs, 2022



ÖZ

SİNEMASAL GERÇEKLİK VE GÖRSEL EFEKT UYGULAMALARI

Mehmet Akif Kandış
Yüksek Lisans Tezi

Radyo Sinema ve Televizyon Anabilim Dalı
Radyo Sinema ve Televizyon Yüksek Lisans Programı
Danışman: Prof. Dr. Celal Oktay Yalın
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2022

Teknoloji günümüzde her yerde kendisini göstermekte ve dâhil olduğu her alanda büyük kolaylıklar sunmaktadır. Teknolojik gelişmenin sinema alanında en belirgin etkisi görsel efekt alanında olmuş ve teknolojik imkanlarla görsel efektler yeni bir boyuta ulaşmıştır. Bugün dijital görsel efektler sayesinde filmlerde; bambaşka gezegenlere seyahatler, nesli tükenmiş canlıların hareketleri, fiziksel olarak imkânsız, zor ve tehlikeli sahneler ya da tarihin bir köşesinde kalmış şehirler gerçekçi olarak canlandırılabilir. Dijital görsel efektlerin tasarımında inandırıcılığın sağlanması bağlamında fotogerçekçilik önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Fotogerçekçiliği oluşturmada fiziğin, bilgisayar destekli animasyonların kullanıldığı görülmekte ve artık görsel efekt sektörü sadece görsel sanatçıların, mekanik mühendislerin dahil olduğu bir alandan, matematik ve fiziğin kullanıldığı doğa bilimlerinin dahil olduğu bir alan haline gelmektedir.

Tez çalışması sinema endüstrisinde dijital görsel efektlerin fotogerçekçi ilkelere dayanarak nasıl inşa edildiğini irdelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Görsel Efekt, Özel Efekt, Dijital Görsel Efekt, 3B Modelleme, Sinema, Fotogerçekçilik.

ABSTRACT

CINEMATIC REALITY AND VISUAL EFFECT APPLICATIONS

Mehmet Akif Kandış

Master Thesis

Radio, Cinema and Television Department

Radio, Cinema and Television Master's Program

Thesis Advisor: Prof. Dr. Celal Oktay Yalın

Maltepe University Graduate School,2022

Today, technology shows itself everywhere and offers great convenience in every field it is included in. The most obvious effect of technological development in the field of cinema has been in the field of visual effects, and visual effects have reached a new dimension with technological opportunities. Today, in movies thanks to digital visual effects; Travels to different planets, movements of extinct creatures, physically impossible, difficult and dangerous scenes or cities that have remained in a corner of history can be realistically portrayed. Photo realism emerges as an important concept in the context of providing credibility in the design of digital visual effects. It is seen that physics and computer-aided animations are used to create photo realism, and now the visual effects industry is becoming an area that only includes visual artists, mechanical engineers, and natural sciences, where mathematics and physics are used.

The thesis examines how digital visual effects are constructed based on photorealistic principles in the cinema industry.

Keywords: Visual Effects, Special Effects, Animation, 3D Animation, Physics, Digital Visual Effects, 3D Modeling, Cinema, Photorealism, Photorealism and Visual Effects.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZ	v
ABSTRACT.....	vi
TABLolar LİSTESİ	x
RESİMLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR	xiv
ÖZGEÇMİŞ	xv
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
1.1.Amaç	2
1.2.Önem	3
1.3.Sınırlılıklar	3
1.4.Sinemasal Gerçeklik.....	3
1.4.1.Fotogerçekçilik.....	9
1.4.1.1.Alan Derinliği ve Görüş Alanı – Depth of Field&Field of View	13
1.4.1.2.Kusurlar - Imperfections	14
1.4.1.3.Gerçeklik - Reality	15
1.4.1.4.Resim Kalitesi – Image Quality	15
1.4.1.5.Işıklandırma ve Ortam - Lighting and Ambient.....	16
1.4.1.6.Detay Seviyesi – Level of Detail (Lod)	17
1.5.Sinema ve Görsel Efekt.....	18
1.6. Dijital Öncesi Dönemde Görsel Efekt Yöntemleri	25
1.6.1.Stop Motion Animasyon.....	25
1.6.2. Puppets and Animatronics (Kuklalar ve Animatronikler)	26
1.6.3. Matte Paintings (Mat Boyama)	27
1.6.4. Schüfftan Process(Schüfftan işlemi)	28
1.6.5. Miniatures (Minyatürler).....	29
1.6.6. Front and Rear Projection (Ön ve Arka Yansıtma).....	30
1.6.7. Forced Perspective with Live Action (Perspektif Uygulamaları)	31
1.6.8. In-Camera Practical Effects (Pratik Kamera Efektleri).....	32
1.6.9.Special (Mechanical) Effects (Özel Efektler).....	32
BÖLÜM 2. DİJİTAL GÖRSEL EFEKT TASARIMI.....	34

2.1.Sanal Üretimlerin Var Edilmesi	35
2.1.1.Dijital Modelleme.....	35
2.1.2.Kaplamalar	38
2.1.2.1.Diffuse Map/Albedo	39
2.1.2.2.Normal Haritalama	40
2.1.2.3.Specular Haritalama.....	43
2.1.2.4.Roughness Haritalama	44
2.1.2.5.Displacement Haritalama.....	44
2.1.2.6.Metalness Haritalama	46
2.1.3.Animasyon.....	47
2.1.3.1. Akustik Yöntemle Hareket Yakalama	49
2.1.3.2. Mekanik Yöntemler	50
2.1.3.3.Manyetik Yöntemler	50
2.1.3.4.Optik Yöntemler	50
2.1.3.5.İşaret Kullanılmayan Yöntemler	51
2.1.4.Fizik.....	52
2.1.4.1.Sert Cisimler	53
2.1.4.2.Yumuşak Cisimler.....	55
2.1.4.3.Akışkanlar	56
2.1.4.4.Parçacık Sistemi.....	58
2.1.5.Lighting-Aydınlatma	59
2.1.5.1.Point Light - Noktasal Işık.....	60
2.1.5.2.Spot Light – Spot Işığı.....	60
2.1.5.3.Directionall Light - Yönlü Işık.....	60
2.1.5.4.Volumetric Light - Hacimsel Işık.....	61
2.1.5.5.Ambient Light - Ortam Aydınlatması	62
2.1.5.6.Emission - Yayma	62
2.2.Görsel Efekt Uygulamaları	64
2.2.1.Match Moving - Hareket Eşleme	64
2.2.2.Set Extension - Set Uzatma	64
2.2.3.Motion Tracking - Hareket Takibi	65
2.2.4.Bullet Time Shots – Mermi Zamanı	66
2.2.5.Warping and Morphing Eğme ve Bükme	67
2.2.5.1.Warping.....	67
2.2.5.2.Mesh Warps.....	67
2.2.5.3. Spline Warps	68

2.2.5.4. Procedural Warps	69
2.2.5.5.Morphing	69
2.2.6.Atmospherics – Atmosfer	70
2.2.7.Wire Removal - Kablo Silme	71
2.2.8.Crowd Duplication - Kabalık Çoğaltma.....	72
2.2.9.Rotoscoping - Rotoskop	72
2.2.10.Mavi ve Yeşil Perde.....	73
BÖLÜM 3 FİLMLERİN GÖRSEL EFEKTLERİNİN İNCELENMESİ	75
3.1.Doctor Strange	76
3.1.1.Filmin Künyesi.....	76
3.1.2.Filmin Konusu.....	77
3.1.3.Genel Teknik Unsurlar	77
3.1.4.Filmin Görsel Efektler Yönünden İncelenmesi	77
3.1.4.1.Büyüler ve Sihirler.....	78
3.1.4.2.Üç Boyutlu Görsel Efektler	86
3.2.Midway	96
3.2.1.Filmin Künyesi	96
3.2.2.Filmin Konusu.....	96
3.2.3.Genel Teknik Unsurlar	96
3.2.4.Filmin Görsel Efektler Yönünden İncelenmesi	97
3.2.4.1.Çevre ve Savaş Araçlarının İnşası	98
3.2.4.2.Savaş Sahneleri	103
BÖLÜM 4. SONUÇ	110
KAYNAKÇA.....	113

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Görsel efektler ve fotogerçeklik tablosu Fotogerçeklik kriterlerine görsel efektler değerlendirilmiştir.....	86
Tablo 2: Obje ve Karakterlerin Değerlendirilmesi.....	95
Tablo 3: Objelerin Değerlendirilmesi	103
Tablo 4: Patlama ve Duman Gibi Savaş Ait Görsel Efektlerin Değerlendirilmesi	109



RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: Fotogerçekçi Bir Resim Çalışması (Estes, 1974)	10
Resim 2: İlk Fotomontaj Fotoğraf Çalışması, Tüberküloz nedeniyle ölen genç kızın aile bireyleri ile beraber fotoğrafı oluşturulmuştur (Robinson, Fading Away)	19
Resim 3: The Arrival of a Train (1897) (Crous, 2019).....	20
Resim 4: A Trip to the Moon (peramuseum A Trip to the Moon, b.t.).....	23
Resim 5: Stop Motion Animasyon Örneği (Stop Motion Animation for Kids: Courses, Camps, & Parent Guide, b.t.).....	26
Resim 6: Bir Animatronik Sincap (addhoegen, 2011)	27
Resim 7: Citizen Kane Filminden Mat Boyama Örneği (Special effects in Citizen Kane ?, 2014).....	28
Resim 8: Schüfftan Process.....	29
Resim 9: Alman Panzer 4 Tankının Minyatür Örneği (Scandinava makes insane practical VFX that look like CGI, 2018)	30
Resim 10: Arka Yansıtma Örneği (Dawson, 2020)	30
Resim 11: Arka Yansıtma Uygulaması (Dr. No - Car Chase Scene - © Metro-Goldwyn-Mayer Studios Inc. , 2010).....	31
Resim 12: Perspektif Uygulanan Sahne Örneği (Elf on a shelf! How the shot the classic christmas movie using forced perspective, 2021).....	32
Resim 13: Kaplamasız Görünüme Sahip Yüksek Poligonlu 3B Bir Karakter (Plouffe, b.t.)	37
Resim 14: Düşük poligon değerine sahip modelin yüksek poligonlu haliyle kıyaslanması. Düşük poligonda(Solda) geometrik kusurlar daha belirgindir (Eggen, 2019).....	37
Resim 15: Temsili Kaplama Çizimleri (Lin, b.t.).....	38
Resim 16: Diffuse Map Örneği (Rough Wood Planks (Texture)-Diffuse Map, b.t.)	40
Resim 17: Normal Harita Kaplaması. X Düzleminde Sağa Doğru Gidildikçe Kırmızı Tonlar Hakimken Y Düzleminde Yeşil Z Düzleminde ise Mavi Tonlar Yer almaktadır.	

(Gemalmaz, 2015)	42
Resim 18: Normal Haritalama Uygulanmış Bir Balta (Normal Unreal Engine Documentation, b.t.)	43
Resim 19: Specular Uygulama Derecelerinin Gösterilmesi (Unity - Manual: Specular mode: Specular parameter, b.t.)	43
Resim 20: Roughness Farkını Gösteren Bir Görsel (Dygert, 2014)	44
Resim 21: Displacement Harita Kaplama Yöntemi (Pixolator, 2004)	45
Resim 22: Displacement Harita Kaplama Yöntemi. Bump Haritalama, Normal Haritalama ile Benzerdir. Bu Yönden Daire Sınırlarına Bakarak Displacement Haritalamanın Ağı Gerçekten Değiştirdiği Gözlenebilir (West, b.t.).....	46
Resim 23: Metalik Kaplama Uygulanmış bir Obje (KristofDeHulsters, 2021))	46
Resim 24: Temsili Hareket Çizimi (Zeldman, 2015)	47
Resim 25: Bir Atın Animasyon İçin Oluşturulmuş İskeleti (Green, 2017)	49
Resim 26: Optik Yöntemle Hareket Yakalamak İçin Yerleştirilen Reflektörler (Ali, 2015)	51
Resim 27: Katı Cisimlerin Fiziksel Olarak Savrulduğu Bir Sahne (Guru, 2014).....	55
Resim 28: Yumuşak bir Maddenin Simüle Edilmesi (C4D4U, 2018)	56
Resim 29: Sıvı Simülasyonu Örneği (CGGeek, 2017)	58
Resim 30: Partikül Efektleri ile Oluşturulmuş Parıltılar (Light 'Boids' Particle System - Finding Essence, b.t.).....	59
Resim 31: Noktasal Işık Solda, Spot Işığı Sağda (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 205)	60
Resim 32: Yönlü Işığın Temsili (Types of light, b.t.).....	61
Resim 33: Hacimsel Işık Örneği (Volumetric lighting, b.t.)	62
Resim 34: Örnek Çalışma (Using the Emissive Material Input, b.t.)	63
Resim 35: Hareket Eşleme Uygulanmış Bir Robot (Lebrov, 2018).....	64
Resim 36: Set Uzatma Örneği (Filming 'Abroad': How to Save Big on Your Next Shoot with VFX Pond5, 2016).....	65
Resim 37: AFX Programıyla Hareket Takibinin Yapılması (Cinecom.net, 2017)	65
Resim 38: Hareket Takibinin Uygulanmasının Ardından Görsel Efektin İstenilen Alana Yerleştirilmesi (Cinecom.net, 2017)	66
Resim 39: Matrix Filminden Mermi Zamanı Örneği (FlashbackFM, 2016)	67

Resim 40: Mesh Warp yöntemi, soldan sağa resim üzerine bir ağ eklenmesiyle resimde oynamalar yapılabilmektedir (Wright, 2008, s. 147)	68
Resim 41: Spline Warps Yöntemi (Wright, 2008, s. 148)	69
Resim 42: Procedural Warps Yöntemi (Wright, 2008, s. 149)	69
Resim 43: Morphing ile Değiştirilen İki İnsan Yüzü (Wright, 2008, s. 150)	70
Resim 44: Atmosfer Efektinin Eklenmesi(Soldan Sağa Orijinal Sahne, Atmosferik Öge, Efektin Eklenmesi) (Wright, 2008, s. 11)	70
Resim 45: Matrix Filminden Kablo Silme Örneği (Imdb, The Matrix Revisited, 2001)	71
Resim 46: Kalabalık Çoğaltma Örneği (Rodeo FX, 2013)	72
Resim 47: Doktor Strange Türkçe Film Afişi (Beyazperde, 2016)	76
Resim 48: Bir Büyü (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	79
Resim 49: Sahnenin Geniş Alan Derinliği ile Elde Edilmesi (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	79
Resim 50: Diğer Büyü Görsel Efektleri (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	81
Resim 51: Geçiş Kapısı (Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016)	82
Resim 52: Geçiş Kapısı Teknik Aşaması (Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016)	83
Resim 53: Geçiş Kapısı Detaylar (Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016)	84
Resim 54: Kalkan Sihirleri (Framestore, 2017)	85
Resim 55: Zamanın Geri Alındığı Sahne (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	85
Resim 56: Giriş Sahnesi (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	87
Resim 57: Detaylar (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	88
Resim 58: Fiziğe Aykırı Gökdelenin İnşası (Light&Magic, 2017)	89
Resim 59: Görsel Efektin Aşamaları (Light&Magic, 2017)	89
Resim 60: Film İçerisinde Kullanımı (Light&Magic, 2017)	90
Resim 61: Tapınağın İnşası (Framestore, 2017)	90
Resim 62: Sahnenin Bitmiş Hali (Framestore, 2017)	90
Resim 63: Sahne İçerisindeki Detaylar (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	91
Resim 64: Dormammu İnşa Aşaması (LumaPictures, 2017)	92

Resim 65: Dormammu Sahne İçi Kullanım (Derrickson, Doctor Strange, 2016)	93
Resim 66: Pelerin İnşası (Framestore, 2017)	94
Resim 67: Sahne Detayları (Framestore, 2017)	94
Resim 68: Midway Film Afişi (Imdb, Midway(2019), b.t.).....	96
Resim 69: Fırtınalı Kalkış Sahnesi (ScanlineVFX, 2020)	99
Resim 70: İnşa Aşaması (ScanlineVFX, 2020).....	100
Resim 71: Detayların Oluşturulması (ScanlineVFX, 2020)	100
Resim 72: Dalga Detaylarının Eklenmesi (ScanlineVFX, 2020).....	101
Resim 73: Uçak Gemisi ve Dalgalar (Pixomondo, 2020).....	102
Resim 74: Detayların Daha Belirgin Bir Hale Getirilmesi (Pixomondo, 2020)	102
Resim 75: Sahnenin İnşası (Pixomondo, 2020)	104
Resim 76: Alevlerin Düzenlenmesi (Pixomondo, 2020).....	104
Resim 77: Patlama Sonrası Oluşan Duman (Pixomondo, 2020)	105
Resim 78: Farklı Biçimdeki Duman Çeşitleri (Pixomondo, 2020).....	105
Resim 79: Gerçek Bir Petrol Yangını (Kuveyt petrol yangınları - Vikipedi, 2017).....	106
Resim 80: Baskın Sonrası Gemilerin Ağır Yangını (ScanlineVFX, 2020)	107
Resim 81: Uçak Gemisi Üzerindeki Yangın Sahnesi (ScanlineVFX, 2020).....	107
Resim 82: Baskın Sonrası Geniş Alan Derinliğine Sahip Sahne (ScanlineVFX, 2020)	107
Resim 83: Japon Uçak Gemisinin Bombalandığı Sahne (Pixomondo, 2020)	108

KISALTMALAR

3B	: 3 Boyut
AFX	: Adobe After Effect
CGI	:Computer Generated Imagery – Bilgisayar Tabanlı İmgeleme
LED	:Light Emitting Diode – Işık Yayan Diyot
Mocap	: Motion Capture – Hareket Yakalama
VFX	: Visual Effect – Görsel Efekt

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Akif Kandış

Radyo, Televizyon ve Sinema Anabilim Dalı

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Yıl</i>	<i>Kurum</i>
Lisans	2017	Kocaeli Üniversitesi İletişim Fakültesi Reklamcılık
Lise	2012	Haydarpaşa Teknik Okulları

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Geçmişten bu yana Dünya sahnesi büyük, küçük birçok olaya şahit olmuştur. Bugün bu olayların çoğunu geçmişten günümüze ulaşan kaynaklardan elde ederiz. Bu kaynaklar ise çeşitliliğe sahiptir. Bazen bir antik kazının içinden çıkanlar bize ışık tutarken, bazen belli bir olayı anlatan resimler bize geçmişte ne olduğuyla ilgili bilgi verebilir. Bugün mağara duvarlarında çizilen resimlerle dönemin koşulları hakkında fikir yürütebiliriz. Orta Çağ'daki bir kralın portresiyle onun nasıl görüldüğü hakkında bilgimiz olur. Şiddetli bir savaşı anlatan tablo ile savaşın şiddeti hakkında bilgi edinebiliriz. Bunların hepsini bir araya topladığımızda bugün şu kanıya varabiliriz ki, insanoğlu geçmişten bu yana yaşadığı anı, hareketi başkalarına aktarmak ve göstermek istemiş, gördüklerini paylaşma ihtiyacı duymuştur. Bunun sonunca tüm bunları resmetme arzusuyla görsel bir hale getirmeye çalışmıştır.

Resmetmek, Sanayi devrimine kadar bir görseli aktarmadaki en önemli araçken, sanayi devriminin ardından fotoğraf makinesinin icadı ile bu konumunu kaybetmiştir. Artık insanlar bir görseli aktarmada ya da bir anı paylaşmada fotoğrafı da kullanmaya başlamış ve onun doğruluğuna resme nazaran daha fazla inanmaya başlamışlardır. Bundaki en büyük sebep fotoğrafın objeleri aracısız olarak nakletmesidir. Fotoğraflar her ne kadar objeleri ya da fotoğraflanan anı yansıtsa da, insanlar hayal güçlerine göre fotoğraf üzerinde değişimleri de arzulamıştır. Bundan dolayı fotoğraflar üzerinde ilk fotomontaj çalışmaları gerçekleştirilmiş, görüntüler üzerinde oynamalar yapılmıştır.

Fotoğrafın ardından hareketli görüntülerin kaydedilip tekrar oynatılabilmesi büyük bir buluştur ve sinema sanatının da önünü açmıştır. Sinemanın ortaya çıkmasıyla beraber, insanlar çok büyük bir imkana daha sahip olmuş, hayal güçlerini başkalarına aktarabilme fırsatı bulmuştur. Fakat bu hayal gücü bazı durumlarda büyük bir engelle karşılaşmıştır. Kişi tıpkı bir süper kahraman gibi zihninde kanatları olmadan uçtuğunu, bir örümceğin ısırmasıyla ağ atabildiğini, bir gökdelenin çatısından yere hiçbir zarar almadan inebildiğini hayal edebilir fakat bunların hiçbirini gerçek, günlük yaşamında yapamaz.

İşte zihninde tasarladığı bu hayalleri sinema aracılığıyla aktarmak isteyen insan,

buna bir çözüm bulmuştur. Bu, bugünkü adıyla görsel efekttir.

Günümüzün gelişen teknolojisiyle beraber görsel efektler medyanın birçok alanında karşımıza çıkar. Bazen bir hava durumunda arka plandaki görüntüler, bazense cep telefonundaki kamera efektleri dahi görsel efektlere örnek olarak gösterilebilir. Fakat bunlar yüksek bütçeli filmlere göre inandırıcılık yönünden daha zayıftır.

Bir görsel efektin izleyicileri gerçekliğine inandırması gerekmektedir. Bu gerçeklik sinemanın ve hayatın gerçekliğine ters düşmeden yapılmalıdır. Bundan dolayı görsel efektlerin tasarımı ciddi bir süreçtir ve belli başlı disiplinlerle beraber hareket eden bir yapıdadır. Günümüzde asıl problem burada başlamaktadır. Çünkü başarısız bir görsel efekt tasarımı hem sahnenin etkileyiciliğine hem de filmin bütününe zarar verebilir. Bu noktada fotogerçekçilik görsel efekt tasarımında önemli bir kavram olarak karşımıza çıkar.

Bugün görsel efektler hem özel efekt denilen yöntemlerle hem de dijital olarak tasarlanan görsel efektlerle oluşturulabilir. Görsel efektin amacına ulaşabilmesi için sağlaması gereken şartlar her iki metot içinde farklılık gösterir. Çünkü özel efektler genellikle çekim sırasında elde edilen efektlerdir ve fiziksel olarak çevre şartlarından etkilenebilir bir yapıya sahiptirler.

Fakat dijital görsel efektler genellikle çekim sırasında elde edilmesi olanaklı olmayan sahnelerin dijital ortamda üretilmesine dayanır. Bu fotogerçekliği oluşturmak için sahneyi var eden sanatçının görsel gözlemleri inandırıcılık yönünden yetersiz olabilir. Bu nedenle görsel efektin tasarımında, günümüzde fizik matematik gibi bilim yöntemleri kullanılarak doğanın fizik yönünden bir taklidi gerekebilmektedir.

Araştırmanın problemi bu noktada görsel efektin nasıl tasarlandığından çok, ikna edici olabilmesi, fotogerçekçi bir yapıda nasıl tasarlanabileceği ve amacına ulaşabilmesi için hangi yöntemlerden faydalanılabileceğinin araştırılmasıdır. Bu yönden tez boyunca bu probleme cevap aranacaktır.

1.1.Amaç

Son yıllarda teknolojik ilerlemelerle gerek bilgisayar destekli görsel efekt uygulamalarının gerekse de özel efekt uygulamalarının kullanım alanı genişlemiş, böylece çekim sürecinde maliyetli, gerçek yaşamda uygulanması imkansız ve hatta tehlikeli olabilecek sahneler en gerçekçi ve ideal şekilde elde edilmektedir. Hatta çoğu

zaman bu iki yöntemin kombine şekilde kullanılarak en iyi sonuca ulaşmak istendiği görülmektedir. Fakat dijital görsel efektlerin uygulaması oldukça kolay bir hale gelmiş olsa da bu uygulamalarda fotogerçekliği, inandırıcılığı yakalamak oldukça zorlu bir süreçtir. Yapılacak olan bu araştırmada görsel efekt uygulamalarının yanı sıra nasıl ikna edici, fotogerçekçi bir şekilde tasarlandıkları araştırılacaktır. Bu amaçla şu sorulara yanıt aranmaktadır:

1. Fotogerçeklik kavramının dijital görsel efekt uygulamalarında ne gibi etkileri vardır?
2. Renk ve ışıklandırma, dijital görsel efekt kalitesine ne şekilde etki eder?
3. Tekinsiz vadi ilkesi dijital görsel efekt uygulamalarında nasıl karşılık bulur?

1.2.Önem

Sinemanın ortaya çıkışıyla beraber, insanlar hayal güçlerini de sinemaya katmış, hiç gitmediği görmediği yerleri, var olmayan nesneleri, canlıları sinema perdesine aktarmak istemiştir. Sinema sanatı standart çekim teknikleri ile elde edilmesi mümkün olmayan ve gerçekleştirilmesi zor her türlü sahne için görsel efektlere ihtiyaç duymuştur. Görsel efektlerin ortaya çıktığı günden itibaren onun inandırıcılığı da önemli bir sorun olmuştur. Bu çalışmada görsel efektlerin nasıl tasarlandıkları irdelenecek ve görsel efekt tasarımlarında fotogerçekçilik kavramı sorgulanacaktır. Tez çalışmasının bu yönüyle literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.3.Sınırlılıklar

Bu çalışmada; sinemada bilgisayar destekli görsel efekt uygulamalarının kullanımı, Doctor Strange ve Midway örnek filmlerinin nitel analiziyle sınırlandırılmıştır.

1.4.Sinemasal Gerçeklik

Fotoğrafın ardından hareketli görüntülerin elde edilmesiyle sinema yavaş yavaş hayat buluyordu. Halkın ona olan ilgisiyle sinema kısa sürede gözden düşecek basit bir eğlence aracı olarak görülmemiş sürekli bir yükseliş göstererek, zamanla yeni bir sanat dalı haline gelmiştir. Bu sanat dalı kendi içerisinde bir dil oluşturmuştur.

Çağımızın büyük kuramcılarından kabul edilen Andre Bazin, “Fotoğraf Görüntüsünün Varlıkbilimi” adlı makalesinde plastik sanatlarla mumyalama arasında ki benzerliği ortaya koyar. Fotoğrafın zamanı dondurmasıyla, kendi zamanına sahip oluşunu

mumyalama işlemiyle olan benzerliğini gösterir. “Plastik sanatlarda yapılacak bir psikanaliz, mumyalama işini, bu sanatların meydana gelişinde temel bir olay diye ele alabilir. Psikanaliz, resmin ve heykelin kaynağında mumya "kompleksi"ni bulacaktır.” (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 30). Tarih öncesi dönemden beri insan için en büyük sorunlardan birisi zamana karşı koyulamamasıdır. Mumyalama, mumyalanan beden için zamana karşı koymada bulunan en büyük çözümdür.

Tümüyle ölüme karşı yöneltilen Mısır dini, ölümü geride bırakmayı vücudun maddi bakımdan sürekliliğine bağlamaktaydı. Ölüm, zamanın zaferinden başka bir şey değildir. Varlığın maddi görünüşlerini yapma bir şekilde saptamak, varlığı süre ırmağından çekip almaktır, yaşama kavuşturmadır. (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 30)

Bu yönüyle zamana karşı koymayı varlığın görüntüsünün sürekliliği ile sağlamaya çalışan Mısırlılar, mumyalanan cesedi korumak amacıyla cesedin yanına koydukları türlü şeyler dışında heykelciklere de başvurarak cesedin bozulması durumunda yerine geçebilecek yedek mumyaları da sağlıyorlardı.

Bundan dolayı lahdin yanına ölünün beslenmesi amacıyla konan buğdayla birlikte topraktan heykelcikler yerleştiriliyordu; bunlar, ceset kazaya uğradığı takdirde bunun yerine geçebilecek bir çeşit yedek mumyalardı. Böylelikle heykelciliğin dinsel kaynaklarında baş görevi ortaya çıkıyordu: Varlığı, görünüş yardımıyla kurtarmak. Şüphesiz, tarih-öncesi mağarasında avın etkililiğini sağlamak için canlı hayvanla eş tutulan, oklarla delik deşik edilmiş kilden ayı da aynı tasarımın daha etken kılıktaki bir başka yönü olarak alınabilir (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 31).

Sonuçta mumyalanan ceset en az şekilde bozulmaya uğrayarak zamandan bir şekilde soyutlanmaya çalışılıyordu. Plastik sanatların gelişimi bu zamanın önüne geçilmesinin yerini tutmuştur. Bir kralın mumyalanması artık ihtiyaç duyulan bir şey değildir, bunun yerine portresinin yapılması mumyalamanın yerini tutmaktadır. Fakat resim elbette ki ana objenin özdeş bir biçimde yerini tutmamaktadır. O muhakkak ki ana obje ile birebir, bir özdeşlik içermemektedir. “Model ile portre arasındaki özdeşliğe artık inanılmıyor; ancak portrenin modeli hatırlamamıza yardım ettiği, dolayısıyla modeli ikinci bir manevi ölümden kurtarmaya yaradığı kabul edilmektedir.” (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 31).

Resim, fotoğraf öncesi dönemde görsel gerçekliği var etmedeki en önemli araçtır. Bir görüntünün aktarımı istendiğinde bunun görsel olarak var edilmesi büyük oranda onun bir düzlem üzerine tasvir edilmesinden geçmiştir. Böylece görüntüler tasvir

edilmişlerdir fakat burada resmin tarafsızlığı söz konusu olduğunda, tam olarak masum değildir. “Ressam ne kadar becerikli olursa olsun yapıtı daima kaçınılmaz bir öznelliğin rehini altındaydı. İnsanın varlığından ötürü görüntü konusunda bir kuşku kalıyordu.” (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 35). Çünkü resim onu var eden ressamın elinden çıkıyordu. Resmi aktaran, aracı olan başka bir göz vardı. Bu göz farklı bir bakış açısı sunabilmekte ve düzlem üzerine resmi aktarmaktaydı. “İnsanın aradan çıkarak, mekanik bir röprodüksiyonla yanılısına susuzluğumuzun tamamıyla giderilmesi. Çözüm sonuçta değil başlangıçtaydı.” (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 35). Bu noktada fotoğrafın icadı, resmin kaçınılmaz öznelliği karşısında büyük bir devrimdir. Çünkü fotoğraf mekanik bir sürecin sonucunda anı ışıkla hapsederek sunar. Bunu tarafsız bir biçimde sunan fotoğraf resim karşısında daha güven duyulan bir araç olmuştur. Resim mutlaka kaçınılmaz bir öznellikte sunulurken fotoğraf müthiş bir tarafsızlığa sahiptir. Elbette ki fotoğrafta tamamen kendi başına var olmamaktadır. Fakat bu noktada fotoğrafı oluşturan sanatçı konunun seçimi ve ona yönelimiyle müdahil olabilirken görüntünün oluşmasında bir ressam kadar müdahil değildir. Demek oluyor ki fotoğrafın resme göre yeniliği temel nesnelliğindedir (objectivite). Nitekim insan gözünün yerini alan fotoğrafın gözünü meydana getiren mercekler topluluğu da "objektif" adını almaktadır (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 36). Bu nedenle bugün günümüz içinde kameranın merceği objektif olarak algılanmaktadır ve fotoğrafa güven fazladır.

Fotoğrafın ardından sinemanın ortaya çıkışı onu zaman içinde bir sanat haline getirmiştir ve bu sanat kendi içerisinde bir dile sahip olmuştur. Bazin sinema dilinin evrimini anlatırken, sinemanın görüntüye inanan ve gerçeğe inanan olmak üzere birbirine zıt iki yönelimin olduğunu söyler.

Görüntü sözcüğüyle, çok genel olarak, temsil edilen nesneye perde üzerindeki temsilinin katabileceği her şeyi anlıyorum. Bu katkı çapraşıktır, fakat başlıca iki olaylar topluluğuna ayrılabilir: Görüntünün plastiği ve kurgunun kaynakları (bu da görüntülerin zaman içinde düzenlenişinden başka bir şey değildir). Plastiğin içine dekor ve makyajın değişimini, hatta bir dereceye kadar oyunun değişimini almak gerekir, tabiatıyla bunlara aydınlatma ve nihayet düzenlemeyi tamamlayan çerçeveleme de katılır (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 43-44).

Sinemanın ilk dönemlerinde kurgunun dramatik anlatım üzerindeki güçlü etkisi hızla fark edilmiştir. Kurgunun diliyle bir hikaye anlatımı oluşturulur ve böylece film sanatsal bir değer kazanır.

Bilindiği gibi esas itibarıyla Griffith'in başyapıtlarından doğan kurguya gelince, Andre Malraux *Psychologie du Cinema* (Sinemanın ruhbilimi) adlı kitabında onun filmin sanat olarak doğuşunu sağladığını yazmaktaydı; gerçekten de filmi basit bir canlı fotoğraftan ayıran şey, nihayet bir dildi (Bazin, *Çağdaş Sinemanın Sorunları*, 1966, s. 44).

Burada bahsedilen kurguyla oluşturulmuş bir dildir. Kurgu görünmez bir biçimde olabilir. Hızlı, koşut ve çarpıcı kurgudaki görünmezin ne olduğu konusunda daha fazla bilgi sunabilir. Griffith, koşut kurguda uzaydaki iki zıt hareketi diziler.

Griffith koşut kurguyu yaratarak, uzayda birbirinden uzak iki hareketin, birinin ve öbürünün çekimlerini dizilemek yoluyla aynı zamanda meydana gelişini anlatmayı başarmıştı. Abel Gance *Tekerlek'te*, hızın gerçek görüntülerine baş vurmaksızın (çünkü nihayet tekerlekler oldukları yerde de dönebilirlerdi) bir lokomotifin hızının artışı sanısını bize verir (Bazin, *Çağdaş Sinemanın Sorunları*, 1966, s. 44-45).

Eisenstein'ın ise çarpıcı kurgu ile kabaca bir tarif yapılırsa birbirleriyle herhangi bir bağlantısı bulmayan iki ögeyi birleştirir. Böylece bir çağrışım yoluyla anlam ifade eder. Anlatılmak istenen direkt verilmez. Buradaki kurgu yöntemlerinin hepsinin ortak olarak birleştikleri küme ilişkilerden doğan bir anlamı sağlamaktır. Birbiriyle herhangi bir yakın ilişkiye sahip olmayan ögeler, nesneler görüntülerin kurgulanmasıyla bir anlam, bir ifade oluşturabilmektedir.

Kuleşov'un, Eisenstein'ın ya da Gance'ın kurguları olayı göstermiyordu, olaya telmihte bulunuyordu. Şüphesiz bu kurgular hiç olmazsa öğelerinden çoğunu, anlatmak istedikleri gerçekten alıyordu, ancak filmin kesin anlamı bu öğelerin nesnel içeriğinden çok bu öğelerin düzenleyişindeydi. Görüntünün kendi başına gerçekçiliği ne olursa olsun, hikayenin malzemesi her şeyden önce bu ilişkilerden doğuyordu. (Bazin, *Çağdaş Sinemanın Sorunları*, 1966, s. 46).

Bu anlam oluşturmadaki düzenlemeler bu noktada çok fazla çeşitliliğe ve örneğe sahiptir. "Genç kızlar + çiçek açmış elma ağaçları = Umut." (Bazin, *Çağdaş Sinemanın Sorunları*, 1966, s. 46).

Zaman içerisinde, sinema dilinin evrimi devam etmiştir. Bazin 1938'de hep aynı kurgu türünün kullanıldığını söyler. Sahneler ne kadar farklı şekilde kurgulanırsa da yine de temelde değişmeyecek ortak noktaların olacağından bahseder. Bu biçimde genelde 600 çekim dizilmekte ve anlatım oluşturulmaktaydı. Teknik olarak aç ve karşı aç genel yapıyı oluşturuyordu. Bu noktada Orson Welles ile William Wyler alan derinliği uygulaması ile bu durumu tartışmaya açmıştır.

Görüntünün, filminden ayrılmış bile olsa, görevinin bambaşka olduğunu bir bakışta anlamak için, biri 1910 yılından, öbürü Welles ya da Wyler'in bir filminden alınan alan derinlikli iki resmi karşılaştırmak yeter. 1910 çerçevelemesi, hemen hemen, tiyatro sahnesinin eksik olan dördüncü duvarıyla ya da dış çekimde, sahneyi en iyi görecektir görüş noktasıyla özdeşdir. Oysa ikinci düzenleme dekor, aydınlatma ve açı başka bir okuma olanağı verir: Yönetmenle ile alıcı yönetmeni perdenin yüzeyinde dramatik bir satranç tahtası düzenlemeği başarmışlardır, bu satranç tahtasında hiçbir ayrıntı eksik değildir. (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 61).

Alan derinliği tamamıyla Welles ya da Wyler'in icadı değildir ve 1938'den sonra da ilk kez kullanılmamıştır. "Şüphesiz nasıl omuz çekimini Griffith "icat" etmemişse, alan derinliğini de Orson Welles bulmamıştır. Sinemanın bütün "primitif" - leri alan derinliğini kullanıyorlardı, hem de apaçık olarak." (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966). Bazin, alan derinliğinin sinemada gerçeklik için kullanımını savunur. Alan derinliğinin yaklaşık olarak bir tanımı yapılırsa, görüntülerdeki bulanıklığı ifade eder. Belli bir odak noktasındaki obje belirginken odak dışında kalanlar bulanıktır ve seçilimi bu yönden belirsiz bir biçimde zordur. Alan derinliğinin kısıtlanmış olduğu bir görüntüde izleyicinin de bakması gereken alan oldukça sınırlıdır. Hatta bu noktada izleyiciye bakması gereken alan zorlayıcı bir biçimde oluşturulur. Bazin bu noktada alan derinliği konusunda serbestliği savunur. Ona göre çerçeve içerisinde yer alan görüntüde geniş bir şekilde her obje belirgin olmalıdır. Bu sayede izleyici tek bir noktaya bakma zorunluluğu ve kısıtlanması duymaz. Tıpkı gerçek yaşamdaki gibi bir özgürlük oluşabilir. Alan derinliğinin izleyici karşısında etkinliği bambaşkadır. Onun doğru kullanımı izleyici karşısında yeni ilişkileri de doğurur. Bu neden alan derinliği bir ilerleme olarak görülebilir.

Bazin, alan derinliğini sinema dilinin tarihinde eyitişimsel bir ilerleme olarak görmüştür. Alan derinliği sinema için dili, seyirci içinse görsel anlamda zihin ilişkilerini etkilediği görülebilir. Bazin alan derinliğinin sağladıklarını şöyle açıklar;

1-Alan derinliği seyirciyi görüntüyle, gerçekte olandan daha yakın bir ilişkiye sokar. Buna göre, görüntünün kendi içeriğinden ayrı olarak yapısı daha gerçekçidir;

2-Alan derinliği, dolayısıyla, seyircinin sahne düzeni karşısında zihin yönünden daha etken bir tutumunu, hatta olumlu bir katkısını gerektirir. Seyirci, çözümleyici kurguda kılavuzunu izlemekten; dikkatini, görmesi gerekeni seçen yönetmenin dikkatine kaydırmaktan başka bir şey yapmadığı halde, alan derinliği en azından bir kişisel seçim gerektirir. Seyircinin dikkati ve İradesi biraz da görüntünün bir anlam taşımasına bağlıdır;

3-Yukarıdaki ruhbilimsel nitelikteki iki önermeden metafizik olarak nitelenebilecek bir üçüncüsü doğar. Kurgu, yapısı bakımından çift anlamlılığa karşı iken, alan derinliği görüntünün yapısına bu imkanı yeniden katar. (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 63).

Bazin bu yönden sinemada gerçekliğin yakalanabilmesi için alan derinliğinin kullanımını savunur. Fakat burada Bazin'in belirttiği sinemanın gerçekliği kesinlikle konunun gerçekliği değildir. Buradaki gerçeklik çerçevedeki gerçekliktir. "Sinemanın esas gerçekçiliği kesinlikle konunun gerçekçiliği ya da dışavurumun gerçekçiliği değildir, bunun yerine uzamın gerçekçiliğidir, onsuz hareket eden imgeler sinemayı oluşturamazlar" (Andrew, 2010, s. 229).

Yani Bazin'in görüntüye verdiği önem gerçeklik konusunda önemli bir yere sahiptir. Çünkü izleyici için sinemanın gerçekliği de görmekle ilişkilidir. Görüntüdeki düşlem ürünü nesneler gerçek olmasa da uzamın gerçekliği, onu gerçek kılacaktır. Bazin bu yönden uzamsal bir özgürlükten yanadır, bakışı kısıtlamak istemez. Görüntüde izleyiciye büyük bir özgürlük sunar doğal bir bakışı taklit ederek sinemanın gerçeğe ulaşabileceğini savunmaktadır. (Büker, 1989, s. 19).

Bugün sinemanın gerçekliğinde, dijital görsel efektler de çerçeve içerisinde kendisine yer bulur. Günümüzde gerçeklik artık yalnız fiziksel olarak var olan şeylerden beslenen bir kavram olmaktan zaten çıkmıştır. Bugün artık gerçek teriminin yanı sıra hipergerçek gibi kavramlarda hayatımızda yer almıştır. "Bir köken ya da bir gerçeklikten yoksun gerçeğin modeller aracılığıyla türetilmesine hipergerçek yani simülasyon denilmektedir." (Baudrillard, 2011, s. 17).

Simülasyonlar herhangi gerçek olan şeyden beslenmezler. Herhangi bir kökenleri ya da gerçekliği olmadan üretilirler. Özellikle teknolojinin gelişmesiyle beraber sayısal olarak üretilen gerçek herhangi bir sınırlamaya da bağlı olmaksızın defalarca kez üretilmektedir. Çerçevenin içerisinde artık tamamen dijital ortamda üretilen nesneler objeler yer almakta, sinemanın gerçekliğine dahil olmaktadır. Çerçeve içerisinde yer alan bu objeler, nesneler tamamen belleklerde oluşup zihnimize aktarılmaktadır. (Baudrillard, 2011, s. 19).

Günümüzde gerçek artık minyatürleştirilmiş hücreler, matrisler, bellekler ve komut modelleri tarafından üretilmektedir. Bu sayede gerçeğin sonsuz sayıda yeniden üretimi mümkün olmaktadır. Bundan böyle rasyonel bir gerçeğe

ihtiyacımız olmayacaktır zira “gerçek” ideal ya da negatif süreçlerle başa çıkabilecek (boy ölçüşebilecek) bir durumda değildir. (Baudrillard, 2011, s. 19).

Buradan yola çıkarak günümüz içerisinde görsel efektlerin pekala kameralar ve bilgisayar arasında olan birliktelikle ortak bir şekilde inşa edildiği söylenebilir. Bu sayede görsel efektler hiç olmadıkları halde çerçeve içerisinde yer almaktadır. Artık medya ile bilgi işlemin birleştiği görülebilir. Bu süreçte görsel efektlerin ekrandaki doğal görünümü bir başka önemli konudur. Burada bu işlem en genel tabiriyle fotogerçekçilik olarak anılır.

1.4.1.Fotogerçekçilik

Fotogerçekçilik aslında bir sanat akımıdır ve 1960 yıllarında Amerika Birleşik Devletleri’nde ortaya çıkmıştır. 1970 yıllarında tam olarak ortaya çıkan bu akımın en belirgin ve onu kendisinden önceki sanat akımlarından ayıran özelliği, fotoğrafı bir araç olarak kullanmasıdır. Öyle ki bu sanatçılar fotoğrafın gerçekliğini görmekle kalmayarak onu tuvallerine aktarmış eserlerinde fotoğraf gerçekliğini oluşturmayı arzulamışlardır. Hyper Realizm, Super Realizm, Focus Realizm, Photographic Realizm isimlerini kullansa da Photo Realizm olarak anılmaktadır. Bu ismi ise ilk kez 1970 yıllarında düzenlenen Museum of American Art’daki sergide 22 Realist isimli sergi kataloğunda kullanmışlardır. (Ünlü & Erili, 2020, s. 306). Fotogerçekçi sanatçılar resimlerinde fotoğraflardan faydalanmıştır. Önce fotoğrafladıkları görüntülerden faydalanarak bu fotoğrafları resmetmiş ve resimlerin en gerçekçi şekilde tıpkı fotoğraf gibi görülmelerini arzulamışlardır.

Bu yönüyle dijital dönemden önce fotogerçekçi kavram resim sanatında bir resmin tıpkı fotoğraf gibi aktarılmasıyla ilgiliyken dijital dönemden itibaren özellikle günümüzde fotogerçekçi kavram geniş bir düzleme yayılarak artık sadece geleneksel sanatlarla sınırlı kalmayarak dijital sanatları da içine almaya başlamıştır.

Fotogerçeklik her görselde bulunmaz zaten fotogerçekçilik arayışı mutlak değildir. Fotogerçekçilik daha çok bir görselin aşırı derecede gerçekmiş gibi görünmesi arzulandığında olması istenir. Doğal olarak her resimde ya da görsel çalışmada fotogerçeklik arayışı olmayabilir. Fakat çoğu zaman sanatta, resimlerde ya da dijital sanat olarak adlandırabileceğimiz video oyunları ve görsel efekt uygulamalarında fotogerçekliği yakalamak ulaşılmak istenen önemli bir hedef ve arzudur.



Resim 1: Fotogerçekçi Bir Resim Çalışması (*Estes, 1974*)

Bugün ekranda gördüğümüz bir görüntünün gerçekliğine karar vermeden önce zihnimizde belirli bir kıyas yapmamaktayız. Bunu da baktığımız görüntünün ne kadar fotoğrafla ilişkili olduğuna göre yaparız.

Fotoğrafın bu noktada önemli olmasının nedeni ise onun görüntü aktarımındaki merkezinden dolayıdır. Bir insanın gördüklerini, onun göz merceğinden tıpkı onun gibi görmek ne yazık ki günümüz için mümkün değildir. Bir kedinin, bir köpeğin ya da bir balığın gerçekte nasıl gördüğünü ekrana gerçek zamanlı olarak ya da kaydederek izlemek günümüz teknolojisinde tıpkı bir kameranın aktarımı gibi mümkün değildir. Yani özetle bir canlının zihnini ekrana bağlayarak henüz onun nasıl gördüğünü başkalarına aktaramamaktayız ve bundan dolayı gördüklerimizi de bir başkasıyla paylaşmak istersek tıpkı gördüğümüz şekilde bunu yapamayız. Bir görüntünün paylaşımını istersek ya onun resmini çizmemiz gerekir ya da fotoğraflama aracılığıyla onun paylaşmamız gerekir. (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 31).

Resim bir ressamın bakış açısından tasvir etme durumuyken, fotoğraf o anın ışıkla hapsedilmesi idi. Bugün görüntü aktarmak istediğimizde büyük ölçüde fotoğrafa başvururuz. Çünkü fotoğraf anı en nesnel şekilde yansıtır. Bu yüzden ekranın ardında yer alan görüntüleri değerlendirirken onun ne kadar fotoğrafa benzediği bu konudaki en önemli husustur ve görüntünün gerçekliğini, değerlendirmemiz için önemli bir kriterdir.

Fotoğrafa çok benziyor, tıpkı fotoğraf gibi, bir fotoğraf makinesinin elde ettiği görüntüden farksız diyebiliyorsak bu görüntüyü fotogerçek kabul edebiliriz. Fakat bu görüntü için tüm bunların aksini düşünüyorsak, bu görüntünün fotogerçekliği hakkında zihnimizde aynı fikirler oluşmayacaktır. Bu fikrin sonucunda ikna edici görsel içerikler oluşturmak istiyorsak fotoğraf ve sinemanın özelliklerini taklit etmemiz şarttır. Fotogerçekliği sağlamak fotoğraf görüntüsüyle ilişkilidir. “Fotoğraf gibi görünüyorsa, fotogerçektir.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 31). Buradan hareketle fotogerçekliğin tanımı şu şekilde yapılabilir; Fotogerçeklik bir görüntünün ne kadar fotoğrafa benzediğidir.

Bir görsel efekti tasarlarken onun önemli amaçlarından birisi inandırıcılığıdır. Ekranın ardında kalan bu görüntülerin inandırıcı olması için onları fotogerçek bir biçimde tasarlamak gerekir. Kamera görüntüleri görüşümüze yakın bir görüntü sunar. Fakat kamera görüntü aktarımında bir aracı olsa da aslında insanın sahip olduğu gibi bir görüşe tam anlamıyla sahip değildir. İnsan gözüne göre fazlasını yapabildiği gibi eksik kaldığı alanlarda vardır. Bu noktada belli başlı konulara geçmeden önce, insan gözünü tıpkı bir kamera gibi incelemek faydalı olabilir.

Gözlerimiz gün boyunca görmemizi sağlar. Bunu yaparken sürekli çalışan aktif bir kamera gibidir. Gün içinde odak noktasını değiştirir, ışığı gerektiğinde fazlaca alır, gerektiğinde ise kısar. Dış camın görüntüsünün bozulduğu durumlarda onu temizler. Kısaca doğru bir görüşe sahip olmamız için sürekli çalışır.

Görmemiz belirli aşamalardan geçerek meydana gelir. Işık gözümüze ulaşır, kornea, göz bebeği ve mercekten geçer. Mercek ve kornea ışığı kırar böylece ışık retina üzerine düşer. Ardından görüntü optik sinirler vasıtasıyla beyne iletilir. Anatomik olarak gözlerimiz kornea, mercek, iris, retina, optik sinirler gibi birçok farklı bölümden oluşur. Her bir bölümün işlevi farklıdır ve aynı olmasa da kamera ile benzerlik taşır (Gözler Nasıl Çalışır?, 2022).

Kornea ve mercek şeffaf dokulardır ışık bunlardan geçer. İris, ışık miktarını ayarlar ve retina, fotoreseptörler vasıtasıyla ışığı optik sinirlerle beyne iletilir. (Gözler Nasıl Çalışır?, 2022). Kornea ve mercek tıpkı kameranın merceğinin gözümüzdeki karşılığıdır. Burada kornea kameradaki dış camı oluştururken iç mercek ise statik bir yapıdan ziyade hareketlidir. Bu hareketli yapısı onun görüntüleri odaklamasını sağlar. İris

diyafram gibi davranır, retina ise adeta bir sensördür.

Tüm benzerliklerine karşın kamera ile insan gözü arasında önemli farklar vardır. Örneğin, insan gözü odak noktasının dışında yer alan alanları net göremez, odak dışımızda görüntü hep vardır fakat tam olarak net değildir. Gün boyunca bu bulanıklıkla yaşarız fakat bunun ayırdına varmayız. Bir kamera odak dışında yer alan bulanık alanları da net şekilde ekranda ya da fotoğraf baskısında sunabilir. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 33).

Sonuç olarak kamera görsel algılarımızı oluştururken sahip olmadığımız görme biçimlerini de sağlar, baktığımız bir görüntünün alan derinliği çok kısıtlı olabilir. Normalde gözümüz bu şekilde görmez ama bu görüntüyü de şiddetli bir biçimde reddetmeyerek kabul ederiz. Netlik aralığını sınırlandırmak veya genişletmek sinemaya özgü anlatım olanakları sağlar.

Bir görüntü ona bakanlar tarafından ilk görüşte bir fotoğraf sanılabilecek kadar iyi bir fotogerçeklik sunabilir. Ama ne kadar iyi olsa da ona bakan kişiler tarafından itici bulunabilir. Bu kavram tekinsiz vadi olarak adlandırılır. Bu terim ilk kez 1970 yılında kullanılmıştır ve ilk kullanım amacı da robotlar içindir. Tekinsiz vadi daha çok bir görüntü için duyulan ürperticiliktir. Tekinsiz vadiye düşen bir karakter tasarımı izleyiciler tarafından hoş karşılanmazlar ve izleyici farkında olmasa dahi gördüklerinden, kendisini rahatsız hisseder. “Tekinsiz vadi, bu ürkütücü, ürkütücü his, gerçek insanlar gibi görünen ve davranan "karakterlere" tepkimizdir, ancak bir şey, sadece "bir şey", onlarda pek insani hissettirmez.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 39).

Bazen neden görüntülerin bize ürpertici geldiğini bilemeyiz. Bu bazen bir canlının donuk bakan gözlerinden bazen ışıktandırmadan ya da başka bir sebepten kaynaklı olabilir. Bunu net bir biçimde bilemeyebiliriz ama görüntü bize kesinlikle tuhaf gelir.

Bu aslında fotogerçekçilik konusunda doğal bir risktir. Her zaman fotogerçekçilik konusunda bir çalışma yapıldığında, tekinsiz vadinin ortaya çıkma riski vardır. Üstelik bu risk çoğu zaman canlıları simüle eden karakterlerde olmaz. Bazen çok iyi derecede fotoğraf gibi görünen fotogerçekçi çalışmalarda dahi bir şey eksik gibi hissettirir ve bu doğal yönden bizlere görüntünün garip gelmesine neden olur. Fakat geleneksel 2B çalışmalar (çizgi film) hala bu konuda güven vericidir ve tekinsiz vadi riski taşımazlar.

Sırf bu nedenle günümüz içerisinde tekinsiz vadiye düşmemek için bazen fotogerçekçilik bilerek kısmen bazı alanlarda ihmal edilebilmektedir (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 40). Bu nedenle uyulması gereken belirli kurallar bu nokta da tekinsiz vadiye düşülmeyi engelleyebilir.

Bir görüntünün fotogerçekçi görünmesi için belli başlı ana kavramlar ön plana çıkmaktadır. Bunlar;

- 1-Alan derinliği ve Görüş Alanı – Depth of Field & Field of View,
 - 2-Kusurlar - Imperfections,
 - 3-Gerçeklik – Reality
 - 4-Resim Kalitesi - Image Quality
 - 5- Aydınlatma - Lighting
 - 6-Detay Seviyesi – Level of Detail
- şeklinde altı maddeye ayrılabilir.

1.4.1.1.Alan Derinliği ve Görüş Alanı – Depth of Field&Field of View

Bir objeye odaklandığımızda genellikle objenin hemen arkasında nesneler bulanık bir hal alır ya da uzak bir noktaya odaklandığımızda daha yakındaki objeler bulanık gözükür. Gün içerisinde farkında olmasak da odak noktamız asla sabit değildir ve sürekli değişir. Bazen yakın bir objeye odaklanırken bazen uzak bir objeye odaklanabiliriz. Bu süreçte odak dışındaki her şey bulanıktır. Kameralarda da tıpkı bu şekilde odak uzaklığı değiştirilebilir. “Her lens için, bir ışık noktasının maksimum netlikte yakalandığı belirli bir mesafe vardır. Bu mesafe merceğin odak düzlemidir. Sabit odaklı lenslerde (web kameralarında ve gözetleme kameralarında kullanılanlar gibi) bu mesafe değiştirilemez.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 170). Odak noktasının yakın bir noktada olduğu durumlarda arka plan bulanıktır. Kameranin odaklandığı alan net bir görünüme sahip olurken odak dışı alanlar bulanıklaşır ve görüş azalır. Bu bulanıklık temel olarak benzer bir yapıya sahip olsa da aslında gözlemleyebildiğimiz bir biçimdedir. Gözümüzle odak dışı alanları gözlemleyemeyiz ama sinema perdesinde bu odak dışı olanları açıkça görebiliriz.

Alan derinliği bazen hangi objenin yakında uzakta olduğu gibi ayrımları sağladığı gibi bazen vurgulanmak istenen objeyi de belirtebilir. Dijital içeriklerde doğru alan

derinliğinin sağlanması kompozisyonun gerçekliğinin sağlanması yönünde ilk adımdır.

Görüş alanı ise görüşün ne kadar geniş olduğuyula ilgilidir. İnsan gözü geniş bir düzlemi görse de odaklandığı alanın dışı bulanık kalır. Bundan dolayı aslında tüm gün boyunca odak dışında görüşümüzün çevresinde bulunan kalıcı bir bulanıklıkla yaşamaktayız. Kameralarda ise geniş tutulan alanlar aynı şekilde odağa dahil edilebilir (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 33).

1.4.1.2.Kusurlar - Imperfections

Doğadaki nesneler organik, insan üretimi nesneler ise inorganik bir yapıdadır. Yani doğadaki objelerde kırıklar, bükülmeler, çıkıntılar, yosunlar, lekeler gibi doğal bozukluklar, belirgin olmayan sınırlar görmek çok doğaldır. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 43). Örneğin doğadaki bir kaya tam anlamıyla daire formunda olmayabilir, üzerinde girintiler çıkıntılar, doğal bozulmalar görülebilir. İnsan yapımı olan nesnelerde ise pürüzsüzlük olabilir. Dijital ortamda oluşturulacak bir daire ise kusursuz bir geometriye sahip olacağı gibi gerçek anlamda pürüzsüz bir dokuya da sahip olur çünkü neticede ekrandaki görüntü bir matematiktir ve bu matematik kusursuz görüntüler oluşturur fakat kusursuzluk doğaya aykırıdır. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 43). Yani sokak taşlarını pürüzsüz çukursuz yapabiliriz fakat inandırıcılık yönünden zayıf bir etkiye sahip olan bu görüntüler izleyicinin zihninde görüntünün yapay olduğuna dair kuvvetli bir etki bırakır. Dalgalardan aşınmış taşların deforme kısımlarının oluşturulması, doku üzerindeki gözenekler, parıltılar, hasarlar bu doğal kusurlara örnektir. Bu açıdan oluşturulacak görüntüler üzerinde birtakım kusurlar oluşturulması görüntünün fotogerçekliğe ulaşması açısından önemlidir.

Bu nedenle fotogerçekçilik, CG'nin varsayılan kusursuzluğuna karşı kalıcı bir "savaş" gerektirir. Bu, modellemede simetrinin kırılmasından dokulara kir ve kir eklenmesine ve birleştirme aşamasında lens sapmaları, parlamalar ve gren oluşturmaya kadar her düzeyde yapılır. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 43).

Bugün bu kusurlar ikinci bölümde yer alan kaplama – doku oluşturma teknikleriyle yapılabileceği gibi henüz modelleme aşamasında geometrik müdahalelerle de oluşturulabilir.

1.4.1.3.Gerçeklik - Reality

Günlük yaşamda birçok şeye şahit olabiliriz. Bir damlanın camın yüzeyinden nasıl süzüldüğünü, bir taşın yokuştan aşağıya nasıl yuvarlandığını görmek bir uzay mekiğinin çöle inişini ya da başka bir gezegene açılan geçiş kapısının görselini yapmaktan daha kolaydır. Çünkü tüm bunlar gözlemlenebilir dünyanın içerisinde ve tüm bunların olduğunu şahit olarak defalarca gözlemleyebiliriz. Ama bir uzaylının büyük bir mekikle çöle yapacağı inişi, bir ışın kılıcının hareketini ya da bir zaman tünelinin büyümlü ışıklı hareketini fiziksel dünyamızın içinde gözlemleyemeyiz. Bu yüzden tüm bunlar bir hayal ürünü olarak kalır. Görsel efektler çoğunlukla hayal gücü yüksek olayları oluşturmayı sağlar. “Mimari ve ürün görselleştirmeleri genellikle gerçekliğin sınırları içinde yer alırken, görsel efektler ve oyunlar genellikle hayali dünyaları tasvir eder: yabancı gezegenler, fütüristik şehirler, fantastik yaratıklar ya da dünyevi yasalara uymayan ortamlar.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 46).

Tüm bunları her ne kadar görmesek de bu görüntülerin tasarımı yapılmak istenebilir. Böyle durumlarda bilindik gerçeklikten yardım alınması inandırıcılığı artırır. Dijital araçlarla kesinlikle her kural çiğnenebilir ekranda bambaşka bir dünya oluşturulabilir ama böyle bir durumda izleyiciyi filme çekmek zordur. Bu yüzden belli başlı bilim kurgu filmlerinde bazı dünyevi kuralların korunduğu gözlemlenebilir (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 46). Örneğin uzay mekiğinin çöle indiği sahnede, mekiğin yer çekimine karşı koyarak, direnerek inmesi ve ardından yerdeki kumu sağa ve sola savuşturması o sahnenin fotogerçekçilik yönünden inandırıcılığı için güçlü bir yaklaşım sunar. Işın kılıcının temas ettiği bir objeyi aşırı ısıtarak ikiye ayırması onun gerçekliğine katkı sağlar.

Bir obje her ne kadar gerçek olmasa da bu yüzden onun dünyanın ya da evrenin fiziksel kanunlarına göre hareket etmesi önemlidir. Ekrandaki görüntü gerçek olmayabilir fakat gerçek olan ve olmayan arasındaki dengenin sağlanması halinde inandırıcılık artacaktır (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 45).

1.4.1.4.Resim Kalitesi – Image Quality

Resim kalitesi isminden de anlaşılacağı gibi resmin niteliğidir ve görüntünün

özünürlüğünü ifade eder. Resim kalitesi bu yönüyle tıpkı bir fotoğraf makinesinin megapiksel yansıması gibidir. Resmin özünürlüğü ne kadar artarsa detayların yakalanması da aynı ölçüde artar, fotoğraf daha detaylı incelenebilir. Fakat her zaman fotoğraf kalitesi megapiksel ölçüsünün artmasıyla doğru orantılı değildir. Yüksek megapiksel değerine sahip bir fotoğraf makinesi ile elde edilen bir fotoğraf düşük megapiksele sahip bir fotoğrafa kıyasla kötü olabilir. Resim kalitesi de tıpkı bu fotoğraf makinesi örneğinde olduğu gibi görüntünün ne kadar yüksek çözünürlüklü olduğunu gösterir. Yüksek resim kalitesine sahip olan dijital bir nesne ya da manzara daha detaylı görünecektir ve görüntünün fotogerçek seviyesine olumlu yönde katkı yapacaktır fakat unutulmamalıdır ki resim kalitesi tek başına bir görüntüyü fotogerçek yapacak kadar kritik bir öneme sahip değildir. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 47).

1.4.1.5.İşıklandırma ve Ortam - Lighting and Ambient

İşık yaşam içerisinde oldukça önemli bir yere sahiptir. İşık olmadan görüntünün oluşması mümkün değildir. En karanlık yerlerde dahi görebiliyorsak bu ışığın orda az miktarda dahi olmasından dolayıdır. Gerçek yaşamda ışık birçok kaynaktan gelebilir. Gün ışığı gibi doğal aydınlatmalar olduğu kadar, yapay ışık kaynakları da vardır ve ışığın yayılımında atmosferik etkiler gibi farklı durumlarda söz konusudur ve ışığın yayılımı aslında oldukça komplekstir. “İşığın farklı ortamlarla gerçek dünya etkileşiminin karmaşık, düzensiz ve genellikle zor olduğunu hatırlamak önemlidir.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 104). Bundan dolayı fotogerçekçi görüntüler elde etmede aydınlatma süreci de önemlidir.

Bazen ışığın doğrudan düşmediğı ama aydınlatma sağladığı durumlar atmosfer etkisini oluşturur. Örneğın gündüz gün içinde odamıza camdan doğrudan ışık ulaşamayabilir. Ama güneş ışınları doğrudan ulaşmasa da odanın içi aydınlıktır. Açık bir havada odanın içi daha canlı bir renge sahip olabilir her şey daha görünürdür. “Bulutlu bir günde bir pencere tarafından aydınlatılan bir odadaki yumuşak ışık türüne genellikle "ortam ışığı" denir...” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 105).

Bulutlu bir havada odanın içi kasvetli olabilir gri tonlar daha ağırlıklı olur. Ya da gün batarken odanın içinde turuncu renkler daha hakim olur. Atmosfer etkisini en iyi

şekilde yanlış görüntü montajlamalarında görebiliriz.

1.4.1.6. Detay Seviyesi – Level of Detail (Lod)

Çevremizde gördüğümüz her şey farklı detaylara sahiptir. Bazen bir binanın yüzeyinde pütürler görebiliriz, bir ağacın yapraklarını yakından incelediğimizde dokusunu ya da damarlarını detaylı bir biçimde görürüz. Fakat ağacın yapraklarındaki detayları uzaktan göremeyiz, bir duvarın yüzeyindeki şekilleri de aynı şekilde uzaktan çıplak gözle görmemiz mümkün değildir. Bazı detaylar uzaktan görülmezler fakat varlıklarını orada sürdürürler. “Gerçek dünyada, çevreyi oluşturan her bir unsur, çerçeve içinde ayırt edilebilir olsun ya da olmasın varlığını sürdürür.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 41). Yani biz göremediğimiz için uzaktaki bir binanın alıcı antenleri yok olmaz.

Lod sistemi sayesinde genellikle bir detayın belirli bir alandan sonra zayıflatılması söz konusudur. Özellikle oyunlarda kameranın serbest oluşu istenilen alana bakılmasını kolaylaştırır. Uzakta kalacak görünmeyecek alanları oluşturmak bu yüzden gereksizdir. Bundan ötürü belirli bir mesafeden itibaren detaylar yok edilir. Görsel efektlerde ise kamera hareketi bellidir.

Görsel efektlerde, kameranın konumu ve hareketi genellikle zaten bilinir, bu da çıplak gereklilik çizgisinin nerede olduğunu tanımlamayı ve belirli bir çekimde belirli bir kamera için tam olarak gereken ayrıntı miktarını oluşturmayı kolaylaştırır (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 41).

Uzaktaki bir binanın dışında yer alan süslemeler hali hazırda zaten uzaktan görülmeyecektir. Bu yüzden binanın birçok detayını oluşturmak gereksizdir. Ya da karşıdaki bir dağ için ağaçların, çalıların ve çiçeklerin detaylı biçimde oluşturulması gereksizdir. Eğer orman sık biçimde ağaçlıysa zaten bu ağaçlar bütünleşik bir görüntü oluşturup yemyeşil bir ton oluşturacaktır tek tek dallarının belli olmasına gerek yoktur. Ama görüntülerin yakın olduğu durumlarda detay seviyesini aynı biçimde oluşturamayız. Uzaktaki bir binanın çatısındaki kiremitler yalnızca turuncu renge sahip olabilir, üzerindeki lekeler çatlaklar kiremitlerin üst üste dizilmesi gibi diğer detayları uzaktan göstermek anlamsızdır fakat bu binaya yakından bakılacaksa uzaktaki Lod sisteminin kullanılması görüntünün fotogerçekliğini paramparça edecektir. Çünkü kiremitler üst üste binerler, üzerlerinde fiziksel şartlardan dolayı çizikler kırıklar olabilir. Bu yüzden insan

gözünün detayları görebileceği bir mesafede olduğu zamanlarda objenin detaylandırılması gerekir.

Fotogerçekçiliğe ilişkin ilkeler dijital görsel efekt tasarımında birçok durumda yol gösterici olmaktadır.

1.5. Sinema ve Görsel Efekt

Fotoğrafın objenin aslını yansıtması, fotoğrafa karşı müthiş bir güven duygusunu oluşturmuştur. Çünkü ona bakanlara göre fotoğraf görüntüyü yorumsuz aktarmaktadır. Bugün objektif kelimesinin kullanım sebebi de bu yüzdendir. Fotoğraf tarafsız duygusuz yani objektif bir bakışı yansıtıyordu. (Bazin, Çağdaş Sinemanın Sorunları, 1966, s. 36-38). Fotoğraf her ne kadar objelerin asıllarını yansıtırsa da, insanlar görüneni değiştirmek ve farklı amaçlarla onda çeşitli değişiklikler yapma arzusunda oldular. Bu yönüyle ilk fotomontaj çalışmaları gerçekleşmiş oldu. Bugün ise bilinen ilk fotomontaj çalışması Oscar Rejlander'in "The Two Ways of Life" (1857) eseri ve ondan kısa bir süre sonra 1858 yılında Henry Peach Robinson tarafından yapılan Fading Away eseridir (Wikipedia, 2021). Resim 2'de Fading Away gözükmektedir. Tüberküloz nedeniyle vefat eden genç kızın aile bireyleri ile beraber olduğu bir kompozisyon meydana getirilmiştir. Görüntüler üzerinde oynayarak, manipüle etmek arzusu sonraki süreçte fotoğrafta devam ettiği gibi hareketli görüntüler vasıtasıyla sinemada da kendisine yer bulmuştur.



Resim 2: İlk Fotomontaj Fotoğraf Çalışması, Tüberküloz nedeniyle ölen genç kızın aile bireyleri ile beraber fotoğrafı oluşturulmuştur (*Robinson, Fading Away*)

Neticede fotoğraf donuk bir andı. Anın, zaman içerisinde ışıqla oluşturulduğı bir yansımaydı. İnsanlar bu donukluğu gidermek için onu hareket ettirmek istediler ve bu yönde ilk adım 1878 yılında atıldı. “1877 ve 1880’de Muybridge, bir at severin yaratıcı cömertliği sayesinde, dört nala koşan bir at görüntüsünden ilk sinematografik resimler serisini yapmasını sağlayan büyük ve karmaşık bir cihaz yapmayı başardı.” (Bazin, *What is Cinema?*, 1967, s. 18).

Muybridge böylece sinemanın aslında ilkel halini bulmuştur. Hareketli görüntüler halk için oldukça ilgi çekici olmuştur. Bugün halka açık ilk gösteri olarak Lumiere kardeşlerin Paris Grand Cafe’de yaptıkları gösterim bilinir.



Resim 3: The Arrival of a Train (1897) (Crous, 2019)

Fakat Lumiere Kardeşler, sinemanın kısa ömürlü olduğunu düşünüp halkın ilgisi dağılmadan önce ondan mümkün olduğunca faydalanmak onu kısa vadeli finansal kazanç aracı olarak görüyordu. Bu yüzden Lumiere kardeşler, halkın sinemaya olan bu sıcak ilgisi dağılmadan 200 kadar kişiyi farklı ülkelere ve çeşitli yerlere seyahat ederek dünyanın dört bir yanından görüntü toplaması için görevlendirmişti. Bu sayede Lumiere Kardeşler görüntü arşivlerini genişletmişlerdir. Cinematograf görüntüleri, daha çok insanların günlük yaşamlarını, başka ülkedeki geçit törenleri gibi farklı kültürleri ait temelde bir senaryo içermeyen günlük yaşama dair sessiz görüntülerdir. Trenin istasyona gelişi, bebeğin beslenmesi, bahçe sulayan adam en bilinen örnekleridir (Rickitt, 2006, s. 10). Fakat sinemanın ömrü Lumiere Kardeşlerin düşündüğü kadar kısa olmamış halkın ilgisi ona karşı artarak devam etmiştir.

Lumiere kardeşlerin hareketi kaydettikleri ve yeniden gösterebildikleri bir teknik buluş olarak gördükleri sinematograf, Melies gibi sihirbazların elinde bir sihirli küreye dönüştü. Giderek bir mıknatıs gibi kitleleri peşinden sürüklemeye başladı. Biletini alıp, kendisi gibi bilet almışların arasına bir kez oturan kişi bu büyümlü fenerin ışığından bir daha kendini kurtaramadı. Sinematograf aygıtını eline geçiren yaratıcının düş evreninde sürüklendi durdu (Esen, 1994, s. 105).

Sinemacıların hayal güçlerini kullanarak günlük yaşamda gerçekleşmesi imkânsız sahneleri ekranda canlandırma çabası, görsel efektlerin de giderek gelişmesini sağlamıştır. Sinema konu bakımından büyük bir zenginliğe ve çeşitliliğe sahiptir. Bu çeşitlilik ona büyük bir özgürlük katar ve yaratıcı çalışmalara olanak sağlar. Hayal gücümüz zihnimizin

sınırları içerisinde bize zengin ve engin bir alan sunabilir. Öyle ki zihnimizin bu gücüyle her gün gördüğümüz bir köprüyü kağıttanmış gibi uçurabilir, dünya dışına çıkarak gezegenleri ziyaret edebilir, yepyeni canlıları imgeleyip onlarla konuşabiliriz.

Fakat hayal gücünün bize verdiği bu sınırsız gücün ürünlerini zihnimizden sinema perdesine aktarmak istediğimizde, bu ürünler hayatın gerçekliğinin katı duvarlarına çarparak param parça olur. İşte bu noktada buna çözüm bulabilmek için birtakım illüzyonlara başvurulmuştur. Bugün bunlar görsel efekt olarak anılmaktadır. “Görsel efektlerin amacı, hiç var olmayan bir şey yaratmak ve ayrıca izleyiciyi gerçekliğine inanmaya kandırmaktır.” (Mitchell, 2004, s. 9).

Gerçekte var olmayan bir olgunun izleyiciye varmış gibi sunulmasıdır ve izleyicinin buna inanmasını sağlamaktır. Bu yönden bakarsak görsel efektin tanımı şu şekilde yapılabilir.

Görsel efekt, hareketli görüntülerin fotoğraf veya dijital yollarla manipüle edilmesidir ve gerçek dünyada var olmayan fotogerçekçi sinematik bir illüzyon yaratımıdır. Bu efektler her zaman bir tür fotoğrafik veya dijital hile içerir (Finance & Zwerman, 2010, s. 4).

Görsel efektlerin ne kadar gerçek göründükleri önemli bir husustur. Fakat buradaki gerçekliği fotogerçekçilik tanımında düşünmek ve ele almak gerekmektedir. Fotogerçekçiliği bir örnekle anlatmak gerekirse Jurassic Park filmindeki gibi bir dinozoru canlandırmak için ya animatronik denilen robotlardan faydalanılabilir ya da bu sahne görsel efekt ekibi tarafından bilgisayar ortamında var edilebilir. Bu noktada animatronik kullanımında bu oyuncaklar nihayetinde sahte bir canlılığı temsil ederler fakat obje olarak gerçekten vardır ve kameranın önünde yer aldıkları için mercek tarafından algılanırlar çevre koşullarından etkilenirler. Yani ışık, sis gibi çevresel etmenler onlar üzerinde etkiye bulunabilir. Bu yönüyle bu animatronikler fotogerçekçi olarak kabul edilebilir (Dinur, The Filmmaker’s Guide to Visual Effects, 2017, s. 12-13).

Öte yandan dijital olarak var edilen dinozor kamera önünde fiziksel olarak algılanabilir değildir. Dolayısıyla yukarıda bahsedilen fiziksel etmenlerin hiçbirinden etkilenmeyecektir. Bu etmenleri, ışığın geliş açısı, renk uyumu gibi birçok çevresel faktörü dışarıda, bilgisayarda oluşturarak ayarlamak gerekecektir. Bu yüzden kamera önünde yer alan her şey fotogerçekçiyken, dijital görsel efektler fotogerçekçi değildir. Bu nedenle, bu çalışmalar fotogerçekçi bir hale getirilmeye çalışılır (Dinur, The Filmmaker’s

Guide to Visual Effects, 2017, s. 12-13). Bu ciddi emek isteyen, objelerin ciddi birer taklidini gerektiren bir süreçtir. Çünkü bu süreç, sanal olarak var edilen bu çalışmaların görüntüye uyumunun sağlanabilmesi için onların gerçekten fiziksel olarak var olsaydı çevredeki şartlara nasıl tepki verdiğiyle ilgilidir (Dinur, The Filmmaker's Guide to Visual Effects, 2017, s. 13). Bugün görsel efektleri kendi içerisinde iki farklı başlığa ayırabilmekteyiz. Bunlar özel ve görsel efektlerdir. “Özel efektler, sette veya kamerayla oluşturulan efektlerdir.” (Byrne & Byrne, 2009, s. 3). Yani özel efektler daha çok sette kamera önünde var edilen, fiziksel, mekanik yöntemler kullanılarak oluşturulan görsel efekt biçimidir.

Özel efektler genellikle sahne çekilirken oluşturulabilen efektler olarak tanımlanır ve genellikle pratik efektler olarak adlandırılır. Özel efektlere örnek olarak mermi atışları, pratik patlamalar, yağmur, yangın, her türlü araba hasarları, uçan kuleler, sarsıntılar ya da depremler, teknelerin veya uçakların hareketini taklit eden mekanizmalar ve yapay okyanus dalgaları sayılabilir. (Jeffery & Zwerman, 2010, s. 3).

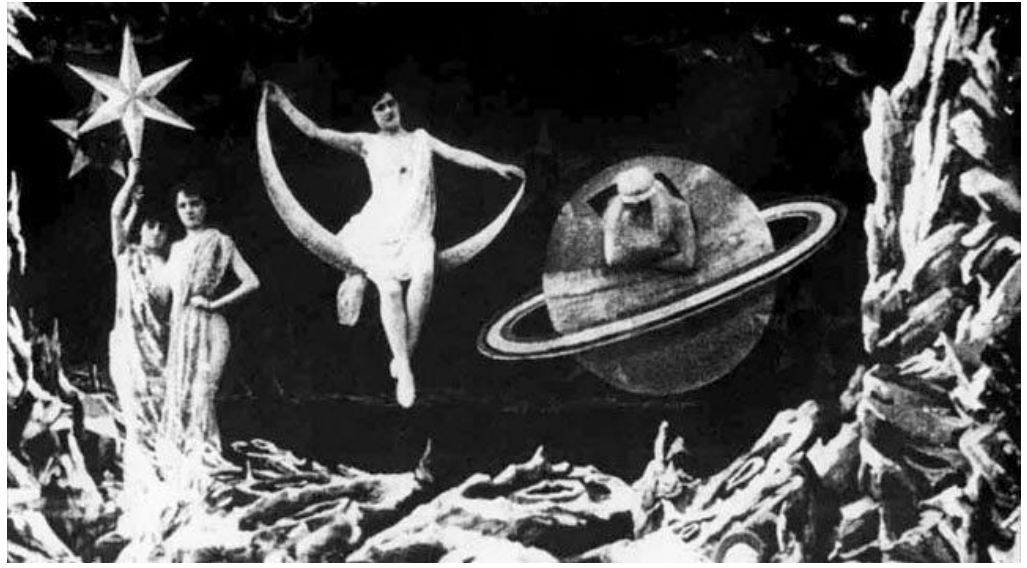
Yani yapay yollarla oluşturulan yağmur bir özel efekttir. Gerçekten yakılan bir ateş özel efekttir, rüzgarı taklit etmek için fanlarla hava oluşturulması bir özel efekt örneğidir. Görsel efektler ise bu yönden farklıdır. “Görsel efektler (VFX), çekimin dijital manipülasyonu ve geliştirilmesidir. Esas olarak post prodüksiyon sırasında gerçekleşir.” (Dinur, The Filmmaker's Guide to Visual Effects, 2017, s. 7).

Görsel efekti, özel efektlerden ayıran en büyük fark çekimin sonrasında görüntünün maniple edilmesiyle oluşturulmasıdır. Bu yüzden her türlü ekleme çıkarma görüntü üzerinde oynama görsel efekt olarak sınıflandırılabilir. Bu işlemler en iyi şekilde bilgisayar üzerinde yapılır ve bu yüzden dijital birleştirme olarak anılmaktadır (Wright, 2008, s. 1-2). Örneğin mat boyama ile arka planın değişimi buna örnektir. Günümüzde dev canavarların şehri yıktığı bir sahnenin oluşturulması görsel efektlere örnek olarak verilebilir. “Bugün bilinen en eski ilk görsel efekt, 1895 yılında çekilen The Execution of Mary, Queen of Scots (İskoç Kraliçesi, Meryem'in İnfazı) filmidir.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 120).

Film oldukça kısa bir süreye sahiptir. Kraliçe başını kütüğe koyar, cellat baltayı indirir ve kraliçe idam edilir. Bu sahne hazırlanırken basit kurgu hilelerinden faydalanılmıştır. Filmde cellat baltayı indirmeden önce görüntü durdurulmuş, ardından aktörün yerine geçen manken idam edilmiştir. Bu günümüz için oldukça kolay ve basit

görülebılır fakat o yıllar içerisinde bu sahne izleyenler için oldukça inandırıcı ve gerçektir. Kraliçenin, yani aslında mankenin başının yerde yuvarlandığını gören izleyiciler o dönemde dehşete kapılmışlardır.

Özel efektler daha çok sinemanın ilk yıllarında çok daha fazla kullanılmaktaydı. Örneğin bir ilk olarak, Aya Seyahat (A Trip to the Moon - 1902) filminde çok fazla özel efekt kullanımı vardır. Bu özel efektlerin kullanımı o kadar fazladır ki filmin adeta bütününe kapsar. Bu yönden sinemada özel efekt kullanımı bakımından ayrı bir öneme sahiptir.



Resim 4: A Trip to the Moon (peramuseum|A Trip to the Moon, b.t.)

Filmin yönetmeni Georges Melies, görsel efektlerin oluşumunda önemli bir yere sahiptir çünkü birçok yöntemin aynı zamanda mucididir. Melies, çizme üreten Fransız iş adamının en küçük oğludur. Fakat kendisi babasının yolundan gitmemiştir. Babasının emekliliğinin ardından aile şirketindeki payını satarak Paris'teki Robert Houdin tiyatrosunu satın almıştır. Bu tiyatro sihirbazlık numaralarıyla ünlü bir yerdir. Kendisi buranın sahibi olmakla kalmamış aynı zamanda yeni sihirbazlık numaraları geliştirerek sergilemiştir.

Melies 1895'te sinematografin ilk performansına tanık olduğunda onun geleceğinin farkına varmıştır. Cihazı almak istediye de satılık olmadığından alamamış başka bir cihaza yönelmiştir. Üç ay içerisinde Londra'dan Robert W. Paul tarafından yapılan, Edison'un Kinetoscope filmlerinde kullanılmak üzere tasarlanmış bir cihaz satın

almıştır (Rickitt, 2006, s. 12).

Özel efektler konusundaki dönüm noktası ise kazara meydana gelen bir olay sonrası olmuştur. Paris'teki Place de l'Opera'da çekim yapan Melies, kameranin manivelasını çevirdiği esnada cihaz sıkışmış bu durumu tekrar düzeltmesi yaklaşık 1 dakika sürmüştür. Bu esnada hayat akmaya devam etmiştir. Melies sonrasında görüntülere baktığında cenaze arabasının otobüse, erkeklerin kadına döndüğünü görmüştür. Aslında bu, İsveç Kraliçesi Mary'nin infazındaki yöntemin aynısıdır. Burada da görüntüler aslında duraklatılmış ardından tekrar devam etmiştir. Fakat buradaki olay Melies'in dikkatini çekmiştir ve bu olaydan sonra stop-action, çift pozlama, hızlı çekim, perspektif hileleri gibi birçok özel efekt üretmiş ve kullanmıştır (Rickitt, 2006, s. 13).

Melies'e ilk projektörü satan Paul ise, iki yunan şovmenin kendisinden Edison'un kinetoscopunun altı kopyasını yapmasını istemiş ve Paul böylece sinemaya girmiştir. Edison henüz o dönemde Avrupa'da patent alamamıştır, cihazı kopyalayan Paul, cihazda çalışacak filmleri almak istemiş fakat Edison bunu reddetmiştir. Bunun üzerine Paul, kendi kamerasını ve projeksiyon cihazını yapmıştır.

Robert W. Paul izleyicilerin fantastik şeylere ilgi duyduğunu biliyordu ve filmlerini bu yönde yapıyordu. Hileli filmler için Londra'ya stüdyo kurmuş, stop action gibi yöntemler kullanarak özel efektler uygulamıştır.

The Haunted Curiosity Shop'ta (1901, W. R. Booth tarafından yönetilir), bir kadının üst yarısı bir dükkana girer, onu alt yarısı izler. Yaşlı dükkân sahibi kadını kucaklamaya çalıştığında, kadın birdenbire önce bir mumyaya, sonra tekrar bir iskelete dönüşür. Üç peri olay yerine gelir ve yaşlı adamın bir kavanozda yakaladığı tek bir peride birleşmeden önce çılgınca kapışmaya başlar. Bir duman bulutunun içinden dev bir kafa çıkar ve yaşlı adamı korkutup kaçıtır. (Rickitt, 2006, s. 14).

Bir diğer bilinen filmi ise The '?' Motoris'tir. Film arabalarıyla dünyadan uzaya uçan bir çiftin hikayesini ele alır. Paul, kendisini bir film yapımcısı olarak görmediğinden stüdyosunu satmış ve filmlerini yakmıştır. Bu hileli filmler Paul'dan sonra da üretilmeye devam etmiştir. The Windsor Hotel Fire (1899), Explosion of a Motor Car (1900), How it Feels to be Run Over (1900), Alice in Wonderland (1903). The Great Train Robbery gibi görsel hileler kullanılan yapımlar üretilmiştir.

Tüm bu örneklerden yola çıkarak ilk filmlerde dahi insanlar hayal güçlerini özgürce kullanmak istemiş fantastik öğeleri oluşturmak, izleyiciye aktarabilmek onu

inandırabilmek için birtakım illüzyonlardan faydalanarak ilk görsel efekt örneklerini oluşturmuşlardır. Bu yönden, olmayanı var etme arzusunu, hayatın sunduğu aşılamaz kanunları görüntüler üzerinde illüzyonlar oluşturarak görsel olarak yenmişlerdir.

1.6. Dijital Öncesi Dönemde Görsel Efekt Yöntemleri

1.6.1. Stop Motion Animasyon

Cansız varlıkların yani kuklaların, oyuncakların hareketi ip gibi çeşitli fiziksel yöntemler kullanılmadan yapılamaz. Stop motion bu noktada cansız olan nesnelerin hareketini sağlamada ortaya çıkmış bir çözümdür. Stop motion tekniği sürekli olarak çekim yapmak yerine, kameranın her bir harekette durdurulmasıyla elde edilen bir yöntemdir. Yani kayda başladığımız anda görüntüyü duraklatırız, ardından objeyi istediğimiz şekilde hareket ettirir, kaydı devam ettiririz. Ardından tekrar durdurup objeyi tekrar hareket ettiririz ve bu döngü hareketin sonuna kadar böylece devam eder. Sonuç olarak duraklatılan her bir görüntü birleştirilerek bir bütün oluşturulur. Böylece film içerisinde obje sanki kendi başına hareket ediyormuşçasına bir harekete sahip olur. Bu yöntem en eski yöntemlerden birisidir. “1897'nin başlarında, iki Amerikalı, bir çocuğun oyuncaklarını stop motion ile hareket ettirerek Humpty Dumpty Circus adlı kısa filmi bu yöntemle çekmiştir.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 5).

Stop motion tekniği günümüzde daha geliştirilmiş, sıklıkla kullanılan bir yöntem olmuştur. Örneğin hayvan deneylerine dikkat çekmek amacıyla 2021 yılında çekilen 4 dakikalık kısa bir film olan “Save Ralph”, stop motion tekniğiyle çekilmiştir (Wikipedia, 2021).



Resim 5: Stop Motion Animasyon Örneği (*Stop Motion Animation for Kids: Courses, Camps, & Parent Guide, b.t.*)

1.6.2. Puppets and Animatronics (Kuklalar ve Animatronikler)

Kuklalar bir canlıyı (insan, hayvan ya da başka bir şeyi) simüle eden nesnelerdir. Kuklaları hareket ettirmek için eller ya da ip, kablo, çubuklar kullanır. Böylece bu cansız nesneler bir harekete sahip olarak hareket ediyormuş gibi görünürler. Canlılıkları bir nevi simüle edilir. Animatronikler ise kuklaların mekanik yöntemlerle hareket ettirilmesidir. “Animatronik, motorlu kuklaların elektronik kullanım yoluyla kontrol edilmesidir.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 20) . “Animatronikler, canlı aksiyon filmi içinde aktörler olarak rol alan elektronik ve mekanik yaratıklardır.” (Netzley, 2000, s. 13).

Çoğu zaman bir filmde devasa canlılar ve yaratıklar yer alabilir. Bunlar gerçekte olmayan şeyleri temsil edebilirler. Animatronikler bazen bir bütün olarak tasarlandığı gibi bazense yalnızca bir aktör tarafından giyilebilen bir kafa olarak da tasarlanabilir. Animatronik tasarımcısı olan Stan Winston, Jurassic Park ve The Lost World üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda animatronikleri oldukça geliştirmiştir. Öyle ki Winston, Jurassic Park için bir mühendis ekibi işe almış ve bu ekiple beraber Tyrannosaurus Rex için bir hidrolik sistem tasarlamıştır. Bu en büyük animatronik olarak kabul edilebilir. Bu sistem dinazorun karnının altından kontrol edilmekteydi ve 57 farklı işleve sahipti (Netzley, 2000, s. 13).

Kısaca bu canlılar mekanik sistemlerle uzaktan hareket ettirilebilir. Böylece doğal bir harekete sahip gibi gözükürler. Aşağıdaki görselde temsili şekilde animatronik bir

sincabın mekanik kısmı gösterilmiştir. Sincap izleyiciye bu mekanik kısımlar gözükmeden hareket eder.



Resim 6: Bir Animatronik Sincap (*addhoegen, 2011*)

1.6.3. Matte Paintings (Mat Boyama)

Mat boyama, canlı görüntüye eklenen veya onun yerine geçen bir resimdir. Mat boyama, hayali ortamlar oluşturmak ya da çekilmesi maliyetli sahneleri tasarlamak için uzun yıllar kullanılmıştır (Finance & Zwerman, 2010, s. 9). Örneğin arka planda dağların olması istenirse mat boyama ile çizilen bir dağ, canlı görüntüye eklenebilir. Bilgisayarların gelişmesiyle mat boyama, dijital ortamda yapılmaya başlanmıştır. Dijital mat boyama kullanımının ilk örneği ise 1985 yapımı olan “Sherlock Holmes” filmidir (Berk & Aslan , 2018, s. 280).

Görünmez sanat olarak da anılmaktadır. Mat boyama ilk kez Norman Dawn tarafından kullanılmıştır. Dawn 1907 tarihli “California Missions California” filminde çatının eksik parçalarını gidermek ve yeni görünmesini sağlamak için kamera merceği ile hasarlı çatı arasına bir cam parçası koymuş ardından bu cam parçası üzerine bir sanatçıya çatı boyaması yaptırmıştır (Netzley, 2000, s. 144).

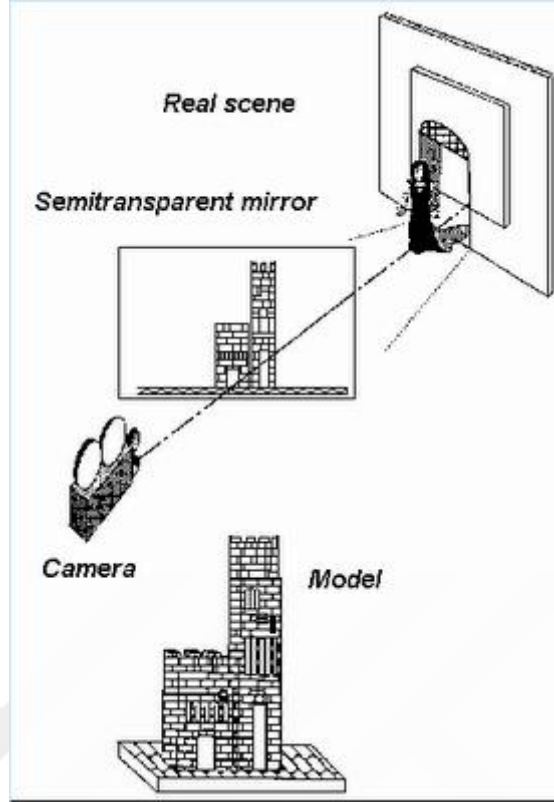


Resim 7: Citizen Kane Filminden Mat Boyama Örneği
(*Special effects in Citizen Kane* ?, 2014)

1.6.4. Schüfftan Process(Schüfftan işlemi)

Schüfftan işlemi, Eugen Schüfftan'dan tarafından bulunan bir birleştirme tekniğidir. Bu yöntem, “Lord of the Rings”, “Metropolis” gibi çoğu filmde yaygın bir biçimde kullanılmıştır. Temel olarak bu metot görüntünün bir kısmına yerleştirilen bir ayna ile çok sayıda parça görüntüleri bir yerde birleştirmeyi sağlar.

İlkesi, modern önden projeksiyon işlemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunan bir faktör olmuştur. İşlem ustaca ama basittir. Model veya fotoğraf baskısı, kameranın önüne belirli bir açıyla yerleştirilmiş bir aynaya yansıtılacak şekilde ayarlanır, böylece görüntü yönetmeni bulucuda modelin mükemmel bir görüntüsünü görür. Sahneye yerleştirilecek herhangi bir canlı eylem, perspektifin gerektirdiği kameranın ötesinde ne olursa olsun, ortamın bir maket bölümü olarak kurulur ve gümüş desteğin çıkarıldığı aynanın bir alanından fotoğraflanır. "Birleştirme" gösterilmez, çünkü aynada yansıyan şeyler sonsuz derinliktedir ve bu nedenle odakta değildir, oysa gümüşün kazındığı kenar merceğe yakınlığı nedeniyle odak dışında kalır. Bu, ayna görüntüsünün canlı aksiyonla yumuşak kenarlı bir karışımına izin verir. Universal, Schufftan işleminin Amerikan haklarını satın aldı ve kısa süre sonra gösterildi. (Turner, 1983, s. 39).



Resim 8: Schufftan Process

1.6.5. Miniatures (Minyatürler)

Minyatürler ölçekli modeller kullanılarak oluşturulan özel efektler şeklinde özetlenebilir. Çoğu zaman sinemada yaratımı ya da maliyet yönünden yüksek olabilecek objeler ya da canlılar minyatürlerle oluşturulabilir. “Bir minyatürün neyi temsil edebileceğinin bir sınırı yoktur. Bir şehir, bir manzara (dünyevi veya yabancı), arabalar, uzay gemileri, bir hayvan olabilir.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 10).

Örneğin bir uzay gemisinin minyatürü, kameranın illüzyonu ile beraber olduğundan daha büyük gözükür ve böylece gerçek bir gemi gibi kalkışı inişi ve diğer hareketleri oluşturulabilir. Minyatür efektler, doğru uygulandığında başarılı bir illüzyon yaratabilmektedir. Bazen büyük ölçekli modeller kullanılırken bazense küçük ölçekli modeller yeterli olur. Örneğin bir tankın minyatürü doğru bir şekilde çekilirse diğer görsel efekt öğeleriyle birleştğinde başarılı bir görsellik sunabilmektedir. Aşağıdaki görselde bu konuyla ilgili bir oluşum örnek verilmiştir.



Resim 9: Alman Panzer 4 Tankının Minyatür Örneği (*Scandinava makes insane practical VFX that look like CGI, 2018*)

1.6.6. Front and Rear Projection (Ön ve Arka Yansıtma)

Görüntünün perdeye yansıtılmasıyla uygulanan bir yöntemdir. 1930’larda, film yapımcılarının bir stüdyo ortamındaki oyuncularını başka alanda göstermek için geliştirdikleri yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Bu alanlar genellikle egzotik, bulunması imkansız tehlikeli yerler olabilir (Netzley, 2000, s. 172). Perdeye yansıtılan görüntünün önünde oyuncular ve nesneler konumlandırılarak çekim yapılır. Bu yöntem araç ve uçak sahnelerinde, camın arkasın sahte bir hareketi sağlamada oldukça başarılıdır fakat çekim esnasında perdeye yansıyan görüntü çok güçlü aydınlatmaya sahip olması gerektiği gibi perdenin büyüklüğü ekranı kaplayacak yeterlilikte olmalıdır.



Resim 10: Arka Yansıtma Örneği (*Dawson, 2020*)



Resim 11: Arka Yansıtma Uygulaması (*Dr. No - Car Chase Scene* - © Metro-Goldwyn-Mayer Studios Inc. , 2010)

1.6.7. Forced Perspective with Live Action (Perspektif Uygulamaları)

Uzamsal bir hile ile derinlik algısı yaratılarak yapılan bir yöntemdir. İnsan beyni nesnelerin yakınlık ve uzaklığını, uzamda birbirlerine karşı büyüklük ve küçüklüklerine göre hesaplar. Yani aynı boyutta dahi olsa bir nesnenin uzak bir konuma yerleştirilerek küçük gözükmesi, diğer nesneninse yakın bir konumda büyük gösterilmesi büyüklük yönünden bir hile yaratır. Sinemada bu yöntemin uygulanmasıyla algısal bir hile oluşturulabilir (Finance & Zwerman, 2010, s. 15). Bu konumlandırma yöntemi kullanılarak bazı nesnelerin, canlıların ya da aktörlerin olduğundan daha büyük ya da daha küçük gösterilmesi işlemi olarak tanımlanabilir. Resim 12’de aktörün diğer çocuklardan nasıl büyük gösterildiği sol karede gösterilmiştir.



Resim 12: Perspektif Uygulanan Sahne Örneği (*Elf on a shelf! How the shot the classic christmas movie using forced perspective, 2021*)

1.6.8. In-Camera Practical Effects (Pratik Kamera Efektleri)

Yalnızca kamera ve üzerindeki parçalarla elde edilen görsel efekt tipidir. “Bu tür özel efektler sette gerçek zamanlı olarak çekilir ve olduklarından başka bir şeymiş gibi davranmazlar.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 18).

Bu tarz görsel efektler herhangi bir dış etki ya da program kullanılmadan yaratılırlar. “...dijital birleştirme yardımına ihtiyaç duymayan bağımsız efektlerdir.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 18). Uygun kullanıldıkları taktirde ucuz ve kaliteli görsel efekt elde etme konusunda başarılı bir yöntemdir. Yukarıda anlatılan Perspektif, Mat Boyama, minyatür kullanımı gibi birçok yöntem pratik kamera efektlerine örnektir.

1.6.9.Special (Mechanical) Effects (Özel Efektler)

Özel efektler en yalın şekilde tanımlanmak istenirse mekanik efektler olarak isimlendirilir. Bu mekanik yöntemler dijital olarak bilinen günümüz bilgisayar tasarımlarından farklı olarak çekim aşamasında var edilen efektler olarak tanımlanırlar. “Diğer şeylerin yanı sıra, özel efekt ekibi hava efektleri (kar, yağmur, rüzgar ve sis gibi),

yangınlar, patlamalar ve mermi vuruşları yaratır.” (Finance & Zwerman, 2010, s. 18).

Yani yağın bir kar ya da yağmur, gerçekten bir arabanın havaya uğması ya da uğurumdan atılması özel efektlere örnek olarak gösterilebilir. Özel efektler sinemanın erken dönemlerinde görsel bir illüzyon yaratılmak istendiğinde ilk başvuru olan yöntem olmuş ve dijital görsel efektlerin temelini oluşturmuştur. Henüz bu erken dönemde dijitalleşmenin olmayışı ve sinemada görsel efektlere duyulan ihtiyaç özel efekt kullanımını doğal olarak yaratmıştır.



BÖLÜM 2. DİJİTAL GÖRSEL EFEKT TASARIMI

Görsel efektin amacına ulaşabilmesi için en güçlü gerçeklikte tasarlanması, hatta bu gerçekliği aşması bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada görsel efektin fotogerçekçi bir biçimde tasarlanması çok önemlidir. Bunun sağlanabilmesi için görsel efektin tasarımında doğanın taklidi onun bir kopyasının, bir yansımasının oluşturulması, hatta doğa bilimlerinden yardım alınarak fotogerçekçiliğin sağlanması gayet normal olacaktır.

Fotogerçekçilik, dijital görsel medyada hayati bir bileşendir: görsel efektlerde, canlı aksiyon görüntüleri ile kusursuz entegrasyon, inandırıcı bir görsel hikaye anlatmak için çok önemlidir ve fotogerçekçilik, tüm başarılı görsel efektlerin sihrinin merkezinde yer alır. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 21).

Bir kış akşamında, şehrimizde kar yağışı olduğunda değişik bir manzarayla karşılaşırız. Şiddetli şekilde yağan kar çoğu zaman rüzgârın etkisiyle birbirine çarpmayarak eşsiz bir şekilde düşer. Ağaç üzerinde biriken karlar, dallar üzerinden kayarak ağacın sallanmasına sebep olur. Gece şehrin ışıkları zemindeki kardan dolayı daha fazla yansır ve şehir daha fazla aydınlanır. Bu manzara hayranlık dışında, bize üstünde düşünmemiz gereken bir an olarak gelmeyecektir. Fakat aynı manzarayı bilgisayar üzerinde tasarlamak istediğimizde, bu manzara üzerinde daha fazla düşünmemiz gerekecektir. Böyle bir manzaranın bu dünyanın gerçekliğiyle yarışması için yalnızca görsel gözlem yetmeyecek sanal bir gerçeklik için fizik ve matematiğin kullanımı şart olacaktır. Tüm evlerin 3 boyutlu modellenmesi, ışık bilgisine sahip kaplamalar, düşen kar tanelerinin birbirine çarpmayarak ve gerçek ağırlıklarında, rüzgârın onları savurabileceği bir fiziğe sahip olması, ağaç dallarında biriken kar kütlesinin düşerken ağırlığına uygun bir şekilde düşmesi ve dağılması, kar kütlesini kaybettikten sonra ağaç dallarının esneyerek sallanması gibi hareketler büyük ölçüde bilgisayar ortamında simüle edilecek fizik ve matematiğin doğru kullanılmasıyla olacaktır ve bu noktada fotogerçekçilik için işin içine birden fazla faktör girer. “Birden fazla faktör devreye girerek ve bu faktörler modelleme, dokulandırma ve gölgelemeden aydınlatma, mat boyama ve birleştirmeye kadar farklı zanaatlara yayılıyor” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 21).

Bu yüzden bu faktörleri daha rahat incelemek amacıyla bu konular temel başlıklar halinde ilerlenecektir.

- Üç Boyutlu Modelleme
- Kaplamalar
- Hareket
- Fizik

2.1. Sanal Üretimlerin Var Edilmesi

2.1.1. Dijital Modelleme

Çevremizde her gün belli bir hacme sahip objeler görürüz. Üstünde çalıştığımız masa, oturduğumuz sandalye, seyahat ettiğimiz arabalar, gökyüzündeki bir uçak hatta canlılar dahi uzayda belli bir alan kaplar, yani belli bir hacme sahiplerdir. Uzayda yer kaplayan bu objelerin dijital ortamda yeniden var edilme işlemine, üç boyutlu modelleme ya da dijital modelleme denir. Dijital modelleme bugün görsel efekt tasarımı dışında, video oyun endüstrisi, endüstriyel tasarım hatta üretim gibi pek çok farklı sektörde, çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır.

Bir nesnenin dijital olarak var edilmesi istendiğinde öncelikle sahneyi oluşturan nesnelerin geometrik olarak oluşturulması gerekir. Yani aslında dijital tasarım temelde geometrik bir inşa üzerine kuruludur. Tüm bu çerçevede dijital modellemenin tanımı şu şekilde yapılabilir; “Dijital modelleme, bir nesnenin üç boyutlu bir şeklinin matematiksel bir temsili oluşturma sürecini ifade eder. Bu tasarımın sonucu, endüstrinin 3B model ya da 3B ağ olarak adlandırdığı şeydir.” (Vaughan, 2012, s. 4).

Dijital modelleme amacıyla geliştirilen birçok ticari yazılım bulunmaktadır. Bu yazılımlar temelde basit geometrik biçimler aracılığıyla hedeflenen objelerin tasarlanmasını sağlar. Üç boyutlu nesneler basit geometrik şekiller üzerinden var edilse de bu geometrik şekillerin nasıl oluştuğunu bilmek dijital modellemenin temelde anlaşılması açısından faydalıdır.

Üç boyutlu ağlar geometrik nesneler ile tasarlanırlar, bu geometrik nesnelerin arkasında ise poligonlar bulunur. Poligonlar noktalardan meydana gelir. Bu noktalar objenin yüzeyini oluşturur (Vaughan, 2012, s. 108). Yani bir poligonun tanımı yapılmak

istenirse onu bir nokta olarak düşünmek daha açıklayıcı olacaktır. İki nokta arasında bir bağlantı kurmak istediğimizde düz bir çizgi ile bu iki noktayı birleştirmek mantıklıdır. Sonuç olarak elimizde düz bir çizgi oluşur. Çeşitli yerlerde konumlanmış 3 noktayı birleştirdiğimizde ise geometrik olarak basit bir üçgen elde etmiş oluruz. Nokta sayısının artmasıyla birçok farklı geometrik şekil oluşturulabilir (Vaughan, 2012, s. 102).

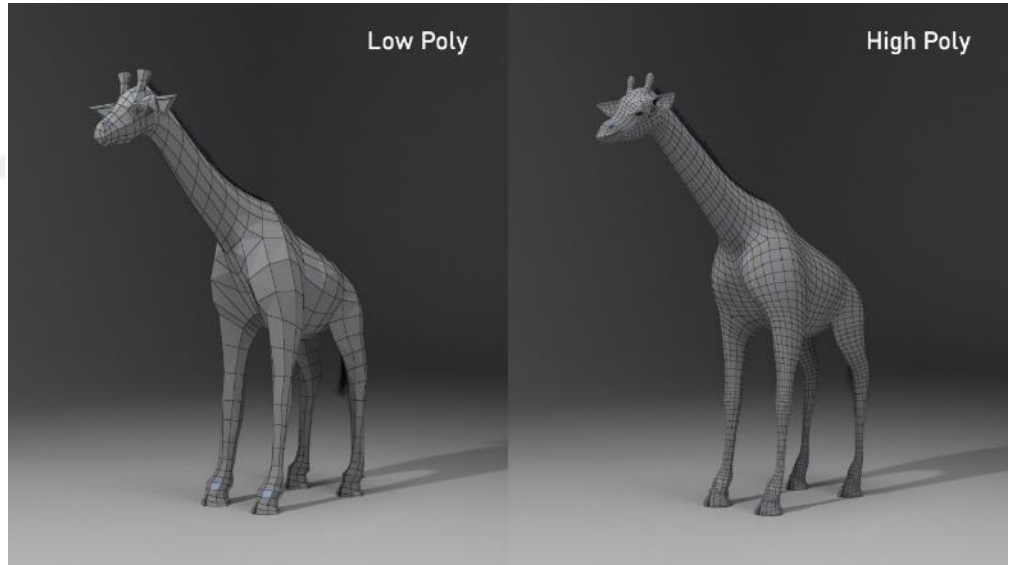
Poligon sayısının fazlalığı nesnenin geometrik yönden kusursuza yakın görünmesine yardımcı olur. Bunu en iyi şekilde örneklendirmek gerekirse, bir dairenin iki boyutlu olarak bir düzleme çizilmesini varsayarsak, beş nokta üzerinden çizilen bir daire tam bir daire formunda olmayacaktır. Fakat aynı daireyi yirmi nokta kullanarak yaptığımızda dairenin formu daha kusursuz gözükecektir. Yine nokta sayısını yetmiş gibi yüksek bir rakam üzerinden değerlendirdiğimizde aynı sonuca varabiliriz. Yani kısaca poligonlar bu noktalar gibi geometrik olan nesnelerin ne kadar iyi görüneceğini belirler.

Yüksek poligonlu modeller her ne kadar güzel görünse de, tasarım yönünde kusursuz şekiller vermesine rağmen render yönünden zorlayıcıdır. Yani her bir poligon bilgisayar üzerinde ayrıca işlenir. Beş nokta ile çizilen dairenin geometrik yönden görüntüsü kusursuz olmayabilir fakat kapladığı yer daha düşüktür. Sonuç olarak bilgisayar üzerinde işlenmesi daha hızlı olacaktır. Yüksek poligonlu modellerde ise bu boyut artmaktadır. Örneğin video oyunları, grafik kartlarında dengeli bir biçimde çalışabilmek için, oyun geliştiricileri oyun içerisindeki birçok geometrik nesneyi tasarlarken düşük poligonlu objeleri tercih ederler. Çünkü her bir nesnenin geometrik olarak işlenmesi grafik kartlarına ve diğer donanımlara ayrıca bir yük bindirir. Bu da oyunun akıcılığını baltalayacak bir duruma neden olur. Sonuç olarak objelerdeki detayı arttırmak için poligon sayısının arttırılması bazı durumlarda kötü bir fikirdir (Unity-Manual: Normal Map, b.t.).

Basit geometrik şekiller üzerinden verilen örneğin aksine, modellemeye farklı bir açıdan bakmak için bir duvarın modellenmesi düşünülebilir. Tuğla bir duvarı modellemek istediğimizde her bir taşı modellemek ya da bir uçağın üzerindeki vidalar ve bağlantı yerlerinin modellenmesi poligon sayısının artmasına neden olur. En basit şekilde dahi her bir vida onlarca poligondan oluşacak ve hepsinin toplamı istemsiz bir yük bindirerek, performansı etkileyecektir. Bundan dolayı modeller üzerine daha fazla ayrıntı ve detay eklemek için kaplamalar kullanılmaktadır (Unity-Manual: Normal Map, b.t.).



Resim 13: Kaplamasız Görünüme Sahip Yüksek Poligonlu 3B Bir Karakter
(Plouffe, b.t.)



Resim 14: Düşük poligon değerine sahip modelin yüksek poligonlu haliyle kıyaslanması. Düşük poligonda(Solda) geometrik kusurlar daha belirgindir
(Eggen, 2019)

2.1.2.Kaplamalar



Resim 15: Temsili Kaplama Çizimleri (Lin, b.t.)

Çevremizdeki birçok nesne belli bir hacme sahip olduğu kadar değişik görünümlere, renklere ve dokulara da sahiptir. Bilgisayar üzerinde üç boyutlu olarak modellenen bir nesne en başında kaplamadan yoksundur. Ona arzulanan görünümü verebilmek için kaplamalar kullanılır. Bu açıdan kaplamaların tanımı şu biçimde yapılabilir: Kaplamalar bir nesnenin dış görüntüsüne ait fotoğraflardır.

Dokular, inandırıcı görüntüler için çok önemli olan yüzey ayrıntılarını ekler. Doku haritalamanın fotogerçekçilik üzerinde modelleme, gölgeleme veya aydınlatmadan daha büyük bir etkisi olduğu söylenebilir, çünkü gözlerimiz içgüdüsel olarak yüzeyleri tanımlayan renk çeşitlerine ve desenlere çekilir. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 240).

Bir halının deseni, bir arabanın rengi, bir kuşun görkemli tüyleri buna örnek olarak verilebilir. Fakat kaplamalar kendilerine ışık ve doku bilgisi verilmediğinde yalnızca basit bir fotoğraf olarak kalır.

Doğada pek çok nesne farklı dış görünümlere sahiptir. Kimi nesneler ışığı yansıtırken, kimisi emer, kimi nesneler pürüzsüz bir yüzeye sahipken kimileri pürüzlü ve doku hasarlarına sahiptir. “Bir küp üzerindeki renk dokusunu değiştirmek, onu anında bir

taş duvardan beton bir levhaya, tahıl kutusuna, metal bir kaba veya bir kitaba dönüştürebilir” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 240).

Kaplamanın temel bilgisi olan fotoğraf, bu doku hasarları ve pürüzlere sahip olsa da, yüzeye yansıyan ışık bilgisine yapısal olarak karşılık veremez. Bunu yapamadığı gibi bu küçük yarıklara, çiziklere de üç boyutlu olarak sahip değildir. Çünkü bu kaplama en nihayetinde bir fotoğraftır. Bu farklılıkları kaplamalara bilgi olarak ekleyebilmek için ek kaplama bilgileri kullanılır. Bunlar; Metalness Haritalama, Roughness Haritalama, Specular Haritalama, Normal Haritalama, Displacement Haritalama, olarak sıralanır.

2.1.2.1. Diffuse Map/Albedo

Kaplamaların orijinal, temel halleridir. En yaygın kullanılan yöntemdir. Nesnenin rengini ve desenini tanımlar. Bu yönüyle temel bir fotoğrafı temsil ederler ve kaplandıkları nesnenin dış görünümünü oluştururlar. Örneğin 3 boyutlu bir masanın ahşap görünüme sahip olması istendiğinde bu desene sahip bir kaplama kullanılır. Temel kaplamalar, görünüm dışında diğer kaplama üzerinde bulunan çizik, parlaklık, pürüz gibi fiziksel özelliklere yanıt veremezler (Diffuse Maps, 2014).



Resim 16: Diffuse Map Örneği (*Rough Wood Planks (Texture)-Diffuse Map, b.t.*)

2.1.2.2.Normal Haritalama

Kaplamalar temelde iki boyutlu fotoğraflarken, ışık bilgisinden yoksundurlar. Yani sade bir kaplamanın hangi bölümünün ne kadar ışık alacağı veya gölge alanların nasıl görüneceği gibi konularda iki boyutlu bir kaplama herhangi bir bilgiye sahip değildir. Dolayısıyla kaplamalar bu haliyle dinamiklikten yoksundur. Üzerlerinde yer alan doku özelliklerini yansıtmazlar.

Normal haritalama yöntemi, bir bump haritalama türüdür. Yüzey üzerindeki geometrik şekilleri, çukur çizik, tümsek gibi yüzey özelliklerini ışıkla taklit eder. Böylelikle ışık bilgisine göre hangi alanların gölgede kalacağı hangi alanların daha çok ışık alacağı belirlenmiş olur. Bu haliyle bakıldığında normal kaplamalar iki boyutlu olan kaplamaya üç boyutlu bir görünüm vererek, onu ışık bilgisine karşı bilgili bir hale getirir.

Fakat bu görünüm basit bir illüzyondan ibarettir. Yani görünen üç boyut sahte bir görüntüdür. Normal kaplamalar ışık hileleriyle iki boyutlu görüntüleri üçüncü bir boyuta sahip gibi gösterir (Unity-Manual: Normal Map, b.t.).

Normal kaplama yöntemini anlamak için ona geometrik açıdan bakmak gerekir. Bunun için en önce vektörleri basit şekilde bilmek gerekmektedir. Vektörler bir yön ve güç bildiren çizgilerdir. “En basit anlamda vektörler, yönden başka bir şey değildir.” (Dönüşümler-OpenGL Öğrenin, 2021). Tipik şekilde bir ok olarak çizilirler. Vektörün yönü okun nereyi işaret ettiğine göre belirlenir.

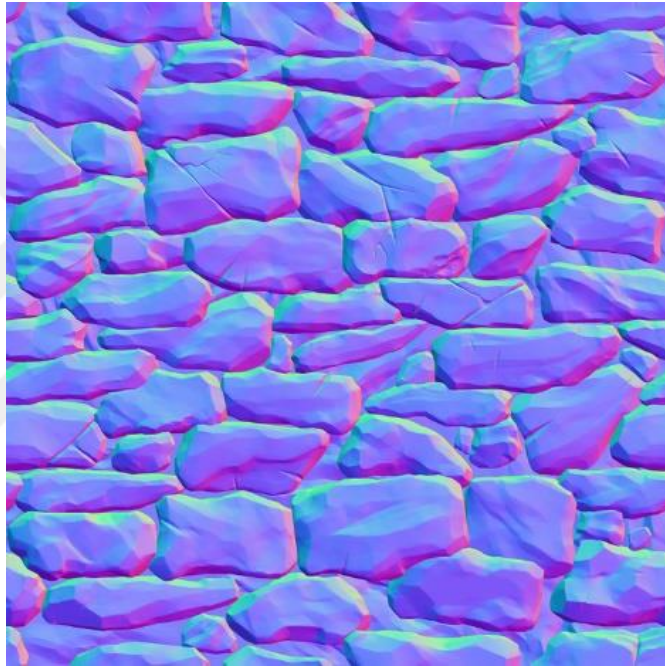
Vektörler fizikte ve matematikte birçok farklı biçimde kullanılsa da burada detaya giren geometrik vektörler yani Öklid vektörü olacaktır. Bu vektörlerin geometride normal tanımı, bir yüzeye veya nesneye dik olan bir vektör bir çizgi olarak tanımlanabilir. Yani belirli bir noktada yüzeye dik olan bir vektördür. Bu vektör uzayda x , y ve z koordinatlarına sahiptir. Işığın yüzeye düşüşü bunlara göre hesaplanabilir.

Her bir geometrik nesne poligonlardan oluşur. Her bir poligonun üzerinde yer alan vektörler işte buradaki asıl önemli konu olacaktır. Çünkü yüzeyin üzerinde yer alan bu vektörler aracılığıyla yüzey normali hesaplanacak, normal haritalama yöntemine dönüştürülecektir. Yani yüzeye ışığın hangi açıdan geldiği bu yüzey vektörüyle hesaplanabilir (LearnOpenGL-Normal Mapping, b.t.).

Normal kaplamalar karmaşık bir görünüme sahiptir. Üzerinde bulunan kırmızı, yeşil, mavi renkler yüzey normalleri için sırasıyla x , y ve z koordinatlarına karşılık gelir. Bu yüzey koordinatları ışığın yüzeye nasıl düştüğü hesaplar (Normal Mapping, 2020). Normal haritalar küçük derinlikteki yarık, çukur ve doku hasarlarını basitçe taklit edebilir fakat daha büyük olanları taklit edemez. Örneğin tuğla bir duvarın üç boyutlu modellenmiş halinde, bu duvar basit ve nispeten daha düşük bir poligonla modellenebilir. Modellemenin ardından kaplama eklendiğinde tuğla duvar yüzeyindeki doku hasarları, tuğlalar arasındaki basit çukurlar simüle edilemez. Normal yöntemi kaplamaya dahil edildiğinde, dokular belirginleşir ve duvar ışığa yanıt verir. Yani duvar üzerindeki küçük çukurlar sahte bir üç boyutlu görünüme sahip olurlar.

Bugün normal kaplamalar düşük poligonlu modelleri daha fazla detaya sahip göstermek amacıyla sıklıkla oyun endüstrisi başta olmak üzere görsel efekt tasarımlarındaki üç boyutlu nesnelerde kullanılmaktadır. Normal kaplamalar bu yönden

çok önemli ve kullanışlıdır. Bu doku hasarlarının henüz modelleme aşamasında yaratımı söz konusu olsa da nicelik yönünden hiç de kullanışlı ve mantıklı olmayacaktır. Bir levhanın üzerindeki vidaları üç boyutlu olarak göstermek levhanın gerçekliğini arttırsa da her vidanın sahip olduğu poligonlar geometrik yönden objenin işlenmesini zorlaştıracaktır, bu hem zaman yönünden hem de performans açısından iyi bir fikir değildir. Bu nedenle bu levhanın üzerinde yer alan vidaların, geometrik olarak inşa edilmesi yerine normal haritalama yöntemiyle bir illüzyon ile var edilmesi daha kullanışlıdır (Unity-Manual: Normal Map, b.t.).



Resim 17: Normal Harita Kaplaması. X Düzleminde Sağa Doğru Gidildikçe Kırmızı Tonlar Hakimken Y Düzleminde Yeşil Z Düzleminde ise Mavi Tonlar Yer almaktadır. (Gemalmaz, 2015)



Resim 18: Normal Haritalama Uygulanmış Bir Balta (*Normal | Unreal Engine Documentation, b.t.*)

2.1.2.3. Specular Haritalama

Specular kaplamalar anlamsal yönden ayna kaplamayı ifade eder. Yani bu tarz kaplamalar yansımaların tasarlanmasında kullanılır. Ahşap bir yüzeyin cilalı şekilde parıltısı ya da cilalı bir mermerin üzerine düşen görüntüleri yansıtması doğal olarak normaldir. Bu açıdan cilalı ya da yansımaya sahip olunması istenen bir nesnenin simüle edilebilmesi için kullanılırlar.

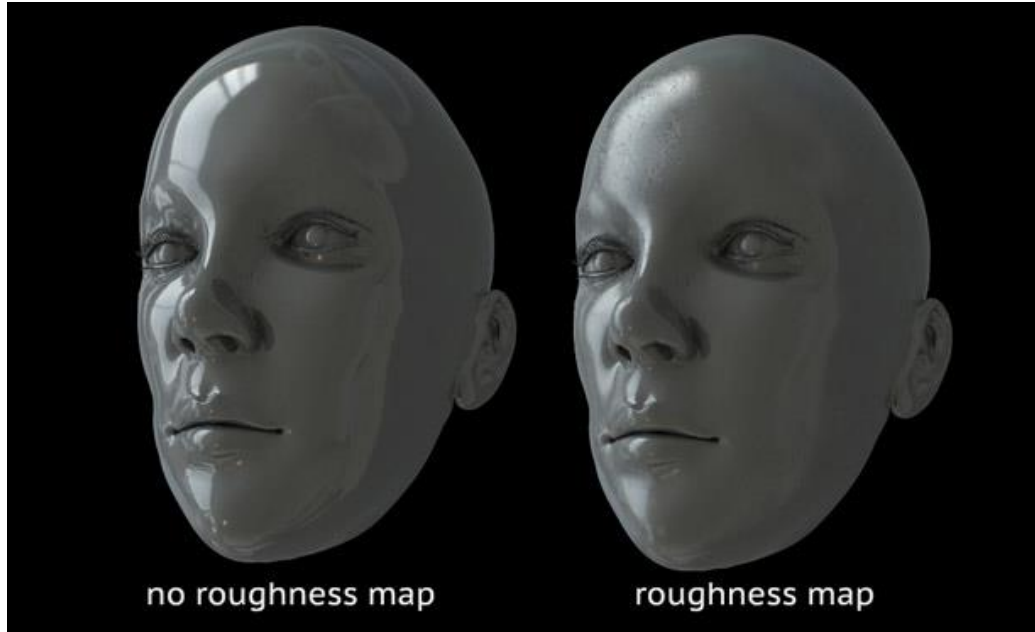
Specular kaplamalar ton farkına göre çalışır. Kaplama üzerindeki siyahlığın derinliği ve açıklığı yansımanın yüksekliğini ifade eder. Koyu ton ne kadar yüksekse yansıma bir o kadar düşüktür. Tam tersi durumda koyu tonun azalması yani beyaza doğru yönelen bir piksel farkları ise yansımayı arttırır (Walt, 2020).



Resim 19: Specular Uygulama Derecelerinin Gösterilmesi (*Unity - Manual: Specular mode: Specular parameter, b.t.*)

2.1.2.4.Roughness Haritalama

Roughness, doku üzerinde bulunan pürüzlerin oluşturulmasında kullanılan bir yöntemdir. Doğadaki birçok yüzey saf ve pürüzsüz halde değildir. Nesnelerin üzerinde pürüzler, izler gibi küçük detaylar görmek olağandır. Bir duvara el feneriyle tutulan bir ışığın sonucunda duvar yüzeyinde birçok pürüz görülebilir. Ya da salona vuran gün ışığının parkeler üzerinde belirginleştirdiği çizikler buna örnektir. Bu tür kaplamalar yüzey üzerine istenilen pürüzü ekler (Gibbons, 2016). “Pürüzlülük haritası, cam pencereler veya cilalı metal gibi pürüzsüz, temiz yüzeylere ince kusurlar eklemenin harika bir yoludur.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 245).



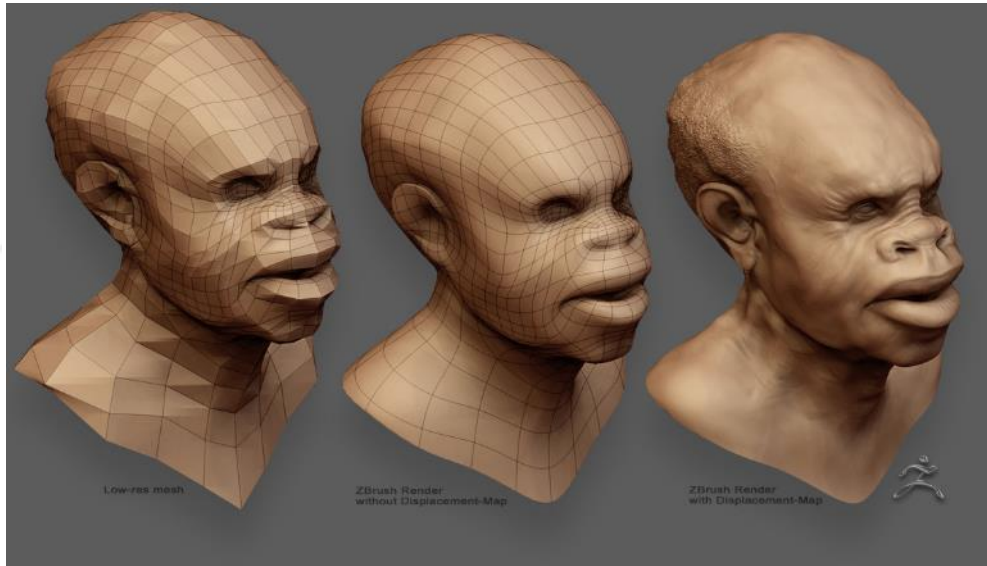
Resim 20: Roughness Farkını Gösteren Bir Görsel (Dygert, 2014)

2.1.2.5.Displacement Haritalama

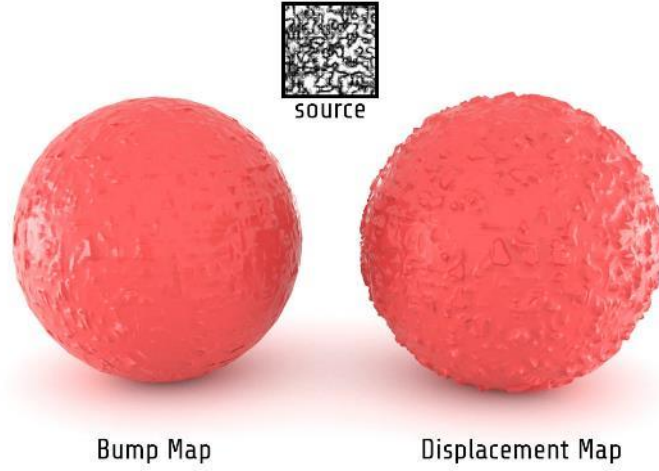
Üç Boyutlu modelleme başlığı altında, modelleme esnasında geometrik objenin tasarımında ne kadar çok poligon kullanılırsa objenin geometrik yönden daha iyi görüneceği ve daha fazla detaya sahip olacağından bahsedilmiştir. Poligonlar geometrik nesnelerde sayıca ne kadar fazla olursa, söz konusu objelerde o kadar yumuşak ve yüksek detaylara sahip olur fakat yüksek poligon sayısı geometrik nesnenin işlenmesinde ekstra bir yük oluşturmaktadır. İşte bu noktada normal haritalandırma yöntemi kullanılmakta iki

boyut üzerinde yapay, sahte bir üç boyutlu görüntü elde edilmekteydi. Displacement kaplamaları, tıpkı normal haritalandırma gibi poligon fazlalığına karşı bir çözümdür. Bu tür haritalar, uygulandıkları ağı fiziksel olarak değiştirerek yapılarına geometrik olarak müdahale eder (Pluralsight, 2014).

Normal haritalandırma sisteminde iki boyut üzerinden ışıklandırma hilesi yapılırken, displacement kaplamalar bunu biraz daha ileri götürerek objenin geometrik yapısına hafif şekilde müdahale eder. Girinti ve çıkıntılara sahip olan bir duvar normal haritalandırma ile üç boyuta sahip şekilde gösterilebilir fakat normal haritalama tekniği yerine aynı duvara displacement kaplaması uygulandığında, duvar bu girinti ve çıkıntılara gerçekten sahip olur. Şekilde görüldüğü gibi ortadaki görüntüde displacement kaplaması uygulanmamıştır. Sağdaki görüntüde ise displacement eklenerek fizik ayrıntılar gerçek anlamda oluşturulmuştur (Pluralsight, 2014).



Resim 21: Displacement Harita Kaplama Yöntemi (*Pixolator, 2004*)



Resim 22: Displacement Harita Kaplama Yöntemi. Bump Haritalama, Normal Haritalama ile Benzerdir. Bu Yönden Daire Sınırlarına Bakarak Displacement Haritalamanın Ağı Gerçekten Değiştirdiği Gözlenebilir (*West, b.t.*)

2.1.2.6. Metalness Haritalama

Gerçek yaşamda metaller ışığı emmezler, ve ışığı yansıtma eğilimlidir. Dijital olarak bir metal yüzeyin oluşturulması gerektiğinde metal kaplamalar kullanılır. Metal kaplamalar siyah ve beyaz olmak üzere iki renkten oluşur. Bu kaplamalarda beyaz alanlar ışığı ve görüntüyü yansıtırken, siyah alanlar ışığı emerler yani herhangi bir görüntü yansımaları oluşturmazlar. Resim 23’de soldan sağa üç obje üzerinde metal kaplamalar derece şeklinde uygulanmıştır. Soldaki obje üzerinde metal kaplama oranı en azken sağ tarafta metal kaplama oranı en yüksektir (Surface Appearance MetalnessMap, b.t.).



Resim 23: Metalik Kaplama Uygulanmış bir Obje (*KristofDeHulsters, 2021*)

2.1.3. Animasyon



Resim 24: Temsili Hareket Çizimi (Zeldman, 2015)

Animasyon kısaca hareket olarak tanımlanabilir. Doğada ve günlük hayatta nesneler pek nadir olarak statik halde bulunurlar. Ağaçlar, çimler, çiçekler hareket etme kabiliyetinden yoksun olsalar da yağmur, rüzgâr ya da başka canlıların ve nesnelerin etkileşimiyle yani dış kuvvetlerin etkisiyle bilinçsiz hareket edebilirler. Diğer yandan günlük hayatta nesnelerin ve canlıların hareketini görmemiz çok doğaldır. İlerleyen bir arabanın dönen tekeri, yürüyen merdivenlerin hareketi ya da uçan kuşlar örnek olarak verilebilir. Tıpkı günlük hayattaki gibi bir çevrenin dijital ortam üzerinde yaratımında hareketin sağlanması büyük öneme sahiptir. Çünkü başarılı gözüken bir görsel efektte hareketin de payı büyüktür.

Günümüz sinemasının en vazgeçilmez öğelerinden biri olan Animasyon bir başka deyişle Canlandırma Sineması, resim ya da nesnelerin hareketli ve canlı oldukları yanılsamasını uyandıracak biçimde düzenlenmesi işlemidir. Animasyonun yaratıcılarından Norman McLaren, animasyonu; hareket eden çizimlerin değil, çizilenlerin hareketi sanatı olarak tanımlamıştır. (Berk & Aslan , 2018, s. 281).

Çevremizdeki hareketler belirli bir uyum içinde ilerler. Rüzgarın estiği yöne doğru dalgalanan bir bayrak, onun kendisine uyguladığı kuvvete uygun şekilde kumaşa yön ve şekil verir, sokakta yürüyen bir kedinin hareketinde vücut hatlarının uyumunu görürüz, dönen bir aracın tekeri hızına ve yüzeye uygun şekilde döner. Yani doğal hareketler belirli kuralların çevresinde, ahenk ve uyum içerisinde hareket eder. Bu nedenle bu hareketlerin disiplinli şekilde tasarımı önemlidir.

Bir animasyon bilgisayar üzerinde üç boyutlu ya da iki boyutlu olabilir. Animasyonu oluşturmada keyframe-anahtar kareler öneme sahiptir. “Anahtar kareler, bir eylemin başlangıç/bitiş noktası bilgilerini içeren önemli karelerdir.” (Animation Techniques, 2008).

Animasyonun ilk günlerinde, bir prodüksiyonun her karesinin elle çizilmesi gerekiyordu. Artık animatörler, bir grafiğin farklı öğelerini tanımlamak ve bu öğelerin zaman içinde nasıl hareket edeceğini veya değişeceğini seçmek için dijital ana kare animasyonunu kullanarak saatler, hatta haftalar veya aylarca tasarruf sağlayabilir (Anahtar Kare Animasyonu |Anahtar Kare Oluşturma Nedir, b.t.).

Bu anahtar kareler belli bir interpolasyonla çalışır. İnterpolasyon ise zaman içinde olan bir şey olarak tanımlanabilir (Kushwah, b.t.). Yani bir objenin A noktasından B noktasına olan hareketi interpolasyon ile sağlanır. Objenin ilk konumunda hedeflenen konuma doğru yaptığı bu harekette, yeni konumu interpolasyon ile sağlanır (Wright, 2008, s. 137-138). Bir animasyonu en basit düzeyde tasarlayanın yollarından biri budur. 3 boyutlu canlıları simüle eden karakter olarak adlandırılabilen tasarımlarda ise animasyonun sağlanabilmesi için kemik sistemi şarttır.

Herhangi bir modeli hareket ettirmek için, tıpkı gerçek dünyadaki gibi, kemik eklememiz gerekir. Bu kemikler ise belirli bir hiyerarşi içerisinde bir bütünlüğe sahiptir. Hiyerarşi önemlidir çünkü bir ayağın hareketinde ayak parmakları gibi bağlı olan diğer uzuvlarında hareketi beklenir (Kushwah, b.t.).

Bu kemikler genellikle insanlar ve hayvanlar gibi karakterler için hiyerarşik bir şekilde eklenir ve nedeni oldukça açıktır. Uzuvlar arasında ebeveyn-çocuk ilişkisi istiyoruz. Örneğin sağ omzumuzu hareket ettirsek sağ pazı, önkol, el ve parmaklarımız da hareket etmelidir. (Kushwah, b.t.).

Fakat bu yöntem animasyonu oluşturmak için zor olan bir yaklaşım sunar çünkü hareketleri tek tek işlemek gerekir. “Bu süreç zaman alıcıydı çünkü o zamanlar her sanatçı her pozu/kareyi ayrı ayrı canlandırmak zorundaydı.” (Rahul, 2018, s. 23). Aynı zamanda el ile tasarlanan, gözlem ile var edilen bu animasyon tasarımları kendi içerisinde birtakım tutarsızlıklar ve hatalara sahip olabileceği gibi birebir benzer şekilde gerçekliğe de sahip olamayabilirdi. Hareketlerin doğa ve evrendeki gibi olması isteniyorsa bu hareketlerin doğadan beslenmesi gerekmektedir. Bu beslenme tıpkı fotoğrafta olduğu gibi arada herhangi bir aracının olmadan görüntünün naklen aktarılması, gerçekliğin çıplak şekilde gösterilmesi şeklinde olmalıdır. Bugün bu aktarım biçimi motion capture(diğer adıyla mocap) hareket yakalama ile yapılmaktadır. “Animasyon sürecini daha da hızlandırmak için, gerçek dünyadaki nesnelerin hareketlerini yakaladığımız ve ardından yakalanan hareketin verilerini sanal bir ortamda dünyanın üç boyutlu bir modeline eklediğimiz bir araç olan hareket yakalama icat edildi.” (Rahul, 2018, s. 23).

Süreç ilk olarak, oldukça hantal olan ve oyuncunun yaşayabileceği özgürlük miktarını sınırlayan, yakalanabilecek animasyon spektrumunu ciddi şekilde sınırlayan mekanik sistemlerle gelişti. Bunun başlıca nedeni, bunların çok kısıtlayıcı giysilere ve oyuncunun hareketlerini engelleyen büyük miktarda kabloya başvuran mekanik sistemler olmasıydı (Rahul, 2018, s. 23).

Hareket yakalamanın mantıksal olarak çalışma prensibi basittir. Sensörler aracılığıyla kaydedilen ya da kameralar vasıtasıyla elde edilen verilerin iskelette yeniden harekete aktarılmasıdır. Bu yönüyle hareket yakalamanın doğal görünen hareketlerin oluşturulmasındaki en büyük araç olduğu söylenebilir. Alkış tutan insanın el ile yaratılan tasarımında birçok eksiklik bulunabilir, mocap vücudu bir bütün olarak kaydederek alkışlarken hareket edebilecek küçük eklemleri de algılar.

Motion capture, birçok farklı yöntemle yapılabilir, bu yöntemler farklılıklar içerse de hepsi aynı amaca hizmet etmektedir. Sonuç olarak her biri hareketin yakalanmasını sağlar. Bu yöntemler sırasıyla Akustik, Mekanik, Manyetik, Optik ve işaretli yöntemlerle yapılır. (Sharma ve diğerleri, 2013, s. 254-255)



Resim 25: Bir Atın Animasyon İçin Oluşturulmuş İskeleti (Green, 2017)

2.1.3.1. Akustik Yöntemle Hareket Yakalama

Akustik sistemler hareketin yakalanmasını, adıyla da anlaşılacağı gibi ses ile sağlar. Aktörün ana eklemlerine yerleştirilen vericiler her bir harekette, 3 adet olan alıcılara ses gönderir. Bu sesin miktarı üzerinden hareketin yönü ve hızı hesaplanabilir.

“Verilerin doğru tanımın elde edilmesindeki zorluklar ve sistemin kullanım sırasında kablolarla bağılı olması gibi nedenlerin getirdiğı dezavantajları bulunur.” (Sharma ve diğerkleri, 2013, s. 254).

2.1.3.2. Mekanik Yöntemler

İstenen artikölasyonlara yerleştirilen bu sistemler hareketi algılayan potansiyometre ve kaydırıcılarla kullanılır. Manyetik alanlarda, çeşitli yansımalarından etkilenmeyen basit bir yöntemdir. Eksi yön olarak kablo kullanımı gösterilebilir (Sharma ve diğerkleri, 2013, s. 254).

2.1.3.3. Manyetik Yöntemler

Manyetik sistemler aktörün eklem yerlerine yerleştirilen bir dizi verici sensörle çalışır. Bu sensörler her bir hareketi kaydeder. Manyetik yöntemlerle sağılanan hareket yakalama ucuz olduğı gibi hassasiyet yönünden de olumlu sonuçlar verir.

Manyetik sistemler, metal nesnelerin oluşturabileceğı parazitlerden etkilenebilmektedir. Buda sistemin çalışmasını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu sistemlerin kullanıldığı alanlarda bu tarz parazitlerin oluşabileceğı yerler iyileştirilmekte sonuç olarak bu da fazladan maliyete sebep olmaktadır. Diğerk yöntem manyetik sistemlerde diğerk hareket yakalama yöntemleri gibi birtakım kablolarla sahiptir. Bu kablolar diğerk sistemlerde olduğı gibi aktörün hareket alanını kısıtlayabilir (Sharma ve diğerkleri, 2013, s. 255).

2.1.3.4. Optik Yöntemler

Tasarlanan özel kıyafetlerin üzerine yerleştirilen çok sayıda özel reflektör, birçok açıda konumlandırılmış olan, yüksek çözünürlüklü kameralarla beraber çalışır. Bu kameralar reflektörlerin hareketini takip eder. Bu iki boyutlu koordinatlar ise özel yazılımlarla üç boyutlu bir hale getirilerek harekete işlenir.

Optik yöntemler yüksek hassasiyetleriyle en komplike hareketleri yakalamakta olup olumlu sonuçlar veren bir yöntemdir. Bu yönünün dışında herhangi bir kabloya bağılı olmaksızın çalışması ve bunun getirdiğı özgürlük olumlu yönlerindendir. Bu sistemin dezavantajı, maliyet yönünden yüksek olmasıdır. Gerek kamera kullanımı, gerek özel yazılımların kullanılması sistemin maliyetini arttırmaktadır.

Bir diğ er dezavantaj ise reflektörlerin algılanmasında yatar. Kameranın sahip olduğu çözünürlük d   t k e birbirine yakın olan reflektörlerin algısı bozulur. Reflekt rlerin birbirine yakın olduğu kullanımlarda bu tarz bir bozulmayı engellemek için kamera çözünürlüğü yükseltilir. Sistemin bir diğ er maliyet sorunu da buradan gelmektedir.

Kullanılan reflektörler ise iki çeşit olarak değişmektedir. Bunlar aktif ve pasif sistemlerdir. Aktif sistemlerde reflektör yerine LED teknolojiyi ı ıklar kullanılır. Yani aslında aktörün her bir eklemine yansıtıcılar yerine LED ı ıklar yapıştırılır. Kameralar bu ışıkları takip ederek hareketi algılar. Pasif yöntemlerde ise yansıtıcılar eklem bölgelerine yapıştırılır. Bu yansıtıcılar ışığı yansıtır, yine kameralar bu noktaları algılayarak hareketi yakalar (Sharma ve diğ erleri, 2013, s. 255).



Resim 26: Optik Yöntemle Hareket Yakalamak İçin Yerleştirilen Reflektörler
(Ali, 2015)

2.1.3.5.İşaret Kullanılmayan Yöntemler

İ aretsiz sistemler ismiyle de anlaşıldığı gibi herhangi ek bir işaretleme ya da ekipmanın kullanılmadan uygulandığı hareket yakalama yöntemidir. Bu yönüyle aslında bu sistemler hareket ve çalışma bakımından büyük bir   zg rl k sunar çünkü, herhangi bir ek ekipman kullanılmadığı için bir sınırlama yoktur. “Oyuncuların hareketi birden fazla video akışına kaydedilir ve bilgisayar görme algoritmaları bu akışları analiz ederek insan formlarını tespit eder ve bunları izleme için kullanılan tek, izole parçalara ayırır.” (Sharma ve diğ erleri, 2013, s. 255). Yani hareketler bir yazılım aracılığıyla tespit edilerek elde

edilir. Bugün “Microsoft Kinect” sistemi işaretli hareket yakalama için örnek olarak verilebilir.

2.1.4.Fizik

Bilgisayarların kullanımı görsel bir gerçekliğin inşasında bambaşka bir boyuta kapı aralamıştır. Bilgisayarların sunduğu görsel gerçeklik, bilinen gerçekliğe her geçen gün yaklaştıkça da, tasarlanan bu görsel gerçekliğin yeni eksik yanlarının görülmesine de imkan vermiştir. Bu eksiklikler görsel gerçekliğin en iyi yakalandığı yerlerde hareketin yapay kalabileceği gerçeğiyle ilgilidir. Yani bu eksiklik görsel gerçekliği en iyi şekilde destekleyecek hareket modelinin, fiziğin eksikliğidir. “Daha fazla gerçekçilik hedefine ulaşmak için temel argüman, bilgisayar modellerinin davranışını ve hareketini modellemek için fiziği kullanmak olmuştur.” (Erleben ve diğerleri, 2005, s. 1).

Motion capture yöntemiyle kaydedilen animasyonların, hareketli gerçekliğin yakalanmasındaki faydalı bir araç olarak kullanıldığı bir gerçektir. Fakat bu noktada hareket yakalamanın doğal olan her hareketin yansımaları oluşturmada parlak bir fikir olmadığı da ortadadır. Bir binanın çökmesi, su altında ya da rüzgarda sallanan saçlar, bir kumaşın hareketi, deri ve kas deformasyonları, yumuşak ya da sıvı nesne hareketleri gibi hareketleri hayal ettiğimizde her birinin hareket yönünden davranışının farklı olduğu görülecektir. Bu hareketlerin sanal olarak doğru şekilde simüle edilmesi için fiziğin kullanılması gerekir. Bugün fizik tabanlı animasyonlar görsel efekt tasarımının yanı sıra, bilimsel simülasyonlarda ve oyunlarda büyük ölçekte kullanılmaktadır. Fizik tabanlı animasyonlar bu yönüyle oldukça kullanışlı olup gün geçtikçe birçok sektörde popüler hale gelmektedir.

Bilgisayarların matematiksel hesaplamalarda oldukça hızlı ve iyi olduğu söylenebilir. Fakat sonuçta bilgisayarların herhangi bir bilincinin olmadığı düşünüldüğünde tüm fizik bilgilerini de bilmedikleri bir gerçektir. “Fizik tabanlı animasyon, mühendislik teorilerine dayanan oldukça disiplinler arası bir alandır.” (Erleben ve diğerleri, 2005, s. 1). Bu yönden bilgisayarlar kendilerine verilen matematiksel denklemleri işleyerek hareketin bir kopyasını ekranda oluştururlar, yani simüle ederler.

Bu fiziksel çalışmalar temelinde tüm denklemlerin bir araya gelmesiyle oluşturulan

fizik motorlarıyla çalışır. Fizik motorları ise temelde Newton'un hareket yasalarına dayanır. Hareket yasasının ilki ortada kuvvet yoksa ne olacağını söyler. Yani nesne sabit bir hızla ya hareket etmeye devam edecek ya da hareketsiz kalacaktır. “Başka bir deyişle, parçacığın hızı asla değişmeyecek ve konumu hıza göre güncellenmeye devam edecektir.” (Millington, 2007, s. 45).

İkinci yasa ise, “ $\mathbf{f} = m \cdot \mathbf{a}$ ”, bir cismin momentumundaki anlık değişimin cisme etki eden net kuvvete eşit olduğunu belirtir.” (Bargtelil & Shinar, 2018) Buradaki formüle yani “ $\mathbf{f} = m \cdot \mathbf{a}$ ” ile cisme etki eden net kuvvetin kütle ve ivmenin çarpımına eşit olduğudur. Sonuç olarak bir cisim ivmelenmekteyse ona etki eden bir kuvvetin varlığı söz konusudur. Üçüncü ve son yasa ise, eşit ve karşılıklı bir reaksiyonun olduğudur. Yani eğer A cismi B cisminde kuvvet uygularsa, o zaman B cismi A cisminde kuvvet uygular. İşte fizik temelli animasyonlar bu üç kanun üzerinden temellenerek oluşturulur. Burada elbette ki cismin fiziki durumu onun fizik kurallarına göre nasıl davranacağına da etki eder.

Sıvıların, yumuşak ve katı nesnelerin hareketi aynı olamaz. Yumuşak ya da sıvı nesneler, katılara oranla daha karmaşık bir harekete sahiptir. Sıvılar girdiği kapların şeklini alabilir, herhangi bir net şekle sahip değildir, öte yandan yumuşak nesneler ise kolayca bükülebilir, eğilebilir, mutlak sabit bir şekilde kalmazlar, dış etkenlere maruz olarak değişebilirler. Sert nesneler ise bu yönden tam bir zıtlığa sahiptir. Fiziksel hareketleri belirli noktalarda mümkün değildir, Katı halde şekil alamazlar. Yani sert biçimde kare şeklindeki bir cismi daire haline getiremeyiz.

Sonuç olarak bu hareketlerin benzer şekilde var edilmesi için bu farklı fiziksel özelliklere dikkat edilmesi gerekir. Bunun yolu da doğru fiziksel denklemleri kurmaktan geçecek, her bir denklem maddenin durumuna göre farklı biçimde şekillenecektir. Tezin buradaki kapsamı elbette fiziksel denklemlerin kapsamı olmayacak, tüm mekaniklerin temel çalışma mantığıyla sınırlı kalacaktır. Bu değişik biçimler şu şekildedir; Sert Maddeler, Yumuşak Maddeler, Akışkan Maddeler.

2.1.4.1.Sert Cisimler

Sert cisim simülasyonu katı maddelerin dijital ortamda simüle edilmelerini sağlar. Sert cisimlerin diğer adıyla rijit nesnelerin fiziği, diğer cisimlere göre daha basittir. Bu nedenle sert cisim fiziği bilinen en eski yöntemlerden biridir. Rijit cisimler, herhangi bir

dezenformasyona uğramadığı kabul edilen bu yönüyle elastik, yani yumuşak cisimlerden ve sıvılardan farklı olan cisimlerdir. Örneğin bir cep telefonu ya da bir taş parçası rijit bir cisimdir, kolayca deforme olmaz, basit şekil bükülemez.

Katı cisim dinamiği simülasyonu, bilgisayar oyunları, film ve animasyon filmlerinde özel efektler, robotik doğrulama, sanal prototipleme ve eğitim simülatörleri gibi çok çeşitli uygulama alanlarında birçok modern bilgisayar aracının ayrılmaz ve önemli bir parçasıdır. (Bender ve diğerleri, 2012, s. 1).

Rijit cisimler, fizik tabanlı animasyonlarda büyük bir yer kaplar. Görsel gerçekliğin artırılmasında büyük öneme sahiptirler. Bir binanın yıkıldığı sahnenin üç boyutlu tasarımında kopan beton parçalarının düşüşü ya da düşen bir uçağın tasvir edildiği bir sahnenin yaratımında, kopan metal ve sac akşamların savrulması gibi durumlarda, rijit cisimlerin fiziği ön plana çıkar.

Katı cisim dinamiğinin çalışma prensibi birçok farklı aşamanın kullanımıyla ilişkilidir. Bu prensipleri anlamak için sıralı bir şekilde incelemek gerekmektedir. Günlük yaşamda üst üste dizilen taşların, bir topun çarpmasıyla yıkılışını hayal ettiğimizde üç ana kısım göz önüne çıkar. Fırlatma hızımız, topun taşlara çarpması, taşların savrularak dağılmaları. Sert cisim dinamiği de aynı döngüye sahip olarak gelişir.

Sert cisim dinamiğinin çalışması çarpışma algılama sistemi ile başlar. Her bir nesne kendisi dışında bir başka nesne ile temas ettiğinde sistem bunu algılayarak, çarpışmanın başladığı kısımdan sonra ne olacağının cevabını arar. Bu cevap objelerin temasının ardından fizik yasalarının nasıl çalışacağıyla ilgilidir. Yani yer çekiminin yüksek olması ya da olmaması, cismin ağırlığı bu aşamayla ilgili olacaktır. Bu aşamanın adı “temas yönetimidir” (Bender ve diğerleri, 2012, s. 3).

Temas sonrası uygulanan kuvvetin çözümlenmesi ise çarpışmayı çözme olarak adlandırılır. “İtici kuvvetler obje hızlarında anlık değişikliklere neden olur.” (Bender ve diğerleri, 2012). Yani bir cisme etki eden kuvvet, cismin hızında değişime sebep olur. Kuvvetin uygulanış süresinin artması ya da büyüklüğündeki artış cismin hızında daha büyük değişimlere sebebiyet verir. Dolayısıyla bu aşamada cisme ya da cisimlere etki eden kuvvet hesaplanır. “Tüm temas kuvvetlerini hesapladıktan sonra, simülasyon döngüsünün yeni bir yinelemesi başlamadan önce, cisimlerin pozisyonları ve hızları zamanda ileri entegre edilir.” (Bender ve diğerleri, 2012, s. 3). Yani cisimlerin hangi yöne doğru savrulduğu, hızları yeniden ayarlanır.

Kısa bir şekilde yeniden özetlemek gerekirse, her bir rijit cisim kendi içerisinde sınırlara sahiptir. Bu sınırların kesiştiği noktalar cisimlerin temas ettiği anlamına gelir. Sistem ilk olarak bunu arar. Aşağıdaki figürde görüldüğü gibi demir bir kürenin rijit küp parçalarına çarpmasıyla objelerin rijit sınırlarının kesişmesi, teması başlatır. İkinci aşama da ise temasın yani çarpışmanın ne boyutta olduğu değerlendirilerek objelere etki eden kuvvet hesaplanır. Son aşama da ise objelerin, kuvvete göre yeniden konumlandırılma aşamasıdır. Simülasyon sonrasında aynı döngüye girecektir (Bender ve diğerleri, 2012, s. 3).



Resim 27: Katı Cisimlerin Fiziksel Olarak Savrulduğu Bir Sahne (*Guru, 2014*)

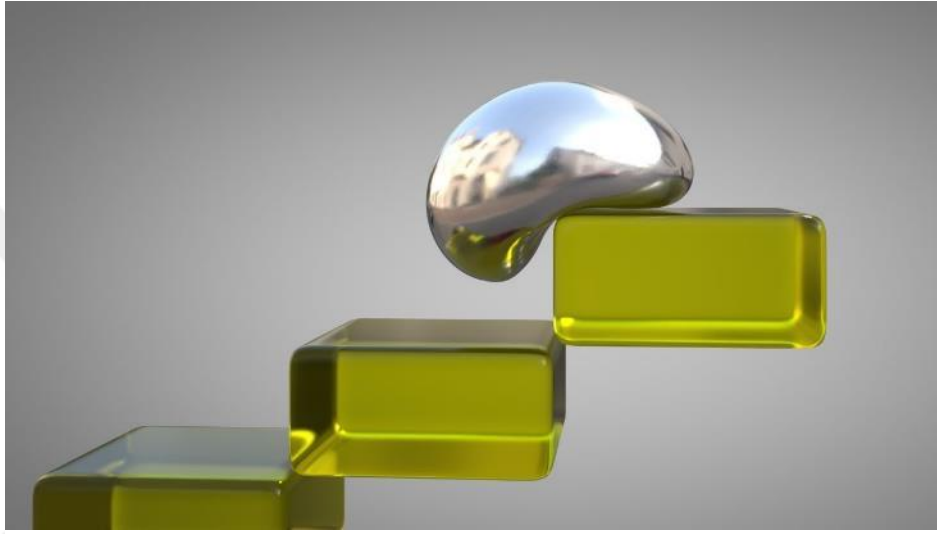
2.1.4.2. Yumuşak Cisimler

Yumuşak cisimler adından da anlaşılacağı gibi yumuşak yapıli nesnelerin simüle edilmesinde kullanılır. Örneğin insan cildi yumuşak bir yapıya sahiptir. Bu yönüyle esneyebilir yayılabilir, yani rijit cisimler gibi sert bir yapıya sahip değildir.

Bu tarz bir yapıyı oluşturmak için kütle yay sistemlerinden faydalanılır. Parçacıklar arası yay kuvveti (kütle yay sistemleri), uygulanması ile oluşurlar, diğer bir deyişle, belirli noktalarda simüle edilen yaylar ile tasarlanırlar.

Kütle yay sistemleri son yılların en basit fiziksel tabanlı modellerinden birisidir. Bu yönü onun popülerliğini arttırmıştır. Kütle yay sistemleri, “Hooke Yasası” ilkelerine dayanarak çalışır. “Hook yasası, gerçekte bir yayın, dış kuvvetler tarafından sıkıştırılıp ya da genişletildiğinde nasıl davrandığına dair faydalı bir yaklaşır sunar.” (Kenwright ve diğerleri, 2011, s. 2).

Uygulanacak modelin uçları arasına yerleştirilen kütle yayları, yine kendisine uygulanan dış kuvvetlere tepki verir. Sonuç olarak modelde esnek hareketler meydana gelerek, yumuşak cisim hareketleri benzer şekilde simüle edilmiş olur. Bu esneklik birçok farklı yöntemle olabilir. Bu yöntemler; sert kuvvet metodu, kütle yay vokselasyonu, düzgün ızgara kütle-yay dağılımı, iç/dış şekilli yapı iskelesi, kabuk yöntemi, tetrahedron kütle-yay dağılımı, voronoi bölgeleri ve delaunay nirengi şeklinde sıralanabilir (Kenwright ve diğerleri, 2011, s. 3-4).



Resim 28: Yumuşak bir Maddenin Simüle Edilmesi (*C4D4U, 2018*)

2.1.4.3.Akışkanlar

Akışkanlara kadar bahsedilmiş olan, tüm fizik yöntemlerinde ön plana çıkan, temelde katı maddelerin simülasyonuydu. Bu katı maddeler her ne kadar değişik fiziksel özellikler gösterse de, temelde katı madde olmalarından dolayı benzer fiziksel yapılarla sahiptirler.

Temelde doğada maddenin 4 hali bulunur. Katı, sıvı, gaz ve plazma halleri, aslında maddenin durumu hakkında bize bilgi verir. Maddelerin bu değişken halleri, ona fiziksel ve kimyasal bir dizi özellik katar. Katı bir madde girdiği kabın şeklini alamaz, fakat sıvılar ve her ne kadar görünmese de gazlar girdikleri kabın şeklini alabilirler. Bardaktaki su, soluduğumuz hava, ya da jel olan diş macunu gibi akışkanlar, örnek olarak gösterilebilir. Akışkanlar farklı bir fiziksel özelliğe sahiptir. Kesilmezler, eğilip bükülmezler ve genellikle girdikleri kabın şeklini alarak kendilerini yeniden düzenlerler.

Akışkanlar böylesine farklı bir yapıya sahip olduğu için, akışkan fiziğinin

hesaplanması ve onun görsel yönden en iyi şekilde tasvir edilmesi karmaşık bir işlemdir. Bilgisayarların henüz görsel endüstriye dahil olmadığı dönemde akışkanların davranışları matematiksel olarak hesaplanabiliyordu. Bilgisayarların görsel endüstride kullanılmasıyla sıvıların görsel olarak tasarımı arzulanmaya başlanmıştı. Fakat hesaplanabilir akışkanlar dinamiği(CFD), görsel efekt düzeyinde düşünüldüğüne sıvı simülasyonları için karmaşık ve çok fazla gereksiz detay içeren bir yaklaşım sunmaktadır (Seymour, 2011). Sanal bir sıvı simülasyonu konusunda ciddi ilk adım Nick Foster ve Dimitri Metaxas'ın çalışmasıdır. “Foster ve Metaxas'tan önce, görsel efektlerdeki çoğu su, çoğunlukla iki boyutta(2B) veya yer değiştirme ve çarpma haritası hileleriyle, fizik tabanlı olmayan yöntemler kullanıyordu.” (Seymour, 2011). Foster ve Metaxas, Navier Stokes denklemlerini sanal sıvı simülasyonu için uygulamayı başarmıştır.

Navier Stokes denklemleri gazlar dahil çeşitli sıvıların hareketlerini hesaplamak amacıyla kullanılan büyük bir denklem dizisidir. İsmi, Claude-Louis Navier ve George Gabriel Stokes'dan alan bu denklemler, bugün günümüzde birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Örneğin bir suyun boru içerisindeki hareketi, bir uçağın kanatlarındaki havanın akışı gibi birçok akışkan hareketi bu denklemler ile hesaplanabilmektedir. “Navier-Stokes denklemleri sıvı fenomenini doğru bir şekilde simüle etmek için kullanılabilir.” (Foster & Metaxas , 1996, s. 4).

Navier-Stokes denklemleri dışarıdan ürkütücü ve karmaşık olarak gözükse de temelleri bilinen fizikten çok da uzak değildir. Bu denklemler Newton'un ikinci kanunundan ($F=m.a$) türetilmiştir. Navier-Stokes denklemlerinin sonucunda bir hız alanı ya da bir vektör elde edilir. Yani bu denklemlerin sonucunda normal bir sayı elde edilmez. Akışkanları simüle etmek için yalnızca matematik formülleri yeterli olmamaktadır. Hesaplama zorlukları gibi faktörler düşünüldüğünde akışkan simülasyonlarında birçok farklı yaklaşım geliştirilmiştir. Bu yaklaşımlar;

Smooth Particle Hydrodynamics,
Volume Grid,
Marker and Cell,
Particle in Cell,
Fluid-Implicit-Particle olarak sıralanabilir (Seymour, 2011).



Resim 29: Sıvı Simülasyonu Örneği (CGGeek, 2017)

2.1.4.4.Parçacık Sistemi

Çoğu zaman bir film sahnesinde alevler, dumanlar, su damlaları, kar yağışı, savrulan küller gibi doğal birçok olayı ya da sihir parıltılarını, etkileyici sim parıltılarını görebiliriz. Sihir parıltıları gibi görseller hariç, bu olayların birçoğu günlük yaşamda denk gelebildiğimiz olaylardır. Tüm bu görseller film içerisinde özel efektlerin kullanımıyla yaratılabilir. Fakat bazen çeşitli sebeplerden ötürü özel efektler kullanılmak istenmeyebilir. Bu gibi özel efektlerin kullanılmadığı durumlarda bu efektlerin dijital olarak var edilmesi gerekir ve bu efektler parçacık sistemi olarak adlandırılan yöntemle üretilirler.

“Parçacık sistemi, birlikte bulanık bir nesneyi temsil eden çok küçük parçacıkların bir koleksiyonudur.” (Reeves, 1983, s. 360). Parçacıklar genellikle toz, duman, ateş ve su gibi görsel efektlerin tasarımında kullanılırlar. Bu parçacıklar temelde çok küçüktürler ve bir araya gelerek istenilen görseli oluştururlar. Parçacıklar bir hayat döngüsüne sahiptir. Yani doğarlar, gelişirler ve en sonunda ölürlər. Doğum aşamasında bir oluşturucu konumundan, parçacıklar üretilir. Bu parçacıklar üç boyutlu uzayda hareket etmeye başlarlar. Üretilen parçacıklar atanan özelliğe göre gelişir, yani renk şeffaflık boyut gibi fiziksel özellik yönünden değişim gösterirler. Vakti dolan yani ömrünü tamamlayan parçacıklar ise yok edilerek sistem dışına çıkarılırlar.

“Bu doğal harekete ek olarak, işleri karıştırmak için simülasyonlar eklenebilir.” (Wright, 2008, s. 14). Yani parçacık sistemleri simüle edilirken fizik kanunlarına uygun

şekilde oluşturulabilirler. Yer çekiminin değiştirilmesi hatta yok edilmesi, parçacıklara rüzgar uygulanması, türbülansa sokulmaları, yapay bir zemine çarpmaları gibi birçok fiziksel durum simüle edilerek tasarlanabilirler.



Resim 30: Partikül Efektleri ile Oluşturulmuş Parıltılar (*Light 'Boids' Particle System - Finding Essence, b.t.*)

2.1.5. Lighting-Aydınlatma

Işık olmadan görmek mümkün değildir. Bir ışık kaynağı çevreye ışık yayar, Gözümüz ve kameralar ışık sayesinde görüntü oluştururlar. Işık burada anlatılamayacak kadar fazla fizik bilgisine sahiptir ve uzun bir literatüre sahiptir. Burada daha çok gerçek dünyadaki gibi bir ışıklandırmanın nasıl olduğuyla ilgili temel hatlar anlatılacaktır.

Dünyamız tek bir ışık kaynağından yani güneşten gelen ışıkla aydınlanır. Güneşin konumlanmasına göre ışık miktarı ve yönü değişebilir. Fakat bunun dışında aydınlatmayı etkileyen diğer unsurlardan olan bulut, sis, atmosfer gibi diğer etkilerde vardır. Atmosfer bir ışık kaynağı olmasa da ışığın yayılımında önemli bir etkiye sahiptir. Bu etkiyi daha iyi anlamak için atmosfersiz bir ortamda örneğin ayda güneş ışınlarının nasıl yayıldığı ve yüzeyde nasıl bir aydınlatmaya sahip olduğu açık bir şekilde görülebilir. Dolayısıyla görsel efektlerle oluşturulmuş bir sahnede gerçek dünyadaki gibi bir açık hava aydınlatması simüle edilmek istenirse atmosfer gibi diğer etkilerde göz önünde bulundurulmalıdır (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 125).

Güneş dışında dünyamızda yapay olarak oluşturulmuş başka ışık kaynakları da

vardır. Evdeki ampuller, el fenerleri, neon ışıklar, LED kaynaklar bunlara örnek olarak verilebilir.

2.1.5.1.Point Light - Noktasal Işık

Nokta ışığı tek bir noktadan ortaya çıkarak yayılan ışığı temsil eder. “Adından da anlaşılacağı gibi, noktasal ışık sonsuz derecede küçük bir noktadan ışık üretir...” (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 205). Bu ışık kaynakları sonsuz küçüklükte tek bir merkezden başlayarak her yöne doğru yayılan yuvarlak bir aydınlatma sunar.

Noktasal ışıklar yalnızca küresel bir biçimde ışık yayabilir. Uzatılmış flüoresan tüpler, dikdörtgen armatürler, neon tabelalar ve diğer tüm küresel olmayan aydınlatma armatürlerini taklit etmek (imkansız değilse de) zordur. (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 205) .

2.1.5.2.Spot Light – Spot Işığı

Spot aydınlatma tıpkı nokta ışığı gibidir. Onu noktasal ışıktan ayıran en önemli farkı nokta ışığı gibi 360 derecelik her yöne bir aydınlatma yapmamasıdır. Spot ışığı tıpkı bir koniye benzer şekilde ışığın yayılmasını sağlar. “(...) spot ışığı esasen sınırlı, ayarlanabilir bir emisyon konisi olan bir nokta ışığıdır.” (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 205).

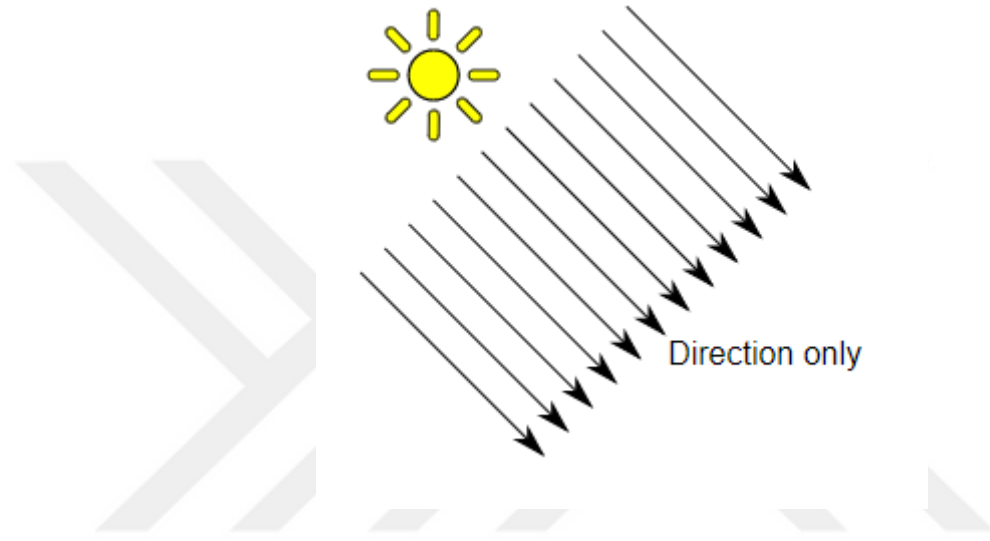


Resim 31: Noktasal Işık Solda, Spot Işığı Sağda (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 205)

2.1.5.3.Directionall Light - Yönlü Işık

Yönlü ışık, tıpkı spot, noktasal ışık çeşitlerinde olduğu gibi yalnızca tek bir nokta üzerinden meydana gelerek yayılan tiptedir. Bu ışık türünü diğerlerinden ayıran en önemli

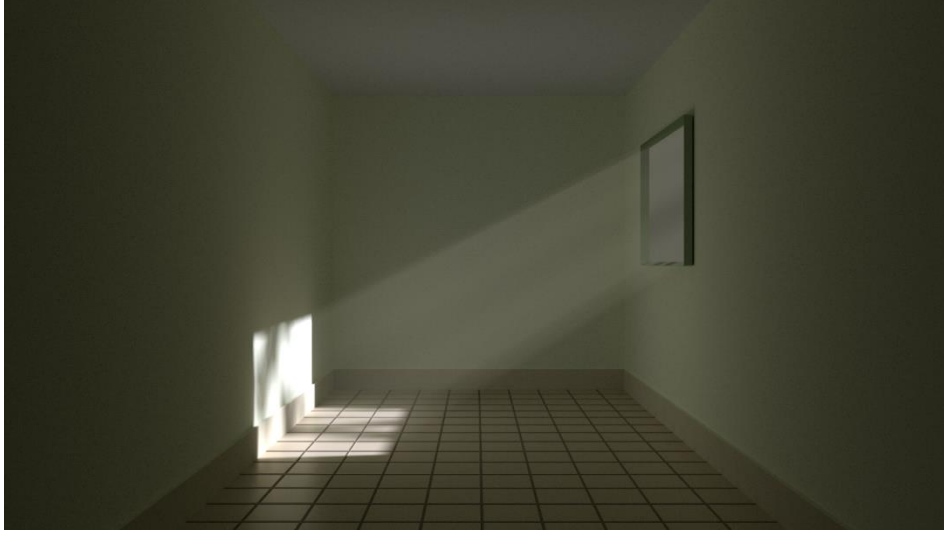
fark, konum olarak herhangi bir etkiye sahip olmamasıdır. Yönü olan ışık adından da anlaşılacağı gibi yalnızca yön(rotation) olarak etki sağlar. Bu yönüyle de bu ışık tipi güneş ışığının simüle edilmesinde etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. “Yönlü ışık bu nedenle hem gerçek zamanlı hem de çevrimdışı işlemede hala yaygın olarak kullanılmaktadır.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 206).



Resim 32: Yönlü Işığın Temsili (*Types of light, b.t.*)

2.1.5.4. Volumetric Light - Hacimsel Işık

Hacimsel ışık ışığın belirgin şekilde görüldüğü bir oluşumdur. Doğada bazen, nem sis, toz ve dumanlardan kaynaklı olarak ışık huzmelerinin olduğu görülebilir. Bulutlardan dosdoğru aşağıya süzülen ışıklar huzme şeklinde daha belirgindir. Hacimsel ışık dijital olarak bu etkiyi sağlamaya yarar. “Bu senaryolar, alacakaranlık ışınları (diğer adıyla güneş ışınları veya tanrı ışınları), bir odaya giren güneş ışığı parçacıkları veya bir sahnedeki spot ışık ışınları gibi atmosferik olayları içerir.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 136).



Resim 33: Hacimsel Işık Örneği (*Volumetric lighting, b.t.*)

2.1.5.5.Ambient Light - Ortam Aydınlatması

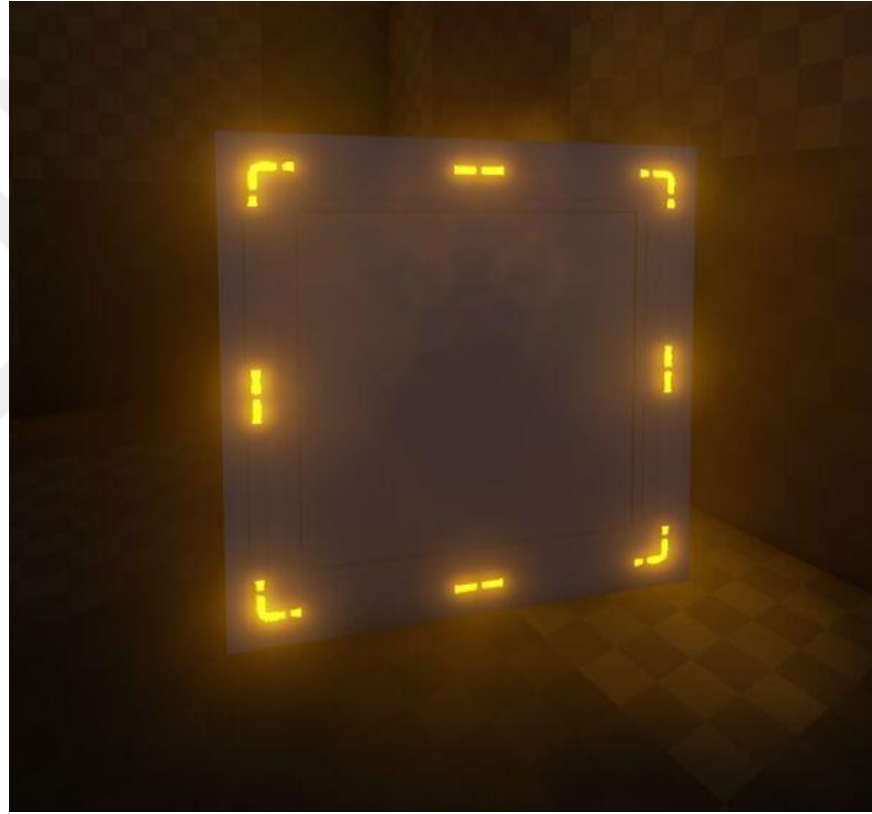
Ambiyans aydınlatması fiziksel bir ışığı ifade etmez, bunun yerine daha çok kavramsal olarak karşımıza çıkar. Çünkü gerçek hayatta ambiyans ışığı diye bir şey yoktur. “(...)“ortam ışığı” diye bir şey gerçekten yoktur”. (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 105). Normalde tüm ışıklar A noktasından hareket ederek hedef noktasına ulaşır. Fakat çevredeki diğer etkilerle beraber çok yönlü bir hale gelir. “Tüm aydınlatma, farklı bir kaynaktan yayılan yönlü ışık olarak başlar, ancak bu aydınlatmanın bir kısmı, yüzeylerden yansıdığı veya katı, sıvı veya gaz halindeki hacimler tarafından çizildiği için çok yönlü hale gelir.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 105). Dolayısıyla güneşten gelecek bir ışık bulutlu havalarda çevreye dağılarak doğrudan olmasa da daha yumuşak bir aydınlatma sunar.

2.1.5.6.Emission - Yayma

Emisyonun sıfır olması yüzeyi bir ışık kaynağı haline getirir. Bu tip bir aydınlatma yüzeyde parlaklık yaratarak bir ışık kaynağını oluşturur. “(...) emission, sahneye az ışık katan (uzak ışık kaynakları, yıldızlar veya neon tabelalar gibi) ve fosforesans ve biyoluminesans gibi etkilere katkıda bulunan kendi kendini aydınlatan yüzeyler için faydalıdır.” (Dinur, The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games, 2022, s. 232).

Fakat yüzeyi daha parlak hale getirmek için emission kullanımı her zaman tavsiye edilen bir durum değildir. Çünkü kendi içerisinde birtakım sorunlar çıkartabilir hatta fotogerçekçilik konusunda görüntü zarar görebilir.

Bir yüzeyi daha parlak hale getirmenin veya sıvada öne çıkmasını sağlamanın bir yolu olarak emission kullanılması tavsiye edilmez. Bunu yapmak, enerjinin korunumu yasasını ihlal eder ve görüntünün fotogerçekliğin tutarlılığına zarar verir. Yüzey artık sahnede ek bir ışık kaynağı olarak işlendiğinden, aynı zamanda işlemeyi de yavaşlatabilir. Emission sadece kendi kendini aydınlatan yüzeyler için kullanılmalıdır. (Dinur, *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*, 2022, s. 232).



Resim 34: Örnek Çalışma (*Using the Emissive Material Input, b.t.*)

2.2.Görsel Efekt Uygulamaları

2.2.1.Match Moving - Hareket Eşleme



Resim 35: Hareket Eşleme Uygulanmış Bir Robot (*Lebrov, 2018*)

Hareket eşleme işlemi, sonradan var edilen görsel efektlerin gerçek görüntülere aktarılma işlemini ifade eder. Örneğin dijital şekilde modellenmiş olan bir robotun filme aktarımı istendiğinde, robotun görüntüsü, özellikle kameranın hareketlerine başlangıçta uzaktır. Bu dijital modelin görüntü içerisinde yer alan bir obje gibi kamera açılarına tepki verebilmesi için hareket eşleme yöntemi kullanılır. Hareket eşlemenin temel mantığı basittir. Gerçek kamera ile sanal kameranın senkronize ve uyumlu çalışması onu başarılı kılar.

Canlı çekim kamerası hareket ediyorsa, CGI kamera da hareket etmelidir, böylece CGI canlı çekimin değişen perspektifiyle eşleşir. Sadece CGI kamera hareket etmek zorunda değil, aynı zamanda canlı aksiyon kamerasıyla mükemmel bir uyum içinde hareket etmesi gerekiyor. (Wright, 2008, s. 5).

2.2.2.Set Extension - Set Uzatma

Set uzatma arka plana ek alanlar ekleme ve tıpkı ismiyle de anlaşıldığı gibi seti, içerisinde çekilen bir sahneyi olduğundan daha büyük gösterme konusunda oldukça faydalıdır. Arka planda ufukta olmayan dağların yerleşimi, bir savaş alanının tasvirinde uzak şehrin yıkıntıları, çevredeki moloz parçaları, mekanın değişimi gibi konular set uzatmaya örnek olarak verilebilir.

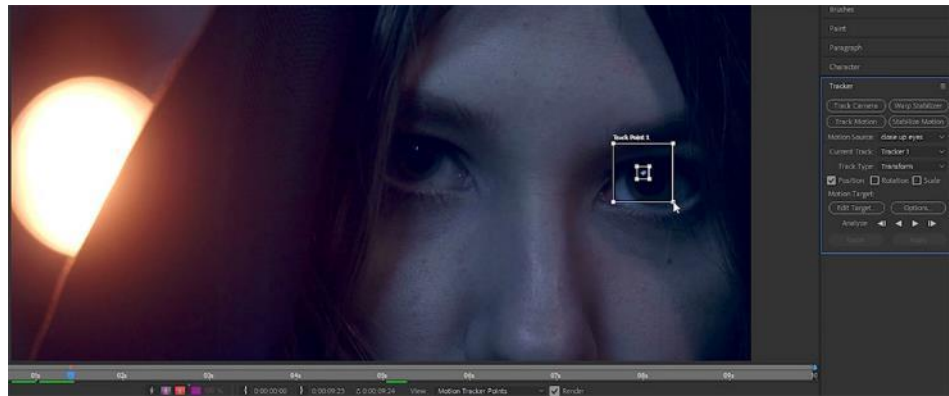
Set uzatma uygulamalarında sahne rengi ile eklenen görsellerin renk ve ışık uyumu iki birleşimin oluşturacağı gerçekliği yakalamak adına önem arz etmektedir. Bu yüzden eklenen bu öğeler sahne ile fiziksel olarak belirli bir uyum ve ahenge sahip olmalıdır (Wright, 2008, s. 5).



Resim 36: Set Uzatma Örneği (*Filming 'Abroad': How to Save Big on Your Next Shoot with VFX | Pond5, 2016*)

2.2.3.Motion Tracking - Hareket Takibi

Hareket takibi, hareket eşleme ile benzer bir mantığa sahiptir. Fakat burada ön plana çıkan, hareket eşleme üç boyutlu olarak kullanılırken, hareket takibi iki boyutlu olarak kullanılır. “Hareket izleme genellikle sadece birkaç noktayı takip eder ve bu verileri bir 2D görüntüyü başka bir 2D görüntü üzerinde takip için kullanır.” (Wright, 2008, s. 5). Örneğin savaş uçaklarında ülkelere ait bayraklar ve madalyonlar kullanılır. Bir görsel efekt ile bu madalyonlar veya bayraklar, 2 boyutlu yazılar ve görseller hareket izleme ile eklenebilir.



Resim 37: AFX Programıyla Hareket Takibinin Yapılması (*Cinecom.net, 2017*)



Resim 38: Hareket Takibinin Uygulanmasının Ardından Görsel Efektin İstenilen Alana Yerleştirilmesi (*Cinecom.net, 2017*)

2.2.4.Bullet Time Shots – Mermi Zamanı

Mermi zamanı ilk kez Matrix'te Neo'nun mermilerden yavaşlatılmış şekilde kaçtığı, kameranın da bu esnada Neo'nun etrafında döndüğü sahnede ön plana çıkmıştır. Sevilmesi ve kullanışlı bulunmasıyla bugün çokça kullanılan bir yöntem haline gelmiştir.

Grafiksel olarak, mermi zamanı, kameranın bir daire içinde hareket ediyor gibi görüldüğü, aksiyon farklı hızlarda ilerledikçe merkezi bir aktörü odakta tutan ve kahramanın, izleyicinin olayları "mermi hızında" algıladığını gösteren uzun bir çekimden oluşur. (Rehak, 2007, s. 27).

Yani aslında halk arasında ağır çekim olarak anılan hızlandırılmış çekim görüntülerin birçok açıdan elde edilmesini ifade eder. Fakat bu çekimler bilindik slow motion olarak tabir edilen teknikle elde edilmezler. Bu teknikle elde edilmesi gereken görüntüler çok çok yavaş bir görünüme sahip olmalıdır. Kameraların ise bu yavaşlıkta görüntü elde edebilmesi için yüksek derecede süratli bir şekilde hareket etmesi gerekir. Fakat bu şekilde bir görüntü elde etmek pek ideal bir fikir olarak görülmemekte bu yüzden fotoğraflama yöntemi kullanılmaktadır.

Mermi zamanı uygulamasında görüntüler, mavi ve yeşil perde önünde duran aktörün karşısında tıpkı bir yayı andıracak biçimde dizilmiş, bir dizi fotoğraf makinesinin görüntüleri yakalamasıyla elde edilir. Burada her bir fotoğraf makinesi kendi açısına göre

kare elde eder. Bu sayede ilgili aktörün birçok farklı açıdan görüntüsü elde edilmiş olur. Bu görüntüler bilgisayar yardımıyla birleştirilir, aradaki eksik sayılabilecek görüntülerde yine bilgisayar yardımı ile tamamlanır (Rehak, 2007, s. 27).



Resim 39: Matrix Filminden Mermi Zamanı Örneği
(FlashbackFM, 2016)

2.2.5.Warping and Morphing Eğme ve Bükme

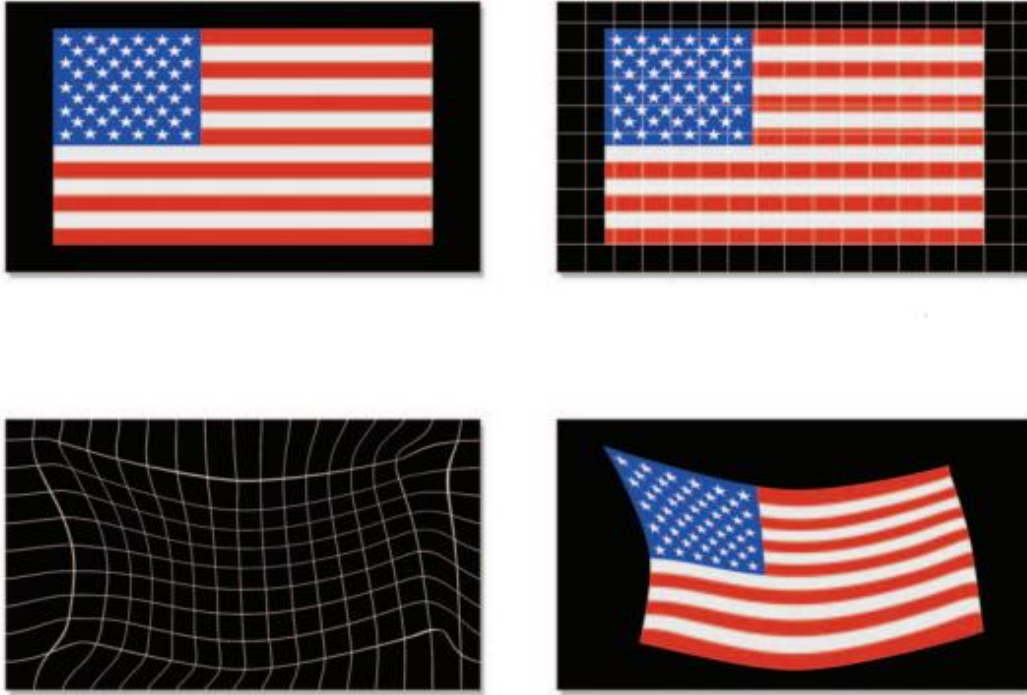
2.2.5.1.Warping

Warping işlemini anlayabilmek için bir görselin esnek bir biçimde biçimlendirilmesi hayal edilebilir. Bu tıpkı bir oyun hamurunun yüzey üzerinde biçimlendirilmesi sığdırılması gibidir. Çoğu zaman görselin sığdırılması amacıyla onun esnek bir biçimde eğilip bükülmesini sağlama işlemidir. Eğme işlemi mesh warps, spline warps, procedural warps olarak üçe ayrılır (Wright, 2008, s. 146).

2.2.5.2.Mesh Warps

Mesh Warps ilk nesil görüntü eğme biçimidir. Çalışma prensibi olarak bir ağ üzerine eklenen görselin ağı değiştirilmesiyle beraber hareket etme işlemine bağlıdır.

Yani bir ağ üzerinde eşlenen resim ağ hareket ettikçe onunla beraber hareket eder. Bu yönüyle adeta ağ ile özdeş gibidir. Bu yöntemle bir bayrağın dalgalanması gibi hareketler oluşturulabilir (Wright, 2008, s. 147).



Resim 40: Mesh Warp yöntemi, soldan sağa resim üzerine bir ağ eklenmesiyle resimde oynamalar yapılabilmektedir (*Wright, 2008, s. 147*)

2.2.5.3. Spline Warps

Spline görüntü eğme işlemi mesh sistemine göre farklı bir çalışma prensibine sahiptir. Spline kullanımı belirli bir alanı eğmek uzatmak için faydalıdır. Yalnızca splinelar ile seçilmiş alanlar üzerinde deformasyon işlemi yapar. Splinelar bozuldukça görüntülerde bozulur ve deforme olur (Wright, 2008, s. 148).



Resim 41: Spline Warps Yöntemi (*Wright, 2008, s. 148*)

2.2.5.4. Procedural Warps

Prosedürel çarpıtma işleminde görüntünün bozulmasını sağlamak için matematiksel denklemler kullanılır. Denklemin görüntüyü bozması açısından kolaydır fakat yalnızca denklemin izin verdiği ölçüde görüntü üzerinde değişim yapmaktadır (Wright, 2008, s. 149).



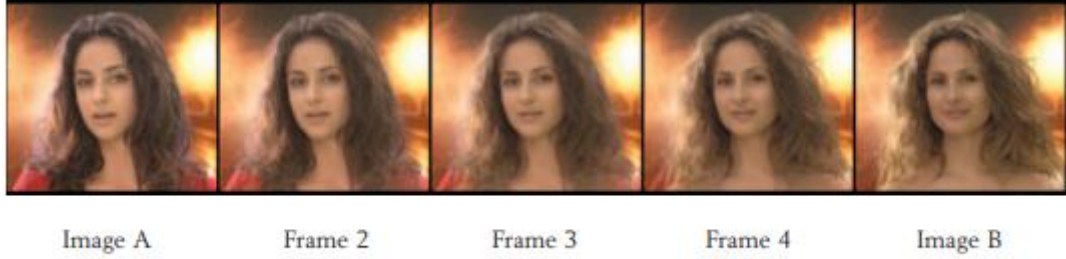
Resim 42: Procedural Warps Yöntemi (*Wright, 2008, s. 149*)

2.2.5.5. Morphing

Morphing işlemi görüntünün bir başka görüntüye dönüşümünü sağlama işlemidir. İlk defa Lon Chaney, Jr.'ın Kurt Adam filminde uygulanmıştır.

Morphing uygulayabilmek için değişmesi gereken iki görüntü üzerinde warping

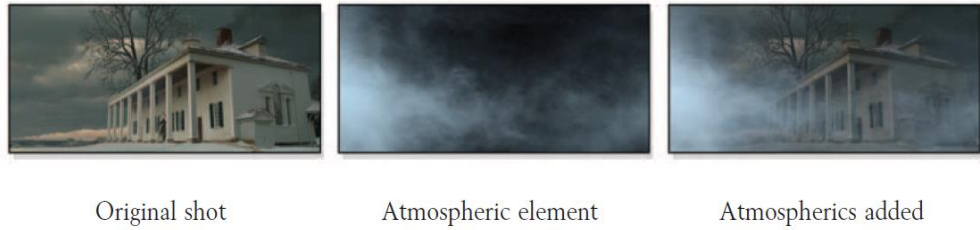
uygulaması yapılır. Görüntüler dönüşümü istenen görsel için uygun şekilde eğilip bükülür ve zamanla saydamlaşarak kaybolur. Diğer görüntü de eğilip bükülerek zaman içinde orijinal haline geri döner (Wright, 2008, s. 149).



Resim 43: Morphing ile Değiştirilen İki İnsan Yüzü (Wright, 2008, s. 150)

2.2.6. Atmospherics – Atmosfer

Atmosferik öğeler genellikle sis, pus, duman, ekrana yansıyan ışıklar gibi atmosfer etkisi olarak nitelendirilebilecek efektleri içermektedir. Örneğin bir korku filminde, göl etrafında ya da bir evin çevresinde dumanların olduğu bir sahne var edilmek istenebilir. Bu efektler özel efekt kullanım yoluyla yani fiziki anlamda gerçekten var edilebilir fakat gerçek anlamda kullanımı istenmediğinde atmosferik efektlerin eklenmesiyle kolayca var edilebilir. Çoğu zaman gerçekten sis, yağmur, kar gibi atmosfer etkileri çekim sırasında gerçekleşmeyebilir ve bunları var etmek o an için mümkün de olmayabilir. İşte böyle durumlarda atmosfer efektleri kullanılarak istenilen bu öğeler var edilebilir (Wright, 2008, s. 11).



Resim 44: Atmosfer Efektinin Eklenmesi(Soldan Sağa Orijinal Sahne, Atmosferik Öge, Efektin Eklenmesi) (Wright, 2008, s. 11)

2.2.7.Wire Removal - Kablo Silme

Kablolar çoğunlukla karakterlerin bir yerden başka bir yere uçuğu, havalandığı, fizik kanunlarının aksine hareket ettiği sahnelerde sıklıkla kullanılır. Bu kablolar çekim esnasında gerçek anlamda fiziksel olarak vardır, aktörün yerçekimine fiziğe meydan okumasında ona yardım eder. Kablolar her ne kadar faydalı olsa da görsel efektin amacına ulaşabilmesi için izleyiciye gösterilmemesi gerekir. Çekim sonrasında kabloların dijital olarak silinmesi bu yüzden elzemdir.

“Hareket izleme, çarpıtma, dönüştürme, rotoskop, birleştirme ve hatta dijital boyama gibi yukarıda açıklanan tekniklerin tam kitaplığını kullanarak, teller kare kare kaldırılır.” (Wright, 2008, s. 13). Fakat burada önemli olan tellerin kaldırıldıktan sonra görüntü de herhangi bir şekilde aşırı bir değişimin olmamasıdır. Kabloların kaldırılmasının ardından arka planda gerekli düzeltme ve değişimin sağlanması önemlidir. “Süreç çok karmaşık hale gelebilir çünkü tellerin çıkarıldığı arka plan bölgesi değiştirilmelidir. Tel çıkarma işlemi mavi ekranlı bir çekim içinse, bu daha az sorun teşkil eder.” (Wright, 2008, s. 13) .



Resim 45: Matrix Filminden Kablo Silme Örneği (*Imdb, The Matrix Revisited, 2001*)

2.2.8.Crowd Duplication - Kalabalık oğaltma

Çoğu zaman sahne içerisinde yüzlerce ya da binlerce kişinin olması gerekebilir. Bu bir savaş sahnesinde ya da bir futbol stadyumunun gösterildiği sahnede gerçeği yansıtma ve istenilen hissiyatı vermede gereklidir. Zira coşkulu bir futbol maının anlatıldığı bir film sahnesinde stadyumun boş kalması, filmin vermek istediği hissiyatı zedeleyebilir, bu hissiyatı güçlendirmek için stadyumu gerçekten binlerce kişi ile doldurmak da gerek maliyet, gerek zaman, gerek diğer açılardan pek mantıklı bir fikir değildir. Bu yüzden kalabalık çoğaltma yöntemi kullanılır.

Prosedürel ve doğrudan birleştirme olmak üzere temel olarak iki kalabalık çoğaltma yöntemi bulunmaktadır. Prosedürel yöntemde bilgisayar birbirine yakın alanları rnekleyerek bu yönde bir piksel değişimi yapar. Böylece her kare yeniden üretilerek canlandırılır (Wright, 2008, s. 11).

Doğrudan birleştirmede ise belirli bir sayıda gerçek anlamda bir kalabalık oluşturulur. Oluşturulan kalabalığın görüntüsü kaydedilir, ardından farklı bir konumda tekrar bir araya getirilerek tekrar kayıt altına alınır. Bu işlem boşluklar doldurulana kadar devam eder. En son alanın boş bir görüntüsü elde edilerek, tüm görüntüler bilgisayar ortamında birleştirilir (Wright, 2008, s. 11).



Resim 46: Kalabalık oğaltma rneği (*Rodeo FX*, 2013)

2.2.9.Rotoscoping - Rotoskop

Mavi ya da yeşil ekran kullanılmadan çekilen bir sahnede, bir objenin bir

karacterin izole edilmesi, arka planın değiştirilmesi ya da izole edilen bölüm üzerinde renk gibi görsel düzenlemelerin yapılması istenebilir. Bu gibi durumlarda mavi bir perde kullanımı da olmadığı için ilgili objenin rotoskop olarak isimlendirilen bir yöntem ile izole edilmesi gerekir.

Rotoskopun oldukça eski bir geçmişi vardır. 1917 yılında Max Fleischer tarafından patenti alınmıştır (Lukmanto, 2017, s. 13). Fleischer'ın patentini aldığı bu cihaz yarı saydam(buzlu cam) bir yüzeyden oluşan mekanik bir sistemdir. Bu sistemle yarı saydam olan bu yüzeyin arkasındaki görüntüler suretler kullanılarak gerçekçi animasyonlar oluşturulmuştur. Disney Pamuk Prenses ve Yedi Cüceler'deki (1937) karakterleri canlandırmak için rotoskopu kullanmıştır (Lukmanto, 2017, s. 13).

Teknolojinin ilerlemesiyle, rotoskop uygulamaları da gelişim göstermiş kullanım yönünden genişlemiştir. Örneğin Star Wars'ta ışın kılıçları, Titanic'teki, Jack ve Rose'un güverte sahnelerinin yakın çekimlerinde rotoskop kullanılmıştır. Ayrıca Jurassic Park, The Lost World gibi birçok ikonik filmde de rotoskop uygulamaları görünür (Lukmanto, 2017, s. 14).

Günümüzde dijital ortamda yapılan rotoskop uygulaması maskeleme ve pikseller arasındaki renk farkı ile yapılabilmektedir. Görüntüden izole edilmek istenilen alan kare kare detaylı bir şekilde maskelenir. Rotoskopu daha iyi anlamak için bir örnekten yola çıkılırsa, örneğin bir sahnede karakter hariç herkesin siyah beyaz olması istenirse rotoskop uygulanabilir. Sahne üzerinde karakter detaylı bir şekilde maskelenerek görüntüden bir nevi ayrılır. Artık maskelenen alan dışındaki yerler siyah beyaz bir renk düzenine geçirildiğinde maskelenmiş alan bu düzenlemenin dışında kalacaktır. Aynı zamanda bu maskeli alana istenilen renk ya da düzenlemeler yapılabilir.

2.2.10.Mavi ve Yeşil Perde

Bu yöntem görüntü ekleme konusunda sıklıkla başvurulan bir metottur. Bir süper kahramanın uçtuğu bir sahnede onun dağların ya da şehirdeki binaların, bulutların arasında szlşn görmek etkileyici olabilir. Temelde tüm bu sahneler yeşil ya da mavi perde kullanılarak küçük bir stüdyoda var edilebilir.

Yeşil ve mavi perdenin kullanım anatomisi benzerdir. Yeşil bir perde önünde çekilen sahne bilgisayar ortamında düzenlenirken yeşil renk görüntüden çıkarılır ardından

bu alana istenilen görüntüler yerleştirilir. Burada önemli olan sahnede kullanılan perdeler haricinde objelerin ya da aktörlerin yeşil renge sahip olmamasıdır. Yani yeşil bir kıyafete sahip aktörün kullanıldığı bir sahnede yeşil perde kullanmak yöntemi hüsrana uğratacaktır. Yeşil renk yerine burada mavi perde kullanımı da olumlu sonuç verecektir (Finance & Zwerman, 2010, s. 16-17).



BÖLÜM 3 FİMLERİN GÖRSEL EFEKTLERİNİN İNCELENMESİ

Araştırmanın bu bölümünde iki film üzerinden görsel efektler fotogerçeklik ve sinema bağlamında incelenecektir. Bu filmler Doctor Strange ve Midway filmleri olarak belirlenmiştir. Bu filmlerin belirlenmesinde önemli ortak ve farklı konular vardır. Ortak durumda bu iki film bir çeşit imkansız durumu ele almaktadır. Doctor Strange, tamamıyla hayal ürünü düşlerde olabilecek bambaşka bir evrenle günümüz yaşamını birleştirip sihir gibi konuları ele alır. Film içerisinde yer alan sihir ve büyüler dünyamız için imkansızdır. Fiziksel dünyada gözlemlenecek şeyler değildir. Dolayısıyla bir sihri bir aktörün elinde çiçek tutması kadar gerçek şekilde herhangi bir görsel efekt olmadan temsil etmek mümkün değildir.

Midway ise tarihi bir konuyu işlemektedir. Zaman asla geri getirilemeyecek kaybı karşılanamayacak bir kavramdır. Zamanın akışı durdurulamayacağı gibi geçmişe ya da geleceğe seyahat henüz mümkün değildir. Bu yüzden geçmiş bir zamanın sinemada temsili yine aynı şekilde görsel efektler olmadan zordur. Geçmişteki bir şehri oluşturmak onu baştan yaşatmak istediğimizde görsel efekt kullanımı şarttır. Doctor Strange daha mistik bir konuyu imkansız bir düş gücünü ele alırken, Midway yaşanmış ama geçmişte kalmış tarihi bir savaşı ele alır. Bu yönüyle iki film imkansız olan durumları baştan oluşturma konusunda görsel efekt kullanımında birleşirken, yaşanmış bir olay, yaşanması imkansız bir olay noktasında ise ayrılmaktadır. Yaşanmış bir olayın tarihi belgeler ışığında nasıl olduğu, dönemin objelerinin ya da şahıslarının neye benzediği bilinir bir gerçektir. Ama Doctor Strange filmindeki gibi mistik öğelerin neye benzediği tam olarak bilinemez çünkü dünyada görsel olarak herhangi bir karşılıkları yoktur.

Bu iki filmin görsel efektleri incelenirken burada fotogerçeklik kavramı üzerinden görsel efektlerin nasıl gözüktüğü incelenecektir. Bu inceleme fotogerçekliğin gerekli olan maddeleri göz önünde tutularak yapılacaktır.

1-Alan Derinliği: Görsel efektin netlik sahasına göre konumlandırılmasıyla ilgilidir.

2-Ayrıntılar ve Kusurlar: Görsel efekt üzerindeki ayrıntı seviyesinin ve kusur gibi organik görünümüleriyle ilgilidir.

3- Gerçeklik: Görsel efektin fiziksel kanunlara, görsel gerçekliğe yakınlığıyla

ilgilidir.

4-Işıklandırma:Görsel efektin nasıl aydınlatıldığı açık alanda fiziksel evrendeki aydınlatma ile uyumluluğunun nasıl olduğuyla ilgilidir.

3.1.Doctor Strange



Resim 47: Doktor Strange Türkçe Film Afişi (*Beyazperde, 2016*)

3.1.1.Filmin Künyesi

Doctor Strange – Doktor Strange

Yıl: 2016

Tür: Aksiyon, Macera, Fantastik

Yönetmen: Scott Derrickson

Yazarlar: Jon Spaihts Scott Derrickson C. Robert Cargill

3.1.2.Filmin Konusu

Yetenekli bir cerrah olan Stephan Strange, geçirdiği trafik kazası sonucunda ellerinde kalıcı bir hasarla karşılaşır. Tıbben her yolu denese de eskisi gibi olamaz, mesleğine karşı duyduğu sevgi ve yüksek egosu yüzünden kendisini adeta tüketir. Fizik tedavi görse de bu tedavilerin bir işe yaramadığını düşünür. Tedaviyi aldığı kişi ise kendisinden daha kötü durumda tıbben tedavi olamayacak birisinin iyileştiğini ona söyler. Strange, bu duruma inanmaz, fizik tedavi uzmanı ise bunu ispatlayacağını söyler ve yapar. İlgili belgeleri mail yoluyla kendisine iletir. Strange gördüğü raporlarlar karşısında şaşırır ve derhal bu kişiyi bulmak ister. Strange, bu kişiyi bulduğunda onu basketbol oynayacak kadar sağlıklı bulur ve bu durumdan nasıl kurtulduğunu, nasıl iyileştiğini sorar. Bu kişi bir zamanlar Strange'e tedavi için gelmiş fakat Strange onu reddetmiştir. Bu kişi neyse ki Strange'e yardım etmeye karar verir ve ona Kamartaj adlı dergahı bulmasını söyler. Strange gittiği bu yerde daha önce hiç görmediği mistik sanatları öğrenir ve kısa zamanda uzmanlaşarak kendisini dünyayı korumak amacıyla olan bir savaşta bulur.

3.1.3.Genel Teknik Unsurlar

Film içerisinde kullanılan görsel efektler farklı birçok metotla ve farklı birçok görsel efekt stüdyosuyla çalışılarak oluşturulmuş olup, dijital görsel efekt yöntemlerinden faydalandığı kadar özel efekt olarak adlandırılan görsel efekt yöntemlerinden de faydalanılmıştır.

Özellikle sihirlerin oluşturulduğu sahnelerde bu görsel efektler partiküller kullanılarak oluşturulmuştur. Ayna boyutunda binaların tasarımı ve hareketi 3B programlar ile sağlanmıştır. Bunun dışında kaza, patlama gibi sahnelerde özel efektler kullanılmış, birleştirmelerde ise mavi ve yeşil perde uygulamalarına başvurulmuştur.

3.1.4.Filmin Görsel Efektler Yönünden İncelenmesi

Film içerisinde sıklıkla görsel efektlerle karşılaşırız. Çünkü filmin evreni yaşadığımız evrenden çok farklıdır. Doğa üstü güçler, bir yerden başka bir yere mekan yönünden geçiş yapmayı sağlayacak sihirli kapılar, hareket eden pelerinler, yer çekimine karşı koyan binalar filmin evren yönünden ne denli zıtlıklar ve hayal gücü içerdiğinin bir kanıtıdır. Bu noktada görsel efektler içinde iki farklı durum söz konusu olabilir. Doğal fenomenlerle ilişkin görsel efektler, dünyada olan bir şeyin nispeten zıddını temsil

edebilir. Yer çekiminin ne olduğunu biliriz ve o olmadığında ne olacağını da az çok tahmin edebiliriz. Bu bilmek, hissiyat yönünden ne olacağını nasıl hissedeceğimizi bildiren bir şey olmayacaktır. Yer çekiminin olmadığı bir ortamda bulunmayan kimse onun nasıl olduğunu deneyimleyemediği için kesin olarak bilemez. Fakat o olmadığında görsel yönden nasıl bir durum olacağını tahmin edebilir ve hatta daha önce ayda yürüyen bir astronotun hareketlerine şahit olan biri için bunun nasıl olacağını düşünmek daha kolaydır. Bu efektler hayal edilebilir nesnelerin görsel efektlerdir.

Doğa üstü fenomenlere ilişkin görsel efektler ise büyü gibi gerçek dışı öğelerin görsel efektleridir. Tamamen hayal dünyasından beslenerek ortaya çıkabilirler. Daha önce kimse görmemiştir, fiziksel özellikleri bilinemez ve tasarlanırken toplumsal bellekten, sanat tarihinden esinlenebilir.

Bu bölümde görsel efektler tek tek incelenmeyecektir, onların nasıl inşa edildikleri ya da hangi teknolojilerle yapıldıkları temel dayanak noktası olmayacaktır. Bu bölümde daha çok onları fotogerçekçi kılan niteliğin ne olduğu üzerinde odaklanılacaktır. Daha derli ve toplu bir inceleme yapabilmek için bu başlıkta filmin içindeki görsel efektler kategorize edilerek incelenecektir. Çünkü benzer özellikler gösteren aynı yöntemlerle üretilmiş görsel efektleri incelemek tekrara sebebiyet verebilir. Bunu önlemek adına sihirler ve büyüler bir başlıkta, üç boyutlu nesnelerin kullanıldığı öğeler bir başlıkta, öne çıkan görsel efektlerle beraber incelenecektir. Film içerisindeki görsel efektlerin kategorize edilmesi “Büyüler ve Sihirler”, “Üç Boyutlu Görsel Efektler” şeklinde olacaktır.

3.1.4.1.Büyüler ve Sihirler

Doctor Strange, düş ürünü olabilecek bir senaryoyu baz alan filmidir ve doğal olarak film içerisinde sıklıkla karşılaşılan gerçekte olmayan büyü ve sihirler vardır. Bu yönden anlatıyı güçlendirmek için sihirlerin görsel olarak inşa edilmesi gerekmiş burada ise dijital görsel efektlerden yardım alınmıştır.

Bu görsel efektler tasarlanırken partikül efektleriyle kombine edilmiş bir kullanım vardır. Özellikle Houdini programıyla partiküller birleştirilerek geçiş kapıları ve film içerisinde yer alan büyüler oluşturulmuştur.



Resim 48: Bir Büyü (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)



Resim 49: Sahnenin Geniş Alan Derinliği ile Elde Edilmesi (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

Yukarıdaki görselde film içerisinde Kaecilius karakterinin(ortada) yaptığı bir sihir gözükmektedir. Bu noktada bir sihrin nasıl gözüktüğü neye benzediği kesin olarak bilinemez. Elbette ki hikaye içerisinde sihrin nasıl olduğuyla ilgili bir tarif yapılabilir. Onun neye benzediği anlatılabilir ama neticede gerçekte nasıl görüneceği kesin olarak ispatlanabilir değildir. Bir kitapta anlatılan sihrin görsel betimlemesi herkesin zihninde ona nasıl inanıyorsa o şekilde belirecektir. Ama sinemada görüntü yalnızca bir tane

olacaktır herkese göre farklı görünmeyecektir. Bu nedenle görsel efektin herkesi kapsayacak biçimde bir görsel gerçeklik oluşturulması istenir.

Film içerisinde yer alan sihirler, büyüler, geçiş kapıları görüldüğü kadarıyla sıklıkla parlaklıkla ilişkilendirilmiştir. Genelde her büyüde parlaklık, şeffaflık, bir ışık kaynağı gibi davranma özellikleri vardır. Fiziksel olarak uzamda var gibi görünürler, yapıları itibarıyla daha çok iki boyutlu bir izlenim verirler. Onların fiziksel varlıklarını ekran üzerinde belirginleştirmek için fotogerçekçilik adına birtakım uygulamalar yapılmıştır.

Film içerisinde görsel olarak var olan sihirlerin neredeyse tamamında parlaklık, güçlü renkler, ateşten bir oluşumu andıran kıvılcım saçmaları gibi özelliklere sahip oldukları görülür. Toplumların çok büyük bir genel kanısıyla, genellikle sihirler büyüler parlaklıkla ilişkilendirilir, düzlem üzerinde bir tasvirleri varsa normalden çok daha değişik bir görüntüye ve şekle sahip olurlar. Burada bu tarz sihirlerin görsel yönden tasviri oluşturulurken, görsel efekt bu imaja uygun bir biçimde tasarlanmıştır. Bu yüzden film boyunca karşılaşılan görsel efektler büyük oranda ışık kaynağı gibi davranırken farklı birtakım şekillerden oluşmuştur.

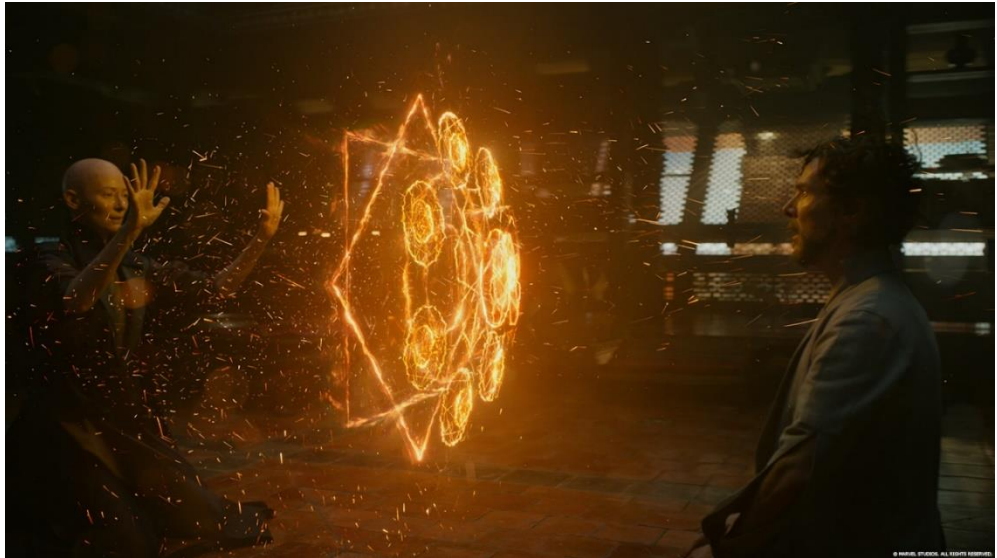
Normalde ışık kaynakları tek bir noktadan çevreye yayılırlar. Merkezleri daha güçlüdür, bir ampulün kendisine bakamayışımızın nedeni bu yüzdendir. Işık merkezden çevreye yayılırken güçsüzleşir. Bu genel anlamda güçlü ve güçsüz iki ışık kaynağı içinde böyledir. Görsel efektteki ışık gücü ne görüntüyü bozabilecek biçimde güçsüzdür ne de ihtişamını kaybedecek kadar zayıftır. Onun yaydığı ışık merkezde göz almayacak orta kuvvete sahiptir. Burada görsel efektin fotogerçekliğinin sağlanabilmesi için gerçekliğe ve kusurlara uygun bir yaklaşım sunulmuştur. Görsel efektte dikkatli bakıldığında merkezden yayılan parlaklık yumuşak şekilde çevreye dağılmaktadır. Görsel efektin hemen kenarlarındaki yumuşak kırmızı geçişlerden bunu anlayabiliriz. Bu ışık kaynağından yayılan ışık çevreye özellikle oyunculara yansımaktadır. Burada aktörlerin yardımıyla görsel efektin gerçekliğini sağlamak için fiziksel evrende bir ışığın nasıl davrandığı taklit edilmiştir. Bu sayede görüntünün izleyenler için gerçekliği pekiştirilmiştir. Görsel efekt fiziksel olarak sahada var gibi görünür. Benzer özelliklere sahip bir başka görsel efekt resim 50’de görülmektedir.

Bir diğer uygulama ise kusurların sağlanmasıdır. Kusurlar doğal şekilde her obje

üzerinde olabilir. Burada büyülerin üzerinde tamamen dümdüz bir tasvir yoktur. Yüzeyde birçok farklı değişimler çok sert olmayan renk geçişleri parlaklıklarla oluşturulmuş zıtlıklar vardır. Bu görüntü homojen bir görünümün oluşmasını engellemiş, görüntünün daha organik gözükmesini sağlamıştır. Bu sayede görüntü daha kabul edilebilirdir.

Görsel efektin çözünürlüğü görüntünün çözünürlüğüyle yeterli bir derecedir. Görüntünün çözünürlüğünden aşağıda kalmadığı gibi ondan çok daha fazla yüksek bir görüntü kalitesine sahip olması gibi durumlar yoktur. Bu yönden keskinliği göze rahatsız edici gelmemektedir daha doğal bir görünüme sahiptir.

Bu görsel efektlerin konumlandığı sahnelerde ise büyük oranda geniş bir alan derinliğinin tercih edildiği görülmektedir. Sihirle ilgili olan sahnelerin çoğunda bulunan bu tercih hem görsel efektin çevreye yaptığı etkiyi göstermekte hem de görsel efektin daha geniş bir düzlemde incelenmesine olanak sağlamaktadır. Örneğin yukarıda Kaecilius'un büyüünde net bir alan derinliği vardır. Bu alan derinliğiyle beraber tüm müritler görüntü üzerinde görülebilmekte ve görsel efektin onlar üzerinde yapmış olduğu etki de gözlemlenebilmektedir. Aktörlerin yüzlerine vuran kırmızı ışık bunun bir örneğidir. Bu sayede görsel efekt sahnenin içinde yer alan fiziksel bir obje gibi başarıyla simüle edilebilmiştir. Yine aynı şekilde aşağıda yer alan görsel efektte benzer şekilde büyüden yayılan ışıklar ve kıvılcımlar çevreye yayılmaktadır.



Resim 50: Diğer Büyü Görsel Efektleri (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

Bu geniş tutulan alan derinliği geçiş kapılarının simüle edildikleri sahnelerde de

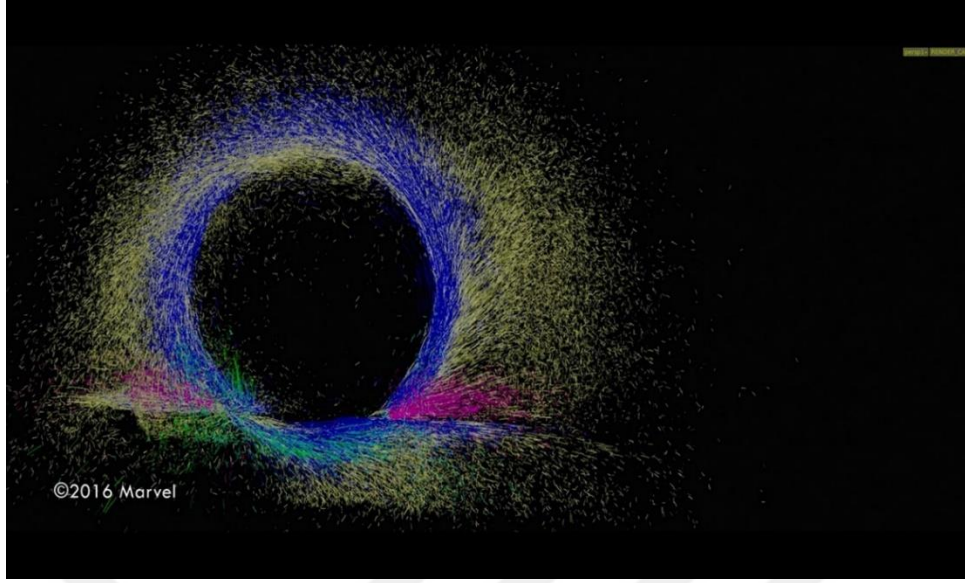
sıklıkla kullanılmışlardır. Çünkü aktörlerin bir yerden başka bir yere gittikleri geniş bir düzlemde gösterilmek istenmiştir. Burada görsel efektin çevre ile olan etkileşimi de bu sayede gösterilebilmektedir.

Film içerisinde yer alan sıklıkla görülebilecek kritik sihirlerden birisi de geçiş kapılarıdır. Bu kapılar üzerinde bir mekandan başka bir mekana geçiş yapılabilir. Everest'e geçişe ya da tapınakta Londra'ya olan ani geçiş birçok mekânsal değişimde kullanılmışlardır. Geçiş kapıları daire formundadır, bu daire aracılığıyla başka bir yere geçiş yapılabilir. Bu daireyi özelleştiren şey ise çevresinde bulunan ateş halkasıdır. Bu halkalar 360 derece sürekli bir dönüşe sahiptir ve halkayı oluşturan yüzlerce kıvılcım vardır.

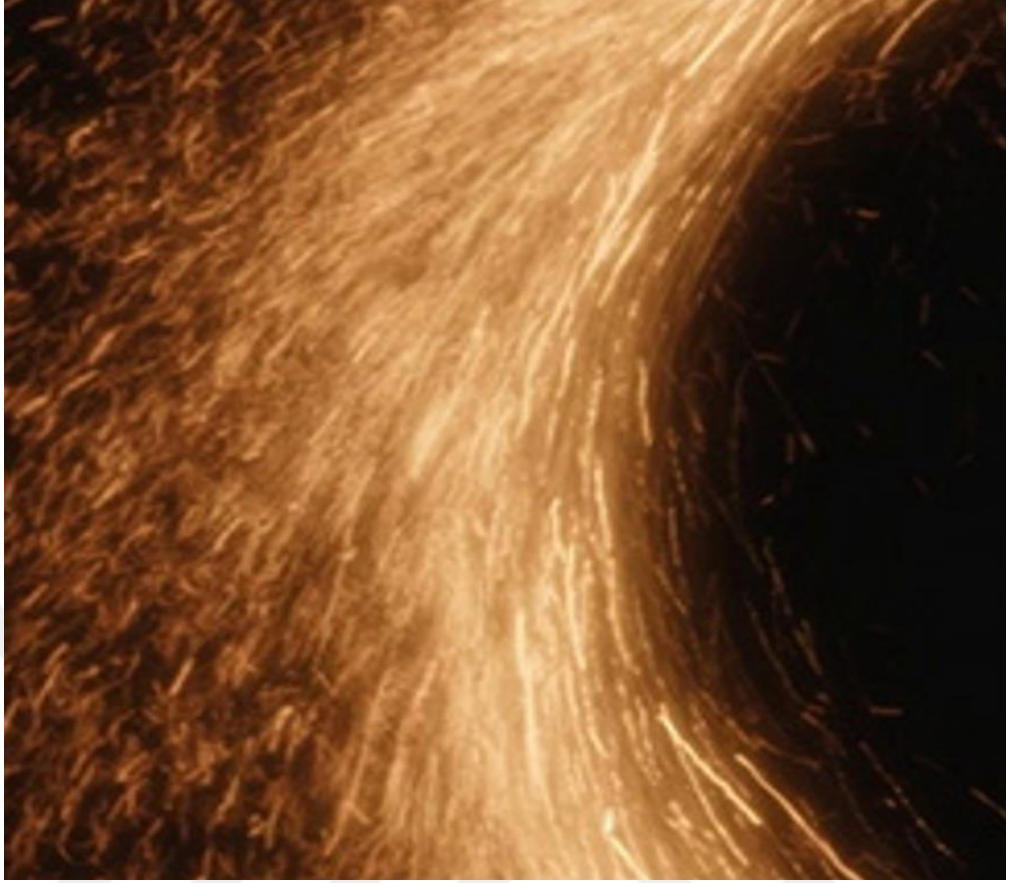
Bu sihrin fotogerçekliği için benzer yöntemlere başvurulmuştur. Kapının çevresini saran yüzlerce kıvılcım için yine burada homojen pürüzsüz bir yüzey tercihi yoktur (Resim 51). Tam aksine yüzlerce kıvılcımın oluşturabileceği bir görünümle doğallık elde edilmiş, renk farklılıklarıyla kusurlar belirginleştirilmiştir. Dairenin dönüşünden dolayı meydana gelen merkez kaç kuvvetinden etkilenen kıvılcımların savrulması ve uçuşmaları bilinen fizik kurallarıyla görsel efektin gerçekliğini sağlamıştır.



Resim 51: Geçiş Kapısı (*Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016*)



Resim 52: Geçiş Kapısı Teknik Aşaması (*Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016*)



Resim 53: Geçiş Kapısı Detaylar (*Frei, Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx, 2016*)

Kamera karşısında büyük gözüken bu görsel efektler dışında alan olarak daha az yer kaplayan görsel efektlerde vardır. Bu görsel efektler daha çok Strange karakterinin kendisini savunduğu sahnelerde gözüken görsel efektlerdir. Bu görsel efektler karakterin elinde daha uygun gözükmeleri açısından küçük ölçeklendirilmiştir. Strange'ın kendisini savunmak amacıyla oluşturduğu kalkanlarda kıvılcımlar ve parlaklık daha belirgindir. Bu görsel efektlerin fotogerçekliği önceki bahsedilen yöntemlerle aynıdır. Fakat resim 55'deki gibi zamanın geriye alındığı sahnelerde fotogerçekliğin sağlanması farklılık göstermiştir.



Resim 54: Kalkan Sihirleri (*Framestore, 2017*)



Resim 55: Zamanın Geri Alındığı Sahne (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

Burada görsel efektin fotogerçekliğinin yanı sıra sahne içerisinde fiziksel olarak varlığının tamamıyla sağlanabilmesi için farklı bir yöntemle başvurulmuştur. Resim 54’de yer alan görsel efektle neredeyse benzer bir yapıya sahip olsa da parlaklık gibi unsurların burada çok belirgin olmayışı görsel efektin fiziksel olarak varmış gibi görünmesini etkileyebilir. Bu yüzden Strange’in zamanı geriye aldığı bu sahnede alan derinliği daha kısıtlıdır. Burada görsel efekt alan derinliğine uygun olması için odak noktasının dışında tutularak, bir bulanıklığa maruz bırakılmıştır ve bu yönüyle sanki alanın içinde fiziksel olarak varlığı kuvvetlendirilmiştir. Odak noktası Strange’dir sihir ise odak dışında bir nesne gibi durur.

Görsel Efekt Adı	Alan Derinliği	Gerçeklik	Kusurlar ve Detaylar	Aydınlatma
Büyük Büyüler	Geniş.	Büyünün çevreye yaydığı ışıklarda ışık kaynağı gibi davranması baz alınmış.	Büyü üzerinde oluşturulan kusurlarda var	Kendisi ışık kaynağıdır.
Geçiş Kapıları	Çoğunda Geniş.	Kıvılcım ve ışıklandırmada gerçek fiziğe yakın bir davranış baz alınmış.	Kapının çepe- rinde kıvılcımlarla oluşturulmuş organik gözüken yapı mevcut.	Kendisi ışık kaynağıdır.
Zaman Büyüsü	Sınırlı.	Net alan derinliği kullanılmamış görsel efekt odak dışında bırakılarak fiziksel olarak obje haline getirilmiştir.	Şekil üzerindeki parlaklık farklılıkları ve detaylarla homojen yapısı bozulmuş	Kendisi ışık kaynağıdır.

Tablo 1: Görsel efektler ve fotogerçeklik tablosu Fotogerçeklik kriterlerine görsel efektler değerlendirilmiştir.

3.1.4.2.Üç Boyutlu Görsel Efektler

3 boyutlu dijital görsel efektler genel olarak bir objeyi ya da bir canlının simüle edilmesinde kullanışlı bir yaklaşım sunar. 3 boyutlu öğeler daha önceden gördüğümüz bildiğimiz objelerin inşası olabildiği gibi aynı zamanda, hiç görmediğimiz objelerin biçimlendirilmiş hali de olabilir. Film içerisinde sıradan binaların 3 boyutlu modelleri olduğu gibi aynı zamanda hiç görmediğimiz insanı andıran fakat bünyesinde farklılıklar bulunan karakterin inşası da vardır. Bunların fotogerçeklik açısından nasıl görünmesi gerektiği kendi içerisinde farklılıklar göstermiştir.

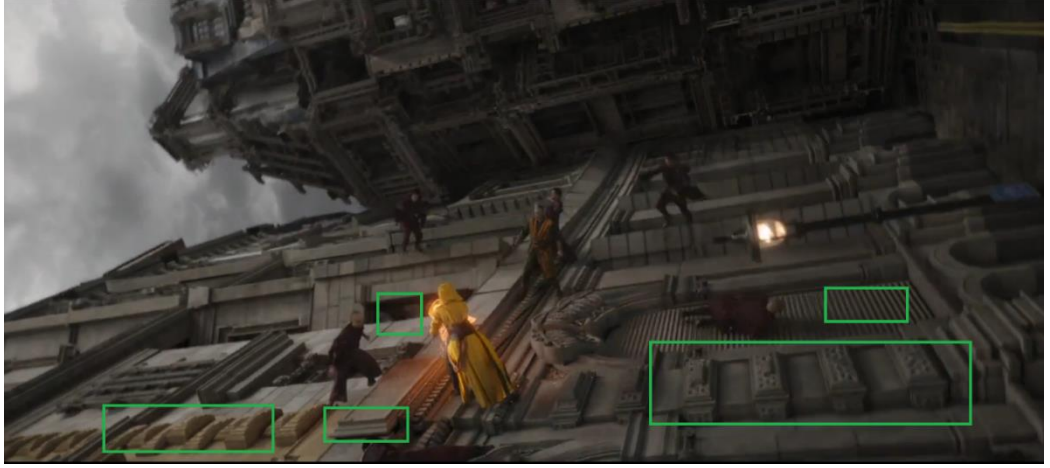
Örneğin ayna boyutunda binaların eğrilip bükülmeleri kısacası farklı bir fiziğe sahip olmaları için kullanılan görsel efektlerde yeri geldiğinde şehirleri ve binaları inşa etme sürecinde bir şehrin nasıl gözüktüğü bir binanın nasıl gözüktüğünün taklidi vardır.



Resim 56: Giriş Sahnesi (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

Bu sahnede inkarcılarla yapılan bir savaş tasvir edilir. Filmin hemen girişinde meydana gelen bu savaş aslında ayna boyutu denilen yerde yapılmaktadır. İzleyici henüz ayna boyutunu bilmez. Ayna boyutu fizik kanunlarının değişebildiği anormal bir boyuttur. Bu sahnede binaların yan dönmesi hareket etmesi değişik fizik kurallarıyla izleyiciyi tanıtır. Binalar gerçektir ama fizik kanunları bilindik kanunların çok zıttı hareket etmektedir.

Bu noktada binalar dijital görsel efekt olarak inşa edilmiş, yani modellenmiştir. Oyunculara yeşil perde aracılığıyla sahneye eklenmiştir. Binaların fotogerçekliğinin sağlanmasında onların doğal bir görünüme sahip olması için çabalanmıştır. Binalar tüm hatlarıyla detaylı bir biçimde modellenmiş gerçeğe aykırı olabilecek keskinliklerden uzak durulmuştur. Aşağıdaki görselde yeşil karelerle işaretlenmiş alanda yer alan birtakım detaylar görülmektedir. Bu alanların her birinde binaya ait detaylar, süslemeler, çıkıntılar gözükmektedir. Bu detaylar oldukça yumuşak göze batmayacak bir biçimde oluşturulmuştur. Binanın üzerinde yer alan kusurlar ve detay zenginliği, özellikle yakınlaştıkça ufak detayların dahi belirgin olması binanın fotogerçekliğini önemli ölçüde arttırmıştır.

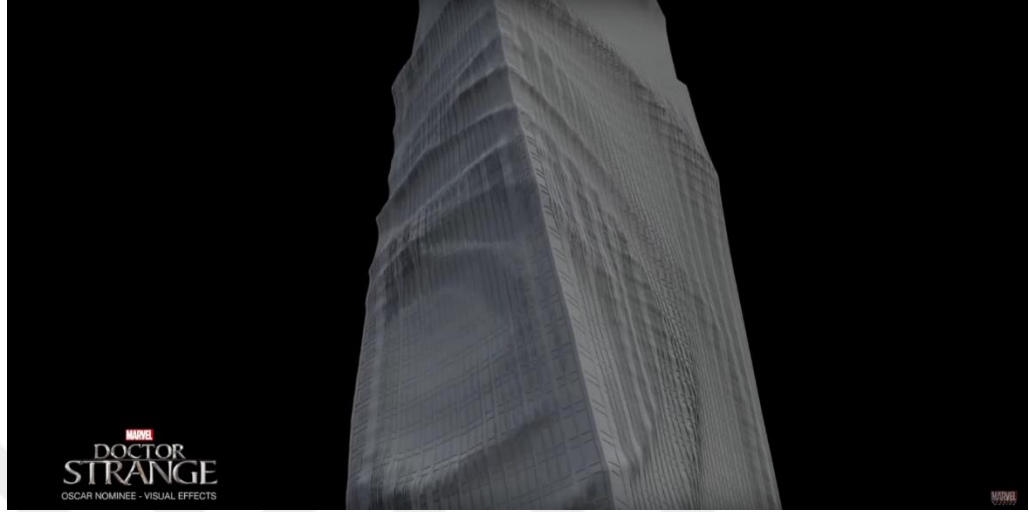


Resim 57: Detaylar (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

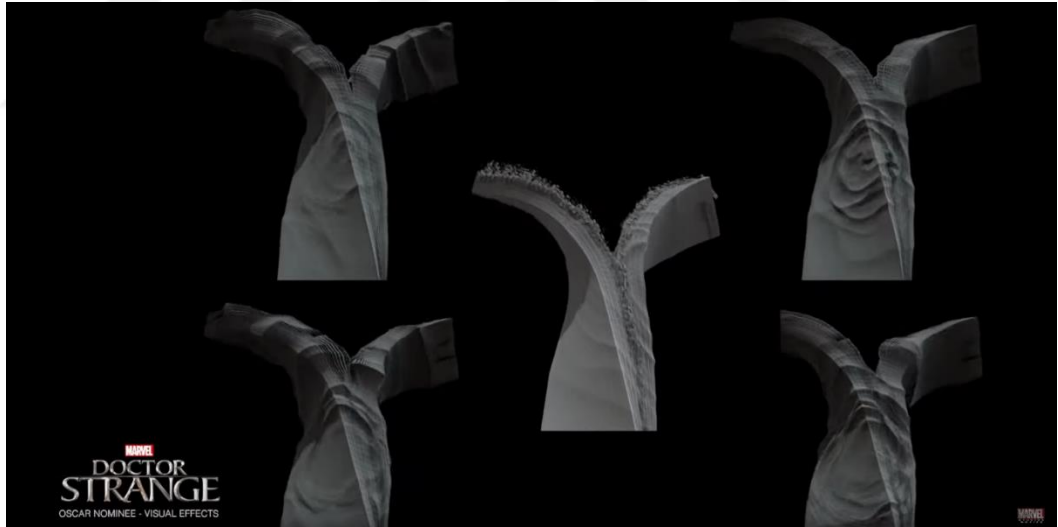
Bu sahne üzerinden örneklendirilirse fizik kanunlarının daha sert biçimde değiştiğini göstermek, aslında izleyiciye binanın yan döndüğünü adeta bağırarak göstermek için onu hayrete düşürmek adına yukarıdaki gibi alan derinliği üzerinde ne denli bir özgürlük sunulduğu örnektir. Yukarıdaki sahnede alan derinliğinin genişliğiyle fizik kanunları daha geniş bir düzlemde gözlemlenebildiği gibi görsel efekti tam anlamıyla tamamlayacak olan aktörlerinde durumu gösterilir. İzleyici sahne üzerinde özgürce karakterlerin bu ortam üzerinde düştüğü durumu gözlemlene imkanına sahip olur ve bu sayede görsel efekt pekiştirilmiştir.

Film içerisinde bilindik gerçeklerin daha sert biçimde değiştirildiği sahnelerde vardır. Bina'nın yüzeyindeki dalgalanmalar ve şekildeki bina'nın ortadan ikiye ayrılması sanılan görünümlerden farklıdır. Bu dalgalanmalarda bir su damlasının düştüğünde bıraktığı etkiye benzer bir ilerleyiş oluşturulmuştur ve aynı zamanda bina'nın ortadan ikiye ayrıldığı sahnelerde bir yumuşak nesnenin ayrılışına benzer biçimde olan hareket davranışı daha kabul edilebilir bir algı oluşturmuşa benzemektedir. Burada Dinur'un bahsetmiş olduğu gerçek olmayanın gerçekliği kavramı görsel efektin gerçekliği için en iyi örnek olup açıklanabilir. Bir bina'nın ortadan ikiye bu denli ayrılması ve yumuşak bir açıyla daireye benzeyecek kadar yumuşak bir yuvarlamaya sahip olması normalde mümkün değildir. Fakat burada görsel olarak tasvir edilen bu bina'nın gerçekliği yine dünyadaki başka kanunların etkisiyle oluşturulmuştur. Yumuşak bir nesnenin ortadan ikiye bölünmesinde nesnenin vereceği tepki bu şekilde olacaktır. Ya da tamamıyla sıvı ya da yarı sıvı olarak bahsedebileceğimiz, kıvamı yüksek nesnelerin hareketinde oluşacak dalgalar bu şekilde olacaktır. Bir bina'nın yüzeyi bu şekilde hareket etmese de inşa edilen

görsel efektin inandırıcılığının sağlanabilmesi için bu kanunlardan yardım alınmıştır ve gerçekliği sağlanmıştır.



Resim 58: Fiziğe Aykırı Gökdelenin İnşası (*Light&Magic, 2017*)



Resim 59: Görsel Efektin Aşamaları (*Light&Magic, 2017*)



Resim 60: Film İçerisinde Kullanımı (*Light&Magic, 2017*)



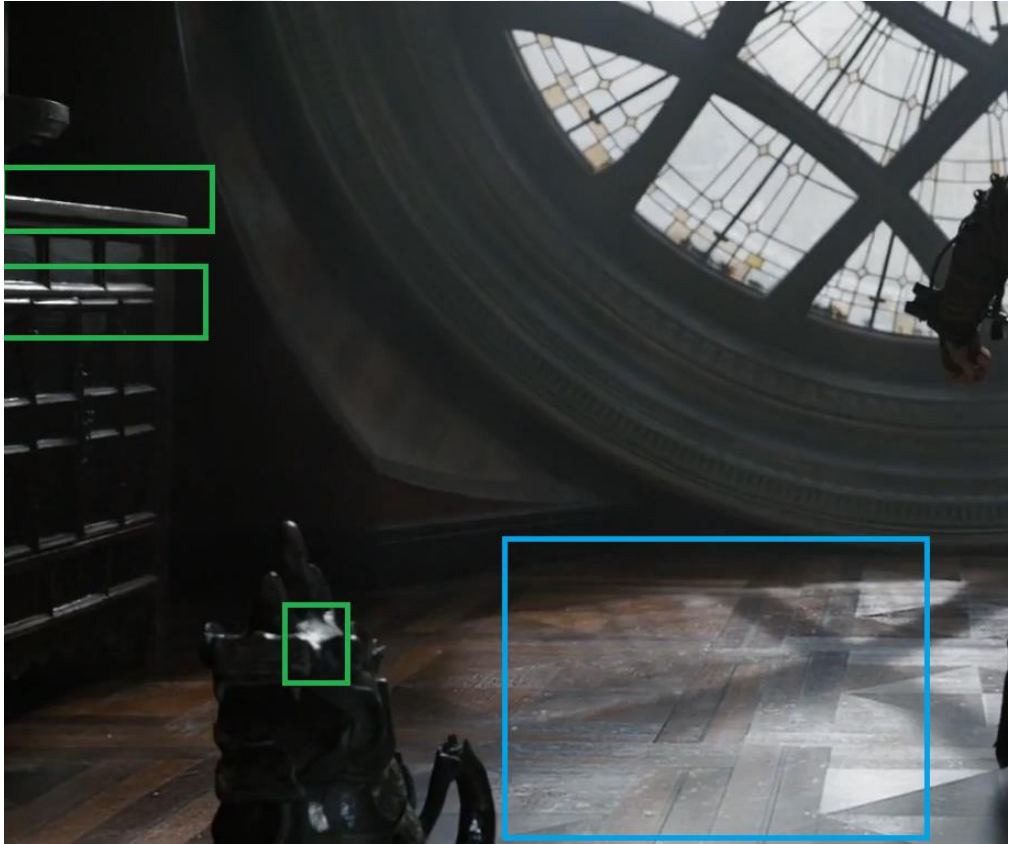
Resim 61: Tapınağın İnşası (*Framestore, 2017*)



Resim 62: Sahnenin Bitmiş Hali (*Framestore, 2017*)

Yukarıdaki iki görsel Londra tapınağına aittir. İlk görselde wireframe çalışması gözükürken ikinci görselde çalışmanın bitmiş hali gözükmektedir. Bu çevre tamamen dijital olarak oluşturulmuştur. Strange burada kendisini uzun bir süre savunur. Bu sahneler filmde önemli bir yer kaplar. Çünkü bu sahnelerde Kaecilius'un ulaştığı gücü görmemiz açısından binanın içine yani mekana nasıl hükmettiğine de şahit oluruz. Burada objelerin karmaşasını oluşturmaktan ziyade bu objelerin, devamında binaların, şehrin görsel gerçekliğinin en iyi şekilde oluşturulması sonrasında mekânsal karmaşanın inşa edilmesi arzulanmıştır. Çünkü bu gibi sahnelerde sinemanın gerçekliğine ters düşmemesi için gerekli olan inandırıcılık, fotogerçekçi bir biçimde tasarımı gerektirir.

Sahnenin fotogerçekliğinin sağlanabilmesi için fotogerçekliğin temel kanunlarına uygun davranılmıştır. Objelerin yüzey özellikleri ışığa karşı nasıl davranmaları gerektiği gibi birtakım uygulamalar sahne üzerinde göze çarpmaktadır. Örneğin ışık mobilyaların ya da döşemelerin keskin uçlarında cilalı bir objenin simüle edilmesiyle daha fazla parlamaktadır. Zeminde ise bu parlaltı daha yumuşak şekilde düzleme yayılmıştır.



Resim 63: Sahne İçerisindeki Detaylar (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

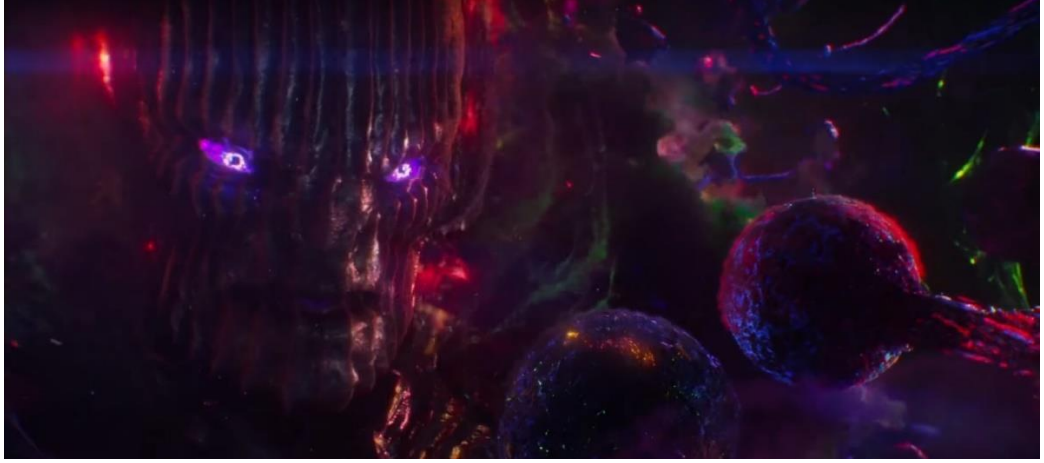
Yukarıdaki görselde, sahnede bir takım öne çıkan görünümleler işaretlenmiştir. Mavi karenin içerisinde yer alan zemin üzerindeki kaplamada doku teknolojilerinin yardımıyla doku hasarları, kusurlar, deforme olan yerler günlük yaşamda ahşap eski bir yüzeyin davranışına uygun bir görünüm sunar. Sahne üzerinde yer alan diğer mobilyalar yapılarına uygun bir biçimde ışığı geri yansıtmaktadır. Buradaki doku hasarları ve yansıma çapraz gelen ışıklandırma ile sağlanmış alan derinliği geniş tutularak görsel efektin her yönden gözlemlenebilmesi sağlanmıştır. Fiziksel dünyada şahit olduğumuz görsel gerçekliğin taklidinin sunulması fotogerçekçiliğin burada oluşmasını sağladığı gibi izleyicinin sahne üzerindeki güvenini sorgulamasını da engellemiştir.

Tüm bu cansız nesnelerin dışında canlıların da üç boyutlu tasarımları vardır. Özellikle Dormammu karakteri tamamen bir dijital üretilmiştir. Bu karakter film içerisinde yer alan ana kötü karakterdir. Film boyunca gözükmez, yalnızca final sahnesinde ortaya çıkar.

Dormammu karakteri bir insan değildir, farklı bir görünüme sahiptir, yüzü bir sıvının hareketi gibi bazen dalgalanır. Gözleri parlaktır ve farklı bir biçimdedir. Karakter çoğunlukla karanlık bir sahnede görüldüğünden dolayı daha fazla ayrıntı izleyicinin gözüne çarpmamaktadır.



Resim 64: Dormammu İnşa Aşaması (*LumaPictures, 2017*)



Resim 65: Dormammu Sahne İçi Kullanım (*Derrickson, Doctor Strange, 2016*)

Dormammu karakterinin fotogerçekçiliğinin sağlanmasında kusurlar, gerçeklik ve aydınlatma temelinde bir inşa kullanıldığı gibi tekinsiz vadiye uygun bir tasarımdan da kaçılmıştır. Karakterin dış görünümünü oluşturan derisi parçalı, düzensiz bir görünümle inşa edilmiştir. Doku üzerindeki değişimler belirgindir ve hafif yağlı biçimde sanki yansıma yapar. Girintiler çıkıntılar deriyi oluşturan düzlemde ışıklandırmada belli olmaktadır. Bu sayede karakterin gerçekliği onun doğal organik gibi görünmesini sağlamıştır.

Fakat burada tamamen bir fotogerçeklik yaratılmak yerine daha destansı, resim gibi bir tasvir vardır. Çizgiler daha resimsel, çizgi animasyona yakın bir biçimde oluşturulmuştur. Daha canlı renkler, daha çizgisel tasarımla birleştirilerek fotogerçeklik kısmen ihmal edilmiştir. Geleneksel yöntemler, çizgi filmlerin hala tekinsiz vadiye karşı güvenli bir liman oluşturduğu düşünüldüğünde görsel efektin böyle bir tasarımla inşa edilmesi tesadüf olmayabilir. Bu sayede tekinsiz vadiye yakalanma riski daha azalmıştır.

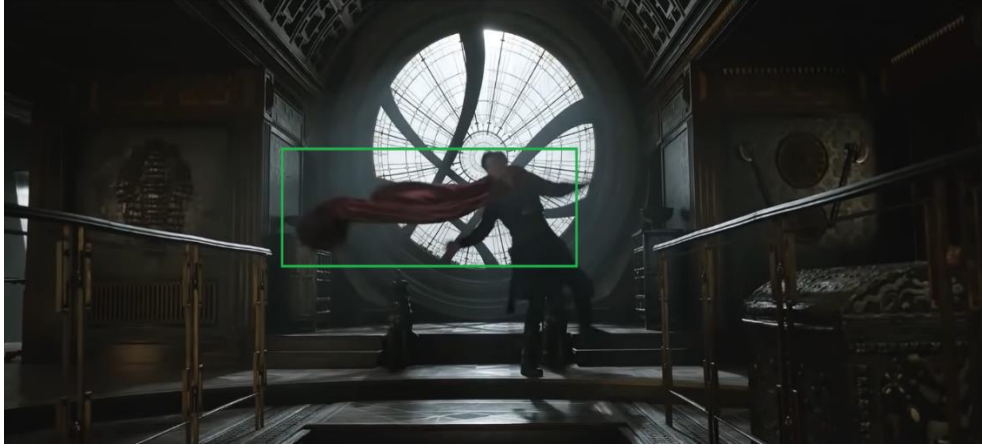
Pelerin olduğu sahnelerde, pelerin canlı bir aktör gibi davranır. Strange'i tehlikelerden korur. Temelde basit bir bez parçası gibidir ama kamera onu bir aktör gibi görüntüye yerleştirir. Harekete geçtiği sahnelerde net bir alan derinliğiyle gösterilir.

Pelerin temelde basit bir bez gibidir ama onu diğer cansız nesnelerden ayıran şey hareketli bir yapıya sahip olduğu gibi akıllı bir biçimde sahibini korumasıdır. Bu yüzden pelerin kendi başına hareket eder. Kendi başına hareketinin sağlanması görsel efektlerle temellendirilmiştir. Bu yüzden aktörle olan birleştirmelerinde görsel olarak göze batmaması gerekmiştir. Bunu yaparken pelerinle ilgili üç hususa dikkat edildiği görülür.

İlk olarak pelerin sabit katı bir obje gibi gözükme yerine elbise simülasyonuna sahiptir. Bir kumaşın davranış biçimine uygun olarak fiziği simüle eder. Hareket yönüne uygun biçimde dalgalanır sallanır, kırışır ve katlanır. Bu bakımdan fizik kanunlarına uygun bir biçimde hareket ederek fiziksel gerçekliğe bağlı kalmıştır. İkinci kısımda aydınlatma temelinde kumaşın ışık alan yüzeyleri aydınlıkken ışık almayan içeride kalan kısımlar dalgalı bir kumaşın yapacağı gibi karanlıkta kalır. Son olarak pelerin üzerinde kumaş detayları vardır.



Resim 66: Pelerinin İnşası (*Framestore, 2017*)



Resim 67: Sahne Detayları (*Framestore, 2017*)

Görsel Efekt Adı	Alan Derinliği	Gerçeklik	Kusurlar ve Detaylar	Aydınlatma
Binalar	Geniş.	Büyünün bir ışık kaynağı gibi çevreye ışık yayması sağlanmış.	Bina üzerinde oluşturulmuş detaylarla sağlanmış.	Gün ışığı kullanılmıştır.
Kapalı Mekânlar	Çoğu sahnede net kullanım.	Objelerin fiziksel evrendeki gibi yüzey özelliklerine sahip oldukları görülür ve bu yüzeye uygun biçimde aydınlatılma karakterine sahiptir.	Objeler üzerinde olabilecek çizikler renk farklılıkları simüle edilmiştir.	Kapalı alandaki ışık kaynakları ve cam gibi gün ışığının geldiği noktalardan sağlanmıştır.
Pelerin	Vurgulandığı sahnelerde geniş alan derinliğiyle gösterilir.	Fizik kanunlarına uygun hareket etmektedir.	Kumaş üzerinde harekete uygun deformeler oluşur.	Ortama uygun bir atmosfer aydınlatması tercih edilmiştir.
Dormammu Karakteri	Karakter odak noktasındadır. Sahne üzerinde karakter daha belirginken arkadaki nesneler çok keskin olmasa da odak dışında tutulmuştur.	Karakter göz kırpması, gözünü oynatma gibi canlılık özelliklerine sahip fakat tekinsiz vadiden kaçınmak için daha çizgi film – resim tarzı betimleme vardır.	Karakter üzerinde deri deformasyonları gibi doğal görünümü sağlayacak etkiler bulunur.	Bulunduğu yerin renkli karanlık aydınlatmasıyla aydınlatılmış. Işık daha güneşten tek bir kaynaktan gelir.

Tablo 2: Obje ve Karakterlerin Değerlendirilmesi

3.2.Midway



Resim 68: Midway Film Afişı (*Imdb, Midway(2019), b.t.*)

3.2.1.Filmin Künyesi

Yönetmen: Roland Emmerich

Senaryo: Wes Tooke

Görsel Efektler: Pixomondo, Zero VFX, Scanline VFX

3.2.2.Filmin Konusu

Midway, ikinci dünya savaşının farklı bir cephesine yönelerek, Amerika Birleşik Devletleriyle Japon İmparatorluğu arasında geçen savaşı pilotların gözünden, hikayeye odaklanarak anlatmaktadır.

3.2.3.Genel Teknik Unsurlar

Filmin görsel efektleri tasarlanırken, partiküller kullanılarak birçok patlama ve duman oluşturulmuş. Savaş uçakları ve gemilerin asıllarına bağlı kalmak adına, onların orijinal halleri binlerce poligon kullanılarak modellenmiştir. Örneğin Enterprise uçak gemisi 136.360 ayrı parçadan ve 45.2 milyon poligondan oluşmaktadır. (Midway Movie

Pre Visualization Making by Pixomondo, 2020) Bu yönüyle binlerce poligondan oluşan araçlarla daha detaylı olarak dijital modeller oluşturulmuş dönemin araçları göründükleri gibi gösterilmeye çalışılmıştır. Tüm bunların dışında maket kullanımı güverte sahnelerinde uçakların bir kısmını göstermede kolaylık sağlarken öte yandan kokpit sahnelerini çekmede yardımcı olmuştur.

3.2.4.Filmin Görsel Efektler Yönünden İncelenmesi

Bir zaman makinesi icat edilse ve geçmişe doğru 500 yıl kadar seyahat edildiğinde, zaman yolcuları farklı bir evrenin kapılarını aralamış gibi hissederdi. Çünkü 500 yıl kadar geriye gittiğimizde çevre, mimari, teknoloji, kıyafetler gibi birçok farklı günlük hayatta şahit olduğumuz öğelerin değişimine doğrudan şahit olurduk.

Sinemada geçmiş bir dönemin anlatımı, arzulanan etkiyi vermek adına dönemin yeniden inşasını gerektirir. Bu inşanın başarılı olabilmesi için dekorlar ve kostümlerin kullanımı oldukça önemli olsa da dönemin araç gereç mimari gibi diğer özelliklerinin de aktarımı gerekir. Fakat burada karşılaşılan ilk ciddi sorun geçmişin bu yönden yeniden canlandırılmasından gelmektedir. Zamanın akışıyla beraber değişime uğrayan çevremiz bu değişimi yaratır. 2000 yıl kadar önce inşa edilen yunan şehirlerinin yapısıyla günümüz modern şehirlerinin yapısal olarak farklılık içermesi buna örnektir. Dolayısıyla antik yunan döneminde geçen bir film için standart bir roma kenti bulmak çok olağan değildir. Bu şehirler ya yeniden inşa edilecek ya da dijital görsel efektlerin yardımıyla sanal olarak yeniden tasarlanarak canlandırılacaklardır. Görsel efektlerin ulaştığı bu nokta sinema endüstrisi için büyük kolaylıklar sunmaktadır.

Dijital görsel efektlerin yeniden inşa konusundaki yetenekleri tarihin bir kopyasının yeniden tasarlanmasında ve oluşturulmasında etkileyicidir çünkü dağılmış parçalar yeniden birleştirilerek sanal bir bütünlükle izleyiciye görsel olarak sunulabilmektedir. Yani bunun anlamı artık yıkılmış bir kalenin bütünsel olarak bilgisayar üzerinde yeniden yaratımı tarihi bir anın ve öğelerin yeniden oluşturulması anlamına gelmektedir.

Bu başlık altında izlenecek olan film “Midway”, yakın tarihin büyük yıkımı olan ikinci dünya savaşının pasifik cephesini yeniden ele alır. Okyanuslarda geçen hava ve deniz savaşlarının iki taraf içinde olan yıkıcı etkilerini gözler önüne serer. Bu hava ve

deniz savaşlarını en iyi şekilde göstermek için görsel efektlerden büyük ölçüde faydalanmış, savaş araçları, deniz gibi çevresel tasarımlar ve savaş sahnelerini bilgisayar destekli görsel efektlerle oluşturmuştur. O dönem içinde batmış olan Japon gemileri, hizmet dışına çıkmış diğer araçlar ilk günkü gibi yeniden oluşturularak birleştirilmiştir. Yeniden ekran önünde hayat bulmuşlardır.

Midway, Doctor Strange'in aksine fiziksel olarak mümkün olan olayları ele alır fakat anlatılan hikaye 77-80 yıl kadar önce meydana gelen olaylar olduğu için zamanın yeniden inşa edilmesi çok önemlidir. bu savaşı anlatabilmek teknik olarak araçları yeniden inşa edebilmek, savaş sahnelerini oluşturabilmek 80 yıl önceki dünyanın yeniden benzer bir tasvirini yapabilmek için dijital görsel efekt kullanımı tercih edilmiştir. Film içerisinde görsel efektte ihtiyaç duyulduğu sahneler uçak gemisi sahneleri savaş uçakları ve hava yer muharebelerinin tasvir edildiği sahnelerdir. Filmin görsel efektleri “Çevre ve Savaş Araçlarının İnşası”, “Savaş Sahneleri” olmak üzere iki başlık altında incelenecektir.

3.2.4.1.Çevre ve Savaş Araçlarının İnşası

İkinci dünya savaşı tarih içerisinde büyük izler bırakmış kanlı bir savaştır. Yaklaşık 5 yıl süren savaş Asya, Avrupa, Kuzey Afrika gibi dünyanın önemli bölgelerine yayılmıştır. Bu savaşta birçok çeşitli savaş makinesinin kullanıldığı görülür. Midway ikinci dünya savaşının pasifik cephesinde Amerika ve Japon İmparatorluğu arasında geçen hava ve deniz savaşını ele alır. Bu yüzden filmde ağırlıklı olarak savaş gemileri ve savaş uçakları makineler yönünden başrolde. Savaşın geçtiği mekanlar ise büyük ölçüde okyanuslardır. Bu yüzden anlatılar genellikle gemilerin okyanus üzerinde ilerleyişi şeklinde olmuştur. Okyanusun dışında film için ana özne olan savaş uçaklarının havada ilerleyişine ayrıca önem gösterilmiştir.

İkinci Dünya Savaşı sırasında A.B.D. donanmasına ait USS Enterprise, Japon uçak gemileri, Japon İmparatorluk Hava Kuvvetlerine ait Mitsubishi A6M Zero, Nakajima B5N, Aichi E13A, ABD Donanma hava kuvvetlerine ait Douglas SBD Dauntless, B-25 Mitchell, B-17 Flying Fortress, B-26 Marauder tipi hava araçları, bu bölgede gerçekleşen savaşta kullanılmış birincil savaş makineleri olmuştur. Bu nedenle bunların yeniden tasvir edilme arzusunda dijital görsel efektler büyük oranda kullanılmışken kısmen özel efekt yöntemleriyle de görsel efektler oluşturulmuştur.

Bu araçlar, orijinallerine uygun bir biçimde tasarlanması için onların günümüze ulaşan fotoğrafları ve varsa gerçek hallerinden faydalanılmıştır. Bu sayede objelerin sahip olması gereken tüm detaylar birebir aynı şekilde oluşturularak sağlanmıştır.

Çevrenin inşasında bölgenin iklim ve okyanus koşulları göz önüne alınarak bir tasvir yapılmıştır. Bu yüzden deniz sahnelerinde iki tip iklim örneği oluşturulmak istenmiştir, bunlar fırtınalı ve açık hava şeklindedir. Aşağıdaki görsellerde fırtınalı havada kalkış yapılan sahneler gösterilmiştir.

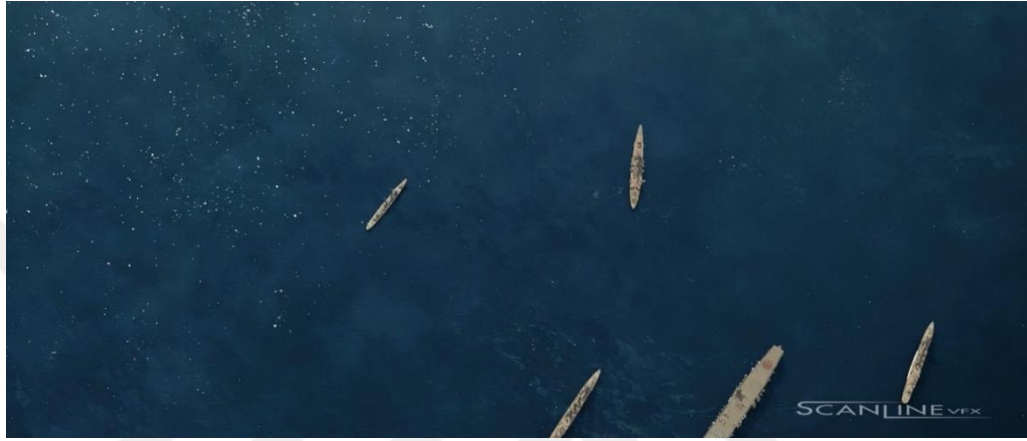


Resim 69: Fırtınalı Kalkış Sahnesi (*ScanlineVFX*, 2020)

Bu görsel üzerinde yer alan sahne, denizdeki fırtına kompozisyonunda ana ögedir. Savaşın kasveti ve okyanus üzerindeki zorluklar seyirciye bir anda olsa kısaca aktarılmak istenir. Normalde fırtınalı bir deniz üzerinde ilk gözlemlenebilecek görsel deniz üzerindeki dalgalar ve köpürmedir. Fırtınanın cinsine göre özellikle kış aylarında dalgaların sahile vurup havalanması, görüşü engelleyen sis, fırtınalı havada diğer akla gelen görünümlerdir. Burada okyanusun durgunluğu bozulmuş dalgalı bir tasviri güçlendirmek adına köpürmeleri oluşturabilmek için beyazlıklar yerleştirilmiştir. Bu beyazlıklar ise homojen bir görünüm göstermemiş deniz üzerinde küçük parçalar halinde de oluşturulmuştur. Bu görünüm koyu renkli okyanus yüzeyinde fotogerçekçi bir dalgalanma oluşturmuştur.

Yakın gemileri ve ufuk çizgisinin görünmesini engelleyen hacimli sis tabakası kış şartlarının yansıtılıp sahnenin canlandırılmasını sağlamıştır. Burada sis tabakasında net geçişler yoktur. Sis daha çok uzakların, ufuk çizgisinin ötesinde daha sert biçimde görüntüyü engellerken yaklaştıkça yumuşak geçişlerle sis tabakası görüntüyü engellemez.

Bu yönüyle fiziksel evrende yer alan sis tabakası tasviri vardır. Geminin güvertesine çarpıp savrulan su dalgaları fırtınanın şiddetini göstermiştir. Bu dalgalar partikül halinde savrulur biçimde çevreye yayılmaktadır. Havadaki nemliliği pekiştirmek için görüntü üzerinde yapay mercek yansıması oluşturulmuştur. Böylelikle gök kuşağının oluşması gibi havadaki su taneleri gösterilmek istenmiştir. Bu yönüyle görsel efekt fiziksel evrenin kurallarından beslenerek fotogerçekçi bir fırtınalı hava görünümüne sahip olmuştur.



Resim 70: İnşa Aşaması (*ScanlineVFX, 2020*)



Resim 71: Detayların Oluşturulması (*ScanlineVFX, 2020*)



Resim 72: Dalga Detaylarının Eklenmesi (*ScanlineVFX*, 2020)

Aydınlık havalarda ise deniz yüzeyinin rengi daha açık tercih edilmiştir. İlk görsel üzerinde deniz yüzeyine müdahale edilmemiş hali ikinci görsel üzerinde ise düzenleme sonrası film içerisinde yer alan hali gösterilmiştir.

Bu sahnede, ekolojik durumlardan dolayı deniz yüzeyinde karşılaşılabilecek ton farklılıkları belirgin biçimde dağınık olarak oluşturulmuştur. Bu ton farklılıklarından kaynaklı olacak güneş yansımaları da farklı parlaklıklarda oluşturulmuştur. Bu kusurlu görünüm fotogerçeklik seviyesini arttırmıştır.

Gemilerin arkalarında bıraktıkları izler ise taze olan motor izleri ve etkisi geçmeye yakın olan izler şeklinde ikiye ayrılabilir. Taze izler henüz dalgaların beyaz olduğu bölümlerken, etkisi geçen izler dalgaların açık mavi olduğu kısımlardır. Gemi manevrası sırasında geminin manevra yaptığı alanı özellikle belirtmek için kıvrak daire formunda gösterilmiştir.



Resim 73: Uçak Gemisi ve Dalgalar (*Pixomondo, 2020*)

Geminin bıraktığı dalga izleri yukarıdaki görselde daha zayıfken, ikinci görselde daha belirgindir. Gemiler daha hızlı ilerlerken yüzeyde daha fazla iz bırakırlar. Bu etkinin daha fazla sağlanabilmesi için gerçekliğe de uygun düşmesi açısından dalganın görünümü belirlenmiştir.



Resim 74: Detayların Daha Belirgin Bir Hale Getirilmesi (*Pixomondo, 2020*)

Görsel Efekt Cinsi	Alan Derinliği	Gerçeklik	Kusurlar ve Detaylar	Aydınlatma
Çevre Tasarımı	İt dalaşı ve uçakların inip kalktığı sahnelerde geniş alan derinliğiyle sinemasal gerçeklik oluşturulmuştur. Bu sayede çevre tasarımı daha belirgindir ve gözlemlenebilir.	Okyanus yüzeyinin fiziksel gerçekliği, sert iklim koşullarının yansıtılması gibi durumlarla çevrenin fiziksel gerçekliğe uygun düştüğü görülür.	Yer yüzündeki ağaçlar, kayalar, gölgelendirmeler, okyanus yüzeyinde dalgalar oluşması, renk farklılıkları gibi detaylar tasarlanmıştır.	Çoğunlukla gün ışığı aydınlatması tek yönden güneşin simüle edilmesiyle sağlanmıştır. Kapalı havaların tasvirinde ise homojen dağılan bir aydınlatma vardır.
Ekipmanlar	Sıklıkla araziyle birlikte geniş alan derinliği vardır.	Fotoğrafta gözüken asıllarına uygun modellenmiştir.	Yüzey özelliklerini yansıtır.	Ortamın aydınlatma metoduna uygun biçimdedir.

Tablo 3: Objelerin Değerlendirilmesi

3.2.4.2.Savaş Sahneleri

Hava muharebeleri ve havadan denize yapılan taruzların betimlenmesini oluşturan görsel efektlerdir. Bu sahnelerde etkili bir anlatım yapabilmek için patlamalar, barut yüzünden oluşan sis ve dumanlar, alan derinliği kullanılmıştır. Uçakların hasar aldıkları sahnelerde çoğunlukla hasar alan uçak, hasar aldıkları nokta üzerinden alev alarak okyanusa ya da karaya düşer.



Resim 75: Sahnenin İnşası (*Pixomondo, 2020*)



Resim 76: Alevlerin Düzenlenmesi (*Pixomondo, 2020*)

Bu sahne üzerinde kanadından hasar alan bir uçakta başlayan yangın betimlenmiştir. İlk görsel sahnenin son hali değildir. İkinci görsel sahnenin son halidir. Burada alevler ve duman düz bir biçimde gösterilmemiş uçağın hareket etmesine bağlı olarak gelen rüzgarın simüle edilmesiyle geriye doğru hareket bulanıklığı oluşturularak hareket eder. Bu sayede rüzgarla çarpışan bir alev tasviri vardır. Ama en önemlisi hasar alan uçağın kanadındaki deformedir. Alevlerin olduğu bölge üzerinde uçağın iskeleti net şekilde gözlemlenebilir bir biçimde oluşturulmuştur. İki görsel arasındaki fotogerçeklik farkında belirgin şekilde hasar noktası ön plana çıkarmaktadır. İlk görsel üzerinde kanatta deformasyon yoktur alevler daha belirsizdir. İkinci görsel üzerinde hemdeforme olmuş bir kanat vardır hemde alevler bu nokta üzerinde oluşturulmuştur. Yangın merkezde kanat

üzerinde daha canlıyken çevreye doğru rüzgarın etkisiyle zayıflamaktadır.



Resim 77: Patlama Sonrası Oluşan Duman (*Pixomondo, 2020*)



Resim 78: Farklı Biçimdeki Duman Çeşitleri (*Pixomondo, 2020*)

Havadaki uçakları vurması için hava savunma toplarının patlamaları, birçok sahnede sıklıkla karşılaşılr. Bu patlamaların ardından havada hızlıca kaybolmayan siyah dumanlar oluşur. Bu dumanlar genel anlamda kusursuz bir yuvarlaklığa sahip değildir ve çeşit dağınık şekillere bürünmüşlerdir. Dumanlar aynı zamanda hacimli bir şekilde tasarlanmıştır. Etkinin azaldığı yerlerde daha ince tabaka öne çıkarken patlamanın

yoğun olduğu iç kısımlarda hacim fazladır. Genel itibariyle yoğunluğu güçlendirmek adına güneş ışınlarının ulaştığı kısımlar daha açık renge sahipken güneşin ulaşmadığı kısımlarda koyu renkli görünüm hakimdir.

Gemilerin vurulduğu sahnelerde ise daha yoğun dumanlar tercih edilmiştir. Bunun nedeni kimyasal yangınların gösterilmesidir. Aşağıdaki görselde bir petrol yangınının oluşturduğu kimyasal dumanlar gözükmetedir. Fotogerçekliğin sağlanması adına dumanların hemen hemen bu şekilde bir yoğunluğa sahip biçimde tasarlandığı görülmüştür.



Resim 79: Gerçek Bir Petrol Yangını (*Kuveyt petrol yangınları - Vikipedi, 2017*)



Resim 80: Baskın Sonrası Gemilerin Ağır Yangını (*ScanlineVFX*, 2020)



Resim 81: Uçak Gemisi Üzerindeki Yangın Sahnesi (*ScanlineVFX*, 2020)



Resim 82: Baskın Sonrası Geniş Alan Derinliğine Sahip Sahne (*ScanlineVFX*, 2020)

Yukarıdaki sahnelerin bütününde temelde yıkım ve yangın anlatılırken ortak olarak üç şey ön plana çıkmaktadır. Dumanlar özellikle yoğun ve hacimli bir şekilde tasarlanmıştır. Hatta dumanlar öyle yoğundur ki bazen alevlerin görünümünü engelleyecek kadar şiddetlidir. Tüm dumanların tasarımında noise bir görünüm oluşturulmuştur. Bu sayede fiziksel evrendeki gibi katman katman yayılan dumanlar tasvir edilmiştir. Hacmini daha belirgin gösterebilmek için duman üzerinde bir takım aydınlatma değişiklikleri oluşturulmuştur. Bazı kısımlar güneşin etkisiyle aydınlanırken bazı kısımlar karanlıkta kalmıştır. Bu parçalı değişken parlaklık görünümü, dumanlara hacim etkisinin oluşturulmasında yardımcı olmuştur.

Patlamanın oluşturulduğu sahnelerde ise dumanla benzer bir görünüm vardır fakat dumanların ince bir çizgi üzerinden yükselmesinin aksine patlamalar tek bir merkez üzerinden genişleyerek yayılım gösterir. Bu da fiziksel evrende meydana gelebilecek bir patlama ile uyumlu şekilde tasarlanmıştır. Patlamanın ilk anlarında henüz güçlü olduğu sırada noise görüntü üzerinde parlaklık etkisi daha fazladır. Sarıdan beyaza geçecek kadar parlak bir etki vardır. Patlamanın zayıfladığı alevlerin etkisini yitirdiği bölümlerde ise daha turuncu ve soluk görünümler oluşturulmuştur. Burada daha çok dumanlar ön plana çıkar.



Resim 83: Japon Uçak Gemisinin Bombalandığı Sahne (*Pixomondo, 2020*)

Görsel Efekt Cinsi	Alan Derinliği	Gerçeklik	Kusurlar ve Detaylar	Aydınlatma
Patlamalar	Yıkımın şiddetinin gösterildiği sahnelerde geniş alan derinliği kullanılırken patlamanın şiddeti gösterilirken daha sınırlı bir alan derinliği vardır.	Alevlerin merkezden daire şeklinde yayılmasında ve patlamanın şiddetine göre alevlerin canlılığında fiziksel gerçeklik örnek alınır.	Patlamalar oluşurken hacimli alevlerin üzerinde ton farklılıkları vardır. Siyah duman üzerinde parlak renkler ön plana çıkar.	Işık kaynağıdır ambiyans renklerine sahip olması dışında aydınlatılmamıştır.
Dumanlar	Yıkımın şiddetinin gösterildiği sahnelerde geniş alan derinliği kullanılırken patlamanın şiddeti gösterilirken daha sınırlı bir alan derinliği vardır.	Dumanlar, katmanlı bir dağılımla yukarıya doğru genişleyerek yayılır. Hacmi vurgulamak için ışık alan dış yüzeyde yansıma belli olur.	Işığın ulaştığı alanlarda siyah ve koyu gri tonlar belirgindir.	Güneş ışığı baz alınarak aydınlatılmıştır. Işığın ulaştığı alanlar daha açık bir tonla oluşturulmuşken, ulaşmayan alanlar oldukça koyudur.

Tablo 4: Patlama ve Duman Gibi Savaşa Ait Görsel Efektlerin Değerlendirilmesi

BÖLÜM 4. SONUÇ

Mağara duvarlarına çizilen ilk resimlerden bu yana insanlar görsel sanatlar aracılığıyla deneyimlerini, duygularını ve düşlerini toplumla paylaşmak, ölümsüzleştirmek istemişlerdir.

Fotoğrafın ortaya çıkmasıyla objektifin nesnelliği devreye girmiş ve resim sanatı özgürleşmiştir. Her şeye karşın fotoğrafın nesnelliği de fotoğraf makinesini elinde tutan kişinin bakış açısı ve yapacağı seçimlere bağlıdır. Fotoğraf görüntülerinin birleştirilerek üzerinde değişiklik yapılmasına imkan veren teknikler fotomontaj olarak anılan kavramın doğmasına yol açmıştır. Görüntüler üzerindeki bu manipülasyon estetik ve etik üzerine tartışmaları da gündeme getirmiştir.

Fotoğrafın ardından sinemanın ortaya çıkmasıyla insanlar hayal güçlerini yansıtmak amacıyla yeni bir sanata sahip olmuştur. Hayal ürünü veya gerçekleştirmesi zor sahneleri canlandırmak istediklerinde çözümü görüntü üzerinde manipülasyon yapmakta bulmuş yani görsel efektler üretmişlerdir.

İlk görsel efektler her ne kadar rastlantısal olarak ortaya çıkmış olsalar da sonraki süreçte sıklıkla kullanılmışlardır. Elbette sinemanın ilk yıllarında kullanılan görsel efektler çoğunlukla ya filmin üzerinde yapılmış ya da dekorlar, maketler kullanılarak oluşturulmuş fiziksel görsel efektler olmuşlardır. Özel efektler günümüzde hala patlamalar, yağmur, rüzgar ve benzeri iklim olaylarının canlandırılmasında kullanılmaktadır. Özel efektler fiziksel çevresel faktörlerden, ışıklardan, kamera hareketinden etkilenirler. Bu yönüyle özel efektler gerçeklik yönünden inandırıcıdır ve çekim sonrası yoğun bir çalışma gerektirmez. Dolayısıyla bugün özel efektler hala güçlü bir konumdadır ve filmlerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Dijitalleşmenin başlamasıyla beraber filmlerde dijital görsel efekt kullanımları da artmıştır. İlk dijital görsel efektler günümüz için zayıf gözüksede zamanla bilgisayar teknolojisinin ilerleme göstermesiyle beraber, bu çalışmalar daha fazla gelişme göstermiştir. Fakat görsel efektlerin amacına uygun bir biçimde yani görsel yönden ikna edici olabilmesi için sadece onları görsel olarak inşa etmek yeterli olmamış, görsel efektler günümüz fizik ve matematiğini kullanarak doğanın fizik ve kanunları yönünden dijital bir kopyasının oluşturulması istenmiştir. Özel efektlerle zaten fiziksel olarak var

edilen görsel efektler çevreden alabileceği her fiziksel uyarıya tepki verebilmekte sahnenin içerisinde bir bütün oluşturabilmektedir. Fakat dijital efektlerin genellikle çekim sonrası aşamada eklenmesi onu çevre ile olan ilişkisinde kolaylıkla yapaylığa düşmesine yol açabilir. Bu yönden arzulanan bütünlüğün sağlanması ve dijital görsel efektlerin inandırıcılığı için fotogerçekçi bir yaklaşım benimsenir. İşte bu fotogerçekçi inşa sağlanırken sanatçının bireysel görüşlerinden çok bilgisayarların aracılığıyla matematik ve fizik kullanılmış, bir simülasyon oluşturulmuş ve fiziksel dünyanın kanunları taklit edilerek bir fotoğraf karesindenmiş gibi fotogerçekçi görüntüler üretilmiştir.

Bugün görsel efekt alanı, yalnızca görsel sanatçıların ve mekanik mühendislerin dahil oldukları bir alan olmaktan çıkmış, fizik, matematik gibi fen bilimlerinin de dahil olduğu birden fazla farklı ilgi alanının ve mühendislik bilimlerinin dahil olduğu bir alan haline gelmiştir. Bu sayede günümüzde üretilen dijital görsel efektler bir ezber ya da görsel izlenimle oluşturulmaktan daha çok fiziksel bir davranışın nasıl olacağını simüle ederek oluşur.

Bir okyanusun hareketinde fizik temelli sıvı simülasyonları dalgaların gerçekte nasıl davranacağını hesaplar ve bunu tekrar tekrar canlandırabilir, fakat bu simülasyonlardan yararlanmadan oluşturulacak sahneler salt sanatçının gözlemine dayalı, fiziğe aykırı tasarımlar da içerebilir. Bu noktada sinemaya özgü kodlar da önem taşır. Çünkü dijital ortamda devasa bir okyanusun yüzeyi başarıyla taklit edilebilir ve fotogerçekçilik noktasında akıllarda şüphe bırakmayabilir. Ama film içerisinde dijital olarak oluşturulan kamera hareketleri, alan derinliği, atmosferik perspektif gibi unsurlar var olan uzlaşımlarla uyuşmadığında filmin gerçekliğine zarar verebilir. “Midway” içerisinde görsel efektler her ne kadar başarılı olsa da, bu gibi sinemaya özgü kodların kimi zaman ihmal edilmesi yer yer filmin gerçekliğine zarar vermiştir. Buradan yola çıkarak görsel efektlerin yalnızca fotogerçeklik noktasında harika bir görsel gerçekliğe sahip olması yetmemekte, sinemaya özgü yerleşik kodların önemi karşımıza çıkmaktadır.

Sonuç olarak bugün görsel efektler ilk ortaya çıktığındaki amacı olan izleyiciyi inandırma gayesine devam etmektedir. Fakat günümüzde görsel yönden bilgiye erişim geçmişe göre çok daha kolay bir hale gelmiştir. 1900’lü yılların başında bir patlamanın neye benzediğini bilmek dönemin insanları için zor gözükebilirdi. Çünkü o dönemde insanlar günümüze göre bir patlamanın nasıl gözüktüğü ve bu patlama sonrası oluşacak

alevlerin nasıl gözükeceği konusunda herhangi bir görsel tecrübeye yaygın bir biçimde sahip olmayabilirdi. Böylece daha basit seviyede tasarlanmış görsel efektlere mukayese edecekleri bir görsel referansları olmadığı için daha fazla inanabilmekteydiler. Fakat zaman içerisinde televizyonun her haneye girmesi, artan görsel referanslar ve bilginin yayılımıyla bir patlamanın nasıl olacağı, dev dalgaların nasıl ilerleyeceği, bir binanın nasıl çökeceği gibi birçok görsel olayın büyük, küçük olayın geçmişe göre daha bilinir bir hale gelmesini sağlamıştır. Bu yönden bakıldığında görsel efektleri aynı şekilde basit düzeyde tasarlamak artık onun inandırıcılığına zarar vereceği için tasarımlar daha ileri götürülmek istenmiş işte tam bu noktada artık sadece görsel tasarım yetersiz kalmıştır. Olayların fotogerçek gibi oluşturulması istendiğinde dijital görsel efektlerden ve en önemlisi fizik temelli görsel efektlerin kullanılmasından faydalanılmıştır. Bugün görsel efektlerin bu esnekliği sayesinde gerek mali açıdan gerekse de tehlikeli sahnelerin elde edilmesi çok daha kolaylaşmıştır. Bu esneklik sayesinde hayal gücünün ürünleri dışarıya artık çok daha serbest bir biçimde adeta gerçekmiş gibi çıkabilmektedir. Bu yalnızca hayal gücünü kapsayan bir kısıtlılığa sahip olarak kalmamış, geçmişin yeniden oluşturulması, hatta günlük yaşamda karşılaşacağımız sıradan olayların bile müthiş bir görsel gerçeklikle oluşturulmasını kapsamıştır.

KAYNAKÇA

- Dr. No - Car Chase Scene* - © Metro-Goldwyn-Mayer Studios Inc. . (2010, Haziran 18). Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=RO88NI16g84&t=17s> adresinden alındı
- addhoege. (2011, Ocak 16). *Animatronics Showreel 2011*. Mart 16, 2021 tarihinde youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=ddMacGSsivk> adresinden alındı
- Ali, Y. (2015, Eylül 07). *Motion capture improves animation of animals* - BBC News. Nisan 15, 2021 tarihinde BBC: <https://www.bbc.com/news/science-environment-34175225> adresinden alındı
- Anahtar Kare Animasyonu |Anahtar Kare Oluşturma Nedir. (b.t.). Nisan 28, 2022 tarihinde Adobe: <https://www.adobe.com/creativecloud/video/discover/keyframing.html> adresinden alındı
- Andrew, J. D. (2010). *Büyük Sinema Kuramları*. (Z. Atam, Çev.) İstanbul: Doruk Yayıncılık.
- Animation Techniques*. (2008). Nisan 28, 2022 tarihinde Simon Fraser University: <https://www.sfu.ca/~tutor/techbytes/Aftereffects/ae1.html#:~:text=Keyframes%20are%20the%20important%20frames,what%20time%20that%20action%20occurs.> adresinden alındı
- Bargtelil, A. W., & Shinar, T. (2018, Ağustos). An Introduction to Physics-based Animation.
- Baudrillard, J. (2011). *Simülakrlar ve Simülasyon*. (O. Adanır, Çev.) Ankara: Doğu Batı.
- Bazin, A. (1966). *Çağdaş Sinemanın Sorunları*. (N. Özön, Çev.) Ankara: Bilgi Yayınevi.
- Bazin, A. (1967). *What is Cinema?* (H. Gray, Çev.) London: University of California Press.
- Bender, J., Erleben, K., Trinkle, J., & Coumans, E. (2012). Interactive Simulation of Rigid Body Dynamics in Computer Graphics. *STAR – State of The Art Report*.
- Berk, M., & Aslan, M. (2018). Dünya Sinemasında Özel Efekt ve Görsel Efekt. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 267-284.
- Beyazperde. (2016, Ekim 13). *Doktor Strange Afiş*. Haziran 10, 2021 tarihinde Beyazperde: <https://www.beyazperde.com/filmler/film-130533/fotolar/detay/?cmediafile=21347201> adresinden alındı
- Büker, S. (1989). *Film ve Gerçek*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Byrne, & Byrne, B. (2009). *The Visual Effects Arsenal*. Focal Press.
- C4D4U. (2018, Aralık 30). *Softbody Simulation / Animation Playground V29* - Youtube. Haziran 14, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=HwJyg5o3HGg> adresinden alındı
- CGGeek. (2017, Haziran 29). *Blender Tutorial - Realistic Fluid Simulation*. Ocak 09, 2022 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=zmw-BTCbWMw>

adresinden alındı

- Cinecom.net. (2017, Kasım 03). *Epic Music Video Effects (Taylor Swift - Ready For It) | After Effects Tutorial* - Youtube. Haziran 20, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=BAdX2BQ0vLk&t=60s> adresinden alındı
- Crous, A. (2019, Nisan 23). *"The Arrival of a Train (1897)" - Review*. Kasım 21, 2021 tarihinde Cinemuse: <https://www.cinemuse.org/reviews-posts/the-arrival-of-a-train-1897> adresinden alındı
- Dawson, R. (2020, Ağustos 19). *Rear and Front Projection in Film Production*. Haziran 14, 2021 tarihinde filmriot.com/: <https://www.filmriot.com/blog/rear-front-projection/> adresinden alındı
- Derrickson, S. (Yöneten). (2016). *Doctor Strange* [Sinema Filmi].
- Diffuse Maps. (2014, Ekim 23). Ocak 09, 2022 tarihinde docs.cryengine.com: <https://docs.cryengine.com/display/SDKDOC2/Diffuse+Maps> adresinden alındı
- Dinur, E. (2017). *The Filmmaker's Guide to Visual Effects*. New York, London: Routledge.
- Dinur, E. (2022). *The Complete Guide to Photorealism for Visual Effects, Visualization and Games*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429244131-6>
- Dönüşümler-OpenGL Öğrenin. (2021, Aralık 10). [cgtranslators.gitbook.io/](https://cgtranslators.gitbook.io/opengl-ogrenin/baslarken/doenuesuemler): <https://cgtranslators.gitbook.io/opengl-ogrenin/baslarken/doenuesuemler> adresinden alındı
- Dygert, M. (2014, Mayıs 01). *How do you guys create Roughness maps for PBR? Any examples? Also a few questions-Polycount*. Ekim 14, 2020 tarihinde Polycount: <https://polycount.com/discussion/134289/how-do-you-guys-create-roughness-maps-for-pbr-any-examples-also-a-few-questions> adresinden alındı
- Eggen, E. (2019, Ekim 07). *High Poly Animal - SAG 375 Assignment #5*. Haziran 1, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=g5iVSzDqmYs> adresinden alındı
- Elf on a shelf! How they shot the classic christmas movie using forced perspective*. (2021, Aralık 21). Aralık 17, 2021 tarihinde Digitalcameraworld.com: <https://www.digitalcameraworld.com/uk/news/elf-on-a-shelf-how-they-shot-the-classic-christmas-movie-using-forced-perspective> adresinden alındı
- Erleben , K., Sporing , J., Henriksen, K., & Dohlmann, H. (2005). *Physics-Based Animation*. Hingham: Charles River Media.
- Esen, Ş. (1994, Ekim). Sinemada Festivaller. *Marmara İletişim Dergisi*, 105-111.
- Estes, R. (1974, Kasım 28). *Supreme Hardware*. Mart 12, 2022 tarihinde Widewalls: <https://www.widewalls.ch/magazine/photorealism-art-style> adresinden alındı
- Filming 'Abroad': How to Save Big on Your Next Shoot with VFX | Pond5*. (2016, Mart 25). Haziran 19, 2021 tarihinde Blog.pond5: <https://blog.pond5.com/3782-filming-abroad-how-to-save-big-on-your-next-shoot-with-vfx/> adresinden alındı
- Finance, C., & Zwerman, S. (2010). *The Visual Effects Producer*. Focal Press.
- FlashbackFM. (2016, Kasım 09). *Dodge this (ağır çekim, kurşun zamanı) | Matris [Açık Mat]* - Youtube. Haziran 21, 2021 tarihinde Youtube:

- <https://www.youtube.com/watch?v=8DajVKAkL50> adresinden alındı
- Foster, N., & Metaxas, D. (1996). Realistic Animation of Liquids. *Proceedings of Graphics Interface*, 204-212.
- Framestore. (2017, Lubat 28). *Doctor Strange | VFX Breakdown | Framestore-Youtube*. Haziran 30, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=bBzPl8SnZdg> adresinden alındı
- Frei, V. (2016, Aralık 1). *Doctor Strange: Florian Gellinger – VFX Supervisor – RISE Visual Effects Studios- The Art of Vfx*. Haziran 30, 2021 tarihinde Artofvfx: <https://www.artofvfx.com/doctor-strange-florian-gellinger-vfx-supervisor-rise-visual-effects-studios/> adresinden alındı
- Gemalmaz, H. H. (2015, Ağustos 15). *Normal Map Oluşturma Tekniği | Truva Design*. Nisan 1, 2021 tarihinde Truvadesign: <https://www.truvadesign.tv/genel/crazy-bump-ile-normal-map-olusturma/> adresinden alındı
- Gibbons, W. (2016, Haziran 22). *The Difference Between KeyShot Roughness and Bump Textures*. Nisan 17, 2021 tarihinde Keyshot: <https://blog.keyshot.com/2016/difference-keyshot-roughness-bump-textures> adresinden alındı
- Gözler Nasıl Çalışır? (2022, Nisan 25). Essilor: <https://www.essilor.com.tr/learn-about-vision/all-about-your-eyes/how-the-eye-works> adresinden alındı
- Green, A. (2017). *Presentation on theme: "Basic Theory of Motion Capture By: Vincent Verner."*— ppt download. Mayıs 13, 2021 tarihinde slideplayer: <https://slideplayer.com/slide/10348949/> adresinden alındı
- Guru, B. (2014, Ocak 29). *Blender Tutorial - Quick Rigid Body Fun - Youtube*. Haziran 14, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=nHVYYMG3QVY> adresinden alındı
- Imdb. (2001). *The Matrix Revisited*. Haziran 14, 2021 tarihinde IMDB: <https://www.imdb.com/title/tt0295432/mediaviewer/rm3955976448/> adresinden alındı
- Imdb. (b.t.). *Midway(2019)*. Ocak 24, 2022 tarihinde Imdb: <https://www.imdb.com/title/tt6924650/mediaviewer/rm694723073/> adresinden alındı
- Jeffery, A., & Zwerman, S. (2010). *The VES Handbook of Visual Effects*. ABD: Focal Press.
- Kenwright, B., Davison, R., & Morgan, G. (2011). Real-Time Deformable Soft-Body Simulation using Distributed Mass-Spring Approximations. *The Third International Conference on Creative Content Technologies*. Roma.
- KristofDeHulsters. (2021, Mart 04). *How do I properly use Roughness and Specular?* Nisan 05, 2021 tarihinde Keyshot: <https://forum.keyshot.com/index.php?topic=27591.0> adresinden alındı
- Kushwah, A. S. (b.t.). *İskelet Animasyonu*. Nisan 3, 2022 tarihinde learnopengl: <https://learnopengl.com/Guest-Articles/2020/Skeletal-Animation> adresinden alındı

- Kuveyt petrol yangınları - Wikipedi. (2017, Ocak 1). wikipedia: https://tr.wikipedia.org/wiki/Kuveyt_petrol_yang%C4%B1nlar%C4%B1 adresinden alındı
- LearnOpenGL-Normal Mapping. (b.t.). Ocak 16, 2022 tarihinde Learnopengl: <https://learnopengl.com/Advanced-Lighting/Normal-Mapping> adresinden alındı
- Lebrov, A. (2018, Haziran 4). *Tracking and Matchmoving*. Haziran 17, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=OWSedr3aXgI> adresinden alındı
- Light 'Boids' Particle System - Finding Essence. (b.t.). Haziran 15, 2021 tarihinde İvanrinaldo.weebly: <http://ivanrinaldo.weebly.com/light-boids-particle-system.html> adresinden alındı
- Light&Magic, I. (2017, Şubat 17). *ILM: Behind the Magic of the Mirror Dimension in Marvel Studios' Doctor Strange*. Haziran 18, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=mO37JEW9GMM&t=3s> adresinden alındı
- Lin, M. (b.t.). Mart 1, 2021 tarihinde <https://www.artstation.com/artwork/Avx6o> adresinden alındı
- Lukmanto, C. (2017). Is Rotoscope True Animation? *UMN*, 12-18.
- LumaPictures. (2017, Mart 03). *Doctor Strange | VFX Breakdown | Luma - Youtube*. Haziran 30, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=7t47iDTNyWI> adresinden alındı
- Midway Movie Pre Visualization Making by Pixomondo. (2020, Mart 17). Mart 25, 2022 tarihinde vfxexpress: vfxexpress.com/midway-movie-pre-visualization-making/ adresinden alındı
- Millington, I. (2007). *Game Physics Engine Development*. ABD: Morgan Kaufmann Publishers.
- Mitchell, M. (2004). *Visual Effects for Film and Television*. Focal Press.
- Netzley, P. (2000). Encyclopedia of Movie Special Effects. *Encyclopedia of Movie Special Effects*. içinde Oryx Press.
- Normal | Unreal Engine Documentation. (b.t.). Ocak 09, 2022 tarihinde docs.unrealengine: https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/Resources/ContentExamples/MaterialNodes/1_9/ adresinden alındı
- Normal Mapping. (2020, Haziran 06). Temmuz 17, 2020 tarihinde Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Normal_mapping adresinden alındı
- peramuseum|A Trip to the Moon. (b.t.). 12 05, 2021 tarihinde peramuseum: <https://www.peramuseum.org/film/a-trip-to-the-moon/594/117> adresinden alındı
- Pixolator. (2004, Nisan 22). *Rendering ZBrush Displacement-Maps In External Renderers (May 9th: 2nd file added)*. Temmuz 24, 2020 tarihinde Zbrushcentral: <https://www.zbrushcentral.com/t/rendering-zbrush-displacement-maps-in-external-renderers-may-9th-2nd-file-added/204576> adresinden alındı
- Pixomondo. (2020, Mart 4). *MIDWAY VFX Breakdown Reel - Youtube*. Kasım 12, 2021 tarihinde Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=dM9v1pMfP7I> adresinden alındı

- Plouffe, M. (b.t.). *Marco Plouffe(Keos Masons) - W.A.S.P. Zbrush (Retro Renders)*. Mayıs 01, 2021 tarihinde Artstation: <https://marcologue.artstation.com/projects/lG1DV> adresinden alındı
- Pluralsight. (2014, Ağustos 14). *Difference between displacement, bump and normal map*. Nisan 4, 2021 tarihinde Pluralsight.com: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/bump-normal-and-displacement-maps> adresinden alındı
- Rahul. (2018). Review on Motion Capture Technology. *Global Journal of Computer Science and Technology: F Graphics & Vision*, 23-26.
- Reeves, W. (1983, Haziran). Computer Graphics Particle Systems A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects. 359-375.
- Rehak, B. (2007). The Migration of Forms: Bullet Time as Microgenre. *Film Criticism*, 26-48.
- Rickitt, R. (2006). *Special Effects The History and Technique*. New York: Billboard Books.
- Robinson, H. P. (tarih yok). *Fading Away*.
- Rodeo FX. (2013, Eylül 13). *Now You See Me - Crowd duplication on Behance*. Haziran 21, 2021 tarihinde Behance: <https://www.behance.net/gallery/10896121/NOW-YOU-SEE-ME-Crowd-duplication> adresinden alındı
- Rough Wood Planks (Texture)-Diffuse Map*. (b.t.). Ocak 09, 2022 tarihinde www.filterforge.com: <https://www.filterforge.com/filters/8892-diffuse.html> adresinden alındı
- Scandinava makes insane practical VFX that look like CGI*. (2018, Nisan 3). diyphotography: <https://www.diyphotography.net/scandinava-makes-insane-practical-vfx-that-look-like-cgi/> adresinden alındı
- ScanlineVFX. (2020, Ocak 21). *Midway | VFX Breakdown Reel | Scanline VFX on Vimeo*. Kasım 15, 2021 tarihinde Vimeo: <https://vimeo.com/386211132> adresinden alındı
- Seymour, M. (2011, Eylül 15). *The science of fluid sims*. Mayıs 15, 2021 tarihinde fxguide: <https://www.fxguide.com/featured/the-science-of-fluid-sims/> adresinden alındı
- Sharma, A., Mukesh, A., Sharma, A., & Pankhuri, D. (2013, Nisan). Motion Capture Process, Techniques And Applications. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 251-257.
- Special effects in Citizen Kane ?* (2014, Ocak 21). Mayıs 21, 2021 tarihinde fxmakingof.wordpress.com: <https://fxmakingof.wordpress.com/2014/01/21/special-effects-in-citizen-kane/> adresinden alındı
- Stop Motion Animation for Kids: Courses, Camps, & Parent Guide*. (b.t.). Aralık 1, 2021 tarihinde Funtech: <https://funtech.co.uk/latest/stop-motion-animation-for-kids> adresinden alındı
- Surface Appearance MetalnessMap*. (b.t.). 06 15, 2021 tarihinde Developer.roblox: <https://developer.roblox.com/en-us/api-reference/property/SurfaceAppearance/MetalnessMap> adresinden alındı

- Turner, G. E. (Dü.). (1983). *The ASC Treasury of Visual Effects*. Usa: American Society of Cinematographers.
- Types of light*. (b.t.). Şubat 28, 2022 tarihinde docs.unity3d.com: <https://docs.unity3d.com/Manual/Lighting.html> adresinden alındı
- Unity - Manual: Specular mode: Specular parameter*. (b.t.). Mayıs 14, 2021 tarihinde Docs.unity3d: <https://docs.unity3d.com/es/2018.4/Manual/StandardShaderMaterialParameterSpecular.html> adresinden alındı
- Unity-Manual: Normal Map*. (b.t.). docs.unity3d.com: <https://docs.unity3d.com/Manual/StandardShaderMaterialParameterNormalMap.html> adresinden alındı
- Using the Emissive Material Input*. (b.t.). Şubat 28, 2022 tarihinde <https://docs.unrealengine.com/>: <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/RenderingAndGraphics/Materials/HowTo/EmissiveGlow/> adresinden alındı
- Ünlü, R., & Erili, İ. (2020). 1960 Sonrası Çağdaş Türk Resminde Fotogerçekçi Eğilimler. *International EUropean Journal of Managerial Research Dergisi*, 303-313.
- Vaughan, W. (2012). *Digital Modelling*. California: New Rider.
- Volumetric lighting*. (b.t.). Şubat 28, 2022 tarihinde Wikipedia: en.wikipedia.org/wiki/Volumetric_lighting#mediaFileEnvironment_lighting adresinden alındı
- Walt, L. (2020, Haziran 15). *What Does a Specular Map Do?* Haziran 27, 2021 tarihinde Wedesignvirtual: <http://wedesignvirtual.com/what-does-a-specular-map-do/> adresinden alındı
- West, Z. (b.t.). *Creating Bump Maps in Photoshop | Rendernode*. Nisan 17, 2021 tarihinde Rendernode: <https://www.rendernode.com/creating-bump-maps-in-photoshop/> adresinden alındı
- Wikipedia. (2021, Ekim 21). *Photomontage*. Ocak 3, 2022 tarihinde Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Photomontage> adresinden alındı
- Wikipedia. (2021). *Save Ralph*. Aralık 15, 2021 tarihinde Wikipedia: https://tr.wikipedia.org/wiki/Save_Ralph adresinden alındı
- Wright, S. (2008). *Compositing Visual Effects*. Focal Press.
- Zeldman, J. (2015, Eylül 08). *Designing Safer Web Animation For Motion Sensitivity - Zeldman on Web and Interaction Design*. Zeldman: <http://www.zeldman.com/2015/09/08/designing-safer-animation/> adresinden alındı