



**3B ANİMASYON ÜRETİMİDE KULLANILAN
TEKNOLOJİLERDEN GPU RENDER
TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ
VE ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat BEREKET

Kütahya- 2019

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Birleşik Sanatlar Anasanat Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**3B ANİMASYON ÜRETİMİNDE KULLANILAN
TEKNOLOJİLERDEN GPU RENDER TEKNOLOJİSİNİN
İNCELENMESİ VE ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI**

Danışman:
Dr. Öğr. Üyesi Hami Onur BİNGÖL

Hazırlayan:
Murat BERKET

Kütahya- 2019

Kabul ve Onay

T.C. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne;

Bu çalışma, jürimiz tarafından Birleşik Sanatlar Anasanat Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ ÇALIŞMA RAPORU olarak kabul edilmiştir.

Üye Dr. Öğr. Üyesi Hami Onur BİNGÖL (Danışman).....

Üye Dr. Öğr. Üyesi Eren Evin KILIÇKAYA BOĞ

Üye Dr. Öğr. Üyesi Nur CEMELELİOĞLU ALTIN.....

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Atilla BATUR
Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım “3B Animasyon Yapımında Kullanılan Teknolojilerden GPU Render Teknolojisinin İncelenmesi Ve Örnek Bir Uygulama Çalışması” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tezimi yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

20/11/2019

Murat BEREKET

Özgeçmiş

1988 yılında Adıyaman'da doğdu. Öğretim hayatına Mehmet Akif İlköğretim Okulu'nda başladı. 2003 yılında Adıyaman Atatürk Lisesi'ne başladı. 2010 yılında ise Dumlupınar Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Çizgi Film-Animasyon Bölümü'nü kazandı. 2014 yılında İstanbul'da bir çizgi film ofisinde, sinema filmi "Evliya Çelebi Ölümsüzlük Suyu" projesinde render departmanında çalışmaya başladı. 2014 yılının Kasım ayında işten ayrıldı. Bir ay sonra yeni TRT projesi olan "Doru" çizgi dizi film projesinde bir sezon render departmanında çalıştı. 2016 yılında Dumlupınar Üniversitesi'nde Birleşik Sanatlar Anasanat Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.



ÖZET

3B ANİMASYON ÜRETİMİNDE KULLANILAN TEKNOLOJİLERDEN GPU RENDER TEKNOLOJİSİNİN İNCELENMESİ VE ÖRNEK BİR UYGULAMA ÇALIŞMASI

BEREKET, Murat

Yüksek Lisans Tezi, Birleşik Sanatlar Anasanat Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Hami Onur BİNGÖL

Kasım, 2019, 62 sayfa

Üç boyutlu animasyon yapımında projenin final aşaması olan render (sıvama) işlemi, bilgisayar donanımlarına bağlı olarak zaman alan bir süreçtir. Kullanıcı projeleri ve sektördeki ticari projeler için render süreleri çalışma esnasında çıkan sorunlarla birlikte tasarımcılar için daha büyük bir engel haline almıştır.

Gelişen bilgisayar teknolojileri, donanım kısmında GPU birimlerini geliştirmiştir. Yazılım kısmında ise GPU birimlerini kullanan render motorlarında gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler CPU temelli render işlemlerine bir alternatif yöntem olarak GPU temelli render teknolojisini ortaya çıkartmıştır. GPU temelli render motorlarının CPU temelli render motorlarından daha hızlı işlem yapabiliyor olması kullanıcılar için avantaj sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında iki render teknolojisi bir uygulama ile test edilerek kullanıcıların render işlemlerinin zamanından bir tasarruf sağlamayı ve ekonomik masraflarını azaltmaya yönelik bir çözüm sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Üç Boyutlu Animasyon, Render, GPU, CPU

ABSTRACT**INVESTIGATION OF GPU RENDER TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY
USED IN 3D ANIMATION PRODUCTION AND A SAMPLE APPLICATION
STUDY**

BEREKET, Murat
M. Sc. Thesis, Department of Arts
Supervisor: Asist. Prof. Hami Onur BİNGÖL
November, 2019, 62 pages

The rendering process, which is the final stage of the project in three-dimensional animation production, is a time consuming process depending on the computer hardware. The rendering times for user and commercial projects in the sector have become a major obstacle for designers with problems during the work.

Developing computer technologies have developed GPU units in hardware. In the software part, there have been improvements in rendering engines using GPU units. These developments have introduced GPU-based rendering technology as an alternative to CPU-based rendering. GPU based rendering engines are able to process faster than CPU based rendering engines.

In this thesis, two rendering technologies have been tested with an application and a solution has been provided to save the time of users and reduce their economic costs.

Keywords: Three Dimensional Animation, Render, GPU, CPU

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
RESİMLER LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM 3B ANİMASYON VE ÜRETİMİ

1.1. 3B ANİMASYON KAVRAMI	4
1.1.1. 3B Animasyon Tarihi	4
1.1.2. 3B Animasyonların Kullanım Alanları	6
1.2. 3B ANİMASYON ÜRETİMİ	6
1.2.1. 3B Animasyon Üretiminde Kullanılan Teknolojiler	6
1.2.1.1. Üç Boyutlu Modelleme Teknolojileri	7
1.2.1.1.1. Polygon (Çokgen) Modelleme	8
1.2.1.1.2. Sculpt (Heykel) Modelleme	9
1.2.1.1.3. Nurbs Modelleme Teknolojisi	10
1.2.1.2. Üç Boyutlu Hareketlendirme Teknolojileri.....	11
1.2.1.2.1. Keyframe (Ana kare) Animasyon	12
1.2.1.2.2. Motion Capture (Hareket Yakalama) Animasyon	13
1.2.1.2.3. Stop Motion Animasyon	14
1.2.1.2.4. Cut-Out (Kesme-Çıkartma) Animasyon	15
1.2.1.3. Render (Sıvama) Teknolojileri	16
1.2.1.3.1. CPU Render Teknolojisi	17
1.2.1.3.2. GPU Render Teknolojisi	18
1.2.1.3.3. Gerçek Zamanlı (Real-Time) Render Teknolojisi	18

İKİNCİ BÖLÜM GPU RENDER TEKNOLOJİSİ

2.1. GPU’NUN TARİHİ	20
2.1.1. GPU’nun Kullanım Alanları.....	21
2.1.2. 3B Oyunlarda GPU’nun Kullanımı	21
2.1.3. Bilgisayar Destekli Görüntülerde GPU’nun Kullanımı	22
2.2. RENDER İŞLEMLERİNDE GPU’NUN KULLANIMI	24
2.2.1. Render Motorları ve Kullanım Alanları	25

2.2.2. GPU Kullanan Render Motorları	25
--	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM UYGULAMA ÇALIŞMASI

3.1. UYGULAMA İÇİN ÖRNEK SAHNELERİN BELİRLENMESİ	32
3.1.1. İç Mekân Sahnesi	32
3.1.1.1. Modelleme Aşaması	33
3.1.1.2. Modelin Blender'e Aktarılması ve Materyallerin Ayarlanması.....	37
3.1.1.3. Modele Materyal Atamalarının Yapılması.....	39
3.1.1.4. Işıklandırma ve Render	40
3.1.1.4.1. Sahnenin Işık Kurulumu	40
3.1.1.4.2. CPU Render İşlemi	43
3.1.1.4.3. GPU Render İşlemi.....	45
3.1.2. Dış Mekân Sahneleri	47
3.2. GPU VE CPU RENDER SONUÇLARININ KARŞILAŞTRILMASI	54
SONUÇ.....	57
KAYNAKÇA	59
DİZİN	62

RESİMLER LİSTESİ

Sayfa

Resim 1.1: Ed Catmull’un Sol Elinin Modeli	5
Resim 1.2: Fred Parke’ın Eşinin Yüz Modeli	5
Resim 1.3: Maya Programında Silindir Çokgeninden Kenarları ve Köşeleri Çekiştirilerek Bir Yüz Modeli Oluşturulmuştur	7
Resim 1.4: Poligon Modellemeye Genel Bakış.....	8
Resim 1.5: Maya Programında Modelleme İçin Kullanılan Transformasyon	9
Resim 1.6: Basınca Duyarlı Çizim Tabletiyle Sculpt Modelleme Çalışması.....	10
Resim 1.7: Nurbs Eğrileri İki Farklı Noktadan Meydana Gelir	11
Resim 1.8: Topların Ana Kare ve Ara Kare Pozda Gösterimi	12
Resim 1.9: İki Ana Kare Arası Ara Kare Pozlama Yapılmış	13
Resim 1.10: Hobbit, Beklenmedik Yolculuk Filminde Motion Capture Teknolojisinin Kullanıldığı Bir Sahne.....	14
Resim 1.11: Revoltoso Adlı Kısa Film, Stop Motion Tekniğine Örnek Bir Çalışmadır	15
Resim 1.12: Cut-Out Tekniğiyle Yapılmış South Park Çizgi Film Serisi.....	16
Resim 1.13: Üç Boyutlu Modellenmiş Olan Sahnenin Render Görüntüsü	17
Resim 2.1: Diamond Multimedia Firmasına Ait Olan 3dfx Voodoo Ekran Kartının Örnek Bir Görüntüsü	20
Resim 2.2: 2016 Yılında Unity Oyun Motoru İle Render İşlemi Yapılan “Adam” Kısa Filminin Ekran Görüntüleri	22
Resim 2.3: Nvidia Firmasının En Güncel Quadro Kartlarından Quadro RTX 8000 Modelinin Görüntüsü	23
Resim 2.4: AMD Firmasının En Güncel İş İstasyon GPU’su Radeon PRO WX9100 ..	23
Resim 2.5: Bir Anakart Donanımı Üzerine Takılan Sekiz GPU İle Oluşturulmuş Render Farm Görüntüsü.....	24
Resim 2.6: Vray Render Motorunun “Proxy Mesh” Teknolojisi.....	26
Resim 2.7: Mental Ray ile Alınmış İç Mekân Render	27
Resim 2.8: Aquaman Filminde Kullanılmış Örnek Bir Sahne	28
Resim 2.9: LuxCoreRender ile Alınmış İç Mekân Render	28
Resim 2.10: Maxwell Render ile Alınmış İç Mekân Render	29
Resim 2.11: Octane Render ile Alınmış İç Mekân Render	30

Resim 2.12: Cycles Render ile Alınmış İç Mekân Render.....	30
Resim 3.1: Yapılacak Uygulamada Referans Alınacak İç Mekân Görseli	32
Resim 3.2: Extrude Aracı İle Modellemeye Başlanması	33
Resim 3.3: Çalışma Masası İle Pencere Modeli Çalışması	33
Resim 3.4: Pencere Parçalarının ve Perde Model Oluşumu.....	34
Resim 3.5: Yapılmış Koltuk Modeli	34
Resim 3.6: Ranzalı Yatak Modeli	35
Resim 3.7: Masa ve Sandalyelerin Modellenmiş Gösterimi	35
Resim 3.8: Sahnenin Son Modellenmiş Hali.....	37
Resim 3.9: Modelin Maya Sahnesinden Blender Sahnesine Aktarılması	38
Resim 3.10: Sahnedeki Modelin Maya Programından Blender Programına Aktarıldıktan Sonraki Boyut Ayarlanması Yapılmış Görüntüsü.....	38
Resim 3.11: Seçili Objeye Yeni Materyalin Oluşturulması ve Renk Ayarlanması	39
Resim 3.12: Modellerin Materyal Tanımlanmış Görüntüsü.....	40
Resim 3.13: Sahneye Güneş Işığı Ekleme.....	41
Resim 3.14: Cycles Render Motorunun Aktif Edilmesi.....	41
Resim 3.15: Sahnenin Preview (Ön İzleme) Render Görüntüsüne Geçirilmesi ve Sahnenin Preview Render Görüntüsü	42
Resim 3.16: Sahneye Eklenen Alan Işıkları ve Konumları.....	42
Resim 3.17: Alan Işıklarından Sonraki Sahnenin Görüntüsü.....	43
Resim 3.18: Render Çözünürlük Ayarları ve CPU Kullanımının Seçilmesi.....	43
Resim 3.19: Işık Dağılım Ayarları	44
Resim 3.20: Tiles Ayarı ve Değerleri.....	44
Resim 3.21: CPU ile Alınan Render Görüntüsü.....	45
Resim 3.22: GPU Render Seçeneğinin Seçilmesi	45
Resim 3.23: GPU Render İçin Tiles Ayarları.....	46
Resim 3.24: GPU Render İle Alınan Görüntü.....	47
Resim 3.25: İstasyon Binasının Modellenme Aşamasının Görüntüsü	48
Resim 3.26: Rayların Modellenme Aşamasının Görüntüsü	48
Resim 3.27: İstasyon Sahnesinin Tamamlanmış Görüntüsü	49
Resim 3.28: İstasyon Sahnesinin Blender Programındaki Görüntüsü.....	49
Resim 3.29: İstasyon Sahnenin CPU Render Sonucu	50

Resim 3.30: Sahnenin Autodesk Maya Programındaki Görüntüsü.....	50
Resim 3.31: Dış Mekân 1 Sahnesinin Render Alınacak Kamera Açısı	51
Resim 3.32: Dış Mekân 1 Sahnesinin Render Görüntüsü	51
Resim 3.33: Dış Mekân 2 Sahnesinin Render 4k Zemin Dokulu Render Görüntüsü	52
Resim 3.34: Taş Zemin İçin 4k Kaplamaların Kullanıldığı Model Sahnesi	52
Resim 3.35: Gece Sahnesinin Genel Sahne Görüntüsü.....	53
Resim 3.36: Gece Sahnesinin Render Görüntüsü	54
Resim 3.37: Sahnelerin Farklı Bilgisayar Donanımlarındaki Render Sonuçları.....	55



KISALTMALAR

3B	Üç boyutlu
3D	Three Dimension (Üç boyutlu)
CPU	Central Processing Unit (Merkezi işlem birimi)
GPU	Graphics Processing Unit (Grafik işlemci birimi)
FBX	Filmbox (Özel bir dosya biçimidir)
CGI	Computer Generated Imagery (Bilgisayarla Üretilen Görüntüler)
NURBS	Non-Uniform Rational Basis Spline (Düzgün Olmayan Rasyonel Temel Spline)
RAM	Random Access Memory (Rastgele Erişimli Bellek)
RTX	Ray Tracin (Işın İzleme)



TEZ METNİ

GİRİŞ

Araştırmanın Problemi

3B animasyon üretiminde projenin izlenebilir hale gelebilmesi için sahnelerin render, ses ve montaj aşamalarından geçmesi gerekmektedir. Render aşamasında kullanılan bilgisayar donanımları ve render yazılımları, çalışılan projenin sahne durumuna göre kareleri matematiksel hesaplamalar yaparak görsel hale dönüştürmektedir. 3B animasyon projelerinde render işlemi, her bir karenin ayrı ayrı hesaplanması ile yapıldığı için bu aşama, bilgisayar donanımlarına bağlı olarak uzun süreler alabilmektedir. Animasyon stüdyolarında tamamlanması günler alan render işlemleri stüdyolar için bir problemdir.

Araştırmanın Amacı

Render aşamasında kullanılan yazılımlar, bilgisayar donanımlarından CPU birimini kullanmaktadır. Gelişen bilgisayar ve yazılım teknolojileri animasyon alanına birçok yenilikler getirmiştir. 3B animasyon üretiminin render aşamasındaki gelişmelerden biri GPU render teknolojisidir. Animasyon stüdyolarının veya tasarımcıların render işlemlerindeki zaman kaybını GPU render teknoloji kullanarak azaltmak ve tasarımcılara zaman kazandırmak bu çalışmanın temel amacını teşkil etmektedir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmada modellenecek olan iç mekân modelinin referans görseli, modelleme aşamasında kullanılacak olan Autodesk Maya yazılımı, 3B animasyon alanının sadece modelleme ile render aşamaları ve render aşamasında kullanılacak olan Cycles render motoru bu araştırmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır.

Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada, araştırma tekniklerinden olan ‘literatür tarama’ yöntemi kullanılmıştır. 3B modelleme tekniklerinden poligon modelleme yöntemi kullanılarak araştırmanın uygulama aşamasında mekân modellemesi ve GPU – CPU render teknikleri uygulanmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırma neticesinde elde edilen kaynak bilgilerin uygulamada kullanılması ve önce model daha sonra render aşama işlemleri gerçekleştirilip görseller alındı. Alınan görsellerle birlikte uygulamanın analizi yapıldı. Modelleme için örnek referanslar incelenip uygun görsel araştırmaya konuldu. Araştırmanın uygulama aşaması olan modelleme için Autodesk Maya ve render; görsel taraması içinse Blender programları kullanılmıştır. Uygulama için benzer çalışmaların örnek video ve görselleri incelenmiştir.





BİRİNCİ BÖLÜM

3B ANİMASYON VE ÜRETİMİ

1.1. 3B ANİMASYON KAVRAMI

Animasyon, elle ya da bilgisayar programları tarafından oluşturulan görsellerin art arda ve belirli bir hızda gösterilmesi ile oluşan görsel bir harekettir. Animasyon kavramının ilk olduğu zamanlarda kağıtlar üzerine çizilerek elde edilen hareketler, teknolojilerinin gelişmesi ile animasyon üretiminde bilgisayarların kullanılmasının önünü açmıştır. İlk çalışmalarda çizilen karelerin fotoğraflanması ve oynatılması olarak yer bulan bilgisayar yazılımları, zamanla çizim eyleminin bilgisayar ortamında da yapılmasına olanak tanımıştır.

Bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki gelişmeler X ve Y'den oluşan iki boyutlu düzleme Z ekseninin de eklenmesi ile üç boyutlu düzlemin oluşmasını sağlamış ve X-Y-Z eksenlerini kullanan bilgisayar programlarında yapılan hareketli görüntüler üç boyutlu animasyon tekniğini ortaya çıkartmıştır (Gürsaç, 1999: 18).

1.1.1. 3B Animasyon Tarihi

Bilgisayarlar ilk zamanlarda, oluşturulan animasyonların (CGI: Computer Generated Imagery) geleneksel tekniklere yardımcı olması için kullanılmaktaydı. İlerleyen yıllar içerisinde teknolojinin gelişmesi ile yeni üretilen ve tamamen bilgisayar ortamında gerçekleştirilen animasyon teknikleri ortaya çıkmıştır. Üreticinin animasyonunu istediği şekilde geliştirebilmesini sağlayacak programlama dilleri ve yazılım sistemleri geliştirilmiştir (Hégron, Palamidese ve Thalmann, 1989: 1).

Yapılan ilk dijital, üç boyutlu animasyon filmi, 1972 yılında Pixar kurucusu olan Ed Catmull ve iş arkadaşları tarafından oluşturulan "El" adlı kısa film olmuştur. Pixar kurucu ortağı Ed Catmull ve uzman meslektaşısı Fred Parke tarafından yapılan bu filmde ilk olarak Catmull'un sol elinin alçı modeli oluşturuldu. Daha sonra kalemle elin formu 350 poligonla çizilerek bilgisayar ortamında hesaplanıp canlandırıldı.

Resim 1.1: Ed Catmull'un Sol Elinin Modeli



Kaynak: www.steemit.com, 2019.

Catmull, üç boyutlu görüntüyü canlandırmak ve değiştirmek için bir animasyon programı geliştirmiştir. Bu yazılımla Parke'in eşinin yüzünü ve yapay bir kalp valfini modelledi. (www.3dakademi.com, 2019).

Resim 1.2: Fred Parke'ın Eşinin Yüz Modeli



Kaynak: www.steemit.com, 2019.

1.1.2. 3B Animasyonların Kullanım Alanları

Günümüzde üç boyutlu animasyonların kullanım alanlarının yaygınlaştığı görülmektedir. Eğitim, oyun, sağlık, mimari animasyon, belgesel, sinema ve reklam filmleri gibi çeşitli alanlarda animasyonlar kullanılabilir. Görselliğin önem kazanması, gelişen bu sektörde animasyona olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu durum animasyona yönelik büyük yatırımların yapılmasına vesile olmuştur.

1.2. 3B ANİMASYON ÜRETİMİ

Bilgisayar animasyonunda yapılan ilk işler, klasik iki boyutlu animasyon tekniklerinin gelişmesini sağlamıştır. İki boyutlu animasyon teknik aşamaları olan öykü panosu hazırlama (storyboarding), anahtar kare (keyframe) animasyon, ara doldurma (inbetweening), tarama / boyama (scan / paint) ve çok düzlemlili arka planlar (multiplane backgrounds) gibi teknikler üç boyutlu animasyon bilgisayar programlarında uygulayabilmek için denenmiştir. Daha sonra üç boyutlu animasyon teknikleri için özel yazılımlara dayalı anahtar kare (keyframe) sistemleri oluşturulmuştur. Böylece bu sistemler, daha yüksek kalitede animasyon üretimlerinin oluşmasına yardımcı olmuştur (Dündar, 2013: 87).

Üç boyutlu bir animasyon üretiminde, konu, konunun amacı, izleyiciye vermek istenilen mesaj ve projenin tamamlanma süresinin de belirlendiği bir planlama ile başlar. Daha sonra animasyondaki ana kareler, karakter ve nesne yerlerinin belirlendiği, kamera açıları ve diyalogların olduğu öykü panosu hazırlanır. Tasarımı yapılmış karakter ve objelerin modelleri yapıldıktan sonra doku kaplaması oluşturulur. Hareketlendirilecek karakter modelleri için eklemeler yapılır. Sanatçı için hazır hale getirilen karakterler hareketlendirilir. Sahneye ışık yerleştirmesinden sonra render (sıvama) aşamasında görüntü kareleri elde edilir ve ses montajı yapılır. Son olarak görüntünün renk dengesi ayarlanarak proje sonlandırılır.

1.2.1. 3B Animasyon Üretiminde Kullanılan Teknolojiler

Teknolojinin gelişmesiyle üç boyutlu animasyonlar birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Üç boyutlu animasyonların kullanım alanlarının artması animasyon üretiminde gelişmelere neden olmuştur. Hızlı gelişen animasyon sektörü, bilgisayar

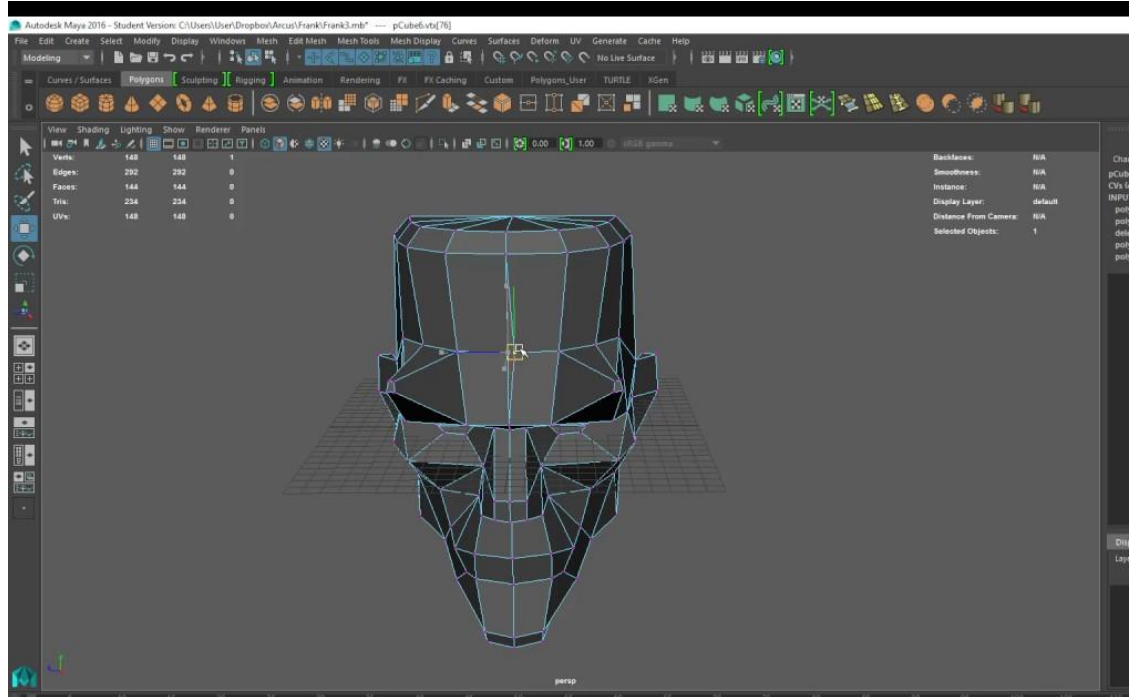
tabanlı üretimde farklı teknolojilerin gelişmesini ve kullanılmasını sağlamıştır (Akören, 2018: 136). Üç boyutlu animasyon üretiminde kullanılan teknolojilere bu başlık altında ayrıntılı olarak değinilecektir.

1.2.1.1. Üç Boyutlu Modelleme Teknolojileri

Üç boyutlu modelleme; x-y-z eksenlerini kullanan bilgisayar yazılımlarında poligon olarak isimlendirilen objelerin, kenar (Edge), köşe noktaları (Vertices) ve yüzey (face) bileşenlerini çekiştirerek belirli bir form yapısına dönüştürme işlemidir (www.lifewire.com, 2019).

Üç boyutlu modellemede, organik ve katı modelleme olmak üzere iki tür alan vardır. Organik modellemede; yüzeyler yumuşak ve kıvrımlı, katı modellemede ise yüzeyler daha sert ve düz hatlardan oluşmaktadır. Bir obje modellenirken topoloji örgüsünün düzgün olması gerekir. Aksi takdirde üç boyutlu bir objeyi iki boyutlu düzleme yerleştiren UV sistemi üzerinde oluşturulacak kaplamalarda bozulmalar olabilir. Bu da istenmeyen bir görüntü oluşturur.

Resim 1.3: Maya Programında Silindir Çokgeninden Kenarları ve Köşeleri Çekiştirilerek Bir Yüz Modeli Oluşturulmuştur



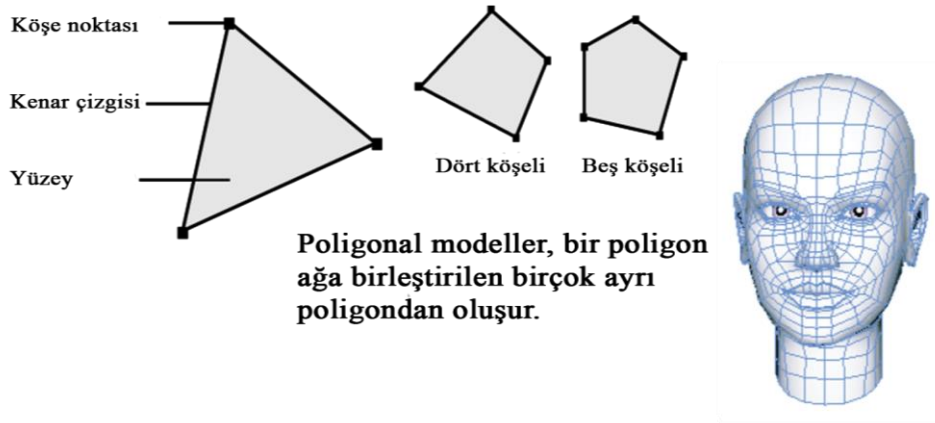
Kaynak: www.i.ytimg.com, 2019.

Üç boyutlu modelleme işleminde, “yüksek poligon” terimi ile isimlendirilen modellerin poligon sayılarının düşürülmesi bilgisayar yazılımları ve kullanıcılar açısından önemsenmesi gereken bir konudur. Üç boyutlu modeller, video oyunları, filmler, mimari, illüstrasyon, mühendislik ve ticari reklamcılık gibi çeşitli alanda kullanılmaktadır (www.conceptartempire.com, 2019).

1.2.1.1.1. Polygon (Çokgen) Modelleme

Poligon; üç boyutlu modeller yaparken form vermek için kullanabileceğiniz köşelere, kenarlara ve yüzlere dayalı geometrik şekillere verilen isimdir (www.knowledge.autodesk.com). Poligon objelerinde köşeler, kenarlar ve yüzler poligonların ana bileşenlerini oluşturmaktadır. Bu ana bileşenler kullanarak poligonlar düzenlenebilir ve farklı formlara dönüştürülebilir. Modelleme işleminde genellikle poligon yapılarının üçgen veya dörtgen şekillerde olması kullanıcı açısından form verme işleminde kolaylık sağlamaktadır. Poligon yapısında bulunun beşgenler ya da daha fazla kenar sayısına sahip olan yüzeyler modelin animasyon, kaplama, iskelet giydirme gibi aşamalarında sorun oluşturabilmektedir.

Resim 1.4: Poligon Modellemeye Genel Bakış

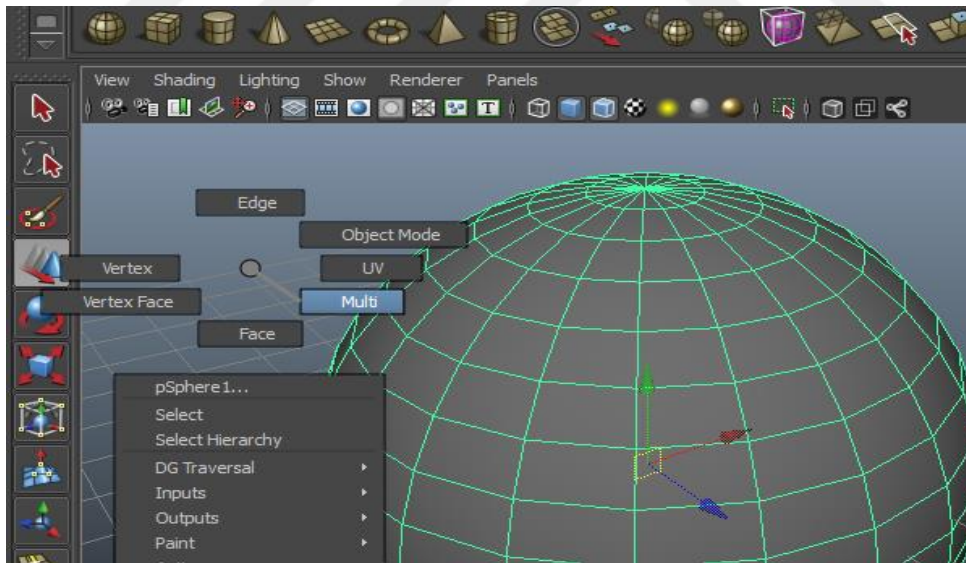


Kaynak: Autodesk Help, 2019.

Üç boyutlu modelleme çalışmalarında, taslak oluşturma ve oluşturulan taslak halindeki modelin detaylandırılması yöntemi uygulanmaktadır. Modelleme araçları kullanılarak obje üzerinde, poligon ekleme (Extrude), simetri oluşturma (Mirror), kenar kırma (Bevel) gibi yöntemler kullanılmaktadır. 3B Modellemede, yüzeyleri keskinleştirmek veya yumuşatmak için yüzeylerin kenar çizgi sayılarını belirli bir oranda arttırmak gerekebilir. Pürüzsüz görüntüler elde etmek için yüksek miktarda eklenen kenar çizgi sayıları, kullanılan bilgisayar donanımına bağlı olarak sahnenin kontrolünde zorluklar çıkarabilmektedir. Bu noktada modellenen objelerin poligon dağılımına dikkat etmek gerekir.

Poligon modelleme yöntemiyle objelerin modellenmesi için modelleme yazılımlarında küp, silindir, küre, koni gibi temel geometrik şekiller bulunmaktadır. Oluşturulan temel geometrik formun, bilgisayar ortamında yapılan çekiştirme, döndürme ve büyütme gibi işlemlerle yapılmak istenen modeller üzerinde çalışmalar yapılabilir (Yardımcı, 2015: 451, 452).

Resim 1.5: Maya Programında Modelleme İçin Kullanılan Transformasyon



Kaynak: www.cdn.tutsplus.com, 2019.

1.2.1.1.2. Sculpt (Heykel) Modelleme

Sculpt modelleme, üç boyutlu objelerinizi sanal ortamda kil yapısındaki objelerin dijital fırçalar kullanılarak yapılan modelleme teknolojisidir. Küp ve küreler gibi ya da kendinizin yaptığı herhangi bir temel model yapısı ile sculpt çalışmaları

yapılabilir. Diğer modelleme tekniklerinden farklı olarak yüksek poligonda çalışma imkânı sunabilmektedir. Grafik tabletlerin basınç hassasiyetini algılayabilen sculpt yazılımları, tablet kullanımına imkân vermesi açısından kullanıcılar için büyük bir avantaj sağlamaktadır (www.strata.com, 2019).

Resim 1.6: Basınca Duyarlı Çizim Tabletiyle Sculpt Modelleme Çalışması



Kaynak: Art of CGI, 2019.

Sculpt modellemede dijital heykeltıraşlık olarak da diyebileceğimiz, programlarda standart olarak gelen fırçalar yardımı ile kil gibi dijital bir nesne üzerinde çekme, yumuşatma, tutma ve çeşitli fırça darbeleri ile üç boyutlu tasarımlar yapılmaktadır. Grafik tablet ile model üzerinde yumuşak ve sert dokunuşlar yapılarak pürüzsüz hale getirilebilmektedir. Sculpt modelleme film, oyun ve endüstriyel tasarım gibi alanlarda kullanılmaktadır.

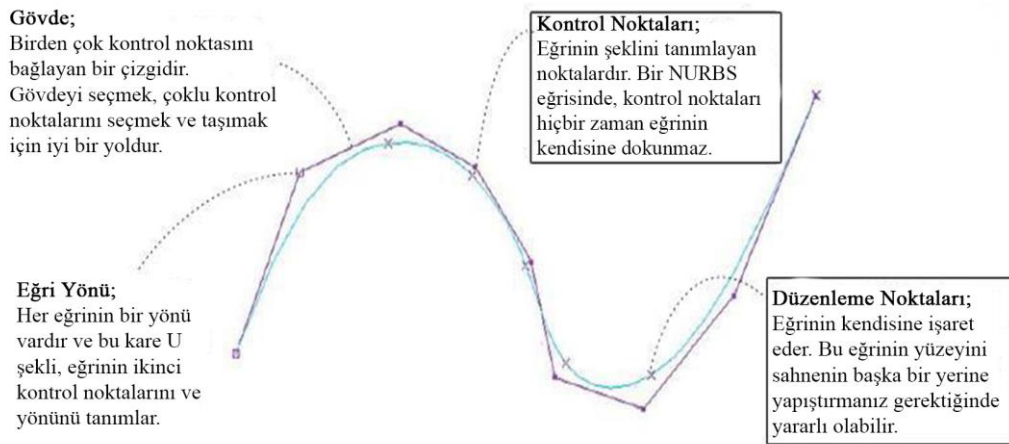
Üç boyutlu sculpt modelleme, ZBrush, Mudbox, Blender, Sculpttris, Meshmixer, Sculptura gibi üç boyutlu bilgisayar programlarında kullanılmaktadır. Bunlardan en popülerleri olarak, Pixologic firmasının Zbrush yazılımı gösterilebilir (www.all3dp.com, 2019).

1.2.1.1.3. Nurbs Modelleme Teknolojisi

Nurbs (Non-Uniform Rational Bezier Splines) modelleme, Türkçe anlamı tek biçimli olmayan oransal bezier eğrisi anlamına gelir (Kozan, 2015: 162). Nurbs spline eğrilerden oluşturulan yüzeylerden meydana getirilen bir modelleme tekniğidir.

Genellikle detayı az olan objeleri ve karmaşık eğrisel yapıları hızlı ve pratik şekilde oluşturmak için kullanılır. Nurbs yüzeyler, nurbs eğrilerle oluşturularak yapılır. Nurbs eğrileri kontrol noktaları ve düzenleme noktaları olmak üzere iki farklı noktadan meydana gelmektedir. Kontrol noktaları (Control Vertices), eğrinin dışındadır ve eğrinin genel şeklini oluşturmada kullanılır. Birbirlerine hull (gövde) ile bağlanırlar. Hulls'lara tıklandığında tüm kontrol noktaları seçilmiş olur. Bir diğer nokta ise, düzenleme noktaları (Edit points), direk spline eğrisi üzerinde yer alır. Eğrinin şeklini oluşturmak için kullanılır (Oflluoğlu, 2011: 1,4).

Resim 1.7: Nurbs Eğrileri İki Farklı Noktadan Meydana Gelir



Kaynak: Oflluoğlu, 2011: 4.

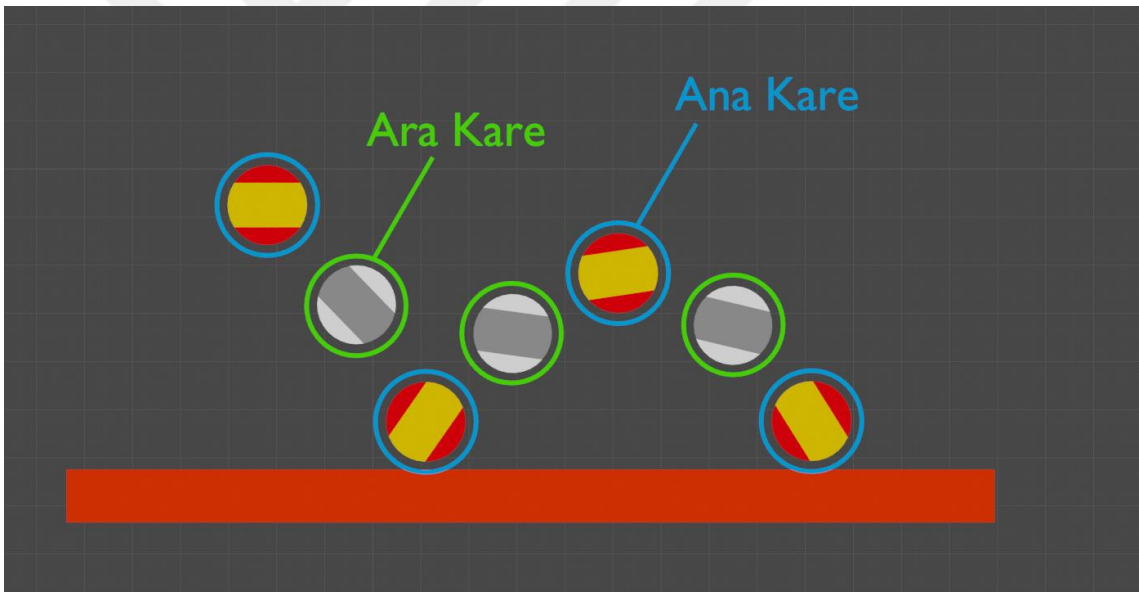
1.2.1.2. Üç Boyutlu Hareketlendirme Teknolojileri

Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi farklı animasyon tekniklerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu tekniklerin Stop Motion, Motion Capture, Keyframe animasyon, Cut-Out animasyon olarak isimlendirildiği görülmüştür (Göktepe, 2015: 59). Ortaya çıkan bu teknikler animasyon sanatçılarının farklı konularda ve projelerde birçok animasyon film ya da video üretmelerini sağlamıştır.

1.2.1.2.1. Keyframe (Ana kare) Animasyon

Geleneksel animasyon, temelini oluşturan kareler halinde çizilen görüntülerin dijital ortamda anahtar kare belirleme işleminden oluşmaktadır. Geleneksel anlamda anahtar kare işlemi ilk olarak Flip book’larda uygulanmıştır. Flip book’ta her bir kâğıtta tek çizim bulunur ve bu çizilmiş kâğıt sayfalarının hızlıca çevrilmesi ile ortaya hareketli görüntüler çıkar. Zaman içerisinde anahtar kare animasyon tekniği ile birçok denemeler yapılmış ve tekniğin kullanıldığı birçok animasyon çalışmaları yapılmıştır. Kare kare animasyonda, ana kare (Keyframe) ve ara kare (Inbetween frames) olmak üzere uygulanan iki farklı işlem vardır. Ana kare, bir animasyonu oluşturan uç noktadaki temel pozlardır. Ara kareler ise oluşturulan uç pozların aralarını dolduran karelerdir (Dündar, 2013: 127).

Resim 1.8: Topların Ana Kare ve Ara Kare Pozda Gösterimi



Kaynak: Bereket, 2019.

Resim 1.9: İki Ana Kare Arası Ara Kare Pozlama Yapılmış



Kaynak: www.thinkinganimation.com, 2019.

Bilgisayar animasyonlarında kullanılan program, ana kareler yapıldıktan sonra ara kareleri otomatik olarak kendi doldurmaktadır. Bilgisayar yazılımlarında, pozlanan modelin ana kareleri, karakter kontrollerinin zaman çizelgesi (Timeline) üzerinde keyler ile tanımlanması ile oluşturulur (Krasner, 2008: 321).

1.2.1.2.2. Motion Capture (Hareket Yakalama) Animasyon

Motion Capture, kamera ile insan hareketlerini sanal ortama aktarmak için vücuda yapıştırılan sensörler aracılığıyla rol oyuncusunun hareketlerini animasyon yazılımına aktaran bir teknolojidir. Bu teknolojinin gerçekleştirdiği matematiksel hesapların üç boyutlu programlar içerisinde modellenmiş karakterlere aktarılmasıyla animasyonda gerçekçi hareketin üretilmesi sağlanmıştır. Motion Capture teknolojisi ilk başlarda savunma sanayi ve tıp alanında daha sonra filmler, oyunlar ve televizyon reklamları gibi birçok alanda kullanılmıştır. Animasyon filmlerinin genelinde bu teknoloji kullanılarak filmlerin yapım süreleri kısaltılmaktadır (Kozan, 2015: 145).

Resim 1.10: Hobbit, Beklenmedik Yolculuk Filminde Motion Capture Teknolojisinin Kullanıldığı Bir Sahne



Kaynak: www.indianexpress.com, 2019.

1.2.1.2.3. Stop Motion Animasyon

Stop Motion animasyon, objelerin kukla gibi hareket ettirilerek tek tek resimlerinin çekilmesi ve bilgisayar yazılımlarında arka arkaya oynatılması ile oluşturulan animasyon tekniğidir (Aran, 2009: 14). Stop motion tekniği için karakterlerin yapımı esnasında oyun hamuru ya da maketler kullanılabilir (Arı, 2015: 21).

Bu animasyon tekniğinde obje hareket ettirilerek resmi çekildiği için görüntü karesinin devamlılığı prensibinden dolayı, animasyonu yapılacak objenin iki veya üç karede bir hareket ettirilerek fotoğraflanması yeterli olacaktır (Locke, 1992: 63).

Resim 1.11: Revoltoso Adlı Kısa Film, Stop Motion Tekniğine Örnek Bir Çalışmadır



Kaynak: www.stopmotionmagazine.com, 2019.

1.2.1.2.4. Cut-Out (Kesme-Çıkartma) Animasyon

Stop Motion animasyonun bir diğer örneği olan Cut-Out (Kesme-Çıkartma) animasyon tekniği iki boyutlu görseller kullanılarak yapılır. Bu teknik için genelde katlanması kolay olduğu için kâğıt kullanıldığı görülmektedir. Cut-Out animasyonda oluşturulan modellerin eklem yerlerine tel ve raptiye gibi malzeme yerleştirilerek hareket etmesi sağlandıktan sonra tek tek fotoğrafları çekilir ve animasyon tamamlanır. Bu sayede de kullanıcı zamandan tasarruf etmiş olur (Arı, 2015: 29).

Trey Parker ve Matt Stone'nin 1997 yılında televizyonda yayımlanması için yaptığı "South Park" çizgi film serisi günümüzde en başarılı Cut-Out animasyon film örneği olarak görülmektedir (Kozan, 2015: 141).

Resim 1.12: Cut-Out Tekniğiyle Yapılmış South Park izgi Film Serisi

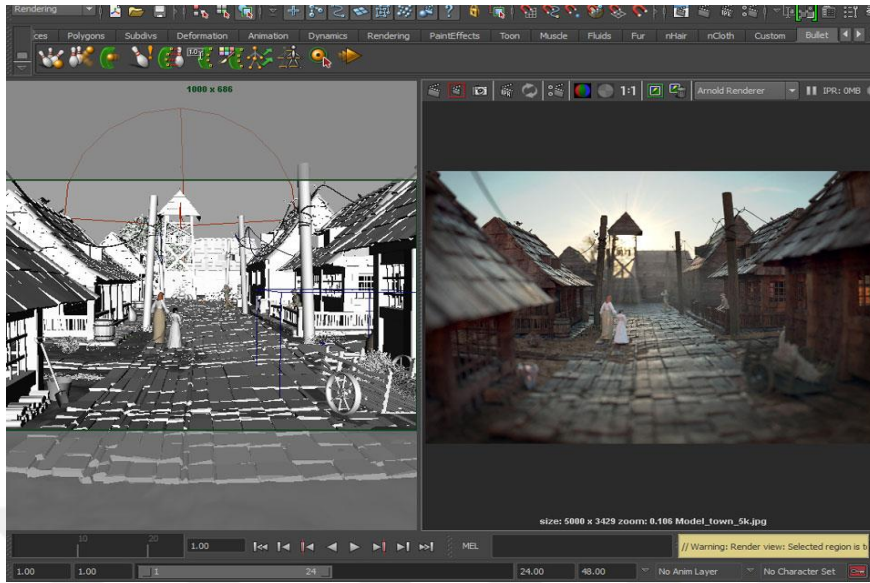


Kaynak: www.mentalfloss.com, 2019.

1.2.1.3. Render (Sıvama) Teknolojileri

Render, üç boyutlu olarak tasarlanmış mekân ve bu mekân içerisinde modellenmiş objelerin, bir kamera açısından objelerin yüzey özellikleri ve mekandaki ışıkların aydınlatma değerlerinin birebir bilgisayar tarafından hesaplanmasıyla renklendirmesi ve gösteriminin yapılması işlemidir (Gürsaç, 1999: 37). Animasyon yazılımlarında render işlemi için render motorları kullanılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan render motorları V-ray, Redshift, Arnold, Cycles, Renderman gibi yazılımlardır. Render motorlarında ışık dağılımı fiziksel hesaplamalar ile yapılmaktadır. Bu durum görüntüde gölge oluşturma ve ışık dağılımı gibi işlemlerde gerçekçiliği artırır.

Resim 1.13: Üç Boyutlu Modelenmiş Olan Sahnenin Render Görüntüsü



Kaynak: www.arnoldrenderer.com, 2019.

Render teknolojilerinde gerçek zamanlı ve gerçek zamanlı olmayan iki farklı render teknikleri bulunmaktadır. Gerçek zamanlı render (Real-Time) işleminde, sahne içinde ışık, renk ve doku özellikleri aktif bir şekilde görüntülenebilir. Gerçek zamanlı olmayan render işleminde ise, görüntünün elde edilmesi için sahnenin matematiksel olarak hesaplanması gerekmektedir. Real-time render teknolojisinin sahneyi aktif olarak gösterebilmesi, mimarı alanlarda yaygın olarak tercih edilmesine neden olmaktadır (Kozan, 2015: 187).

1.2.1.3.1. CPU Render Teknolojisi

CPU (Central Processing Unit) Türkçe’de merkezi işleme birimi anlamına gelmekle beraber bilgisayarın tüm temel işlemlerini hesaplayan donanımdır. CPU’larda çekirdek sayısı ne kadar arttırılırsa alınacak performansta o kadar iyi olacaktır. İşlemci tabanlı render motorları, Vray, LuxRender, Mental Ray, Arnold, KeyShot gibi bazı render yazılımlarıdır. CPU render teknolojisinde render işlemi için kullanılan işlemcilerin çekirdek sayıları render sürelerinde farklılıklar oluşturabilmektedir. CPU render işlemi esnasında zaman kazanmak için animasyon stüdyoları “Render Farm” olarak tanımlanan özel bilgisayar alanları oluşturmaktadır. Render farmlar için geliştirilen 2 veya 4 işlemciyi aynı anda çalıştırma imkânı sunan anakart donanımları görülmüştür.

1.2.1.3.2. GPU Render Teknolojisi

GPU (Graphics Processing Unit) Türkçede grafik işlemci birimi anlamına gelmektedir. Bilgisayar üzerinde yapılan işlemlerin, yazı ve grafiklerin oluşturulması sırasında monitör ve CPU arasında görev yapmakta olan dönüştürücülerdir. Ekran kartı işlemcisi olarak ta tanımlanabilir. Günümüzde iki büyük ekran kartı firması olarak AMD ve Nvidia vardır. Bu iki firma arasındaki rekabet GPU ekran kartı işlemcilerini geliştirmekte ve güçlendirmektedir. Ekran kartı birimlerinde oluşan bu gelişmeler, GPU teknolojisini kullanan render motorlarının sayısını artırmaktadır.

GPU'da iki farklı görüntü oluşturma yöntemi vardır. Nvidia ekran kartı için CUDA ve AMD grafik kartı için OpenCL mimarileri kullanılmaktadır. CUDA, Nvidia tarafından desteklenen bilgisayarın işlem gücünü artıran ve GPU görüntülemesi için destek sağlar. OpenCL, AMD grafik kartları tarafından GPU görüntülemesi için destek sağlar (www.docs.blender.org, 2019).

1.2.1.3.3. Gerçek Zamanlı (Real-Time) Render Teknolojisi

Gerçek zamanlı render, yapılan işin sonucunu beklemeden görmemizi sağlar. Üç boyutlu bilgisayar programlarında sis ve alan derinliği gibi uzun süren efektli sahnelerin işlenmesi bile gerçek zamanlı render teknolojisinde beklenmeden sonuçlanmaktadır (www.archdaily.com, 2019). Gerçek zamanlı olmayan render işleminde tek bir kare görüntü elde etmek için render motoru, sahnede yer alan objelerin poligon sayısı, ışık ayarları, doku ve kaplama bilgisi gibi değerleri matematiksel olarak bir işlemde geçirmektedir. Klasik render motorlarının fiziksel tabanlı olması, sahnenin analiz edilirken yapılan matematiksel işlemlerin zaman almasına neden olmaktadır. Real-time render işleminde kullanılan render motorları, fiziksel render motorlarına göre aydınlatma ve gölgelendirme gibi işlemleri taklit etme yöntemleri ile yaptıkları için daha hızlı sonuç vermektedir. Real-time render teknolojisinin kullanıldığı alanlar başta oyun sektörü olmak üzere animasyon filmleri, mimari görselleştirmeler ve reklam animasyonlarıdır.



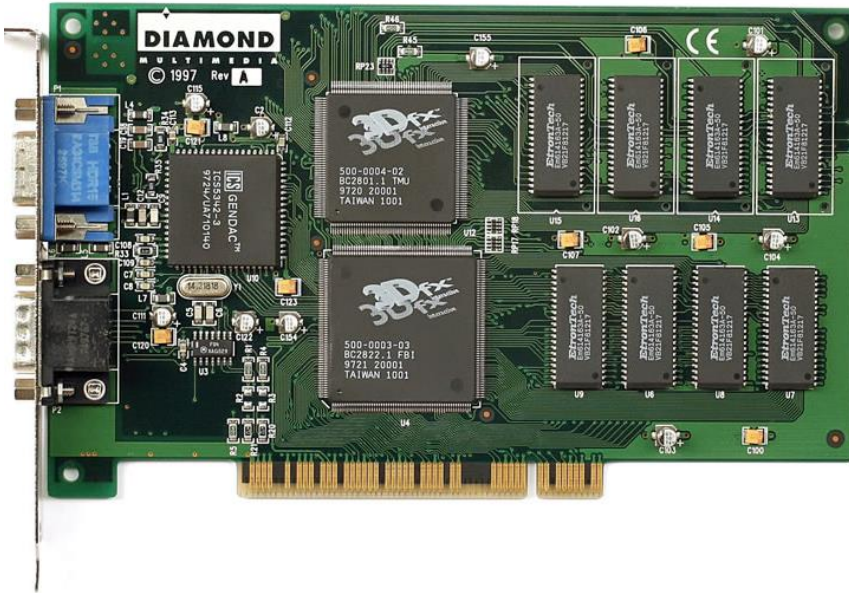
İKİNCİ BÖLÜM

GPU RENDER TEKNOLOJİSİ

2.1. GPU'NUN TARİHİ

Günümüzde her bilgisayarda yer alan GPU yani Grafik İşlem Birimi kartları 1995 yılında ilk olarak 3B görsellerin ihtiyacı doğrultusunda bilgisayar donanımına ek olarak takılabilen kartlar ile ortaya çıkmıştır. Bilgisayar ortamında 3B nesnelerin görüntülenebiliyor olması insanların oldukça ilgisini çekmiş ve bu durum 1999 yılına gelindiğinde 3Dfx Voodoo isimli kartların piyasaya çıkmasını sağlamıştır. Bu gelişmeler bilgisayarda oyun oynayabilme sürecini başlatmış ve 2000 yılında Nvidia ve Ati olmak üzere iki marka daha ekran kartı üretimine başlamıştır (www.techspot.com).

Resim 2.1: Diamond Multimedia Firmasına Ait Olan 3dfx Voodoo Ekran Kartının Örnek Bir Görüntüsü



Kaynak: www.techspot.com, 2019.

Günümüzde GPU render alanında kullanılan grafik kartlarının ilk örnekleri 2006 yıllarında ortaya çıkmıştır. GPU teknolojilerinin gelişmesi firmalar tarafından OpenCL ve Cuda isiminde görüntü işleme teknolojilerini ortaya çıkartmıştır (www.techspot.com, 2019). 2000'li yıllarda Ati ekran kartlarını üretim firma, 2006 yılında CPU üreticisi AMD firması tarafından satın alınmıştır.

2.1.1. GPU'nun Kullanım Alanları

Günümüz teknolojisinin geldiği noktada görüntü aktarımı yapması gereken bir mobil cihazdan kişisel bilgisayarlarımıza kadar bütün görüntü işlem birimine ihtiyaç duyan teknoloji ürünlerinde GPU kendisine yer bulmuştur. Bununla beraber bilimsel araştırmalar yapmak için kurulan süper bilgisayarlara özgü firmalar özel GPU'lar geliştirmektedir. Oyun sektöründe bilgisayar dışında kullanılan Xbox, Playstation gibi cihazlarda içinde GPU barındırmaktadır. 3B animasyon üretiminde kullanılan özel iş istasyonlarına da oyun kartları dışında özel kartlar üretilmektedir.

2.1.2. 3B Oyunlarda GPU'nun Kullanımı

3B oyunlar her yaştan insanın oynayabileceği şekilde everilmişlerdir. Oyun sektörü, bilgisayar oyunları dışında tabletler, telefonlar, TV'ler, Xbox ve Playstation gibi cihazlarda da oynanabilir hale gelmiştir. Bu durum bu cihazlarında donanımlarında GPU ihtiyacını ortaya çıkartmıştır. Mobil alanda ekran kartı üretimi yapan en büyük iki firma Qualcomm ve Mediatek firmalarıdır.

Bilgisayar oyunlarındaki ve GPU birimlerindeki gelişmeler, GPU donanımlarının üç boyutlu animasyon alanında da kullanılmasına olanak tanımıştır. Oyun motorlarında ki teknolojilerin render motorlarına aktarılması ve geliştirilmesi üç boyutlu animasyon alanında GPU render işlemlerinin gelişmesine olana tanımıştır. Bu gelişmelerin yanında Unity ve Unreal Engine gibi oyun motorları oyun üretme işlemi dışında mimarı görselleştirme, üç boyutlu animasyon sahnelerinin render işlemi gibi alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır. 2016 yılında yayınlanan "Adam" kısa filminin modelleme, kaplama animasyon gibi aşamaları üç boyutlu animasyon programlarında yapılırken sahnelerin render işleminde Unity oyun motoru kullanmıştır. Unity oyun motorunun realtime hesaplama gücü sayesinde kısa filmin render aşaması hızlı bir şekilde tamamlanmıştır. Adam filmi ile ortaya çıkan sonuçlar üç boyutlu animasyon üretimi yapan stüdyoların dikkatini çekmiş ve animasyon üretiminde oyun motorlarının yaygınlaşmıştır.

Resim 2.2: 2016 Yılında Unity Oyun Motoru İle Render İşlemi Yapılan “Adam” Kısa Filminin Ekran Görüntüleri



Kaynak: www.turkcealtyazi.org, 2019.

2.1.3. Bilgisayar Destekli Görüntülerde GPU'nun Kullanımı

Nvidia ve AMD firmaların animasyon sektöründe kullanılmak üzere geliştirmekte olduğu Nvidia-Quadro ve AMD-Radeon Pro kategorisi altında özel GPU'ları bulunmaktadır. Bu ekran kartları bilgisayar oyuncularının kullandığı ekran kartlarından farklı bir mimariye sahiplerdir. Aradaki en büyük farklardan birisi Ram bellek farkıdır. Bilgisayar destekli görseller oluşturma işleminde kullanılan ekran kartlarının GPU Ram bellekleri yüksek olmalıdır. Bunun başlıca nedenlerinden biri 3B programların proje sahnelerini GPU'nun ram belleğine yüklüyor olmalarıdır. Bu durum haliyle yüksek miktarda bellek ihtiyacını ortaya çıkarır.

Üç boyutlu modelleme ya da animasyon programlarında sahnenin poligon oranına göre rahat çalışmasını sağlamak için güçlü bir ekran kartına ihtiyaç duymaktadır. Günümüzde hızla gelişen ekran kartı teknolojileri üç boyutlu animasyon filmlerinin yapımı esnasında kullanıcılara avantajlar sağlamaktadır. Güçlü donanıma sahip

bilgisayarın gelişmesi üç boyutlu animasyon üretiminde daha geniş ve yüksek detayda çalışmaların oluşmasına imkân tanımıştır.

Resim 2.3: Nvidia Firmasının En Güncel Quadro Kartlarından Quadro RTX 8000 Modelinin Görüntüsü



Kaynak: www.overclockmarket.com, 2019.

Nvidia GPU üreticinin en büyük rakibi olan AMD firmasında Quadro serisi kartlara karşılık olarak AMD Radeon Pro kartlarını geliştirmektedir. Bütün Nvidia markalı grafik kartları Nvidia firmasının CUDA teknolojisini kullanmaktadır. AMD Radeon Pro kartlarında ise CUDA teknolojisine karşılık olarak OpenCL teknolojisi kullanılmaktadır.

Resim 2.4: AMD Firmasının En Güncel İş İstasyon GPU'su Radeon PRO WX9100



Kaynak: www.directindustry.com, 2019.

2.2. RENDER İŞLEMLERİNDE GPU'NUN KULLANIMI

GPU teknolojisinin gelişmesiyle beraber GPU tabanlı render motorları da gelişmiştir. GPU'ların CPU'lara oranla daha fazla çekirdek barındırıyor olması daha hızlı işlem yapabilme özelliğini sağlamaktadır. Render motorlarının GPU desteklemesiyle beraber CPU'lara oranla render süresinde kısaltmalar görülmüştür. Bir CPU ile GPU çekirdekleri kıyaslandığında Nvidia'nın GeForce RTX 2080 Ti modelinin 4352 çekirdeği bulunduğu görülmüştür. Yüksek çekirdek sayısına sahip olan ekran kartlarının yüksek çözünürlükte ve poligon sayısındaki sahnelerin daha hızlı işleme özelliği render sürelerinin kısaltmalarına neden olmuştur. GPU render motorlarının birden fazla ekran kartıyla aynı anda çalışmasıyla beraber bir bilgisayar üzerine bağlanan sekiz tane ekran kartı render sürelerini sekiz kat daha da hızlandırmaktadır. Bundan dolayı animasyon stüdyoları CPU render sistemlerini kurmak yerine GPU render sistemlerini kurmaya başlamıştır. GPU render motorlarında önemli olan noktalardan bir tanesi ekran kartlarının RAM miktarıdır. Sağlıklı bir şekilde GPU destekli render motorlarında render almak için minimum 8GB RAM belleğine sahip bir ekran kartı gerekmektedir (Alex, 2019).

Resim 2.5: Bir Anakart Donanımı Üzerine Takılan Sekiz GPU İle Oluşturulmuş Render Farm Görüntüsü



Kaynak: www.techspot.com, 2019.

2.2.1. Render Motorları ve Kullanım Alanları

Render motorları, üç boyutlu tasarım ve animasyon programlarında yapılan çalışmaların görsel halini oluşturmak için kullanılan, gerçek dünyada ışığın hareketi ve renklerin oluşumunun, referans alınarak programlandığı yazılımlardır. Render motorlarının temelde çalışma mantıkları aynı olsa da kullandıkları teknolojilere göre görüntüyü ortaya çıkartma sürelerinde farklılar oluşabilmektedir. Stüdyolar, kullanacakları render motorlarını işlem hızı bakımından kısa sürede kaliteli sonuçlar veren yazılımlara tercih etmektedirler. Görsel efekt sahneleri olarak film yapımları, oyun sinematikleri, mimari çalışmalar gibi üç boyutlu programların kullanıldığı her alanda üç boyutlu görüntünün veya animasyonların izlenebilir hale gelmesi için bir render motoruna ihtiyaç vardır.

Render motorlarında, dikkat edilmesi gereken önemli nokta, yazılımın kullanım kolaylığı ve görüntüyü işleme hızıdır. Görüntü işleme sırasında üç boyutlu sahnede yer alan objelerin malzeme ve doku özellikleri, poligon sayıları ve varsa objeler üzerine tanımlanmış kaplama dosyaları işlenmeden önce render motoru tarafından geçici bellek üzerine aktarılmaktadır. Bu işlemin hızlı olması bilgisayarın işlem birimine bağlıdır. Sahne olarak belleğe alınan objeler sonrasında render motorunun desteklediği donanım hızlandırmaya göre CPU veya GPU üzerinden render işlemi yapılacaktır. Günümüzde GPU birimlerinin CPU birimlerinden daha çok sayıda olması bir işi daha kısa sürede yapabilmesi anlamına gelmektedir. Bundan dolayı render motorları arasında GPU desteği olan bir motorun görüntüyü işleme hızı sadece CPU desteği olan bir motora göre daha hızlıdır.

2.2.2. GPU Kullanan Render Motorları

Bilgisayar birimlerinden olan GPU (görüntü işleme birimi) biriminin çok sayıda işlem çekirdeği barındırması render motorları tarafından kullanılmasına neden olmaktadır. Üç boyutlu animasyon üretiminde ki aşamalardan biri olan render işleminde önemli rol oynayan render motorları GPU Render teknolojisine destek vererek kullanıcıların dikkatini çekmeyi başarmaktadır. Render motorlarından GPU teknolojisine destek veren render motorları; LuxRender, Maxwell Render, Mental Ray, Redshift, V-Ray, Cycles Render gibi motorlardır.

V-Ray:

Vray, Chaos Group Ltd. tarafından geliştirilmekte olan fizik temelli bir render motorudur. Donanımsal olarak CPU ve GPU birimlerini kullanarak işlem yapma yetisine sahiptir. V-ray'in desteklediği üç boyutlu programlar, Cinama 4D, SketchUp, 3ds Max, Maya, Blender, Modo, Nuke, Revit, Unreal ve Rhino'dur (www.chaosgroup.com, 2019).

Vray'in sahne oluşturmak için kullanılan "vray-proxy" teknolojisi yüksek poligonlu çalışmalarda sahneyi hafifletmek konusunda etkili bir sonuç oluşturmaktadır. Poligon yapısı olarak çok sayıda yüzeye sahip olan bir modelin Vray-Proxy'e dönüştürülerek disk üzerine kaydedilmesi, modelin siluet olarak sahnede görünmesini fakat render işlemi esnasında diskten okunarak kalite kaybı olmaksızın görüntü oluşturmasını sağlamaktadır.

Resim 2.6: Vray Render Motorunun "Proxy Mesh" Teknolojisi. Soldaki görüntü sağdaki mesh objesinin Vray Proxy objesine dönüştürülmesi. Bu teknolojiye Proxy'e dönüştürülen objenin görüntüsü üçgenler halinde görünse de render işlemi sonucunda ortaya çıkan görüntü disk üzerinden okunduğu için tasarlandığı kalitede olmaktadır.



Kaynak: www.rahmatyani.blogspot.com, 2019.

Mental Ray:

Fizik tabanlı render motorlarından biri olan Mental Ray, diğer render motorları gibi "Işın İzleme" teknolojisini kullanmaktadır. Nvidia şirketi tarafından desteklenmekte

olan render motoru; 3ds Max ve Maya programlarında çalışabilmektedir. Autodesk firmasının Solid Angle yazılımı olan Arnold render motorunu alması ile beraber yazılımlarının standart yüklenmesinde Mental Ray kurulumunu kaldırmıştır.

Sinema, reklam, oyun sinematığı ve mimarı alanda kullanılmakta olan Mental Ray motorunun 2017 yılında geliştiricisi Nvidia tarafından lisans satışı durdurulmuştur. Nvidia firmasının lisans satışını durdurması Mental Ray kullanıcılarına destek vermeyi kestiği anlamına gelmemektedir. Render motorunun lisansını daha önceden satın almış ve halen kullanıyor olan kişilere ve stüdyolara Nvidia firması hala destek vermektedir.

Resim 2.7: Mental Ray ile Alınmış İç Mekân Render



Kaynak: www.nvidiamentalray.files.wordpress.com, 2019.

Redshift:

Üç boyutlu programlar için Maxon Computer GmbH tarafından geliştirilmiş bir render motorudur. Redshift'in kullanıldığı üç boyutlu programlar, 3ds Max, Maya, Cinema 4D, Houdini ve Softimage'dir. Gücünü sadece GPU'dan alır (www.all3dp.com, 2019)

Redshift, lisansı ücretli olan bir render motorudur. GPU teknolojisini kullanarak daha hızlı işlem gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. OpenVDB özelliği ile bulut, duman, ateş

gibi görsel efektleri daha gerçekçi hale getirebilmektedir. Birçok film projelerinde kullanıldığı görülmüştür.

Resim 2.8: Aquaman Filminde Kullanılmış Örnek Bir Sahne



Kaynak: www.redshiftrender.cgrecord.net, 2019.

LuxRender:

Bir grup programcı tarafından yazılan bu program 2007 yılında piyasaya çıkmıştır. Daha sonra 2017 yılında ismi LuxCoreRender olarak değiştirilmiştir. LuxCoreRender, ışığın yönünü fiziksel hesaplamalara göre taklit ederek fotogerçekçi görüntü oluşturmaktadır. Aynı zamanda kullanıcıya görüntü işleme esnasında sahnedeki farklı ışıklar üzerinde değişiklikler yapmasına olanak sağlamaktadır.

Resim 2.9: LuxCoreRender ile Alınmış İç Mekân Render



Kaynak: www.blenderartists.org, 2019.

Fiziksel tabanlı, açık kaynaklı ve ücretsiz bir yazılımdır. LuxCoreRender'in kullanıldığı üç boyutlu programlar, 3ds Max, Maya, Cinama 4D ve Blender'dir. Render işlemi sırasında sadece GPU donanımını kullanır (www.luxcorerender.org, 2019).

Maxwell Render:

Üç boyutlu programlar için Next Limit tarafından geliştirilmiş render motorudur. Maxwell Render'in kullanıldığı üç boyutlu programlar, 3ds Max, Maya, Cinama 4D ve Revit'tir. Render işleminde hem CPU hem de GPU donanımlarını kullanabilmektedir (www.nextlimit.com, 2019).

Piyasaya 2004 yılında çıkmış, lisansı ücretli bir render motorudur. Mimari, film, animasyon ve görsel efekt endüstrisinde kullanılmaktadır. Maxwell Render de olan ve diğer render motorlarında olmayan Multilight özelliği, gerçek zamanlı olarak ışık şiddetini ve rengini değiştirebilmemizi sağlamaktadır.

Resim 2.10: Maxwell Render ile Alınmış İç Mekân Render



Kaynak: www.nextlimit.com, 2019.

Octane Render:

Refractive Software Ltd. tarafından geliştirilmiş bir render motorudur. Octane Render'in kullanıldığı üç boyutlu programlar, 3ds Max, Maya, Cinama 4D, Blender, Modo, Nuke, Houdini ve Revit'tir. Render işleminde sadece GPU donanımını kullanmaktadır (home.otoy.com, 2019).

Octane Render, Otoy yazılım firması tarafından 2012 de satın alınmış, gerçek zamanlı görüntü işleyen lisansı ücretli bir yazılımdır. Gerçek zamanlı render almasından

dolayı kullanıcılar tarafından görüntü üzerinde yapılan işlemlerde bekleme olmadan hızlı bir şekilde sonuç elde etmektedirler. Tamamen GPU teknolojisini kullanan bu render motoru kendi alanında oldukça hızlıdır.

Resim 2.11: Octane Render ile Alınmış İç Mekân Render



Kaynak: www.home.otoy.com, 2019.

Cycles Render:

Açık kaynak kodlu render motorlarından biri olan Cycles render motoru diğer rakipleri gibi ışın izleme altyapısı üzerine kurulu fiziksel bir render motorudur. Cycles, ücretsiz bir render motoru olmasına rağmen Blender yazılımı dışında Poser, Rhino, Cinema4D, 3ds Max programlarda kullanılmaktadır. Render motorunun en dikkat çekici noktalarından bir tanesi aynı anda CPU ve GPU donanımlarına destek verebilmesidir. Ayrıca sadece CPU render veya sadece GPU render tercih edebilme seçeneğinde kullanıcılarına sunmaktadır. Cycles render motoru sinema, oyun sektörü, görsel efekt ve mimari alanlarda kullanılabilir.

Resim 2.12: Cycles Render ile Alınmış İç Mekân Render



Kaynak: www.cycles-renderer.org, 2019.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA ÇALIŞMASI

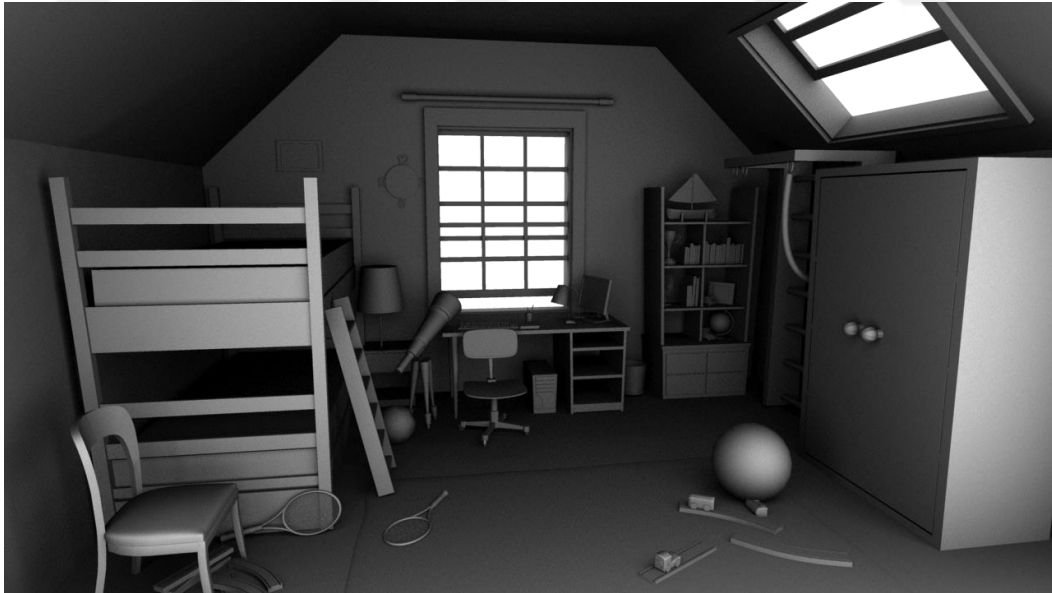
3.1. UYGULAMA İÇİN ÖRNEK SAHNELERİN BELİRLENMESİ

Üç boyutlu modelleme çalışmalarında referans toplama işlemi önemli bir yer tutmaktadır. Bu tezin uygulama çalışması için bir tane iç mekân dört tane de dış mekân olmak üzere toplamda beş sahnenin üç boyutlu modellemesi yapılarak iç mekân modelinin, modelleme ve render aşamaları ayrıntılı olarak anlatılacaktır. Sahneler için ayrı ayrı referans görselleri toplanmış olup modelleme ve render işlemleri bittikten sonra CPU render ve GPU render işlemleri arasındaki süre farkları grafiksel olarak çalışmaya eklenecektir. Üç boyutlu modelleme için Autodesk Maya programı ve render işlemleri için Blender programı kullanılacaktır.

3.1.1. İç Mekân Sahnesi

Uygulama çalışmasında ayrıntılı olarak anlatılacak olan iç mekân sahnesi için örnek görüntü belirlenerek sahnenin modelleme aşamasına Autodesk Maya programında başlanmıştır. Autodesk Maya yazılımının modelleme araçları bu bölümde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.

Resim 3.1: Yapılacak Uygulamada Referans Alınacak İç Mekân Görseli

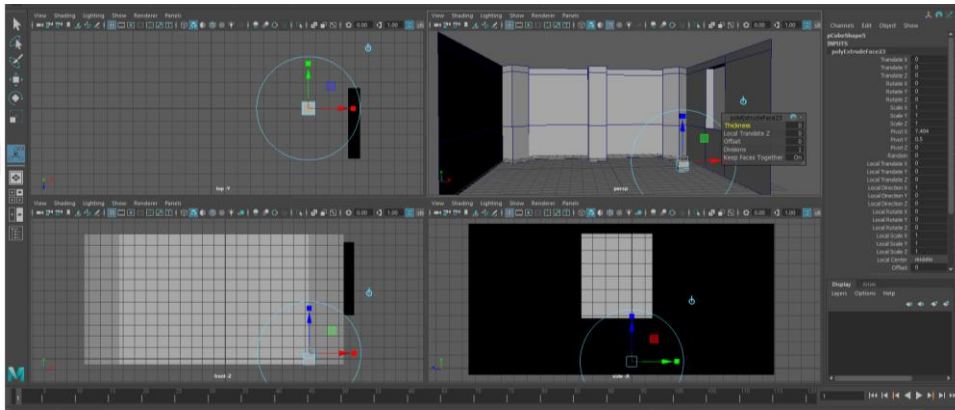


Kaynak: www.ronakdhruv007.files.wordpress.com, 2019.

3.1.1.1. Modelleme Aşaması

Referansa temel alınarak yapılacak sahne modeli öncelikle taslak halinde oluşturulmuştur. Maya programında bir küp objesi extrude aracı ile poligon türetmeleri yapılarak mekânın iç duvarları modellenmiştir. Extrude işleminin Maya yazılımındaki kısayol tuşu Ctrl+E'dir. Maya'nın viewport kameraları olan perspektif, karşı açı (Front), yan (Side) ve üst (Top) açıları kullanılarak modelleme işlemine devam edilmiştir.

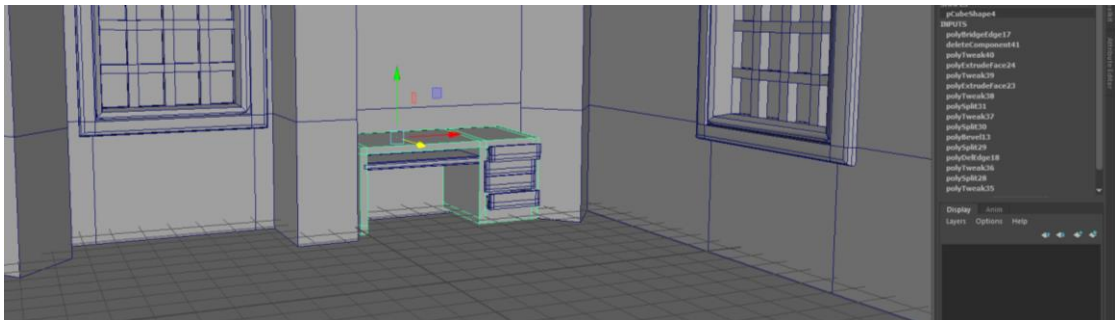
Resim 3.2: Extrude Aracı İle Modellemeye Başlanılması



Kaynak: Bereket, 2019.

Referansta görülen çalışma masası ve pencere modeli standart modelleme araçları kullanılarak modellenmiştir. Bu aşamada kullanılan araçlar extrude, bevel, poligon kopyalama, geçmiş silme (Delete History), grup oluşturma gibi temel modelleme araçlarıdır. Sahnede rahat çalışılması için zaman zaman kullanıcının geçmiş işlem listesini kontrollü bir şekilde temizlemesi gerekmektedir.

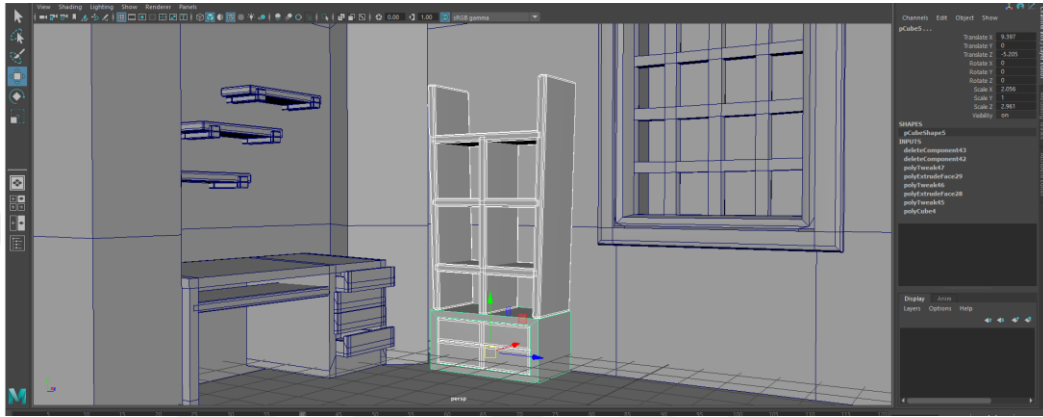
Resim 3.3: Çalışma Masası İle Pencere Modeli Çalışması



Kaynak: Bereket, 2019.

Çalışma masası ve pencerelerin modelleri yapıldıktan sonra kitapların yerleştirileceği kitaplık rafı standart modelleme araçları kullanılarak yapılmıştır. Modelin geçmiş işlem listesi temizlenerek outliner (obje listesi) listesinde gruplaştırma ve isim düzenlemeleri yapılmıştır. Çalışma esnasında model üzerinde gerekli yerlere Edge (Kenar) çizgiler atılarak keskinleştirilmeler yapılarak model son haline getirilmiştir.

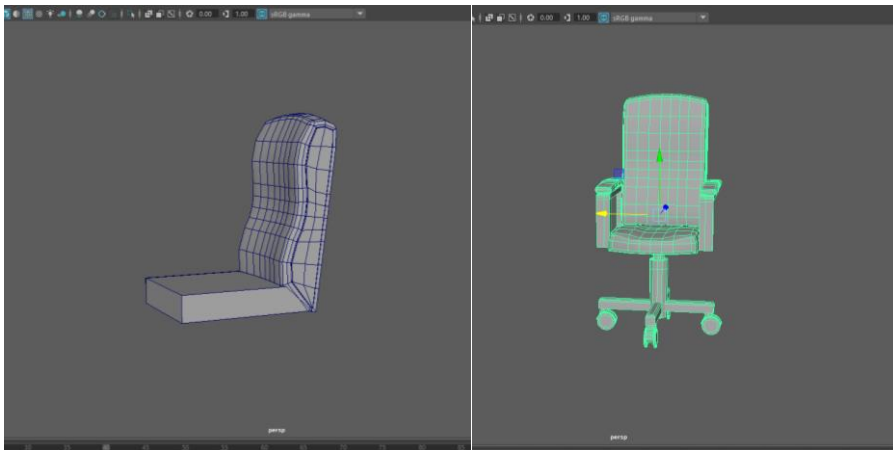
Resim 3.4: Pencere Parçalarının ve Perde Model Oluşumu



Kaynak: Bereket, 2019.

Üç boyutlu modelleme de yapılan nesnenin parçaları ayrı ayrı modellenmelidir ve daha sonra yapılan parçalar yan yana getirilerek bir bütünlük oluşturulur. Bu aşamada koltuğun her bir parçası ayrı ayrı modellenerek isimlendirilmiştir. Koltuk objesine simetri aracı kullanılarak kolların ve tekerleklerin aynı yapıda olması sağlanmıştır.

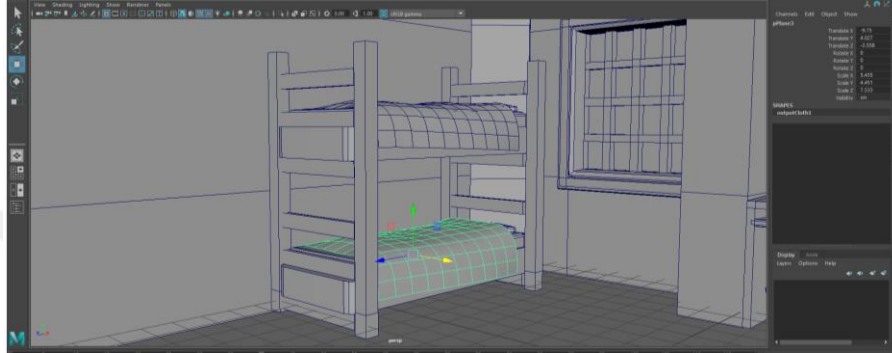
Resim 3.5: Yapılmış Koltuk Modeli



Kaynak: Bereket, 2019.

Bu aşamada referans görselinde olan bir diğer nesne ranzalı yatak modeli standart modelleme araçları ve kumaş simülasyonu kullanılarak yapılmıştır. Yumuşak yapıda olan yatak üzerindeki kumaşlı nesnenin yumuşak görünmesi için edge aracı ile poligon sayısı artırıldı. Sert yapıda olan ranzanın bazı kısımlarının kenar yüzeyi keskinleştirildi. Böylece sert ve yumuşak yüzeyler belirlenmiştir.

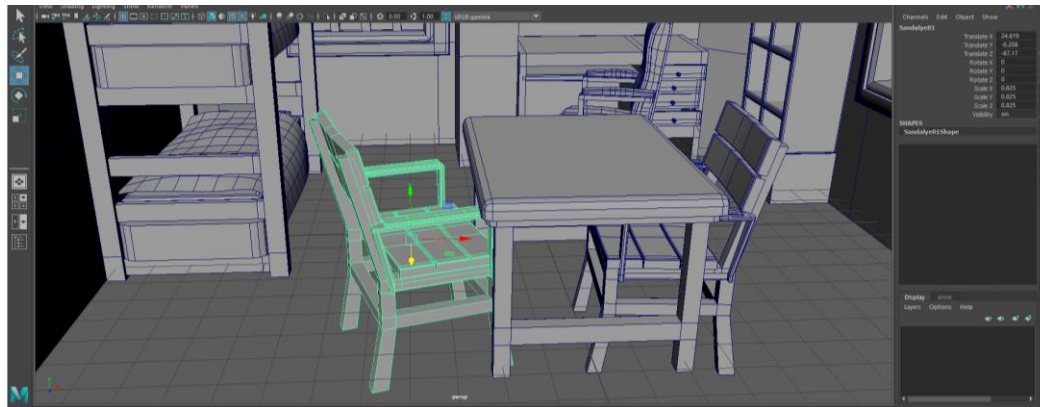
Resim 3.6: Ranzalı Yatak Modeli



Kaynak: Bereket, 2019.

Referans görüntüde yer almayan masa ve sandalye modelleri oda boşluğunun doldurulması için modellenerek sahneye eklenmiştir. Yapılan her bir model üzerinde keskinleştirilmeler, yüzey çıkarma ve poligon eklemeler görülmektedir. Sahnedeki sandalye modelinde deforme araçlarından Bend (Bükme) kullanılmıştır. Aynı olan parçalar Combine (Birleştirme) aracı yardımı ile birbirlerine bağlanmıştır. Modellenen her bir obje ayrı ayrı gruplanarak isimlendirilmiştir.

Resim 3.7: Masa ve Sandalyelerin Modelenmiş Gösterimi



Kaynak: Bereket, 2019.

Son aşamada zeminin ve kalan diğer ufak nesnelerin modellenmesiyle sahnenin doldurulduğu görülmektedir. Sahnedeki kitap nesnelere kopyalama aracı kullanılarak çoğaltılmıştır. Modelleme esnasında çoğunlukla kullanılan araçlar:

Transform (dönüştürme) araçlarından,

Select Tool: Seçme aracı anlamına gelir. Kısayol tuşu “**Q**” dur. Sahnedeki nesnelere seçmemizi sağlar.

Move Tool: Hareket anlamına gelir. Kısayol tuşu “**W**” dür. Sahnedeki nesnelere taşımamızı sağlar.

Scale Tool: Ölçek anlamına gelir. Kısayol tuşu “**E**” dür. Sahnedeki nesnelere büyütüp ve küçülmemizi sağlar.

Rotate Tool: Döndürmek anlamına gelir. Kısayol tuşu “**R**” dür. Sahnedeki nesnelere dön derip çevirmemizi sağlar.

Multi-Cut Tool: Çoklu kesim aracı anlamına gelir. Kısayol tuşu “**Ctrl+Shift+X**” dir. Sahnedeki nesne üzerinde Edge (Kenar) oluşturmamızı sağlar.

Extrude: İhraç etmek anlamına gelir. Kısayol tuşu “**Ctrl+E**” dür. Sahnedeki nesne üzerinde yüzey çıkarması yapar.

Bend: Bükme anlamına gelir. Sahnedeki nesnenin üzerinde eğme ve bükme işlemi yapar. Mayanın deforme araçları grubunda yer alır.

Center Pivot: Merkez pivot anlamına gelir. Sahnedeki nesnenin kontrol merkezini ortasına taşımamızı sağlar.

Combine: Birleştirmek anlamına gelir. Sahnedeki birçok modelin birbirlerine bağlanmasını sağlar.

History: Tarih anlamına gelir. Sahne yapılan işlemin geçmişini temizler.

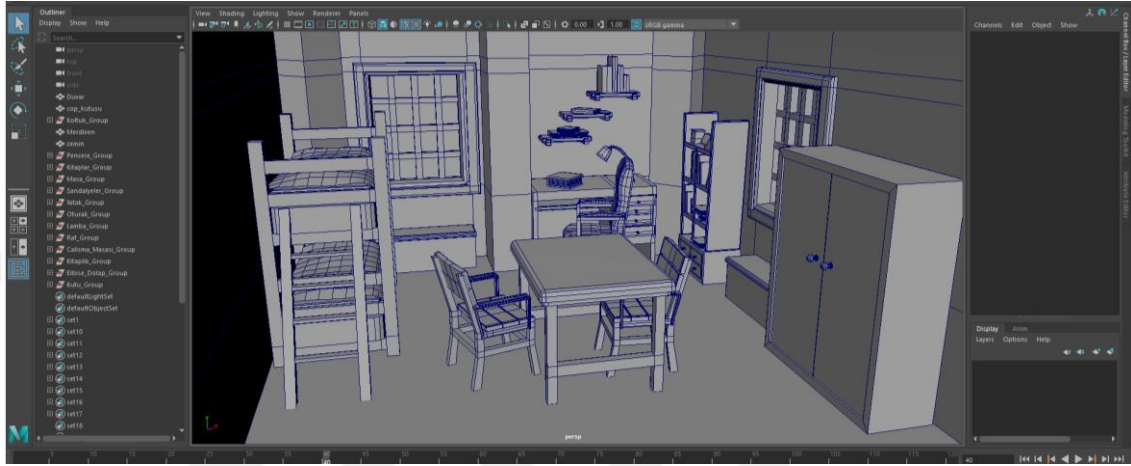
Outliner: Kontür anlamına gelir. Sahnedeki modellerin isim listelerinin olduğu yer.

Group: Grup anlamına gelir. Kısayol tuşu “**Ctrl+G**” dir. Sahnedeki modellenmiş nesnelere gruplandırır.

Duplicate: Sahne objelerini kopyalama işleminde kullanılan duplicate aracının kısayol tuşu “**Ctrl+D**” dir.

Pivot: Merkez noktası anlamına gelen pivot terimi objelerin transform işlemlerindeki merkez noktayı belirler. Kısayol tuşu “**D**” dir.

Resim 3.8: Sahnenin Son Modellenmiş Hali



Kaynak: Bereket, 2019.

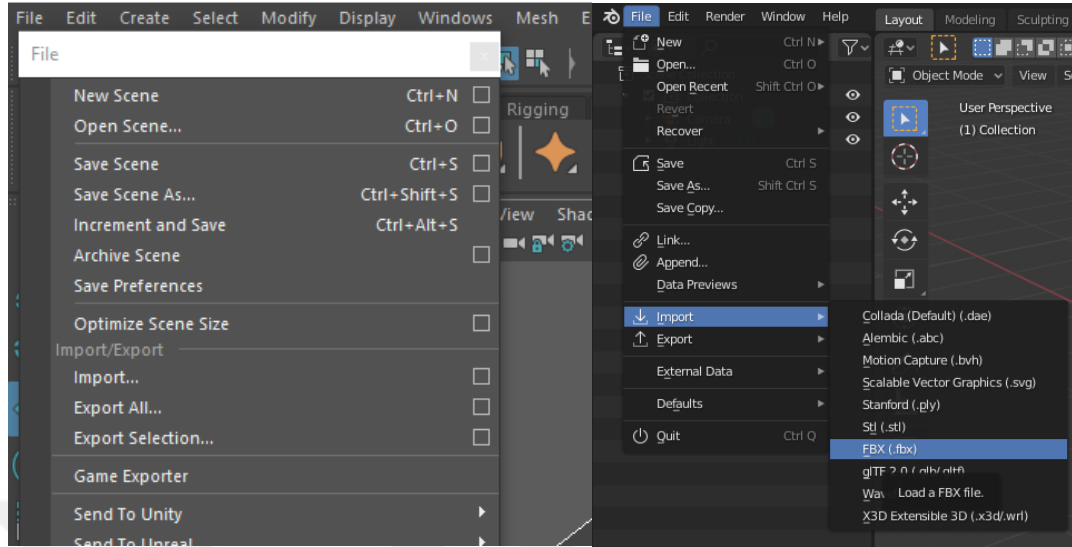
3.1.1.2. Modelin Blender'e Aktarılması ve Materyallerin Ayarlanması

Bir üç boyutlu proje çalışmasında birden fazla programla çalışılabilmektedir. Bu tez çalışmasının konusu gereği CPU ve GPU render teknolojilerinin desteklendiği yazılımlar araştırılmıştır. Maya programında CPU ve GPU render işlemlerini destekleyecek render motorları ücretli programlar olduğu için tezin uygulamasına bu aşamada Blender da devam edilmesi uygun görülmüştür.

Maya sahnesindeki bütün modeller seçilerek File menüsünde yer alan export menüsünden .FBX formatı seçilerek sahnenin dışa aktarımı gerçekleştirilmiştir. .FBX formatında export edilen model blender programına file menüsünden import .FBX butonu ile sahne içine aktarılmıştır.

Blender, açık kaynaklı ücretsiz üç boyutlu bir programdır. Hem CPU hem de GPU render teknolojisini kullanarak render işlemlerini yapabilmektedir. Blender'in iki tür render işlemini yapabiliyor olması bu tez çalışmasının uygulama kısmındaki test programı olarak seçilmesine neden olmuştur.

Resim 3.9: Modelin Maya Sahnesinden Blender Sahnesine Aktarılması



Kaynak: Bereket, 2019.

Maya sahnesinden dışarı aktarılıp Blender sahnesinde içeri aktarılan model maya programında ki haline göre çok küçük boyutta gelmiştir. Maya ile Blender arasında ki ölçü birim farkından oluşan bu boyut farkı için bütün model 10 kat büyütülerek sahneye uygun bir şekilde ayarlandı.

Resim 3.10: Sahnedeki Modelin Maya Programından Blender Programına Aktarıldıktan Sonraki Boyut Ayarlanması Yapılmış Görüntüsü

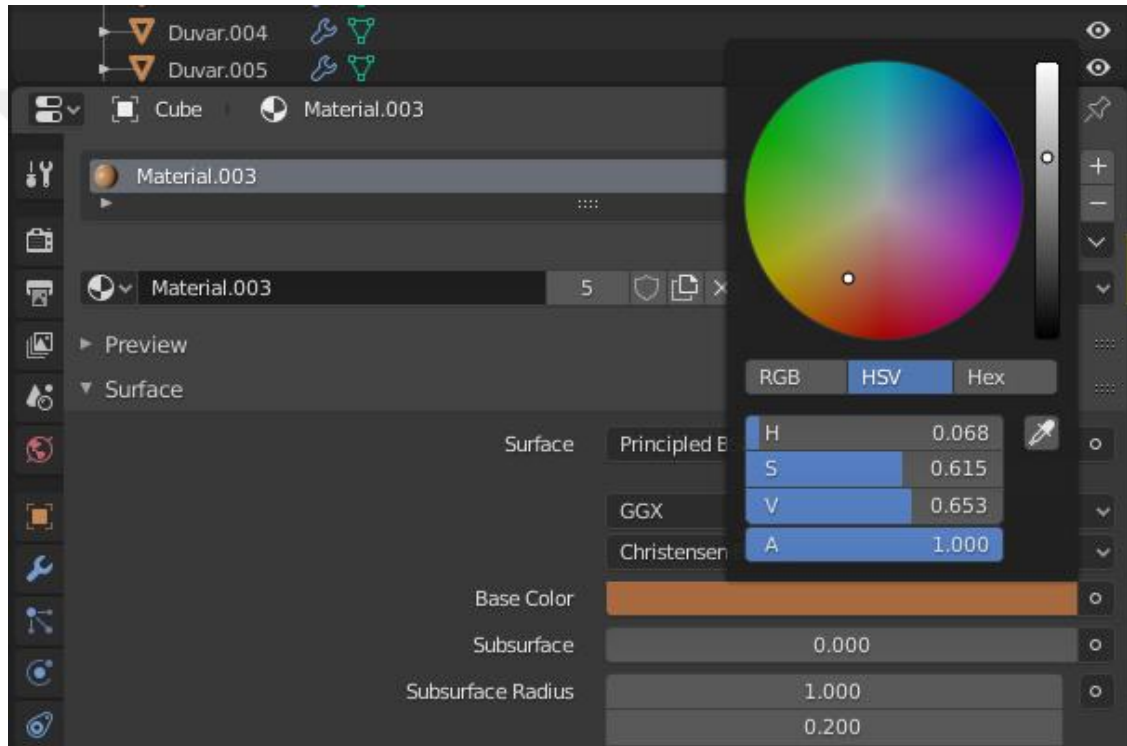


Kaynak: Bereket, 2019.

3.1.1.3. Modele Materyal Atamalarının Yapılması

Blender sahnesine aktarılan modellerin Maya programındaki materyal türleriyle geldiği görülmüştür. Maya ve Blender programının materyal türleri birbirlerinden farklı oldukları için objelerin materyalleri blender materyalleri ile değiştirilerek objelere renk atamaları yapılmıştır. Bu işlem için materyal atılacak obje seçilip sağ tarafta yer alan materyal (malzeme) sekmesinden maya materyali silinerek yeni blender materyali oluşturulmuştur.

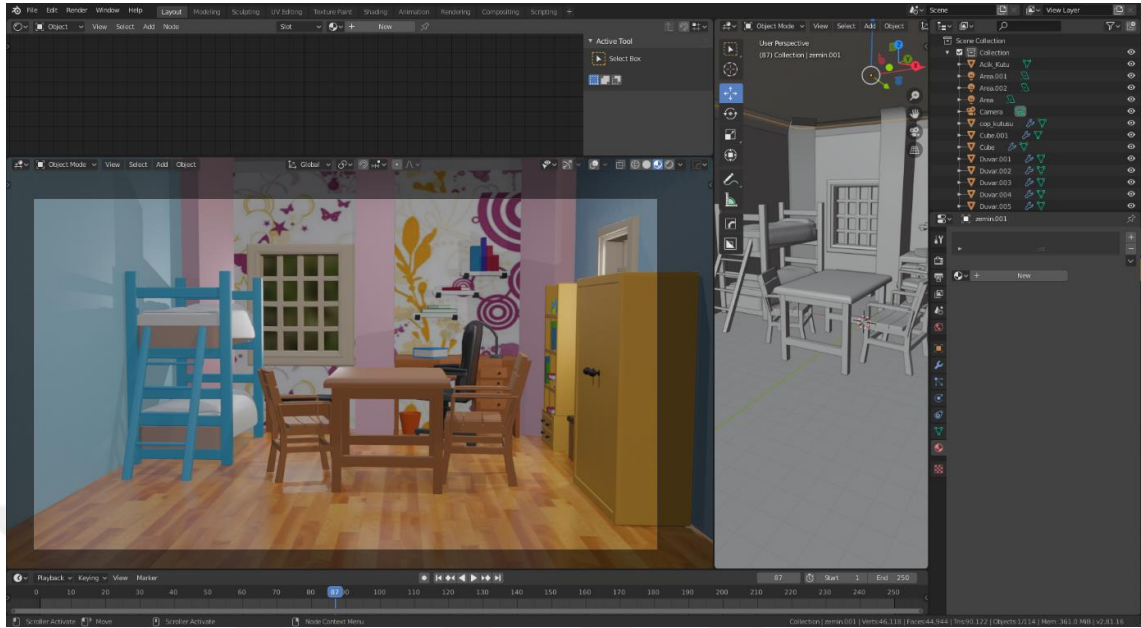
Resim 3.11: Seçili Objeye Yeni Materyalin Oluşturulması ve Renk Ayarlanması



Kaynak: Bereket, 2019.

Uygulamanın bu aşamasında objelerin dokuları, materyaller, kaplamalar ve renkler ile belirlenmiştir. Bu işlemden sonra ışıklandırma işlemine geçilecektir. Objelerin materyal renkleri model yapılırken kullanılan referans görüntü üzerinde renkler olmasa da daha sonra renk ve kaplama atamaları yapılmıştır.

Resim 3.12: Modellerin Materyal Tanımlanmış Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

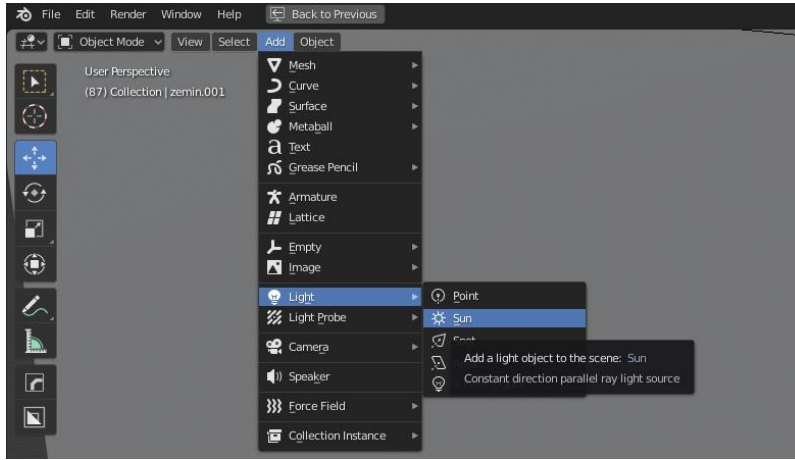
3.1.1.4. Işıklandırma ve Render

Işık, bir kaynaktan çıkıp doğrudan ya da nesnelere çarparak ilerleyen bir olgudur (www.aydinlatma.org, 2019). Render alınacak olan sahnenin ışık ayarlanması Blender yazılımının ışıklarıyla yapılacaktır. Gerçek hayatta olduğu gibi Blender programında da ışık yayılımı sahne içindeki objelere çarparak ilerlemektedir. Işık konumlandırmaları yapıldıktan sonra sahnenin renderı alınarak CPU ve GPU render karşılaştırılması yapılacaktır. Render işlemleri için bilgisayar donanımı olarak, AMD Ryzen 7 2700X, AMD Ryzen 5 1600, İntel i7 8700k, Nvidia GTX 1060, Nvidia GTX 1080 Ti ürünleri ayrı ayrı test edilerek render süreleri arasındaki farklılıklar grafiksel olarak GPU ve CPU render sonuçlarının karşılaştırılması başlığı altında uygulamaya eklenecektir. Render işlemlerinde 1920 x 1080 çözünürlük ve 300 sampling değeri kullanılmıştır.

3.1.1.4.1. Sahnenin Işık Kurulumu

Blender'e aktarılan ve renk ayarlaması yapılan mekânın aydınlatılması için sahneye bir adet güneş ışığı eklenmiştir. Eklenen ışık, pencereden aydınlatacak şekilde konumlandırılmıştır. Konumlandırma işlemi yapıldıktan sonra kullanılacak olan Cycles render motoru seçilmiştir.

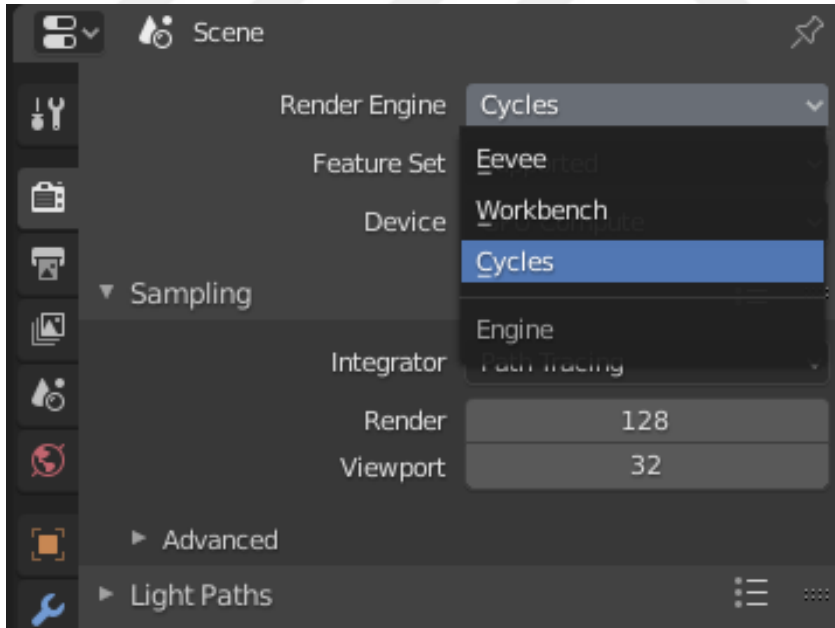
Resim 3.13: Sahneye Güneş Işığı Ekleme



Kaynak: Bereket, 2019.

Cycles render motoru fiziksel ışıklandırma üzerine kurulu bir render motorudur. Cycles render motorunda CPU ve GPU desteği vardır. Programda render motoru ekranın sağ tarafında yer alan özellikler panelinden aktif edilmiştir.

Resim 3.14: Cycles Render Motorunun Aktif Edilmesi

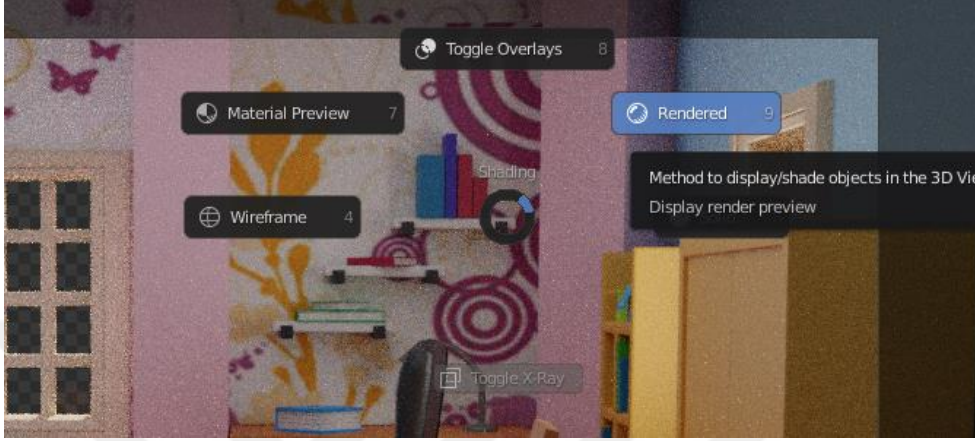


Kaynak: Bereket, 2019.

Sahneye bir güneş ışığı ekleyerek preview render görüntüsüne geçilmiştir. Bu aşamada referans alınan görseldeki gibi ışık ayarlaması yapılacaktır. Preview render

görüntüsü Blender 'da objelerin genel görüntüsünü ve ışık dağılımı hızlı bir ön izleme olarak bize göstermektedir. Bu özellik sahnenin ayarlanmasını kolaylaştırır.

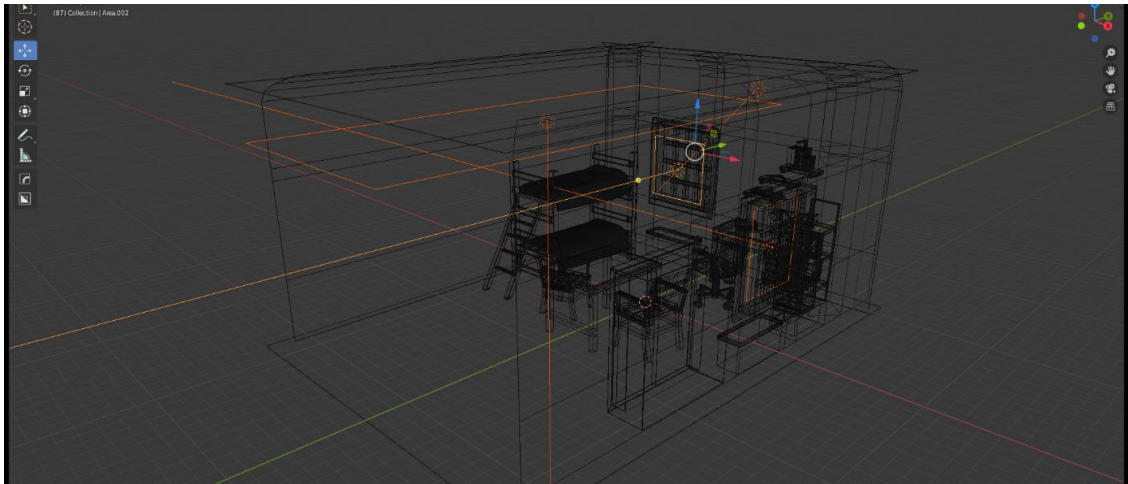
Resim 3.15: Sahnenin Preview (Ön İzleme) Render Görüntüsüne Geçirilmesi ve Sahnenin Preview Render Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Resim 3.15'te de görüldüğü gibi preview render da görüntü karanlıktır. Bunun nedenin sahnede yer alan güneş ışığının yetersiz kalmasıdır. Bu durumu gidermek için sahneye üç tane alan ışığı eklenerek ışıkların konumları ayarlanmıştır.

Resim 3.16: Sahneye Eklenen Alan Işıkları ve Konumları

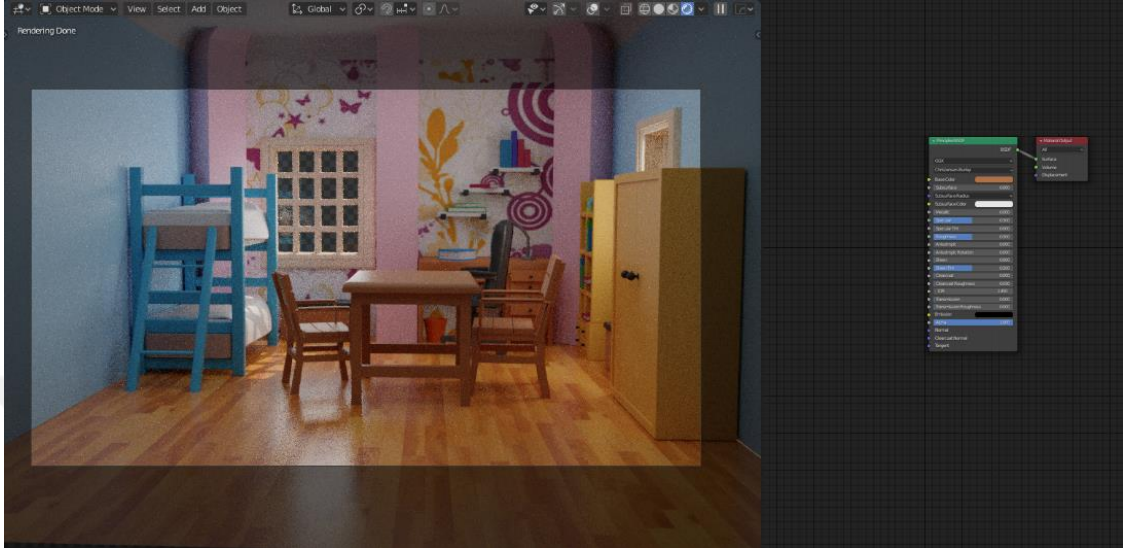


Kaynak: Bereket, 2019.

Sahne, üç tane alan ışığı ve bir tane güneş ışığı ile aydınlatılarak ışık ayarı tamamlanmıştır. Sahnedeki ışıklandırmada keskin gölge oluşumunu güneş ışığı

oluşturmaktadır. Sahnenin ışık, renk ve kamera ayarları yapıldıktan sonra tekrardan preview render ile son kontroller yapılmıştır.

Resim 3.17: Alan Işıklarından Sonraki Sahnenin Görüntüsü

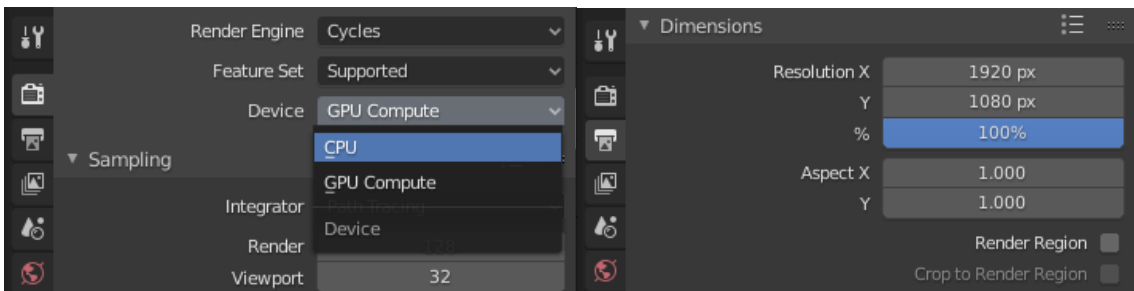


Kaynak: Bereket, 2019.

3.1.1.4.2. CPU Render İşlemi

Blender programında CPU render işlemi için öncelikle render ayarlarından CPU kısmı seçilmiştir. Render çözünürlüğünün belirlenmesi için render ayarlarında Dimensions kısmında yer alan çözünürlük değerleri 1920 x 1080 olarak ayarlanmış ve alt kısımda yer alan yüzdeler değeri yüzde yüz olarak değiştirilmiştir.

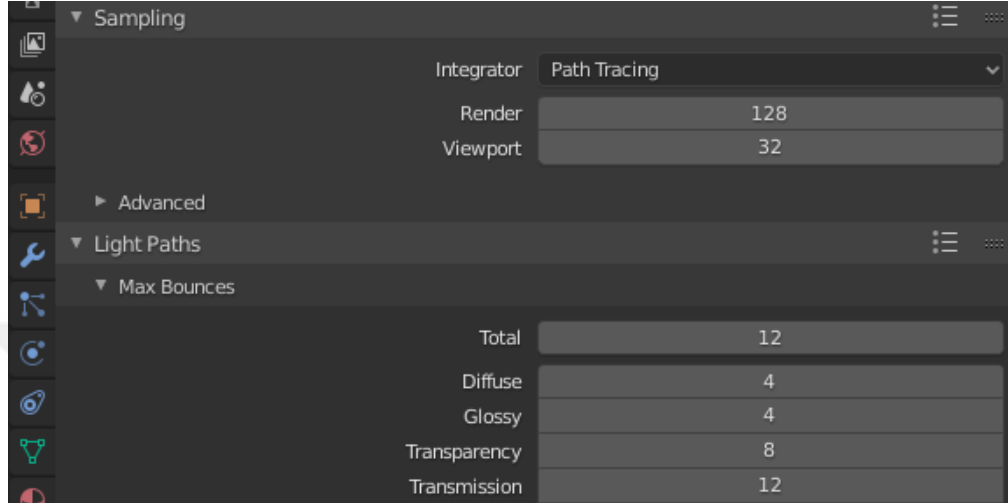
Resim 3.18: Render Çözünürlük Ayarları ve CPU Kullanımının Seçilmesi



Kaynak: Bereket, 2019.

Blender programında render işlemini yaparken Sampling (Dağılım) değerlerine göre çalışmaktadır. Bu değer renderin görüntü kalitesini belirler. Render aşamasında sampling değeri 300 olarak kullanılacaktır. Diğer ayarlarda değişiklik yapılmayacaktır.

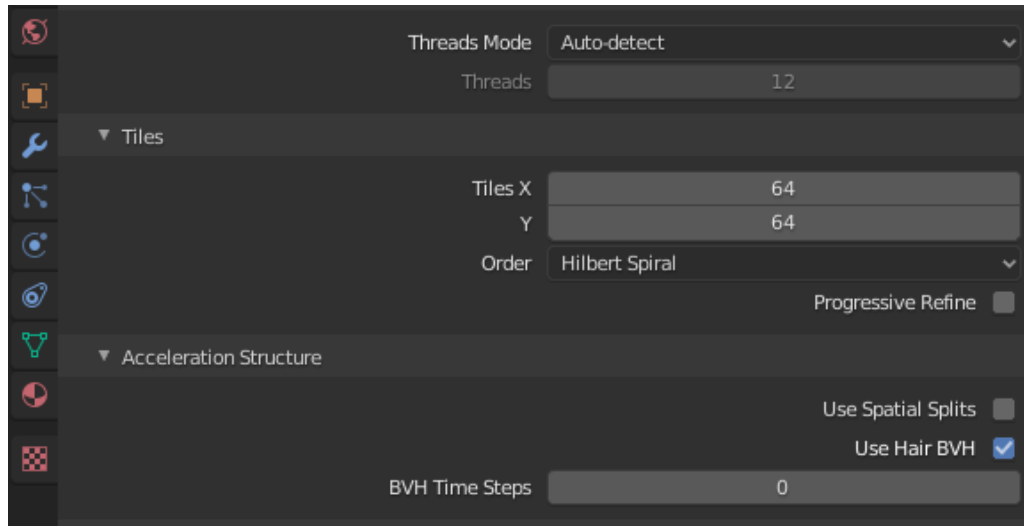
Resim 3.19: Işık Dağılım Ayarları



Kaynak: Bereket, 2019.

Blender de CPU ve GPU ile render işlemini yaparken bütün diğer ayarları aynı şekilde kullanmaktadır fakat performans ayarları altındaki tiles kısmı CPU render işlemi esnasında küçük değerlerde olmalıdır. Bu aşamada x ve y kısmı 64 değerindedir.

Resim 3.20: Tiles Ayarı ve Değerleri



Kaynak: Bereket, 2019.

Sahnenin render ayarları yapıldıktan sonra CPU ile render işlemi başlatılmıştır. Bu işlemde CPU olarak 12 çekirdekli i7 8700k işlemcisi kullanıldı. Render süresi 6 dk 32 saniye sürmüştür.

Resim 3.21: CPU ile Alınan Render Görüntüsü

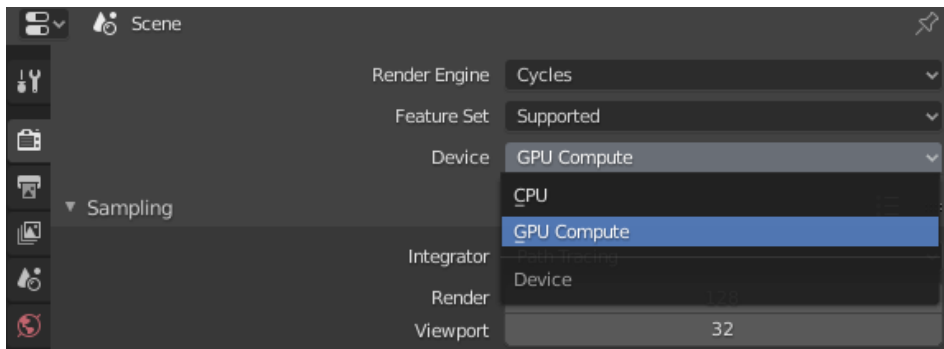


Kaynak: Bereket, 2019.

3.1.1.4.3. GPU Render İşlemi

Grafik kartı temelli render işlemi için yapılması gereken iki ayar vardır. Bu ayarlardan ilki sürücü kısmını CPU'dan GPU'ya geçirmektir. Blender programında CPU ve GPU render ayarlarının aynı şekilde kullanılıyor olması kullanıcı için bir kolaylıktır.

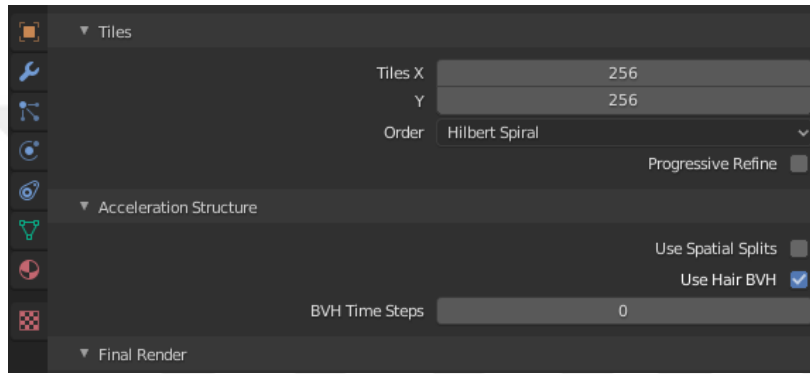
Resim 3.22: GPU Render Seçeneğinin Seçilmesi



Kaynak: Bereket, 2019.

Render işlemini başlatmadan önce programın performans ayarları kısmında ki tiles X ve Y seçeneklerini GPU render işleminde yüksek tutulması render işlemi esnasında görüntüyü büyük parçalara bölerek render alacağı için render süresinde kısaltma yapabilmektedir. Bu ayarların CPU render de düşük olmasının nedeni CPU da bulunan çekirdeklerin her birini bir tile olarak görmesidir. Bu durumda render işleminde çekirdek sayısı kadar 64 birimlik kareler oluşur. GPU kısmında ise ekran kartını komple bir tile olarak gördüğü için 256 birimde yalnız bir kare ile işlem yapar.

Resim 3.23: GPU Render İçin Tiles Ayarları



Kaynak: Bereket, 2019.

Aynı ayarlarda ve çözünürlükte GPU render ile render işlemi başlatılmıştır. Tiles ayarı olarak 256 değeri kullanılmıştır. Program render işlemini 4 dk 53 saniyede tamamlamıştır. Render işlemi sırasında kullanılan ekran kartı 6 Gb ram belleğe sahip olan Nvidia GTX 1060 modelidir. Sahnenin ışık, materyal ve render ayarlarında değişiklik yapılmadığı için ortaya çıkan görüntünün CPU render görüntüsü ile birebir aynı olduğu görülmüştür. Blender'ın aynı ayarları kullanabiliyor olması bu uygulamanın amacı olan iki teknolojiyi kıyaslamada destekleyici bir konumda yer almıştır.

Resim 3.24: GPU Render İle Alınan Görüntü



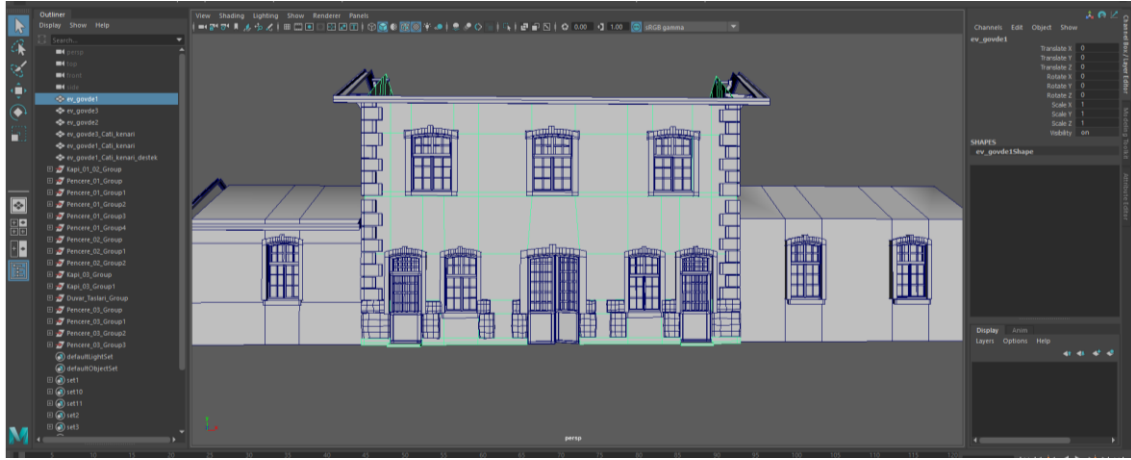
Kaynak: Bereket, 2019.

3.1.2. Dış Mekân Sahneleri

Uygulama çalışmasının bu aşamasında 4 farklı dış mekân sahnesi örnek görseller temel alınarak modellenecek ve render işlemleri yapılacaktır. Sahnelerin modelleme işlemleri Autodesk Maya programında yapıp sahneler Blender programına aktarılarak CPU ve GPU render işlemleri uygulanacaktır.

İstasyon Sahnesi: İstasyon sahnesi için referans görüntüler bulunarak tren, tren rayı ve istasyon modelleri Autodek Maya programında box modeling tekniği kullanılarak modellenmiştir. Bu uygulama çalışmasında sahne oluşturma işlemine referansta görülen yapıların modellenmesi ile başlanmıştır. İstasyonun basit bir küp ile kaba hali oluşturulduktan sonra kapı ve pencere yerleri belirlenmiştir. Daha sonra detaylı bir şekilde kapı ve pencereler modellenerek yerlerine konumlandırılmıştır.

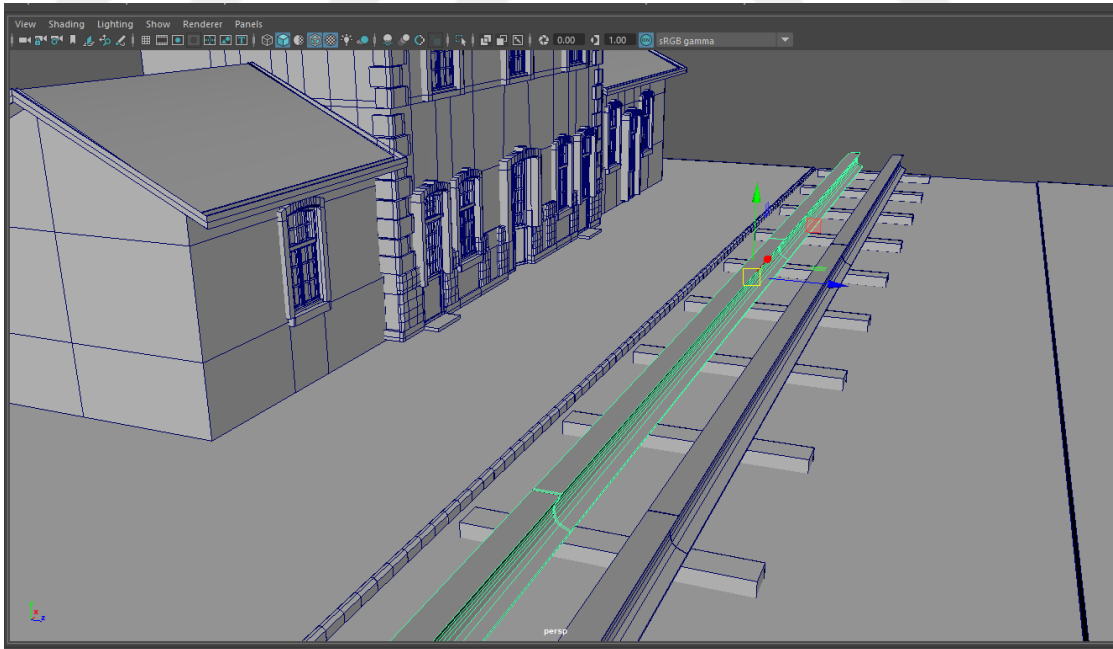
Resim 3.25: İstasyon Binasının Modelleme Aşamasının Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

İstasyon binasının modeli tamamlandıktan sonra rayların modellenmesine başlanmıştır. Aşamalı olarak bütün parçalar modellenmektedir. Rayların boyutları diğer nesnelerin modellerinin yerleştirilmesinden sonra tekrar ayarlanacaktır. Aynı ayrı modellenen rayların parçaları aynı materyallere sahip olmasından dolayı birleştirilmiştir.

Resim 3.26: Rayların Modelleme Aşamasının Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

İstasyon sahnesi için modellenecek olan tren modeli her bir parçası ayrı ayrı olacak şekilde modellenerek gruplama işlemi yapılmıştır. Tren modelinin yapılması ile istasyon sahnesi isimlendirme ve gruplama işlemi yapılarak tamamlanmıştır.

Resim 3.27: İstasyon Sahnesinin Tamamlanmış Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Sahne modeli tamamen bitirildikten sonra GPU ve CPU render işlemleri için .FBX dosya formatı ile Blender programına aktarılarak ışık ve materyal ayarları yapılmıştır. Render işlemi için 1920 x 1080 ölçülerinde çözünürlük ve 300 sample değeri kullanılmıştır. Uygulamanın bu aşamasında animasyonlu render işlemlerinin test edilmesi için tren modelinin istasyona giriş animasyonu yapılmıştır. Animasyon render işlemlerinin sonuçları GPU ve CPU render karşılaştırmaları başlığı altında verilecektir.

Resim 3.28: İstasyon Sahnesinin Blender Programındaki Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Blender programına aktarılan istasyon sahnesi için bir güneş ışığı ve ortam aydınlatma haritası kullanılmıştır. Sahnenin CPU render işlemi için 1920x1080 ölçülerinde çözünürlük, 300 sampling değeri ve 64 piksel tiles ayarları kullanılmıştır.

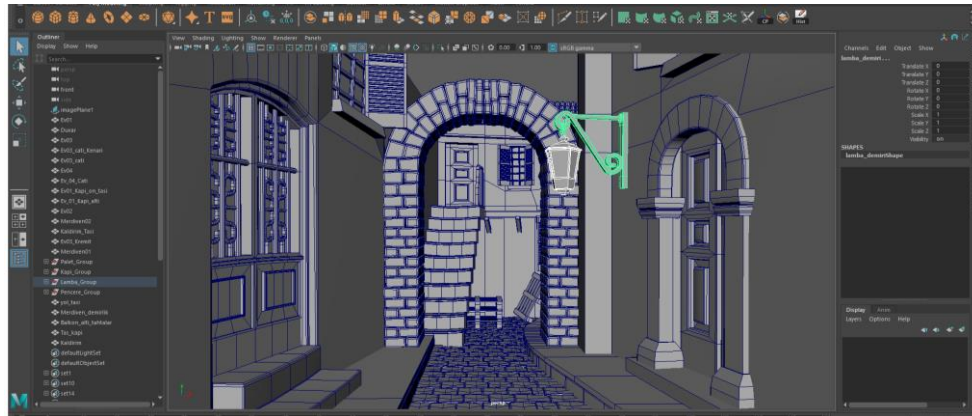
Resim 3.29: İstasyon Sahnenin CPU Render Sonucu



Kaynak: Bereket, 2019.

Dış Mekân Sahnesi 1: Diğer çalışmalarda olduğu gibi öncelikle nesnelere konumları belirlenmiştir. Daha sonra taslak oluşturma yöntemi ile modelleme işlemine başlanmıştır. Aşamalı olarak yapılan modelleme işleminde her bir nesne ayrı ayrı modellenerek sahne içinde konumlandırılmıştır.

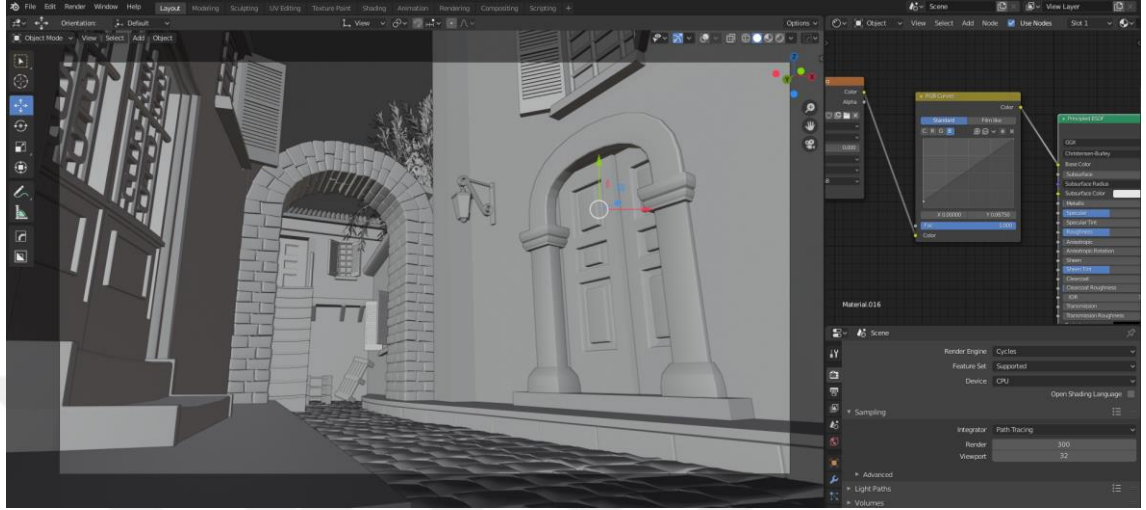
Resim 3.30: Sahnenin Autodesk Maya Programındaki Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Modeli tamamlanan sahne render işlemi için .FBX formatı ile blender programına aktarılarak materyal, ışık ve kamera ayarları yapılmıştır.

Resim 3.31: Dış Mekân 1 Sahnesinin Render Alınacak Kamera Açısı



Kaynak: Bereket, 2019.

Blender programına aktarılan sahne keskin gölge ayarlarında bir güneş ışığı ve ortam aydınlatma haritası kullanılarak ışıklandırılmış ve sahnenin renderı alınmıştır.

Resim 3.32: Dış Mekân 1 Sahnesinin Render Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Dış Mekân Sahnesi 2: Autodesk Maya programı kullanılarak modeli yapılan sahne Blender programına aktarılmış ve ışıklandırma ile render ayarları yapılmıştır. Uygulamanın bu sahnesinde diğerlerinden farklı olarak zemin için 4k çözünürlüğünde renk, displacement ve normal haritaları kullanılmıştır. Kullanılan haritalar düz bir şekilde yer alan zemin objesine taşlı doku etkisi vermektedir.

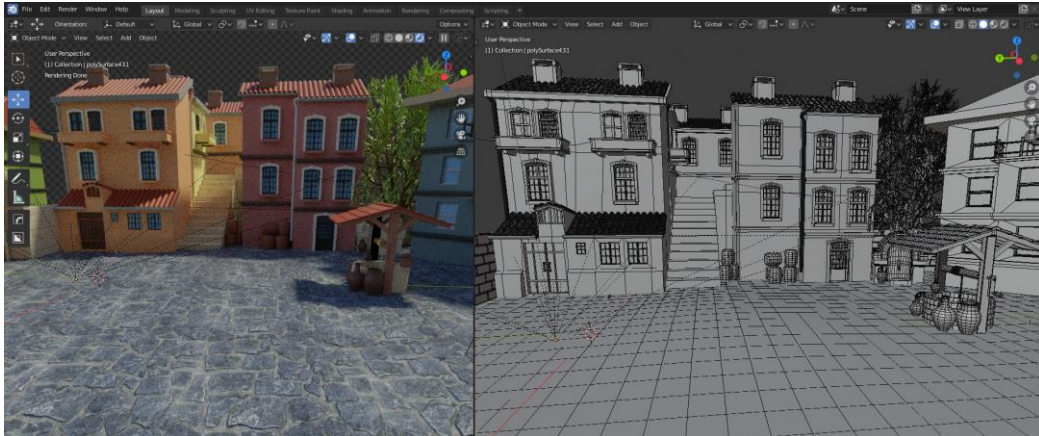
Resim 3.33: Dış Mekân 2 Sahnesinin Render 4k Zemin Dokulu Render Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Sahnenin zemininde kullanılan doku kaplama yöntemi sayesinde zeminin render işlemi esnasında dokulu ve çıkıntılı görünmesi sağlanmıştır.

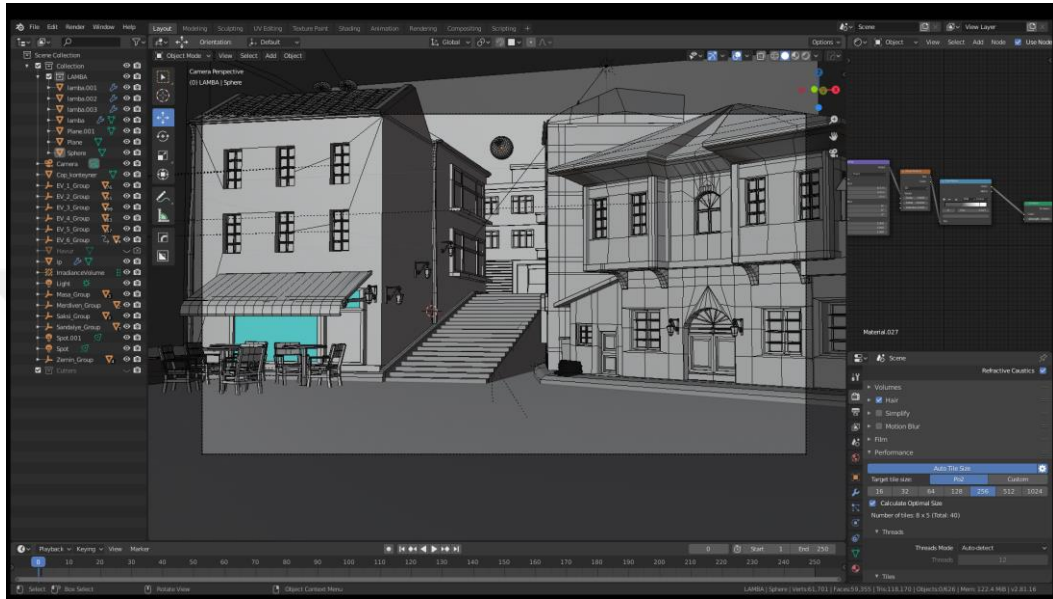
Resim 3.34: Taş Zemin İçin 4k Kaplamaların Kullanıldığı Model Sahnesi



Kaynak: Bereket, 2019.

Gece Sahnesi: Uygulama çalışmasının son sahnesi olan gece sahnesi, render işlemlerinde ışık ve ortam farklılıklarının render sürelerine nasıl bir etkide bulunacağını gözlemlenmesi için seçilmiştir. Sahne modelin Autodesk Maya programından modellenerek Blender programına aktarılmıştır.

Resim 3.35: Gece Sahnesinin Genel Sahne Görüntüsü



Kaynak: Bereket, 2019.

Uygulamanın bu sahnesinde diğer sahnelerden farklı olarak, ortam aydınlatma haritası kullanılmamıştır. Işık dağılımı olarak, poligon objelerinin ışık yaymasını sağlayan emission materyali ve düşük güç ayarlarında spot ışıklar kullanılmıştır. Birçok noktada kullanılan emission materyalleri sahne içinde küçük aydınlatmalar oluşturmaktadır. Genel ışık dağılımının karanlık tonda olması emission materyallerinin noise (parazit, gürültü) oluşturmasına neden olmaktadır. Sahnede oluşan parazitlerin giderilmesi için Blender programının “Denoise” ayarları aktif edilerek oluşan parazitler giderilmiştir.

Resim 3.36: Gece Sahnesinin Render Görüntüsü

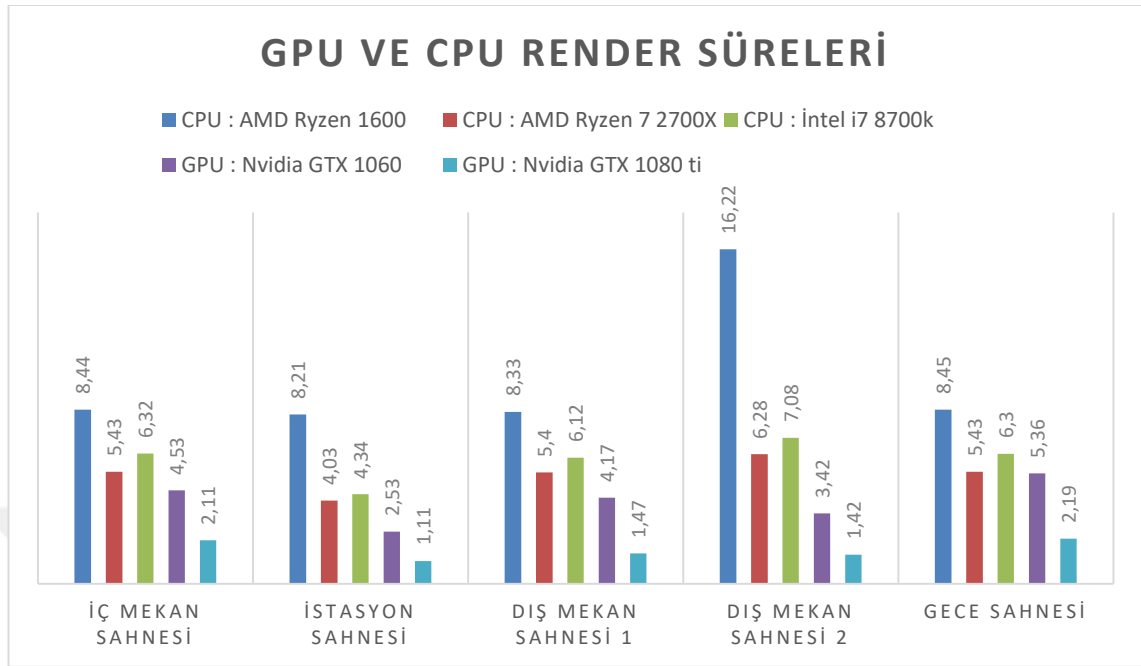


Kaynak: Bereket, 2019.

Uygulama aşamasının son sahnesi olan gece renderında pencerelerden ve sokak lambalarında kullanılan ışık materyallerinin ışık dağılımlarının artması için Blender programının kompozitör panelinde yer alan “Glare” nodesi kullanılarak pencerelerde ve sokak ışıklarında pırıltı etkisi oluşturulmuştur.

3.2. GPU VE CPU RENDER SONUÇLARININ KARŞILAŞTRILMASI

Yapılan bu tez araştırmasında kullanılan farklı bilgisayar donanımları ortaya farklı fiyat aralıklarında farklı render süreleri oluşturmuştur. Elde edilen render süreleri grafiksel olarak eklenerek sonuçların süreleri gözlemlenmiştir. Yapılan testlerde kullanılan farklı bilgisayar donanımları arasında GPU ürünleri CPU ürünlerine oranla daha kısa sürede render işlemlerini tamamlamışlardır. Modellenen sahnelerden dış mekân 2 sahnesinde kullanılan 4k doku haritaları render işlemlerinde sürenin uzamasına neden olduğu görülmüştür. Kullanılan donanımlar arasında söz konusu sahneyi en uzun sürede AMD Ryzen 5 1600 ürünü tamamlamıştır.

Resim 3.37: Sahnelerin Farklı Bilgisayar Donanımlarındaki Render Sonuçları

Kaynak: Bereket, 2019.

Yukarıda verilen test sonuçlarında donanımlar arasında en hızlı sürede render işlemini tamamlayan GTX 1080 Ti modeli ekran kartının 2 dk 19 saniyede render aldığı gece sahnesini, CPU donanımlarından en geç sürede tamamlayan işlemci Ryzen 1600 serisi CPU olmuştur. Bu noktada dikkat çeken kısım dış mekân 2 sahnesinde aynı işlemcinin sahneyi 16 dk 22 saniyede tamamlamış olmasıdır. Bununla beraber dış mekân 2 sahnesinde bütün işlemciler render işlemini geç sürede tamamlamıştır. Söz konusu sahnede kullanılan 4k çözünürlüğündeki kaplamanın CPU tarafından süreleri uzattığı görülmüştür. Aynı şekilde bu sahnenin 4k kaplaması GPU tarafından herhangi bir gecikmeye neden olmamıştır. Bu noktada yüksek çözünürlükte kullanılacak olan kaplamalı sahnelerin GPU donanımları tarafından daha hızlı render edilecek olması GPU ürünlerinin CPU ürünlerinden daha kullanışlı olduğunu göstermiştir.

Uygulama çalışmasının istasyon sahnesinde eklenen 200 karelik trenin istasyona giriş animasyonu GPU ürünlerinden Nvidia GTX 1060 ekran kartı ve Intel i7 8700k işlemcisi ile render edilmiştir. Donanımlara arasında animasyon sahnesinin render işleminde bu iki donanımın seçilme nedeni ürün fiyatları arasındaki yakınlık olmuştur. Animasyon sahnesinin render işlemi GPU ile 8 saat 26 dk sürmüştür. Aynı sahnenin render işlemi CPU ile 14 saat 28 dk sürmüştür. Bu noktada GPU birimi 200 karelik

animasyon sahnesini CPU ya göre 6 saat daha erken tamamlamıştır. 3B animasyon üretiminde daha yüksek kare sayılarının render edilmesi gerektiği göz önünde bulundurulduğunda GPU birimlerinin zaman kazanmak açısından CPU ürünlerine göre daha avantajlı olduğu görülmüştür.



SONUÇ

Üç boyutlu animasyon üretimindeki gelişmeler iki boyutlu bilgisayar animasyon tekniklerini de geliştirmiştir. Günümüzde üç boyutlu bilgisayar programlarında geleneksel animasyon tekniklerinde elle yapılan her şey üç boyutlu ortamda yapıldığı görülmektedir.

Üç boyutlu animasyon yapımında tasarlanan mekân ve karakterler bilgisayar programları ile modelleme teknikleri kullanılarak oluşturulmaktadır. Bu işlemler için birçok modelleme yazılımları geliştirilmiştir. Poligon, nurbs ve sculpt modelleme teknikleri model oluşturma işleminde kullanılan teknolojileridir. Bu modelleme tekniklerinden farklı olarak sculpt modelleme için basınçlı grafik tabletler kullanılmaktadır.

Üç boyutlu bilgisayar programlarında yapılan çalışmalarda render görüntülerinin gerçekçi olması hedeflenebilmektedir. Sahne hesaplama işlemi yapan render motorları görüntü elde etmek için bilgisayarın işlemci ve ekran kartı birimlerini kullanmaktadır. Render motorlarında, gerçek zamanlı render (Real-Time) ve gerçek zamanlı olmayan render teknikleri bulunmaktadır. GPU teknolojinin gelişmesiyle beraber ekran kartı firmaları Nvidia ve AMD tarafından Cuda ve OpenCL adında görüntü işleme teknolojisi geliştirilmiştir.

Uygulama aşamasında elde edilen referans resimdeki nesnelere örnek alınarak modelleme yapılmış ve modellenen nesnelere Autodesk Maya programında oluşturulmuştur. Yapılan bir model çalışmasında, üzerinde çalışılan model bir programdan başka programa alınacaksa sahne özel bir dosya uzantısı yardımıyla dışarıya aktarılır ve daha sonra istenilen programda içerisine alınır. Araştırmanın uygulama aşamasında, Maya yazılımı ile tamamlanmış model çalışması .FBX dosya uzantısı yardımıyla dışarı aktarılmıştır.

Üç boyutlu animasyon film yapımlarında render aşaması, hareketlendirme işi bittikten sonra uygulanır. Bu aşamada CPU ve GPU render desteğini aynı anda sunan Cycles render motoru tercih edilmiştir.

Cycles render motoru, Blender programı içerisinde standart kurulumda gelen bir render motoru olduğu için çalışmanın uygulama aşamasında render işlemlerinde Blender yazılımı kullanılmıştır. Modellenen sahneler, .FBX dosya uzantısı ile yazılım içerisine

import komutuyla alınarak, sahnenin materyal ve ışık ayarlamalarından sonra CPU ve GPU render işlemleri başlanmıştır. İki teknoloji arasındaki render sürelerini gözlemlenmesi için 5 farklı bilgisayar donanımı kullanılmıştır. Yapılan test sonuçları grafiksel olarak tez çalışmasına eklenerek sahne isimleri ve süreleri ayrıntılı olarak belirtilmiştir. Uygulama esnasında kullanılan 4k çözünürlüğünde ki kaplama dosyalarının render sürelerini CPU donanımlarında uzattığı görülmüştür. Tek karelik render işlemlerine ek olarak istasyon sahnesine 200 karelik animasyon eklenerek sahnenin CPU ve GPU donanımları ile ayrı ayrı render çıktısı alınmıştır. Animasyon sahnesinde elde edilen süre farkı 6 saat 2 dk olmuştur. 1 dk lık 3B animasyon sahnesinde 1440 karenin render alınması gerektiğinde test için kullanılan CPU birimi, GPU biriminden ortalama 39 saat daha uzun sürede render işlemini tamamlayacaktır. Ortaya çıkan bu süre farkı animasyon stüdyoları için olumsuz bir durumdur. Bununla beraber her CPU'nun çalışabilmesi için birer adet anakart, ram, güç kaynağı ve depolama donanımlarına ihtiyaç duyacak olması kullanıcıya donanım maliyetini daha da yüksek seviyelere çıkartacaktır. Bununla beraber bir anakartın üzerine 6 veya daha fazla ekran kartı takılabiliyor olmasından dolayı 30 ekran kartı için 5 adet anakart, ram, güç kaynağı ve sabit disk yeterli olacaktır.

Sonuç olarak 3B sahnelerde kullanılan kaplama dosyalarının CPU birimlerinin render sürelerini GPU birimlerine oranla yüksek oranda uzattığı görülmüştür. Bu durumdan dolayı render işlemlerinin CPU'lar yerine GPU'larda yapılacak olması kullanıcıya hem zaman bakımından hem de maddi anlamda kazanç elde ettireceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akören, A. N. (2018). *Çizgi Film ve Animasyon Eğitiminde Son Eğilimler*. İstanbul: Etkileşim Yayınları.
- Arı, N. (2015). *Sinematografik anlatımda stop motion canlandırmanın bir tekniği "PIXILATION" ile uygulama çalışması* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Aran, İ.Z. (2009). *Stop motion animasyon tekniğinde hareket sorunları ve uygulama çalışması* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Dündar, S. K. (2013). *Üç Boyutlu (3D) Animasyon çalışmalarında gerçeklik kavramlarının incelenmesi ve bir uygulama çalışması* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gürsaç, Y. (1999). *Bilgisayarda üç boyutlu animasyon film üretimi* (Sanatta Yeterlilik Tezi). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Göktepe, E. (2015). *Geçmişten günümüze hareketli görüntü ve Türkiye 'de animasyonun gelişimi* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kozan, E. (2015). *Üç boyutlu (3d) dijital animasyon teknolojisinin TV yayıncılığında kullanımı: "sizinkiler-çatlak yumurtalar" ve "can" çizgi film örnekleri* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Krasner, J. (2008). *Motion Graphic Design. Applied History and Aesthetics*. Focal Press: 321
- Locke, L. (1992). *Film Animation Techniques: A Beginner's Guide and Handbook*. Virginia: Betterway Publications: 63
- Hégron, G., Palamidese, P. & Thalmann, D. (1989). *Motion Control In Animation, Simulation and Visualization: Computer Graphics Forum*.
- Ofluoğlu, S. (2011). *Autodesk Maya İle Modelleme Teknikleri*.
- Yardımcı, İ. (2015). *Bilgisayar Destekli Tasarım Programlarında Boolean Operasyonu İle Bir Heykel Uygulaması*.

Elektronik Kaynaklar

Autodesk Help, “*Polygonal Modeling*”, <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learnexplore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Modeling/files/GUID-7941F97A-36E8-47FE-95D1-71412A3B3017-htm.html> (21.08.2019).

“About Octane Render”, *Yazılım*, <https://home.otoy.com/render/octane-render/> (15.07.2019).

“Açık kaynaklı üretim işletme döngüsü”, *Yazılım*, <https://www.cycles-renderer.org/> (15.07.2019).

Alex, “*Best Hardware for GPU Rendering in Octane, Redshift, Vray*”, <https://www.cgdirector.com/best-hardware-for-gpu-rendering-in-octane-redshift-vray/> (03.04.2019).

“CPU, GPU ve APU arasında ne fark var?”, *Bilim ve Teknoloji*, <https://www.posta.com.tr/cpu-gpu-ve-apu-arasinda-ne-fark-var-162961> (18.02.2019).

“GPU Rendering”, *Render*, https://docs.blender.org/manual/en/latest/render/cycles/gpu_rendering.html (17.07.2019).

Graham Singer, “*The history of the Modern Graphics Processor*”, <https://www.techspot.com/article/650-history-of-the-gpu/> (27.08.2019).

Graham Singer, “*The history of the Modern Graphics Processor Part 2*”, <https://www.techspot.com/article/653-history-of-the-gpu-part-2/> (03.04.2019).

“Ground Truth Render Engine”, *Yazılım*, <http://www.nextlimit.com/maxwell/> (15.07.2019).

“Işık nedir”, *Aydınlatma*, <http://www.aydinlatma.org/isik-nedir.html> (24.04.2019).

Justin Slick, “*What is 3d modelin?*”, <https://www.lifewire.com/what-is-3d-modeling-2164> (30.05.2019).

Josh Petty, “*What is 3D Modeling & What’s It Used For*”, <https://conceptartempire.com/what-is-3d-modeling/> (10.07.2019).

Mika Yeap, “*What is 3D Sculpting?*”, <https://all3dp.com/2/6-best-3d-sculpting-software-tools-4-are-free/> (27.02.2019).

Max Von Übel, “*Render’s Game 25 Best 3D Rendering SoftWare Tools in 2019 (Some are Free)*”, <https://all3dp.com/1/best-3d-rendering-software/> (13.01.2019).

“Major Features”, *Yazılım*, <https://luxcorerender.org/> (15.07.2019).

“Real-Time Rendering In 3D”, *Oyun*, <https://unity3d.com/real-time-rendering-3d> (17.07.2019).

“Starta Sculpt 3d Virtual clay, sculpting, modeling and 3D painting application”, *Sculpt 3D*, <https://www.strata.com/strata-sculpt-3d-modeling/> (17.07.2019).

“Trends in Real-Time Rendering”, *Render*, <https://www.archdaily.com/903847/trends-in-real-time-rendering> (15.11.2019).

“V-ray Next For Maya, Update 1 Out Now”, *Yazılım*, <https://www.chaosgroup.com/news/v-ray-next-for-maya-update-1-out-now> (09.05.2019).

“Yapılan İlk Dijital 3D Animasyon 1972 Pixar”, *Animasyon Tarihi*, <https://3dakademi.com/yapilan-ilk-dijital-3d-animasyon-1972-pixar/> (03.07.2019).

DİZİN

-A-	-O-
Anakart, ix, 24	Octane, ix, 29, 30, 60
-Ç-	Oyun, ix, 21, 22, 61
Çizim, ix, 10	-R-
-F-	Ram, 22
Farm, ix, 17, 24	Redshift, 16, 25, 27, 60
-İ-	-T-
İntel, 40, 55	Tasarım, 59
-M-	-V-
Materyal, viii, x, 39, 40	Vray, ix, 17, 26, 60
-N-	
Nurbs, vii, ix, 10, 11	

