

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GÖRSEL İLETİŞİM TASARIMI ANASANAT DALI**

**ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON FİMLERİNDE
SANAL KAMERANIN SİNEMATOGRAFİK KULLANIMI:
“KUZGUN” ANİMASYON FİLMİ**

YİĞİT AYYILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Murat ERTÜRK

OCAK - 2022

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON FİMLERİNDE
SANAL KAMERANIN SİNEMATOGRAFİK KULLANIMI:
“KUZGUN” ANİMASYON FİLMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yiğit AYYILDIZ

Enstitü Anasanat Dalı : Görsel İletişim Tasarımı

“Bu tez 05/01/2022 tarihinde online olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri bulunan jüri üyeleri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ
Doç. Dr. Murat ERTÜRK	Başarılı
Doç. Dr. Suzan ORHAN	Başarılı
Doç. Dr. Erol ÇİTÇİ	Başarılı

ETİK BEYAN METNİ

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

Etik kurul onay belgesine ihtiyaç var mıdır?

Evet ☐

Hayır ☒

(Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir:

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.)

Yiğit AYYILDIZ

05/01/2022

ÖNSÖZ

Başta bu tez sürecinde her türlü yanımda olup sabırla doğruyu gösteren, bilgi birikimiyle çalışmama büyük katkı sağlayan, on yıldır birlikte çalışmaktan ve her zaman öğrencisi olmaktan gurur duyduğum sevgili danışman hocam Doç. Dr. Murat Ertürk'e ve yükseköğretim hayatım boyunca beni cesaretlendiren, akademik ve mesleki gelişimim sırasında tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Bülent Kabaş ve Dr. Öğr. Üyesi Emel Yurtkulu'na sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca mesleki kariyerime başlamamı sağlayan ustam Selahattin Akbulut'a, öğrenim hayatım ve sonrasında maddi manevi desteği ile yanımda olan ve yol gösteren Zafer Aksoy'a, hiçbir zaman bilgi ve birikimini esirgmeden beni geliştiren ve yetiştiren Şahin Boydaş'a teşekkür ederim.

Son olarak yalnızca bu çalışma sürecinde değil her zaman yanımda olan, aldığım kararları her zaman destekleyen, moral ve desteğini esirgemeyen sevgili Ezgi Emine Kanıbelli'ye, tüm hayatım süresince bana doğru yolu gösteren ve güvenen sevgili babam Faruk Ayyıldız'a ve sevgili annem Aylâ Ayyıldız'a, ablam Merve Gülçe ve eşi Muammer Gülçe'ye ve ablam Cansu Ayyıldız'a sonsuz şükranlarımı sunar ve teşekkür ederim.

Yiğit AYYILDIZ

05/01/2022

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM: ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON VE ÜRETİM AŞAMALARI 5

1.1. Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinin Üretim Aşamaları	5
1.1.1. Modelleme	6
1.1.2. Materyal ve Doku Kaplama.....	15
1.1.3. Donatım	19
1.1.4. Animasyon.....	21
1.1.5. Aydınlatma	33
1.1.6. Görsel Efekt/Simülasyon.....	38
1.1.7. Render.....	42
1.1.7.1. Gerçek Zamanlı Render	43
1.1.7.2. Gerçek Zamanlı Olmayan Render.....	44
1.1.7.3. Çok Katmanlı Render	44
1.1.7.4. Radyosite	44
1.1.7.5. Işın Dökümü	44
1.1.7.6. Işın İzleme	44
1.1.7.7. Tel kafes görünümü	44
1.1.7.8. Doku Kaplama	45
1.1.7.9. Gölgeleme.....	45
1.1.8. Dijital Birleştirme.....	45

2.BÖLÜM: KAMERANIN SİNEMATOGRAFİK KULLANIMI 47

2.1. Görüntü Tasarımının Temel İlkeleri.....	47
2.1.1. Bütünlük	48
2.1.2. Denge.....	48
2.1.3. Ritim.....	49
2.1.4. Orantı.....	50
2.1.5. Zıtlık	51

2.1.6. Doku	52
2.1.7. Üç Boyutlu Alan.....	53
2.2. Görsel Düzenleme	54
2.2.1. Çizgi	54
2.2.2. Şekil ve Biçim	55
2.2.3. Kompozisyon Üçgenleri.....	56
2.2.4. Görsel Alanda Hareket	57
2.2.5. Üçte bir Kuralı.....	58
2.2.6. Baş ve Bakış Boşluğu	58
2.3. Kamera Kullanımının Amaçları	59
2.3.1. Çerçeveleme	60
2.3.2. Kamera Açıları	61
2.3.2.1. Objektif Seviyesi.....	62
2.3.2.2. Alt Açı.....	63
2.3.2.3. Üst Açı	63
2.3.2.4. Eğik Çerçeve	64
2.4. Kamera Hareketleri.....	65
2.4.1. Durağan Kamera.....	66
2.4.2. Çevrinme	66
2.4.4. Optik Kayma	67
2.5. Çekim Ölçekleri.....	67
2.5.1. Uzak Çekim.....	68
2.5.2. Genel Çekim.....	69
2.5.3. Boy Çekim.....	70
2.5.4. Orta Çekim	71
2.5.5. Göğüs Çekim	72
2.5.6. Diz Çekim.....	73
2.5.7. Baş Çekim	74
2.5.8. Yakın Çekim.....	75
2.5.9. Omuz Çekim.....	76
3. BÖLÜM: SANAL KAMERA ARAÇLARI	78
3.1. Sanal Kamera Türleri.....	78

3.1.1. Ortografik Kamera.....	78
3.1.2. Perspektif Kamera	80
3.1.3. Panoramik Kamera	81
3.2. Kameranın Özellikleri	82
3.2.1. Kameranın Konumu	82
3.2.2. Alan Derinliği.....	84
3.2.3. Objektif.....	85
3.2.4. Görüş Açısı ve Görüş Alanı	86
3.2.5. Görüntü Alanı Ekranı Özellikleri	88
3.3. Sanal Kameranın Kontrolü	88
3.3.1. Etkileşimli Kamera Kontrolleri	89
3.3.1.1. Doğrudan Kontrol	89
3.3.1.2. Fiziksel Kontrol.....	91
3.3.1.3. Sanal Objektif Kontrolü	92
3.3.2. Otomatik Kamera Kontrolleri.....	92
4.BÖLÜM: UYGULAMA ÇALIŞMASI	94
4.1. Senaryo	94
4.2. Konsept Tasarımı.....	99
4.2.1. Karakter Konsept Tasarımı.....	100
4.2.2. Çevre Tasarımı	101
4.3. Görsel Senaryo	103
4.4. Modelleme	127
4.5. Materyal ve Doku Kaplama.....	129
4.6. Donatım/Karakter İskeleti	131
4.7. Animasyon.....	132
4.8. Simülasyon	134
4.9. Aydınlatma	134
4.10. Render ve Birleştirme.....	136
SONUÇ	138
KAYNAKÇA.....	141
ÖZGEÇMİŞ	146

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1	: Çokgen oluşturma çeşitleri.	7
Şekil 2	: Çokgen modelleme örneği.	8
Şekil 3	: Çokgen çeşitleri.	8
Şekil 4	: Alt bölüm ile modelleme örneği.	9
Şekil 5	: Kutu modelleme tekniği örneği.	10
Şekil 6	: Kenar modelleme tekniği örneği.	11
Şekil 7	: Çizgi ve bağlayıcı kullanarak modelleme tekniği örneği.	12
Şekil 8	: Dijital organik modelleme tekniği örneği.	12
Şekil 9	: Prosedürel modelleme tekniği örneği.	13
Şekil 10	: Görüntü Tabanlı modelleme tekniği örneği.	14
Şekil 11	: Üç boyutlu tarama ile modelleme tekniği örneği.	14
Şekil 12	: Materyal ve doku tanımlanmış yüzey ve doku çeşitleri örneği.	16
Şekil 13	: Düzlemsel doku haritalama örneği.	17
Şekil 14	: UV Koordinat haritalama örneği.	18
Şekil 15	: Donatım örneği.	20
Şekil 16	: Ters ve ileri kinematik örneği.	21
Şekil 17	: Ezme ve germe ilkesi örneği.	24
Şekil 18	: Beklenti ilkesi örneği.	24
Şekil 19	: Sahneleme ilkesi örneği.	25
Şekil 20	: Dümdüz ileri eylem ve pozdan poza ilkesi örneği.	26
Şekil 21	: Takip eden ve üst üste binen hareket ilkesi örneği.	27
Şekil 22	: Hızlanma ve yavaşlama ilkesi pendulum örneği.	27
Şekil 23	: Yay ilkesi örneği.	28
Şekil 24	: İkincil hareket ilkesi örneği.	29

Şekil 25 : Zamanlama ilkesi örneği.....	30
Şekil 26 : Cazibe ilkesi örneği.	30
Şekil 27 : Abartı ilkesi örneği.	31
Şekil 28 : Katı tasarım/çizim ilkesi örneği.	32
Şekil 29 : Spot ışığı örneği.	34
Şekil 30 : Nokta ışık örneği.....	35
Şekil 31 : Doğrusal ışık örneği.....	36
Şekil 32 : Ortam ışığı örneği.	37
Şekil 33 : Alan ışığı örneği.....	38
Şekil 34 : Parçacık simülasyonu örneği.	39
Şekil 35 : Saç ve kürk simülasyonu örneği.	40
Şekil 36 : Sıvı simülasyonu örneği.....	41
Şekil 37 : Sert gövde simülasyonu örneği.....	41
Şekil 38 : Yumuşak gövde simülasyonu örneği.....	42
Şekil 39 : Dijital karakter birleştirme örneği.....	45
Şekil 40 : Bütünlük ilkesi örneği.....	48
Şekil 41 : Denge ilkesi örneği.	49
Şekil 42 : Ritim ilkesi örneği.	50
Şekil 43 : Orantı ilkesi örneği.	51
Şekil 44 : Zıtlık ilkesi örneği.....	52
Şekil 45 : Doku ilkesi örneği.....	53
Şekil 46 : Üç boyutlu alan ilkesi örneği.	54
Şekil 47 : Görsel düzenlemede çizgi kullanımı örneği.	55
Şekil 48 : Görsel düzenlemede şekil ve biçim kullanımı örneği.....	56
Şekil 49 : Görsel düzenlemede kompozisyon üçgeni kullanımı örneği.	57

Şekil 50 : Görsel düzenlemede üçte bir kuralı kullanımı örneği.....	58
Şekil 51 : Görsel düzenlemede baş boşluğu kullanımı örneği.	59
Şekil 52 : Çerçeveleme kullanımı örneği.	61
Şekil 53 : Objektif seviyesi çekim örneği.	62
Şekil 54 : Alt açılı çekim örneği.	63
Şekil 55 : Üst açılı çekim örneği.	64
Şekil 56 : Eğik çerçeve çekim örneği.....	65
Şekil 57 : Uzak çekim örneği.	69
Şekil 58 : Genel çekim örneği.....	70
Şekil 59 : Boy çekim örneği.....	71
Şekil 60 : Orta çekim örneği.	72
Şekil 61 : Göğüs çekim örneği.	73
Şekil 62 : Diz çekim örneği.....	74
Şekil 63 : Baş çekim örneği.	75
Şekil 64 : Yakın çekim örneği.....	76
Şekil 65 : Omuz çekim örneği.....	77
Şekil 66 : Ortografik kamera şeması.....	79
Şekil 67 : Ortografik kamera açısı örneği.	79
Şekil 68 : Perspektif kamera şeması.....	80
Şekil 69 : Perspektif kamera açısı örneği.	81
Şekil 70 : Panoramik kamera açısı örneği.	82
Şekil 71 : Sanal kamera konumu.....	83
Şekil 72 : Alan derinliği örneği.....	84
Şekil 73 : 200 mm ve 12 mm objektif değeri karşılaştırma örneği.	85
Şekil 74 : Görüş açısı ve görüş alanı örneği.....	87

Şekil 75 : Sanal kamera kontrolü örneği.	90
Şekil 76 : Sanal kamera fiziksel kontrolü örneği.	91
Şekil 77 : Otomatik sanal kamera kontrolü örneği.....	93
Şekil 78 : Erkek karakter konsepti.	100
Şekil 79 : Kuzgun karakter konsepti.	101
Şekil 80 : Cadde referans görselleri.	102
Şekil 81 : İç mekân referans görselleri.....	102
Şekil 82 : Koridor tasarımı.....	103
Şekil 83 : Görsel senaryo sahne 1/çekim 1.	104
Şekil 84 : Görsel senaryo sahne 1/çekim 2.	105
Şekil 85 : Görsel senaryo sahne 1/çekim 3.	105
Şekil 86 : Görsel senaryo sahne 1/çekim 4.	106
Şekil 87 : Görsel senaryo sahne 1/çekim 5.	107
Şekil 88 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 1.	107
Şekil 89 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 2.	108
Şekil 90 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 3.	108
Şekil 91 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 4.	109
Şekil 92 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 5.	110
Şekil 93 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 6.	110
Şekil 94 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 7.	111
Şekil 95 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 8.	111
Şekil 96: Görsel senaryo sahne 2/çekim 9.	112
Şekil 97 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 10.	112
Şekil 98 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 11.	113
Şekil 99 : Görsel senaryo sahne 2/çekim 12.	113

Şekil 100: Görsel senaryo sahne 2/çekim 13.	114
Şekil 101: Görsel senaryo sahne 2/çekim 14.	114
Şekil 102: Görsel senaryo sahne 2/çekim 15.	115
Şekil 103: Görsel senaryo sahne 2/çekim 16.	116
Şekil 104: Görsel senaryo sahne 2/çekim 17.	117
Şekil 105: Görsel senaryo sahne 2/çekim 18.	117
Şekil 106: Görsel senaryo sahne 2/çekim 19.	118
Şekil 107: Görsel senaryo sahne 2/çekim 20.	118
Şekil 108: Görsel senaryo sahne 2/çekim 21.	119
Şekil 109: Görsel senaryo sahne 2/çekim 22.	119
Şekil 110: Görsel senaryo sahne 2/çekim 23.	120
Şekil 111: Görsel senaryo sahne 2/çekim 24.	120
Şekil 112: Görsel senaryo sahne 2/çekim 25.	121
Şekil 113: Görsel senaryo sahne 2/çekim 26.	121
Şekil 114: Görsel senaryo sahne 2/çekim 27.	122
Şekil 115: Görsel senaryo sahne 2/çekim 28.	122
Şekil 116: Görsel senaryo sahne 2/çekim 29.	123
Şekil 117: Görsel senaryo sahne 2/çekim 30.	123
Şekil 118: Görsel senaryo sahne 2/çekim 31.	124
Şekil 119: Görsel senaryo sahne 2/çekim 32.	124
Şekil 120: Görsel senaryo sahne 2/çekim 33.	125
Şekil 121: Görsel senaryo sahne 2/çekim 34.	125
Şekil 122: Görsel senaryo sahne 2/çekim 35.	126
Şekil 123: Görsel senaryo sahne 2/çekim 36.	126
Şekil 124: Pixologic Zbrush yazılımında organik modelleme.	127

Şekil 125: Karakter yüz ifadelerinin modellenmesi.....	128
Şekil 126: Blender 3D yazılımında cadde modellemesi.	128
Şekil 127: Blender 3D yazılımında iç mekân-oda modellemesi.....	129
Şekil 128: Blender 3D yazılımında materyal ve doku tanımlama.	130
Şekil 129: Blender 3D yazılımında materyal ve doku testi.....	131
Şekil 130: Blender 3D yazılımında donatım/karakter iskeleti oluşturma.	132
Şekil 131: Erkek karakter konuşma animasyonu.	133
Şekil 132: Kuzgun karakteri kanat çırpma animasyonu.	133
Şekil 133: Sis simülasyonu.	134
Şekil 134: Dış mekân aydınlatması.....	135
Şekil 135: İç mekân aydınlatması.	136
Şekil 136: Adobe Premiere Pro yazılımında birleştirme aşaması.	137
Şekil 137: “Kuzgun” animasyon filminden kareler.	139

ÖZET	
Başlık: Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinde Sanal Kameranın Sinematografik kullanımı: “Kuzgun” Animasyon Filmı	
Yazar: Yiğit AYYILDIZ	
Danışman: Doç. Dr. Murat ERTÜRK	
Kabul Tarihi: 05.01.2022	Sayfa Sayısı: xii (iç kısım) + 146 (tez)
Dijitalleşme ile gelen teknolojik yenilikler üç boyutlu film yapımını kolaylaştırmakla beraber yapım sürecindeki temel detayların göz ardı edilmesine yol açmaktadır. Geleneksel çekim yöntemlerinin aksine sanal ortamdaki tasarım süreci belirli parametreleri doğru uygulama temeline dayalıdır. Üç boyutlu yazılımlarda kullanılan sanal kameralar ve objektifler, gerçek hayatta kullanılan çekim ekipmanlarının sanal uzaydaki benzerleridir. Sanal uzayda kameralar, yazılımlar içerisinde bulunan hareket ve açı parametreleri ile yönergesiz bir yapıya sahiptir. Üç boyutlu yazılım bilgisi ve operatörlüğü görsel dildeki anlamı aktarmaya yeterli olmamaktadır. Bu açıdan bakıldığında yıllar içerisinde yönetmenler, görüntü yönetmenleri ve kameramanlar tarafından oluşturulan belirli bir genelgeçere sahip sinematografi kurallarının üç boyutlu animasyon yapımlarında da uygulanması gerekmektedir. Bu çalışmanın başlıca amacı, sanal kameraların sinematografi kurallarına uygun olarak düzenlenmesi ve teknik detayları ile bir anlatım unsuruna dönüştürülmesi sürecindeki çeşitlilik ve yöntemleri ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda araştırma kapsamında, üç boyutlu animasyon yapımlarının üretim aşamaları, kameranın sinematografik kullanımı ve sanal kameralar tanım ve örneklerle belirgin hale getirilmiş, sekiz dakikalık üç boyutlu bir animasyon kısa film hazırlanmıştır. Araştırma, üç boyutlu animasyonlarda sinematografi kurallarına uygun kamera kullanım biçimlerinin dışavurum olanaklarına etkisini göstermektedir. Çalışma kapsamında hazırlanan üç boyutlu animasyon film açık kaynaklı bir biçiminde yıllarca erişilebilir olacaktır. Bu özelliğiyle “Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinde Sanal Kameranın Sinematografik Kullanımı” projesi, benzer bir çalışma hazırlayacak kişilere kılavuz niteliği taşımaktadır.	
Anahtar Kelimeler: Üç Boyutlu Animasyon, Sinematografi, Sanal Kamera	

ABSTRACT	
Title of Thesis: In Three-Dimensional Animation Movies Cinematographic Use Of the Virtual Camera: “Raven” Animation Movie	
Author of Thesis: Yiğit AYYILDIZ	
Supervisor: Assoc. Prof. Murat ERTÜRK	
Accepted Date: 05.01.2022 Number of Pages: xii (pre text) + 146 (main body)	
Technological innovations that come with digitalization facilitate the production of three-dimensional films and cause the basic details of the production process to be ignored. Unlike traditional shooting methods, the design process in the virtual environment is based on the correct application of certain parameters. Virtual cameras and lenses used in 3D softwares are analogues of real-life shooting equipment in virtual space. Cameras in virtual space have an undirected structure with the movement and angle parameters included in the softwares. Three-dimensional softwares knowledge and operatorship are not enough to convey the meaning in visual language. From this point of view, it is necessary to apply the rules of cinematography, which has a certain general validity, created by directors, cinematographers and camera operators over the years, in three-dimensional animation productions. The main purpose of this study is to reveal the diversity and methods in arranging virtual cameras following cinematography rules and transforming them into a narrative element with technical details. For this purpose, within the scope of the research, the production stages of three-dimensional animation productions, the cinematographic use of the camera and virtual cameras have been clarified with definitions and examples, and an eight-minute three-dimensional animation short film has been prepared. The research shows the effect of camera usage following cinematography rules on expression possibilities in three-dimensional animations. The three-dimensional animation film prepared within the scope of the study will be accessible in an open-source format for years. With this feature, the “In Three-Dimensional Animation Movies Cinematographic Use Of the Virtual Camera” project serves as a guide for those who will prepare a similar study.	
Keywords: Cinematography, Three-Dimensional Animation, Virtual Camera	

GİRİŞ

Araştırmanın Konusu

Üç boyutlu animasyon yapımları, bilgisayar grafikleri alanındaki araştırmalar için belirleyici bir rol üstlenmektedir. Dijital ortamdaki gelişmeler genellikle sanal sahnelerin gerçekçiliğine ve çeşitliliğine odaklanmaktadır ancak görsel dildeki hikâye aktarımı, sanal kamera ve aydınlatma tercihlerine bağlıdır. Üç boyutlu animasyon filmlerindeki anlatım olanakları çekim sürecindeki tüm teknik kaynaklar ve araçlar hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Yıllar içerisinde görüntü yönetmenleri ve sinematografiler tarafından oluşturulan belirli bir genelgeçere sahip sinematografik teknikleri animasyon çekimlerinin oluşumunda kılavuz niteliği taşımaktadır. Animasyon yapımlarındaki sanal kamera kullanımının sinematografik rolü, teknikler aracılığıyla sahnenin estetik tasarımını ve anlam bütünlüğünü izleyiciye aktarmaktır.

Araştırmanın Sorunu

Gelişen üç boyutlu film yapım teknikleri üretim sürecindeki çeşitliliği ve hızlı çözümleri beraberinde getirmektedir. Üç boyutlu yazılımlar içerisindeki kamera ve aydınlatma araçlarının kullanımı yıllar içerisinde genelgeçer bir biçime sahip olmuştur. Üç boyutlu animasyon filmlerinde çekim planı uygulanırken kameranın konumlandırılması ya belirli bir karakterin bakış açısından ya da stratejik olarak belirlenmiş dar bir bakış açısı kümesi ile betimlenmektedir. Bu durum üretilen filmlerin birbirleri ile benzeşmesine ve estetik kaygıdan uzaklaşmasına yol açmaktadır. Sanal kamera araçları geleneksel sinema araçlarını taklit etmektedir ancak üç boyutlu yazılımlardaki teknolojik gelişmeler sanal sahnelerin gerçekliğine ve çeşitliliğine odaklanmaktadır. Bu durum sinematografik anlatım biçimlerinin göz ardı edilmesi sorununu beraberinde getirmektedir. Sanal kamera kullanım çeşitleri ve yöntemlerinin Türkçe literatürde bulunmaması ve buna bağlı olarak üç boyutlu animasyon filmlerinde sinematografik kamera kullanımının göz ardı edilmesi bu araştırmanın başlıca sorunu olarak ele alınmıştır.

Araştırmanın Amacı

Sanal uzayda kameralar, yazılımlar içerisinde bulunan hareket ve açı parametreleri ile yönergesiz bir yapıya sahiptir. Üç boyutlu yazılım bilgisi ve operatörlüğü görsel dildeki anlamı aktarmaya yeterli olmamaktadır. Teknik becerilerin yanında, anlatının estetik ve görsel bütünlüğünü sağlayan sinematografik öğeler sıklıkla göz ardı edilmektedir. Bu bağlamda, çalışmanın amacı üç boyutlu animasyon filmlerinde kullanılan sanal kameraların sinematografi kurallarına uygun olarak düzenlenmesi ve teknik detayları ile bir anlatım unsuruna dönüştürülmesi sürecindeki çeşitlilik ve yöntemleri ortaya koymaktır.

Araştırmanın Önemi

Sinematografi hareket ile yazı yazmak anlamına gelmektedir. Kamera ve aydınlatma araçlarının belirli bir disiplin ve kurallar dâhilinde kullanılması ile uygulanan bir anlatım biçimidir. Bu biçim ve teknikler uzun yıllar içerisinde genelgeçer bir tavra sahip olmuştur. Gelişen teknoloji ve anlatım olanakları sinematografik öğelerin üç boyutlu yazılımlar yardımı ile taklit edilmesine de olanak tanımaktadır. 2000’li yılların başından itibaren gelişen üç boyutlu animasyon film endüstrisi sanal uzayda, kamera ve aydınlatma araçları ile geleneksel sinema yöntemlerini taklit etmeyi başarmıştır ancak uygulama biçimleri ve yapım aşamaları teknik olarak birbirleri ile benzeşmemektedir. Bu bağlamda üç boyutlu animasyon yapımlarında sinematografik öğelerin kullanımı ve işlenişi sanal kamera ve aydınlatma araçları hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir.

Türkçe literatürde sinematografi üzerine birçok çalışma bulunmasına rağmen, sanal kamera kullanımı ve çeşitliliği konusunda kaynaklar oldukça kısıtlıdır. Yapılan araştırma üç boyutlu animasyon film yapımı, video oyun tasarımı, hareketli grafikler, artırılmış ve sanal gerçeklik gibi birçok alanda sanal kamera kullanımı ve çeşitleri hakkında Türkçe literatüre katkı sağlayacağı, teorik ve uygulamalı çalışmalara yardımcı olacağı için önem taşımaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Boş bir görüntü çerçevesini doldurmak öngörülen estetik kaygıdan çok tasarım gerektiren bir süreci ifade etmektedir. Çekim plânı hazırlanırken kompozisyon inşasında kameranın rolü, görüntülenen alanı veya nesneyi sınırlı bir çerçeve içerisine dahil etmek, görüntülenen alandaki hareketi izleyiciye anlamlı biçimde betimlemektir. Genelgeçer kurallara sahip görsel tasarım ilkeleri ve sinematografi kuralları, görüntü çerçevesini anlam bütünlüğü ile sergileyen temel unsurlar olarak görülmektedir. Sinematografi, kamera ve aydınlatma tercihleri yapma disiplini. Türkçe literatürde üç boyutlu animasyon araştırmaları içerisinde aydınlatma tercihleri üzerine çalışmalar bulunmaktadır ancak sanal kamera araçları ve tercihleri üzerine bir çalışma bulunmamaktadır. Bu bağlamda araştırma, üç boyutlu animasyon yapımlarında sanal kameranın çeşitliliği ve sinematografik kullanımı ile sınırlandırılmıştır.

Araştırmanın Sayıtları

Yapılan araştırmada, üç boyutlu animasyon üretimine yönelik izlenen yol ve yöntemlerin, genelgeçer kurallara sahip sinematografik kamera kullanım biçimlerinin, sanal kameralar üzerine araştırma içerisinde kullanılan basılı ve internet kaynaklarının güvenilir ve doğru kaynaklar olduğu varsayılmıştır.

Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden veri analizi yöntemi kullanılmıştır. Türkçe ve yabancı dillerdeki literatür taranarak ortaya çıkarılan başlıklar araştırma kapsamında yorumlanmıştır. “Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinde Sanal Kameranın Sinematografik Kullanımı” başlığına sahip bu araştırmada, üç boyutlu animasyon filmlerin yapım aşamasında gerçekleştirilen teknik süreçler ayrıntılarıyla ele alınarak işlenmiştir. Film yapım sürecinde ışık ve kamera tercihlerini anlatım unsuruna dönüştüren sinematografik öğeler ayrı bir başlık altında tanımlar ve örneklerle incelenmiştir. Araştırma kapsamı sinematografik anlatım unsurları içerisinde kamera ile sınırlandırıldığından geleneksel sinemada kullanılan genelgeçer kamera kullanım teknikleri ve biçimleri örneklerle yorumlanmıştır. Türkçe literatürde bulunmayan sanal kamera kullanımı ve çeşitliliği konusu örnekler ve tanımlar ile açıklanmıştır. Elde edilen bu teorik bilgiler ışığında araştırmanın son bölümünde “Kuzgun” isimli sekiz

dakikalık üç boyutlu kısa bir animasyon filmi hazırlanmıştır.



1. BÖLÜM: ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON VE ÜRETİM AŞAMALARI

Üç boyutlu animasyon yapımları, geleneksel animasyon üretiminde kullanılan birçok öğeyi içerisinde barındırmaktadır. Temel olarak aynı prensipleri kullanan, iki farklı türdeki animasyon üretim tekniklerinin arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Üç boyutlu animasyonda karakterlerin ve yardımcı nesnelerin modelleri, aydınlatma araçları ve kameralar detaylı biçimde oluşturularak sahneye yerleştirilmektedir. Bilgisayar destekli animasyon, sahneye konumlandırılan elemanların yeniden kullanılmasına izin vermektedir. Geleneksel animasyonda bu durum oldukça meşakkatli bir süreçten geçer. Her animasyon sahnesi için karakterlerin ana karelerinin oluşturulduğu basitleştirilmiş bir test çizimi yapılmaktadır. Bu aşamadan sonra ara kareler doldurularak hareket eden her detay el yordamı ile işlenerek sonuç alınır. Üç boyutlu animasyonda oluşturulan hareketi test etmek, bilgisayar destekli animasyon yazılımlarının ve bilgisayar donanımlarının gelişmesi ile her geçen gün daha kolay bir hale gelmektedir. Kamera ve ışık etkilerinin görüntü işleme sürecindeki seviyeleri düşürülerek, alınacak son çıktıya yakın bir biçimde gerçek zamanlı olarak animasyon testleri mümkün olmaktadır. Bu sayede geleneksel animasyona kıyasla, üç boyutlu animasyon üretimi hem yapım süreci hem de iş gücü açısından daha ekonomik olmaktadır.

1.1. Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinin Üretim Aşamaları

Bilgisayar destekli animasyon üretimi, teknolojinin her gün gelişen yetenekleri ile yakından ilgilidir. Bilgisayar, animatöre tekniği ve üretkenliği daha üst düzeyde kullanma fırsatı vermekte ve yüksek kaliteli ürünlerin ortaya çıkmasını sağlamaktadır. Bilgisayar ile üretilen animasyonlarda her kademenin kalitesi kendi içerisinde ayrı olarak kontrol edilebildiğinden, geleneksel tekniklere göre animasyon oluşturmaya daha uygun bir hale gelmiştir.

Animasyon yapımlarındaki odak noktası, hareket animasyonu olarak genelgeçer bir tavra sahip olsa da, animasyon üretimindeki diğer bileşenler en az hareket kontrolü kadar öneme sahiptir. Geleneksel sinema yapımlarında olduğu gibi, üç boyutlu animasyon yapımlarında da üretim aşamaları zamanla genelgeçer bir tavra sahip

olmuştur. Filmin senaryo, kurgu ve tasarımı ardından gelen, üretimi için gerekli olan teknik aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

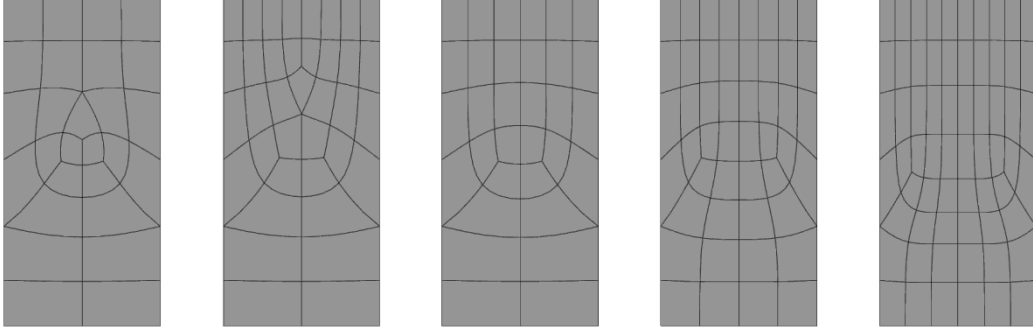
- Modelleme
- Materyal ve Doku Tanımlama
- Donatım
- Animasyon
- Aydınlatma
- Kamera
- Simülasyon
- Görüntü İşleme
- Dijital Birleştirme

1.1.1. Modelleme

Modelleme, animasyon yapımları için üç boyutlu objeler üretme amacı ile kullanılan en yaygın yöntemdir. Modeller, bir nesnenin manipüle edilmesiyle oluşturulur. Oluşturma işlemi sırasında yüzeyler itilir, çekilir, çıkarılır ve eklenir (Ratner, 2004, s. 4). Ekranda görülmesi gereken her şey modellenmelidir. Model, üç boyutlu animasyon yazılım paketinde döndürülebilen ve görüntülenebilen bir nesnenin geometrik yüzey temsilidir (Beane, 2012, s. 25). Görüntülenen üç boyutlu nesne, çeşitli teknikler kullanılarak hazırlanabilen üç boyutlu bir ağdan oluşmaktadır. Modelleme teknikleri objenin türüne ve amacına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Modelleme çeşitleri, gelişen teknoloji ile ihtiyaçları karşılamak için her geçen gün farklı yapılar ve sektörler için güncellenerek artmaktadır. Üç boyutlu modelleme amaçlı yöntemler *çokgen* ve *alt bölümleri ile modelleme* (subdivision), *kutu modelleme*, *kenar ve konturlar üzerinden modelleme* (edge modelling), *çizgi ve bağlayıcı noktaları kullanarak modelleme* (nurbs), *dijital organik modelleme* (sculpting), *prosedürel* (procedural) modelleme, *görüntü tabanlı modelleme*, *üç boyutlu tarama* (3D scanning) ile modelleme olarak sayılabilir.

Çokgenler, üç boyutlu modellemeciler tarafından en yaygın olarak kullanılan geometri türüdür. Çokgenler basit yapılı, üzerinde çalışılması kolay ve çok çeşitli araçlarla

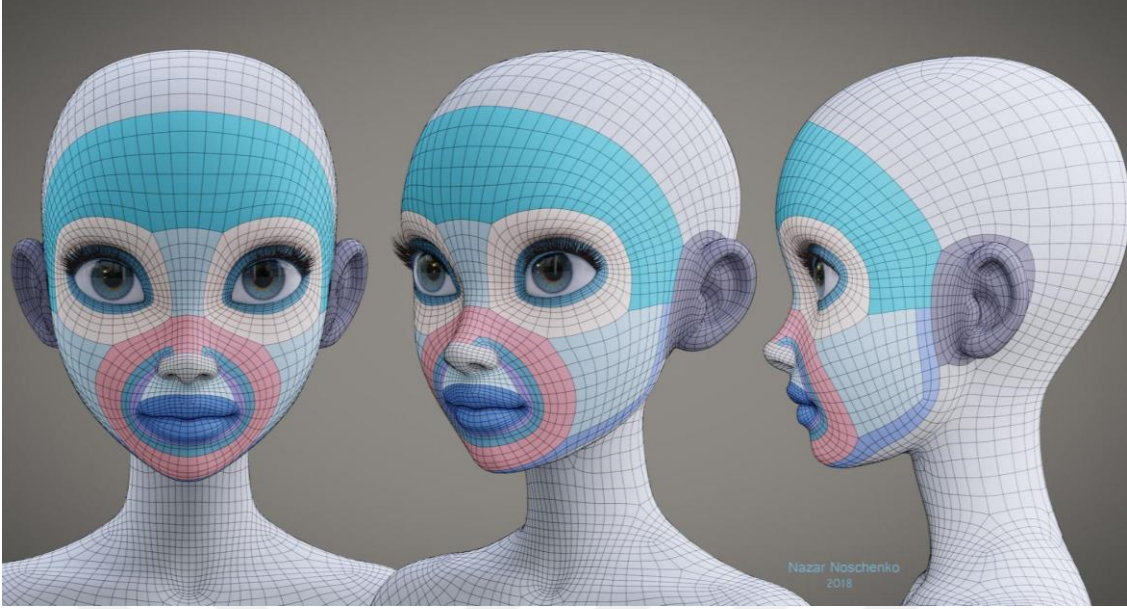
düzenlenebilmektedir. Köşe olarak bilinen üç veya daha fazla noktasal yapıdan oluşmaktadır ve bu köşeleri birleştiren çizgiler, kenar olarak adlandırılır (Beane, 2012, s. 138). Çokgen ağlar çoğu üç boyutlu yazılımlar tarafından kullanılabilir. Bu nedenle yazılımlar arasında içe ve dışa kolayca aktarılabilirler (Cantor ve Valencia, 2004, s. 259).



Şekil 1: Çokgen oluşturma çeşitleri.

Kaynak: Optimal Edge Loop Reduction Flows (E.T. 18.06.2020). <https://topology-guides.tumblr.com>

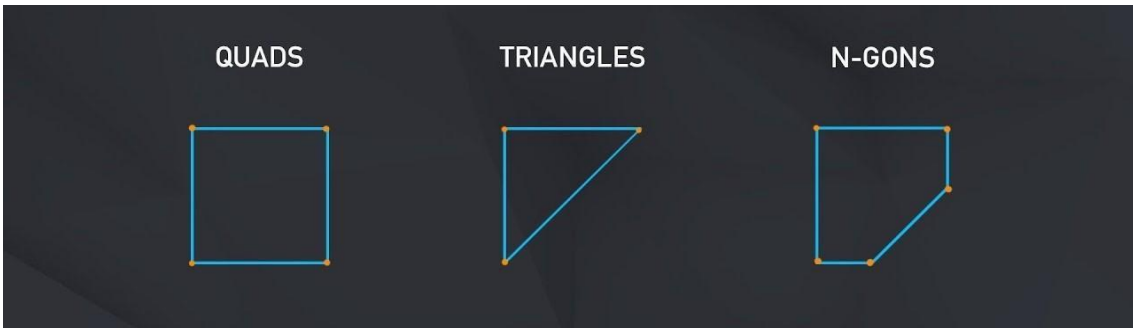
Çokgen modeller oluşturulurken girinti ve çıkıntılardan oluşan, eğimli ve yumuşak yüzey tasarımlarında çok sayıda köşe kullanılmaktadır (Cantor ve Valencia, 2004, s. 259). Bu durum dezavantaj olarak görülse de gelişen teknolojiler ve alt bölüm modelleme ile bunun üstesinden gelinmiştir. Düşük kabiliyetli donanımlarda dahi yüksek çözünürlüğe sahip çalışmalar üretilebilmektedir. Çokgen yüzeyler üç boyutlu görüntü işleme sürecinde görülebilmektedir. Köşeler ve kenarlar yalnızca üç boyutlu yazılımlarda görüntülenerek düzenlenebilir durumdadır.



Şekil 2: Çokgen modelleme örneği.

Kaynak: Face Topology (E.T. 18.06.2020). <http://wiki.polycount.com/wiki/FaceTopology>

Çokgenin en temel şekli üç taraflı olanıdır. En çok kullanılan çokgen türü, dörtlü olarak bilinen dört kenarlıdır. Çoğu üç boyutlu modelleme uzmanı, beş veya daha fazla kenarı bulunan bir çokgen olan n-kenarlı çokgeni kullanmaktan kaçınır. N-kenarlı çokgen ile ilgili sorun, şeklin beklendiği gibi deforme olmamasıdır. Bu şekil kolayca düzenlenmeyebilir ve beklendiği gibi işlenmeyebilir. N-kenarlı çokgen, üç boyutlu yazılımlardaki basit çoklu bölme araçlarıyla kolayca üç veya dörtlü hale dönüştürülebilmektedir (Beane, 2012, s. 138).



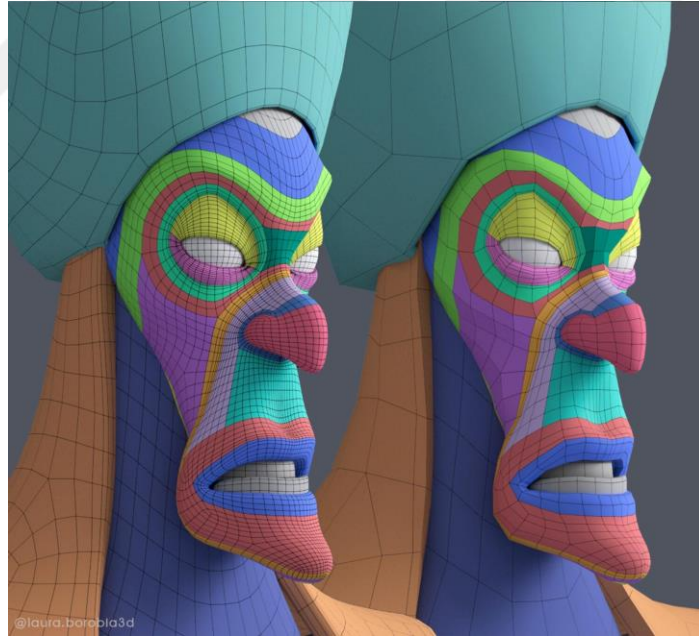
Şekil 3: Çokgen çeşitleri.

Kaynak: Quads, Triangles and N-Gons in 3D Modelling (E.T. 19.06.2020).

<https://www.youtube.com/watch?v=BYphmSKzK6s>

Topoloji çözünürlüğü olarak adlandırılan çokgen ağın yoğunluğu, modellemede önemli bir ayrıntıdır. Bunun sebebi sektörlere göre modelleme ihtiyaçlarının farklılık göstermesidir. Örneğin, video oyun endüstrisi etkileşimi arttırmak adına gerçek zamanlı görüntü işleme teknolojisi kullanmaktadır. Bu nedenle düşük çözünürlüğe sahip modeller tercih edilerek doku ve materyal tasarımı ile desteklenmektedir. Tüm modellemelerin yüksek çözünürlüğe sahip olması durumunda görüntü işleme motoru anlık olarak çözünürlükleri hesaplayamamakta ya da tepkime süresi çok uzun zaman almaktadır. Bir başka yönden sinema endüstrisinde, gerçek zamanlı görüntü işleme gerekmediğinden daha yüksek çözünürlüğe sahip modeller kullanılabilir. Bu durumda yüksek çözünürlüklerin hesaplanma süreçleri uzun vakitler almaktadır. Her bir görüntü karesi için gereken süreç saatler ya da günler olabilmektedir.

Alt bölüm ile modelleme, daha düşük topoloji çözünürlüğüne sahip bir nesnenin çok yüksek çözünürlüklü bir model gibi işlenmesine olanak tanımlanmaktadır. Bu nedenle sinema endüstrisinde de bu teknik yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.



Şekil 4: Alt bölüm ile modelleme örneği.

Kaynak: WIP Jafar's topology (E.T. 19.06.2020). <https://www.artstation.com/artwork/8IZ1GO>

Yazılım geliştiricileri alt bölüm yüzey modellemeyi uygulamaya başladıktan sonra yüzeylerin kenarlarını bükme için bir yumuşatma algoritması uygulayan ve onlara eğri bir görünüm veren düşük çokgen kontrol ağı kullanmaya başlamıştır. Genel çokgen

sayısı düşük kalırken, alt bölme komutu uygulanan yüzeyin düzgünlük derecesi kontrol edilmektedir. Ratner’e göre yüzey alt bölümü, belirli bir yüzey parçasının alt parçalara bölünmesi anlamına gelmektedir. Her alt parçanın kendi kontrol köşeleri vardır. Oluşturulan alt parçalar içerisindeki köşe sayısı kontrol edilebilir olsa da, orijinal kontrol noktaları veya köşe noktaları aynı kalmaktadır (Ratner, 2004, s. 5).

Kutu modelleme, bir tasarım ögesi olarak taşınabilir cihazların kullanımının artması ile genellikle mobil oyunlarda kullanılan bir tür olarak ortaya çıkmıştır. İstenilen sonucu elde edene kadar bileşenleri hareket ettirerek anlamlı bir bütün oluşturmaya dayanan, ilkel geometrik nesnelerin dizilişi ile elde edilen bir modelleme tekniğidir. Gerçek zamanlı görüntü işleme kullanılan yapımlarda, işlem boyutunu minimum seviyede tutmak odağı ile kullanılmaktadır.



Şekil 5: Kutu modelleme tekniği örneği.

Kaynak: Lighthouse in low poly world (E.T. 23.06.2020). <https://dribbble.com/shots/963968-Lighthouse-in-low-poly-world?list=users>

Kenar modelleme genellikle belirli yüzey ve kenar akışı gerektiren karmaşık yapıdaki modelleri oluşturmak için kullanılan çokgenlerden oluşan bir tekniktir. Nesnenin, belirgin parçalarının ana hatları kenarlar ile oluşturulmaktadır. Ardından aralarındaki boşluklar çokgenler ile doldurulmaktadır.

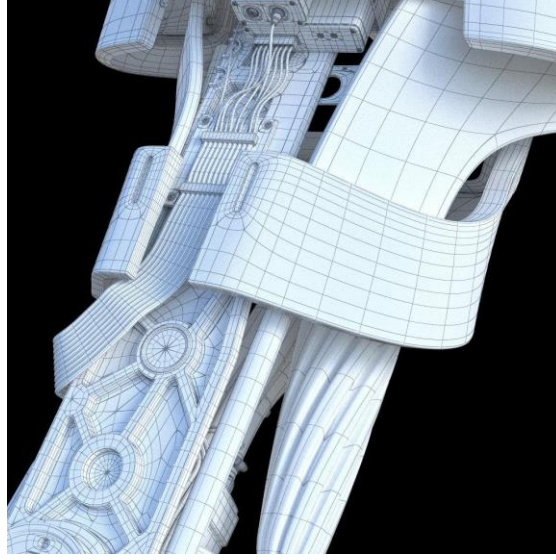


Şekil 6: Kenar modelleme tekniği örneği.

Kaynak: (E.T. 23.06.2020). http://blog.sina.com.cn/s/blog_48d03ba30102wa2a.html

Çizgi ve bağlayıcı noktaları kullanarak modelleme (Non-uniform rational B Spline, NURBS), yaygın olarak endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır.

NURBS geometrisi matematiksel bir model türüdür. Bu modelleme tipi çokgen tabanlı değildir. İki ya da daha fazla eğrinin birbirine bağlanarak oluşturduğu yüzeyler, geometrik eğrilerin iki yanında yön veren tutma kollarını (bezier curve) hareket ettirerek kontrol edilmektedir (Beane, 2012, s. 150).



Şekil 7: Çizgi ve bağlayıcı kullanarak modelleme tekniği örneği.

Kaynak: Robotic Arm (E.T. 23.06.2020). <https://www.artstation.com/artwork/robotic-arm-d8b591b1-47f2-4d42-95dc-1be25a8d2f66>

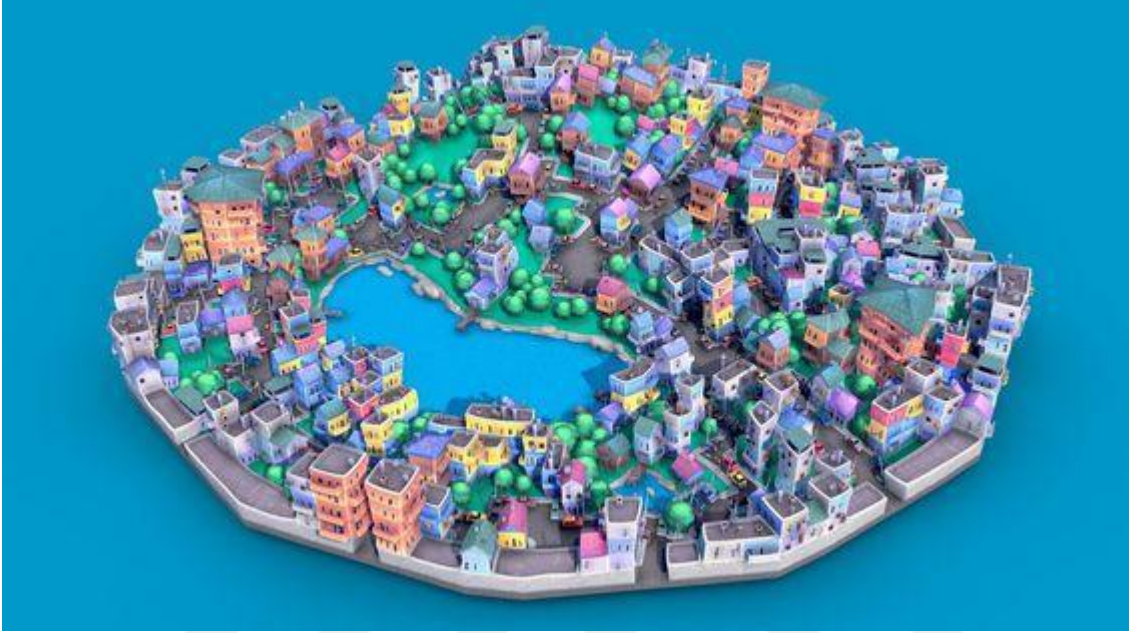
Dijital organik modelleme, üç boyutlu heykel oluşturulurken topoloji ve kenarların düzenine bakılmaksızın, gerçek şekillendirme tekniklerinin uygulanmasına izin veren bir modelleme biçimidir. Genellikle, kullanıcının sanal bir kil parçası ile etkileşime girdiği ve ayrıntılı detay işlemi yapabilmesine izin veren yüksek çözünürlüğe sahip ağlar oluşturabileceği yapıdır.



Şekil 8: Dijital organik modelleme tekniği örneği.

Kaynak: Troll (E.T. 27.06.2020). <https://arthuribeiro.cgsociety.org/8awq/troll>

Prosedürel modelleme, model oluşturmak için matematik algoritmaları kullanmaktadır. Genellikle çimler yada ağaçlar gibi organik modeller ve elle oluşturmak için çok fazla zaman alan, değişkenlerin çok olduğu şehirler, ovalar gibi karmaşık ortamlar oluşturmak için kullanılmaktadır.



Şekil 9: Prosedürel modelleme tekniği örneği.

Kaynak: Zany Town (E.T. 02.07.2020). <https://sketchfab.com/3d-models/zany-town-procedural-generation-7fed8f33bc4442d2b52507c67c57ea6b>

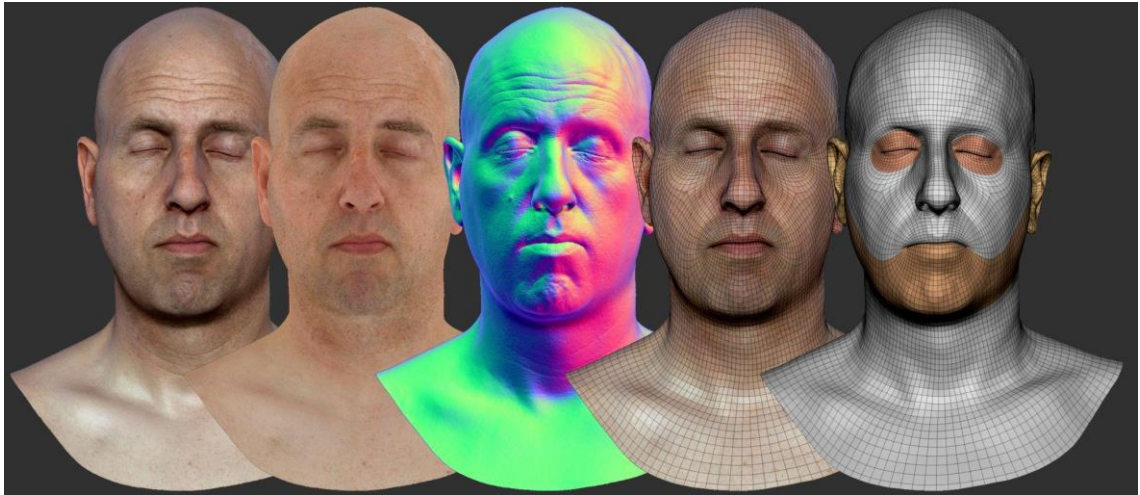
Görüntü tabanlı modelleme, iki boyutlu görüntülerden üç boyutlu modeller oluşturma tekniğidir. Gerçek bir modelin belirlenen açılardan fotoğraflarının çekilerek algoritmalar ile hazırlanmış sistemler sayesinde üç boyutlu nesne haline dönüşmesini sağlamaktadır (Slick, 2016, s. 15-16).



Şekil 10: Görüntü Tabanlı modelleme tekniği örneği.

Kaynak: How can I easily make 3D captures on a smartphone for free? (E.T. 02.07.2020).
<https://3dscanexpert.com/free-3d-scanning-video-smartphone/>

Üç boyutlu tarama ile modelleme, gerçek dünyadaki bir objeden bir yüzey oluşturmak için üç boyutlu tarama teknolojisi kullanılarak hazırlanan yöntemdir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için gerçek bir objenin var olması gereklidir.



Şekil 11: Üç boyutlu tarama ile modelleme tekniği örneği.

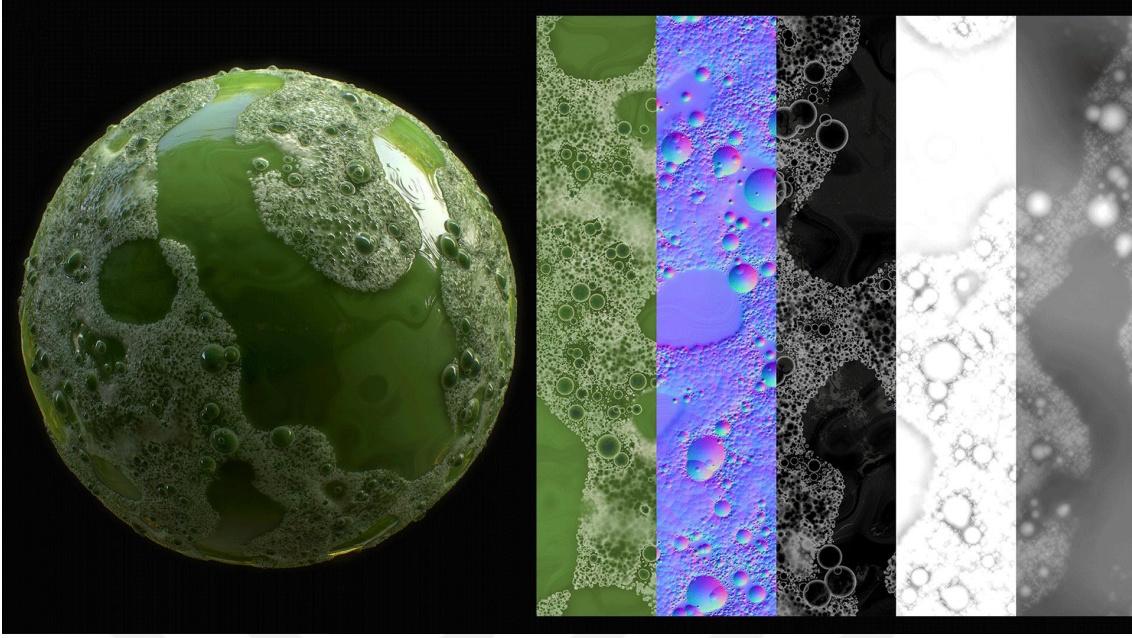
Kaynak: Free 3D Head Model (E.T. 02.07.2020). <https://www.3dscanstore.com/blog/Free-3D-Head-Model>

Animasyon film yapımlarında tüm modelleme çeşitlerinden faydalanılabilmektedir. Donanım gerekliliği ve teknik detaylar göz önüne alınarak izlenecek yol belirlendikten sonra sunulacak ürün kalitesi, modelleme çeşitleri ve işlenişlerinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir.

1.1.2. Materyal ve Doku Kaplama

Üç boyutlu animasyon yapımlarında üretilen sahnelerde gerçekçi ve ayrıntılı görüntüler elde edebilmenin en önemli yollarından biri doku kaplamasıdır. Doku kaplama, modellerin yüzeylerini ve renk özelliklerini temsil etmeleri gereken nesneye benzemelerini sağlamak için oluşturma işlemidir. Turan'a göre doku kaplaması basit olarak bir sahnedeki bir objenin üzerine bir görüntüyü yani dokuyu yerleştirmektir (Turan, 2002, s. 25).

Var olan tüm nesnelerin kendilerine ait belirli bir rengi ve dokusu bulunmaktadır. Nesnelerin görünüşleri yüzeylerinin ışık ile tepkimesine doğrudan bağlıdır. Yüzeylerdeki materyal tanımlamaları modellemenin kendisi kadar karmaşık ve zor bir yapıya sahiptir. Doku kaplaması hazırlanırken nesnelerin yüzey ve renk olarak hangi nitelikleri taşıdığı detaylı olarak incelenmektedir. Nesne yüzeyindeki pürüzler, çizikler ve diğer kusurlu kısımlar işlenerek nesneye doğal ve gerçekçi bir görünüm kazandırmaktadır.

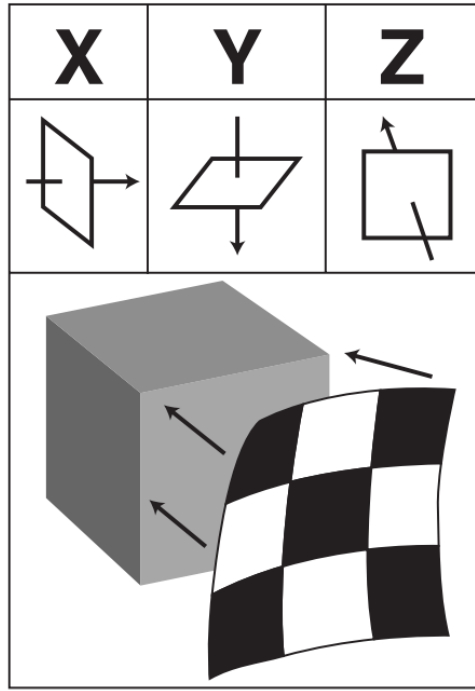


Şekil 12: Materyal ve doku tanımlanmış yüzey ve doku çeşitleri örneği.

Kaynak: Slime (03.07.2020). <https://www.artstation.com/artwork/0g4rY>

Dokuların arazi, dağlar, büyük binalar gibi geniş yüzeylere yerleştirilmesi için kesintisiz hale getirilmesi gerekmektedir. Bu durum yüzeye uzaktan bakıldığında tekdüze bir görünüm kazandırmakta ve bir dezavantaja dönüşmektedir. Dokuların ve materyallerin el boyaması yordamı ya da doku boyamada kullanılan programlarda bulunan yapay zekâların kesişen parçaları rastgele bir düzende tamamlamaları ile geniş yüzeylerde hızlı ve detaylı doku kaplaması gerçekleştirilebilmektedir.

Dokular yüzeylere yerleştirilmeden önce, üç boyutlu düzlemde görünen nesnelerinin iki boyutlu yansımaları oluşturularak doku haritalama işlemi gerçekleştirilir. Çoğu yazılım programı, doku haritalama işlemi için benzer bir değerler dizisi kullanır. En yaygın olanları düzlemsel (*planar*), silindirik (*cylinder*), küresel (*sphere*), kübik (*cube*), önden yansıtım (*project from view*) ve UV koordinat (*UV-unwrapping*) haritalama yöntemleridir. Çoğu nesne küp, silindir gibi basit temel öğeler olmadığından, hangi sistemin en iyi çalıştığına karar vermeden önce farklı doku haritalama türleri ile biraz deney yapmak gerekebilir. Örneğin düzlemsel doku haritalama, bir görüntüyü projeksiyon cihazı gibi benzer bir yüzeye yansıtmaktadır. Normalde doku X, Y ya da Z eksenlerine uygulanabilir (Şekil 12).



Şekil 13: Düzlemsel doku haritalama örneği.

Kaynak: Mapping Methods. (Ratner, 2004, s. 226).

UV koordinat haritalama (Şekil 14), eğimli ve karmaşık yüzeylerde doku haritalama için çok kullanışlıdır. Diğer haritalama özelliklerinden farklı olarak tüm nesnelere basit şekillermiş gibi davranan yöntem, bir dokuyu geometrinin yapısıyla haritalamaya olanak tanır.

Bir yüzeyin uzayı, bir U yatay değeri ile tanımlanır. Genellikle solda 0'dan sağda 1'e uzanmaktadır. V koordinat alanı yüzey normallerinde dikey değeri tanımlar ve üstte 0'dan altta 1'e kadar uzanmaktadır. Bir animasyon sırasında bir model deforme edildiğinde, UV koordinatıyla haritalanmış doku onunla birlikte genişler ve daralır. U ve V eksenlerini tanımlamanın bir başka yolu da, U eksenini boylam ve V eksenini enlem olarak düşünmektir (Ratner, 2004, s. 226).

UV haritaları üç boyutlu alanda manipüle edilemez. İki boyutlu koordinat düzlemine aktarılır ve bir UV düzenleyicide düzenlenir. Çoğu üç boyutlu uygulama, kullanıcının UV haritaları oluşturmaya yardımcı olacak birkaç araç ve teknik sunmaktadır (Bean, 2012, s. 160).



Şekil 14: UV Koordinat haritalama örneği.

Kaynak: Prince John (E.T. 05.07.2020). <https://www.artstation.com/artwork/JQzzz>

Bir UV ağıın yapısı, çokgenlere benzemektedir. UV koordinat haritalama modeli otomatik olarak kaplayacağı gibi, kenar seçimi yapılarak dikiş olarak tanımlanan kullanıcı kontrolünde haritalama yapılmasına da izin vermektedir (“Unfolding a UV Mesh”, 2018). Bu durum bir terzinin kıyafet dikmesine benzetilebilir.

Dokular, modellemede renk ve ışık bileşenlerinin özelliklerini çok çeşitli şekilde yansıtmaktadır. Kendi içlerinde dokular birçok çeşide sahiptir. Fiziksel tabanlı görüntü işleme kullanıldığından beri üç boyutlu yazılımlar arasındaki görüntü kalitesi dokular aracılığıyla birbirlerine aktarılabilir. Yalnızca gölgelendirme seçenekleri ile manipüle edilen dokular, gelişen yazılımlar ve fırınlama (baking) teknikleri ile kullanım alanlarını arttırmışlardır.

Dokular, üç boyutlu yazılımlarda renk, şeffaflık, parlaklık, kabartma, ışık, yer değiştirme, metallik, yansıma gibi birçok farklı şekilde tanımlanarak gölgeleme teknikleri ile düzenlenip görüntü işlemeye gönderilebilmektedirler.

Gölgeleme, ışığın aydınlatma derecesi ve yüzeye bıraktığı etkileşimi kontrol eden değişkenlerden oluşmaktadır. Temel renklerin ve parlaklığın hesaplanmasında hangi algoritmaların görüntü işlemede kullanılacağını bildirmektedir. Düz, köşeli ve *phong* gölgeleme olarak üç ayrı yöntemle tanımlanmaktadır (Turan, 2002, s.27). Gölgeleme teknikleri üç boyutlu yazılımların materyal oluştururken kullandığı talimatların, nesnenin görünümü ve görüntü işlemede nasıl davranacağını tanımlamasına izin vermektedir. Bu yapılar doku ve materyal kaplaması için uygun olan tüm yazılımlarda bir materyal düzenleyici tarafından oluşturulmaktadır. Materyallerin kullanım amacı ve ışıkla olan etkileşimine bağlı olarak düzenleme kısımları karmaşık ve zor bir yapıya sahiptir.

1.1.3. Donatım

Donatım, sanal bir iskelet yapısının içerisinde bulunan birbirleri ile etkileşimli kemikler dizisinin üç boyutlu kullanımını temsil eden bir tekniktir. Özellikle bir modelin kemik yapısını oluşturma yöntemini ifade etmektedir ve neredeyse her nesneye uygulanabilir (Brijeshkumarmishra, 2020).

Donatım hazırlanırken, animatörlerin karakterleri ve nesneleri basit bir arayüzde hareketlendirebileceği gelişmiş kontrol yeteneklerine sahip bir sistem oluşturulmaktadır. Donatımı hazırlayan kişinin ilk önceliği animatörün işini kolaylaştırmaktır. Donatımın büyük bir bölümü teknik unsurlardan oluşmaktadır. Uygulayıcının yazılım ve donanım işleyişine derinlemesine hâkim olmasının yanı sıra nesne hareketleri, ifade biçimleri, insan ve hayvan anatomisi gibi bilgilere sahip olması gereklidir. Bu konularda bilgi sahibi olan uygulayıcılar, hareketleri taklit etme becerileri daha yüksek donatım oluşturabilmektedir.



Şekil 15: Donatım örneği.

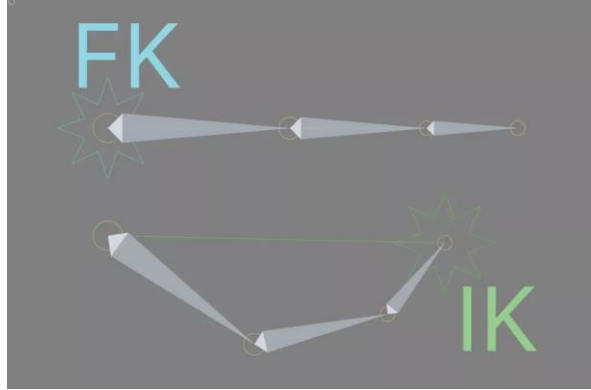
Kaynak: Lou Rig (E.T. 12.01.2021). <https://klimov.gumroad.com/l/ikrQP>

Donatım oluşturmada ilk adım hareket ettirilecek olan nesneye eklem ve kemiklerden oluşan bir kontrol sistemi yerleştirmektir. Beane'e göre bu iskelet sisteminin içerisinde bulunan alt ve üst bağlantı noktaları ayrı ayrı seçilebilir, birbirlerine bağlanabilir ya da istenilen bölgeye konumlandırılabilir durumdadır (Beane, 2012, s.178). Üç boyutlu geometri, oluşturulan donatıma bağlanarak geometrinin donatımı takip etmesi sağlanmaktadır.

Lipponen'e göre bir donatım tarafından kullanılan eklem hiyerarşisinin donatımın hareketini nasıl etkileyeceğini tanımlayan iki ana teknik vardır. Bunlar ileri kinematik (forward kinematics) ve ters kinematiktir (inverse kinematics) (Lipponen, 2013).

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda, kinematik genellikle bağlantılı nesnelerle ilgilenmektedir. Bir dizi bağlantılı kemik oluşturduktan sonra, bir zincir içinde dönen veya hareket eden üst kemikler daha sonra alt kemiklerin konumlarına etki etmektedir (White, 2006, s.15). Ters kinematik, bir kemik zincirinin veya diğer bağlantılı nesnelerin, bir hiyerarşideki son nesnesinin konumunun değiştirilerek hareket

ettirebildiğini veya döndürülebildiği bir sistemdir. İleri kinematiğin tersidir (Ratner, 2004, s. 60).



Şekil 16: Ters ve ileri kinematik örneği.

Kaynak: 3D rigging: all you need to know to get started (E.T. 11.08.2020).

<https://www.creativebloq.com/features/3d-rigging-all-you-need-to-know-to-get-started>

İleri kinematik, eklemilenmiş modellerin birbirlerine bağlandıkları kısımlarda hareket kontrolünü daha alt kemiklerde kullanabilmek için kontrol noktaları oluşturmaktadır. Bu kontrol noktaları ters kinematikte olduğu gibi, bağlı bulunduğu kemikleri etkilemez ve ters kinematik çözümleri ile uyumlu olarak çalışabilmektedir (“Forward Kinematics”, 2021).

Açıktır ki, ileri kinematik ile bu kemiklerin her birini ayrı ayrı döndürmek, ters kinematik nesnesiyle hareket oluşturmaya çalışmaktan daha fazla kontrol ve kolaylık sağlayacaktır. Hem ters hem de ileri kinematiğin üç boyutlu animasyonda sınırlamalarının üstesinden gelmenin tek yolu, ikisinin bir karışımını kullanmaktır. Örneğin, bir karakter animasyonu hazırlanırken bacaklarını ileri kinematik, ellerini ters kinematik ile hazırlamak eklemlerin kontrolünü daha kolay bir hale getirmektedir.

1.1.4. Animasyon

Animasyon bir sahnedeki koşulların zamanla değiştiği bir süreçtir. Bir dizi hareket yanılması oluşturmak için art arda çizimleri, modelleri görüntüleme yöntemidir. Göz yapısı, görüntüyü saniyenin onda birine kadar fark edebilmektedir. Bu sayede hızla gelen görüntüler beyin tarafından harmanlanır ve hareket yanılması meydana gelir.

Geleneksel animasyon, vektör tabanlı iki boyutlu animasyon, üç boyutlu bilgisayar animasyonu, hareketli grafikler ve kukla animasyonları olmak üzere animasyon oluşturmak için birçok yöntem bulunmaktadır.

Geleneksel animasyon en eski animasyon yöntemlerinden biridir. Sanatçının binlerce resmi kâğıda çizmesi ve fotoğraflaması gerekmektedir. Geleneksel animasyonda kullanılan gereçler değişkenlik gösterebilir. Kâğıt ve kalem harici cam boyama ve sulu boyama gibi tekniklerle de geleneksel animasyon uygulamaları bulunmaktadır (“5 Types Of Animation: Finding Inspiration In All Styles”, 2017).

Bilgisayar yardımı ile hazırlanan vektör tabanlı animasyon, piksel yerine vektörler kullanılarak kontrol edilen iki boyutlu animasyon çeşididir. Hazırlanan karakterler, arka plânlar, nesneler ve efektler zaman çizelgesinde art arda sıralanarak hareket yanılması oluşturulur. Vektör tabanlı iki boyutlu animasyon genellikle animasyon dizi ve filmleri için hazırlanmaktadır ancak video oyunlarında, web sitelerinde, mobil uygulamalarda ve reklâmlarda da kullanılmaktadır (“2D Animation Definition”, t.y.).

Üç boyutlu bilgisayar animasyonları teknolojik gelişmeler ile birlikte en yaygın kullanılan animasyon türlerinden biri olmuştur. Üç boyutlu bilgisayar animasyonu üç boyutlu uzayda nesneleri hareket ettirme ve hareket etme sürecidir (Teji, 2020). Üç boyutlu animasyon oluşturulurken animatör, karakterleri ya da nesneleri hareket ettirmek için çeşitli yazılımlar kullanır. Bu yazılımlar içerisinde hareket ettirilecek nesne dijital bir kuklaya dönüştürülür. Ardından animatör dijital kuklalardaki kontrolcüler yardımıyla zaman çizelgesinde ana kareleri oluşturur. Ara kareler bilgisayar tarafından hesaplanarak canlandırılır. Animasyon tamamlandıktan sonra sanal bir kamera ile görüntü çerçevelenerek iki boyutlu görüntü düzlemine aktarılmaktadır.

Bilgisayar ile oluşturulan hareketli grafikler, hareketli tasarım olarak da adlandırılır. Hareket ve tasarım arasındaki ilişkinin anlaşılmasını kolaylaştırır. Hareketli grafikler, tasarım bilgisini zaman ve mekân öğelerini ekleyerek yani hareket yaratarak yeni ortamlara getirmekle ilgilidir (Silveria, t.y.). Genellikle reklam projeleri, film jenerikleri gibi alanlarda kullanılan, izleyiciye bir şeyler aktarmak için var olan dijital animasyon çeşididir. Bilgisayar ile oluşturulan hareketli grafik çizimleri, metin içeren animasyonlar gibi birçok multimedya projeleri bu yöntemle hazırlanmaktadır.

Kukla animasyonu, cansız nesnelere ve figürlere hareket izlenimi vermek için bir kameranın tekrar tekrar durdurulup, kare kare başlatıldığı bir animasyon tekniğidir aynı zamanda kare kare bir süreç olması bakımından geleneksel animasyona benzer. Geleneksel animasyon iki boyutlu ve çoğunlukla elle çizilmiş olsa da kukla animasyonu fotoğrafın üç boyutlu animasyona dönüştürülmesidir (Laine, 2020).

Ratner'e göre animasyon ilkelerine atıfta bulunmadan animasyonu tartışmak çok zordur. 1930'larda Disney animatörleri tarafından hazırlanan on iki temel ilkedен oluşan kurallar genel olarak kabul görmektedir. Bu ilkeler; *ezme ve germe* (squash and stretch), *beklenti* (anticipation), *sahneleme* (staging), *dümdüz ileri eylem ve pozdan poza* (straight ahead action and pose to pose), *takip eden ve üst üste binen hareket* (follow through and overlapping action), *hızlanma ve yavaşlama* (slow in and slow out), *ikincil hareket* (secondary action), *zamanlama* (timing), *cazibe* (appeal), *abartı* (exaggeration), *yay* (arcs) ve *katı tasarım* (solid drawing) ilkeleridir. Geleneksel veya üç boyutlu animasyon fark etmeksizin bu ilkeler tüm başarılı animasyonların altında yatan temel olarak gösterilmektedir (Ratner, 2004, s. 290).

Orijinal ilkeler geçerliliğini korumaktadır ancak bu ilkeler bilgisayar ortamında uygulanırken bazılarının güncellenmesi gerekmektedir. Buna ek olarak üç boyutlu animasyon ile eklenen yeni teknik ve stilleri ele almak adına birkaç yeni ilkeye ihtiyaç duyulmaktadır.

On iki temel ilkedен ilki ezme ve germedir. Temel ilkeler arasında en çok uygulanan ve önemli olanlar arasında yer almaktadır. Katı cisimler hareket ederken fiziksel durumlarını korurlar ancak organik ya da canlı nesneler omurgaya ve kemiklere sahip olsalar dahi hareket esnasında şekillerinde kayda değer bir değişim göstermektedirler. Cisimler ezme pozunda biçimleri sıkışmış, basınç altında görünmektedir. Germe pozunda ise bunun tam aksine olabildiğince esnemiş ve uzatılmış biçimdedir. Genellikle karikatür tarzında komik bir etki elde etmek amacı ile kullanılmaktadır (Tahan, 2014).

Üç boyutlu animasyonda ezme ve germe ilkesi çeşitli tekniklerde ve tarzlarda uygulanabilmektedir. En basit donatım biçimleri dahi bu ilkenin bilgisayar ortamında uygulanmasına imkân vermektedir. Özellikle dinamik simülasyonlar ve ters kinematik sistemleri ile deneysel, görselliği arttırılmış örnekleri çokça bulunmaktadır. Bu ilkenin

en temel kanıtı, zıplayan bir topun deformasyonudur. Top yere düşmesinden çarpma anına kadar uzar ve bu noktada ezilir.



Şekil 17: Ezme ve germe ilkesi örneği.

Kaynak: Squash and Stretch (12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-squash-and-stretch/>

Beklenti ilkesi, izleyicinin gözlerini eylemin gerçekleşmek üzere olduğu yere yönlendirmeye yardımcı olmaktadır. Beklenti ilkesine göre genellikle bir eylem ilk önce ters yönde hareket ediyor olarak tasvir edilmektedir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda, zaman çizelgeleri, zaman çizelgeleri ve eğriler gibi dijital zaman düzenleme araçları kullanılarak ince ayar yapılabilir. Daha fazla beklenti, daha az gerilim demektir (Belgrave, 2003).



Şekil 18: Beklenti ilkesi örneği.

Kaynak: Anticipation (E.T. 12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-of-animation/>

Sahneleme, bir sahnenin ruh halini ve amacını belirli karakter konumlarına ve eylemlerine çevirmekle ilgilidir. İlkeler içerisinde en kapsamlı olandır (Belgrave, 2003). Bir fikrin amaca yönelik olarak net ve anlaşılır şekilde sunulmasını ifade etmektedir. Üç boyutlu animatikler, birincil, ikincil ve yüz animasyonundan önce sahneyi önceden görselleştirmek ve hataları önlemek için kullanışlı bir araçtır. Sahneleme ilkesinde kameranın doğru kullanımı çok önemli bir yer tutmaktadır. Hikâyeyi görsel olarak anlatmak için pek çok sahneleme tekniği bulunmaktadır. İlgi merkezini gizlemek ya da ortaya çıkarmak, eylemlerin zincirleme tepkisi örnek olarak gösterilebilir. Ağır çekim, donmuş zaman, hareket döngüleri ve elde tutulan kamera hareketleri gibi çağdaş sinematik tekniklerle hikâye anlatıcılığı desteklenmektedir.



Şekil 19: Sahneleme ilkesi örneği.

Kaynak: Staging (E.T. 23.09.2020). <https://www.animationmentor.com/blog/exaggeration-the-12-basic-principles-of-animation/>

Dümdüz ileri eylem ve pozdan poza ilkesi, animatörün bir çekime nasıl yaklaşılacağını bilmesine yardımcı olan iki ilkedir. Dümdüz ileri eylem, her karenin sıralı olarak çizilmesini gerektiren yöntemdir (Bean, 2012, s. 102). Animatör hareketi ana ve ara kare olarak ayırmadan başlangıcından sonuna kadar çizmektedir. Pozdan poza, önce bir eylemin ana karelerini çizme ve ardından ana karelerin arasında kalan kısımları zaman aralığına göre doldurma tekniğidir. Üç boyutlu animasyonda bu ilkeler teknolojinin gelişmesi ile farklı biçimlerde karşımıza çıkmaktadır. Pozdan poza ilkesi donatım kullanılarak bir animatör tarafından geleneksel animasyon biçimlerine benzer şekilde hazırlanabilir ancak dümdüz ileri eylem, hareket yakalama teknikleri, dinamik simülasyonlar, üç boyutlu rotoskopi gibi güncel tekniklerle uygulanabilmektedir.



Şekil 20: Dümdüz ileri eylem ve pozdan poza ilkesi örneği.

Kaynak: Pose to Pose and Straight Ahead (E.T. 12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-pose-pose/>

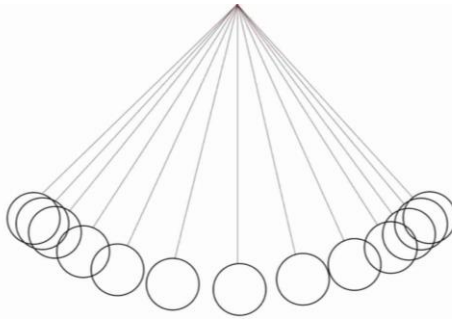
Takip eden ve üst üste binen hareket, eylemi ayrıntı ve incelikle daha zengin ve daha dolgun hale getirmeye yardımcı olan iki ilkedir. Takip eden hareket, karakterin bir eylemden sonraki tepkilerinden oluşur ve genellikle izleyicilere ne olduğu ya da olmak üzere olduğunu göstermektedir. Üst üste binen harekette, birden çok hareket karakterin konumunu etkilemektedir. Hareket sırasında hareket eden parçaların zamanlamalarında kaymalar oluşturulmaktadır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda giyim ve saç gibi bütünden ayrı hareket eden kısımların takip hareketlerinin çoğu dinamik simülasyonlarla oluşturulabilmektedir. Üç boyutlu bilgisayar animasyon yazılımındaki katmanlar ve sahneler, karakterin farklı alanlarından örtüşen hareketlerin karıştırılmasına olanak tanımaktadır.



Şekil 21: Takip eden ve üst üste binen hareket ilkesi örneği.

Kaynak: Overlap and Follow-Through (12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-follow-overlap/>

Hızlanma ve yavaşlama ilkesi, fizik kurallarını taklit etmektedir. Günlük yaşantımızdaki hiçbir nesne bir anda hızlanıp yavaşlamaz. Hareket eden cismin kütlesine bağlı olarak başlama ve bitiş pozisyonlarında hareketin orta noktasına kıyasla daha yavaş bir eylem gerçekleşir. Yani cismin en yüksek hızı başlama ve bitiş arasındaki konumundadır. Zıplayan bir top düşünüldüğünde topun yere temasından sonra ivmelendiğini, tepe noktaya ulaştığında yavaşladığını ve düşerken tekrar hız kazandığı görülür. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda hızlanma ve yavaşlama, zaman çizelgesinde bulunan araçlar ile ayarlanabilmektedir. Öyle ki, gelişen animasyon yazılımlarının birçoğu bu alandaki ihtiyaçları karşılamak için zaman ayarları ile ilgili otomatik tanımlama imkânları sunmaktadır.



Şekil 22: Hızlanma ve yavaşlama ilkesi pendulum örneği.

Kaynak: Acceleration and Deceleration in Movements (E.T. 24.09.2020). <https://darvideo.tv/dictionary/slow-in-slow-out/>

Karakterlerin hareketlerini canlandırmak için yay kullanmak, doğal bir görünüm elde edilmesine yardımcı olmaktadır. Doğada istisnalar dışında hiçbir hareket düz çizgiler üzerinde mekanik değil, eğimli bir şekilde gerçekleşmektedir. Basit ya da karmaşık herhangi bir eylem içerisinde birçok yay barındırmaktadır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda, ters ve ileri kinematik kullanarak kolay ve düzgün biçimde harekete yay etkisi oluşturulabilmektedir. Birçok animasyon yazılımlarında hareketin başlangıcından bitişine kadar olan zaman çizelgesi kontrol edilebilir bir çizgi olarak tanımlanmaktadır. Bu sayede kusursuz yaylar oluşturmak çok daha kolay hale gelmektedir.



Şekil 23: Yay ilkesi örneği.

Kaynak: Tracking Arcs – Anim analysis series (E.T.07.03.2021).

<https://griffinanimationacademy.com/author/griffinanimationacademy/page/5/>

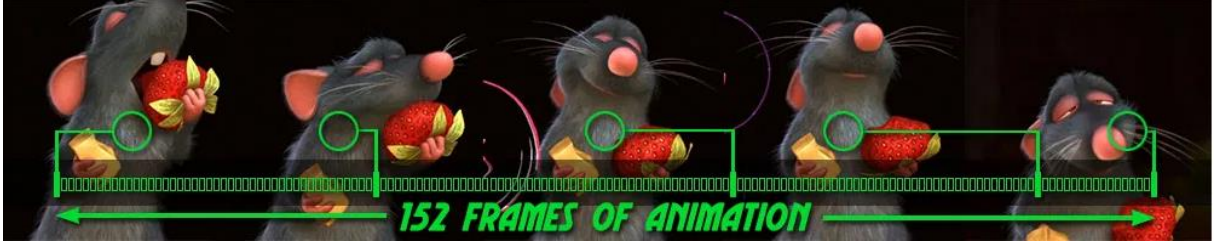
İkincil hareket ilkesi, animasyona derinlik ve anlam katmakla ilgilidir. Baskın olan eylemi tamamlayan daha küçük hareketlerden oluşmaktadır. İkincil hareket durgun olabilecek bir sahneyi daha canlı kılmak adına ya da birincil animasyonu desteklemek için oluşturulmaktadır. İkincil hareket oluşturmak büyük özen ve dikkat gerektirmektedir. İkincil harekette oluşabilecek bir abartı, küçük eylemi birincil eylemin bir parçası yapabilmektedir. Üç boyutlu animasyonda farklı ikincil hareketler oluşturabilmek için katmanlardan ve sahne düzenleme araçlarından yararlanılmaktadır.



Şekil 24: İkincil hareket ilkesi örneği.

Kaynak: Secondary Animation (E.T. 12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-secondary-animation/>

Zamanlama ilkesi, belirli bir hareket için yapımdaki eylemin hızına karşılık gelen kare sayısını ifade etmektedir. Fiziksel bir düzlemde doğru zamanlama, nesnenin fizik kurallarına uyuyormuş gibi görünmesini sağlamaktadır. Zamanlama bir karakterin duygu durumunu ve tepkisini oluşturmak için çok önemlidir. Diğer ilkelerin uygulanmasında büyük önem taşımaktadır. Örneğin ezme ve germe ilkesini uygularken cismin biçimini iyi hazırlamak önemlidir ancak zamanlamada yapılacak yanlışlar, hareketi düzlemsel bir hale dönüştürebilmektedir. Bu durumda animasyonun hareketi kontrol edildiğinde, iki nokta arasındaki zaman aralığı olması gerekenden fazla bırakılmışsa hareket yavaşlar, az bırakılmışsa hızlanır ve görüntüde sert bir geçiş oluşturur. Üç boyutlu animasyon araçlarının tümü, bir zaman çizelgesine sahiptir. Zaman çizelgesinden doğrusal anahtar kareler oluşturulabilir ya da daha detaylı alt bölümlerin kontrolü için grafik düzenleyici olarak tanımlanan kısımlardan zamanlama hazırlanabilir.



Şekil 25: Zamanlama ilkesi örneği.

Kaynak: Timing (E.T. 12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-timing/>

Cazibe ilkesi, izleyicinin bir karaktere kişiliği aracılığıyla bağlanması gerektiğini belirtmektedir. Cazibe bir karakterin yalnızca fiziksel görünüşü ile ilgili değildir. Karakter animasyonunda performans yolu ile de oluşturulabilmektedir. Disney ve Pixar şirketleri hem yetişkinler hem de çocuklar tarafından beğenilen çalışmalar üreterek bu ilkenin ne kadar önemli bir unsur olduğunu göstermektedir.



Şekil 26: Cazibe ilkesi örneği.

Kaynak: Appeal (12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/appeal/>

Abartı ilkesi animasyonda başlı başına bir araç olarak kullanılmaktadır. Diğer tüm animasyon ilkelerinin uygulamalarında abartı kullanılabilmektedir. Örneğin, ezme ve germe miktarı, yayların eğriligi, takip eden pozların şekli gibi birçok animasyon ilkesi ile bir arada bulunabilmektedir. Gerçekliğin kusursuz olarak taklit edilmesi animasyonda durağan ve sıkıcı bir etki yaratabilmektedir. Abartı derecesi uygulayıcının kullanmak istediği tarz ile alakalıdır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda, hareketi abartmak için prosedürel teknikleri, hareket aralıkları ve komut dosyaları kullanılabilmektedir. Bir anın yoğunluğu, yalnızca performansla değil, sinematografi ve kurgu ile de abartılabilmektedir.



Şekil 27: Abartı ilkesi örneği.

Kaynak: Exaggeration (E.T. 12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-exaggeration>

İyi çizebilme yeteneği iki boyutlu animasyonlarda en önemli unsurlardan biri olmuştur. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda daha çok kuklacılık öne çıkarken, geleneksel animasyonun tüm aşamalarını içerisinde barındırdığı için eşdeğer yeteneğe sahip, neredeyse aynı oranda iş gücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Çizim yeteneğinin gerekliliği katı tasarım/çizim ilkesinde vurgulanmaktadır.

Katı tasarım/çizim ilkesi, üç boyutlu ortamda biçimleri dikkate almak, onlara hacim ve ağırlık vermek anlamına gelmektedir. Animasyon ve modelleme çalışanlarının yetenekli birer ressam olmaları ve üç boyutlu nesnelerin, anatominin, ağırlığın, dengenin, ışığın temellerini bilmesi gerekmektedir.

Katı tasarım/çizim ilkesi tamamen çizgiler ve hacimle ilgilidir. Bir karakterin şeklini ve biçimini tanımlarken aynı zamanda dengesini ve hareketini de tanımlayan çizgilerdir. Bu ilkenin tutarlı biçimde tüm karelerde uygulanması gerekmektedir. Üç boyutlu animasyonda her animasyon karesi için ayrı çizimler oluşturulmaktadır ancak ara karelerin dinamik ve okunabilir biçimler olması dikkat edilmesi gereken en önemli unsurdur. Bilgisayar animasyonunda bilgisayar nesneleri varsayılan olarak tüm

açılardan kusursuz bir biçimde işlenebilmektedir. Bu nedenle bu ilke kullanılan üç boyutlu yazılımı iyi bir şekilde anlamaya dönüşmüştür.



Şekil 28: Katı tasarım/çizim ilkesi örneği.

Kaynak: Solid Design (12.08.2020). <https://danterinaldidesign.com/principles-animation-solid-design/>

Üç boyutlu bilgisayar animasyonuna yeni ilkeler olarak ele alınması gereken konular; görsel dil, fizik kuralları, sinematografi kullanımı, ileri yüz animasyonu teknikleri ve kullanıcı kontrollü animasyon uyumlama olarak sıralanabilir.

Üç boyutlu bilgisayar animasyonundaki görsel dil, nesnelerin nasıl görünmesi gerektiğinden daha fazlasını ifade etmektedir. Görsel dilin animasyon teknikleri ve genel üretim düzeni üzerinde önemli bir etkisi vardır. Üç boyutlu bilgisayar animasyonunda kullanıcı, kamera konumları ve hareketi üzerinde mutlak kontrole sahip olduğundan, sinematografi sonradan eklenecek bir unsur değil, animasyonun çok önemli bir bileşeni olmaktadır. Hareketli görüntülerin kompozisyonu, aydınlatması ve kurgulanması hikâye anlatımı üzerinde büyük bir role sahiptir. Görsel dil ve sinematografi geleneksel animasyondan farklı olarak üç boyutlu animasyonun gerçek bir derinliğe ve bütünlüğe sahip olması gerekçesiyle yeniden uyumlanması gereken kurallardır. Fizik kuralları, ileri yüz animasyonu teknikleri ve kullanıcı kontrollü animasyon uyumlama teknik konular olarak ele alınmalı ya geleneksel animasyon diline birebir olarak uyarlanmalı ya da yeni bir animasyon dili olarak görülmelidir. Yapılan çalışmaların tümü geleneksel animasyonda uygulanan biçimde on iki temel prensibin daha estetik uygulanmasına yönelik olmakla beraber üç boyutlu animasyon tekniklerinde yeni dillerin ortaya çıkmasını engellemektedir.

1.1.5. Aydınlatma

Üç boyutlu yazılımlarda gerçekçi bir aydınlatma oluşturmada önce, renk ve ışığın birbirleriyle ve etrafındaki dünyayla nasıl bir ilişki kurduğu anlaşılmalıdır. Gerçekçi aydınlatma terimi yalnızca güneş veya ay tarafından sağlanan doğal ışık için geçerli olmamaktadır. Aynı zamanda yapay kaynaklardan yayılan ışık türlerini de içermektedir.

Işık kaynaklarının yüzeylere olan davranışlarının incelenmesi önem taşımaktadır. Bu sayede üç boyutlu sahnelerde doğru aydınlatma tekniklerinin uygulanması mümkün olabilmektedir (Powell, 2010, s. 31).

Işık bir nesneyle temas ettiğinde, nesne o ışığın belirli bir miktarını emmektedir. Geri kalan ışık izleyicinin gözüne renk olarak yansımaktadır. Bütün renkleri oluşturan ana renkler kırmızı, sarı ve mavidir. Bu renkler, renk karıştırma olarak bilinen bir işlemle renk çarkındaki diğer renkleri oluşturmak için kullanılan temel renklerdir. Ana renkleri karıştırarak ikincil renkler elde edilir. İkincil renkler iki ana rengin karıştırılmasıyla oluşmaktadır. Bu düzlemde, ikincil iki ana rengin üçüncül bir renk kümesi ortaya çıkarması beklenir ancak üçüncül renk kümeleri ana renklerle ikincil renklerin karışımından oluşmaktadır. Bu işlem renk çemberinin kalanını vermektedir.

Renk sıcaklığını anlamak, ışıkların nasıl çalıştığını anlamada önemli bir unsurdur. Hiçbir ışık kaynağı sabit bir ışık dalga boyu yaymamaktadır. Sıcaklık döngüsündeki her renk belirli bir Kelvin değerine karşılık gelmektedir (Powell, 2010, s. 43). Bu olasılığı bilmek, gerçek ışık kaynaklarının nasıl çalıştığını anlamamıza yardımcı olmaktadır. Işık bir nesnenin rengini belirleyen şeydir.

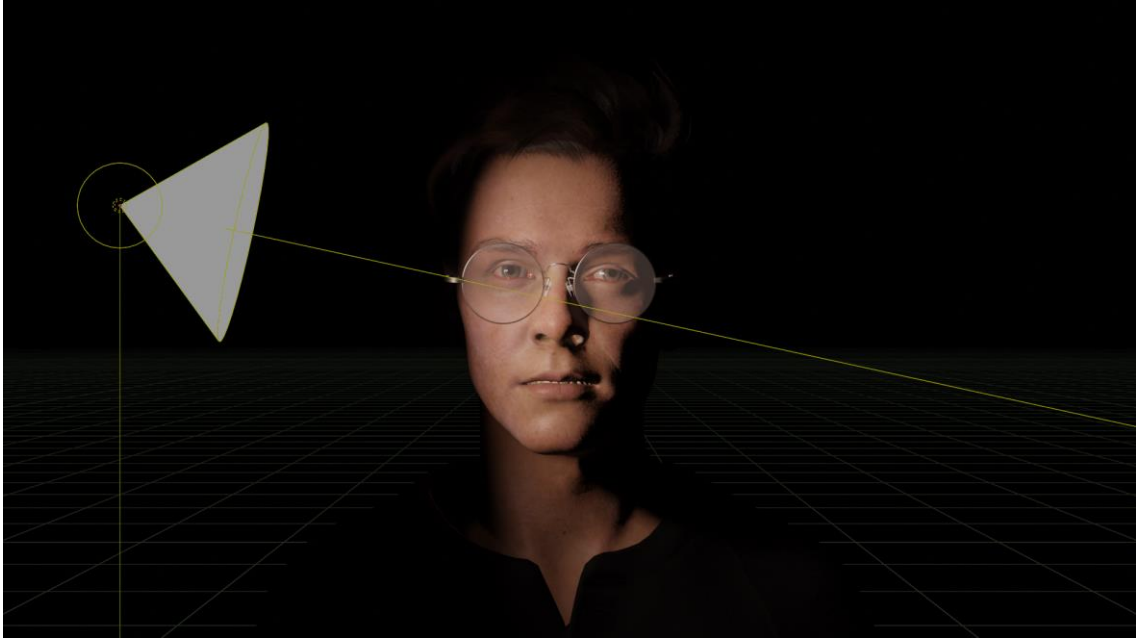
Elbette sahip olduğumuz tek ışık kaynağı güneş değildir. Her biri kendine özgü özelliklere sahip birçok farklı türde doğal ve yapay ışık kaynağı bulunmaktadır. Üç boyutlu ortamda taklit etmeye çalışabileceğimiz en yaygın ışık kaynakları mum ışığı, akkor ışığı, floresan lamba ve güneş ışığıdır (Powell, 2010, s. 44).

Aydınlatma, üç boyutlu animasyon projesi için en önemli unsurlardan biridir. Aydınlatma yalnızca bir çekimin anlatısını ve havasını iletmekle kalmaz, aynı zamanda konumu, günün saatini ve hatta havayı ikna edici bir şekilde görsel olarak tasvir etmektedir. Bir sahneye uygulanacak olan ışığın türü, üzerinde çalışılan ortamın türüne

bağlı olarak seçilmektedir. Bazı aydınlatma seçenekleri en iyi dış mekân sahnelerinde kullanılırken bazı aydınlatmalar iç mekân kullanımında iyi sonuçlar vermektedir.

Üç boyutlu ortamda doğru bir aydınlatma oluşturabilmek için, üç boyutlu ışık türleri ve görüntü işleme motorları üzerinde detaylı bilgilere sahip olmak gerekmektedir. Tüm üç boyutlu animasyon yazılımlarında belirli ışık türleri bulunmaktadır.

Spot ışıkları, en yaygın kullanılan ışık türlerinden biridir. Işığı tek bir noktadan tek bir yönde vermektedir ve ışığın boyutu üç boyutlu ortamdaki temsil şekli olan koni açısını değiştirerek kontrol edilebilmektedir. Bu koni açısının köşeleri yumuşatılabilir ve böyle ışığın etki alanında daha estetik geçişler sağlanabilmektedir.



Şekil 29: Spot ışığı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Nokta ışıklar Resim 30'da gösterildiği gibi bir ampule benzemektedir. Merkezi bir kaynaktan her yöne eşit olarak ışık yaymaktadır. Noktasal ışığın herhangi bir boyut ayarı bulunmamaktadır. Yalnızca üç boyutlu ortam içerisinde belli bir bölge aydınlatılmak istendiğinde kullanılmaktadır. Nesnelere olan mesafeleri nokta ışıklarının kullanımında en önemli unsurdur.



Şekil 30: Nokta ışık örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

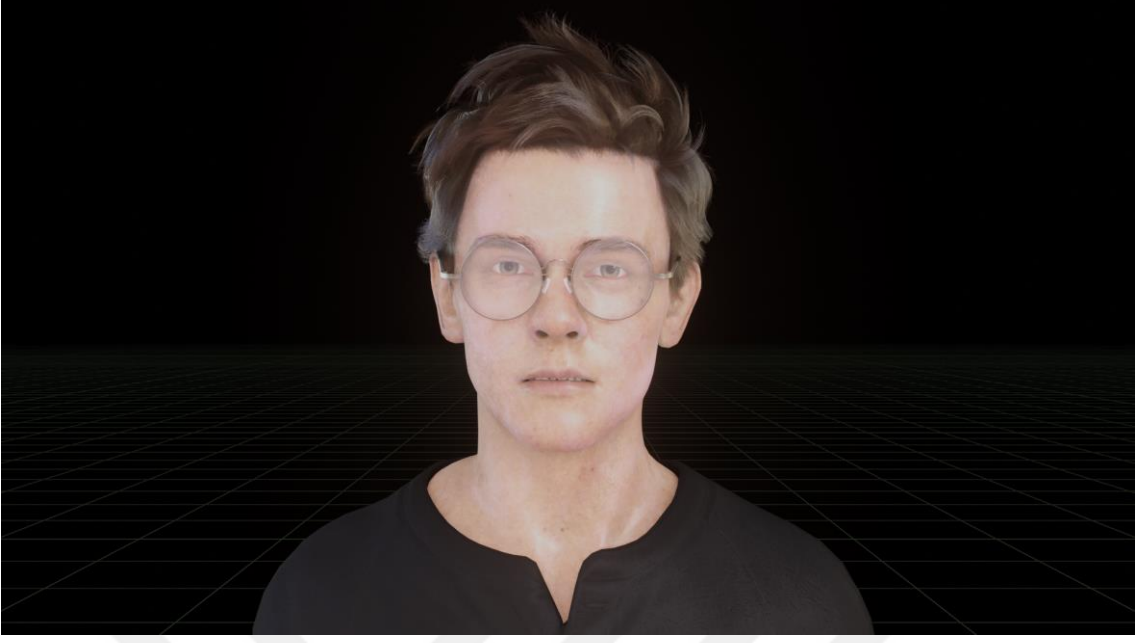
Doğrusal ışıklar, yumuşak kenarlı, ışın izlemeli gölgeler de ürettikleri için alan ışıklarına benzemektedir. Bu ışıklar, alan ışıkları kadar uzun olmasa da daha uzun işleme sürelerine sahiptir. Normalde bu ışıklar ölçeklenebilmektedir. Uzak veya yönlü ışıklar, güneş ışığının etkilerini taklit etmek için oluşturulmaktadır. Güneş gibi, ışık ışınları da ışığın işaret ettiği yönde birbirine paralel hareket eder. Işık genellikle nesnelerin içinden geçer. Örneğin bir sahneye bir kutu yerleştirildiğinde, uzaktaki ışık hem iç hem de dış mekânı aydınlatmaktadır. Uzak veya yönlü ışıkların belirgin bir kaynağı yoktur ve mesafe ile bozulmamaktadırlar. Bu nedenle, bu ışıkların yerleştiği konum önemli değildir çünkü uzaktaki nesneler, daha yakın olanlarla aynı aydınlatmayı almaktadırlar. Doğrusal ışıklar her şeyi eşit şekilde aydınlattığından, sahnede tek ışık tipi olarak kullanılması monoton bir aydınlatma düzeni oluşturmaktadır.



Şekil 31: Doğrusal ışık örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

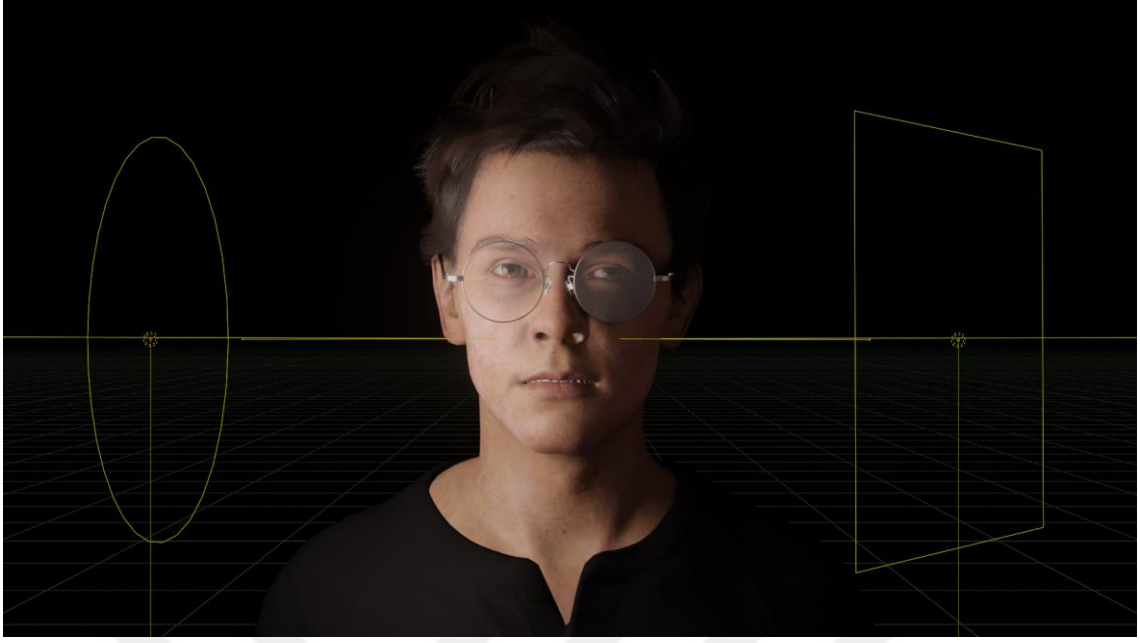
Ortam ışıkları ışığı kendilerinden uzağa değil, her açıdan sabit bir yoğunlukta kendilerine doğru yönlendirmektedir. Bu ışıklar, sahnedeki alanlara keskin gölge düşmesine izin vermeyerek sahte küresel aydınlatmaya yardımcı olmak için oluşturulmuştur. Bu ışık türü, küresel aydınlatma oluşturmaya yönelik yeni teknikler nedeniyle eskisi kadar yaygın olarak kullanılmamaktadır ancak yine de özel aydınlatmada belirli bir efekt oluşturmak ve gerektiğinde düz aydınlatma oluşturmak için kullanılmaktadır.



Şekil 32: Ortam ışığı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Alan ışıkları, ışıkların en gerçekçi ve karmaşık olanıdır. Nokta ışıkları ve spot ışıkların her ikisi de uzayda tek bir noktadan ışık yayarken, bir alan ışığı pencere, bilgisayar ekranı veya lamba gölgesi gibi bir alandan veya yüzeyden ışık yayabilmektedir. Belirli bir alan üzerindeki bu ışık yayılması, yumuşak ve gerçekçi gölgeler yaratmaktadır ancak daha uzun görüntü işleme sürelerine neden olmaktadır.



Şekil 33: Alan ışığı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Gölgeler, üç boyutlu şekilleri tanımlamaya olanak sağlaması açısından önemli bir yer tutmaktadır. Gölgeler olmadan her şey düz ve sıkıcı görülebilmektedir. Ancak gölgeler her zaman istenmez. Film, fotoğrafçılık ve televizyon için gerçek dünya aydınlatma sanatçılarının bir ışık kurma ve gölge düşürmeme seçeneği yoktur ancak üç boyutlu aydınlatma sanatçıları bunu yapabilir. Bu seçenek, üç boyutlu çalışan sanatçıların ve tasarımcıların, istenmeyen gölgeler sorunu olmadan istedikleri görünümü oluşturmalarına büyük ölçüde yardımcı olabilir. Ancak üç boyutlu animasyondaki gölgeler, varsayılan olarak her zaman gerçekçi görünmez. Işık izlemeli gölgeler ve derinlik haritası gölgeleri olmak üzere iki temel gölge türü vardır. Her iki gölge türünün kullanımı esnasında avantajları ve dezavantajları görülebilmektedir.

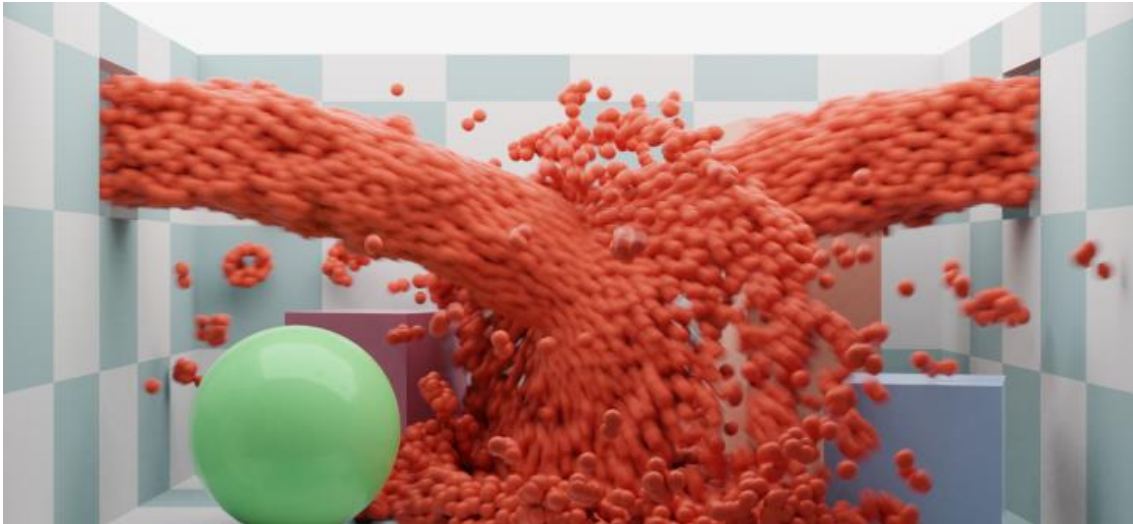
1.1.6. Görsel Efekt/Simülasyon

Simülasyon, karakter animasyonu dışında kalan hareketlerin pek çoğunu oluşturmaya yardımcı teknik ve detaylı bir iş koludur. Çoğu üç boyutlu görsel efekt, üç boyutlu sistemleri yönlendiren hava, yerçekimi, sürtünme kat sayısı gibi doğal fizik kurallarını taklit eden dinamik matematiksel yazılımlar kullanılmaktadır. Dolayısıyla görsel efekt uygulayıcısının temel fizik ve matematik bilgisinin olması mutlak zorunluluktur.

Simülasyon, çok branşlı bir iş kolu olması sebebiyle sanat ve estetik bilgisi gerektirmektedir. Simülasyon ve efektlerin amacı, animasyonları arka planda bırakmak değil, dâhil oldukları çekim planlarının kalitesini iyileştirmektir. Simülasyonlar, görsel efektler hazırlama ve uygulama olarak karmaşık yapıda ve yüksek veri akışı gerektiren çalışmalardır. Bu yüksek veri akışı sebebiyle, görsel efektlerin işlenmesi ve ön izlemesi zor ve zaman alan bir süreç gerektirmektedir.

Üç boyutlu animasyon yazılımlarının çoğunda bulunan ve yaygın olarak kullanılan belli başlı simülasyon çeşitleri bulunmaktadır. Bunlar *parçacıklar* (particle), *saç ve kürk* (hair and fur), *sıvılar* (fluid), *sert cisimler* (fracture) ve *yumuşak cisimler* (soft body) olarak gruplandırılabilirler.

Parçacıklar, seçili bir noktada oluşturulan dağıtıcı tarafından aktif edilen, gerçek sürtünme ve yerçekimi kurallarını taklit eden üç boyutlu uzaydaki noktalardır. Çoğu üç boyutlu yazılım, bu parçacıkların binlercesini tek seferde işleyebilmekte, bu durum da elle kolayca üretilemeyen efektler oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Bu parçacıklar varsayılan olarak yalnızca uzaydaki noktalardır ve görüntü işleme de görünmezler ancak her nokta, toz, ateş, yağmur, ışık gibi belirli görünüm oluşturmak için bir tür yüzey oluşturma tekniği kullanılarak üç boyutlu geometriye sahip olabilmektedirler.



Şekil 34: Parçacık simülasyonu örneği.

Kaynak: Fluid Particles Meshing Resolution Demo (E.T. 21.10.2020).

<https://www.blendernation.com/2017/12/19/fluid-particles-meshing-resolution-demo/>

Saç ve kürk yapımında fizik kanunlarını içerisinde bulunduran dinamik algoritmalar ve yardımcı yazılımlar kullanılmaktadır. Bağlı bulunduğu nesneyi merkezi tanımlayarak fiziksel değer verilen parçacık yapıları ya da yüzeyler, animasyonun hareketine göre etkileşim içerisine girmektedir. Bu dinamik sistemler, örneğin antenlerin, kuyrukların ve dokunaçların hareketi gibi animasyonlarda takip eden ve örtüşen hareket oluşturmak için de kullanılabilirler.



Şekil 35: Saç ve kürk simülasyonu örneği.

Kaynak: (E.T. 21.10.2020). <http://stylefrizz.com/201401/3-reasons-jessica-chastain-isnt-fit-braves-merida-new-disney-portrait/>

Sıvı simülasyonları, sıvıların hareketini oluşturmak için bir denklem kullanan özel parçacık simülasyonlarıdır. Sadece su benzeri malzemeler değil, aynı zamanda duman ve ateş benzeri maddeler anlamına da gelmektedir. Sıvı simülasyonları, duman veya ateş için parçacık benzeri bir görünüm sağlayabilmekte veya uygun hareketle akışkan benzeri bir yüzey oluşturmak için geometriye dönüştürülebilmektedir. Bu tip simülasyonlar için birçok yazılım üretilmiştir. Yalnızca simülasyon üzerine üretilen yazılımların birçoğu yaygın kullanılan üç boyutlu animasyon yazılımlarına uyumlu bir biçimde çalışabilmektedir. Bu sayede üretilen simülasyonlar, yazılımlar arasında aktararak görüntü işlemede kullanılabilirler.



Şekil 36: Sıvı simülasyonu örneği.

Kaynak: (E.T. 21.10.2020). <https://www.disney.co.jp/movie/moana/character/ocean.html>

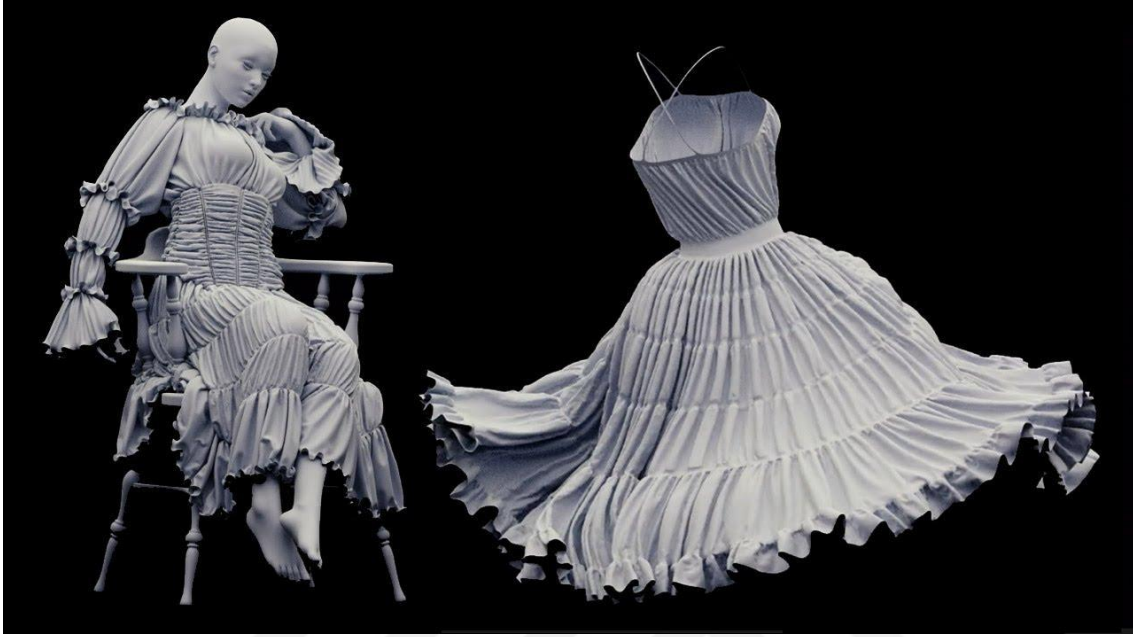
Sert gövdeler, fiziksel özellik tanımlamaları yapıldıktan sonra diğer cisimlerle etkileşime girebilen ve deforme olmayan katı biçim simülasyonlarıdır. Sert gövdeler, ağırlık merkezi, hız ve parçalanma gibi uygulayıcı tarafından tanımlanan niteliklere göre fiziksel bir yorumlama yapmaktadır.



Şekil 37: Sert gövde simülasyonu örneği.

Kaynak: Building Destruction in Houdini: Key Points (E.T. 28.10.2020). <https://80.lv/articles/005cg-006sdf-building-destruction-in-houdini-key-points/>

Yumuşak gövde simülasyonu, deforme olabilen nesneleri oluşturmak için kullanılmaktadır. Hareketli bir karakterin üzerine giydiği kıyafetin sallanması gibi ikincil hareket animasyonları için tasarlanmıştır (“Blender 2.93 Manuel”, t.y.).



Şekil 38: Yumuşak gövde simülasyonu örneği.

Kaynak: Houdini FX and Marvelous Designer Cloth simulation Demo Reel by Andriy Bilichenko (E.T. 30.10.2020). <https://www.youtube.com/watch?v=CVhl4llJtCI>

Yumuşak gövde simülasyonları diğer nesnelerle etkileşime girebilmektedir. Simülasyonun sonucunda durağan objeler elde edilebilir. Örneğin bir masa örtüsü oluşturmak için hazırlanan üç boyutlu model yumuşak gövde simülasyonu ile sanal ortamdaki masa üzerine bırakıldığında gerçekçi kıvrımlar oluşturabilmektedir.

1.1.7. Render

Türkçede karşılık olarak *sunmak*, *çevirmek*, *hale getirmek* anlamlarına gelen render, dijital üç boyutlu bir sahneden iki boyutlu görüntü oluşturmak için bir bilgisayar kullanma işlemidir.

Görüntüyü oluşturmak için belirli yöntemler, yazılımlar ve donanımlar kullanılmaktadır. Üç boyutlu render tanımı, önceden hazırlanmış bir dijital ortamdaki görüntüyü oluşturma sürecini kapsamaktadır (Ortiz, 2021).

Gerçek dünyada, ışık kaynakları bir yüzey ya da hacim ile etkileşime girene kadar düz çizgilerde hareket eden fotonlar yaymaktadır. Bir foton bir yüzeyle karşılaştığında emilebilir, yansıtılabilir veya iletilebilir. Bu fotonların bir kısmı, bir gözlemcinin retinasına çarparak, daha sonra beyin tarafından işlenen bir sinyale dönüştürülerek bir görüntü oluşturabilirler. Benzer şekilde, fotonlar bir kameranın sensörü tarafından yakalanabilir. Her iki durumda da görüntü, ortamın 2 boyutlu bir temsidir. Fotonların 3 boyutlu bir ortamla etkileşime girmesi sonucu bir görüntünün oluşumu bilgisayarda simüle edilebilir. Ortam daha sonra bir 3D geometrik modelle değiştirilir ve ışığın bu modelle etkileşimi çok sayıda mevcut algorithmadan biri ile simüle edilir. Işık davranışını simüle ederek görüntü sentezi işlemine render denmektedir (Verma ve Walia, 2010, s. 29).

Fotogerçekçilik ya da gerçekçi olmayan görüntülerde derinlik yanılsaması üç boyutlu render işleminin temel amaçlarından birisidir. Birçok teknik, doğru çerçeveleme, aydınlatma ve derinlik algısı oluşturmaya odaklanmaktadır. Üç boyutlu yazılımlarda çeşitli render teknikleri ve render işlemini etkileyen belirli unsurlar bulunmaktadır. Bunlar *gerçek zamanlı render* (real-time rendering), *gerçek zamanlı olmayan render* (non-real time rendering), *çok katmanlı render* (multi-pass rendering), *Radyosite* (radiosity), *ışın dökümü* (ray casting), *ışın izleme* (ray tracing), *çözünürlük* (resolution), *tel kafes görünümü* (wireframe), *doku kaplama* (texture mapping) ve *gölgelemedir* (shading).

1.1.7.1. Gerçek Zamanlı Render

Özel grafik donanımlarının, hızlı görüntü işleme performansına dayalı bir tekniktir. Kullanılan donanıma göre gerçek zamanlı işleme süresi ve kalitesi farklılık göstermektedir. Bu teknik üç boyutlu etkileşimli ortamlarda ve bilgisayar oyunlarında kullanılmaktadır. Üç boyutlu modeller ve ortam oluşturulan bilgisayar yazılımlarında da gerçek zamanlı render özelliği bulunmaktadır. Gerçek zamanlı olmayan rendera göre gölgeleme işleminin hesaplanması daha kısa sürdüğünden fotogerçekçi sonuçlar alınması daha zor ve teknik bir süreçte dayalıdır.

1.1.7.2. Gerçek Zamanlı Olmayan Render

Gerçeğe yakın görüntü oluşturma ve görsel efektlerin en iyi seviyede işlenmesi gerektiğinde kullanılan tekniktir. Bu teknik görüntü işleme hızının daha düşük olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Gerçek zamanlı render işleminin aksine gölgeleme ve detaylar çözünürlük katsayısına göre en ince ayrıntısına kadar işlenmektedir.

1.1.7.3. Çok Katmanlı Render

İşlenen görüntünün ayrı katmanlara bölünmesidir. Yapım sonrası birleştirme işleminde teknik detayları optimize etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Üç boyutlu filmlerde, özel efekt oluşturulmasında, bilgisayar oyunlarında ve daha gerçekçi sahneler oluşturmak için bu yöntem kullanılmaktadır.

1.1.7.4. Radyosite

Üç boyutlu ortamda yüzeylerin aydınlatıldığında başka yüzeyler için ışık kaynakları olarak nasıl tepki verdiğini hesaplamaktadır. Doğada ışığın yayılma biçimini taklit ederek gerçekçi gölgelendirmeler oluşturur.

1.1.7.5. Işın Dökümü

Belirli bir bakış açısında görünür olan yüzeyleri algılama tekniğidir. Üç boyutlu ortamda konumlandırılan ışık kaynaklarından yayılan ışık ışınları takip edilmekte ve kesişimleri belirlenmektedir. Bu işlemde yola çıkarak bakış açısına göre görünür olan ortam hesaplanmaktadır.

1.1.7.6. Işın İzleme

Işın izleme, ışın dökümüne daha ağır bir işlemdir. Işık yollarını piksel tabanlı izleyerek iki veya birden çok nesnenin bir araya gelmesini taklit eder.

1.1.7.7. Tel kafes görünümü

Yüzeyleri nokta (vertex) ve çizgi (edge) ile tarama işlemidir. Üç boyutlu sahnedeki görünür yüzeylerin tespiti için kullanılmaktadır.

1.1.7.8. Doku Kaplama

Yüzeylerin dokusal detaylarını, rengini ve yükselti ölçülerini tanımlayan işlemdir. Gerçek zamanlı render kullanımında çokgen sayısını azaltarak işlem yükünü azaltmaktadır.

1.1.7.9. Gölgeleme

Belirli bir bakış açısından üç boyutlu bir sahnedeki nesnelerin rengini hesaplama işlemidir. Doku gölgeleme işlemi ile oluşturulmaktadır.

1.1.8. Dijital Birleştirme

Dijital birleştirme, üç boyutlu aşamadan sonraki adımdır. Birleştirme işlemi iki katmanı bir araya getirmek kadar basit veya yüzlerce katmanı eşleştirmek kadar zor olabilmektedir. Brinkmann'a göre, dijital birleştirme işlemi tarihsel olarak iki boyutlu bir disiplin olarak kabul edilmektedir. Ortaya çıkan görüntüler üç boyutlu bir nesnenin ya da sahnenin temsili olmakla birlikte bir algoritma tarafından iki boyutlu görüntüye indirgenmiş veya işlenmiştir (Brinkmann, 2018).



Şekil 39: Dijital karakter birleştirme örneği.

Kaynak: Compositing Overview (04.01.2021). <https://swardson.com/unm/modpost/mod10-compositing.php>

Üç boyutlu yazılımlarla hazırlanmış yapımlarda dijital birleştirme önemli bir yere sahiptir. Çok katmanlı render tekniği ile sahnedeki her hareket, gölgelendirme ve yansıma değerleri ayrı katmanlar halinde kullanılabilir. Bu sayede değiştirilmek veya düzeltilmek istenen bir kesitte kullanılacak işlem gücünden hem zaman hem de ekonomik olarak tasarruf sağlanmaktadır. Resim 39’da yer alan *Mushroom Goblin* adlı çalışmada farklı render katmanları görülmektedir. Görselde en soldaki görüntü çalışmanın dijital birleştirme ile hazırlanmış halini temsil etmektedir. Diğer görüntülerde çalışmanın son halini oluşturan katmanlar gösterilmektedir.



2.BÖLÜM: KAMERANIN SİNEMATOGRAFİK KULLANIMI

Sinema kelimesi, sinematografi kelimesinden kısaltılmıştır. Kökü Yunancaya dayanan sinematograf sözcüğü ‘hareket’ ve ‘yazmak’ kelimelerinden türetilmiştir. Sinematografi ise “hareket ile yazan, saptayan” anlamına gelmektedir (Özön, 2008, s. 3). Sinematografi, sözle ifade edilemeyen biçimleri görsel terimler haline getirme sürecidir. Sinemasal teknik, film içeriğine anlam katmanları ve alt katmanlar eklemek için uygulanan yöntem ve araçların tümüdür (Brown, 2018, s. 2).

Sinematografik yapım; senarist, yönetmen, kameraman, ışık operatörü, ses kayıtçısı, sanat yönetmeni ve aktör gibi bir grup yaratıcının işbirliğinin sonucu olarak meydana gelmektedir (Nilsen, 2019, s. 11). Sinemada görüntüyü oluşturan temel öğeler yönetmen tarafından belirli bir anlam aktarmak amacıyla bir araya getirilerek film denilen bütünü ortaya çıkarmaktadır (Tuğan, 2017, s. 216). Görüntülerin çekimi için gerçekleştirilen görsel tasarımın, anlatılacak öyküye uyum göstermesi gerekmektedir. Yönetmenin özgün kimliğini kazanması, tüm çektiği filmlerde bir görsel algının oluşmasında yatmaktadır (Seçmen, 2020, s. 71).

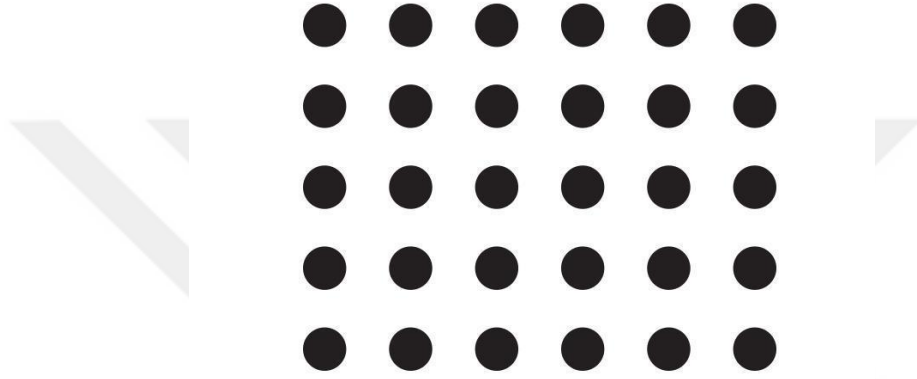
Görsel tasarıma en çok etki eden kavram teknolojidir. Sinemanın başlangıcı ve ilerleyişi teknolojik gelişmelerle paralellik göstermektedir. Sinemanın yıllar içerisinde geçirdiği dönüşümün en önemli kırılma noktalarından biri bilgisayar teknolojisiyle beraber olanaklı hale gelen dijitalleşme olmuştur (Şentürk, 2016, s. 32). Dijitalleşme ile gelen teknolojik yenilikler film yapımını kolaylaştırmakla beraber yapım sürecindeki temel detayların göz ardı edilmesine yol açmaktadır. Boş bir çerçeveyi doldurmak görülenin aksine estetik kaygıdan çok, teknik ve teorik bilgiye ihtiyaç duymaktadır. Bu bağlamda görsel bir yapım öncesi görüntü tasarımının temel öğelerine değinmek gerekmektedir.

2.1. Görüntü Tasarımının Temel İlkeleri

Görsel tasarım bir biçim kullanma eylemidir. Çalıştığı tüm ekiple birlikte elinde bulunan temaya uygun bir görsel tasarım oluşturmak yönetmenin zorunluluğudur. İçeriğin görselleştirilmesi, görsel tasarım öğelerinin kendi aralarında uyum içerisinde bütün oluşturabilmesiyle mümkündür (Seçmen, 2020, s. 71). Görüntü tasarımının en temel kavramları bütünlük, denge, ritim, orantı, kontrast, doku ve üç boyutlu alandır.

2.1.1. Bütünlük

Görsel tasarımda bütünlük bir çalışmanın eksiksiz olma halidir (Brown, 2018, s. 15). Bir tasarımda bütünlüğü oluşturmanın yolu, çalışma içerisinde bulunan öğelerin birbirleri ile ilişkilerinin uyumundan geçmektedir. Bütünlüklü bir çalışma tamamlanmış duygusu oluşturmaktadır (Gezer, 2019, s. 609). Bütünlüğü olmayan çalışmalarda öğeler arasında anlam ilişkisi kurmak zor bir hâl almakla birlikte, kopukluk hissiyatı devamlılığı ve takibi güçleştirmektedir.



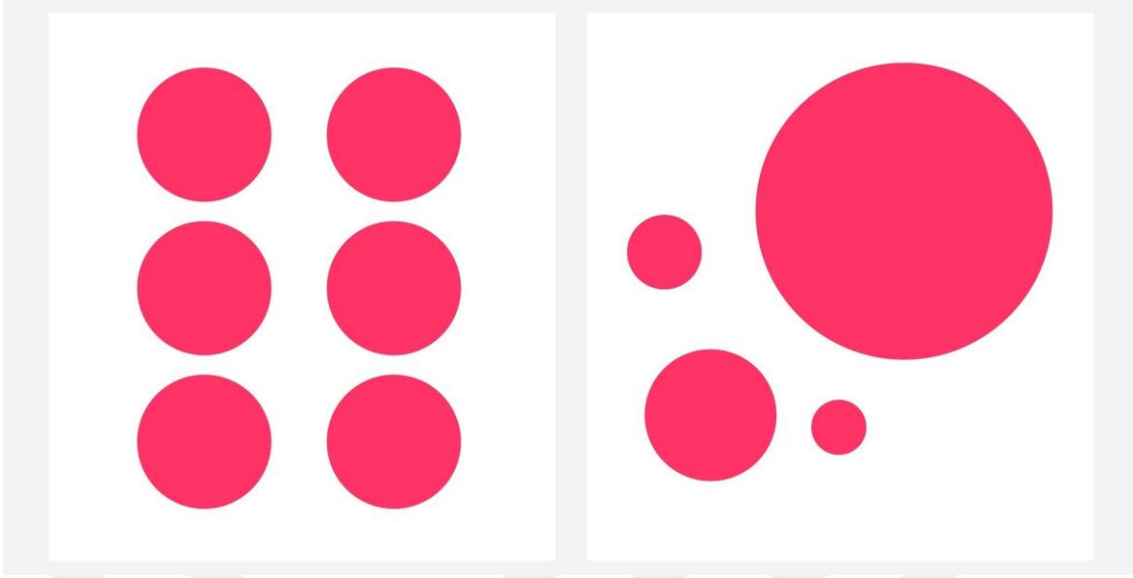
Şekil 40: Bütünlük ilkesi örneği.

Kaynak: Unity Through Proximity (E.T. 05.01.2021). <https://www.pluralsight.com/blog/creative-professional/creating-better-harmony-by-understanding-unity-in-graphic-design>

Görsel tasarımda bütünlük, kompozisyonları birbirine bağlamak ve kendi içerisinde anlamlı bir bütün oluşturmak için kullanılmaktadır. Görsel bir tasarımda, çerçevede kullanılan çeşitliliğin ve bütünlüğün arasında denge olması gerekmektedir.

2.1.2. Denge

Görsel tasarımda denge, çalışma içerisinde bulunan öğelerin dikey, yatay ve çapraz eksenin iki yanına eşit biçimde dağıtılmasıdır (Demircioğlu, 2016, s. 47). Çerçeveadaki her öğenin görsel ağırlığı bulunmaktadır. Bir öğenin ağırlığını öncelikle cismin büyüklüğü belirlemektedir ancak çerçevedeki konumu, tonu ve öğenin ne olduğu bu durumu etkileyebilmektedir (Arı, 2015, s. 43).



Şekil 41: Denge ilkesi örneği.

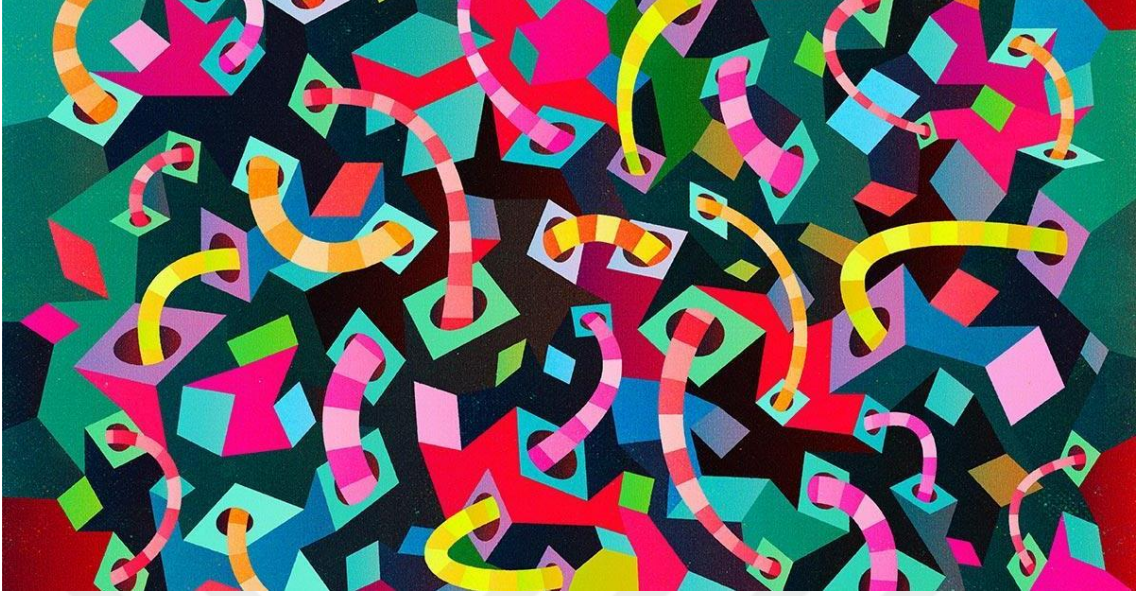
Kaynak: Unity and Variety (E.T. 07.01.2021). <https://www.invisionapp.com/defined/principles-of-design>

Ekran, sağ ve sol olarak ikiye bölündüğünde, simetrik ve asimetrik olmak üzere iki tür denge meydana gelmektedir (Canıklıgil, 2020, s.134). Simetrik denge ekranın iki yanında tamamen uyum olması durumudur. İki eşit parçadan meydana gelmektedir ve görüntüde durağan bir etki oluşturmaktadır. Simetrik, dengenin en basit halidir ancak bir görselde denge oluşması için simetri koşulu aranmaz.

Asimetrik dengenin herhangi bir kuralı yoktur. Görsel tasarım sürecinde öğeler yatay, dikey ve çapraz kullanılarak herhangi bir merkezi olmadan denge oluşturulabilmektedir (Timur, 2016, s. 43).

2.1.3. Ritim

Görsel tasarımda ritim, öğelerin zaman ya da mekânda belirlenen aralıktaki tekrarı ile oluşturulur. Kompozisyonda düzen veya hareket algısı yaratmaktadır (Demircioğlu, 2016, s. 39). Ritim, peşi sıra gelen şeylerin tekrarı değil, benzer öğelerin ya da kurguların tekrarlanması ile oluşturulur ve öğeler arasında gezinmeyi sağlamaktadır (Özsoy & Ayaydın, 2016, s. 163).



Şekil 42: Ritim ilkesi örneği.

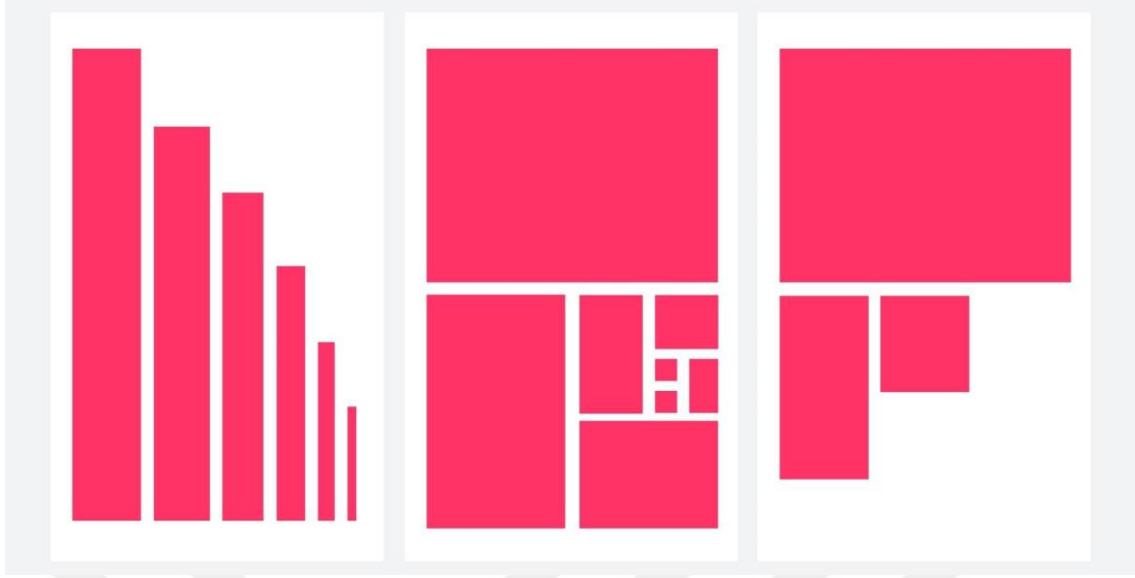
Kaynak: How You Define the Problem Determines Whether You Solve It (E.T. 21.03.2021).

<https://hbr.org/2017/06/how-you-define-the-problem-determines-whether-you-solve-it>

Simetrik bir görsel kompozisyon durağan bir görüntüye ve hisse sahiptir. Aynı ağırlık ve eşit boşluklara sahip öğeler izleyicinin odağını tek bir noktada toplar ya da dağıtabilir. Görsel tasarımda ritim, hareketleri birleştirebilir, yönlendirebilir ya da vurgulayabilmektedir. Ritmin; şekil, vurgu, doku, ton, yön, renk ve hareket gibi farklı biçimleri bulunmaktadır.

2.1.4. Orantı

Orantı, iki ya da daha fazla şeyin arasındaki karşılıklı tutarlılık olarak tanımlanmaktadır. Timur'a göre çerçeve içerisinde bulunan öğeler arasındaki uyum iki boyutlu bir orantı ilişkisi oluştururken, biçim ve çevre ile olan ölçek ilişkisi üçüncü boyutu vermektedir (2016, s. 41) . Bu bağlamda orantı, boyutlar arasındaki ilişkiler olarak açıklanabilir ve görsel sınıflandırmanın oluşmasında yardımcı bir ilkedir.



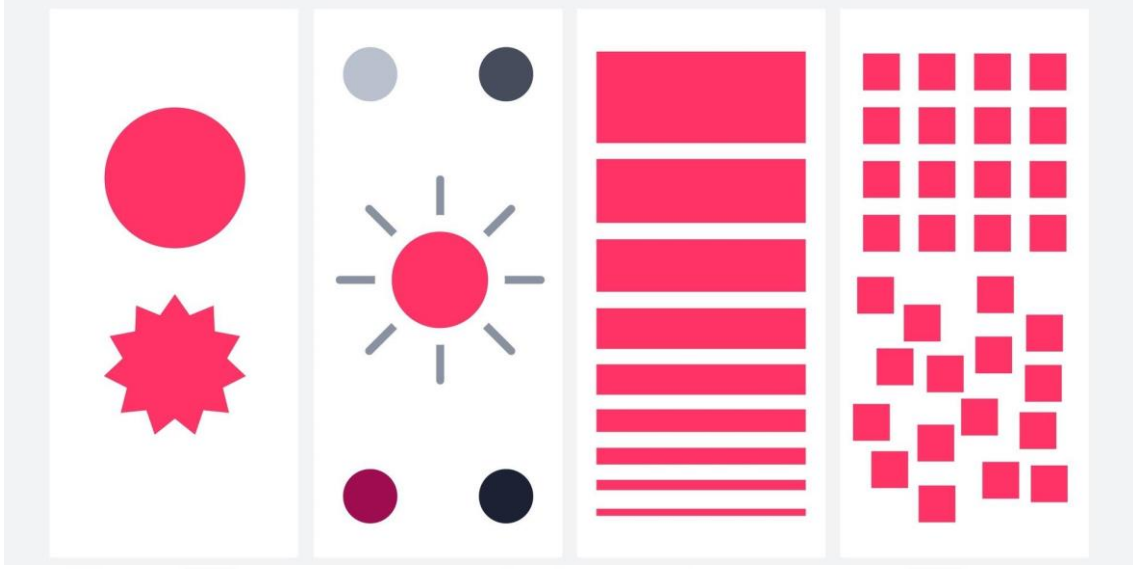
Şekil 43: Orantı ilkesi örneği.

Kaynak: Scale (E.T. 04.02.2021). <https://www.invisionapp.com/defined/principles-of-design>

Görsel sınıflandırmada önem sırasına göre öğeler orantı olarak ilişki içerisindedir. Örneğin bir kompozisyondaki öğeler içerisinde en yakın ve büyük görülen, önem sırasına göre ya tepede ya da en tepedeki ile en yakın ilişki içerisinde olmalıdır.

2.1.5. Zıtlık

Görsel öğelerin birbirleri ile olan çatışmaları durumu zıtlık, birbirlerine neredeyse karışmış olmaları durumu benzerlik olarak ifade edilmektedir (Canıklıgil, 2020, s. 122). Zıtlık, ışıklandırmaya bağlı olarak çevredeki nesnelerin ton, doku ve renk ilişkilerini belirlemede önemli bir rol oynamaktadır. Kompozisyondaki duygu ve anlatımda önemli bir görev üstlenir (Brown, 2018, s. 17). Bu ilişki belirli bir denge içinde olduğunda görsel ritim de istenilen noktaya gelecektir (Canıklıgil, 2020, s. 122).



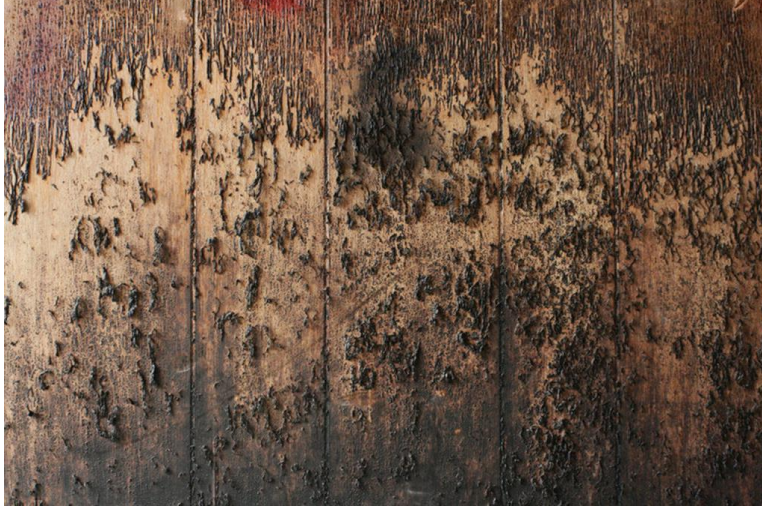
Şekil 44: Zıtlık ilkesi örneği.

Kaynak: Contrast (E.T. 04.02.2021). <https://www.invisionapp.com/defined/principles-of-design>

Zıtlık görsel öğelerin düzenlenmesine ve sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır. Görsel kompozisyondaki odak noktası zıt renk, doku, ölçek, ton, ritim gibi görsel tasarım öğelerinin kullanımıyla vurgulanmaktadır. Zıtlık kullanılmaması tasarımda durağan bir görüntü oluşturacağı gibi fazla kullanımı halinde karmaşık, anlam ve vurgusu odağın dışında kalan bir kompozisyon ortaya çıkabilmektedir.

2.1.6. Doku

Demircioğlu'na göre doku canlı ya da cansız varlıkların dokunma duygusu ile hissedilen ve görülebilen yüzey özellikleri şeklinde tanımlanmaktadır (Demircioğlu, 2016, s. 25). Görsel tasarım içerisinde doku fiziksel çevre ile kültürel faktörler arasındaki ilişkiyi temel almaktadır (Arı, 2015, s. 45). Mekânsal doku ile kompozisyon içerisinde bulunan öğelerin kültürel varlıkları hakkında bilgi aktarırken, cismin uzaklık-yakınlık ilişkisini dokunun görünürlüğü üzerinden değerlendirme fırsatı sunmaktadır.



Şekil 45: Doku ilkesi örneği.

Kaynak: Using Texture As a Subject (E.T. 06.02.2021). <https://www.nyfa.edu/student-resources/using-texture-subject/>

Görüntü ya da desen dokusu öğeler arasında denge, zıtlık ve ritim uyumu sağlayabilmektedir. Doku kullanımı çerçevedeki alanda bir ritim ve ton oluşturmaktadır. Dokuların bu özellikleri görüntülenen alandaki uzak-yakın ilişkilendirilmesi ile derinlik algısı ya da derinlik yanılsaması oluşturmaktadır.

2.1.7. Üç Boyutlu Alan

Tüm görüntüleme türlerinde üç boyutlu bir görüntü, iki boyutlu bir yüzeye aktarılmaktadır. İki ya da üç boyutlu fark etmeksizin her durumda tüm temel tasarım ilkeleri uygulanmaktadır. Görüntünün üç boyutlu olması temel tasarım ilkeleri ile oluşturulan bir yanılsamadır. Ekrana yansıtılan bir görüntüde iki boyutluluğun belirgin hale gelmesi hata olarak kabul edilmektedir.



Şekil 46: Üç boyutlu alan ilkesi örneği.

Kaynak: Why Spider-Verse has the most inventive visuals you'll see this year (E.T. 06.02.2021).

<https://www.fxguide.com/featured/why-spider-verse-has-the-most-inventive-visuals-youll-see-this-year>

Ekran iki boyutlu bir yüzey olduğundan derinlik algısı oluşturmak için ön plân, konu ve arka plân kavramları öne çıkmaktadır. Ekranda derinliği oluşturmanın neredeyse tek yolu bu katmanların doğru biçimde bir arada kullanılmasıdır (Canıklıgil, 2020, s. 127).

Üç boyutlu alan bütünlüklü bir çerçevede zıtlık, orantı, doku ve denge üzerine kurulmaktadır. Görsel öğelerin farklı derinliklerle sınıflandırılması kompozisyondaki odak noktasının ön plâna çıkmasını sağlamaktadır.

2.2. Görsel Düzenleme

Görsel bir alanda kompozisyon içerisindeki algısal sınıflandırmayı oluşturmak için kullanılan temel öğeler farklı şekillerde bütünlük oluşturabilmektedir. Görsel düzenlemede; çizgi, kıvrımlı çizgi, kompozisyon üçgenleri, görsel alanda hareket, üçte bir kuralı, baş ve burun boşluğu sınıflandırmaya yardımcı unsurlardır.

2.2.1. Çizgi

Temel tasarım elemanlarının birçoğu birbirine bağlıdır. Bu sebeple çizgi; nokta, doku, ritim gibi öğelerle bir arada değerlendirilmektedir. Bu iç içe yapılar görsel tasarım ilkeleri ile birleşerek görüntüde betimleyici kompozisyonlar oluşturabilmektedir (Sengir ve Yücel, 2016, s. 480). Çizgi görsel tasarımda açıklayıcı ve güçlü bir etkiye sahiptir. İki boyutlu bir boşluğu algısal açıdan anlaşılır biçimde düzenleyebilmektedir (Brown,

2018, s. 21). Canıklıgil çizgiyi, ton geçişleri olarak tanımlamaktadır. Tonlar arası geçiş ne kadar ani ise ortaya çıkan sonuç o kadar keskin olmaktadır (2020, s. 118).



Şekil 47: Görsel düzenlemede çizgi kullanımı örneği.

Kaynak: 140 Iconic Shots (E.T. 07.02.2021). <https://www.iamag.co/the-art-of-composition-140-iconic-shots/>

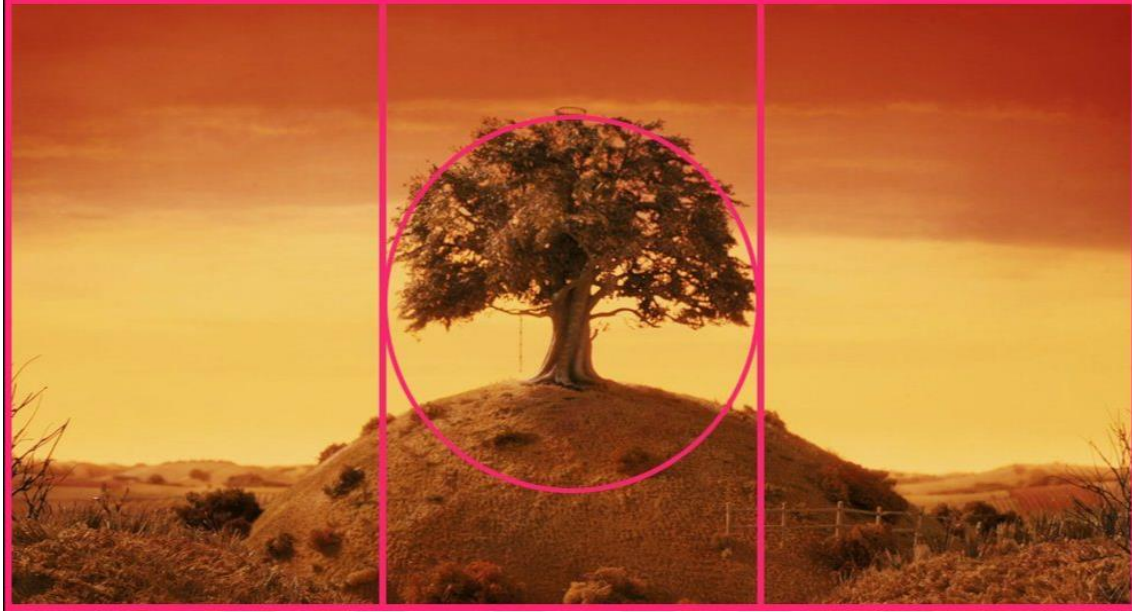
Çizgi, derinliği olmayan ancak derinlik algısı oluşturabilen bir unsurdur. Görsel kompozisyon içerisinde bir veya birden fazla kullanılarak şekil ve biçime dönüşmekte, dokuları meydana getirebilmektedirler. Resim 47’de çizginin üçgen bir kompozisyon içerisinde ön plândaki kaya ile karakter arasında orantı ve zıtlık oluşturduğu, izleyicinin bakış odağını şekillerle yönlendirdiği görülmektedir.

2.2.2. Şekil ve Biçim

Sözlük anlamları aynı olan bu öğeler içerik olarak birbirlerinden ayrılmaktadır. Şekil, görüntüdeki bir unsurun iki boyutlu hali olarak tanımlanabilir. Biçim ise renk, doku, ton gibi unsurlar ile birlikte cismin tüm görüntüsünü kapsayan olgu olarak aktarılabilir.

Şekiller geometrik ve organik olarak ikiye ayrılmaktadır. Geometrik şekiller kare, üçgen, dikdörtgen, altıgen gibi çoğaltılabilir biçimde örneklendirilebilir. Organik şekiller ise doğada meydana gelen şekillerdir (Canıklıgil, 2020, s.119).

Tüm nesneler bir biçime sahiptir. Fiziksel şekilde görünür olan biçimler kolay algılanabilir ancak izleyicinin göz hareketi ile oluşturduğu biçimler kolay tespit edilemezler. Kamera hareketinde birçok biçim kompozisyonu oluşturan temel unsur olarak kullanılmaktadır (Uysal, 2016).



Şekil 48: Görsel düzenlemede şekil ve biçim kullanımı örneği.

Kaynak: 140 Iconic Shots (E.T. 07.02.2021). <https://www.iamag.co/the-art-of-composition-140-iconic-shots/>

Doğadaki her nesnenin bir biçimi vardır. Farklı biçimdeki nesneler görsel kompozisyon içinde birbirlerinden ayırt edilebilmektedir. Resim 48’de bakış açısı çerçevedeki nesnelerin biçimi ile odak noktasına yönetilmektedir. Çerçeve içerisinde kullanılan doku ve zıtlık nesnelerin biçimleri ile bütünlük oluşturmakta, estetik bir görsel düzen meydana getirmektedir.

2.2.3. Kompozisyon Üçgenleri

Görsel bir alanı doldururken çizgiler ve şekillerden faydalanılmaktadır. Bu öğeler arasında kompozisyon oluştururken en sık kullanılan üçgendir. Üçgen kullanımının amacı seyircinin odağını üçgenin tepe noktasına çekmektir. Kompozisyon üçgeni kullanılırken dikkat edilmesi gereken en önemli detaylardan biri üçgenin merkezini doğru konumlandırmaktır. Merkez noktası yanlış konumlandırıldığında aktarılmak

istenen düşüncenin görüntüde arka planda kalması ya da odağın farklı bir alanda toplanması kaçınılmazdır.



Şekil 49: Görsel düzenlemede kompozisyon üçgeni kullanımı örneği.

Kaynak: (E.T. 08.02.2021). <http://frontrowcentral.com/2015/08/14/visual-medium-snatch-iii/>

Üçgen kompozisyon çerçevede denge ve boyut oluşturmaktadır. Resim 49’da ön plândaki iki karakterin diyalogu sürerken, ikincil harekete dikkat çekmek için karakterler üçgen şeklinde konumlandırılmıştır. Bu sayede arka plândaki karaktere aktarılan odak sahneye hareket ve derinlik katmaktadır.

2.2.4. Görsel Alanda Hareket

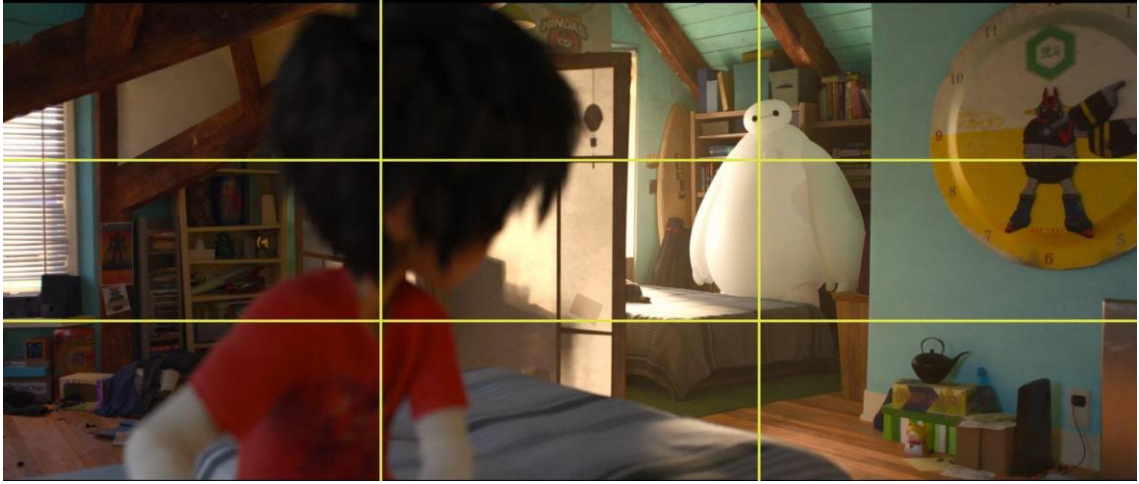
Çerçeve içerisindeki hareketler, kompozisyonun izleyici tarafından anlam kazanması için önemlidir. İzleyicinin konuyu hangi sırayla takip etmesi gerektiğini vurgularlar. Görüntü çözümlemesinde bahsedilen hareket, kamera ya da aktörün hareketi değil, izleyicinin gözünün hareketidir (Brown, 2018, s. 25).

Görsel tasarım unsurları izleyicinin gözünü bir yerden bir yere anlam bütünlüğünü bozmadan ya da görsel anlatımı bölmeden yönlendirme yeteneğine sahiptir. Çerçeve içindeki hareket bir sonraki çekim için beklenti oluşturabilmektedir. Durağan bir kamera hareketinde hikâye aktarımı görsel alandaki doku, ritim, denge, orantı gibi unsurlardan faydalanılarak oluşturulabilmektedir. Görüntü çerçevesindeki çizgi, şekil ve biçimler izleyiciyi görüntü içerisindeki durağanlıktan uzaklaştırmaktadır.

2.2.5. Üçte bir Kuralı

Matematik ve sanatta, bir bütünün parçaları ile ilişkisini, uyum olarak en iyi şekilde verdiği düşünülen geometrik ve sayısal düzen altın oran olarak tanımlanmaktadır (“Altın Oran Nedir?”, 2014). Algımızı harekete geçiren bu kuralın kullanımı ilk olarak resim alanında yaygınlaşmış, sonrasında tüm görsel sanatlarda uygulanmaya başlanmıştır.

Üçte bir kuralı, altın oran referans alınarak türetilmiştir. Çerçeve yatay ve dikey olarak üçer eşit parçaya bölünerek dört kesişim noktası elde edilir. Bu kesişim noktaları görsel tasarımdaki ilgi odaklarını temsil etmektedir.



Şekil 50: Görsel düzenlemede üçte bir kuralı kullanımı örneği.

Kaynak: Composition in Cinematography (E.T. 26.03.2021).

<https://juliustamrakar.wordpress.com/2015/04/16/composition-in-cinematography/>

Üçte bir kuralının kullanım amacı öğelerin dizilimi ile anlatımın daha güçlü aktarılmasını sağlamaktır. Karakterlerin ve nesnelerin çerçevedeki konumu ve kapladığı alanı kontrol etmek bu yöntemle genelgeçer bir kullanım oluşturmaktadır. Resim 50’de görülen iki karakter çerçevedeki ilgi odaklarına konumlandırılmıştır. Bu sayede izleyicinin bakışı odak noktasına yönlendirilmiş ve bakış boşluğu oluşturulmuştur.

2.2.6. Baş ve Bakış Boşluğu

Baş boşluğu, insanları görüntülerken kafasının üzerinde ufak bir boşluk bırakma şeklinde uygulanan bir kompozisyon kuralıdır. Genel olarak başın çerçeveye

değmeyecek şekilde algılanmasını sağlayan boşluk yeterli görülmektedir. Yakın plân çekimlerde eğer baş boşluğu bırakılmayacaksa kafanın üzerinden biraz kesilmesi önerilmektedir. Çerçeve içerisinde oyuncu herhangi bir yöne baktığında ya da hareket ettiğinde o yöne doğru bir boşluk bırakılması, bakışın görsel ağırlığını ve ona yer açmak gerektiğini göstermektedir (Brown, 2018, s. 27). Bu durum kompozisyonda bakış boşluğunun gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bakış boşluğunun kullanım amacı, hareketi ya da bakışı takip eden izleyiciye rahat bakabileceği bir alan bırakmaktır (Canıklıgil, 2020, s. 26).



Şekil 51: Görsel düzenlemede baş boşluğu kullanımı örneği.

Kaynak: How the Water in Luca Pushed Pixar Into a New Age of Animation (E.T. 17.10.2021).
<https://gadgets.ndtv.com/entertainment/features/luca-pixar-movie-studio-ghibli-animation-new-age-stylised-2d-water-woodblock-design-2467079>

Resim 51’de orta ölçekte görülen karakterin bakışı ön plândaki hareketi vurgulamaktadır. Görsel çerçevedeki ikincil hareket baş ve bakış boşluğu kullanımı ile görsel anlatımdaki ana unsur haline gelmektedir. Baş ve bakış boşluğu, görsel anlatımda izleyiciye mekânı tanıtmak, geçmiş ya da gelecekte bir olay örgüsünü düşündürmek için kullanılabilir.

2.3. Kamera Kullanımının Amaçları

Sinemanın etkileyici anlatım olanakları çekim sürecindeki tüm teknik kaynaklar ve araçlar hakkında bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir. Bir film çekiminde kamera

kullanımının sinematografik rolü teknikler aracılığıyla sahnenin çekiciliğini ve anlam bütünlüğünü aktarmaktır.

Sinema yapay bir sanattır ve çeşitli öğeler içerisinde zamansal olduğu kadar mekânsal olarakta gelişmektedir. Sinematografik anlatımdaki çeşitli öğeler film senaryosunun gelişimine bağlıdır. Senaryo filmin inşasındaki öğelerin yapısını önceden belirleyip mekân ve zaman içerisindeki dışavurumcu anlatımı oluşturmaktadır (Nilsen, 2019, s. 20). Bu bağlamda senaryo içerisindeki sahnelerin her bölümünde anlamın nasıl aktarılacağı plânlanmalıdır. Hayward'a göre varlıkların ve nesnelerin bir çekim içerisinde çerçevelenme yöntemi benzersiz okumalar üretebilmektedir. Çerçeve içindeki orantı ve hacim diyalog kadar çok şey anlatabilir. Aynı duygu durumu kamera açıları için de geçerlidir (Hayward, 2012, s. 110).

Hikâye, görsel anlatıma dönüşürken kullanılan çerçeve ve çerçevenin sahneye bakış açısı, sanatçıların ve tasarımcıların yıllarca deneysel yöntemlerle elde ettiği genelgeçer bir biçime sahip olmuştur. Kullanılan kompozisyon yöntemleri ve kamera açıları izleyicinin hikâyeyi algılamasını ve öznel bir bakışa dönüşmesini hedeflemektedir.

2.3.1. Çerçeveleme

Sinematografik öğelerin başında çerçeveleme gelmektedir. Çerçeve görüntüyü oluşturan bütünün sınırı olarak ifade edilebilir. Bu sınır görüntülenen yapay ya da gerçek mekânın kamera vizöründe belirlenen ölçeğini temsil etmektedir. Özön'a göre çerçeveleme ise sinemacının önceden belirlenmiş öğeleri çerçevenin iki boyutlu yüzeyine belli bir anlayışla yerleştirmesidir (Özön, 2008, s. 48).

Mascelli'ye göre çerçeveleme aynı zamanda kompozisyon anlamına gelmektedir. Kompozisyonu oluşturan görsel öğelerin bütünlük oluşturacak şekilde düzenlemesidir (Mascelli, 2014, s. 208). Çerçeveleme, değişik sinema araçlarını kullanarak anlamı oluşturmak ve dolaylı olarak aktarmak için kullanılır. Çerçevenin anlam bütünlüğü ancak kendi biçimlerini bulduğu zaman başarılı olmaktadır. Andrew'a göre sinemada tür ve biçim, kompozisyonu yaratan ve kullanan yönetmenin soyutlamasının miktarına ve türüne harcanan dikkatle belirlenmektedir (Andrew, 2018, 236).

Kamera açısı seçimi, karakterlerin konumlandırılması, çevre düzenlemesi, renk ve tonlama gibi tüm içerikler çerçevenin iç yapısını oluşturmaktadır (Seçmen, 2020, s. 56).



Şekil 52: Çerçeveleme kullanımı örneği.

Kaynak: (E.T. 17.10.2021). <https://www.intofilm.org/films/19020>

Çerçeveleme, görsel tasarım unsurlarının bütünlük içinde harmanlanması ile meydana gelir. Önceden plânlanmış açı, biçim ve hareketler aktarılmak istenen duyguyu temsil etmektedir. Resim 52’de görülen çekim, görsel tasarım unsurlarının ön plânda olduğu estetik bir kompozisyona sahiptir. Çerçevelediği öğelerin orantı, biçim ve zıtlık içerisindeki uyumu çizgi ve bakış boşluğunun oluşturduğu etkiyle odadaki karakterin izleyici tarafından takibini sağlamaktadır. Mekân içerisinde kullanılan sert ve yumuşak çizgi geçişleri ve ton kullanımı karakterin tehlikede ya da tehlikeli olduğu hissini aktarmaktadır. Yine ön plânda tercih edilen sıcak tonlardaki renkler ve hareketli tema, karakterin andaki geçici duygu durumunu simgelemektedir.

2.3.2. Kamera Açıları

Gerçekliğin yükseklik, genişlik ve derinlik olmak üzere üç fiziksel boyutu; görüntünün ise yükseklik ve genişlik olmak üzere yalnız iki boyutu vardır. Kamerada derinlik algısı cisimlerin açılarının belirgin şekilde ifade edilmesi ile oluşmaktadır (Shroeppel, 2013, s. 38). Kameranin hareket etmesi görüntüleneni ile kamera arasında çeşitli bakış açıları oluşturmaktadır. Oluşan bu açılar kamera açıları olarak tanımlanır.

Açılar sahne, çekim ve sekansa göre tasarlanır. Sahne, mizansenin kurgulandığı ve uygulandığı yer ve çevredir. Çekim, kamera ile belirli bir zaman aralığında oluşturulan izleme olarak tanımlanır. Sekans ise, sahne ya da çekimlerin belirli bir kompozisyondaki bütünlüğüdür (Öz, 2006, s. 42).

Yalnızca kamera açısını anlamak yeterli değildir. Kamera açıları ve bu açıların derecesi görsel anlatımı tamamen değiştirebilir. Farklı kamera açıları ile oluşturulan görsel dil, izleyicinin anlatılmak isteneni daha kolay algılamasına ve izleyicideki duygu değişikliklerinin kontrol edilmesine olanak tanımaktadır. Kamera açıları objektif seviyesi, alt açı, üst açı ve eğik çerçeve olarak sınıflandırılabilir.

2.3.2.1. Objektif Seviyesi

Objektif seviyesi, kameranın karakterlerin gözleri ile aynı yükseklikte konumlandırıldığını ifade etmektedir. Bu açı, insan bakış açısını taklit etmektedir. Bir çekimin objektif seviyesinde olması için çerçevede bakışma ya da kameraya bakan bir figür olması aranmaz. Objektif seviyesinde bir açı kullanıldığında aktarılmak istenen duygu hikâye ve kompozisyona bağlıdır. Genel anlamda izleyicinin karakterle aynı duyguyu taşıması istenmektedir.



Şekil 53: Objektif seviyesi çekim örneği.

Kaynak: (E.T. 17.10.2021). <https://www.slashfilm.com/555275/2017-animated-movies/>

Objektif seviyesindeki çekimler genellikle yakın ya da omuz çekim ölçeği arasında kullanılmaktadır. İzleyicinin bakışı çerçeve içerisindeki bakış boşluğuna yönelmektedir. Resim 53'te görüldüğü gibi ön plandaki nesne alan derinliği etkisi ile bulanıktır. Bu

görsel anlatımda izleyicinin gözü karakterin yüzündeki ifadeye odaklanır. İzleyici henüz karakterde bu duyguyu oluşturan figürü tanımlamak için beklenti halindedir. Kompozisyondaki bu bütünlük sahnedeki estetiği ve animasyondaki çekiciliği arttırmaktadır.

2.3.2.2. Alt Açı

Alt açılı çekim, objektif seviyesinin altında konumlandırılmış, yukarı bakan bir kamera açısı ile ifade edilmektedir. Objektif seviyesi ile zemin arasında, dikey bir eksenle abartılı şekilde de kullanılabilir. Alt açı, bir cismin algılanan yüksekliğini arttırabilmektedir. Genellikle güç algısını iletmek için kullanılırlar. Görüntülenen varlığa göre açı, iyi veya kötünün temsili olabilmektedir.



Şekil 54: Alt açılı çekim örneği.

Kaynak: Camera angels and Actions (E.T. 25.04.2021). <https://www.ftanimation.com/resources/camera-angles-actions/>

Düşük açılı çekimlerin izleyici üzerindeki etkisi doğrudan perspektif ve arka plânla ilişkilendirilebilir. Çerçevede alt açıdan görüntülenen bir nesne ölçek olarak daha geniş ve uzun görünecektir. Resim 54'te, karakterin göğüs seviyesindeki çekim ölçeğinde kullanılan alt açı, karakterin duygu durumu ve kişiliğiyle ilgili anlam aktarmaktadır. Arka plândaki gökyüzü teması bakış yönünü ve ritmi düzenlemektedir.

2.3.2.3. Üst Açılı

Üst açılı çekimler genellikle kameranın görüntülenen öznenin daha yüksek bir yere konumlandırılıp eğimli şekilde kullanılmasıyla oluşturulur. Objektif seviyesinin hemen

üzerinden başlayarak öznenin tepe noktasına kadar geniş bir açıyla yapılan çekimlerin tümüdür. Üst açılı çekimler özne hakkında bilgi vermektedir. Öznenin duygusal ve mental durumunu izleyiciye iletir. Genellikle çekim içerisindeki karakterleri olduğundan zayıf ve savunmasız şekilde göstermek için kullanılmaktadır.



Şekil 55: Üst açılı çekim örneği.

Kaynak: Camera angels and Actions (E.T. 25.04.2021). <https://www.ftanimation.com/resources/camera-anglesactions/>

Kamerada yüksek açı tercihi görsel hikâye aktarımında genelgeçer bir biçime sahiptir. Karakterler üzerindeki etkisinin yanı sıra abartılı yükseklikte konumlandırılan bir kameranın üst açılı çekimi mekân ve çevre ile alakalı fikir verebilmektedir. Resim 55’te görülen üst açılı çekimde, sahnede görünmeyen diğer karakterin daha güçlü ve baskın olduğu betimlenir. İzleyici diğer karakterin öznel bakış açısıyla temsil edildiğinden karakter ile arasında bir bütünlük oluşmaktadır.

2.3.2.4. Eğik Çerçeve

Eğik çerçeve, kameranın x ekseninde $+y$ ya da $-y$ yönüne doğru yapılan devinimdir. Görüntülenen durumunun psikolojik ve duygusal etkisini yükseltmek, kafa karıştırmak

ve izleyeni rahatsız etmek amacıyla kullanılmaktadır. Eğik çerçeve açısında görüntünün dikey kontrolü ve alan derinliği önemli bir yer tutar. Eğimin doğru yerde ve zamanda oluşturulması, bir önceki ve bir sonraki sahneyle tutarlı bir etki yaratması gerekmektedir.



Şekil 56: Eğik çerçeve çekim örneği.

Kaynak: Frankenweenie : Cinematographer Peter Sorg's shades of grey (E.T. 20.04.2021).

<https://animatedviews.com/2012/frankenweenie-cinematographer-peter-sorgs-shades-of-grey/>

Resim 56'da görülen eğik çerçeve açısı, sahnelenen hikâyedeki dramatik etkiyi yükselterek gerilim ve heyecan yaratmaktadır. Kullanılan açı izleyicinin olay örgüsündeki rahatsız edici durumu hissetmesini sağlamaktadır.

2.4. Kamera Hareketleri

Kamera hareketi, kameranın hareket ettirilmesi ile çerçeve veya uzamda değişiklik oluşturan teknikler bütünüdür. Kamera hareketleri yönetmenlerin ve görüntü yönetmenlerinin izleyicinin bakışını kesmeden değiştirmesine imkân tanımaktadır. Bu durum görsel anlam aktarımını ilgi çekici ve sürükleyici bir hale getirmektedir.

Herhangi bir çekimin yapısı nesnenin doğrudan hareketi ve durağan nesnenin bütünlüklü kompozisyon biçimi ile gösterilebilir. İlk durumda odak, doğrudan kinetik

hareket üzerinde olacaktır. İkinci durumda ise durağan temsili biçimlerin potansiyel hareketi kompozisyonel olarak dışavurulup vurgulanacaktır (Nilsen, 2019, s.140). Bu bağlamda, kamera hareket ettirildiğinde kompozisyon açısından bir anlam taşıması gerekmektedir.

Kamera hareketlerindeki temel sorunsal neyi, nereden, hangi perspektiften görebileceğimizdir. Buna karşılık olarak yıllar içerisinde oluşturulan görsel dilde kamera hareketleri için belli bir sınıflandırma oluşturulmuştur. Bu sınıflandırmaya göre en çok kullanılan kamera hareketleri durağan hareket, çevrinme, kaydırma ve optik kaymadır (Vineyard, 2010, s. 12).

2.4.1. Durağan Kamera

Durağan kamerada hiçbir hareket yoktur. Çekim kompozisyonuna göre kameranın konumu sabitlenerek oluşturulmaktadır. Durağan kamerada ilgi, çerçeve içerisindeki odakta. Bu durum çekimin kararlılığını arttırmaktadır.

Durağan kamera hareketi diyalog çekimlerinde, kompozisyonel anlatımlarda ve oyuncu performanslarını öne çıkarmak için sıkça kullanılmaktadır.

2.4.2. Çevrinme

Kamera hareketleri içerisinde en çok tercih edilenler çevrinme hareketleridir. Bu hareketler yatay ve dikey ekseninde gerçekleştirilmektedir.

Yatay çevrinme (pan), kameranın yatay ekseninde sağa ve sola yaptığı harekettir. Yatay çevrinme hareketi genellikle çerçeveye sığmayan geniş plânlarda kullanılmaktadır. Yürüyen bir karakteri ya da hareket eden bir aracı takip etmek içinde tercih edilmektedir. Bu durum yeniden çerçeveleme olarak tanımlanır (Vineyard, 2010, s. 12).

Dikey çevrinme (tilt) ise kameranın dikey eksenindeki hareketidir. Bu hareket kamerayı aşağı ve yukarı yönlendirir. Bir çekimdeki baskın karakteri belirtmek ya da izleyiciye bilgi vermek amacıyla kullanılabilir. Dikey çevrinmenin en benzersiz örneklerinden biri Steven Spielberg'ün Jurassic Park filminde dinozorları izleyiciye tanıttığı sahnedir. Dikey çevrinme, sahnedeki karakterlerin duygularını en iyi şekilde yansıtırken, izleyicide hayranlık uyandırmaktadır.

2.4.3. Kaydırma

Kaydırma, genel olarak öne itmek-geriye çekmek şeklinde tanımlanır. Sahneye ilerlemek ya da sahneden geriye çekilmek, geniş bir çerçevenin belirli bir yakın plânıyla daha genel bir plân arasında bağlantı kurmanın yollarından biridir (Brown, 2018, s. 304).

Öne itmek kamerayı bir özneye doğru hareket ettirir. İtme hareketi tamamen bir anı vurgulamak ile ilgilidir. Sahnedeki bir ayrıntıyı izleyiciye göstermek, ipucu vermek için kullanılır. İç çatışmayı aktarmak için etkili bir yöntemdir.

Öne itmenin aksine geriye çekmek anlatımdaki vurguyu azaltır. Genellikle izleyicinin karakter ile arasındaki bağlantıyı kesmek için kullanılmaktadır. Öte yandan bir sahnenin olay örgüsünü açığa çıkarmak için en etkili yöntemlerden biridir.

2.4.4. Optik Kayma

Kadrajda görülebilen mesafeyi kamera lensinin odak uzaklığı belirlemektedir. Optik kayma (zoom) odak uzaklığının kademeli biçimde değiştirilmesine imkân verir (Vineyard, 2010, s. 17). Optik kayma temelde bir kamera hareketi olarak kabul edilmemektedir ancak görüntüde bir hareket oluşturur.

Optik kayma yakınlaşmak veya uzaklaşmak için kullanılabilir. Uzaklaşmak bir öznenin çevresindeki bağlamı izleyiciye aktarabilir. Uzaklaşmanın aksine optik kaymada yakınlaşmak insan gözünün taklit edemediği bir yöntem olduğundan benzersiz bir etki oluşturmaktadır. Bu yöntem hızlı ya da yavaş uygulandığında izleyiciye korku, gerilim, heyecan ve beklenti duygularını aktarmaktadır.

2.5. Çekim Ölçekleri

Gerçek dünya ve soyutlama ile aktarılan mekân fikri çift gözlü görüş üzerinedir ancak çerçeve üzerindeki sinematografik görselin oluşumu, fotoğraf lenslerinin tek gözlü eylemi vasıtasıyla oluşturulur (Nilsen, 2019, s. 74). Bu durum optik bir sistemle çekimdeki görsel detayların belirlenmesine imkân tanımaktadır. Optik sistemlerin temelde tek görevi görüntü yakalanması için ışığı bükme, ancak bunun yanı sıra izleyicinin duygu durumunu değiştiren etkilere sahiptirler (Mercado, 2021, s. 7).

Sinematografik dil bu optik sistemlerin kendilerine has özelliklerine dayanmaktadır. Böylece film diline özgür bir anlatım seçeneği sunan optik, kompozyonel kaynak olarak gösterilebilir.

Herhangi bir kompozisyonun kamera ile ilgisini belirleyen etkenler, kullanılan mercek, kameranın konudan uzaklığı ve kameranın yüksekliğidir. Bu aşamadan sonra bir çekim açısından bahsedilebilir (Canıklıgil, 2020, s. 136). Bunların tümü birleşip izleyicinin çekimi nasıl algılayacağını etkileyen ölçekleri oluşturmaktadır. Özon'a göre görüntü çerçevesinde her kompozisyonun tuttuğu yer ve zaman aynı değildir. Aynı konu çerçeve içerisinde daha uzaktan ya da daha yakından görüntülenebilir ve çeşitli ölçeklerde tasarlanabilir. Değişken zaman ve mekân aralığındaki bu çekimler dizisi çekim ölçekleri olarak tanımlanır (Özön, 2008, s. 69).

Farklı kamera ölçekleri konunun çerçevede nasıl görüneceğini ve izleyicinin konuya olan uzaklığını betimlemektedir. Çekimler, kamera hareketinin başladığı noktadan bittiği noktaya kadar devam etmektedir. Çeşitli çekim uzunlukları, kamera açıları ve çekim ölçekleri birleşerek görsel dildeki anlatımı vurgulayabilmektedir.

2.5.1. Uzak Çekim

Uzak çekimler, görüntülenen konunun bulunduğu mekâna göre küçük görünmesini sağlamaktadır. Öznenin mekân ile ilişkisini ortaya koymak, uzak ve yabancı hissettirmek için kullanılabilirler.



Şekil 57: Uzak çekim örneği.

Kaynak: Camera Angles and Shots (05.02.2021). <https://animation2017hannah.weebly.com/camera-angles.html>

Uzak çekimler öznenin görüş açısından uzakta odak noktasının, çevresindeki alan olduğu ölçekleri betimlemektedir. Resim 57’de, aksiyonun geçeceği çevre ve mekân dokusu tanıtılarak izleyicide beklenti ve merak uyandırmaktadır.

2.5.2. Genel Çekim

Genel çekim, özneyi ve çevresindeki görüntüleri dengelemektedir. Çevreyle özne arasında bir bağ kurarken tüm konuyu çerçeve içerisinde tutar.

Genel çekim oluşturulurken çerçevenin üstünde ve altında geniş alanlar kullanılır. Yapım içerisinde kullanılan birçok ölçekten uzak bir çekim, sahne düzenlemesi hakkında izleyiciye fikir verir ve öznenin çevresiyle kurduğu ilişkiyi anlamlandırmasına yardımcı olur.



Şekil 58: Genel çekim örneği.

Kaynak: 17 Best Pixar Movies to Watch at Any Age (16.03.2021).

<https://www.glamour.com/gallery/best-pixar-movies>

Genel çekim, yeni bir sahne oluşturulurken sahneye yeni bir özne eklendiğinde, zaman kavramını vurgularken ve öznenin konumu ile alakalı bilgi vermek gerektiğinde kullanılmaktadır. Alan ve ölçek konudaki öznelere kesmeden tanıtılır. Resim 58’de, öznenin mekânla olan ilişkisi vurgulanırken, genel çekimle oluşturulan görüş açısı sayesinde izleyicinin çevre ve zaman hakkında fikir sahibi olması sağlanmaktadır.

2.5.3. Boy Çekim

Boy çekim, sahnedeki konunun çerçeveyi baştan aşağı doldurmasına izin veren çekim biçimidir. Görüntülenen özneyi veya kompozisyonu görebilmek için ayakların konumu ile baş boşluğu arasında kullanılan ölçektir. Genel bilgi aktarmak, özneyi tanıtmak için kullanılır. Dikey plânlamada dikkate alınması gereken, üstteki ve alttaki boşluğun oranıdır.



Şekil 59: Boy çekim örneği.

Kaynak: 17 Best Pixar Movies to Watch at Any Age (16.03.2021).

<https://www.glamour.com/gallery/best-pixar-movies>

Resim 59’da görüldüğü gibi birden fazla karaktere çerçeve içerisinde yer verebilmek için boy çekim kullanılmaktadır. Boy çekimler kamera hareketi kesilmeden diğer çekim ölçekleri ile birlikte kullanılabilir.

2.5.4. Orta Çekim

En çok kullanılan kamera çekim ölçeklerinden biridir. Çevreyi görünür kılarken konuyu daha fazla vurgulamaktadır. Orta çekim, literatürde bel çekim olarak kullanılmaktadır.

Orta çekim ölçeğinde çerçeve, görüntülenen öznenin bel seviyesinden biraz yukarıda ya da aşağıda konumlandırıldığından bu şekilde adlandırılmaktadır (Canikligil, 2020, s. 137).



Şekil 60: Orta çekim örneği.

Kaynak: Women are still vastly underrepresented in top animation roles, new study finds (E.T. 02.03.2021). <https://www.polygon.com/2019/6/11/18660094/women-animation-usc-annenberg-inclusion-study-nickelodeon-shorts-intergalactic>

Orta çekimler, sıradan görülebilir ancak çevre ile ilişkisinin boyutu izleyici üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır. Ayrıca orta çekim genellikle ardından gelecek yakın çekimde görüntülenen önemli bir anı vurgulamak adına ara çekim olarak kullanılmaktadır. Resim 60’da bir diyalog sahnesi görülmektedir. Orta çekim ölçeği, karakterin beden hareketlerinin izleyici tarafından dikkatli biçimde takip edilebilmesini sağlarken, mekân ve nesnelerle ilgili ayrıntılı bilgi vermektedir.

2.5.5. Göğüs Çekim

Kameranın, öznenin göğüs hizasında ya da hafif üstünde konumlandırılmasıyla oluşturulan çekim ölçeğidir. Göğüs çekimde izleyici karakteri kolayca seçer ve içinde bulunduğu psikolojik durumu ve ortamı saptayabilir (Abay, 2019, s. 27).



Şekil 61: Göğüs çekim örneği.

Kaynak: Voilà! A Rat for All Seasonings (E.T. 28.03.2021).

<https://www.nytimes.com/2007/06/29/movies/29rata.html>

Göğüs çekimler, çekim ölçekleri arasında zıtlık yaratmak ve denge oluşturmak için ara çekim olarak kullanılmaktadır. Resim 61’de, ön plânda iki karakter görülürken konudan uzaklaşmadan çevre ve zaman izleyiciye aktarılmaktadır. Böylece anlatımdaki çevre görünür kalırken, konu daha fazla vurgulanmaktadır.

2.5.6. Diz Çekim

Çerçeve içerisindeki öznelerin dizden yukarısının görülecek şekilde görüntülenmesidir. Diz çekim, karakterlerin beden hareketlerini vurgular. İzleyicinin hareketi ve duyguyu sindirmesine olanak tanır. *Amerikan plân*, *kovboy plân*, *dörtte üç* gibi farklı şekillerde isimlendirilir.



Şekil 62: Diz çekim örneği.

Kaynak: 17 Best Pixar Movies to Watch at Any Age (16.03.2021).

<https://www.glamour.com/gallery/best-pixar-movies>

Diz çekimlerde kamera genellikle karakterlerin bel hizasında konumlandırılmaktadır. Resim 62’de karakterlerin duygu durumlarının, diz çekim ölçeğindeki çerçeve içerisinde odağa yerleştiği görülmektedir.

2.5.7. Baş Çekim

Baş çekim genellikle öznenin duygularını ve tepkilerini ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır. Bu çekimde çerçeve öznenin boynundan kafasına kadar sınırlıdır. Bir filmde kullanılan çekim ölçekleri arasında karakter için en önemlisi baş çekimidir. Çerçevenin özneye yakınlığı duyguyu izleyiciye aktaracak kadar yakın, ancak görünürlüğü kaybedecek kadar muğlak değildir.



Şekil 63: Baş çekim örneği.

Kaynak: 60 Best Halloween Movies for Kids That Won't Scare the Daylights Out of Them (E.T. 01.11.2021). <https://www.goodhousekeeping.com/holidays/halloween-ideas/g2661/halloween-movies/>

Üç boyutlu animasyon yapılmalarında baş çekim genellikle abartı ilkesinin vurgulandığı bölümdür. Baş çekimde izleyiciye aktarılmak istenen duygu karakterin jest ve mimikleri ile vurgulanmaktadır. Resim 63'te karakterin yüz ifadesi ile, gördüğü olay karşısında yaşadığı şok betimlenmektedir. Konunun yakınlığı izleyiciyle karakter arasında duygusal bağ kurarak dramatik bir etki oluşmasını sağlar.

2.5.8. Yakın Çekim

Yakın çekimler, çerçeveyi görülmesi zor olan küçük ayrıntılarla dolduran çekim ölçekleridir. Genellikle gözler, dudaklar gibi vurgusu yüksek olan alanlara odaklanılır. Yalnızca karakter üzerinde değil mekânla ilgili izleyicinin çekim boyunca takip etmesi gereken dokular ve nesneler yakın çekimle vurgulanır. Yakın çekimlerde daha fazla ayrıntı için makro lensler de kullanılmaktadır.



Şekil 64: Yakın çekim örneği.

Kaynak: Exploring shot types (E.T. 02.10.2021). <https://www.acmi.net.au/education/school-program-and-resources/exploring-shot-types/>

Resim 64’te karakterin yaşadığı duygu yakın çekimle derinlik kazanmaktadır. Kullanılan çerçeve ile izleyicinin karakterin gözlerinin içine bakarak benzer duyguları hissetmesi hedeflenmektedir.

2.5.9. Omuz Çekim

Omuz çekimde kamera, kabaca göğüs hizasının üstünde konumlandırılır. Genellikle karakterin yüzüne odaklanılır ancak mesafeden dolayı konudan uzak olma durumu yaratır. Omuz çekimleri, konuyu vurgulayacak kadar yakın, çerçeveye etraftaki alanı sığdıracak kadar geniş bir açıda kullanılmaktadır. Yüz yüze konuşma sırasında dahi karakteri belli bir mesafede izleyiciden uzak tutmaktadır.

Omuz çekimleri genellikle diyalog içeren sahnelerde tercih edilmektedir. İki karakterin aynı çerçevede görüldüğü çekimlerde, odak üçte bir kuralına göre yakın plândaki karakterin omuz üzerinden görüntülenir.



Şekil 65: Omuz çekim örneği.

Kaynak: (E.T. 19.05.2021). <https://www.beano.com/posts/animated-movie-quiz>

Resim 65’te omuz çekimle görülen karakterin konuya olan mesafesi izleyicide beklenti yaratmaktadır. Bu sayede karakterin duygu durumu ifade ve mimiklerle dramatik bir etki oluşturur. Omuz çekimde ön plândaki karakter ile arka plândaki atmosferin etkisi kompozisyondaki bütünlüğü inşa etmektedir. Kullanılan zıtlık ve ritim izleyiciye zaman ve mekân ile ilgili bilgi aktarırken, aynı anda estetik bir kaygı içermektedir.

3. BÖLÜM: SANAL KAMERA ARAÇLARI

Sinematografi, kamera yerleşimi, kamera hareketleri ve kurgu hakkında bir takım pratik araçlar ve kurallar içermektedir. Üç boyutlu kamera araçları da bu sinematik öğelerden faydalanabilmektedir.

Kamera, doğru kompozisyonu oluşturmak için doğru olayı doğru zamanda çekmelidir. Sinematografi ve kurgu birçok temel teknik ve kural içerdiğinden kendi başlarına karmaşık sanat biçimleridir. Aynı durumu çekme fırsatı verildiğinde, iki farklı yönetmenin iki farklı çekim seçenekleri, çekim uzunluğu ve kurgu teknikleri ile çok farklı çekimler üretmesi muhtemeldir.

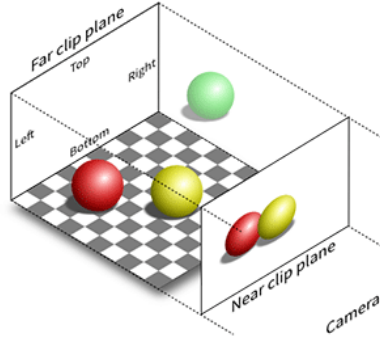
Sanal kameranın konumu, açısı ve kullanımı büyük önem taşımaktadır. Yapısal olarak algoritma parametrelerinden oluşuyor olsalar da teknolojinin gelişmesiyle gerçek kamera kullanımından ayırt edilmez hale gelmektedirler.

3.1. Sanal Kamera Türleri

Üç boyutlu yazılımlardaki en temel sorunlardan biri görüntülemedir. Üç boyutlu alan, iki boyutlu düzlem üzerine yansıtılır. Bu aşamada üç boyutlu yazılımlardaki temel görüntüleme çeşitleri kullanılan ara birimin çerçeve boyutuna ve alan derinliği parametrelerine göre biçimlenir. Üç boyutlu görüntülemede belirli yazılımlarla oluşturulmuş dijital kameralar kullanılmaktadır. Dijital kameralar özelliklerine göre *ortografik*, *perspektif* ve *panoramik* olarak sınıflandırılır.

3.1.1. Ortografik Kamera

Dijital kameralarda derinlik doğrudan ışın izleme (ray casting) yöntemiyle uygulanır. Oluşan görüntüdeki her piksel için bir veya daha fazla ışın gönderilir. Gönderilen ışınlar birbirlerine paralel olarak geçebilmektedir. Bu durumda hacmin ortografik bir izdüşümü gerçekleşir (Preim & Botha, 2014, s. 270). Ortografik izdüşüm, görüntülenen üç boyutlu bir nesnenin belirli açıdan elde edilmiş iki boyutlu temsidir.



Orthographic projection (O)

Şekil 66: Ortografik kamera şeması.

Kaynak: How to adjust parameters in 3D viewer to achieve the best face rendering results (E.T. 20.10.2021). <https://desk.zoho.com/portal/bellus3d/en/kb/articles/how-to-adjust-3d-viewer-face-rendering-results>

Ortografik kameralarda, görüntülenen nesne ile kamera arasındaki uzaklık değişmez. Bu durum nesnelerin boyutlarını her bakış açısından sabit tutmaktadır. Ortografik kameralar, izometrik görüşlü bilgisayar ve mobil oyunlarında, ölçekli çizime ihtiyaç duyulan mühendislik, mimari gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır.



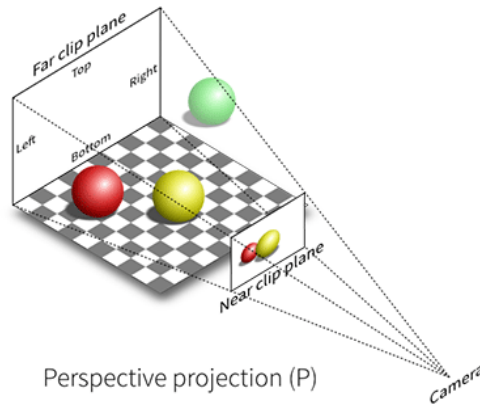
Şekil 67: Ortografik kamera açısı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Animasyon yapımlarında ortografik kameralar, iki boyutlu animasyonlar ve hareketli grafiklerde tercih edilmektedir. Çizgi, doku ve desenle aktarılan perspektif çizimi ortografik bir kamera tarafından görüntülenir. Boyut yanılsaması animasyon sanatçısının perspektif yeteneği ile sınırlıdır.

3.1.2. Perspektif Kamera

Perspektif kamera görünümü, iki boyutlu düzlem üzerine üç boyutlu bir hacmi yansıttığı için ortografik kameraya benzer ancak optik etkisi de bulunmaktadır. Ortografik görüntülerin aksine nesneler arasına uzaklık-yakınlık ilişkisinden doğan boyutsal algı eklenir. Uzaktaki nesne küçük, yakındaki ise büyük görünmektedir. Perspektif kamerada çerçeveyi oluşturan tüm ışınlar orijinden ($x=0$, $y=0$, $z=0$) geçer. Başka bir deyişle ışının yönü bileşen bazında bu noktanın konumuna eşittir (Pharr vd., 2016).



Şekil 68: Perspektif kamera şeması.

Kaynak: How to adjust parameters in 3D viewer to achieve the best face rendering results (E.T. 20.10.2021). <https://desk.zoho.com/portal/bellus3d/en/kb/articles/how-to-adjust-3d-viewer-face-rendering-results>

Perspektif kamera, mesafeleri ya da açıları korumaz. İnsan gözü ya da bir merceğin üç boyutlu sanal ortamdaki en yakın temsilidir. Çerçeve boyut olarak gerçek dünya algısı oluşturur. Bu sebeple gerçekçi bir bakış açısı gerektiren tüm yapımlarda perspektif kamera kullanılmaktadır.



Şekil 69: Perspektif kamera açısı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Resim 67 ve 69’da görülen kamera tipleri aynı mesafede konumlandırılmalarına rağmen iki farklı görüntü oluşturmuştur.

3.1.3. Panoramik Kamera

Üç boyutlu uzayda panoramik temsil, gerçekçi çevresel görüntülerden sanal bir ortam oluşturma yöntemidir. Lao’ya göre, panoramik görüntüler tüm görüş alanının herhangi bir yönde izlenmesine olanak tanır. Üç boyutlu yazılımlardaki yöntemlerin birçoğu hareket paralaksını önlemek için dikey görüntüleme seviyesinde silindirik bir gözlemle sınırlıdır. Bir ortamın üç boyutlu modelini oluşturabilmek için sanal kamera hareketini desteklerken sahneyi harmanlamak için bir görüntü öbeği kullanılmaktadır (Lao, 2000, s. 9).



Şekil 70: Panoramik kamera açısı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Sanal panoramik kameralar, sanal ortamda oluşturulan çevreyi dijital fotoğraf makinelerine benzer bir yöntemle oluşturmaktadır. Oluşturulan görüntüler, görüntüleyici yazılımlar yardımıyla içerisinde kameranın konum noktasından sağa-sola ve yukarı-aşağı gezinme imkânı sunar.

3.2. Kameranın Özellikleri

Görüntü tabanlı üç boyutlu yazılımlarda kamera kullanımı için oluşturulmuş temel özellikler; kameranın konumu, alan derinliği, objektif, sensör, güvenli bölge, görüntü alanı ekranı özellikleri şeklinde sınıflandırılabilir.

3.2.1. Kameranın Konumu

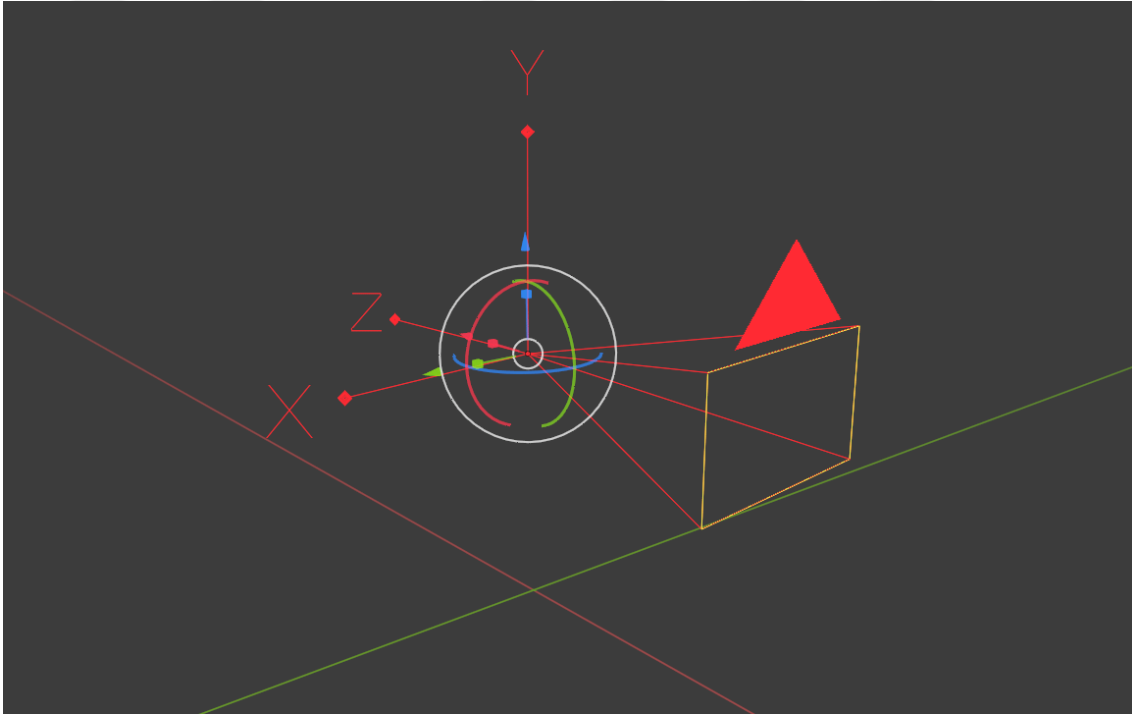
Üç boyutlu animasyon yapımlarında karakterler ve mekâna ilişkin biçimler kamera hareketleri ile ilişkilendirilir. Bu bağlamda kamera belli parametrelere göre sanal uzayda konumlandırılır.

Kameranın konumu, *modelleme koordinat uzayı*, *nesne uzayı* ve *dünya uzayı* olmak üzere üç farklı şekilde hesaplanabilmektedir.

Modelleme koordinat uzayı her nesnenin kendi koordinat setine sahip olduğu ve daha sonra bir dizi dünya koordinatına dönüştürülebilen üç boyutlu modelleme için kullanılan bir koordinat sistemidir (“Modeling Coordinates”, t.y.).

Nesne uzayı geometrik ilkelerin tanımlandığı koordinat sistemidir. Fiziksel tabanlı oluşturulan üç boyutlu nesneler, nesne uzaylarının orijinini ortalayacak şekilde tanımlanmaktadır (Phaar vd., 2016).

Her nesne uzayda kendi koordinatına sahip olabilirken sahnedeki tüm nesneler tek bir dünya uzayına göre yerleştirilmektedir. Her nesne, dünya uzayında nerede olduğunu belirleyen bir dönüşüme sahiptir. Dünya ortamı tanımlanan diğer tüm mekânların terimleriyle belirtilen standart çerçevedir (Phaar vd., 2016).



Şekil 71: Sanal kamera konumu.

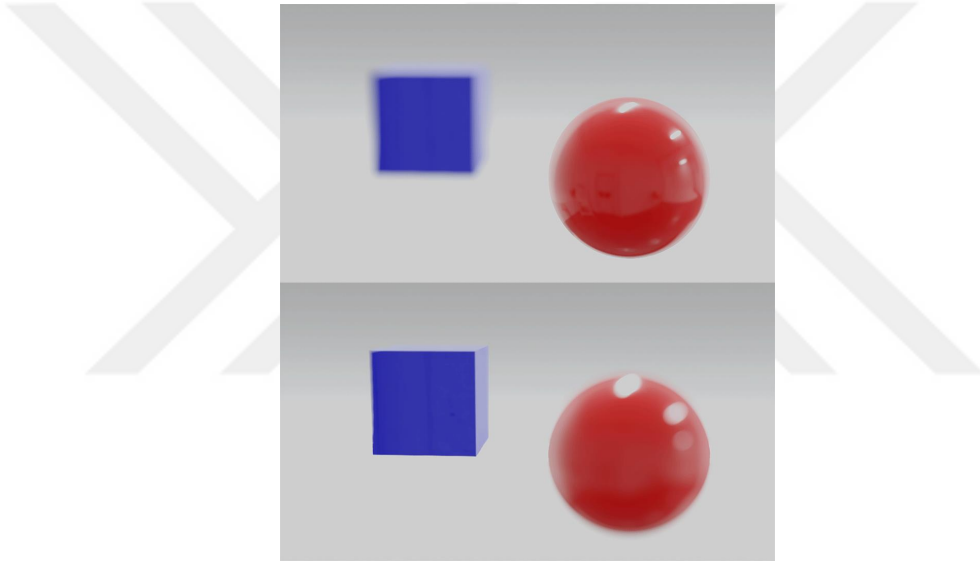
Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Sanal kameralar, sabit bir kamera uzayında bir arka plana karşı hareket eden karakterleri gözlemleyerek karakterlerin ana niteliklerinin güçlenmesini sağlar. Kameranın konumu, ana eksenini iletmek ve uzayın boyutunu insan ölçeğine göre aktarmak için kullanılabilir. (Burelli ve ark., 2012, s. 632).

3.2.2. Alan Derinliği

Üç boyutlu görüntü işleme sürecinde araştırmalar her zaman en üst düzeyde gerçekçiliği hedeflemektedir. Görüntü tasarımının temel ilkelerinden olan üç boyutlu alan algısı oluşturabilmek için görüntü tabanlı render yazılımları gölgelendirmenin yanı sıra alan derinliğini de benzeştirmektedir.

Bertalmio, alan derinliğini, gözün görüntüyü keskin olarak algıladığı odak noktasının önündeki ve arkasındaki mesafe aralığı olarak tanımlamaktadır (Bertalmio, 2004). Alan derinliği etkisi görüntüdeki odak dışında kalan alanlarda bulanıklık oluşturmaktadır. Bu durum merceklerde ve insan gözünde de aynı şekilde gerçekleşmektedir.



Şekil 72: Alan derinliği örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Bilgisayar ile oluşturulmuş sinematik bir sahneye alan derinliği eklemek, sinematografların estetik görüntüler elde etmesini sağlamaktadır. Bu efekt, filmin görünümünü ve hissini elde etmeye çalışan üç boyutlu yazılımlarda önemli bir yere sahiptir (Alhashim, t.y.). Alan derinliği, kompozisyon içerisindeki odak noktasını vurgular. Üç boyutlu yazılımlarda odak uzaklığını hesaplamak, geleneksel sinema yöntemlerine göre daha işlevseldir ve az çaba gerektirir. Sanal uzaydaki parametrik uzaklık değerlerini otomatik olarak hesaplamayı sağlayan yazılımlar bulunmaktadır. Bu sebeple iki aşamalı bir yöntem kullanılır. Alan derinliği oluştururken öncelikle

belirlenen odak parametresi seçilir. Ardından bulanıklaştırma parametresine değer verilerek arka plânın görünürlüğü ya da odaktaki nesnenin vurgusu belirlenir.

3.2.3. Objektif

Sanal kameralar, üç boyutlu yazılımların kullandığı ve "optik eksenin üst ve alt sınırındaki diyafram eğrilik yarıçapını tanımlayan çerçevenin açıklık yarıçapı" (Phaar vd., 2016) olarak tanımlanan arayüz geometrisinde objektif yapısını taklit eden birtakım parametreler kullanmaktadır. Bu parametreler, sanal objektifleri sayısal girdi yoluyla dönüştürmektedir.

Objektifin yapısı, üç boyutlu bir nesneden gelen ışıkları, belirli bir çerçeveye sığacak kadar küçülterek, iki boyutlu görüntü düzlemine yansıtması için kıracak şekilde oluşturulmuştur. Bu nedenle, görüntüler iki boyutlu düzleme aktarılırken bütün objektifler yapı olarak çarpık görüntüler oluşturmaktadır (Mercado, 2021, s. 21).



Şekil 73: 200 mm ve 12 mm objektif değeri karşılaştırma örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Kamera orijini konum alınırsa; ışın izleme ile gönderilen ışınlar, belirlenen objektif katsayısı boyunca mesafe katetmektedir. Işınların katettiği mesafe yolu görüntü tabanlı yazılımlarda *limit* olarak tanımlanmaktadır. Belirlenen limit, objektifin odak uzunluğu olarak tanımlanır. Odak uzunluğu orijinden gelen parametreyi arayüz geometrisine dönüştürmektedir. Üç boyutlu yazılımlardaki kullanıcı arayüzünde oluşturulan objektif

değerleri milimetre ve açı parametreleri ile gösterilmektedir. Değiştirilebilir bu değerler, dijital kameralardaki gibi odak uzunluğunu temsil etmektedir. Bu doğrultuda sanal objektifleri sınıflandırmak için kullanılan en temel yöntem, kompozisyonda kullanılacak odak uzunluklarına göre sayısal değer vermektir.

Sanal objektifler, perspektif ve panoramik kameralarda diyafram eğrisine sahiptir. Ortografik kameralarda objektif parametreleri kameranın sahip olduğu konum bilgisine göre yakınlaşmak veya uzaklaşmak için kullanılır. Kamera yapısından dolayı sanal uzaydaki nesneler üzerinde bir görüntüleme etkisi yoktur.

3.2.4. Görüş Açısı ve Görüş Alanı

Görüş açısı ve görüş alanı sıkça karıştırılan iki kavramdır. Sanal objektiflerde görüş açısı çerçevenin x ve y eksenleri üzerinde görüntülediği alandır (Mercado, 2021, s. 23). Görüş açısı, odak uzunluğuna göre değişkenlik göstermektedir. Sanal objektifin parametre değeri küçüldükçe kameradaki görüş açısı genişler, büyüdükçe daralır. Bu durum dijital kameralardaki gibi görüntü çerçevesinin kenarlarındaki herşeyin boyutunu etkilemektedir.

Görüş alanı, sanal kamera çerçevesindeki belirlenen bir uzaklıktan sahnedeki görüntülenen alanın ölçümüdür (Mercado, 2021, s. 24). Odak uzunluğu, görüş açısı ve görüş alanı arasında benzer bir yapıya sahiptir. Objektif değeri küçüldükçe görüntülenen alan genişler, büyüdükçe daralır.



Şekil 74: Görüş açısı ve görüş alanı örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Üç boyutlu yazılımlar görüş alanını ve görüş açısını çerçevede kısıtlama yeteneğine sahiptir. Görüntülenen alan kameranın orijinininden belli bir metrik değere göre sınırlandırılabilir. Bu durumda belirlenen metrik değerın dışında kalan alanlar görüntü işleme sürecine dahil edilmemektedir.

3.2.5. Görüntü Alanı Ekranı Özellikleri

Üç boyutlu yazılımlarda görüntü alanı ve ekran özellikleri, kamera kullanımını kolaylaştırmak için oluşturulan yardımcı arayüz elemanlarının tümü olarak tanımlanmaktadır.

Sanal uzaydaki kamera hacminin büyüklüğü, odak uzaklığının vektör olarak görüntüleme ekranına yansıtılması, çoklu kamera kullanımında sanal kameraların isimlendirilmesi ve kompozisyon çekim kılavuzları görüntü alanı ekran özellikleridir. Örneğin üç boyutlu bir sahne hazırlanırken, kompozisyon çekim kılavuzu ile dijital kameralarda olduğu gibi üçte bir kuralı sanal kamera çerçevesinde çizgi biçiminde yansıtılmaktadır.

Üç boyutlu uzayda sanal kamera kullanılırken görüntüleyen, geleneksel yöntemler ile çekim esnasında hayali olarak varsayılan tüm ölçekleri nesnel olarak görüntüleme imkânına sahiptir. Görüntü alanı ekran özellikleri kullanıcının isteğine göre sahnede görünür ya da saklanabilir.

3.3. Sanal Kameranın Kontrolü

Üç boyutlu görüntü tabanlı yazılımlardaki gelişmeler sanal ortamların gerçekliğini her geçen gün arttırmaktadır. Ortaya çıkan görüntü kalitesindeki iyileşme içeriklerin daha iyi sunulmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda sanal kameralar, oluşturulan içeriklerin sunulduğu çerçevelerdir.

Tek bir bakış açısı görüntülenen alanın kompozisyon olarak inşasını sağlayabilir. Görüntülerin akışı izleyicide ortamın hayâli bir temsilini oluşturmaktadır. Bu nedenle sanal kamera kontrolü üç boyutlu yapımlarda temel bir bileşendir. Sanal kamera kontrolü, bakış açısı belirleme, kamera hareketini plânlama ve düzenlemeyi kapsamaktadır.

Sanal kameraları sinematografik kurallara göre düzenlemek oldukça zor ve karmaşık bir yapı içermektedir. Bu zorluk araştırmacıların dikkatini çekmiş ve bu alanda geniş bir literatür oluşmasını sağlamıştır. Oluşan bu literatürün büyük bir kısmı sinematografik anlatımda kamera kontrolünü kolaylaştırmak ve prosedürel bir hale getirmeyi

amaçlamaktadır. Bu çalışmada kamera kontrolleri, etkileşimli kameralar ve otomatik kameralar olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir.

3.3.1. Etkileşimli Kamera Kontrolleri

Etkileşimli kamera kontrolleri, üç boyutlu görüntü tabanlı yazılımlarda, kullanıcı arayüzündeki kamera parametrelerinin doğrudan ya da dolaylı olarak değiştirildiği süreçtir (Lino, 2013, s. 13).

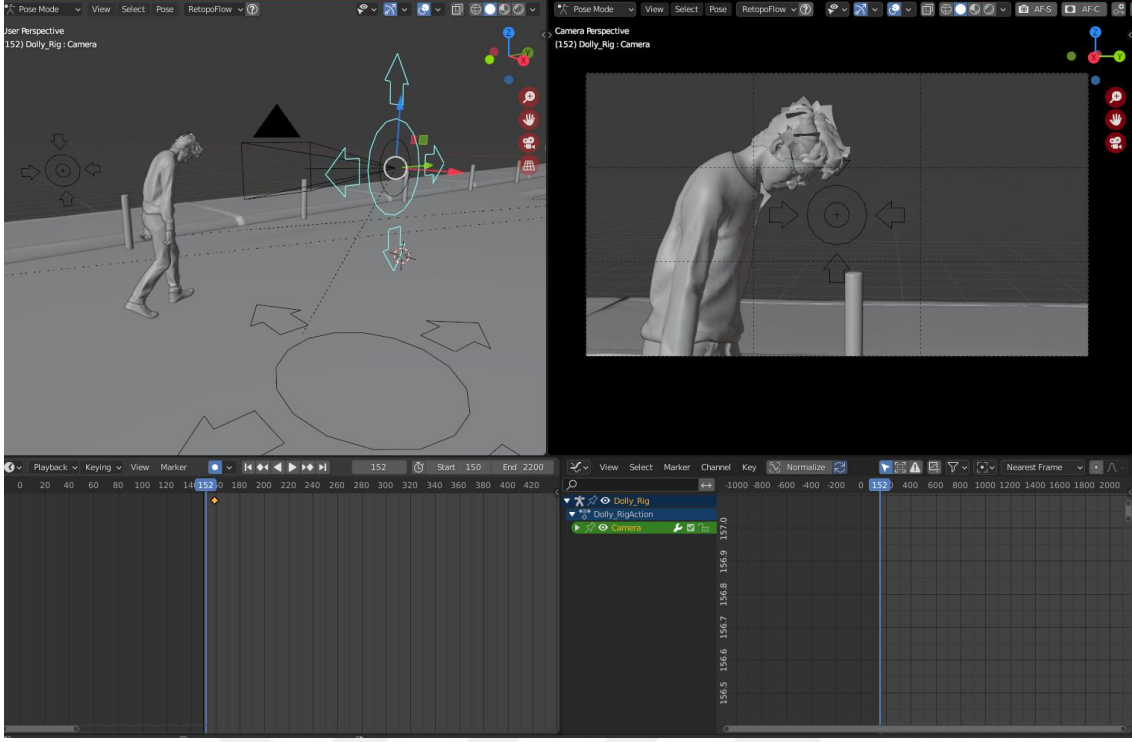
Etkileşimli kamera kontrolleri, doğrudan kamera kontrolü, fiziksel kamera kontrolü ve objektif kontrolü olarak teknik kullanımlarına göre farklılık göstermektedir.

3.3.1.1. Doğrudan Kontrol

Sanal üç boyutlu bir ortama bakış açısı yerleştirme görevi, doğası gereği altı serbestlik derecesine sahiptir. Bu serbestlik derecelerinin üçü konum, diğer üçü ise açı parametreleri ile yerleştirme içindir (Ware & Osborne, 1990, s. 175).

Bir sanal ortamda daha sonra izlenmek üzere hareket yolu ve bakış açısının kaydedilmesi sanal bir kamera yolu oluşturmaktadır. Sanal bir çerçevede bakış açısını hareket ettirmek, ortaya çıkan görüntü açısından çevreyi hareket ettirmekle eşdeğerdir. Kullanıcı arayüzünde bu durum araştırmacılar tarafından ele alınarak üç boyutlu uzaydaki hareket ve açı kontrolü sağlayan manipülatörlere dönüştürülmüştür (Ware & Osborne, 1990, s. 176). Bu manipülatörler sayesinde sanal kamera altı serbestlik derecesinde kullanılabilir. Altı serbestlik derecesine ek olarak kameranın ölçeğini etkileyerek uzaklık-yakınlık etkisi veren yedinci bir serbestlik derecesi de bulunmaktadır.

Bir sanal kameranın doğrudan kontrolü, kullanıcının teknik bilgisini ve el becerisini gerektirmektedir. Bunun yanı sıra yedi serbestlik derecesini kontrol etmek zor bir süreçtir. Bu bağlamda kullanıcın kontrol cihazındaki parametrelere eşdeğer bir yöntem kullanılmaktadır.



Şekil 75: Sanal kamera kontrolü örneği.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Doğrudan kontrol edilen bir sanal kamera, ana kareleme yöntemiyle altı serbestlik derecesinde konum değiştirebilir. Planlı değiştirilen bu konumlar, kullanılan üç boyutlu yazılımda zaman çizelgesine kaydedilebilmektedir. Bu yöntem geleneksel animasyondaki anahtar kare tekniğini andırır. Belirlenen zaman aralığında değiştirilen konum bilgisi kullanılan yazılımın algoritması tarafından hesaplanarak harekete dönüştürülür.

Ana kare oluşturma yöntemiyle doğrudan kamera kontrolünün bir başka yöntemiye *Bezier* eğrileri ile kamera yolunu tanımlamaktır. Bu yöntemde kamera yolu, üç boyutlu yazılımlardaki kontrol edilebilir vektörel doğrular ya da bezier eğrileri ile belirlenmektedir. Sanal kamera, tanımlanan iki boyutlu yol çizgisi ile sınırlandırılır. Bu sayede, daha kontrol edilebilir, düzenlenebilir ve görsel estetik açısından kusursuza yakın kamera hareketleri oluşturulabilmektedir.

3.3.1.2. Fiziksel Kontrol

Gerçek film kameralarının hareketine, hissine ve çalışma şekline yaklaşmak amacıyla, fiziksel veya somut insan girdi kontrolörleri kullanılmaktadır. Bu fiziksel kontrolörler tipik olarak taşınabilir bir ekran, elde tutulan hareket sensörleri, düğmeler ve kontrolcülerin bir kombinasyonunu içermektedir (Lino, 2013, s. 14).

Fiziksel olarak taşınabilir bu cihazlar, yönetmenlerin ya da kameramanların, görüntü tabanlı üç boyutlu yazılımlarda sanal kameraları sezgisel olarak çalıştırmasını sağlamaktadır. Bu fiziksel denetleyici sanal kamerayı, gerçek bir kameraymış gibi hareket ettirerek elde edilen veriyi ön izleyebilir ya da kaydedebilir özelliğe sahiptir.



Şekil 76: Sanal kamera fiziksel kontrolü örneği.

Kaynak: Virtual Cameras and The Making of Halo Reach: Deliver Hope (E.T. 03.06.2021).

<http://www.ajbriones.com/news>

Sinematik görevlerde, operatörün fiziksel denetleyici hareketi ile sanal kameraya eşleşen hareket arasında manuel olarak bir ölçek faktörü ayarlaması gerekmektedir. Bu durum kısıtlı kamera hareketlerinden büyük geçiş hareketlerine kadar farklı ölçeklerde hareketlerin oluşturulmasına imkân sağlamaktadır (Lino, 2013, s. 14).

Fiziksel kontrolcüler, gerçekçi üç boyutlu animasyon yapımlarında ve bilgisayar video oyunlarında sıkça kullanılmaktadır. Üç boyutlu animasyon yapımlarındaki kamera hareketleri ve çekim teknikleri fiziksel kontrolcüler yardımıyla geleneksel sinemadaki estetik anlayışıyla benzeşmekte ve geleneksel sinema teknikleri ile dijital teknikler arasında bir köprü görevi görmektedir.

3.3.1.3. Sanal Objektif Kontrolü

Kameranın konumu ve kontrolü, görsel kompozisyonda ve bilgisayar animasyonlarında önemli bir rol oynamaktadır. Sanal kameralarda temeli odak uzaklığı değerlerine dayanan objektif parametreleri bulunmaktadır.

Sanal objektif kontrolü bir çekimin görsel kompozisyonu üzerinde doğrudan manipölasyonlar yoluyla kamera parametrelerinin değişmesine imkân sağlamaktadır. Bununla birlikte üç boyutlu sahnedeki bir nesne ile iki boyutlu ekranda görülen izdüşümü arasındaki matematiksel ilişki kesinlikle doğru değildir (Lino, 2013, s. 15).

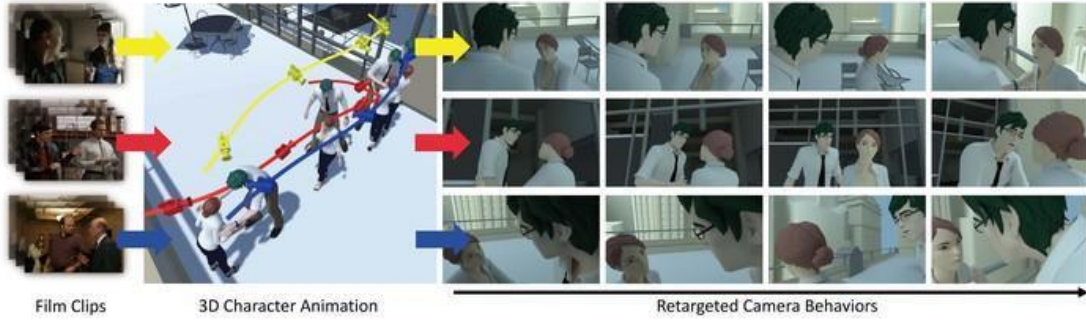
Sanal objektif parametreleri üç boyutlu yazılımlarda odak uzaklığı parametrelerinden ayrı konumlandırılmaktadır. Odak uzaklığına göre açısal farklılıklara sahiptir. Bu nedenle serbest kamera dönüşlerine izin vermektedir (Gleicher & Witkin, 1992, s. 332).

Sanal objektif kontrolleri, geleneksel sinemada olduğu gibi yıllar içerisinde kullanıcı deneyimleri ve ihtiyaçlarına göre gelişme göstermektedir. Sanal objektif kontrollerinde uygulanan teknik ve yöntemler, geleneksel sinemadaki kontrollere öykünmektedir.

3.3.2. Otomatik Kamera Kontrolleri

Otomatik kamera kontrolleri, anlatı kısıtlamaları ile sanal ortamların oluşturulduğu bakış açılarını seçme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda sinemayla güçlü bir paralellik oluşmaktadır. Kamera çekimleri ve hareketleri, bir kullanıcının anlatısal sanal ortamlarla elde edebileceği duygusal bağlılığa katılmaktadır (Courty ve ark., 2003, s. 31).

Otomatik kamera kontrolleri genellikle bilgisayar ve telefon oyunları yapımlarında kamera kontrolünün gerçek zamanlı şekilde kullanıldığı etkileşimli uygulamalarda kullanılmaktadır. Görüntü tabanlı yazılımlarda sahne geçişleri ve çekim ölçeklerinin kısıtları bu duruma engel olmaktadır.



Şekil 77: Otomatik sanal kamera kontrolü örneği.

Kaynak: Example-driven Virtual Cinematography by Learning Camera Behaviors (E.T. 14.09.2021).
https://jianghd1996.github.io/publication/sig_2020/

Gelişen yapay zekâ ve üç boyutlu yazılımlar üzerinde sürdürülen birçok araştırma bulunmaktadır. Örneğin Resim 77’de, otomatik bir kamera kontrolü örneği görülmektedir. Jiang’a ve arkadaşlarının (Jiang ve ark., 2020) hazırlamış oldukları projede yapay zekâ sinema filmlerindeki hareketleri belleğine kaydetmektedir. Kaydedilen hareket belgeleri sanal kamerada işlenerek sinematografik bir yapım oluşturmaktadır.

4.BÖLÜM: UYGULAMA ÇALIŞMASI

Sinematografik bir yapım; senaryo, çerçeveleme, sahneleme, çekim, aydınlatma ve düzenleme gibi birçok farklı aşamadan oluşan karmaşık bir süreçtir. Bu aşamada belirtilen öğelerin her biri için gereken kaynak ve zaman hedeflenen yapımın içeriğine ve formatına bağlıdır.

Görsel bir yapım birbirini izleyen çekimlerden oluşmaktadır. Her çekimdeki kamera yerleşimi hikâyenin anlatımı için çok önemlidir. Eylemleri, tepkileri, duyguları anlatının belirli bir anında, önceki ve sonraki çekimlerle tutarlı olarak aktarmak için en iyi bakış açısının ve kamera hareketinin bulunması gerekmektedir. Sinematografik kamera kullanımının anlatı üzerindeki etkisini göstermek ve aktarmak amacıyla bu çalışma kapsamında kısa bir animasyon filmi hazırlanmıştır.

Hazırlanmış olan üç boyutlu animasyon filminde sektörel genelgeçerlerde görsel tabanlı yazılımlar tercih edilmiştir. Ana yazılım olarak açık kaynak kodlu olması ve içerisinde bulunan *Eevee* görüntü birleştirme aracı ile süreçten tasarruf edebilmek için Blender 3D yazılımı kullanılmıştır. Ana karakterler Pixologic Zbrush yazılımında modellenmiş, daha sonra Blender 3D yazılımına uyumlanmıştır. Mekân modelleri, efektler, iskeletlendirme ve animasyonların tümü Blender 3D yazılımı ile hazırlanmıştır. Doku kaplamaları için Adobe Substance Painter yazılımı ve açık kaynaklı Quixel Bridge yazılımı doku kütüphaneleri kullanılmıştır. Kurgu ve montaj aşamasının ilk kısmı Blender 3D programında hazırlanmış ardından Adobe Premier Pro ile bir üst seviyeye çıkarılmıştır.

Üç boyutlu animasyon filminin final çıktısının görüntü oranı “1920x1080 piksel-16:9” olarak hazırlanmış ancak görüntü birleştirme süresi yüksek donanım ve maliyet gerektirdiğinden görüntü çözünürlüğü düşük tutularak oluşturulmuştur.

4.1. Senaryo

Uygulama senaryosu olarak Edgar Allan Poe’nun (1809-1849) *Kuzgun* adlı şiiri, görsel dildeki anlatıya uygun biçimde kurgulanarak aktarılmıştır. Edgar Allan Poe 19 Ocak 1809’da Amerika doğmuş, korku, gerilim ve polisiye alanında modern kurgu edebiyatına çok önemli örnekler vermiş bir yazardır. 1945 yılında yayınladığı “Kuzgun”

şii yazarin en büyük üne kavuşan eseridir (Baykara, 2011). Örsel bu eseri, “Şiir sevgisini kaybetmiş genç bir aşığın aslında yaslı ve hiç bitmeyen arayışın simgesi olan kuzgunla konuşmasıdır. Kendine yönelen her soruya “hiçbir zaman” cevabını verir; bildiği tek kelimenin bu olduğu ortadadır. İleriki zamanlarda aşık genç bunu fark eder fakat insanın kendine işkence etme arzusuyla ve boş inançla kuzgundan medet ummaya devam eder.” şeklinde özetlemiştir (Örsel, 2015). Kuzgun adlı şiir birçok yazar ve çevirmen tarafından Türkçe diline aktarılmıştır. Bu araştırmada 2011 yılında Oğuz Baykara çevirisi ile yayımlanan Kuzgun adlı kitaptan (Baykara, 2011) ve Ülkü Tamer’in çevirisinden (Şemin, 2019) faydalanılmıştır.

Uygulama çalışmasında, alegorik bir anlatı olması ve biçimi nedeniyle bu edebi eser tercih edilmiştir. Hikâyenin işlenmesine Görsel Senaryo başlığında detaylı olarak yer verilmiştir. Kuzgun şiiri aşağıdaki gibi senaryolaştırılmıştır;

1.Dış/Gece/Cadde

Puslu bir gecede cadde kaldırımında bir sinek görünür. Erkek karakter, uzun boş bir caddede ağır adımlarla evine doğru yürümektedir. Sessizce apartmanın kapısından içeri girer.

2.İç/Gece/Oda

Erkek karakter bitkindir. Koltukta oturup düşünmeye başlar. O esnada kapıdan gelen bir tıkırtı ile irkilir. Bu tıkırtı karakteri bir hayâle sürükler. Gelmesini istediği kişiyi düşler. Yaşadığı ızdırabı kitapları ile gidermeyi denemiş başarısız olmuştur. Asıl sır elinde tuttuğu fotoğraf çerçevesinde ve sehpadaki gazetelerdedir. Gazete manşetleri “Milyarderin Eşi Kanserden Hayatını Kaybetti” başlıkları ile doludur. Hatıraları tekrar canlanır ve ağlamaya başlar. Gözyaşları resim çerçevesinin üzerine düşer.

Dış Ses:

- Bir tıkırtı geldi. Biri sessizce vurur gibi odamın kapısına. Ziyaretçidir odamın kapısına vuran. Kim olacak başka? Dün gibi aklımda. Soğuk bir Aralık gecesiydi. Kitaplarım son veremedi ızdırabıma. Lenore’u kaybetme ızdırabıma! Lenore’un adı hiç anılmıyordu artık burada.

Bir tıkırtı daha gelir. Karakter meraklanır. Oturduğu yerden kalkarak kapıya yönelir. Korkmuştur. Cesaretini toplamaya çalışır.

Dış Ses:

- Bir gece ziyaretçisidir dış kapımda bekleyen. Bir gece ziyaretçisidir.

Karakter cesaretini toplayarak kapı kolunu tutar. Dışarıda bekleyenler için bahaneler düşünür.

Dış Ses:

- Affedersiniz. Öyle sessizce vurdunuz ki odamın kapısına, emin olamadım duyduğumdan.

2.İç/Gece/Koridor

Karakter kapıyı açınca derin bir sessizlik ve karanlıkla karşılaşır. Olduğu yerde dona kalır. Koridorda kimseyi göremediği için tereddüt yaşamaktadır. Yaşananlar arasındaki çelişki, kendinden kuşku duymasına neden olur. Gözlerini koridora dikerek düşünür.

Dış Ses:

- Sadece karanlık var dışarıda! Diktim gözlerimi karanlığa merak ve kuşkuyla. Hayaller üşüştü kafama. Sessizlik hakimdi. “Lenore” diye bir fısıltı geldi kulağıma.

2.İç/Gece/Oda

Karakter odaya döner. Daha şiddetli gelen bir tıkırtı sesiyle pencereye doğru yönelir.

Dış Ses:

- Döndüm odama içim yanıp tutuşarak! Yine bir ses. Daha şiddetli bir tıkırdama! Pencereye gidip bakayım. Çözölsün bu esrar.

Pencereyi açmasıyla karşısında bir kuzgun belirir. Kuzgun, erkek karaktere aldırış etmeden odanın içerisine girer ve köşede bulunan Pallas büstünün üzerine konar.

Dış Ses:

- Pencereyi açtığımda eskilerden kalma bir kuzgun adım attı odama. Hiç aldırmadan, dönüp bakmadan tünedi kapı pervazındaki Pallas büstünün başına.

Erkek karakter yaşadığı olayın etkisi ile gülmektedir. Bu ifade yaşadığı şokun yansımasıdır. Kuzgunla konuşmaya çalışır.

Dış Ses:

- Kara kuş hüznümü tebessüme döndürdü.

Erkek Karakter:

- Korkak değilsin kesin nemrut kuzgun! Madem aitsin gecenin kıyısına, o cehennemî kıyîdaki adımı söyle bana!

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Kuzgunun cevabını duyan erkek karakterin yüzünde şok ifadesi vardır. Kuzgunun cevabı hakkında düşünmeye başlar.

Dış Ses:

- Garip kuşun konuşmasıyla hayrete düştüm. Verdiği cevabın bir anlamı olmasa da. Büstün üstündeki kuş tek kelime söylemişti.

Erkek Karakter:

- Gelmişti önceden başka dostlarımda. O zaman gider nasıl uçtuysa diğer umutlarımda!

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Erkek karakter durgunlaşır. Koltuğa yaslanır. Kuzgunun tekrar ettiği sözleri düşünerek sorgulamaya başlar.

Dış Ses:

- Sessizlik böyle bir cevapla bozulunca irkildim!

Erkek Karakter:

- Belli ki bildiği kelime yok başka.

Erkek Karakter kuşun karşına koltuğu çeker ve oturur. Düşünceli bir şekilde elini çenesine götürür.

Dış Ses:

- Tahmin etmeye çalıştım tek kelime etmeden. Gayba daldım gittim.

Karakter düşüncelere daldığı esnada Lenore karakterinin hayali görünür koltukta.

Dış Ses:

- Kafamı arkaya yasladım. Lamba ışığının vurduğu kadife mor yastığa. Işığın bezediği bu mor yastığa başını yaslayamamak o bir daha asla!

Erkek karakter yaşadığı bu olayın bir lütuf olduğunu düşünürken kendine kızar.

Erkek Karakter:

- Sefil! Tanrın sana yollamış bu melekleri! İlaç göndermiş Lenore'a dair anılarına. Kana kana iç ilacı. Veda et Lenore'a!

Kuzgun cevap verir.

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Karakter oturduğu yerden sinirle ayağa kalkar. Kuzgunun tek bir cevap vermesi artık karakteri öfkeliendirmeye başlar. Yaşadığı kızgınlıkla kuzguna bağırır.

Erkek Karakter:

- Elçi, musibet, kuş ya da iblis! Şeytan eliyle de rüzgarla da varsan bu kıyıya, yapayalnız bu ıssız, meftun diyara. Korku esiri bu yere.

Kızgınlıkla bağırarak karakter birden kuzguna yalvarmaya başlar. Ani duygu değişimleri gösterir. Lenore'u kaybetme acısının tedavisini kuzgunda aramaktadır.

Erkek Karakter:

- Yalvarırım söyle bana! Derman var mı oralarda? Yalvarırım söyle!

Kuzgun cevap verir.

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Erkek karakter kuzgunun cevabıyla tekrar sinirlenir ve kuzguna tekrar bağırarak başlar. Bu aşamada karakter kuzgunun cevap vermesi için sorgucu durumundadır.

Erkek Karakter:

- Elçi, musibet, kuş ya da iblis! Tanrı Aşkına! Söyle şu kederli ruha. Uzaktaki cennette sarılabilecek mi Lenore adlı kutsal kıza?

Kuzgun cevap verir.

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Erkek karakter tükenme noktasına gelmiştir. Dizlerinin üzerine çöker. Kuzguna büstten aşağı inmesi için yalvarır.

Erkek Karakter:

- Veda edelim artık kuş ya da iblis. Dön gecenin cehennemi kıyısına. Çıkar kalbimden gaganı, in o büstten aşağıya!

Kuzgun cevap verir.

Kuzgun:

- Bir daha asla!

Erkek karakter kuzgunun kanatlarını açmasıyle sırt üstü düşer. Kuzgun heybetli bir şekilde kanatlarını çırpır. Karakter kameraya doğru, geri geri sürünür.

Dış Ses:

- Kıpırdamadan duruyor hâlâ orada kuzgun! O Pallas büstünün üzerinde, kapının pervazında. Hapsoldu kaldı ruhum o gölgenin karanlığında. Gün yüzü göremeyecek. Bir daha asla!

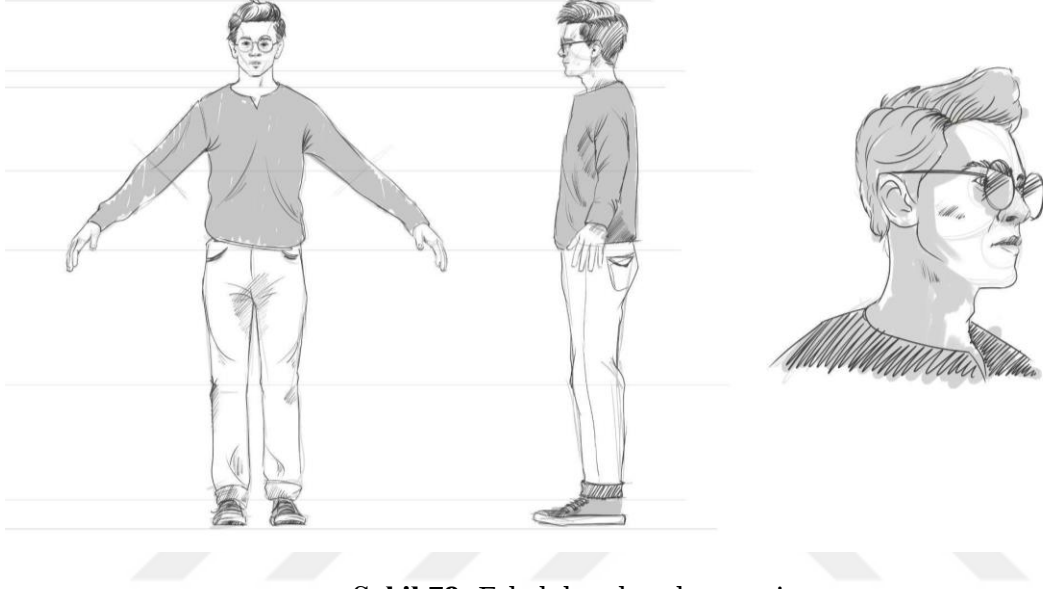
Son.

4.2. Konsept Tasarımı

Konsept tasarımı hazırlanırken karakter ve mekân tasarımlarının hikâyeye uygun olmasına önem verilmiştir. Referans görsellerden faydalanarak karakter ve mekân tasarımlarının gerçekçi bir görünüm sunması hedeflenmiştir. Senaryoya göre üç karakter ve üç mekân belirlenmiştir.

4.2.1. Karakter Konsept Tasarımı

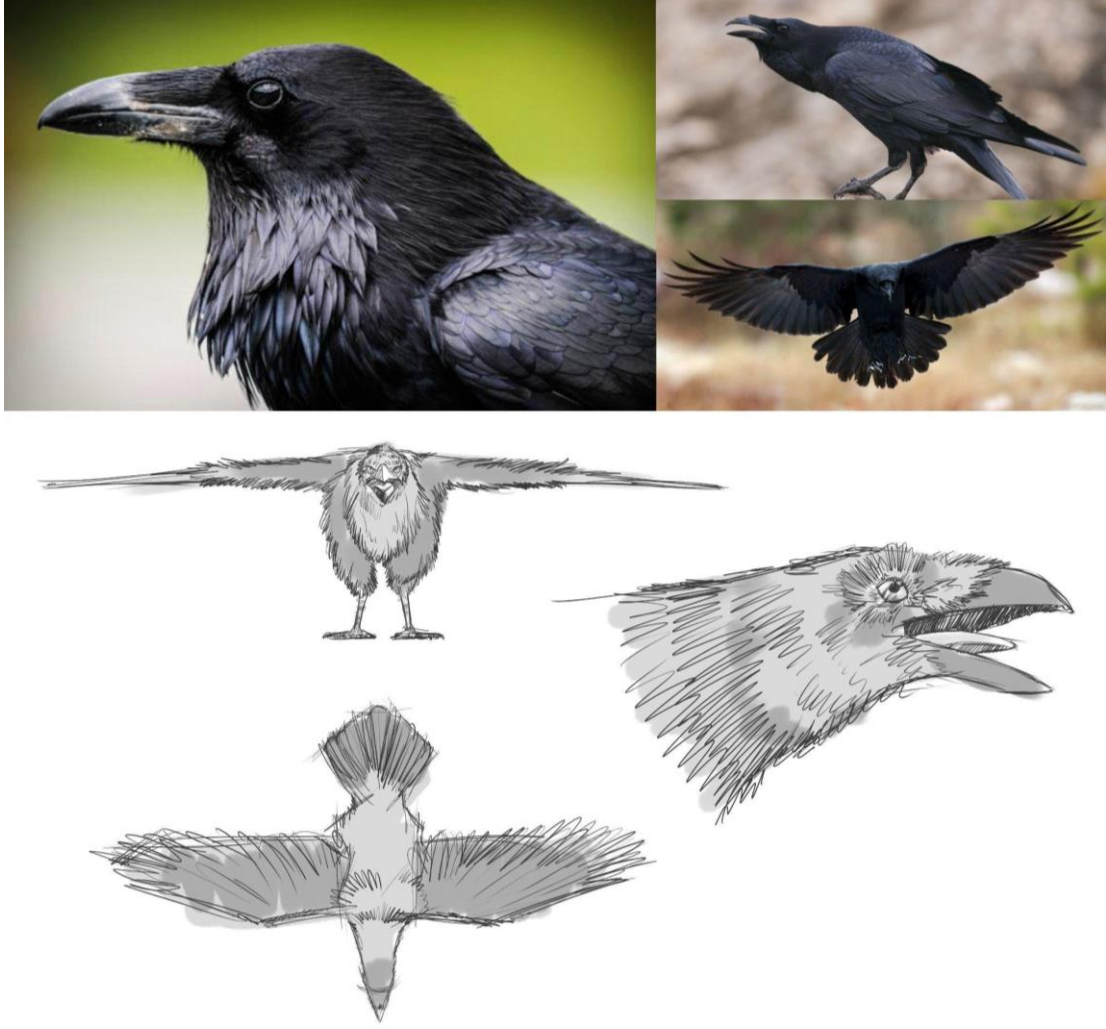
Erkek karakterin hikâyedeki vurguyu arttırması için genç bir görüntüye sahip olması amaçlanmıştır. Öncelikle iki boyutlu olarak model ölçülerini önden ve yandan gösteren eskiz tasarımı hazırlanmıştır. İki farklı açıdan hazırlanan eskiz çalışmasının amacı üç boyutlu modelleme esnasında oluşacak ölçü problemlerini en aza indirmektir.



Şekil 78: Erkek karakter konsepti.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Hikâyedeki ana figür olan kuzgun referans görseller kullanılarak tasarlanmıştır. Erkek karakterde olduğu gibi ön ve yan bakıştan değil, kanat açıklığındaki detayları ölçülendirebilmek için ön ve üst bakıştan çizilmiştir.



Şekil 79: Kuzgun karakter konsepti.

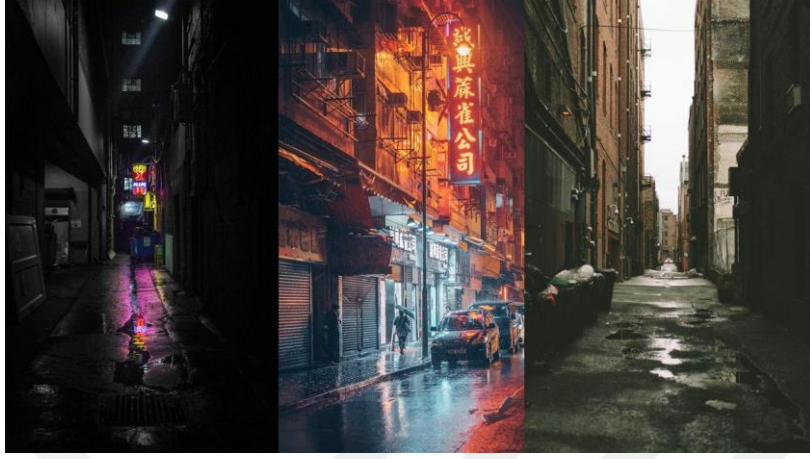
Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Hikâyedeki son karakter olan *Lenore*, film içerisinde sınırlı görünmektedir (). Bu nedenle *Render People* firmasının üç boyutlu tarama yöntemi ile oluşturulmuş olan bir modeli tercih edilmiştir. Modelin tüm lisans hakları firma tarafından serbest bırakılmıştır. Bu nedenle kullanımdan doğacak bir telif ya da intihal durumu bulunmamaktadır.

4.2.2. Çevre Tasarımı

Senaryoya göre üç farklı mekân konsepti belirlenmiştir. Kuzgun şiirinin teması ölüm olduğundan mekân tasarımlarında koyu ve karanlık bir üslup benimsenmiştir. Hikâyenin giriş kısmında karakterin yalnızlığına vurgu yapmak için boş ve ışıklı bir

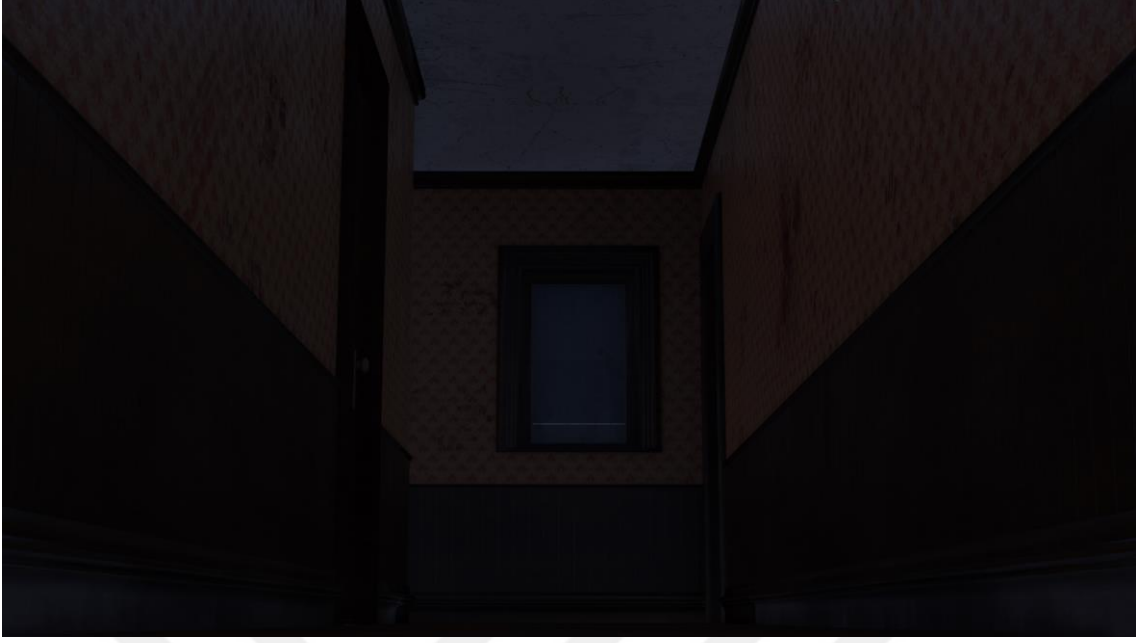
cadde kurgulanmıştır. Ardından hikâyenin büyük kısmının geçtiği ev içi ve koridor kısımları gerçek görüntüler referans alınarak üç boyutlu şekilde tasarlanmıştır.



şekil 80: Cadde referans görselleri.



şekil 81: İç mekân referans görselleri.



Şekil 82: Koridor tasarımı.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Koridor tasarımı hazırlanırken herhangi bir referans görsel kullanılmamıştır. Blender 3D programında modelleme yöntemi ile oluşturulmuştur.

4.3. Görsel Senaryo

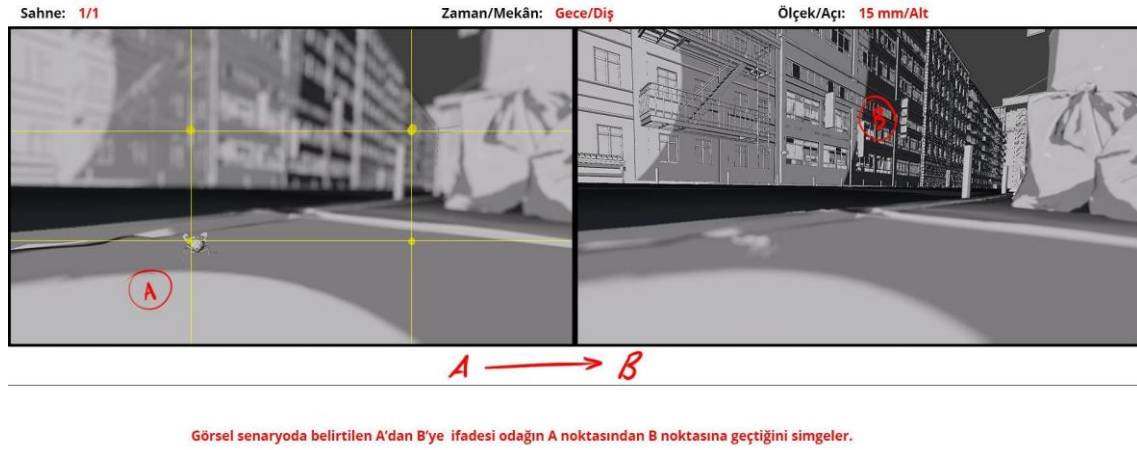
Görsel senaryo, filmin senaryosuyla yapım aşaması arasındaki kurgu sürecidir. Senaryodaki anlatım bu aşamada taslak olarak görsel bir dile dönüşmeye başlamıştır. Konsept tasarımı ve modelleme süreci görsel senaryodan önce hazırlanmıştır. Bunun sebebi hazırlanan üç boyutlu mekânlarda çekim taslağı hazırlamanın çok daha kolay ve tutarlı bir sonuç yaratmasıdır.

Görsel senaryoda, senaryo içerisinde yer alan kurguya her çekim plânında sadık kalınmıştır. Görsel senaryo; mekân, zaman, çekim ölçekleri, kamera konumlandırılması ve kamera hareketlerini içeren bir bütün olarak hazırlanmıştır.

Üç boyutlu animasyon yapımlarında kamera hareketlerine ayrı yer verilmesi gerekmektedir. Bu tez kapsamında kamera hareketleri, uygulama çalışmasında görsel senaryo ile aynı başlık altında konumlandırılmıştır. Bunun sebebi tıpkı aydınlatma tasarımı (konumu ve şiddeti), karakter animasyonları, çevre animasyonları gibi teknik araçları işleten bir kontrolcü gerektirmesindendir.

Görsel senaryo anlatımı üzerinden kamera hareketlerinin nasıl uygulandığı ve anlam aktarımı her çekim ölçeğinde ayrı ayrı incelenmiştir.

Sahne 1/Çekim 1:



Şekil 83: Görsel senaryo sahne 1/çekim 1.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Filmin ilk çekiminde boş bir caddedeki çöp kenarında sinek görünmektedir. Sinek kameranın odak noktasındadır. Üçgen bir kompozisyon elde edebilmek ve mekânı tanıtabilmek için 15 mm objektif tercih edilmiştir. Kamera açısı yere yakın bir biçimde, sinek detayını vurgulamaktadır. Ardından odak değişerek izleyicinin gözünü boş caddeneye yönlendirir ve beklenti oluşturur. Kamera durağandır.

Hikâyenin giriş kısmında senaryoya ek olarak erkek karakterin yaşadığı dünya betimlenmiştir. Bu sebeple eski, kokuşmuş alt anlamlarını aktarmak için sinek objesi metafor olarak kullanılmıştır.

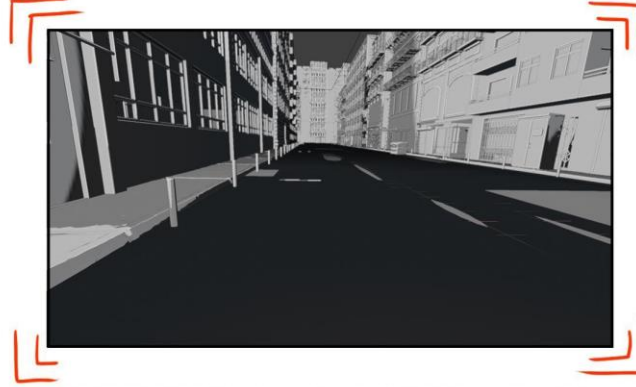
Görsel Efekt/Notlar: Dış mekânda, filmin anlatımındaki karanlık ve kasveti arttırmak için sis efekti eklenmiştir. Bu efekt dış mekandaki tüm sahnelerle uygulanmıştır.

Sahne 1/Çekim 2:

Sahne: 2

Zaman/Mekân: Gece/Dış

Ölçek/Açı: 15 mm/Objektif Seviyesi



Görsel senaryo çerçevesinde belirtilen şekiller kameranın sarsıldığını ifade eder.

Şekil 84: Görsel senaryo sahne 1/çekim 2.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Filmin giriş kısmında durağan bir çekim tercih edilmiştir. İkinci çekim bu durağanlığı ortadan kaldırmak ve oluşan beklentiye cevap vermek için hareketlidir. Kamera objektif seviyesinde konumlandırılmıştır. Kamera bir yürüme hareketini taklit etmektedir. İzleyici, karakterin gözünden bakar. Bu çekim karakterin kimliği hakkında ikinci beklentiyi oluşturur.

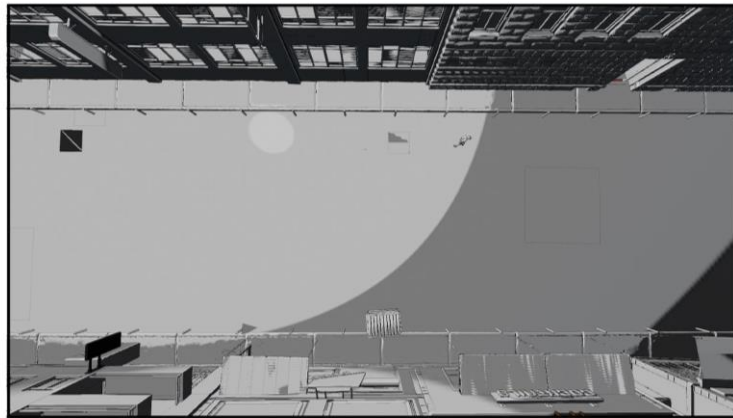
Görsel Efekt/Notlar: Bu çekimde hareketin vurgusunu arttırmak için hareket bulanıklığı kullanılmıştır. Yürüme ve nefes sesi eklenir.

Sahne 1/Çekim 3:

Sahne/Çekim: 1/3

Zaman/Mekân: Gece/Dış

Ölçek/Açı: 15 mm/Üst Açı



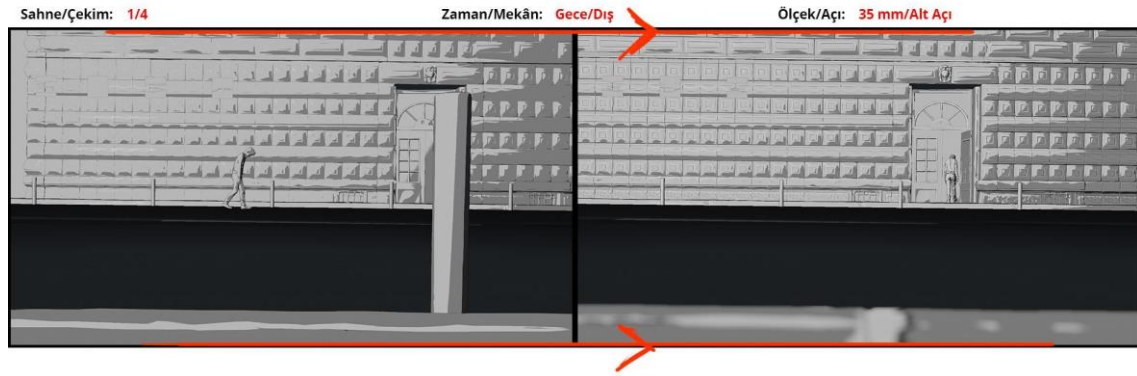
Şekil 85: Görsel senaryo sahne 1/çekim 3.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Hareketli bir çekimin ardından kamera tekrar durağanlaşır. Karakter yavaş yavaş görünmeye başlar. İzlenme hissi oluşturmak için kamera, yüksek ve üst açılı konumlandırılmıştır. Karakterin yalnızlığını vurgulamak için yüksek geniş açıdaki 15 mm objektif değeri seçilmiştir. Erkek karakter üçte bir kuralı çerçevesinin iki odak noktası aralığında yürür.

Görsel Efekt/Notlar: Yürüme sesi eklenir.

Sahne 1/Çekim 4:



Görsel senaryo çerçevesinde belirtilen şekiller yatay kameranın çevrinme hareketini ifade eder.

Şekil 86: Görsel senaryo sahne 1/çekim 4.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Erkek karakter genel çekimde görünmektedir. 35 mm odak uzaklığı parametresi seçilmiştir. Karakter, binanın kapısına doğru yürür ve içeri girer. Girdiği bina koridoru çerçeveye sığmadığı için yatay kaydırma hareketi uygulanır. Genel çekim, karakterin hareketleri ve bulunduğu ortamla ilgili fikir vermektedir.

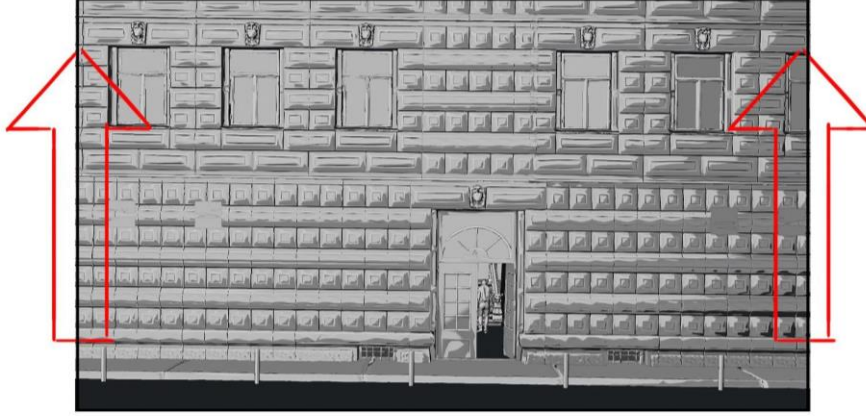
Görsel Efekt/Notlar: Yürüme sesi eklenir.

Sahne 1/Çekim 5:

Sahne/Çekim: 1/5

Zaman/Mekân: Gece/Dış

Ölçek/Açı: 35mm/Objektif Seviyesi



Şekil 87: Görsel senaryo sahne 1/çekim 5.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Beşinci çekim dördüncü çekime bağlıdır. Aralarında kesme yoktur. Erkek karakter merdivenlere doğru yürürken kameraya dikey ekseninde çapraz çevrinme hareketi uygulanır. Hareketin başlangıcı ve bitişi, binanın giriş kapısından başlar, erkek karakterin evinin penceresinde sonlanır.

Görsel senaryo çerçevesindeki şekiller kameranın dikey kaydırma hareketini ifade etmektedir.

Sahne 2/Çekim 1:

Sahne/Çekim: 2/1

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60 mm/ Objektif Seviyesi



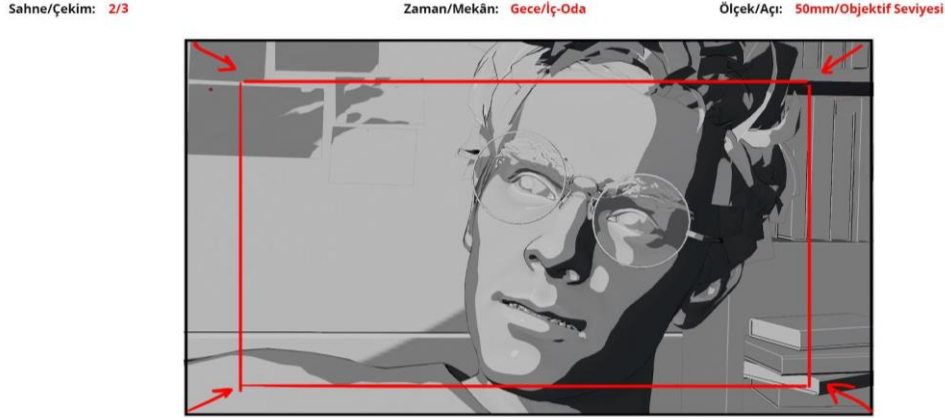
Şekil 88: Görsel senaryo sahne 2/çekim 1.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: İkinci sahne iç mekânda başlar. Alan derinliğinde üçgen kompozisyon içerisinde erkek karakter, kapı ve pallas büstü görünür. Kamera durağandır. Arka plândaki objeleri erkek karaktere yakın tutmak-tanıtmaq amacıyla 60 mm objektif değeri kullanılır.

Görsel Efekt/Notlar: Tıkırtı sesi eklenir.

Sahne 2/Çekim 2:



Şekil 89: Görsel senaryo sahne 2/çekim 2.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Yedinci çekim, omuz çekimden baş çekimine objektif yakınlaştırması ile devam eder. Yüzündeki ifadeyi ve karanlığı, karakterin jest ve mimikleriyle vermesi hedeflenir. Kamera 50 mm sabit objektif değerine sahiptir. Görsel senaryo çerçevesindeki şekiller kameranın optik kayma hareketini ifade etmektedir.

Sahne 2/Çekim 3:



Şekil 90: Görsel senaryo sahne 2/çekim 3.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kameraya, bel çekimden, diz çekime doğru yatay ve dikey kaydırma hareketi uygulanır. Kitaplar ile kurduğu ilişkinin, elindeki çerçeveye bağlı olduğu vurgulanır. Karakterin ruhsal durumunun kötü olduğunun ve karamsarlığının temsili alt açılı kamera konumu ile sürdürülmektedir.

Karakterin, görsel düzenlemede arka plândaki kitaplar ile yakın ilişki kurabilmesi için 60 mm objektif değeri kullanılmıştır. Görsel senaryo çerçevesindeki şekiller kameranın çapraz çevrinme hareketini ifade etmektedir.

Görsel senaryo çerçevesindeki şekiller kameranın yatay kaydırma hareketi ile bir çerçeve boyundan daha az hareket ettiğini ifade etmektedir.

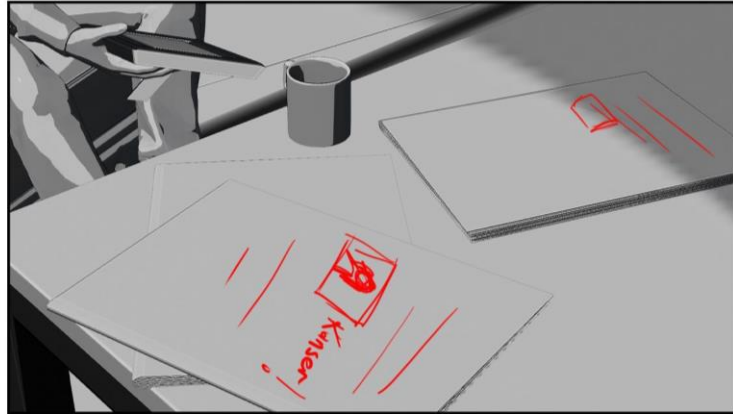
Görsel Etki/Notlar: Arka plândaki kitapların vurgusu aydınlatma ile artırılır.

Sahne 2/Çekim 4:

Sahne/Çekim: 2/9

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60 mm/Eğik açı



Şekil 91: Görsel senaryo sahne 2/çekim 4.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

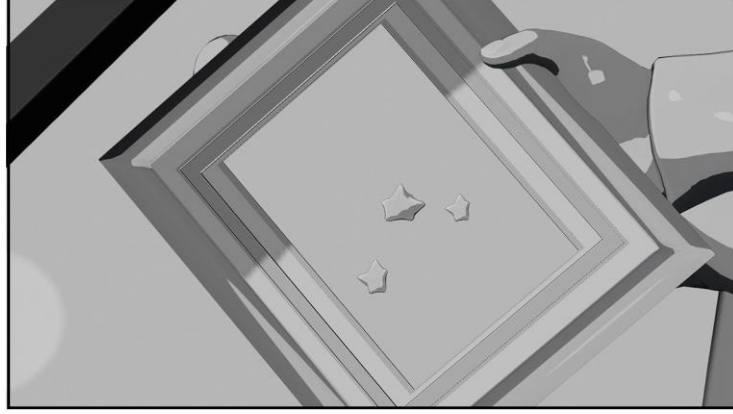
Aksiyon: Kamera eğik açı ile sehpanın üzerindeki gazeteleri görüntüler. Eğik açı kullanımı ile ortamdaki dramatik etki artırılır. Kamera, izleyicinin gazeteleri inceleyebilmesi için durağandır.

Sahne 2/Çekim 5:

Sahne/Çekim: 2/10

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 60 mm/Üst-Eğik açı



Şekil 92: Görsel senaryo sahne 2/çekim 5.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Görsel Etki/Notlar: Gözyaşı animasyonu için sıvı simülasyonu kullanılır.

Sahne 2/Çekim 6:

Sahne/Çekim: 2/11

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 60 mm/Alt Aç



Şekil 93: Görsel senaryo sahne 2/çekim 6.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Baş çekimi ile karakterin ağladığı görüntülenir. Ardından bir tıkırtı gelir ve karakter kapıya bakar. Kapı ile karakter arasındaki mesafeyi yakınlaştırmak için 60 mm objektif değeri kullanılmıştır.

Sahne 2/Çekim 7:



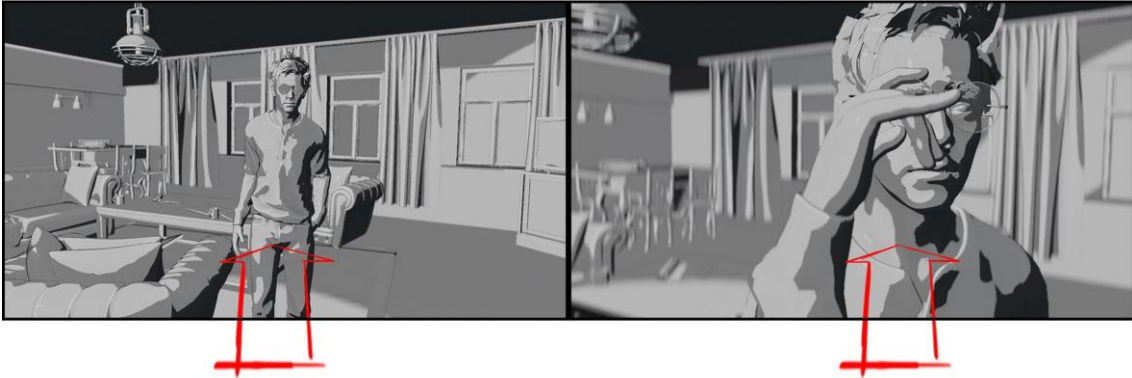
Şekil 94: Görsel senaryo sahne 2/çekim 7.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera açısı objektif seviyesinde, omuz çekimidir. Kamera durağandır. Objektif değeri 24 mm olarak belirlenmiştir. Mekânı daha geniş tanıtmak, sesin nerelerden gelebileceğini düşündürmek hedeflenir.

Görsel Efekt/Notlar: Gerilim sesi eklenir.

Sahne 2/Çekim 8:



Şekil 95: Görsel senaryo sahne 2/çekim 8.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

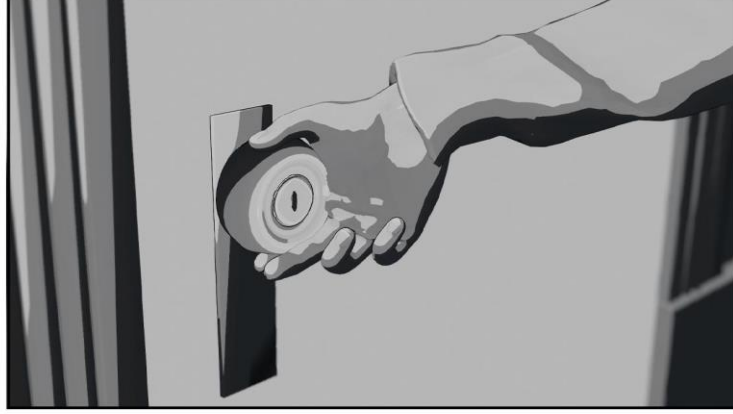
Aksiyon: Plân, diz çekim ile başlar. Kamera, ileri kaydırma hareketi ile karaktere omuz çekim olacak şekilde yaklaşır. Hareket esnasında odak uzaklığı değeri, kameranın karakter ile arasındaki metrik mesafe değeri kadar değiştirilir.

Sahne 2/Çekim 9:

Sahne/Çekim: 2/9

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 50 mm/Üst Aç



Şekil 96: Görsel senaryo sahne 2/çekim 9.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Yakın çekim ölçeği kullanılır. Karakterin mahcubiyet duygusu, kapı kolunu tutarken yaşadığı el hareketleri ile aktarılır. 50 mm sabit objektif değeri kullanılır. Kamera durağandır.

Sahne 2/Çekim 10:

Sahne/Çekim: 2/10

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 21 mm/Üst Aç



Şekil 97: Görsel senaryo sahne 2/çekim 10.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera durağandır. İki mekânın derinliğini arttırmak için 21 mm objektif değeri kullanılır.

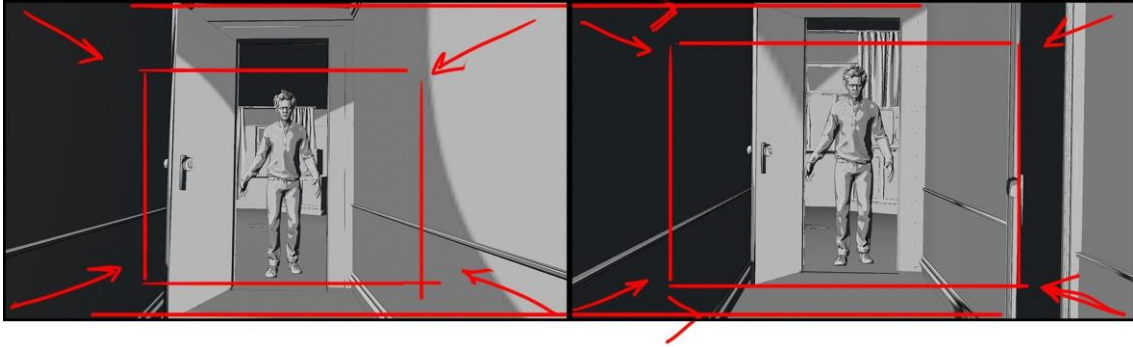
Görsel Efekt/Notlar: Gürültülü bir kapı açma sesi eklenir.

Sahne 2/Çekim 11:

Sahne/Çekim: 2/11

Zaman/Mekân: Gece/İç-Koridor

Ölçek/Açı: 24-50mm/Objektif Seviyesi



Şekil 98: Görsel senaryo sahne 2/çekim 11.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera koridordan odaya bakmaktadır. Sahne yüksek bir gerilim gerektirir. Bu nedenle kamera, yatay kaydırma ile karakterden uzaklaşırken, optik kayma ile yaklaşır. Bu durum karakterin kameraya mesafesini etkilemez ancak 24mm objektif değerindeki görüş açısı 50 mm değere yükseltildiğinde karakterin mekânla kurduğu uzak-yakın ilişkisinde değişiklikler görülür. Tercih edilen kamera hareketi izleyicide rahatsız edici, huzursuzluk yaratan bir etki bırakmaktadır.

Sahne 2/Çekim 12:

Sahne/Çekim: 2/12

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 32mm/Objektif Seviyesi



Şekil 99: Görsel senaryo sahne 2/çekim 12.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Karakterin çelişkisi, yükselen gerilimi düşürür. Bu nedenle karakterin konuya olan uzaklığı göğüs çekimle ifade edilir. Göğüs çekim, yakınlık ve uzaklık arasındaki

çelişkiyi ifade eder. Kamera durağandır ancak objektif değeri 32 mm tanımlanarak mekân ile olan ilişkisinin kopmaması hedeflenir.

Sahne 2/Çekim 13:

Sahne/Çekim: 2/13

Zaman/Mekân: Gece/İç-Koridor

Ölçek/Açı: 12mm/Objektif Seviyesi



Şekil 100: Görsel senaryo sahne 2/çekim 13.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera durağan bir şekilde koridordaki karanlığa sabittir. Sessizlik içinden gelen bir fısıltı ile karakter tekrar ürperir.

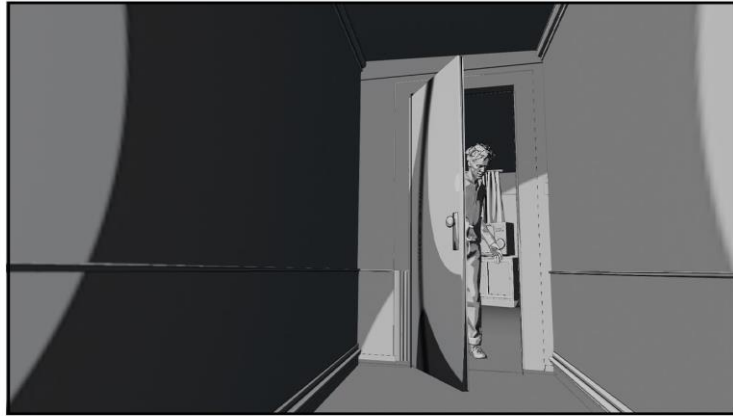
Kamera, genel çekim ölçeği ile koridoru görüntüler. 12 mm objektif değeri seçilerek, koridorun görüş alanı olabildiğince derinleştirilir.

Sahne 2/Çekim 14:

Sahne/Çekim: 2/14

Zaman/Mekân: Gece/İç-Koridor

Ölçek/Açı: 20mm/Objektif Seviyesi



Şekil 101: Görsel senaryo sahne 2/çekim 14.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kompozisyon ölçeği, genel çekimdir. Koridorun derinliğini ve kapı kapanırken çerçeveye dolan karanlığın etkisini vurgulamak için 20mm objektif değeri kullanılır.

Görsel Etki/Notlar: Kapının kapanma sesi gelir.

Sahne 2/Çekim 15:



Şekil 102: Görsel senaryo sahne 2/çekim 15.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera, geri yatay kaydırma hareketi ile göğüs çekimde karakteri takip eder. 10mm objektif seviyesi kullanılır. Karakter ve mekânın tüm perspektifi abartılıdır. Karakter, görüntü çerçevesinin ortasındadır. Karakterin psikolojik durumu devingen bir kamera ile ifade edilir.

Sahne 2/Çekim 16:

Sahne/Çekim: 2/16

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60mm/Objektif Seviyesi



Şekil 103: Görsel senaryo sahne 2/çekim 16.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Çekim sırasında iki kamera hareketi birlikte kullanılır. Kamera, yatay çevrinme ve kaydırma ile karakterin çevresinde bir yay hareketi uygular. Kuzgunun pencereden içeri girmesiyle, kuzgunu takip eden açıda bir kez daha yatay çevrinme uygulanır. Filmin en hareketli ve gerilimi yüksek sahnesi olduğu için art arda uygulanan kamera hareketleri ile sahnenin heyecanını aktarması hedeflenir.

Sahne 2/Çekim 17:

Sahne/Çekim: 2/17

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 21mm/Alt Açı



Şekil 104: Görsel senaryo sahne 2/çekim 17.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kuzgun Pallas büstünün üzerine konar.

Kamera kuzgunun donuk ifadesini iletmek için alt açıdan görüntüler. Kuzgunun kanat açıklığını abartmak ve korkutucu bir görüntü oluşturmak için 21 mm objektif değeri uygulanır.

Sahne 2/Çekim 18:

Sahne/Çekim: 2/18

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 21mm/Alt Açı



Şekil 105: Görsel senaryo sahne 2/çekim 18.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Psikolojik etkiyi izleyiciye aktarmak için eğik açı uygulanır. Kamera devinimi karşı cevap için beklenti oluşturur.

Sahne 2/Çekim 19:

Sahne/Çekim: 2/19

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 21mm/Alt Açı



Şekil 106: Görsel senaryo sahne 2/çekim 19.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera alt açıdan konumlandırılır.

Görsel senaryo çerçevesindeki şekiller tam karanlıktan görüntüye geçildiğini ifade etmektedir.

Görsel Efekt/Notlar: Kuzgunu daha belirgin bir hale getirmek için arka plâna ışık yansıtılır.

Sahne 2/Çekim 20:

Sahne/Çekim: 2/20

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60mm/Objektif Seviyesi



Şekil 107: Görsel senaryo sahne 2/çekim 20.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera, hızlı bir optik kayma ile omuz ölçekten baş ölçeğine geçer. Bu hareket, karakterin şaşkınlık duygusunu izleyiciye yansıtır.

Sahne 2/Çekim 21:

Sahne/Çekim: 2/21

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60mm/Üst Açı



Şekil 108: Görsel senaryo sahne 2/çekim 21.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kuzgunun gözlerinin, karakterin üzerinde olduğunu hissettirmek için üst açı tercih edilir. Rahatsızlık ve korku temalarının sürekliliği sağlanır. Kamera durağandır.

Sahne 2/Çekim 22:

Sahne/Çekim: 2/22

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 21 mm/Alt Açı



Şekil 109: Görsel senaryo sahne 2/çekim 22.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera, kuzgunun erkek karaktere tepeden baktığını, küçük gördüğünü ifade etmek için alt açılır. Objektif değeri 21 mm olarak işlenir. Bu sayede kuzgun daha ön plânda görüntülenir.

Sahne 2/Çekim 23:

Sahne/Çekim: 2/23

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 50 mm/Objektif Seviyesi



Şekil 110: Görsel senaryo sahne 2/çekim 23.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera durağandır. Göğüs çekimde 50 mm sabit kamera objektifi kullanılır. İzleyicinin karakter ile birlikte durumu sorgulaması hedeflenir.

Sahne 2/Çekim 24:

Sahne/Çekim: 2/24

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 60mm/Alt Açı



Şekil 111: Görsel senaryo sahne 2/çekim 24.

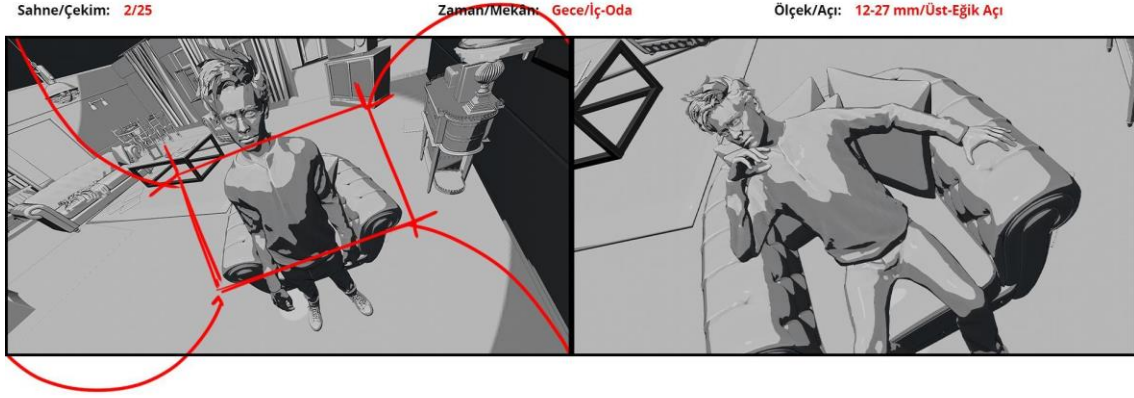
Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Erkek karakter kapının yanına bir koltuk çeker.

Karakterler ve mekân arasındaki mesafe, objektif değeri 60 mm işlenerek azaltılır. Boy çekim ile karakterin koltuğu hareket ettirdiği gösterilir.

Görsel Eft/Notlar: Koltuğun ittirilirken çıkardığı sürtünme sesi eklenir.

Sahne 2/Çekim 25:



Şekil 112: Görsel senaryo sahne 2/çekim 25.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera kuşun bakış açısından görüntüler. Objektif değeri 12 mm işlenir. Kuş ile erkek karakterin yakın olmasından duyulan rahatsızlık kamerada eğik açıyla anlatılır. Kamera ileri kaydırma yaparken objektif 27 mm değerine işlenir.

Sahne 2/Çekim 26:



Şekil 113: Görsel senaryo sahne 2/çekim 26.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Sahne 2/Çekim 27:

Sahne/Çekim: 2/27

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 27 mm/Üst-Eğik Açı



Şekil 114: Görsel senaryo sahne 2/çekim 27.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera durağandır. Eğik açılı kompozisyon sürdürülür.

Sahne 2/Çekim 28:

Sahne/Çekim: 2/28

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 55 mm/Alt Açı



Şekil 115: Görsel senaryo sahne 2/çekim 28.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kuzgun kameranın objektifine bakar. Kamera konumu ile kuzgun ve izleyici arasında bağ kurulması hedeflenir.

Sahne 2/Çekim 29:

Sahne/Çekim: 2/29

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 23 mm/Üst Aç



Şekil 116: Görsel senaryo sahne 2/çekim 29.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Çekimde karşılıklı bir diyalog görüntülenir. Kuzgun yakın plânda bulanıktır. Odak, kızgın şekilde bağırarak karakterin üzerindedir. Kamera durağandır.

Sahne 2/Çekim 30:

Sahne/Çekim: 2/30

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 25 mm/Alt Aç



Şekil 117: Görsel senaryo sahne 2/çekim 30.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

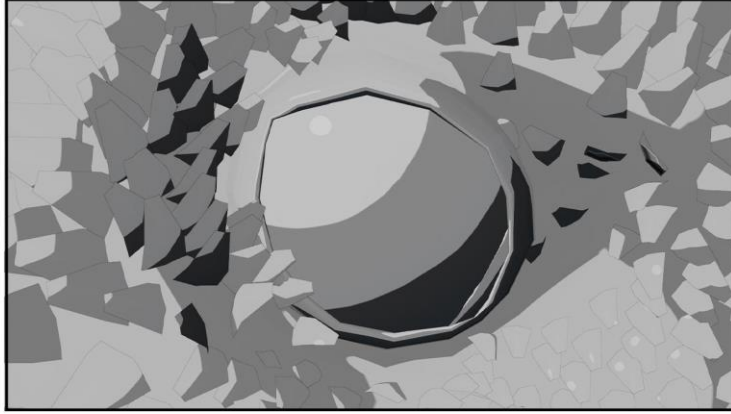
Aksiyon: İki birleşik kamera hareketi kullanılır. İlk harekette kamera alt açıdan karakterin yüzüne odaklanır. Karakterin hareketi ile dikey ekseninde geriye kaydırma hareketi ile bir yay çizer. Karakterin kontrolsüz hareketleri kamera ile taklit edilmeye çalışılır.

Sahne 2/Çekim 31:

Sahne/Çekim: 2/31

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 55 mm/Objektif Seviyesi



Şekil 118: Görsel senaryo sahne 2/çekim 31.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera yakın çekimde kuzgunun gözüne odaklanır.

Sahne 2/Çekim 32:

Sahne/Çekim: 2/32

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 50 mm/Objektif Seviyesi



Şekil 119: Görsel senaryo sahne 2/çekim 32.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Kamera göğüs çekimde durandır. Alt açı kuzgunla olan diyalogu destekler. Sabir 50 mm objektif değeri işlenir.

Sahne 2/Çekim 33:

Sahne/Çekim: 2/33

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 55 mm/Objektif Seviyesi



Şekil 120: Görsel senaryo sahne 2/çekim 33.

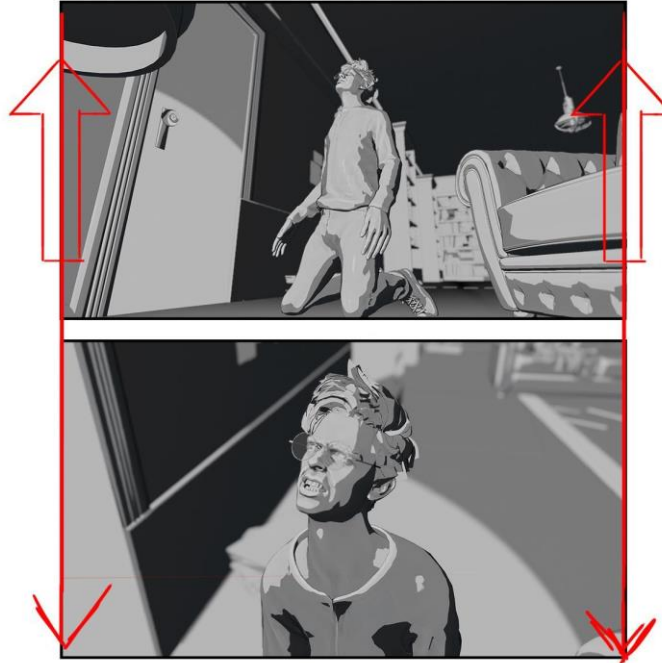
Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Sahne 2/Çekim 34:

Sahne/Çekim: 2/34

Zaman/Mekân: Gece/Iş-Oda

Ölçek/Açı: 25 mm/Alt-Üst Açı



Şekil 121: Görsel senaryo sahne 2/çekim 34.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Aksiyon: Çekim, birleşik iki kamera hareketinden oluşur. Kamera alt açıyla başlar. Karakter dizlerinin üzerine çöktüğünde yüzündeki ifadeye odaklanmak için dikey kaydırma ile üst açığa geçilir. Aynı zamanda dikey çevrinme hareketi de uygulanır.

Sahne 2/Çekim 35:

Sahne/Çekim: 2/35

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 55 mm/Objektif Seviyesi



Şekil 122: Görsel senaryo sahne 2/çekim 35.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Sahne 2/Çekim 36:

Sahne/Çekim: 2/36

Zaman/Mekân: Gece/İç-Oda

Ölçek/Açı: 35 mm/Alt Açı



Şekil 123: Görsel senaryo sahne 2/çekim 36.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

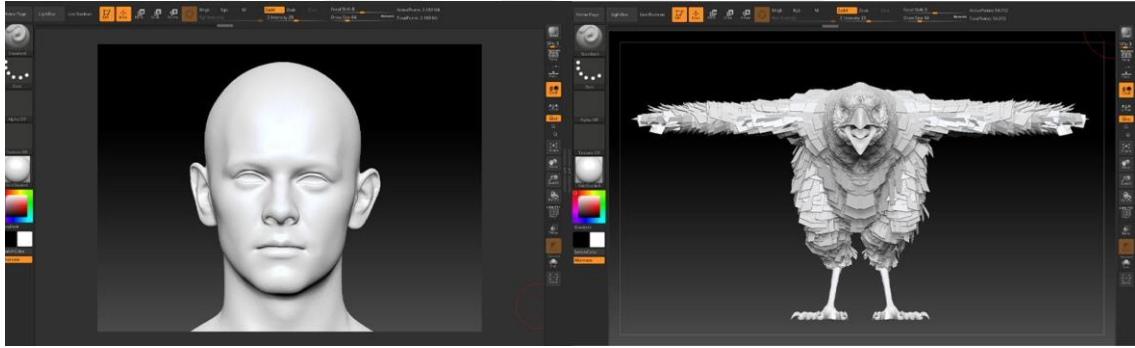
Aksiyon: Kamera alt açıdan eğik şekilde konumlandırılır. Kuzgun ve erkek karakter çerçevenin içerisinde üst üste görünür. Erkek karakter geri geri sürünürken kamera da ileri kaydırma hareketi yapar ve çerçeve kararır.

Görsel Etki/Notlar: Bir daha asla repliğinden önce yüksek sesli bir gerilim müziği eklenir.

4.4. Modelleme

Üç boyutlu animasyon filminin modelleme aşamasında Blender 3D ve Pixologic Zbrush yazılımları kullanılmıştır. Mekân modellemelerinde ihtiyaç duyulan alanlarda, doku kaplamaları ve hazır dekorasyon envanterleri Quixel Bridge yazılımından elde edilmiştir.

Organik modellerin yapım sürecine Zbrush yazılımında başlanmıştır. Konsept tasarımında hazırlanan çizimler referans alınarak yüksek çokgen değerlerine sahip karakterler elde edilmiştir. Ardından Blender 3D yazılımında modellerin çokgen yapıları tekrar düzenlenerek düşük çokgenli ve animasyona uygun bir hale getirilmiştir.



Şekil 124: Pixologic Zbrush yazılımında organik modelleme.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Modellemelerin yüzeylerindeki detaylar (deri dokusu, kıyafet kıvrımı vb.), Zbrush yazılımında yüksek çokgende işlenerek Substance Painter yazılımında fırınlanmıştır. Elde edilen çıktıları, Blender 3D programında materyal özelliklerine eklenerek düşük çokgenli, yüksek çözünürlüklü ve detaylı modeller elde edilmiştir.



Şekil 125: Karakter yüz ifadelerinin modellenmesi.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Karakterlerin yüz ifadelerinin oluşturulma biçimleri teknik bilgiye göre değişiklik göstermektedir. En çok kullanılan yöntem modellemedeki çokgen düzenini bozmadan noktaları yerlerinden hareket ettirerek ifade oluşturma biçimidir. Uygulama çalışması kapsamında bu yöntem sıklıkla kullanılmıştır. Erkek karakterin tüm yüz ifadeleri bu yöntem dahilinde hazırlanmıştır.



Şekil 126: Blender 3D yazılımında cadde modellemesi.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Mekân modellemeleri uzun vakit alan bir süreç olmuştur. Öncelikle filmin açılış sahnesinde görünen içerisinde on adet farklı tipte bina bulunan cadde modellenmiştir. Binaların gerçekçi görünmesi için dış cephelerinde kablolar, tabelalar, balkonlar ve klimalar konsepte uygun biçimde eklenmiştir. Ardından cadde zemini ve kaldırımlar, kaldırımların üzerinde çöp kovaları, elektrik direkleri ve tabelalar eklenerek ayrıntı düzeyi artırılmıştır. Cadde modellemesi yaklaşık olarak dört milyon çokgendendir. Bu durum render süresi için olumsuzdur ancak dış mekân çekimlerinin sayısının azlığı dolayısıyla çokgen sayısında değişiklik yapılmamıştır.



Şekil 127: Blender 3D yazılımında iç mekân-oda modellemesi.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

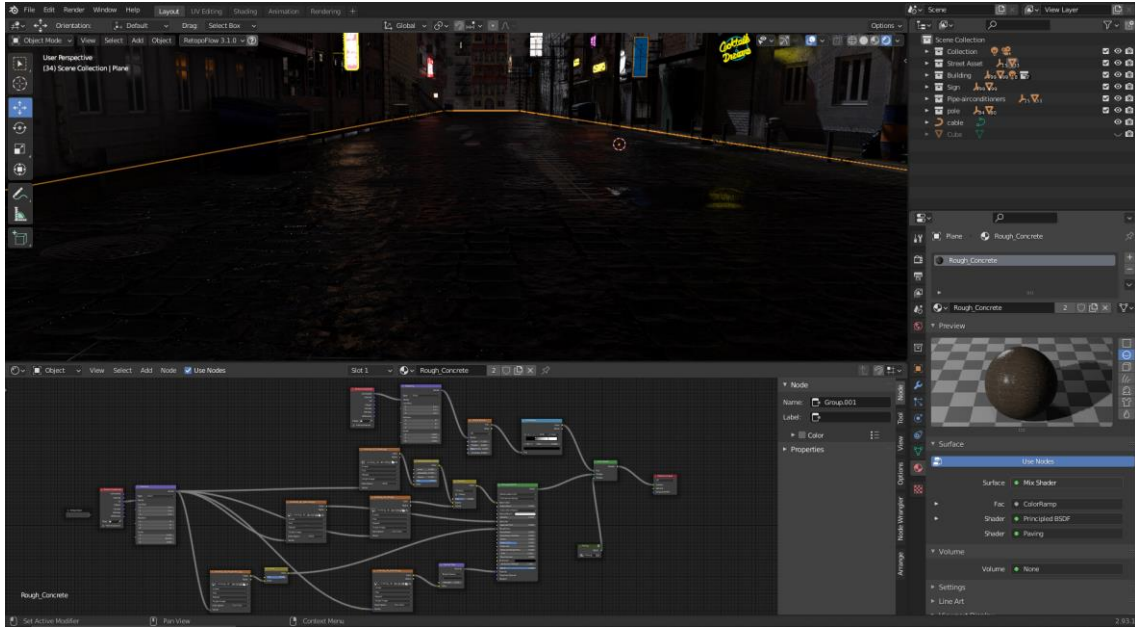
İç mekânlar, referans görsellerden ilhamla tasarlanmıştır. Cadde modellemesinde olduğu gibi iç mekânlarda da ayrıntı düzeyi yüksektir. İç mekânlarda hikâye ayrıntılarını aktaran düzenlemeler yapılmıştır. Pallas büstü, karakterlerin fotoğrafları, kitaplıklar ve kitaplar, gazeteler, bozuk televizyon, koltuklar, perdeler, yastıklar, masa, halı gibi hikâyedeki yaşanmışlık duygusunu aktaran modeller oluşturulmuştur.

4.5. Materyal ve Doku Kaplama

Modelleme aşamasından sonra oluşturulan tüm karakter ve objelerin materyal ve doku kaplama aşamasına geçilmiştir. Bu süreçte hazır materyal kütüphanesi olan Quixel Bridge ve materyal doku oluşturmak için kullanılan Adobe Substance Painter yazılımlarından faydalanılmıştır.

İlk olarak Blender 3D yazılımında hazırlanan tüm üç boyutlu objelerin UV koordinat haritaları oluşturulmuştur. Bu aşamadan sonra detay içeren malzeme ve dokular, Adobe Substance Painter adlı yazılımda işlenmiştir. Detay ve zorluk seviyesi düşük kaplama işlemleri için Blender 3D yazılımı içerisinde bulunan materyal editörü kullanılmıştır.

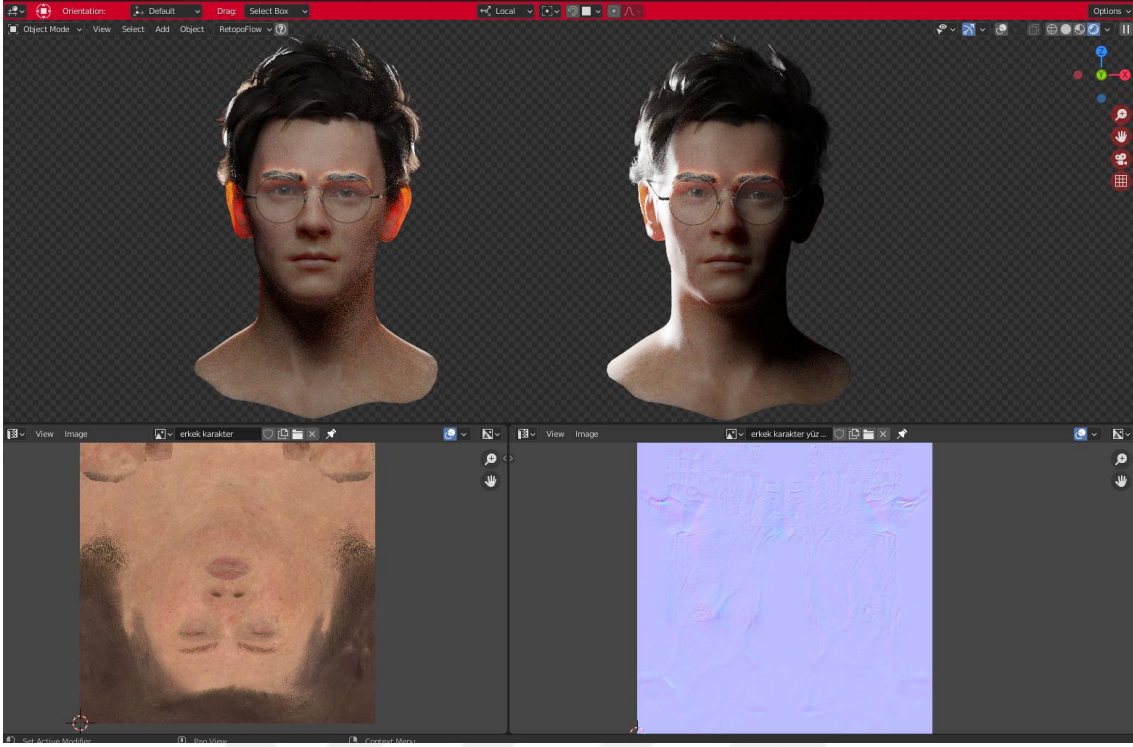
Materyal ve dokuların ışıkla olan etkileşiminden; yansıma, pürüzlülük, şeffaflık, matlık gibi özellikleri tanımlandığından hazırlanan her materyal üç boyutlu yazılımında sahneye ışık eklenerek test edilmiştir. Resim 128’de sokak zemini için hazırlanan birçok materyal ve dokunun bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş zemin materyali ve materyal editördeki doku bağlama işlemleri görülmektedir.



Şekil 128: Blender 3D yazılımında materyal ve doku tanımlama.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Organik modellerde UV koordinat haritalama ve materyal doku kaplama işlemleri özen ve zaman gerektirmektedir. Oluşturulan erkek karakterin deri materyali için birçok farklı doku bir araya getirilerek işlenmiştir. Kulak, burun gibi ışığı yarı geçirgen vücut kısımlarında ek doku atamalarıyla daha gerçekçi bir görüntü elde edilmiştir. Resim 129’da erkek karakterin materyal ve ışık testi görülmektedir. Şiddetli ışığa maruz kaldığında erkek karakterin kulakları yarı geçirgen bir hale gelmektedir.



Şekil 129: Blender 3D yazılımında materyal ve doku testi.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

4.6. Donatım/Karakter İskeleti

Uygulama çalışması kapsamında iki farklı tipte karakter iskeleti oluşturulmuştur. Bunlardan biri erkek karaktere diğeri kuzguna aittir. Hayvan ve insan karakter iskeletleri birbirlerinden çok farklıdır. Donatım kompozisyonları, kemik dizilimleri ve kemiklerin birbirleri içerisindeki hiyerarşileri plânlama gerektiren, zorluk derecesi yüksek bir süreçten geçmiştir. Tüm karakter iskeletleri Blender 3D yazılımında hazırlanmıştır.

Erkek karakterin temel iskeleti 175 kemikten oluşmaktadır. Bu sayıya karakter animasyonu sırasında kemikleri seçili hiyerarşi düzenine göre kontrol etmeyi sağlayan ters ve ileri kinematik için oluşturulmuş kontrolcüler de dahildir. Buna ek olarak yüz ifadelerini animasyon aşamasında kolaylaştırmak için ifade ve dudak hareketi kontrolcüler de eklenmiştir.



Şekil 130: Blender 3D yazılımında donatım/karakter iskeleti oluşturma.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

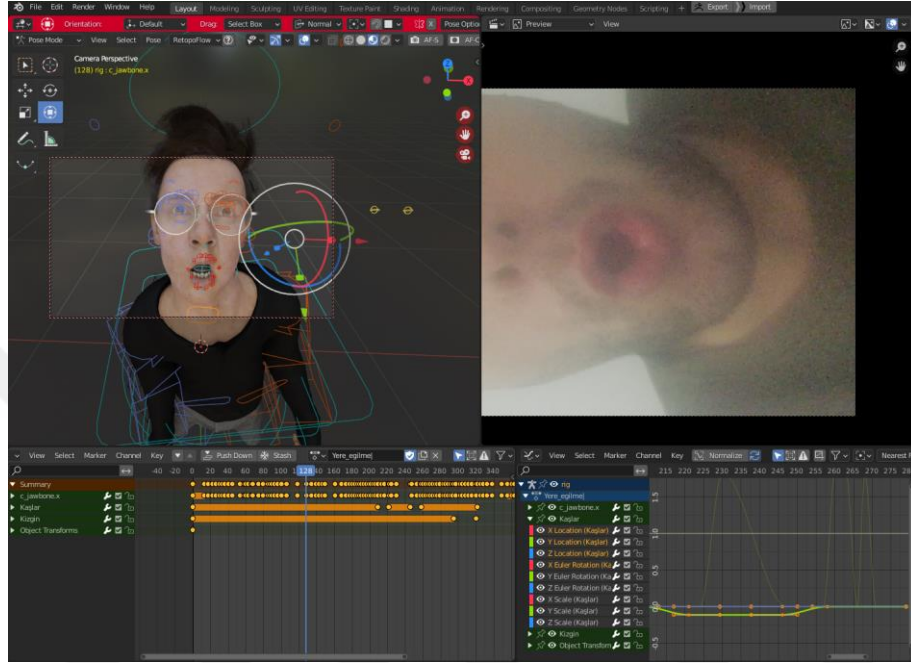
Donatımın, en çok zaman kısımlarından biri ağırlık boyamasıdır. Bu kısımda oluşturulan iskelettteki her kemiğin, model yüzeyi üzerinde ne kadar bir alanı deforme edeceği belirlenmiştir. Ağırlık boyama aşamasında, iskelet üzerinde hazırlanacak pozlamalar denenerek hatalı ve bozuk görünen kısımlar tekrar düzenlenmiştir.

Kuzgun iskeleti de erkek karaktere benzer bir donatım sürecinden geçmiştir. Kuzgun modelinin temel iskeleti kontrolcüler dahil 45 kemikten oluşmaktadır. Kuzgun karakter iskeletinin en çok zaman alan kısmı kanat hareketleri ve tüy kontrolleri olmuştur. Her biri ayrı parçalar halinde modellenen kanat ve vücut tüyleri ağırlık boyama aşamasında birçok aksama ve deformasyona sebep olmuştur. Kanatlar, kuyruk ve ayak kontrolcülerinde ters kinematik kullanılarak animasyon aşamasındaki iş yükü azaltılmıştır.

4.7. Animasyon

Animasyonların tümü Blender 3D yazılımında hazırlanmıştır. Animasyon aşaması on binlerce anahtar kare işlemesinden oluşturulmuştur. Hazırlanan kırk bir çekimde erkek karakter, kuzgun karakteri, Lenore karakteri ayrı ayrı hareketlendirilmiştir. Kamera, aydınlatma ve çevre animasyonları karakter hareketlerinden sonra yapılmıştır.

Animasyonlar hazırlanırken video referanslardan faydalanılmıştır. Her animasyonun oluşumunda hazırlanacak hareket, tarafımdan videoya çekilmiş ardından video referans alınarak üç boyutlu karaktere aktarılmıştır. Resim 131’de karakterin konuşma esnasındaki ağız hareketlerinin hazırlanma aşaması gösterilmektedir.



Şekil 131: Erkek karakter konuşma animasyonu.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Kuzgun karakter animasyonlarının hazırlık aşamasında gerçek kuzgun hareketleri gözlemlenmiş, referans video envanteri hazırlanarak taklit edilmiştir. Kuşun uçuşması, kanat çırpması gibi animasyonlar döngü şeklinde hazırlanmıştır. Resim 132’de kuzgunun havada dururken kanat çırpması gösterilmiştir.



Şekil 132: Kuzgun karakteri kanat çırpma animasyonu.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Lenore karakteri tek bir çekimde pozlama ile oluşturulmuştur. İç mekân duvarlarındaki fotoğraflarda karakter farklı şekillerde pozlanarak render edilmiştir.

4.8. Simülasyon

Uygulama çalışmasında, iki adet simülasyon çeşidi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, iç ve dış mekânların tümünde kullanılan sis simülasyonudur. Sis, görsel anlatım açısından senaryodaki ölüm temasını vurgulamak için eklenmiştir. Bunun yanı sıra üç boyutlu aydınlatma araçlarını kullanırken ışığın yayılmasını belirgin bir hale getirdiği için sinematografik anlatımı desteklemektedir. Sis simülasyonu, Blender 3D yazılımı içerisinde bulunan hazır materyal ile oluşturulmuştur.



Şekil 133: Sis simülasyonu.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Yapım esnasında kullanılan ikinci simülasyon parçacık simülasyonudur. Erkek karakter fotoğraf çerçevesini elinde tuttuğu esnada gözünden düşen yaşlar parçacık simülasyonu ile oluşturulmuştur. Parçacık simülasyonu Blender 3D yazılımında hazırlanmıştır.

Filmin dış mekânlarında parçacık simülasyonu ile yağmur efekti oluşturulmak istenmiş ancak donanım yetersizliğinden ötürü senaryodan çıkarılmıştır.

4.9. Aydınlatma

Uygulama çalışmasında aydınlatma süreci hikâyedeki ölüm temasına uygun biçimde gerçekleştirilmiştir. Hikâye içerisinde zaman kavramından bahsedilmemektedir ancak anlatım dili karanlık bir geceyi tasvir eder. Bu nedenle iç ve dış mekânlarda dramatik bir aydınlatma uygulanmıştır.

Hikâye içerisinde üç farkı mekân bulunmaktadır. Bunlar dış mekân sokak, iç mekân oda ve iç mekân koridor alanlarıdır. Bu üç mekânda aydınlatmanın tutarlı olmasına ve renk kullanımına hassasiyet gösterilmiştir. Filmin genel renk tonu mavi olarak belirlenmiştir. Aydınlatma araçları kullanılırken sıcak ton kullanımından ve olası zıtlıklardan kaçınılmıştır.

Dış mekânda yüksek dinamik aralıklı bir gece fotoğrafı çevresel ışık kaynağı olarak kullanılmıştır. Materyal ve doku testleri ile yansımalar oluşturularak ortama gerçekçi bir görünüm kazandırılmıştır. Dış mekânda tabelalar ve sokak lambaları ek ışık kaynağı olarak oluşturulmuştur. Bu ışık kaynakları objelerin materyal özelliklerine ışık değeri verilerek hazırlanmıştır. Kullanılan sis simülasyonu ile ışığın yayılma etkisi arttırılmış, renkler arasındaki geçişler yumuşatılmıştır.



Şekil 134: Dış mekân aydınlatması.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

İç mekân aydınlatmalarında noktasal ışık kaynakları ve materyal ile oluşturulmuş ışıklar kullanılmıştır. Ahize, duvar lambaları, lambader ve televizyon ekranı ortamdaki nesnel ışık kaynaklarıdır. Oda pencerelerinin önü dışarıdan gelen çevresel ışık kaynağından faydalanabilmek için açık bırakılmıştır. Bu sayede pencerelere yakın alanlar dış mekân aydınlatmasından etkilenmektedir. İç mekânlarda da sis simülasyonu kullanılarak ışığın yayılma etkisi arttırılmıştır.



Şekil 135: İç mekân aydınlatması.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

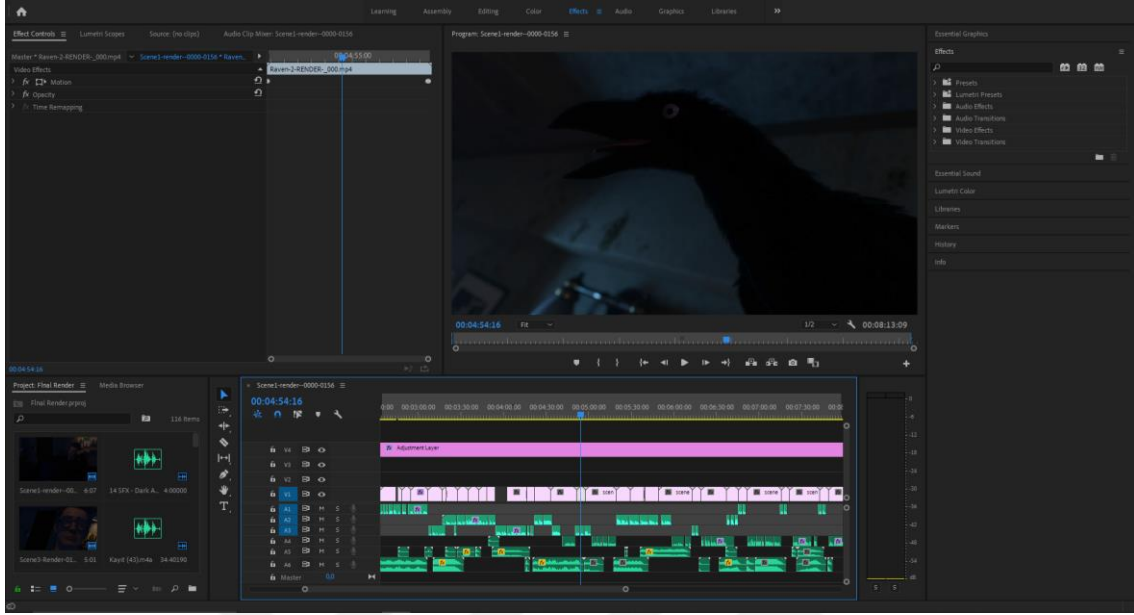
İç mekân koridor alanında herhangi bir ışık kaynağı bulunmamaktadır. Kapı açıldığında oda içerisinde bulunan ışık kaynakları ile aydınlatılmıştır.

4.10. Render ve Birleştirme

Görüntü tabanlı yazılımlarda oluşturulan sahneler yazılım içerisinde bulunan belirli algoritmalar ile görüntüye dönüştürülmektedir. Bu görüntü işleme algoritmaları, *render motoru* olarak anılır. Uygulama çalışmasında Blender 3D yazılımı içerisinde bulunan *Eevee* ve *Cycles* adlı render motorları kullanılmıştır. Render aşamasında belirlenmesi gereken bir dizi parametreler bulunur. Bu parametrelerin çoğu ışığın çözünürlük kalitesi, kamera çerçeve ölçüsü ve hareketlerinin yumuşaklığı, çok katmanlı görüntü işleme gibi seçeneklerden oluşmaktadır.

Uygulama çalışması 1920x1080 piksel çerçeve ölçüsü ile hazırlanmıştır. Bir saniyeye karşılık gelen görüntü sayısı 24 kare olarak belirlenmiş ve yaklaşık olarak on dakikalık üç boyutlu bir animasyon filmi hazırlanmıştır. Filmdeki her bir karenin render edilme süresi ortalama olarak beş dakikadır. Bir saniyelik görüntü, 120 (5x24) dakika yani iki saatlik bir zaman ölçeğinde oluşturulmuştur. On dakikalık uygulama çalışmasının yalnızca render süreci, bir kare işleme sürecinden yola çıkılarak 50 gün olarak hesaplanabilir. Bu sürece çekimde oluşan aksaklıklar, render aşamasındaki yanlış parametre seçimleri ve birleştirme aşamasında görülen eksikler ile yaklaşık 60 gün yani iki ay zaman ayrılmıştır. Belirtilen zamanda dahi yüksek çözünürlüklü görüntü elde etmek mümkün değildir. Bunun sebebi donanım yetersizliğinden render süresinin

uzaması, donanım yeterli olsa dahi yüksek çözünürlükteki her bir karenin render süresi için saatler gerekmesidir.



Şekil 136: Adobe Premiere Pro yazılımında birleştirme aşaması.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Blender 3D yazılımı ile oluşturulan video çıktıları, Adobe Premiere Pro yazılımında ses ve görüntü efektleri eklenerek tekrar işlenmiştir. Ses efektleri ve film içerisindeki karakter konuşmaları tarafımdan Adobe Audition yazılımında oluşturulmuştur.

SONUÇ

Geleneksel yöntemlerin aksine üç boyutlu ortamdaki tasarım süreci belirli parametreleri doğru uygulama temeline dayalıdır. Üç boyutlu yazılımlardaki sanal kameralar ve objektifler, gerçek hayatta kullanılan çekim ekipmanlarının sanal uzaydaki taklididir. Bu açıdan bakıldığında yıllar içerisinde yönetmenler, görüntü yönetmenleri ve kameramanlar tarafından oluşturulan belirli bir genelgeçere sahip sinematografi kurallarının üç boyutlu animasyon yapımlarında da uygulanması mümkündür. Geleneksel sinemadaki sinematografi uygulamaları ışık ve kamera tercihleri üzerinde odaklanırken üç boyutlu animasyon yapımlarının üretimi ise teknik temellere dayanmaktadır. Bu iki farklı inşa süreci teknik olarak benzeşmese de ortak bir dil oluşturabilmektedir. Oluşturulan bu ortak dildeki anlatım olanaklarının üç boyutlu animasyonların yapım aşamasında sınırı olmayan, denemeye açık ve kullanım kolaylığı sağlayan rolü, iki inşa sürecinden bir sentez de oluşturabilmektedir.

Geleneksel sinemada sinematografi, bir yapım kurgusunun temelini oluşturmaktadır ancak üç boyutlu animasyon yapımlarında modelleme, donatım, görsel efekt gibi teknik öncelikler ön plândadır. Geleneksel sinema yapımlarında senaryo taslağı üzerinde belirlenen karakter, zaman ve mekân kurgusuna karar verildikten sonra çekim başlayabilir. Üç boyutlu animasyon yapımlarında bu süreç çerçeve içerisindeki her nesnenin el ya da algoritma yordamıyla hazırlanmasını gerektirir. Üç boyutlu yazılım kullanıcıları ışıklandırma, donatım ve animasyon gibi konularda geliştirilmiş otomatik sistemler kullanır. Bu sistemler genelgeçer haline gelmiş belirli uygulama yöntemlerini taklit ederek kullanıcıya kolaylık sağlamaktadır. Üç boyutlu animasyon yazılımlarında otomatik sinematografi üzerine birçok deneme yapılmıştır ancak kapsamlı, bütün halinde sonuç veren bir çalışma elde edilememiştir.

Yapılan araştırma sinematografik unsurlar içerisinde kamera ve kamera kullanımı ile sınırlandırılmıştır. Araştırmanın amacı sanal kameraların sinematografi kurallarına uygun olarak düzenlenmesi ve teknik detayları ile bir anlatım unsuruna dönüştürülmesi sürecindeki çeşitlilik ve yöntemleri ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda kameranın geleneksel sinema ve üç boyutlu animasyonlardaki kullanım olanakları ve çeşitleri tartışılarak, sekiz dakikalık üç boyutlu bir animasyon kısa film örneği hazırlanmıştır. Uygulama çalışmasında sinematografik kamera kullanım teknikleri

kılavuz olarak kullanılmış, amaç ve uygulama biçimleri açıklanarak görsel senaryo bölümünde tartışılmıştır.



Şekil 137: “Kuzgun” animasyon filminden kareler.

Kaynak: Yiğit Ayyıldız, 2021.

Araştırma, üç boyutlu animasyonlarda sinematografi kurallarına uygun kamera kullanım biçimlerinin dışavurum olanaklarına etkisini göstermektedir. Geleneksel kamera kullanımı ve sanal kamera kullanımı teknik olarak benzeşmese de uygulama yönelimleri

aynı amaç doğrultusundadır. Dijital ortamdaki gelişmeler sanal sahnelerin gerçekliğine ve çeşitliliğine odaklandığından, üç boyutlu animasyon yapımlarında sanal kameraların sinematografi kurallarına uygun düzenlenmesi anlam aktarımı için büyük bir önem taşımaktadır. Tez kapsamında hazırlanan üç boyutlu *Kuzgun* başlıklı animasyon filmi açık kaynaklı bir biçimde “<https://youtu.be/4qkd-gpRzsI>” adresinden erişilebilir olacaktır. Bu özelliğiyle *Üç Boyutlu Animasyon Filmlerinde Sanal Kameranın Sinematografik Kullanımı* projesi, benzer çalışma hazırlayacak kişilere kılavuz niteliği taşıyacaktır.



KAYNAKÇA

- 2D Animation Definition.* (tarih yok). 11 16, 2021 tarihinde What Is 2D Animation?: https://learn.org/articles/What_is_2D_Animation.html adresinden alındı
- 5 Types Of Animation: Finding Inspiration In All Styles.* (2017, Mart 17). Nisan 23, 2021 tarihinde Student Resources: <https://www.nyfa.edu/student-resources/5-types-of-animation-finding-inspiration-in-all-styles/> adresinden alındı
- Abay, B. Y. (2019, Mayıs). Sinematografinin Temel Ögesi Kurgu: "Quentin Tarantino Filmlerindeki Şiddet Sahneleri Örneği". Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alhashim, I. (tarih yok). *Depth of Field Simulation in Computer Graphics.* Mart 17, 2021 tarihinde https://ialhashim.github.io/files/documents/dof_report.pdf adresinden alındı
- Altın Oran Nedir?* (2014, Kasım 25). 11 16, 2021 tarihinde Altın Oran Nedir?: <http://www.aoder.org.tr/tr/altin-oran/36.aspx> adresinden alındı
- Andrew, J. D. (2018). *Büyük Sinema Kuramları.* Doruk Yayımcılık.
- Arı, N. (2015, Ocak). Sinematografik Anlatımda Stop Motion Canlandırmanın Bir Tekniği "Pixilation" ile Uygulama Projesi. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Beane, A. (2012). *3D Animation Essential.* by John Wiley & Sons, Inc.
- Baykara, Oğuz. (2011). *Kuzgun.* Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- Belgrave, T. A. (2003, Temmuz 23). Applying the 12 Principles to 3D Animation. Pixar Animation Studios. 8 26, 2020 tarihinde <https://www.scribd.com/document/172728742/12-Principles-in-3D-Animation> adresinden alındı
- Bertalmio, M. (2004, September 9). Real-time, accurate depth of field using anisotropic diffusion and programmable graphics cards. Proceedings. 2nd International Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission. <https://ieeexplore.ieee.org/document/1335393> adresinden alınmıştır
- Blender 2.93 Manuel.* (tarih yok). 5 21, 2021 tarihinde Soft Body: https://docs.blender.org/manual/en/latest/physics/soft_body/introduction.html adresinden alındı
- Brijeshkumarmishra. (2020, Ocak 14). *What is 3d Rigging For Animation and Character Design?* Eylül 24, 2020 tarihinde Medium: <https://medium.com/@brijeshkumarmishra59/what-is-3d-rigging-for-animation-and-character-design-b8890a9a49a0> adresinden alındı

- Brinkmann, R. (2018). *3D Compositing*. Haziran 17, 2021 tarihinde Digital Compositing: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/digital-compositing> adresinden alındı
- Brown, B. (2018). *Sinematografi: Kuram ve Uygulama*. Hil Yayın.
- Burelli, P., Gaspero, L. D., Ermetici, A., & Ranon, R. (2012, March). Virtual Camera Composition with Particle Swarm Optimization. Proceedings of the 17th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia.
https://www.researchgate.net/publication/260715335_Moving_in_Filmic_Spaces_Relating_Camera_Movements_to_Spatial_Archetypes_in_Architectural_Animations adresinden alınmıştır
- Canikligil, İ. (2020). *Dijital Video Sinema*. Alfa Yayınları.
- Cantor, J., & Valencia, P. (2004). *Inspired 3D Short Film Production*. Cengage Learning PTR.
- Courty, N., Lamarche, F., Donikiam, S., & Marchand, É. (2003, November). A Cinematography System for Virtual Storytelling. 30-34. Virtual Storytelling; Using Virtual Reality Technologies for Storytelling, Second International Conference,.
- Demircioğlu, N. (2016, Mayıs). Tasarım İlkelerinden Tekrar Olgusunun Araştırılması ve Seramik Duvar Panolarında Uygulanması. Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Forward Kinematics*. (2021, Eylül). Ekim 2, 2021 tarihinde Autodesk: https://knowledge.autodesk.com/support/3ds-max/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2022/ENU/3DSMax-Reference/files/GUID-6EA44976-20B1-4D2B-94E3-C7CA45332C6B-htm.html?us_oa=akn-us&us_si=0b3a361a-f0fb-4e0a-bf92-b7fd132401e9&us_st=Forward%20Kinematics adresinden alındı
- Gezer, Ü. (2019, Eylül). Çağdaş Sanat ve Tasarım Eğitimde Görsel Tasarım Öğeleri ve İlkeleri. *Ulak Bilge Sosyal Bilimler Dergisi*(40), 595-614.
- Gleicher, M., & Witkin, A. (1992). Through-the-Lens Camera Control. 331–340. Proceedings SIGGRAPH '92.
- Hayward, S. (2012). *Sinemanın Temel Kavramları*. Es Yayınları.
- Jiang, H., Wang, B., Wang, X., Christie, M., & Chen, B. (2020, Mayıs). *Example-driven Virtual Cinematography by Learning Camera Behaviors*. Haziran 5, 2021 tarihinde github.io: https://jianghd1996.github.io/publication/sig_2020/ adresinden alındı

- Laine, T. (2020, Ekim 30). *What Is Stop Motion?* 11 16, 2021 tarihinde What Is Stop Motion? (Definition + Examples): <https://blog.vmgstudios.com/what-is-stop-motion-definition-examples> adresinden alındı
- Lao, T. J. (2000, August). 3D Virtual Environment By 3D Computer Vision Techniques. The Chinese University of Hong Kong.
- Lino, C. (2013). Virtual camera control using dynamic spatial partitions. Université Rennes.
- Lipponen, J. (2013, Nisan). Producing a 3D Animated Teaser Trailer. Turku University of Applied Sciences. Ağustos 30, 2020 tarihinde Theseus: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/56339/Jussi_Lipponen.pdf;jsessionid=33FE663AA907EEBA40DA32FFD823E326?sequence=1 adresinden alındı
- Mascelli, J. V. (2014). *Sinemanın 5 Temel Öğesi*. İmge Kitabevi.
- Mercado, G. (2021). *Objektifin Dili*. Hil Yayın.
- Modeling Coordinates*. (tarih yok). 5 4, 2021 tarihinde PrintWiki: http://printwiki.org/Modeling_Coordinates adresinden alındı
- Nilsen, V. (2019). *Grafik Sanat Olarak Sinema: Sinemada Temsil Kavramı*. Doruk Yayınları.
- Ortiz, R. (2021, Nisan 20). *What is 3D rendering?* Mayıs 15, 2021 tarihinde What is 3D rendering — a guide to 3D visualization: <https://www.chaosgroup.com/blog/what-is-3d-rendering-guide-to-3d-visualization> adresinden alındı
- Örsel, S. (2015). *Poe, Tamer ve “Kuzgun”*. Ocak 5, 2022 tarihinde <https://www.sanattanyansimalar.com/yazarlar/sedat-orsel/poe-tamer-ve-kuzgun/651/> adresinden alınmıştır.
- Öz, H. (2006, Ağustos). Sinema Jeneriklerinde Görsel Tasarım Açısından Grafik Öğelerin Kullanımı. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özön, N. (2008). *Sinema Sanatına Giriş*. Agora Kitaplığı.
- Özsoy, V., & Ayaydın, A. (2016). *Görsel Tasarım Öge ve İlkeleri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Pharr, M., Jakob, W., & Humphreys, G. (2016). *Physically Based Rendering: From Theory To Implementation*. Morgan Kaufmann. <https://pbr-book.org/> adresinden alınmıştır
- Powell, A. W. (2010). *Blender 2.5 Lighting and Rendering*. Packt Publishing.

- Preim, B., & Botha, C. (2014). *Visual Computing for Medicine*. Morgan Kaufmann. <https://www.sciencedirect.com/book/9780124158733/visual-computing-for-medicine#book-info> adresinden alınmıştır
- Ratner, P. (2004). *Mastering 3d Animation* (2 b.). Allworth Press.
- Ratner, P. (2004). *Mastering 3D Animation* (2 b.). Allworth Press New York.
- Seçmen, E. A. (2020). *Dijitalin Sineması: Tasarım ve İçeriğin Dönüşümü*. Doruk Yayınları.
- Sengir, S., & Yücel, A. (2016, Temmuz). Temel Tasarımda Çizgi Üzerine. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*(15), 478-487.
- Shroepfel, T. (2013). *Kemiksiz Kamera Dersleri*. Gala Film ve Sanat Ürünleri.
- Silveria, F. (tarih yok). *From Static to Moving Designs*. 11 16, 2021 tarihinde What is Motion Graphics?: <https://mowe.studio/what-is-motion-graphics/> adresinden alındı
- Sözen, M., & Tanyeli, U. (2016). *Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü*. İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Süitor, S. (2019). Üç Boyutlu Modelleme Bilgisinin Unity Programı Öğrenimine Katkısı. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 126-134.
- Şemin, N. F. (2019). *Edebi Bağlam ve Çeviribilim Perspektifinde Poe ve “Kuzgun” Şiiri*. Ocak 5, 2022 tarihinde <https://gorgondergisi.com/edebi-baglam-ve-ceviribilim-perspektifinde-poe-ve-kuzgun-siiri/> adresinden alındı.
- Şentürk, R. (2016). *Dijital Sinema: Kuramdan Tekniğe*. İnsanArt Yayınları.
- Tahan, M. (2014, Ocak 8). *Animasyonun 12 Temel Prensipleri*. Ocak 17, 2021 tarihinde Animasyongastesi: <http://www.animasyongastesi.com/animasyon-prensipleri/> adresinden alındı
- Teji, J. (2020, Ocak 17). *What Is 3D Animation?* 11 16, 2021 tarihinde What Is 3D Animation?: <https://tej.ie/what-is-3d-animation/> adresinden alındı
- Timur, S. (2016, Ocak). Grafik Tasarımda Üç Boyut Algısı. Süleyman Demirel Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü.
- Tuğan, N. H. (2017). Sinematografinin Sinemasal Anlamanın Oluşturulmasında Etkisi: Prometheus (2012-Ridley Scott) Filminde Görüntü Düzenlemesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 4(11), 215-233.
- Turan, G. (2002). Üç Boyutlu Modellemede Doku Kaplama. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.

- Unfolding a UV mesh.* (2018, Ağustos 21). Autodesk Help: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Modeling/files/GUID-874CBD91-317F-4C7D-B293-EBBC93C2311A-htm.html> adresinden alınmıştır
- Uysal, T. (2016, Ocak). *Fotoğrafçılar İçin Dijital Sinematografi Atölyesinin Kurulması ve Eğitim Modelinin Geliştirilmesi Projesi*. Şubat 15, 2021 tarihinde Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri: https://www.msgsu.edu.tr/Assets/UserFiles/doc_bap/yay%C4%B1nlar/dijital_sinematografi.pdf adresinden alındı
- Verma, V., & Walia, E. (2010, Mart 19). 3D RENDERING - TECHNIQUES AND CHALLENGES. */International Journal of Engineering and Technology*, 2(2), 29.
- Vineyard, J. (2010). *Sinemada Çekim Teknikleri: Her Sinemacının Bilmesi Gereken Kamera Hareketleri*. İstanbul Organizasyon.
- Ware, C., & Osborne, S. (1990). Exploration and Virtual Camera Control in Virtual Three Dimensional Environments. 175-183. ACM SIGGRAPH Computer Graphics.
- Whitaker, H., & Halas, J. (2009). *Timing for Animation*. Focal Press.
- White, T. (2006). *Animation from Pencils to Pixels*. Taylor & Francis.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Yiğit AYYILDIZ	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Sakarya Üniversitesi
Fakülte	Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi
Bölümü	Görsel İletişim Tasarımı
Makale ve Bildiriler	
1-, “Kuzgun” animasyon filmi, 15 Aralık 2021, Sanal Sergi. https://kuzgunanimasyonfilm.com/	