



**ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ
İLE TIBBİ ANİMASYON:
EKLEM İÇİ ENJEKSİYON
(İNTRAARTİKÜLER ENJEKSİYON)
FİLM UYGULAMASI**

(Yüksek Lisans Tezi)

Taner TÜRKEK

Kütahya – 2022

T.C.
KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı

Yüksek Lisans Tezi

**ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ İLE TIBBİ ANİMASYON:
EKLEM İÇİ ENJEKSİYON (İNTRAARTİKÜLER ENJEKSİYON)
FİLM UYGULAMASI**

Danışman:
Prof. Dr. Uğur ATAN

Hazırlayan:
Taner TÜRKEK

Kütahya - 2022

Kabul ve Onay

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından

Sanat ve Tasarım Anasanat Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi	İmza	
	Kabul	Red
Prof. Dr. Uğur ATAN (Danışman)		
Prof. Dr. Levent MERCİN		
Prof. Dr. Abdulgani ARIKAN		

Onay

Doç. Dr. Arif KOLAY

Enstitü Müdürü

Bilimsel Etik Bildirimi

Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığım “Üç Boyutlu Animasyon Tekniğı İle Tıbbi Animasyon: Eklem İçi Enjeksiyon (İntraartiküler Enjeksiyon) Film Uygulaması” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğı ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

17/05/2022

Taner TÜRKEK

Özgeçmiş

Lise öğrenimini Kütahya'da tamamladıktan sonra 2014 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Grafik Bölümünde lisans eğitimini tamamlamıştır. 2019 yılında Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başlamıştır.



ÖZET

ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ İLE TIBBİ ANİMASYON: EKLEM İÇİ ENJEKSİYON (İNTRAARTİKÜLER ENJEKSİYON) FİLM UYGULAMASI

TÜRKEL, Taner

Yüksek Lisans Tezi, Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Uğur ATAN

Haziran, 2022, 66 sayfa

Dünya tarihinde insanlar birbirleriyle iletişim kurmak amacıyla çeşitli yöntem ve teknikler kullanmıştır. Bu araçlar yazı dili ya da çeşitli tekniklerle yapılmış görseller olmuştur. İllüstrasyon tekniği de bu görselleştirme eğilimlerindendir. Geçmişten günümüze bilginin aktarımında her türlü ortamda bu resimleme dili yani illüstrasyonlar kullanılmıştır. Resimleme (illüstrasyon) birçok alanda iletişim tekniği olarak tercih edilmiştir. Görselleştirme eğilimindeki bu çaba illüstrasyon tekniklerini de farklı boyutlara yönlendirmiştir. Bu süreçte tıp bilimi de bilginin aktarımında görsel illüstrasyonları etkili bir şekilde kullanmıştır. Tüm bu ortam içerisinde üç boyutlu tasarımlar çağımızın en etkili görsel iletişim elemanı olmaktadır. Tıp bilimi çağımızın dinamiklerine uygun gelişimle üç boyutlu animasyonla kendini kanıtlamıştır. Üç boyutlu animasyonların gerçekçiliği tıbbi bulgu ve cerrahi işlemin ifadesinde etkili bir görsel iletişim aracı olmuştur. Üç boyutlu tıbbi animasyonların yaygınlaşmasıyla tıp eğitimi ve cerrahi işlemlerde doğru bilgi ve tedaviye olan güven ve ulaşılabilirliği artırmıştır.

Üç boyutlu tıbbi animasyon ile ifade edilen tıbbi uygulamanın ya da bilginin güçlü bir şekilde aktarılmasını sağlayan animasyon filmleri aynı zamanda güncel ve modern tıbbin takibi açısından önem arz etmektedir. Yeni, güncel ve modern günümüzün tıp dilinde verilerin üç boyutlu animasyon filmi olarak aktarımı yeni bir yorum ve teknolojik gelişim açısından önemlidir. Üç boyutlu tıbbi animasyonun temel konu olduğu bu araştırma, tıbbi animasyonun gelişim sürecini incelemeyi amaçlamıştır. Ayrıca tıp bilimiyle ilgili alanlarda yapılan üç boyutlu animasyonları vektör tabanlı üç boyutlu programlar ile nasıl yapıldığı uygulamalarla gösterilmiştir.

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yapılmıştır. Ayrıca literatür taramasıyla üç boyutlu animasyon tekniği bilgisi çerçevesinde uygulama gerçekleştirilmiştir. Üç boyutlu tıbbi animasyonun tarihsel gelişimi ve önemi literatür araştırmaları sonucunda açıklanmıştır. Araştırmanın uygulama aşamasında ise cerrahi bilginin üç boyutlu tıbbi animasyon tekniğiyle animasyon uygulaması, detaylı bir şekilde anlatılarak yapılmıştır.

Araştırma kapsamında uygulaması yapılan üç boyutlu animasyon tekniğiyle tıbbi animasyon; eklem içi enjeksiyon film uygulaması insan diz eklemi modellemesi ve cerrahi enjeksiyon işlemi animasyonu yapılarak, Autodesk Maya programında uygulaması aşamalarıyla adım adım belirtilmiştir. Uygulama sonucunda uzman hekimlere görüş, önerileri ve değerlendirmeleri alınmıştır. Alınan bu değerlendirmeler neticesinde yapılan bu üç boyutlu tıbbi animasyon filmi, eklem içi enjeksiyon uygulamasında oldukça başarılı bir görsel açıklama sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Üç Boyutlu Animasyon, Tıbbi Animasyon, Üç Boyutlu Animasyon Teknikleri

ABSTRACT

MEDICAL ANIMATION BY 3-D (THREE DIMENSIONAL) ANIMATION TECHNIQUE: APPLICATION OF INTRAARTICULAR INJECTION FILM

TÜRKEL, Taner

Master Thesis, Art and Design Department

Thesis Advisor: Prof. Dr. Uğur ATAN

June, 2022, 66 pages

In the history of the world, people have used various methods and techniques to communicate with each other. These tools have been written language or images made with various techniques. The illustration technique is also one of these visualization trends. In the transmission of information from the past to the present, this pictorial language, that is, illustrations, has been used in all kinds of environments. Illustration (illustration) has been preferred as a communication technique in many fields. This effort in the visualization trend has also led illustration techniques to different dimensions. In this process, medical science has also effectively used visual illustrations in the transfer of information. In all these environments, three-dimensional designs are the most effective visual communication element of our time. Medical science has proven itself with three-dimensional animation with the appropriate development in accordance with the dynamics of our time. The realism of three-dimensional animations has been an effective means of visual communication in the expression of medical findings and surgical procedures. With the spread of three-dimensional medical animations, it has increased the confidence and accessibility of accurate information and treatment in medical education and surgical procedures.

Animated films that provide a powerful transfer of medical practice or information expressed in three-dimensional medical animation are also important for the follow-up of current and modern medicine. The transfer of data as a 3D animated film in the medical language of today's new, current and modern is important from the point of view of a new interpretation and technological development. This research, in which 3D medical animation is the main topic, aimed to study the development process of medical animation. In addition, applications have shown how three-dimensional animations made in medical science related fields are made with vector-based three-dimensional programs.

In this study, a document review of qualitative research methods was conducted. In addition, the application was carried out within the framework of the knowledge of three-dimensional animation technique with the help of a literature review. The historical development and importance of 3D medical animation has been explained as a result of literature research. At the application stage of the research, the animation application of surgical knowledge with the three-dimensional medical animation technique was carried out by explaining it in detail.

Medical animation with the three-dimensional animation technique applied within the scope of the research; intraarticular injection film application human knee joint modeling and surgical injection process animation were performed and the application stages were specified step by step in the Autodesk Maya program. As a result of the application, opinions, suggestions and evaluations were received from specialist physicians. As a result of these evaluations, this three-dimensional medical animated film offers a very successful visual explanation of intraarticular injection practice.

Keywords: Three-Dimensional Animation, Medical Animation, Three-Dimensional Animation Techniques,

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması ve yürütülmesinde katkılarını esirgemeyen, ilgisini ve desteğini eksik etmeyen sayın Prof. Dr. Uğur ATAN hocama, tıbbi alanda danışmanlığımı yapan Dr. Okan GÜRCAN hocama,

Yüksek Lisans eğitimim boyunca çalışmalarımın her anında desteğini ve ilgisini esirgemeyen, Lisans danışmanım Doç. Dr. Emine Nur YILMAZ ARIKAN ve Prof. Dr. Abdulgani ARIKAN hocama,

Yüksek Lisans eğitimimde bizlere her türlü panel, sergi, konferans, sempozyum, workshop gibi programlara katılımımız için imkân ve olanak sağlayan sayın dekanım Prof. Dr. Levent MERCİN hocama,

Tez çalışmam boyunca desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşlarıma, Bahadır SOYER'e ve son olarak araştırmamın verilerini bulmamda yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
RESİMLER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ İLE TIBBİ ANİMASYON

1.1. ANİMASYON TANIMI ÖNEMİ VE GELİŞİMİ	6
1.2. ANİMASYON TEKNİKLERİ	12
1.2.1. “Cel” Geleneksel Animasyon	12
1.2.2. İki Boyutlu (2B) Animasyon	13
1.2.3. Stop Motion Animasyon	14
1.2.4. Hareketli Grafikler	15
1.2.5. Üç Boyutlu (3B) Animasyon	16
1.3. TIBBİ ANİMASYONUN TANIMI ÖNEMİ VE GELİŞİMİ	17
1.3.1. Tıbbi Animasyonun Tarihi.....	21
1.4. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE TIBBİ ANİMASYON.....	24

İKİNCİ BÖLÜM BULGULAR VE YORUM

2.1. ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON UYGULAMALARI	27
2.2. VEKTÖR TABANLI ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ	28
2.3. VEKTÖR TABANLI ÜÇ BOYUTLU PROGRAMLAR	30
2.4. VEKTÖREL TABANLI TIBBİ ANİMASYONUN UYGULAMA AŞAMALARI	30
2.4.1. Araştırma Aşaması.....	31
2.4.2.Uygulama Yapım Aşaması	33
2.4.3.Vektör Tabanlı Autodesk Maya Programı ile 3B Uygulama	33
2.5. UYGULAMA SONUCU UZMAN HEKİM GÖRÜŞLERİ.....	52

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
EKLER.....	57
KAYNAKÇA	60
DİZİN	66



RESİMLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Resim 1.1: Altamira Mağarasındaki Sekiz Ayaklı Yaban Domuzu Resmi.....	6
Resim 1.2: Miken Kaması, Atina Ulusal Arkeoloji Müzesi.....	7
Resim 1.3: Mısır Ölüler Kitabı, 45X90,5 cm	8
Resim 1.4: Zoetrop, National Museums Scotland.....	8
Resim 1.5: Çıkıntılı Tip Praxionscope	9
Resim 1.6: Pixar Toy Story film afişi.....	11
Resim 1.7: Disney Filmi Alice Harikalar Diyarında (1951) filminden, exhibiting delamination of the paints, among the problems that afflict some of the historic cels in the collection of the Disney Animation Research Library. Photo: © Disney Enterprises, Inc.....	13
Resim 1.8: Mickey Mause, Üretici Walt Disney.....	14
Resim 1.9: The Pigeon 2009, Animator Hywel Prytherch, Stop Motion filminden bir kare.....	15
Resim 1.10: Norman McLaren, Bogie Doodle, Motion Graphics	16
Resim 1.11: Bir Böceğin Hayatı, 3B Animasyon Film Karakteri.....	17
Resim 1.12: Lenardo Da Vinci, Koldaki Kasların Hareketini Gösteren Anatomik Çalışma	19
Resim 1.13: Human Heart Anatomy 2021, (3D Medical Animations).....	20
Resim 1.14: Frank Netter, sağ diz bağları illüstrasyonu	21
Resim 1.15: Anjie Wilson, Karbon Tozu İllüstrasyonu, 2012	22
Resim 1.16: Rembrandt, “The Anatomy Lesson of Dr Nicolaes Tulp” (Dr. Nicolaes Tulp’un Anatomi Dersi), 1632, Mauritshuis Kraliyet Resim Galerisi	22
Resim 2.1: Joanna Culley, 3D Medical Animation For Dental Implants, 2020.....	27
Resim 2.2: Sam Penrice, Pathophysiology of Heart Murmurs: Mitral Regurgitation (Kalp Üfürümlerinin Patafizyolojisi; Mitral Yetmezlik), University of Dundee School of medicine, 2016.....	28
Resim 2.3: Üç Boyutlu Koordinat Siseminde Vektör	29
Resim 2.4: Sujin Song, 3D maya Basic Modelling, 2017	30
Resim 2.5: Netter Tıbbi Çizimler Koleksiyonu, Kas İskelet Sistemi.....	31
Resim 2.6: Levent Efe, Meniscus repair illustration	32
Resim 2.7: Johann Arnold Friederici, Anatomi Tablosu.....	33

Resim 2.8: Diz Anatomisi, 2020	34
Resim 2.9: Autodesk Maya 2022, Program Ara Yüzü.....	34
Resim 2.10: Autodesk Maya İmport İmage (Görüntüyü içe alma).....	35
Resim 2.11: Autodesk Maya Polygon Modeling (Çokgen modelleme).....	35
Resim 2.12: Autodesk Maya Polygon Modeling	36
Resim 2.13: Autodesk Maya Insert Edge Loop Tool	36
Resim 2.14: Autodesk, Merkez Çizgisi Boyunca Katlama Uygulanmış, Yinelemeler = 0, 1, 2, 3 (soldan sağa) olan OpenSubdiv Değiştiricisi.....	37
Resim 2.15: Autodesk Maya, Femur, Tibia ve Patella modeli.....	38
Resim 2.16: Autodesk Maya, Femur Anterior Muscles (Uyluk Ön Kaslar Modeli)	38
Resim 2.17: Autodesk Maya, Femur Posterior Muscles (Uyluk Arka Kaslar Modeli) .	39
Resim 2.18: Autodesk Maya, Tibia Anterior Muscles (Kaval Ön Kasları Modeli).....	39
Resim 2.19: Autodesk Maya, Tibia Posterior Muscles (Kaval Arka Kasları Modeli)...	40
Resim 2.20: Autodesk Maya, İnsan Diz Modelinin Kaplamasız Genel Görünüşü	40
Resim 2.21: Autodesk Maya, UV Editor, Kemik kaplama Uv haritası	41
Resim 2.22: Autodesk Maya, UV Editor Checker Map, model kaplama haritası.....	42
Resim 2.23: Autodesk Maya, UV Editor Snapshot.....	42
Resim 2.24: Adobe Photosop, Uv Snaphot Texture, Modelin Kaplama Dosyası.....	43
Resim 2.25: Autodesk Maya, Hypershade Create Render Node.....	43
Resim 2.26: Autodesk Maya, Doku Kaplama İşlemi Yapılmış Kemik Modeli.....	44
Resim 2.27: Autodesk Maya, Kaplanmış Model.....	44
Resim3.28: Autodesk Maya, Timeline – Channels Box	45
Resim 2.29: Autodesk Maya, Channels Box – Key Select	45
Resim 2.30: Autodesk Maya, Graph Editor	46
Resim 2.31: Autodesk Maya, Polygon Plane	47
Resim 2.32: Autodesk Maya, Spot Light	47
Resim 2.33: Autodesk Maya, Camera.....	48
Resim 2.34: Autodesk Maya, Render Settings.....	49
Resim 2.35: Autodesk Help, Frame/Animation ext	49
Resim 2.36: Autodesk Maya, Render Script Editor	50
Resim 2.37: Render Görselleri	51
Resim 2.38: Adobe After Effect Render İşlemi	51

KISALTMALAR

2B	İki Boyut
3B	Üç Boyut
BT	Bilgisayarlı Tomografi
CGI	Computer Generated Imagery (Bilgisayarla Yaratılmış Görüntü) Bilgisayar Destekli İmgeleme
FPS	Frame Per Second
UV	Unwrap UVW (Doku koordinatları düzenleme aracı)
VR	Virtual Reality (Sanal Gerçeklik)





TEZ METNİ

GİRİŞ

Araştırmanın Konusu

“Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon: Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulaması” başlıklı bu araştırmada; insan diz eklemine üç boyutlu tekniklerle modellenmesi, renklendirilmesi ve cerrahi işlem olan enjeksiyon uygulamasının animasyonu yapılmıştır.

Tıp bilimi geçmişten günümüze bilginin aktarılmasında her türlü ortamda çeşitli görsel içerikleri etkili bir şekilde kullanmıştır. Tüm bu ortam içerisinde üç boyutlu tasarımlar çağımızın en etkileyici görsel iletişim elemanı olmaktadır. Özdemir’e göre tıp alanındaki gelişmeler her daim teknolojik gelişmelerle baş başa ilerlemiştir. Geçmişten günümüze önemli bir yere sahip olan tıbbi illüstrasyonlar çağın dinamiklerine uygun gelişimle yerini üç boyutlu animasyonlara bırakmaya başlamıştır. Üç boyutlu animasyonların gerçekçiliği tıbbi bulguların veya tedavinin ifadesinde etkili bir görsel iletişim aracı olmuştur. Tıbbi animasyonların yaygınlaşması tıp eğitiminde ve tıbbi araştırmalarda doğru bilgiye ve tedaviye olan güvenirliği aynı zamanda da doğru bilgiye ulaşılabilirliği artırmıştır.

Tıp biliminde önemli bir alan haline gelen üç boyutlu tıbbi animasyonlar, tıbbi bilginin aktarılmasını, gelişmesini sağlayan ve tıp biliminin her alanında yer almaya başlayan önemli bir görsel iletişim aracı olması sebebiyle genel tarama modeliyle ilgili literatür taraması ve nitel araştırma yöntemlerine bağlı doküman inceleme yapılmıştır. İnceleme sonrasında insan diz anatomisinin üç boyutlu modellemesi ve cerrahi işlem olan enjeksiyon animasyon film uygulaması, insan diz eklemine kemik ve kas yapılarının modellemesi, modelin doku kaplaması, hareket ve render işlemleri olarak adım adım yapılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, tıp bilimi alanında elde edilen bulguların ve bu bulgulara dayalı olarak insan bedeni üzerinde yapılan operasyonların detaylı, gerçekçi ve kolay anlaşılmasını sağlamak üzere üç boyutlu animasyon filmi yaparak alana katkı sağlamaktır. Bu doğrultuda eklem içi enjeksiyon film uygulama gerçeği, üç boyutlu animasyon tekniği, grafik tasarım disiplini içerisinde uygulayıcılara fikir verebilmesi amaçlanmıştır.

Önem

Üç boyutlu tıbbi animasyon ile ifade edilen tıbbi uygulamanın ve bilginin güçlü bir şekilde aktarılmasını sağlayan animasyon filmi aynı zamanda güncel ve modern tıbbın takibi açısından önemlidir. Yeni, güncel ve modern bir tıp dilinde verilerin üç boyutlu animasyon filmi olarak aktarımı yeni bir yorum ve teknolojik gelişim açısından önemlidir. Bu gelişim ile cerrahi bir işlemin ifadesi üç boyutlu animasyon tekniğiyle kolay anlaşılır, daha detaylı ve daha gerçekçidir. Bu durumda tıbbi bulgunun, tedavinin ya da müdahalenin anlatımında üç boyutlu animasyon tekniğinin kullanımı giderek artmaktadır. Üç boyutlu tıbbi animasyon filmleri kritik hastalıklarda sorunların tartışılarak profesyonel etkileşimlerle karar verme gibi geniş imkanlar sunmaktadır. Bu alanla ilgili kaynakların az olması yapılan araştırmanın alanına katkıda bulunması ve kaynak oluşturması açısından da önemlidir.

Varsayım

Üç boyutlu animasyon tekniğiyle tıbbi animasyon güncel bilginin en doğru ve etkili bir aktarım yolu olup, teknolojik olanaklarla tıp bilimine ve bu alandaki bilimsel araştırmalara katkıda bulunulmuştur. Bu araştırmanın varsayımı üç boyutlu tıbbi animasyon filmi uygulaması ile alanda yapılan araştırma ve çalışmalara katkıda bulunacaktır. Elde edilen verilerin güvenilirliği ve doğruluğu kaynak referanslarla yeterlidir.

Sınırlılıklar

Bu araştırma;

1. Üç boyutlu animasyon tekniğinin tıbbi alanda, insan diz eklemi ve eklem içi enjeksiyon modeli sağlık alanında ortopedi bilim alanı ile,
2. Görüşleri alınan üç alan uzmanı doktor ve bir tıp öğrencisi ile,
3. Uygulama bölümünde kullanılan, Autodesk Maya, Adobe Photoshop, Adobe After Effect programlarıyla,
4. Eklem içi enjeksiyon (intraartiküler enjeksiyon) film konusu olarak belirlenmiş olup üç boyutlu tıbbi animasyon uygulamasıyla sınırlandırılmıştır.

Yöntem

Araştırma modeli

Bu araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yapılmıştır. Ayrıca literatür taramasıyla elde edilen bilgilere dayalı olarak üç boyutlu animasyon tekniği ile film uygulaması yapılmıştır. Bu araştırmanın uygulama yönteminde ise araştırmalar ışığında insan diz eklemine modellenmesi, modelin kaplama haritasının belirlenmesi, doku kaplaması, hareketin koordinatlarının adım adım belirlenmesi ve üç boyutlu animasyon tekniğiyle film uygulaması yapılmıştır. Uygulamanın yapım aşamasında görsel olarak farklı dokümanlardan referans görselleri alınmıştır. Üç boyutlu tıbbi animasyon filmi, ortopedi uzmanı doktorlara animasyon filmi gösterilmiş olup, 3B eklem içi enjeksiyon uygulamasının tıbbi açıdan teorik olarak görüntüsünün aşamaları uygunluğu hakkında görüş ve önerileri alınmıştır. Görüş ve öneriler alınmadan önce ortopedi alan uzmanları tarafından görüşme talebi istenilmiş ve kendilerinin müsait olduğu günlerde görüşme faaliyeti yapılmıştır. Görüşme soruları araştırmacı tarafından hazırlanıp, danışman tarafından uygunluğu onaylandıktan sonra görüşme gününde ortopedi alan uzmanlarına sorulmuştur. Üç alan uzmanı doktor ve bir tıp fakültesi 6. Sınıf öğrencisi ile farklı gün ve tarihlerde görüşme gerçekleşmiştir. Uzman doktorlardan alınan görüşlerde isimler belirtilmemiş olup H1,H2,H3,Ö1 olarak kodlanmıştır. Görüşmelerle ilgili ayrıntılı bilgiler bulgular ve yorum kısmında görüşülen kişilerin cümleleri aynen aktarılmıştır. Alınan bu değerlendirmeler neticesinde yapılan bu üç boyutlu tıbbi animasyon filmi, eklem içi enjeksiyon uygulamasında oldukça başarılı bir görsel açıklama sunmaktadır.

Eklem içi enjeksiyon film uygulamasında üç boyutlu animasyon tekniğiyle Autodesk Maya programında referans alınan görseller ve uzman doktorların yönlendirmesiyle modelleme, doku kaplama, render ve animasyon işlemleri adım adım gerçekleşmiştir. Animasyonun yapısında bulunan art arda görselleştirme işlemini program render sürecinde otomatik olarak vereceği için modelleme, doku kaplama, hareketin başlangıç ve bitiş koordinatını belirten timeline işlemi, render işlemini ve After Effect programında video haline dönüştürme işlemini gerçekleştiren toplam 38 görselle animasyon tamamlanmıştır. Doküman araştırması neticesinde anatomik eklem ve diz görselleri olan çizimler ve fotoğraflar taranmış ve bu veriler sonucunda üç boyutlu animasyon tekniğiyle tıbbi animasyon; (intraartiküler enjeksiyon) eklem içi enjeksiyon film uygulaması yapılmıştır.

Evren ve Örneklem

Araştırmanın verileri alanla ilgili yayınlar, makaleler, tezler ve internet ortamı taranarak toplanmıştır. Bu araştırmanın uygulama ve inceleme kapsamında insan diz eklemi ele alınmış olup, uygulamalar sadece bu alanda gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın evrenini animasyon tasarımı ve üç boyutlu modeller, örneklemi ise, üç boyutlu animasyon tekniğiyle tıbbi animasyon kullanımı oluşturmaktadır.

Veriler ve Toplanması

Araştırmaya dair veriler; Literatür taraması, herhangi bir konunun ele alınış sürecinde veri toplama ve toplanan verilerin önemi üzerinde tartışmayı, toplanan verilerin tanımlanan problemle bağlantısının kurulması ve toplanan bilgilerin belirli bir düzen içerisinde sınıflandırılması aşamalarını içermektedir. Araştırmada “kuramsal” olarak gerçekleştirilen araştırma bölümü ile ilgili literatürün taranması ve ulaşılabilen kaynaklardan elde edilen bilgilerin değerlendirilmesiyle çalışmanın genel çerçevesi, çalışılan konunun detayları kişisel görüş ve değerlendirmelerle oluşturulmuştur. Araştırmaya dair veriler; kitap, tez, makale, yayımlanmış araştırma raporu, dergi yayınlarından ve dijital kaynaklardan edinilerek bir araya getirilmiştir. Yine aynı tür kaynaklardan yurtiçi ve yurtdışındaki yayımlara yönelik görseller ve bilgiler toplanmıştır.

Verilerin İşlenmesi ve Uygulanması

Araştırmada elde edilen veriler literatür taraması ile gerçekleşmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda üç boyutlu animasyon tekniği ve tıbbi animasyon hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler dahilinde referans alınan görseller ile üç boyutlu insan diz eklemi modellemesi yapılmıştır. Modelleme işleminin ardından modelin kaplama haritası çıkarılmıştır. Kaplama haritasını yardımcı program Adobe Photoshop’da düzenleyerek Maya programında işleme devam edilmiştir. Kaplaması yapılan modelin hareket koordinatları belirlenerek Timeline paneline kayıt işlemi gerçekleştirilir. Ardından sahneye kamera ve ışık eklemesi yapılır. Gerekli ayarlar yapıldıktan sonra ön izleme işlemi yapılır. Son kontroller sağlanıp render işlemine geçilir. Render işlemi sonucunda ilgili klasörden alınan dosyalar yine yardımcı program aracılığıyla Adobe After Effect programında video formatına dönüştürülür. Sonuç olarak üç boyutlu animasyon tekniğiyle film uygulaması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen tıbbi animasyon uygulamasının modelleme, doku kaplama, hareket, render işlemleri adım adım teknik bilgi ve yöntemi hakkında uygulama kısmında detaylı bilgi verilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM
ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ İLE TIBBİ ANİMASYON

1.1. ANİMASYON TANIMI ÖNEMİ VE GELİŞİMİ

Animasyon Latince kökenli “animatio” fiilinden türemiş bir sözcük olup anlamı Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre “Canlandırma” olarak bilinen eyleminin ifadesidir. Animasyon bir dizi hareketsiz görüntünün bir araya getirilmesiyle izleyicide hareket illüzyonunun yaratılması olarak tanımlanmaktadır (Taylor, 2003, s. 7). Animasyon hareketsiz görüntü ve görsellerin hareketi olarak tanımlanabilir. Crafton animasyonu zamanla değişen görüntülerin, zamana ve mekâna dayalı sanatı olarak ifade etmiştir (Uçkan, 2004, s. 22).

Görsel Sanatlara ışık tutan örneklerden yontma taş devrine ait insan topluluğunun, mağara duvarlarına yaptığı resimlerde animasyonun başlangıcına ait tasvirlerde etkisini görmekteyiz. İlkel insan topluluğunun ilk mağara resimlerinden Altamira Mağarası’nın duvarındaki yaban domuzunun sekiz bacaklı olarak çizilmesi (Resim 1.1, Bkz.), durağan hareketsiz görselin izleyiciye hareket imgesini kazandırmıştır (Gombrich, 2015, s. 40).

Resim 1.1: Altamira Mağarasındaki Sekiz Ayaklı Yaban Domuzu Resmi



Kaynak: <https://docplayer.biz.tr/docs-images/81/84606660/images/21-0.jpg>, 2022.

Mağara duvarlarındaki resimler gerçek anlamda hareket imgesi yaratmak amacıyla yapıldığı kesin olarak bilinmese de bu ilk resim örneklerinin öyküleyici tarzla uygulanıp, resimlerdeki hareket evrelerinin izleyicide dinamik etki bırakması gerçeğe yakın eser üretiminde önemli çıkış kapısı oluşturmuştur. Bu resimleri yapan ilkel

insanların sanat bilincinde olmadığı eserlerin niteliğinden görülmektedir. Ancak insanların doğayı izlenimci yaklaşımıyla ifade etme çabası ilkel insanların dünyasında da bir canlılığın olduğu ve bu durumu da diğer insanlarla paylaşırken görsel iletişim eyleminin kullanılması açısından önemlidir (Kozan, 2015, s.43).

19. yüzyılın sonuna doğru bulunan Kossos kral sarayı, gün ışığına çıkarıldığında Yunan uygarlığına ait M.Ö 2000 yıllarındaki Giritli sanatçıların hızlı hareketi betimlemekten hoşlanan ve ürettiği eserlerde devinim etkisi oluşturma çabasını ürettikleri eserlerde rastlanmaktadır. Avcıların ve aslanların hareketlerinin art arda yer aldığı bir av betimlemesini anlatan “Miken Kaması” (Resim 1.2, Bkz.) devinim duygusunun imgelemesi, Mısırlı sanatçıları etkilemiş ve çizgi özgürlüğünü de dile getirmiştir (Gombrich, 2015, s.68).

Resim 1.2: Miken Kaması, Atina Ulusal Arkeoloji Müzesi



Kaynak:<https://historyofwesternartblog.files.wordpress.com/2015/10/2-79925-141fbfb2fc728194a701.jpg>, 2022.

Tüm hareketli görüntüler, gözümüzün onları hareketli olarak görmesi için hızla oynatılan bir dizi hareketsiz görüntü içermektedir. Bu hareketsiz görüntüler tek tek üretildiğinde işlemin adı animasyon olarak tanımlanabilir ve animatör de hareketsiz görüntülere hayat veren roldedir (O'Rourke, 2003, s.13). Resim 1.3'e göre durağan bir görüntünün hareketli hale getirme uğraşısı ve hareketlendirme kaygısı, mısır döneminde yapılan papirüs ve duvar resimlerinde de görülmektedir. Bu demektir ki art arda gelen görselleştirme eğilimi animasyonun yapısında olan bir gerçekliktir.

Resim 1.3: Mısır Ölüler Kitabı, 45X90,5 cm



Kaynak:https://tr.wikipedia.org/wiki/Antik_M%C4%B1s%C4%B1r%27da_sanat, 2022.

Tarih öncesi dönemde, mağara duvarlarında bulunan insan ve hayvan hareketlerini tasvir eden ardışık çizimlere rastlanmaktadır. Bu çizimlerdeki ardışık tasvirler temel olarak animasyonun bir parçasıdır. Ancak animasyon 19. yüzyılın ortalarında, hareketsiz görüntüleri canlandıran Zoetrope adında ilkel bir oyuncakla ortaya çıkmıştır (Resim 1.4, Bkz.). Bu oyuncak kaide üzerinde dönüş yapan, çevresindeki eşit aralıklarda açılmış delikleri bulunan silindirdir. Seyirci bu delikten silindir içerisine bakarak bir filme çizilip silindire yerleştirilmiş olan görseli izlemektedir (Şenler, 2005, s.3).

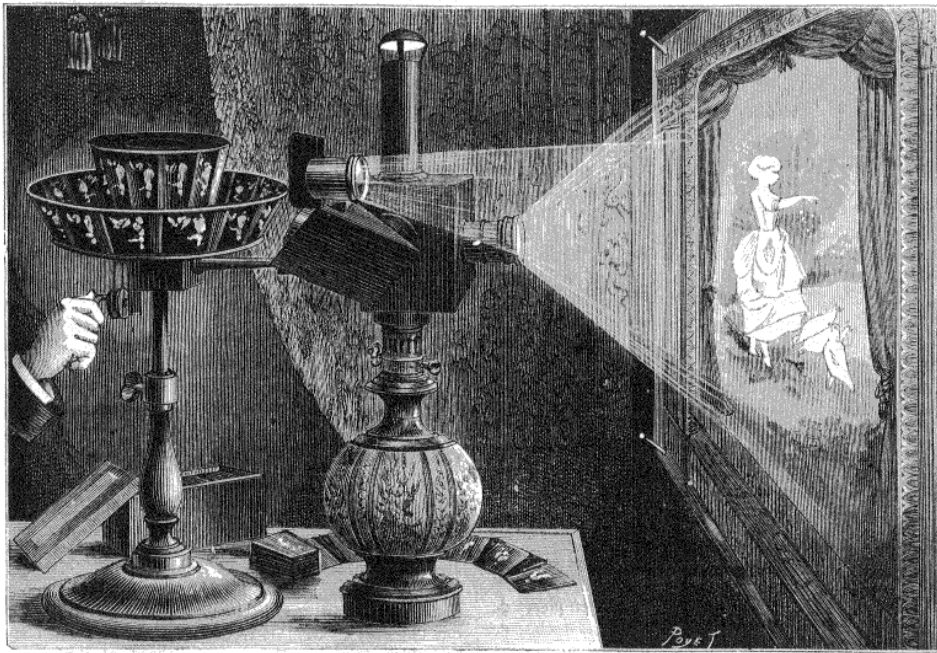
Resim 1.4: Zoetrop, National Museums Scotland



Kaynak:<https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/zoetrope/285473#>, 2022.

Hareket yanılsaması oluşturmak ve bunu süreklilik içinde izleyiciye aktarma arzusu ilkel oyuncak “zoetrop” dan sonra “praxinoscope” un icadıyla animasyon sektöründe ciddi hareketlenmeye sebep olmuştur. Charles-Emile Reynaud’un “zoetrop”u temel alarak geliştirdiği “praxinoscope” animasyon sektörünün doğuşuna katkıda bulunmuştur (Resim 1.5, Bkz). Walt Disney ve Ub Iwerks şirketlerince hazırlanan “Steamboat Willy” animasyonu; görüntü müzik ve sesin ilk kez senkronize bir şekilde kullanıldığı çalışmadır. Bu çalışmayla dönemin animasyon stüdyoları alandaki çalışmalarını hızlandırmıştır (Doğru, 2017, s.162).

Resim 1.5: Çıkıntılı Tip Praxionscope



Nouveau praxinoscope à projection de M. Reynaud.

Kaynak:https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lanature1882_praxinoscope_projection_reynaud.png, 2022.

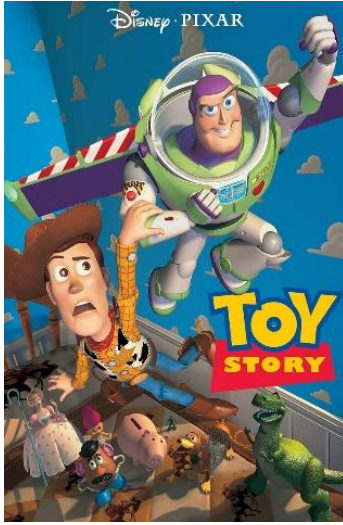
Animasyonun gerçekleşmesi için sürekli hareket yanılsamasının oluşması gerekir. Bu da insan gözünün görüp beynin algılayabildiği saniyede minimum 12 karedir. Bir saniyedeki görüntü sayısı (Frame Per Second) kısaca FPS olarak ifade edilmektedir. Fakat sesin bir fps değeri olmadığı için sabit değer ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Dünyanın en ünlü film yapım şirketi Walt Disney elle çizilen animasyon filmlerini bu hızda çekmiştir. Ancak dünya standartlarında daha kaliteli ve maliyeti uygun olması, daha iyi ve daha akıcı algılanabilmesi için saniyede 24 kare (24 fps) standart hale gelmiştir (Uçkan, 2004, s.4).

Dolayısıyla sinema sektörünün vazgeçilmez öğelerinden biri olan animasyon resim ya da nesnelerin hareketli ve canlı oldukları algısını uyandıracak biçimde düzenlenmesi işlemidir (Atan, 2021, s.21). Hızla gelişen yöntem ve teknikler çağın dinamizmine ayak uydurarak temel teknik esasında çağımızın animasyonlarına kaynak niteliğindedir. Bilgisayar sistemlerinin gelişmesiyle 2B ve 3B “Bilgisayar Destekli İmgeleme” (CGI) teknikleri de gelişim sağlamıştır. İlk bilgisayar destekli 3 boyutlu animasyon, 1976 yılında Richard T. Heffron tarafından yönetilen “Future World” filminde kullanılmıştır (Pikkov, 2010, s.165). “Jurassic Park” “Terminatör” ve “Aslan kral” gibi 90’lı yıllarda çekilen filmlerde üç boyutlu animasyon tekniğinin gelişimini rahatça görebiliriz.

Animasyon üretimi kendi içinde özgün ve kapsamlı dijital veri içermektedir. Buna bağlı olarak animasyon stüdyoları farklı çalışma teknikleri ve yazımlarını geliştirmişlerdir. Bu yazılımların amacı, animasyon üretimini dijital ortamda düzenleyip, kategorize edip tekrar tekrar kurgulayıp, geriye dönüp müdahale imkânı vermesidir. Pixar şirketinin açık kaynaklı sunduğu USD (Universal Scene Description - Evrensel Sahne Tanımı) yazılımı bunlardan biridir. Pixar, üretim sürecinde temel alt yapıyı bu yazılımlar sayesinde oluşturmuştur. Bu yazılımla birlikte birçok kullanıcı aynı sahne üzerinde işlem yapabilmektedir (Pixar graphic technologies, 2022).

Pixar animasyon stüdyolarının 1995 yılında tamamen bilgisayar ortamında 3B yazılım ve programlarla ilk uzun metrajlı animasyon filmi “Toy Story” (Resim 1.6 Bkz.) gösterime girmesiyle animasyon sektörü ciddi ivme kazanmıştır. Bu ivme, Toy Story filminden sonra Pixar animasyon stüdyosunun 3B animasyon üretim sürecinde yeni yöntem ve çözümler üretmek zorunda bırakmıştır (Henne, Hickel vd., 1996).

Resim 1.6: Pixar Toy Story film afişi



Kaynak: <https://www.pixar.com/our-story-pixar>, 2022.

Günümüzde animasyon her türlü medya sektöründe kullanılır hale gelmiş olup popülerliği de artmaktadır. İzleyicileri etkileme düzeyi, sosyal ve dijital mecrada popüler olması, yüksek bütçeli animasyon filmler ve animasyonlu uygulamalar gibi alan çeşitliliğini de talep doğrultusunda türetmiştir. Bu hızlı trendin en büyük sebebi içinde bulunduğumuz çağın dinamizmidir. Animasyon filmlerine ilgi duyan çocuklar, hedef kitesine animasyonla çağrışırda bulunan şirketler, bunun yanı sıra kurumsal kimliğe kadar animasyon kullanılmaktadır. Eğitim alanında ise karmaşık bilgi yapısını basitleştirip iletişimde etkin bir rol almaktadır (Kaba, 1992, s.5).

Selby, animasyonu hareketli görüntüyle ses birlikteliğinin hikâye ve fikirleri anlatmak için görsel işitsel bağlamda en etkili uyarlanabilir teknik olarak açıklamaktadır (Selby, 2013, s.6). Buna göre animasyon zengin içeriklerle geliştirilebilen sonsuz hayal dünyası içeriğiyle güçlü bir iletişim aracı haline gelmiştir.

Sanat dünyasının her alanında gerçekçi olma ifadesi animasyon alanında da geçerliliğini korumaktadır (Akgül, 2019, s.78). 3B animasyonlardaki gerçekliğin artmasıyla tıbbi illüstrasyonları temel alarak geliştirip, 3B anatomi modelleriyle ve animasyon filmleriyle karşılaşmaktayız. Zengin ve güçlü bir ifadeye sahip olan 3B animasyon çalışmaları tıp dünyasındaki görsel bilgiye ulaşımı da artırmıştır.

Sanat, endüstri ve eğitim alanı olarak kabul edilen animasyon, dünyada en etkili kitle iletişim araçlarının başında gelmektedir. Animasyonun yeni bireylerin yetiştirilmesinde, kültürel değerlerin genç nesillere aktarılmasında, çocuk ve gençlere

bakış açısı kazandırılmasında, sanat kültürünün ve estetik zevklerin zenginleştirilmesinde etkisi yadsınamaz bir gerçektir (Türker, 2011, s.234).

Ayrıca animasyon endüstrisinin ülke ekonomilerine ciddi oranda katkı sağladığı da görülmektedir. Yaklaşık 250 milyar dolar küresel pazar hacmi ile animasyon, dünya ülkelerini ekonomik açıdan cezbetmiş ve birçok ülkenin ekonomi gündemine girmeyi başarmıştır.

1.2. ANİMASYON TEKNİKLERİ

Üretim açısından ciddi emek ve zaman isteyen animasyon, olanaklarına göre sınıflandırılan ve en bilinen türleri; Cel (geleneksel) Animasyon, İki Boyutlu (2B) Animasyon, Üç Boyutlu (3B) Animasyon, Hareketli grafikler, Stop Motion Animasyon olmak üzere beş genel başlıkla ayrıştırılabilir. (Patmore, 2007, s.5)

1.2.1. “Cel” Geleneksel Animasyon

Geleneksel animasyon filmleri, kaba çizimlerin ve deneysel anlatıların ilk günlerinden bu yana kesinlikle uzun bir yol kat etmiştir. Geleneksel animasyon, 1906'da farklı yüz ifadeleri içeren kısa bir film olan komik yüzlerin mizahi evrelerinde ilk kez sahneye çıktı. Çizimlerin kare kare manipülasyonu yapılarak animasyonlu hareketin oluşmasına olanak verir. Kısaca hareketi oluşturan tüm kareler elle çizilip çizgi film ve animasyon hareketinin illüzyonu gerçekleştirilir (Atan,2021, s.23). Bilgisayar teknolojisi yıllar boyunca animatörlere çabalarında yardımcı olmuş olsa da çerçeveleri tek tek çizerek bir animasyon filminin hayata geçmesinin temel araçları esasen aynı kalmıştır. 1920'lerde Cel animasyon sürecinin yaygınlaşmasıyla animatörler tasarımı içeren Transparan Cels sayesinde aynı görüntüyü tekrar tekrar çizmek zorunda kalmadı. Bu yöntem tekniğin hızlı gelişmesine sebep olmuştur. 1937'de Pamuk Prenses ve Yedi Cüceler'in piyasaya sürülmesiyle (Resim 1.7, Bkz.), geleneksel olarak canlandırılan filmlerin Hollywood topluluğu ve izleyiciler tarafından ciddiye alınmıştır (Nusair, 2019). Ancak animasyonun temel prensipleri bu yöntemle, kare kare tasarlanarak oluşturulduğu için günümüzde temel alınan animasyon eğitiminde ve işleyişinde söz sahibidir.

Resim 1.7: *Disney Filmi Alice Harikalar Diyarında* (1951) filminden, exhibiting delamination of the paints, among the problems that afflict some of the historic cels in the collection of the Disney Animation Research Library. Photo: © Disney Enterprises, Inc.



Kaynak: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/29_1/animation.html, 2022.

1.2.2. İki Boyutlu (2B) Animasyon

Genellikle geleneksel animasyon olarak düşünülen 2B animasyon, reklamlarda, web sitelerinde, filmlerde veya bilgisayar oyunlarında kullanılabilecek animasyonlu görüntüler oluşturmak için çoğunlukla bilgisayar yazılımı aracılığıyla vektör grafikleriyle çalışır (Resim 1.8, Bkz.). Vektör grafiklerinin icadı, son zamanlarda modern dijital sanat teknolojisindeki en büyük ilerlemelerden biridir. 2B animasyonda nesneler aşağı, yukarı, sağa ve sola hareket edip 3B animasyonlardaki gibi kameraya doğru ya da kameradan uzaklaşmazlar (White; 2006, s.411). Günümüzde Adobe Animate, Photoshop ve After Effects gibi popüler yazılımlar sayesinde 2B animasyon uygulamaları yapılabilir.

Resim 1.8: Mickey Mause, Üretici Walt Disney



Kaynak:<https://www.retrojunk.com/a/I-1HGA8E4q/the-history-of-mickey-mouse>, 2022.

1.2.3. Stop Motion Animasyon

Stop Motion (durdurma karesi animasyonu olarak da bilinir), konumlanan ve manipüle edilebilen herhangi bir nesneden durağan bir görüntüdür (Resim 1.9, Bkz.) ve her seferinde bir kare yakalayarak animasyon dizileri oluşturmak için kullanılan bir animasyon tekniğidir. Yani izlenen şey aslında art arda gelen durağan görüntülerdir. Stop motion animasyon yavaş ilerleyen, zahmetli ve çok kısa bir film yapmak bile büyük miktarda emek gerektiren animasyon tekniklerindendir (Purves, 2010, s. 7).

Prosedür genel olarak şöyledir; ortam oluşturulur ve nesnenin başlangıç pozisyonunda bir film karesi çekilir. Ardından nesne hafifçe hareket ettirilir ve ikinci film karesi çekilir. Bu işlem nesne son konumuna gelinceye dek tekrarlanır. Çekilen kareler sırayla oynatıldığında hareket yanılsaması oluşur. Tek tek fotoğraflanan kareler programlar yardımıyla bir araya getirilebilir ve ardından diğer bileşenler eklenir. Son olarak filmi oluşturmak dikkatli bir kompozisyon çalışması gerektirir.

Resim 1.9: The Pigeon 2009, Animator Hywel Prytherch, Stop Motion filminden bir kare

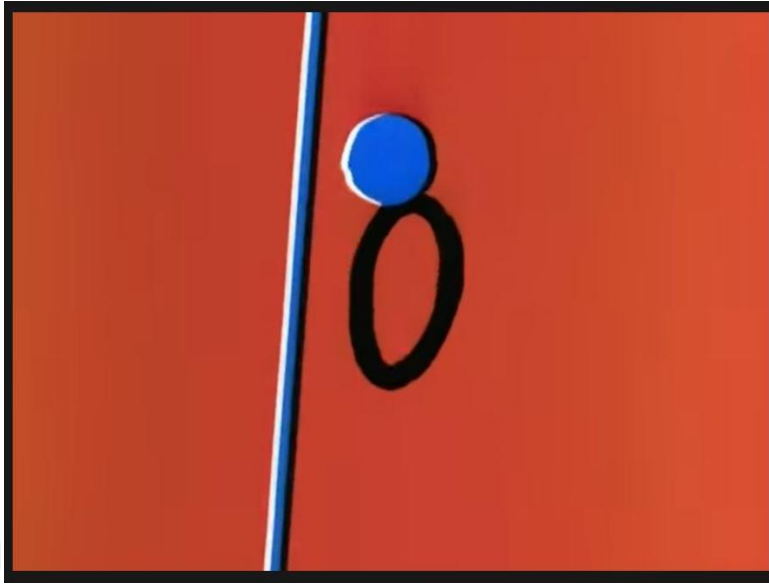


Kaynak: Barry Purves, Basic Animation Stop Motion, 2022.

1.2.4. Hareketli Grafikler

Çoğu zaman, Hareketli Grafik, Hareket Tasarımı olarak da adlandırılır ayrıca hareket ve tasarım öğeleri arasındaki ilişkinin anlaşılmasını kolaylaştırır. Motion Graphics, tasarım bilgisini zaman ve mekân öğelerini ekleyerek, yani hareket yaratarak yeni ortamlara getirmekle ilgilidir. Geleneksel bir cel animasyonunda (Disney filmleri), bir insan figürünü veya bir hayvanı canlandırmak için doğadan sonsuz referanslar kullanılabilir. Ancak hareketli grafikler şekillerin, tipografinin ve vektörlerin nasıl hareket ettiğine dair doğal bir referans yoktur. Bu nedenle hareket tasarımcıları her türlü hareketi, ivmeyi ve hızı uygulayabilmektedir. 1940’larda Hareketli Grafikler, Oscar Graphics, Oscar Fishinger ve Norman McLaren’in deneysel çalışmalarıyla doğmuştur (Resim 1.10, Bkz.). Bu sanatçıların üzerinde çalıştığı filmler günümüzde halen birçok hareketli grafik tasarımcısı ve sinema uzmanı için önemli referans ve ilham kaynağı olmaktadır (Silveira, 2021).

Resim 1.10: Norman McLaren, Bogie Doodle, Motion Graphics



Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=TgJ-yOhpYIM&t=165s>, 2022.

1.2.5. Üç Boyutlu (3B) Animasyon

3B animasyon üç boyutlu hareketli görüntüler oluşturma ve bunları dijital ortama yerleştirme işlemidir. Bu nesneler, özellikle 3B animasyon için tasarlanmış yazılımlarda oluşturulur. Bu tür programlar, 3B Animatörlerin nesneleri hayata geçirmek için gereken hareket yanılsamasını yaratmasına olanak tanır. Bu nesnelere hareket ve hayat verme süreci üç ana bölüme ayrılır: modelleme, düzen ve animasyon ve render. Modelleme, nesnelerin veya karakterlerin üretildiği aşamadır. Bu, bir modelleme aracı kullanılarak veya gerçek nesneleri bir bilgisayara tarayarak yapılabilir. Ardından animasyon aşamasına geçilir burada belirli bir sahneye yerleştirilir ve canlandırılırlar (Resim 1.11, Bkz.). Son aşama olan render nihai görüntünün elde edildiği bölümdür. Bu, belirli bir yazılım kullanılarak yapılır, çünkü render işlemi tipik bir bilgisayarın üstesinden gelebileceği bir şey değildir (Rami, 2020).

Üç boyutlu tasarım ürünleri, hedef kitle üzerinde istenilen etkinin tam olarak yaratılmasında ve mesajın daha iyi algılanmasında oldukça etkili olduğunu ifade etmektedir (Ocvirk vd., 2013, s. 32).

Resim 1.11: Bir Böceğin Hayatı, 3B Animasyon Film Karakteri



Kaynak: <https://www.pixar.com/our-story-pixar>, 2022.

1.3. TIBBİ ANİMASYONUN TANIMI ÖNEMİ VE GELİŞİMİ

Tıbbi animasyon, genellikle fizyolojik veya cerrahi bir konuyu temel alan ve 3B bilgisayar grafikleri kullanılarak oluşturulan kısa bir eğitim filmidir. Tıbbi animasyonlar halkı ve tıbbi personeli yeni teknikler veya ilaçlar konusunda eğitim amacıyla kullanılmaktadır. 3B tıbbi animasyonlar, insan ve biyolojik sistemler için son derece zengin bir görsel rehber oluşturabilir ve kısa sürede büyük miktarda bilgi sağlayabilmektedir (Beane, 2012, s.6). Tıbbi animasyonları tıbbi, anatomik ve ilgili bilgileri kaydetmeye ve yaymaya yardımcı olan biyolojik gösterim şekli olarak adlandırılabiliriz.

Tıbbi animasyonun yükselişine katkıda bulunan iki ana faktör mevcuttur. Birincisi, insan formunu ve tıbbi prosedürleri tasvir etme arayışıdır. İkincisi ise bu prosedürlerin görsel olarak nasıl tasvir edileceğine dair yeniliklere izin veren teknolojidir. 19. yüzyılda renkli baskının icadı ve yaygınlaşmasıyla animasyon dünyasında büyük teknolojik yeniliklerle güncellenmiştir. Ancak bu durum yalnızca renkli tıbbi illüstrasyon kitaplarının erişilebilir olması değil, aynı zamanda Flip kitaplar gibi ilk animasyon türlerinin yaratılmasına da yol açmasıydı. Bu temel animasyon

biçimlerinin yalnızca insan vücudunun hareket etme biçimlerini değil, aynı zamanda hareket halindeki farklı biyolojik ve tıbbi süreçleri tasvir etmek için kullanılmasına da yol açmıştır (Beegel, 2020).

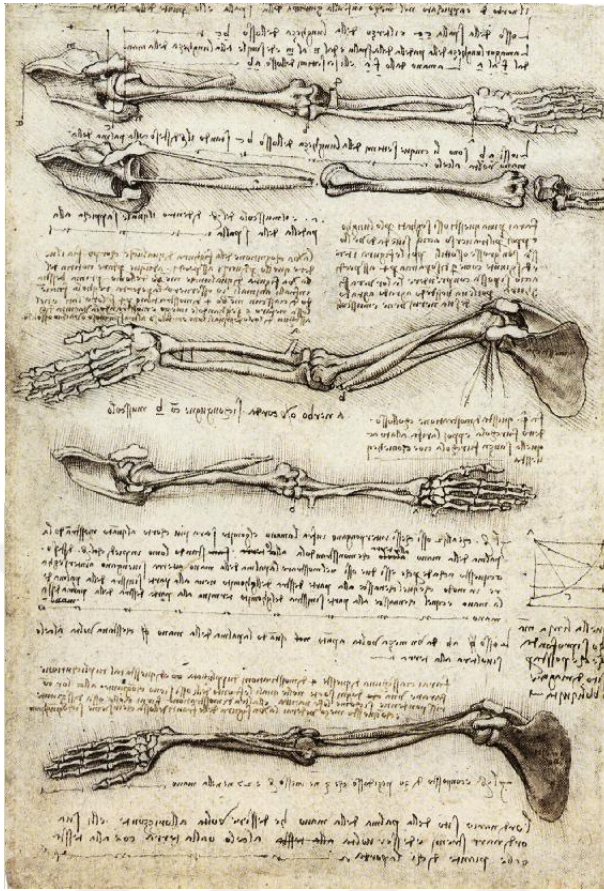
Tıbbi animasyonlar, 3B animasyon teknolojisi kullanılarak bilgisayar ve çeşitli yazılımlar yardımıyla dijital ortamda üretilmektedir. Genellikle fizyoloji veya cerrahi konuya dayalı kısa süreli eğitim ya da bilgilendirme amaçlı kullanılmaktadır. Tıbbi animasyonlar izleyiciye yönelik olsa da genel olarak tıbbi animasyon, tıbbi eğitim gören öğrenciler, alanındaki uzman hekimler veya hastaları için yaygınlaşmış bir öğretim aracı olarak kullanılmaktadır (Bosse, 1992, s.9). Ayrıca günümüzde bu çalışmalara ünlü ilaç firmalarının reklam ve pazarlama sektöründe dijital medya araçları sayesinde karşılaşmaktayız.

Animasyon durağan görüntü ve görsellerin hareketi olarak tanımlandığına göre tıbbi illüstrasyonlar durağan görsellerdir ve hareketlendirildiğinde tıbbi animasyon olarak tanımlanabilir. Bu bağlamda tıbbi illüstrasyonları, tıbbi animasyonun bir parçası olarak kabul edebiliriz.

Antik Yunan döneminde, anatomist Herophilos tarafından gerçekleştirilen insan kadavralarının ilk kaydedilen diseksiyonlarıdır. Ancak, gerçek hayattan örneklerle dayanan insan vücudunun iç işleyişinin çizimleri, suçluların cesetlerinin diseksiyonlarına izin verilen Orta Çağ zamanlarına kadar çok sınırlıydı. Orta Çağ yerini Bilimsel Devrim, Rönesans ve Aydınlanma Çağı'na bırakırken, insanların insan anatomisini incelerken daha gerçekçi bir yaklaşım benimsemelerine izin verildi. Bu durum, Tıp ve Sanatı mükemmel bir şekilde birleştiren en tanınmış kişi olan Leonardo da Vinci'ye, insan formuyla ilgili çalışmaları (Resim 1.12, Bkz.), bugünün dünyasında hala kullanılan keşiflere ve icatlara yol açmıştır (Beegel, 2020).

Tarih boyunca sanatçılar daha gerçekçi sanat eseri yapmak istediler ve doğru bir insan formunu tasvir etmek, kas ve iskelet sisteminin nasıl çalıştığını görmek için anatomik çalışmalarda bulundular. Hipokrat anatomiye “anatomi tıbbin temelidir ve insan vücudunun şekline dayanmalıdır” sözleriyle ifade etmiştir (Hajar, 2011, s.86). Alandaki öncü sanatçı ve bilim adamı Leonardo Da Vinci'nin çalışmalarında bu durumu görmektediriz.

Resim 1.12: Lenardo Da Vinci, Koldaki Kasların Hareketini Gösteren Anatomik Çalışma



Kaynak: Cremante, S, (2008). *Leonardo Da Vinci: Artist, Scientist, Inventor* Hardcover, Guinti.

Habbal ve Harrise göre anatomi eğitimindeki en zorlu görevlerden biri, organların yapısal bileşenlerini işlevlerine göre dinamik olarak göstermektedir (Habbal, Harris, 1995).

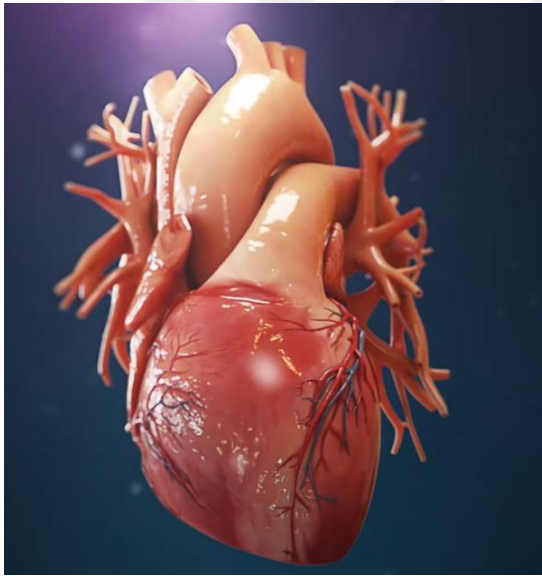
Tıbbi illüstratör ise hem yaşam bilimleri hem de görsel iletişim alanında ileri eğitime sahip profesyonel bir sanatçıdır. Bilim adamları, doktorlar ve diğer uzmanlarla iş birliği yapan tıbbi illüstratörler, karmaşık bilgileri geniş kitlelere iletişim kurma potansiyeline sahip görsel görüntülere dönüştürür. Tıbbi bir illüstratör görsel bir problem çözücüdür. Bilimsel makaleleri okumak, bilimsel uzmanlarla buluşmak, belki de cerrahiye gözlemlemek veya bir laboratuvar prosedürü de dahil olmak üzere arka plan araştırmaları, genellikle yaratıcı sürecin ayrılmaz bir parçasıdır. Tıbbi illüstratörlerin çalışmaları eğitim, araştırma, hasta bakımı, halkla ilişkiler ve pazarlama çabalarını teşvik eder (Branigan, 1995).

Son yüzyıl çerçevesinde, tıbbi illüstrasyon artık bir meslek olarak kabul gördüğü, lisans ve lisansüstü düzeyde eğitimlerinin verildiği, haklarını savunan meslek örgütlerinin olduğu, sergilerinin hatta müzesinin kurulduğu imkâna kavuşmuştur (Seylan, 2016, s.5). Bu gelişmeler sayesinde durağan görsel niteliğindeki illüstrasyonlar tıbbi animasyon sektörüne destek olup gelişimine devam etmektedir.

Tıbbi illüstrasyonların devamında anatomi eğitiminde 3B tıbbi animasyon, anatomik yapıların morfolojisini, yerini ayrıca bunların uzamsal ve fonksiyonel ilişkilerini ortaya çıkarmak için önemli ve başarılı yöntemdir. Ayrıca anatomideki fizyolojik hareketin öğrenilmesi için güçlü bir araçtır (Resim 1.13 Bkz.).

Öncü çalışmalarıyla Habbal ve Harris tıbbi animasyonun eğitimdeki potansiyelinin özellikle fonksiyonel anatomiye göstermek için yüksek olduğunu belirtmektedir (Preim, Meuschke, 2020).

Resim 1.13: Human Heart Anatomy 2021, (3D Medical Animations).

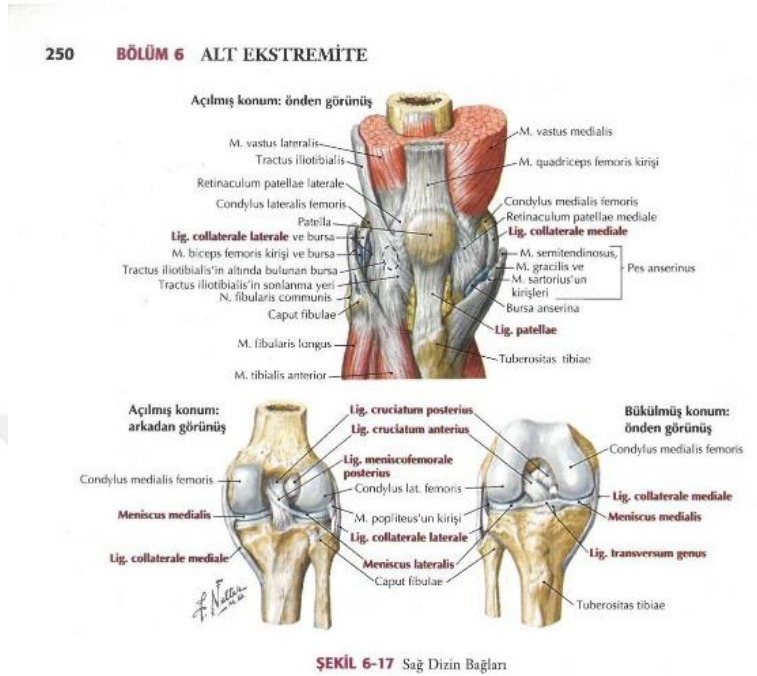


Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=ebzbKa32kuk>, 2022.

Tıp biliminde çığır açan keşifleriyle, illüstratörün bilinmeyi, görülemeyeni açıkladığını ve bunu izleyici kitlesine görsel olarak anlatımını ifade eden, The New York Times tarafından Tıbbın Michelangelo'su olarak gösterilen cerrah-sanatçı Frank Netter, insan anatomisini, fizyolojisini ve patolojisinin yanı sıra tıpta çığır açan buluşların illüstrasyonlarını üretmiştir. Ardından insan anatomisi, embriyoloji, fizyoloji, patoloji ve ortaya çıkan birçok hastalık çeşitleriyle ilgili klinik özellikleri içeren atlas serisini

yayınlanmıştır (Resim 1.14. Bkz.). 1991’de ölen Netter’in illüstrasyonları milyonlarca sağlık çalışanını eğitmeye devam etmektedir (Hajar, 2011, s.83).

Resim 1.14: Frank Netter, sağ diz bağları illüstrasyonu



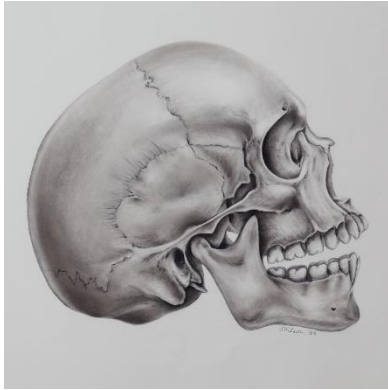
Kaynak: Netterin Klinik Anatomi, John T. Hansen, Palme Yayıncılık 2013

1.3.1. Tıbbi Animasyonun Tarihi

Teknolojik gelişimle dijitalleşen modern arenada tıbbi animasyonlara hastanelerde, özel kliniklerde, reklam pazarlama sektöründe ve dijital medya üzerinde sıklıkla karşılaşmaktayız. Bu animasyonlar yüksek eğitimli tıp uzmanlarından tutun da hedef kitle seviyesine göre uyarlanabilir düzeydedir.

1900’lerin başında Baltimore, John Hopkins Tıp Okulu’na kayıtlı Max Brodel, birçok ünlü klinisyenler için illüstrasyonlar yapmıştır. Üretken bir tıbbi illüstratör olmanın yanı sıra karbon tozu tekniği gibi yeni sanatsal teknikler geliştirmiştir (Resim 1.15, Bkz.). Bu, doktorlar için tıbbi illüstrasyonların kalitesinin ve doğruluğunun ilerlemesine yardımcı olmuştur (Crosby, vd., 1991).

Resim 1.15: Anjie Wilson, Karbon Tozu İllüstrasyonu, 2012



Kaynak: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_Dust_Skull.jpg, 2022.

Tıbbi animasyonun gelişmesindeki kırılma noktası, dönemin cerrahi eğitimi için kullanılacak kadavraların görece azlığı ve ayrıca onay vermeyen hastaların kullanımının da azalması, araştırmacıları yeni teknik ve yöntemlere sürüklemiştir (Agoreyo, 2003).

Geçmişten günümüze anlatım biçimi olan tıbbi görseller Leonardo Da Vinci, Rembrandt, İbni Sina ve en yakın tarih Frank Netter gibi tıp alanında sanatsal çalışmalarıyla öncü nitelikteki isimler çalışmalarıyla günümüzde birçok dijital içeriğin ve cerrahi kaynağın referans noktası olmuştur (Resim 1.16, Bkz.).

Resim 1.16: Rembrandt, “The Anatomy Lesson of Dr Nicolaes Tulp” (Dr. Nicolaes Tulp’un Anatomi Dersi), 1632, Mauritshuis Kraliyet Resim Galerisi



Kaynak: https://tr.wikipedia.org/wiki/Dr._Nicolaes_Tulp%27un_Anatomi_Dersi, 2022.

Ancak tıbbi animasyonlar her daim var olan bir teknik değildi ve teknolojik ilerlemeyle beden tasviri etme, daha iyi anlama ve anlatma iç güdüsü Tıbbi Animasyon teriminin evrim yolunu açmıştır. Tıbbi animasyon gerçekçi tıbbi illüstrasyonlar alanından evrimleşmiş olsa da sinema teknolojisi ve bilgisayar tarafından oluşturulan görüntülere

eşit derecede borçludur. Karbon tozu ve kadavraların yerini çok kısa bir süre sonra yerini 3B görsellere bırakmıştır (Khera, 2017).

Tıbbi animasyon terimi bilgisayar grafiklerinin ortaya çıkışından garip bir şekilde yaklaşık 3 yıl öncesine dayanmaktadır. Aslında bilimsel bağlamlarda ilk kez 1932 gibi erken bir tarihte Journal of Biological Photography’de ifade edilmiştir. Erken tıbbi animasyonlar düşük işlemci hızı nedeniyle temel tel çerçeve modelleriyle sınırlı kaldı. Mikroişlemci tasarımının bilgisayar belleğinin evrimi ile animasyonlarda önemli ölçüde gelişim göstererek karmaşık hale geldi. 1980 sonrası tıbbi animasyonlar, fizyolojik ve cerrahi öğretimin farklı bir yaklaşımı haline geldi. Bu süreçte araştırmacılar 3B tıbbi animasyonların mümkün olmayan fizyolojik, moleküler veya anatomik kavramları gösterebileceğini öne sürmüşlerdir. (a.g.e., 2017).

Cerrahi eğitim için kullanılacak kadavraların azlığı onay vermeyen hastaların kullanımının azalması nedeniyle, enstitüler tıbbi animasyonları doktorlara anatomik ve cerrahi eğitim için kullanabilmektedirler. Orantılı olarak doğru sanal cisimlerin oluşturulması, genellikle bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonans görüntüleme gibi tıbbi taramalar kullanılarak gerçekleştirilir. Bu tür teknikler kesitli kadavralar kullanılarak tıbbi animasyonların oluşturulmasından maliyet ve zaman kazandıran bir hareketi temsil eder (Rosen, 2008).

Ulusal Tıp Kütüphanesi’nin görünür insan projesi, kadavraları BT teknolojisi kullanarak taramış, kadın ve erkek bedenlerinin 3B tıbbi animasyonlarını oluşturmuştur. Yalnızca taranan veriler kullanılarak oluşturulan tıbbi animasyonlar, genellikle cerrahi planlama bağlamında canlı hastaların iç yapılarını karşılaştırmada kullanılmaktadır (Ackerman, 2011).

Amerika North Dakota Eyalet Üniversitesi'nin Virtual Cell animasyonlu ders projesinin sanatçı, modelci ve bilgisayar grafikleri yöneticisi Christina Johnson, eğitim ve sosyal yardım için animasyonlar üretmek için lisans öğrencilerine eğitim ve koçluk yapmaktadır (<http://vcell.ndsu.edu/animations/>). Öğrenci animatörler kendilerini Maya programında (haftada 10–15 saat) eğitip, yaklaşık 6 hafta içinde üretime hazır hale gelmektedirler. Virtual Cell, öğrencilerinin algılamakta zorlandıkları kavramlar için animasyonlar üretmeye odaklanan Kuzey Dakota Eyaleti profesörleri tarafından yönetilmektedir. Sanal Hücre araştırması, öğrencilerin ilgili metni okuduktan sonra anlatılan animasyonlardan en iyi şekilde öğrendiklerini göstermektedir. Altyazılar görsel dikkat için animasyonlu nesnelerle rekabet ederken, anlatım animasyonu tamamlar. Biyomoleküllerin Sanal Hücre temsilleri basitleştirilmiş şekillerdir ve işlemler

lisans seviyesine basitleştirilmiştir. Sadeleştirme, animatörlere iyi anlaşılmayan olayları tasvir etme ve netlik için nesneleri ölçek dışında boyutlandırma özgürlüğü verir. Tüm animasyonlar "tek seferde" (kesme olmadan) yapılır çünkü her kesim potansiyel olarak bazı izleyicilerin kafasını karıştırır. Virtual Cell, 3D animasyonu kullanır çünkü izleyicilerin dikkatini çeken fiziksel bir olay olarak algılanabilir. 2D animasyon ise daha soyut ve daha az ilgi çekici kalır (Bromberg, Chiu vd: 2011).

Tıbbi animasyon aracılığıyla cerrahi hikâye anlatımının potansiyeli oldukça yüksektir. Ancak hiçbir şey biyolojik bir sürecin arkasındaki bilimi gösteremez ve iletemez. 3B tıbbi animasyonun yaptığı gibi betimleyici canlılığı ve aksiyonlu gösterimi ise yadsınamaz bir gerçekliktir. 3B tıbbi animasyonların en iyi yanı, değişen yazlımlar ve ara yüzler ile sürekli gelişim içerisinde olmasıdır.

1.4. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE TIBBİ ANİMASYON

Tıbbi illüstrasyon, sanat ve tıp dünyasını birleştiren bir meslektir. 1500'lerde Andreas Vesalius'un insan modellerine dayalı ilk anatomik atlası yayınladığı zaman doğdu. O zamandan beri, tıbbi illüstratörler ve biyomedikal iletişimciler insan vücudunu ve tıbbın tüm yönlerini görsel olarak temsil ettiler (Guildersen, 2002).

Üç boyutlu tıbbi animasyonlar mevcut olan fiziki veya cerrahi müdahale için genel tedaviler hakkında eğitim sağlayan güçlü bir öğretim aracı haline gelmiştir. Geniş bir izleyici kitlesiyle animasyonlar hasta ve tıp uzmanları için yaygın bir kullanımdır. Rekabet ortamında üretilen filmler bilim ve sanatçıyı bir araya getirerek kendisini ayrıcalıklı konuma getirmiştir. Dolayısı ile bir teknolojiyi ileri düzeye getirebilmek, tercih edilebilir kılmak, o teknolojiyi kullanan bireylerin tutumları, fikirleri, modern ve yenilikçi önerileri olmadan zor olabileceği söylenebilir (Mercin, 2018, s.37).

Tıbbi animasyon pazarında coğrafi olarak Kuzey Amerika, en büyük gelişmeyi gösteren ve en büyük pazar payı elde eden bölgedir. Artan sağlık harcamaları ve teknolojik gelişmeler Kuzey Amerika pazarının büyümesindeki en büyük faktörlerdendir. ABD ve Kanada Kuzey Amerika pazarının büyümesine katkıda bulunan en büyük ülkelerdir. Avrupa tıbbi animasyon sektöründe ikinci lider bölgedir. Yaşlı nüfusu artan elektronik cihaz algısı Avrupa pazarını desteklemektedir. Asya pasifik tıbbi animasyon pazarının süre boyunca en hızlı büyüyen bölgesel pazarı haline gelmesi beklenmektedir. Küresel tıbbi animasyon pazarının büyümesine katkıda bulunan başlıca faktörler, tıbbi animasyonun farmasötikler ve yaşam bilimleri tarafından giderek daha fazla benimsenmesidir (Marketdataforecast, 2022).

Tıp alanındaki eğitimlerde illüstrasyon, animasyon gibi kaynaklar öğrenim sürecini olumlu yönde etkileyip kavramların anlatımında farklı anlamların çıkarılmasını engellemiştir. Tıp fakültelerinde ve hastanelerde eğitim ya da sağlık hizmeti esnasında durumu hastaya veya öğrenciye anlatmada, bilgilendirmede tıbbi animasyonlar önemli rol oynamaktadır. Ülkemizde kullanılan animasyonlar ve illüstrasyonların birçoğu ne yazık ki yabancı tasarımcılara aittir. Ülkemizdeki bu temel sorunları fark eden bölümlerin başında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi gelmektedir. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi dönemin Tıp Eğitimi Anabilim Dalı Başkanı Dr. Mehmet Yıldırım öncülüğünde 2006 yılında Tıbbi Resim Birimi kurulması çalışmaları başlamıştır. Kendisinde de tıbbi illüstratör ve fotoğrafçı olduğu bilinen Yıldırım, uluslararası platformda bilinen tıbbi ressamlarımızdan Dr. Levent Efe ve Dr. Ahmet Sınav'ında desteğiyle Tıbbi Resim birimi kurma yolunda önemli adımlar atmıştır. Fakültenin onayı ile 2007 yılında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıp Eğitimi Anabilim Dalında Tıbbi Resim Birimi kurulmuştur (Yıldırım, 2008, s.15).

Tıbbi illüstrasyon ve animasyonun ülkemizdeki ilerleyişi daha çok bireysel düzeydedir. Yüksek düzeyli bilişsel süreçlerin kullanıldığı, akademik bilgi aktarım uygulamalarınınsa zaman zaman yapıldığı bilinmektedir. Ancak resmi kanalların yetersizliği, alanda çalışma yapmak isteyenlere destek olunmaması, tıbbi alandaki çalışmaları yavaşlatmıştır. Tıbbi illüstrasyon, modelleme ve animasyon alanındaki çalışmalar son yıllarda bireysel veya bireylerin oluşturduğu ajanslar tarafından uygulandığı gözlenmektedir.

Ülkemizde Ahmet Sınav, Levent Efe, Mehmet Yıldırım uluslararası düzeyde tanınmış tıbbi illüstratörlerdendir.

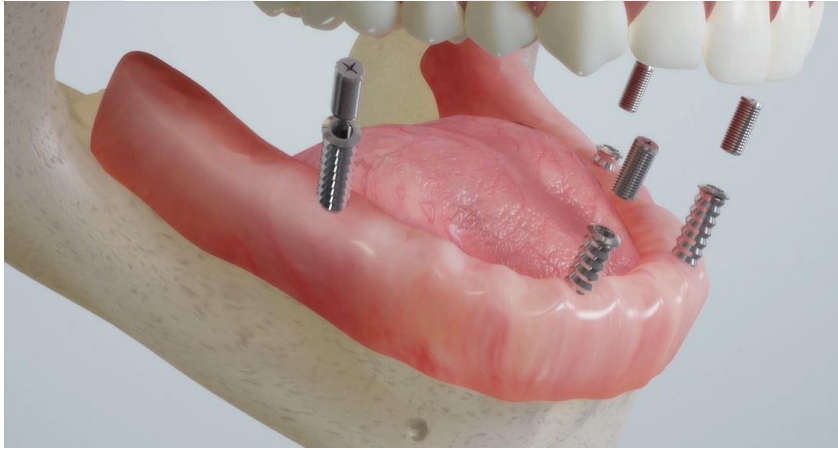


İKİNCİ BÖLÜM
BULGULAR VE YORUM

2.1. ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON UYGULAMALARI

Dijitalleşen modern arenada içerisinde bulunduğumuz bilişim çağı yeni üretim olanaklarına kapı açmıştır. Bilgi, fikir ve tasarım nihai sonucun elde edilmesinde teknolojik imkanlarla bilgisayar yazımları üç boyutlu animasyon uygulamalarını şekillendirmiştir. Medya sektöründe ilaç firmaları ve hastaneler bu teknolojiyi eylem mekanizması animasyonları olarak kullanmaktadır. Etki mekanizması animasyonları, ilaç molekülleri ve hücreler arasındaki etkileşimi görsel olarak basitleştirebilir. Bu üç boyutlu tıbbi animasyonlar, hastalığın kendisinin fizyolojik kökenlerini de açıklayabilmektedir (Choa, vd., 2008). Geleneksel resimleme teknikleri yerine üç boyutlu animasyonlar gelişimiyle günümüzde birçok alanda sanatsal ve cerrahi konuların görsel ifade biçimi olmuştur (Resim 2.1, Bkz.).

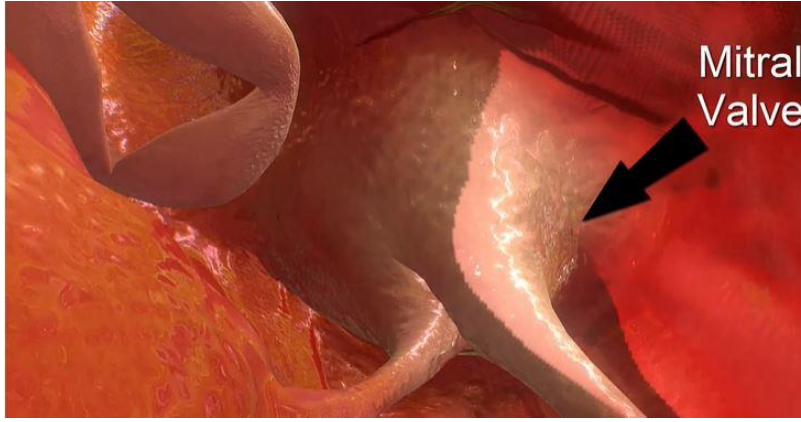
Resim 2.1: Joanna Culley, 3D Medical Animation For Dental Implants, 2020



Kaynak: <https://vimeo.com/medicalartist>, 2022.

Üç boyutlu animasyonlar, vektör tabanlı olup illüstrasyonların art arda kullanımıyla oluşturulan canlandırmalardır. Üç boyutlu animasyon uygulamaları matematiksel verilerin işlendiği vektör tabanlı üç boyutlu uzay düzlemine sahip programlar aracılığıyla oluşturulmaktadır. Programlar sayesinde oluşturulan üç boyutlu animasyonlar gerçekçi görünümüyle günümüz tıp ve film sektöründe oldukça etkili ve modern bir araçtır. Eğlence eğitim ve medya sektöründe oldukça etkili oluşu sanatçı ve tasarımcılar tarafından en çok tercih edilen yöntem olmaya başlamıştır. Dundee Üniversitesi Tıp Fakültesi Lisans Tıp Öğrencisi Sam Penrice ve medikal sanatçı Annie Chambell'in animasyonu Kalp Üfürümlerinin Patofizyolojisi; Mitral Yetmezlik konulu 3B animasyonu örneklerdendir (Resim 2.2, Bkz.).

Resim 2.2: Sam Penrice, Pathophysiology of Heart Murmurs: Mitral Regurgitation (Kalp Üfürümlerinin Patafizyolojisi; Mitral Yetmezlik), University of Dundee School of medicine, 2016



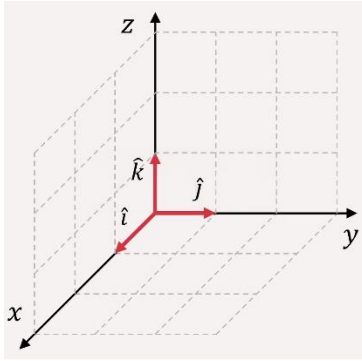
Kaynak: <https://vimeo.com/channels/1087905>, 2022.

Konu kapsamında vektör tabanlı 3B animasyon uygulamalarının ele alınan özellikleri, yapım ve tekniğine yönelik açıklama detaylı bilgilerle aşağıda yer verilmiştir.

2.2. VEKTÖR TABANLI ÜÇ BOYUTLU ANİMASYON TEKNİĞİ

Vektör, matematiksel koordinatlar kullanarak oluşturulan bir görüntüdür. Bir çizgi oluşturmak için bilmemiz gereken tek şey başlangıç ve bitiş noktasıdır (Wigan, 2009, s.248). Vektör görüntüsü, şekillerin, dolgunun, renklerin, konturların, degradelerin ve karışımların matematiksel bir açıklamasıdır. Bir vektör görüntüsünün arkasındaki matematik, kaliteyi hiç düşürmeden istediğiniz miktarda yeniden boyutlandırabileceğiniz anlamına gelir (Williams, Tollet, 2012, s.4). Bu demektir ki uzay boşluğundaki iki nokta arasında koordinatları matematiksel ifadeyle belirlenmiş doğruya vektör diyebiliriz (Resim 2.3, Bkz.).

Resim 2.3: Üç Boyutlu Koordinat Siseminde Vektör



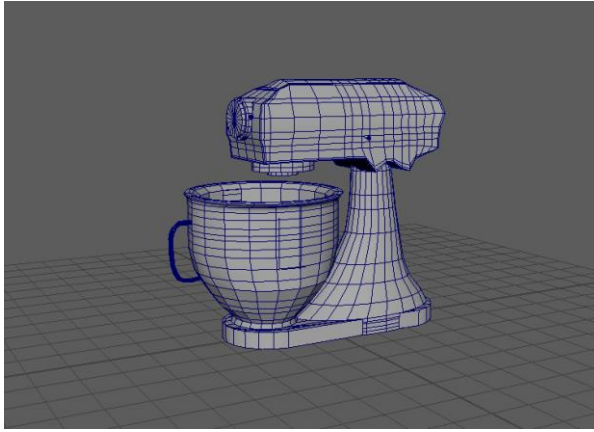
Kaynak: <https://www.derspresso.com.tr/matematik/vektor/3-boyutlu-koordinat-sistemi>, 2022.

Bilgisayar ortamındaki uzay boşluğunda oluşturulan en küçük birim noktadır. Oluşturulan noktalar modellemenin temelinde var olan yapıtaşdır. Noktaların birleşimiyle çizgi, eğri ve yüzey oluşturulur. Üç boyutlu koordinat sistemindeki x,y,z koordinatları birleşen noktaların konumunu belirler. Yeni noktalar ve çizgiler eklenerek var olan nesnenin yapısı değiştirilebilir ya da yeni nesneler türetilebilir (Gürsaç, 1999).

En az üç noktanın birleşimiyle oluşan kapalı yüzey çokgendir. Çokgen modellemenin temelini bu yüzeyler oluşturur. Çokgenlerin bir diğeriyle birleşimi üç boyutlu modelleme tekniğinde en çok kullanılan yöntemdir. Bu modellere yeni noktalar ilave edilerek sonsuz karmaşık yapıda model üretilebilir (Kanbur, 1998, s.329).

Animasyon modelin hareketi (canlandırma) olarak tanımlanmaktadır. Modelleme ise bilgisayarda saklanabilecek şekilde şekil ve görünüm özelliklerinin matematiksel olarak belirlenmesi ile ilgilenir (Resim 2.4, Bkz.). Örneğin, bir kahve kupası, noktaları birleştirmek için bazı enterpolasyon kuralları ve ışığın kupa ile nasıl etkileşime girdiğini açıklayan bir yansıma modeli ile birlikte sıralı 3B noktalar kümesi olarak tanımlanabilir (Marschner, Shirley, 2000, s.7).

Resim 2.4: Sujin Song, 3D maya Basic Modelling, 2017



Kaynak: <https://www.behance.net/gallery/58841143/3D-Maya-basic-modeling>, 2022.

Bilgisayarda 3B animasyon üretiminin ilk aşamalarından biri modelleme aşamasıdır. Tasarım sürecinde ortaya çıkan fikre uygun düşecek imge, nesne veya karakter ve bu tasarımın iletişim içinde bulunacağı nesnelerin yaratılma sürecidir. Bilgisayar ortamında animatörün canlandığı nesne ve karakterler, duygu düşünce ve estetiğin anlatımındaki çağın dinamiklerine uygun dijital içeriklerdir.

2.3. VEKTÖR TABANLI ÜÇ BOYUTLU PROGRAMLAR

Üç boyutlu animasyon ve modelleme sektöründe kendi alanında uzmanlaşmış birçok vektör tabanlı program mevcuttur. Vektör tabanlı en gelişmiş program Autodesk 3D ve Autodesk Maya programıdır. Autodesk ürünleri dışında Cinema 4D, ZBrush gibi muadil programlarda mevcuttur.

2.4. VEKTÖREL TABANLI TIBBİ ANİMASYONUN UYGULAMA AŞAMALARI

Tez içeriğinde uygulaması yapılan üç boyutlu animasyon tekniğiyle tıbbi animasyon; eklem içi enjeksiyon film uygulaması belirli bir düzene sahip olup, Autodesk Maya 2022 sürüm programıyla adım adım teknik aşamalardan oluşmaktadır.

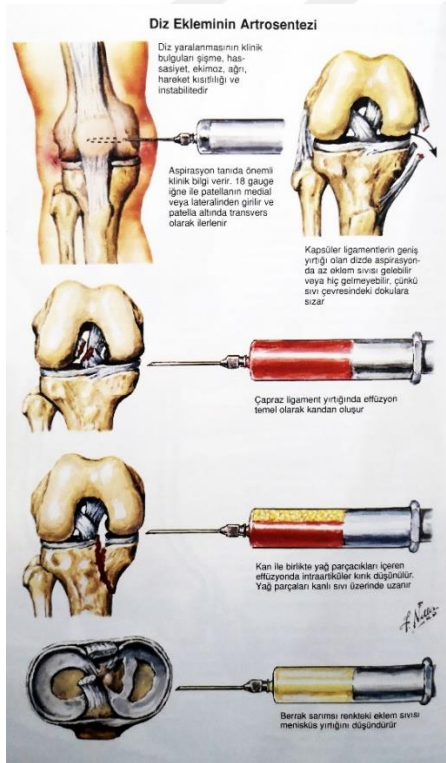
Üç boyutlu animasyon tekniği ile uygulaması yapılan eklem içi enjeksiyon filmi araştırma ve detaylandırma aşamasından uygulama sonuna kadar uygulanan yöntem ve teknikler ortaya koyulmuştur. Üç boyutlu animasyon tekniğiyle oluşturulan tıbbi animasyon film uygulamasında vektör tabanlı üç boyutlu teknik kullanılmıştır. Günümüz bilişim ve dijital çağda birçok eğitim alanında üç boyutluluk olgusu çok fazla kullanılmaktadır. Pilotların, sürücü belgesi alımlarında, bazı psikolojik travmaların

giderilmesi amaçlı üç boyutlu odalar ve benzeri üç boyutlu teknikler sayesinde çevresel ve eğitsel etkileri artmıştır (Campbell, Williams, vd., 2011). Üç boyutlu vektör tabanlı modelleme tekniğiyle enjeksiyonu yapılacak olan insan diz eklemi, tıbbi kaynaklar referans alınarak üç boyutlu ortamda modellenmiştir. Oluşturulan modele doku işlemi uygulanıp renklendirilmiştir. Üç boyutlu animasyon uygulaması animasyon ve modelleme uygulamalarında geniş olanak sunan Autodesk Maya 2022 sürüm programıyla gerçekleştirilmiştir. Diğer ortam gereksinimi için uygun donanımda ve işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır.

2.4.1. Araştırma Aşaması

Üç boyutlu tıbbi animasyon tekniğiyle eklem içi enjeksiyon film uygulamasının temel dayanağı, araştırma kapsamında elde edilen veriler neticesinde belirlenen tıbbi anatomik eklem uygulamaları, referans görseller dahilinde aşama aşama gerçekleşmiştir (Resim 2.5, Bkz.).

Resim 2.5: Netter Tıbbi Çizimler Koleksiyonu, Kas İskelet Sistemi

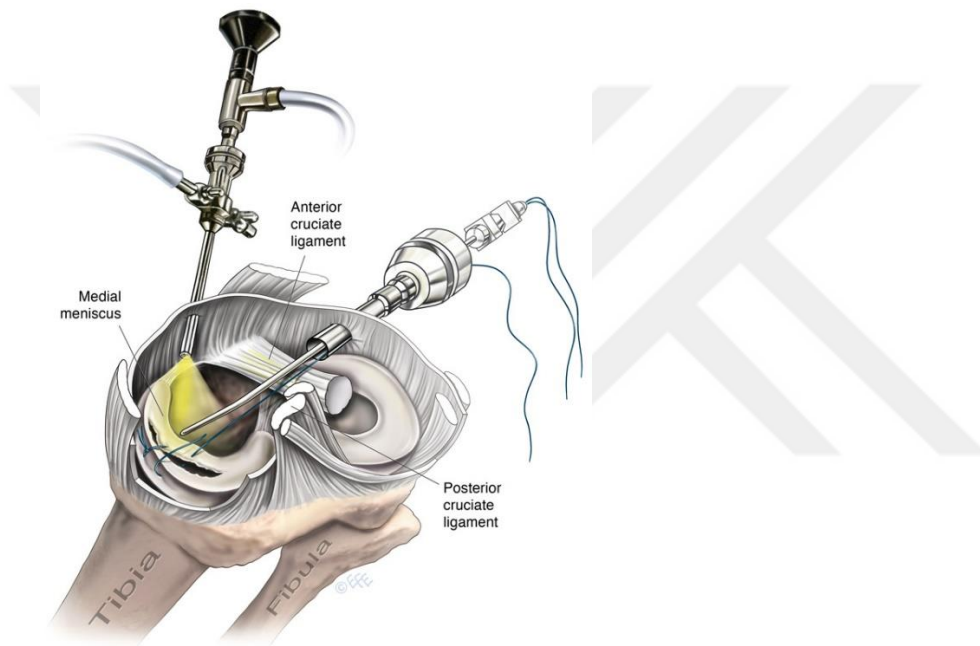


Kaynak: Netter, F. H. (2009).

Uygulaması yapılan üç boyutlu animasyon tekniğiyle eklem içi enjeksiyon film uygulamasının işlevsel amacı bilimsel gerçekliğe dayanmaktadır. Vücudun diz eklemi şekil ve yapı itibarıyla modellenirken anatomik gerçekçiliğin referans noktası alınması ve

bu bilgi dahilinde uygulamanın yapılması en önemli dayanak noktasıdır. Çünkü bu gereklilikler bilimsel ve tıbbi alanda üç boyutlu animasyon tekniğinin doğru bir şekilde uygulanmasında son derece önem arz etmektedir. Uygulama cerrahi ve tıbbi prosedür animasyonlarını kapsayıp gerçek yaşam ortamında cerrahi ve prosedürler hakkında bilgi niteliğindedir. Konu hakkında tıbbi animatör Levent Efe şu açıklamalara yer vermektedir; “Çalışmalarımızın tanımlamaları her zaman başarmaya çalıştığımız şeydir. Zor kavramları basit bir şekilde tasvir etmek, hastaların bunları anlamalarına yardımcı olmak ve sanatı cerrahlar için vazgeçilmez bir araç haline getirmektir” (Efe, 2017).

Resim 2.6: Levent Efe, Meniscus repair illustration



Kaynak: <https://www.leventefe.com.au/meniscus-repair/>, 2022.

Araştırma kapsamında insan anatomisi, anatomi atlasları, alanla ilgili çeşitli tıbbi kaynaklar literatür tarama tekniğiyle incelenip gerekli bilgiler sağlanmıştır. Ek olarak doğru modelleme, animasyon ve tıbbi müdahale adına farklı alanlarda yayınlanan verilerden (bulgu sunumu, derleme, poster bildiri, tıbbi illüstrasyonlar, araştırma, makale, tez vb.) yararlanılmıştır. Elde edilen veriler referans alınarak modelleme ve animasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Tıp alanı birçok alt bilim dalından oluşan bilimsel disiplinlerin ifadesidir. Bu araştırmada, ortopedi bilim dalını kapsayan intraartiküler enjeksiyon uygulamasının üç boyutlu animasyon tekniğiyle eklem içi enjeksiyon (intraartiküler enjeksiyon) animasyon film uygulaması yapımına karar verilmiştir. Üç boyutlu animasyon film uygulaması aşamalarla detaylı olarak ifade edilmiştir.

2.4.2.Uygulama Yapım Aşaması

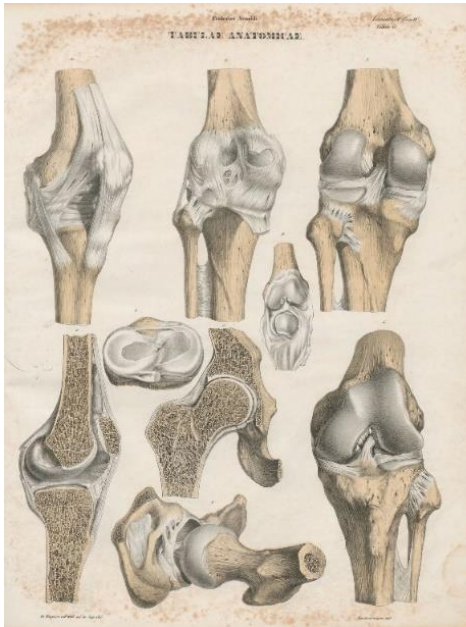
Üç boyutlu animasyon tekniği ile animasyonu yapılan uygulama kendi içerisinde çizim-modelleme, model kaplama haritası belirleme, doku kaplama, render ve animasyon aşamasından oluşmaktadır.

Araştırma aşamasında belirlenen ortopedik cerrahi alanı içinde bulunan eklem içi enjeksiyon film uygulaması örneği, araştırmanın başlığı olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda uygulama konusu üç boyutlu animasyon tekniğiyle eklem içi enjeksiyon (intraartiküler enjeksiyon) film uygulaması uygun görülmüştür.

2.4.3.Vektör Tabanlı Autodesk Maya Programı ile 3B Uygulama

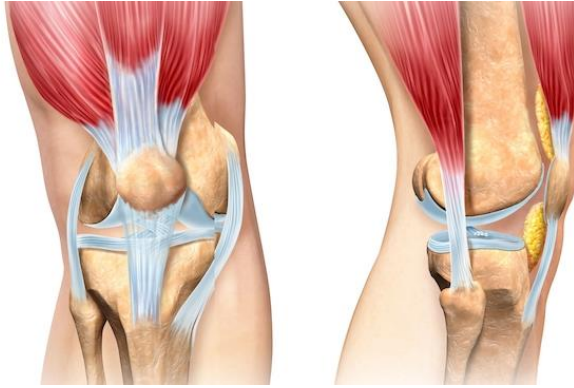
Araştırma kapsamında insan anatomisi, anatomi atlasları, alanla ilgili kaynaklar literatür taramasıyla incelenmiş olup diz eklemi anatomisinin (resim 2.7 ve resim 2.8. Bkz.) görselleri referans noktası olarak belirlenmiştir. Referans alınan diz ekleminin anatomik yapısını ifade eden görseller doğrultusunda diz ekleminin modellemesi Autodesk Maya programında uygulanacaktır.

Resim 2.7: Johann Arnold Friederici, Anatomi Tablosu



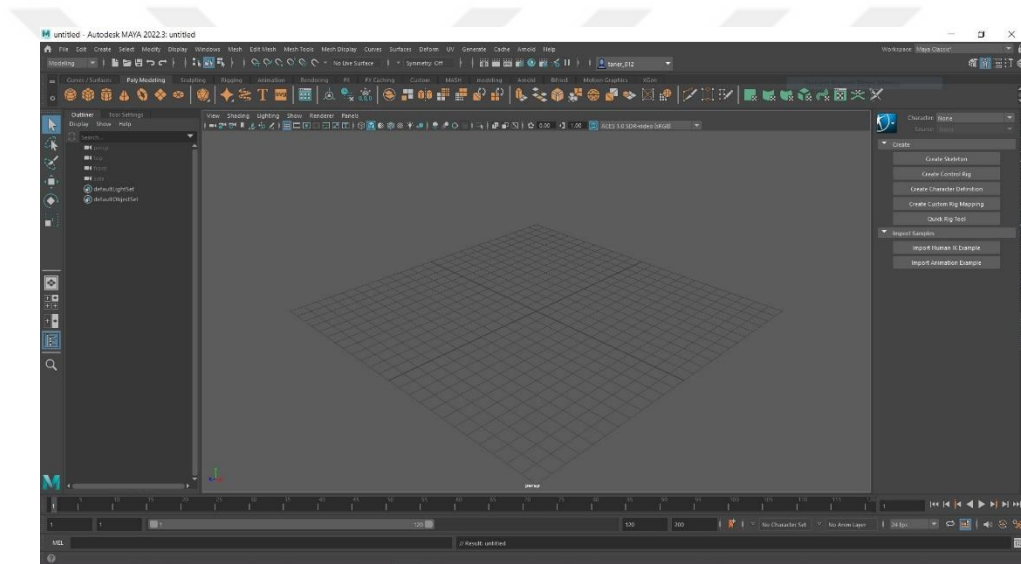
Kaynak:<https://heidicon.ub.uni-heidelberg.de/search?p=299&ot=objekte>, 2022.

Resim 2.8: Diz Anatomisi, 2020



Kaynak: <https://www.denizalgun.com/diz-anatomisi>, 2022.

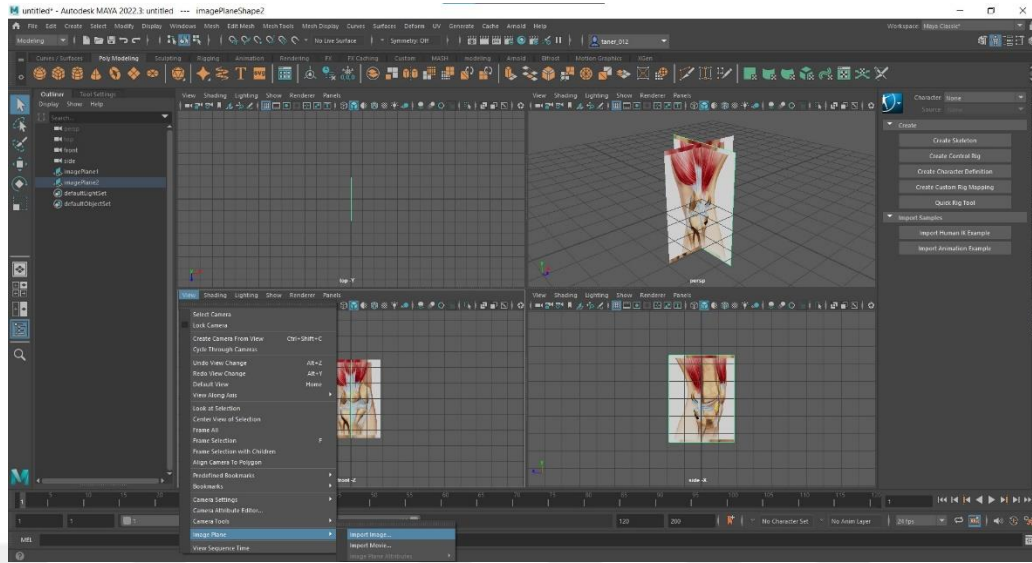
Resim 2.9: Autodesk Maya 2022, Program Ara Yüzü



Yeni bir model çalışması başlatıldığında programın Modelling sekmesi seçilir ve Poligon Modelling Shelve'inden yeni bir Polygon Primitives oluşturulur. Polygon Primitives basit model anlamına gelen terim anlamı ilkel çokgen olan genel bir ifadedir ve modellemenin ilk aşaması buradan başlar ardından model geliştirilir.

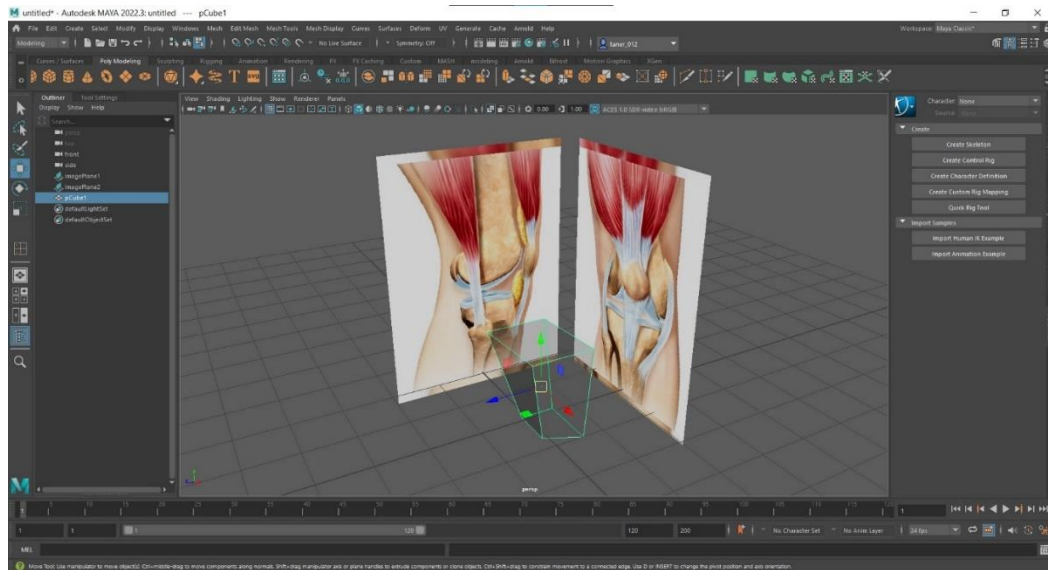
Modelleme için referans alınan görsellerimizi biri front (ön) diğeri slide (yan) kamera görüntüsüne Image Plane menüsünün altındaki Import Image sekmesinden (Resim 3.10, Bkz.) referans görselimizi sahneye çağırıp daha sonra farklı açılardaki kamera modlarına geçiş yaparak başlangıç Polygon Cube objesiyle model oluşturulur.

Resim 2.10: Autodesk Maya Import Image (Görüntüyü içe alma)



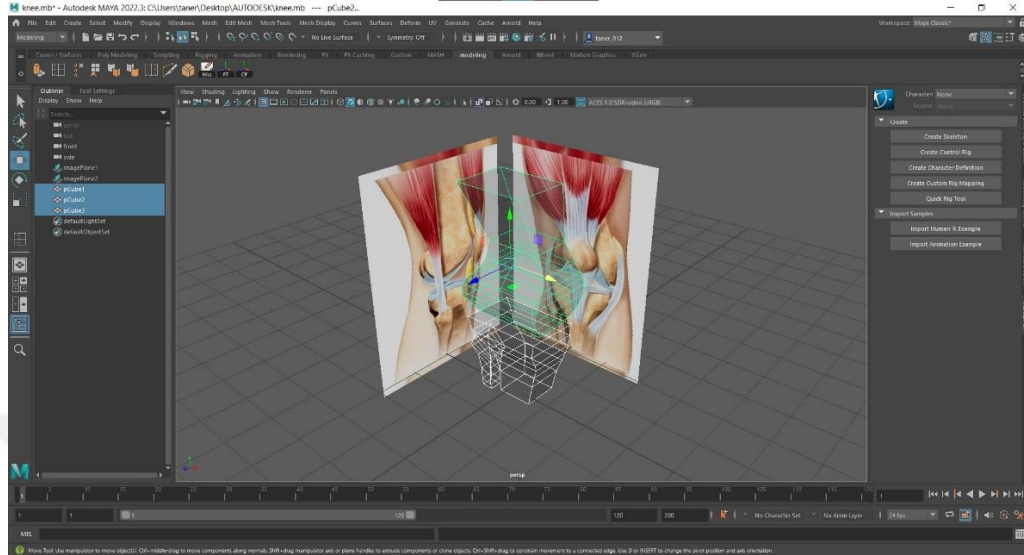
Modelleme aşamasında Polygon Cube oluşturup modelimizin ilk aşamasını gerçekleştirmiş oluyoruz. Oluşturulan Polygon Cube ile görsellerimizi referans alarak modelin ana hatlarını en basit haliyle modellemiş oluyoruz. Burada Polygon Cube modelimizin işlenmemiş en ham halidir. Referans görselimizi oluşturulan daha rahat görmek için Xray modunu açıp oluşturduğumuz Polygon Cube'nin şeffaf olmasını sağlıyoruz. Polygon Cube'nin üzerinde deforme ve manipüle mantığıyla düzenlemeler yapıp yavaş yavaş modelimizi detaylandırıyoruz (Resim 2.11, Bkz.).

Resim 2.11: Autodesk Maya Polygon Modeling (Çokgen modelleme)



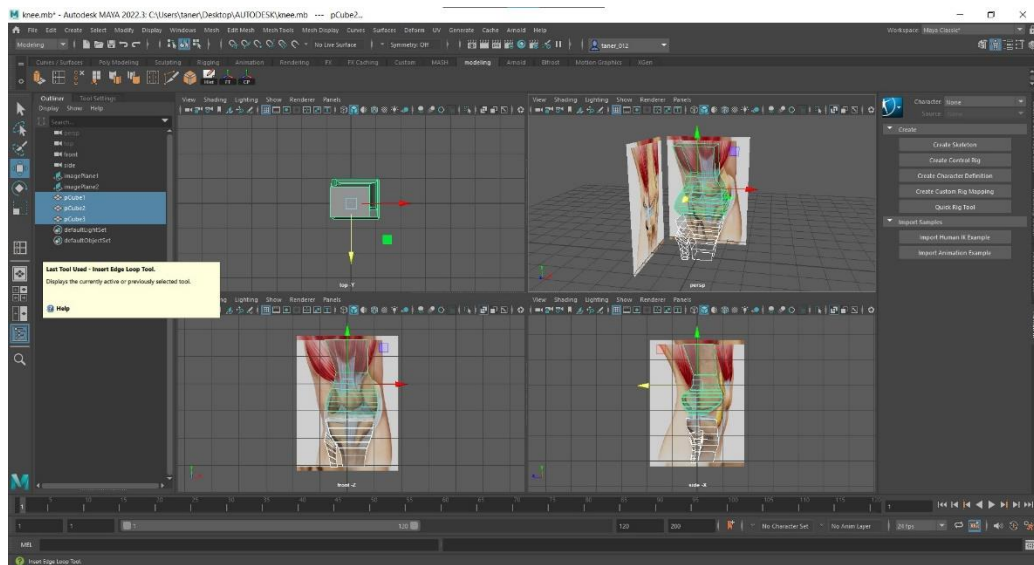
Polygon Cube aracı ile modellediğimiz diz eklemi modeli adım adım referans görselimize paralel olarak uygulayıp detaylandırıyoruz (Resim 2.12, Bkz.).

Resim 2.12: Autodesk Maya Polygon Modeling



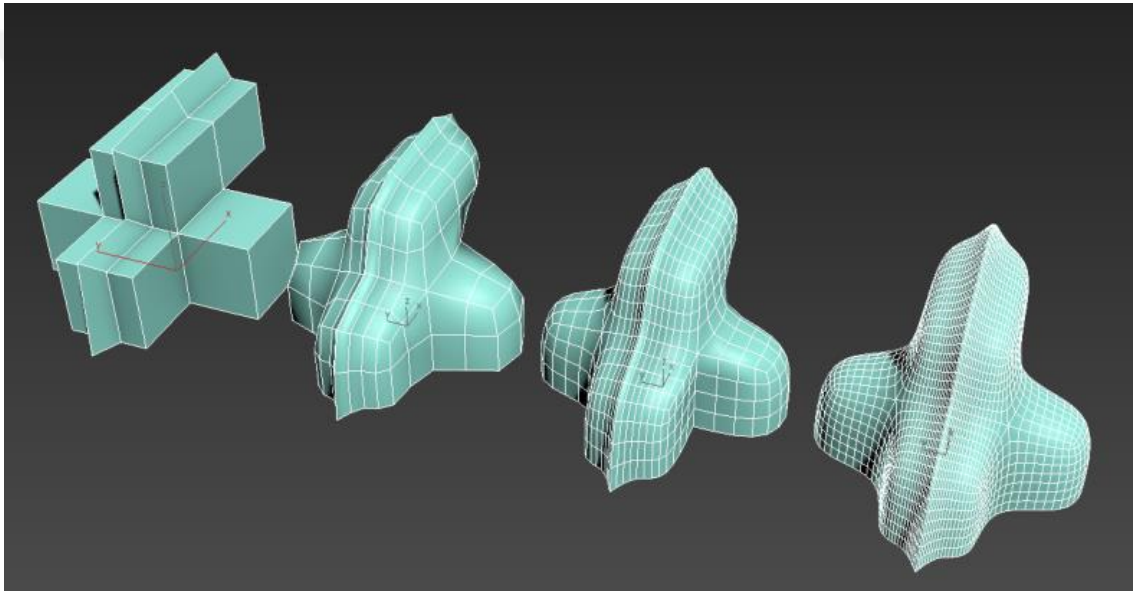
Polygon Primitives yardımıyla oluşturulan Cube, Insert Edge Loop Tool aracı yardımıyla referans alınan görsele uygun şekilde anatomik formunu işleyip homojen dağılım ve adım adım düzenlemelerle modelimizin nihai görüntüsüne yaklaşıyoruz. Insert Edge Loop Tool aracı; yeni oluşturulan yüzeye paralel veya dikey edge (köşe) eklemeye yarayan araçtır. Bu araç modelimizi en basit şekilde anatomik yapıya uygun detaylandırmaya yarayan araçlardan biridir (Resim 2.13, Bkz.).

Resim 2.13: Autodesk Maya Insert Edge Loop Tool



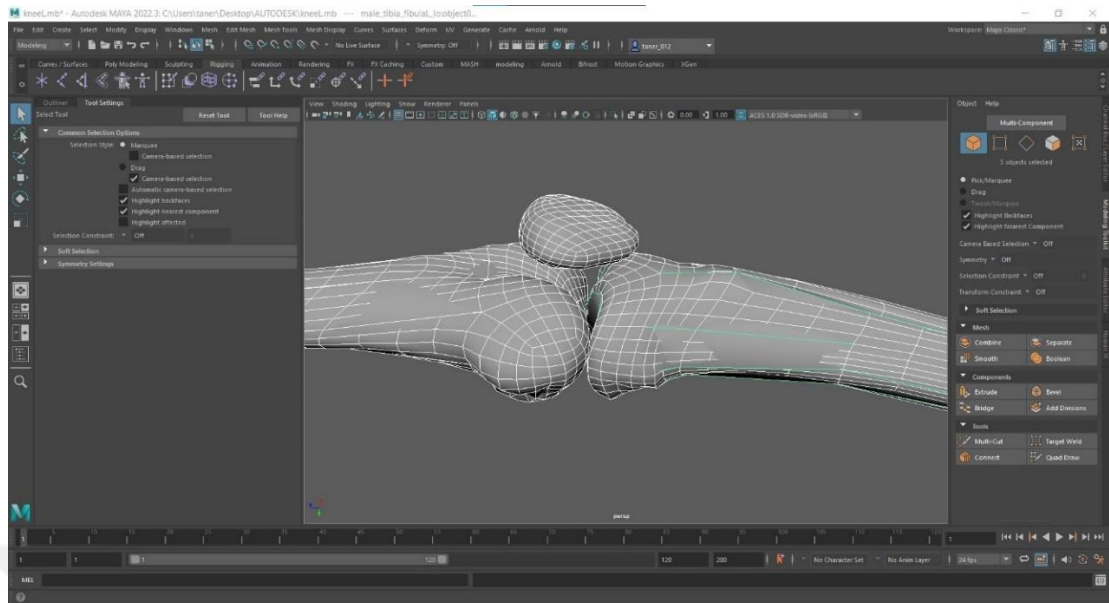
Temel hatlarıyla oluşturduğumuz anatomi modelimizi sekmentler ve Edge'ler aracılığıyla homojen dağılımla işleyerek detay seviyesini artırmış oluyoruz. Bu homojen dağılımın modelimize etkisi görünürdeki keskin hatlarını daha yumuşak ve detay içeren yüzeyler elde etmemizi sağlıyor. Modelimizdeki dikey ve yatay Edge'ler model üzerindeki çokgen ağ sistemi "Subdivision Surfaces" olarak tanımlanıyor. Subdivision; Bir alt bölme yüzeyi, nesnenin genel şeklini korurken daha fazla yüze bölünmüş bir çokgen ağıdır (Resim 2.14, Bkz.). Bir nesneye ayrıntı eklemek veya onu düzeltmek için alt bölme gerçekleştirirsiniz (Autodesk, 2019).

Resim 2.14: Autodesk, Merkez Çizgisi Boyunca Katlama Uygulanmış, Yinelemeler = 0, 1, 2, 3 (soldan sağa) olan OpenSubdiv Değiştiricisi

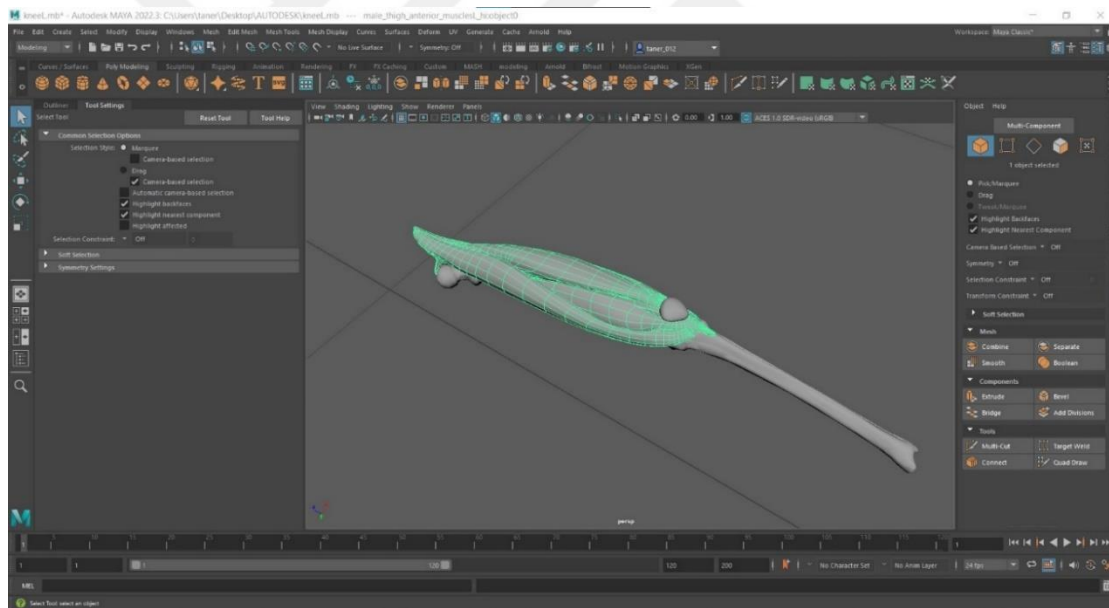


Artan Subdivision düzeyiyle insan diz anatomisi modelimizin detay içeren formunu tamamlamış oluyoruz. Bu süreçte modelin Subdivision düzeyi kullanım alanına göre değişiklik göstererek yüksek veya düşük olabilir. Bu değer sonucunda Subdivision değeri yüksek ise model daha gerçekçi ve daha yumuşak hatlara sahip olacaktır. Modelimizin Femur, Tibia ve Patella kemiklerinin modelleme işlemini bu doğrultuda tamamlamış oluyoruz (Resim 2.15, Bkz.). Ardından diz anatomisinde bulunan Femur anterior and posterior muscles (uyluk ön ve kaslar) (Resim 3.16 ve Resim 3.17, Bkz.), Tibia anterior and posterior muscles (kaval ön ve arka kasları) (Resim 3.18 ve Resim 3.19, Bkz.), yapışkan kas grupları, tendon ve diğer bileşenleri aynı teknikle modellemesini gerçekleştiriyoruz (Resim 2.20, Bkz.).

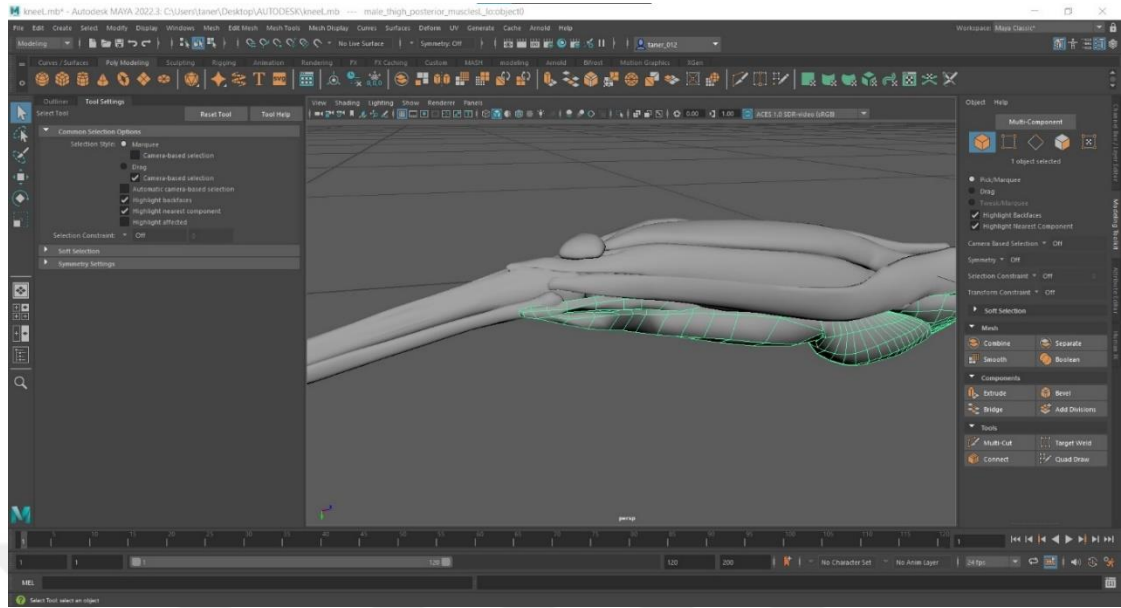
Resim 2.15: Autodesk Maya, Femur, Tibia ve Patella modeli



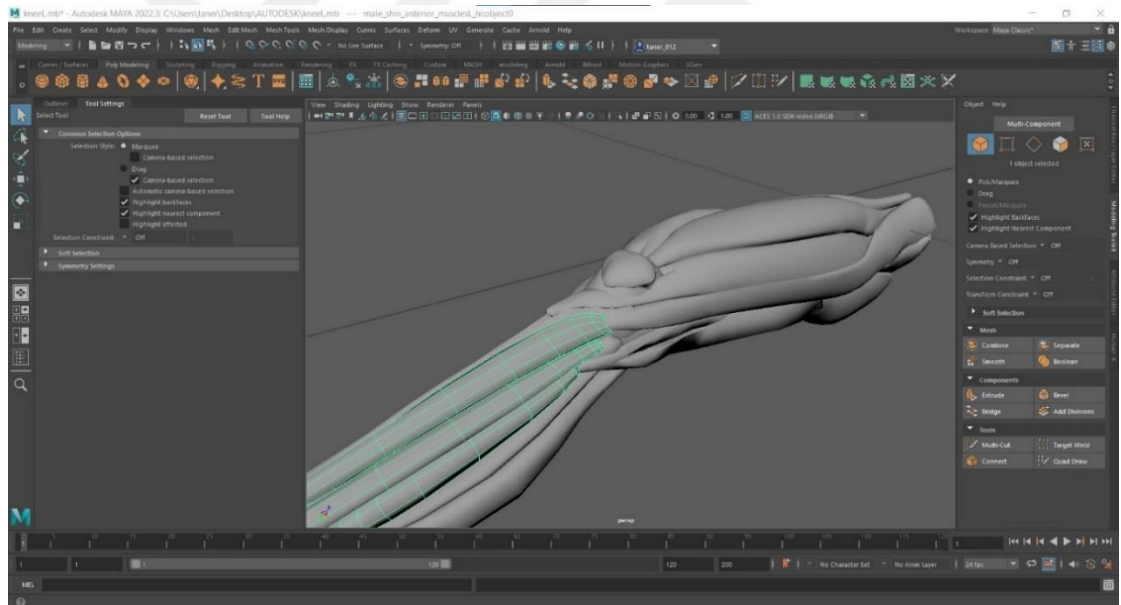
Resim 2.16: Autodesk Maya, Femur Anterior Muscles (Uyluk Ön Kaslar Modeli)



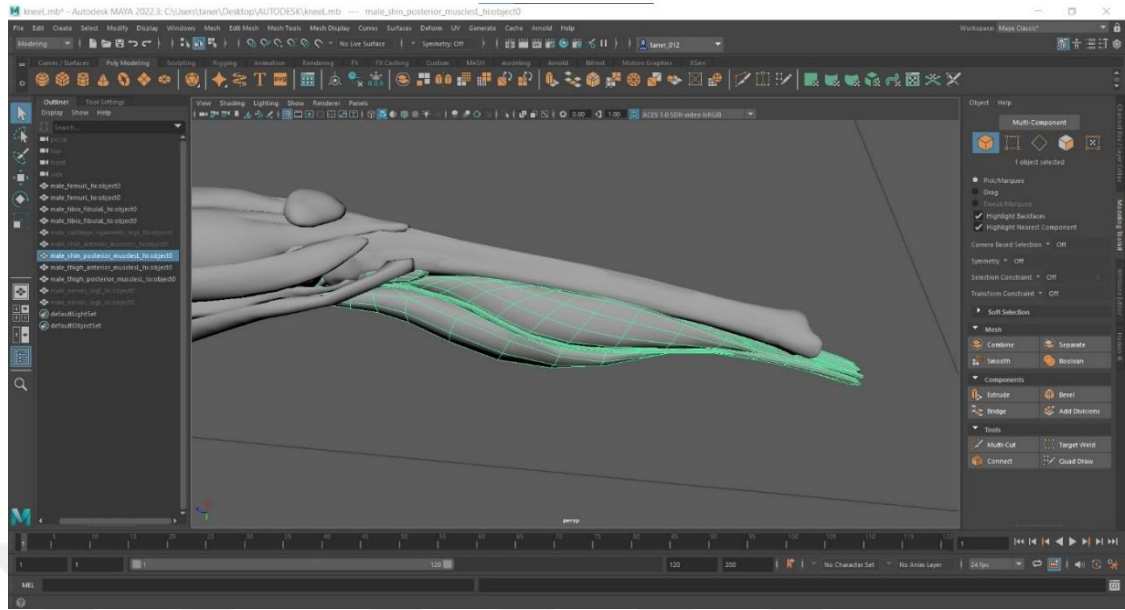
Resim 2.17: Autodesk Maya, Femur Posterior Muscles (Uyluk Arka Kaslar Modeli)



Resim 2.18: Autodesk Maya, Tibia Anterior Muscles (Kaval Ön Kasları Modeli)



Resim 2.19: Autodesk Maya, Tibia Posterior Muscles (Kaval Arka Kasları Modeli)



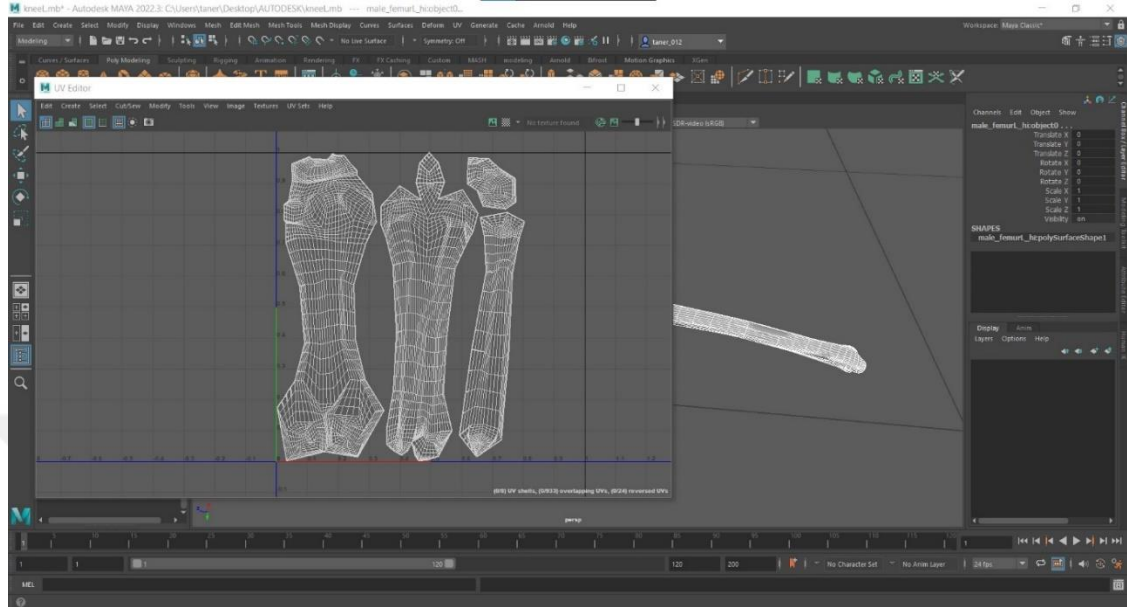
Resim 2.20: Autodesk Maya, İnsan Diz Modelinin Kaplamasız Genel Görünüşü



Tamamlanan modelin ardından gerçekleştireceğimiz bir diğer işlem renklendirme işlemidir. Çizilen modelin renklendirilme işlemi, doku giydirme ya da kaplama olarak ifade edilmektedir. 3B modellerimizi renklendirmek için ilk önce modelin Uv haritasını açmak gerekir. Uv açma işlemi 3B modelin 2B yüzeydeki yayılımıdır. Deri yüzme mantığındaki açılıma benzermektedir. Uv Texture editor, Poliy Modeling sekmesinden veya Windows - Modelling Editor – Uv Editor sekmesinden toolkit araç sekmesiyle açılır. Modelimiz seçilip Uv Editor sekmesi açıldığında program otomatik

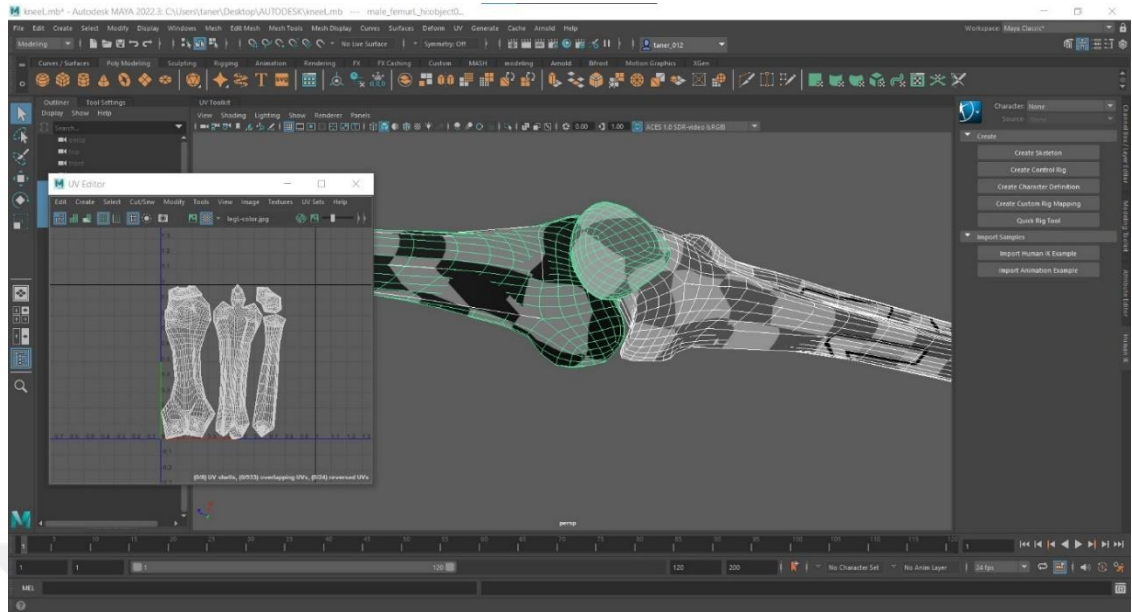
olarak bize modelin parçalanmış haritasını vermektedir. Bu haritayı Uv Editor çizgisel olarak göstermektedir (Resim 2.21, Bkz.).

Resim 2.21: Autodesk Maya, UV Editor, Kemik kaplama Uv haritası



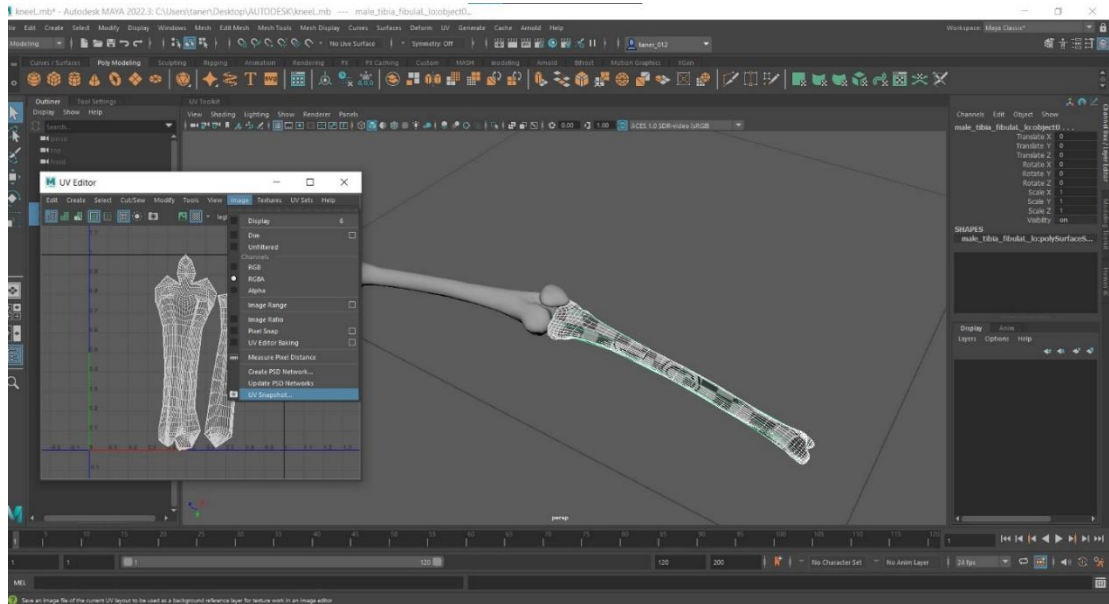
Ancak karmaşık model durumlarda modelin yapısı itibariyle otomatik olarak UV haritası alma sağlıklı olmayabilir. Bunun için Uv Editors sekmesinden Creative menüsü altında Plenary Mapping Options seçilerek işleme başlanır. Ardından bu menüden Reset Setting seçilip Default ayarlarına dönüştürülür ve modelin 2Bgörüntüsünü X ekseninde yansıtmış olur. Bu işlem modelin çizilen tüm 3B yapısını presleme mantığıyla 2B yapıya çevirir. Ancak ihtiyacımız olan model yüzeyinin tamamını elde etmemiz gerekmektedir. Bu işlemde de modelin uygun yerleri seçilerek yine Uv editör penceresinde Cut komutu verilip Uv Editor ekranında kesilmiş olarak bize göstermektedir. Kesilen bölüm model üzerinde seçilerek Uv editör penceresinde Select – Convert Selection – to Uv Shell komutu modelimizin kesilen bölümlerini ayırır. Ardından yine Uv editör penceresinde Modify – Unfold komutu seçilerek modelimizin seçilen bölgesinin Uv Haritasını almış oluyoruz. Tüm bu işlemler sonucunda Modify – Layout komutuyla tüm katmanların Uv haritasını Uv alanına sığdırma işlemini gerçekleştirmiş oluyoruz. Ardından Checker Maps komutu seçilerek model üzerine gelecek kaplamanın pixel yoğunluğu kontrol edilir. Bu araçla model üzerindeki pixel yoğunluğu kontrol edilerek model yüzeyindeki pixel eşitliği sağlanmış olunur (Resim 2.22, Bkz.). Ayrıca model üzerindeki homojen pixel dağılımı bütünlük açısından önemlidir.

Resim 2.22: Autodesk Maya, UV Editor Checker Map, model kaplama haritası

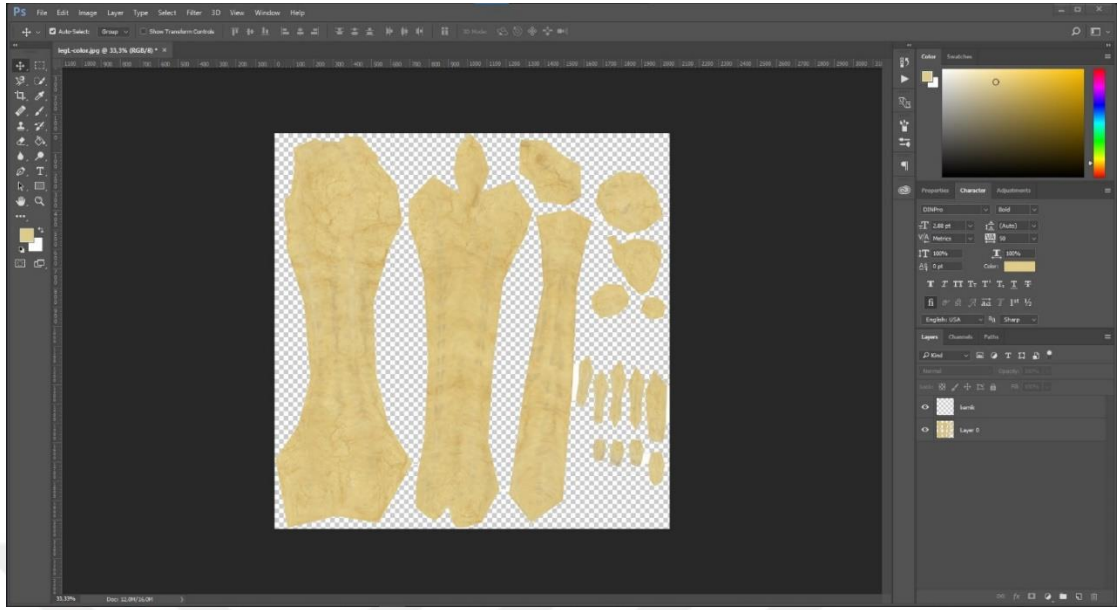


Ardından Uv editor - Image – Uv snapshot sekmesinden açılımı yapılan modelin görselini jpg formatında dışa aktarıyoruz (Resim 2.23, Bkz.). Bu jpg dosyasını daha sonra Adobe Photoshop programında istenilen doku veya renk ile renklendirip kaydediyoruz (Resim 2.24, Bkz.).

Resim 2.23: Autodesk Maya, UV Editor Snapshot

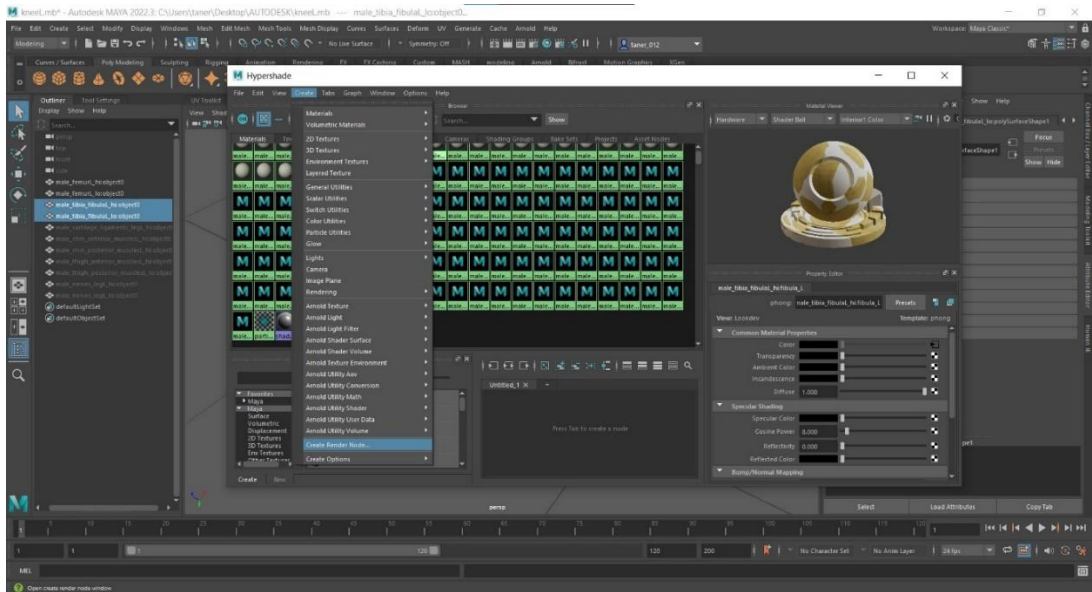


Resim 2.24: Adobe Photosop, Uv Snaphot Texture, Modelin Kaplama Dosyası

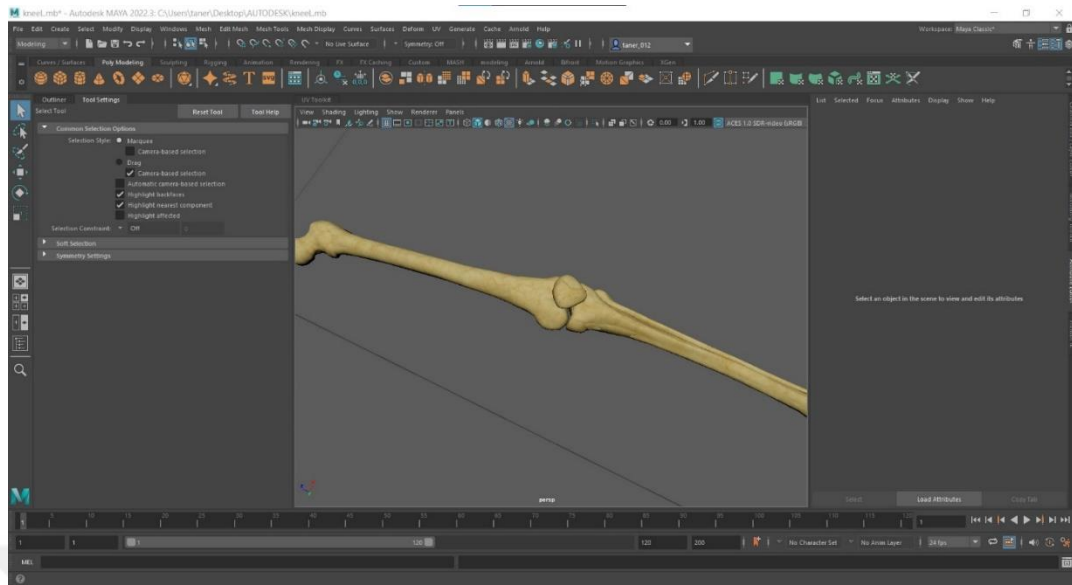


Adobe Photoshop programında renklendirdiğimiz jpg formatındaki Uv snaphot dosyamızı Maya programında modelimiz seçili konumda iken Hypershade menüsünden Create Render Node alt menüsü seçilip File- Image name sekmesi yardımıyla kayıt edilen jpg kaplama dosyamızı color panelimize çağırıyoruz (Resim 2.25, Bkz.). Hazırlanan kaplama görseli Color panelinde renk olarak yükleniyor ve modelimizi bu kaplama görseliyle kaplamış oluyoruz (Resim 2.26, Bkz.).

Resim 2.25: Autodesk Maya, Hypershade Create Render Node

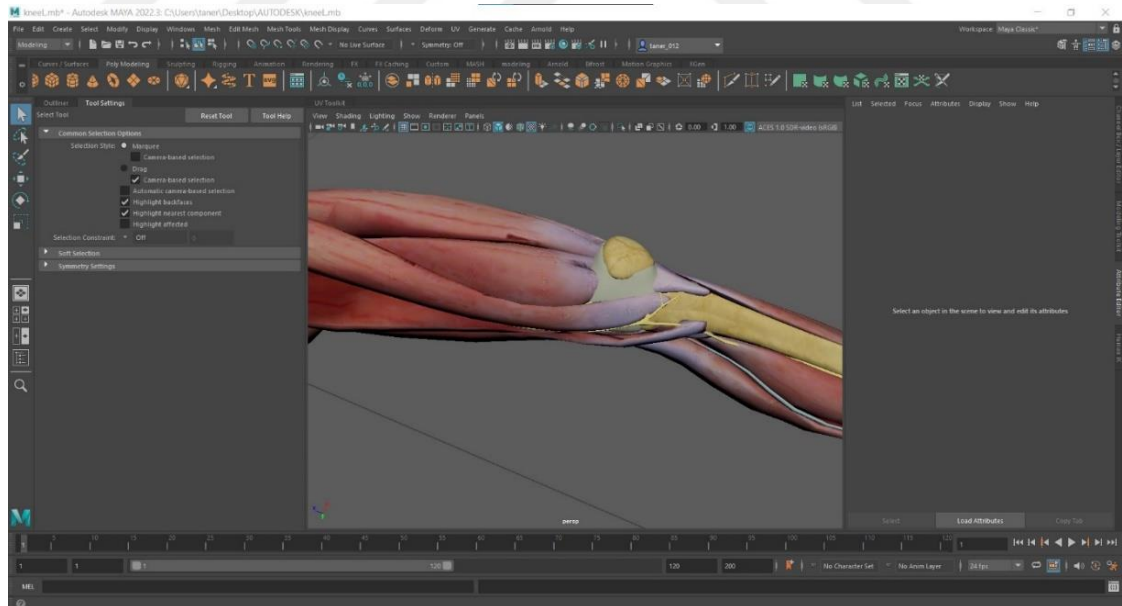


Resim 2.26: Autodesk Maya, Doku Kaplama İşlemi Yapılmış Kemik Modeli



Yapılan kaplama işlemini modelimizin diğer bileşenlerine de dokusal gereksinimleri doğrultusunda uygulayıp modelimizin kaplama işlemlerini sırasıyla tamamlıyoruz (Resim 2.27, Bkz.).

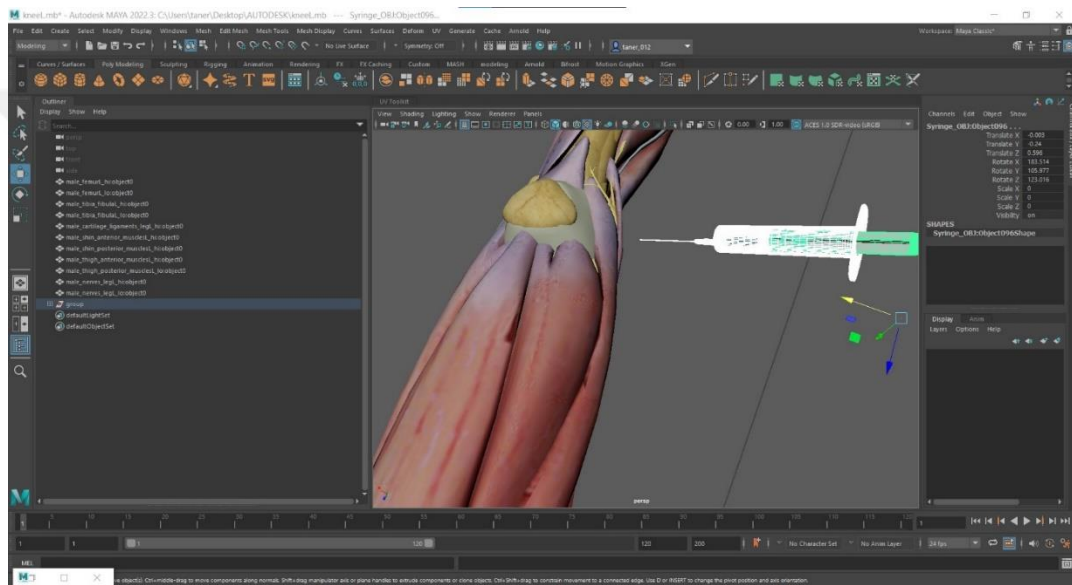
Resim 2.27: Autodesk Maya, Kaplanmış Model



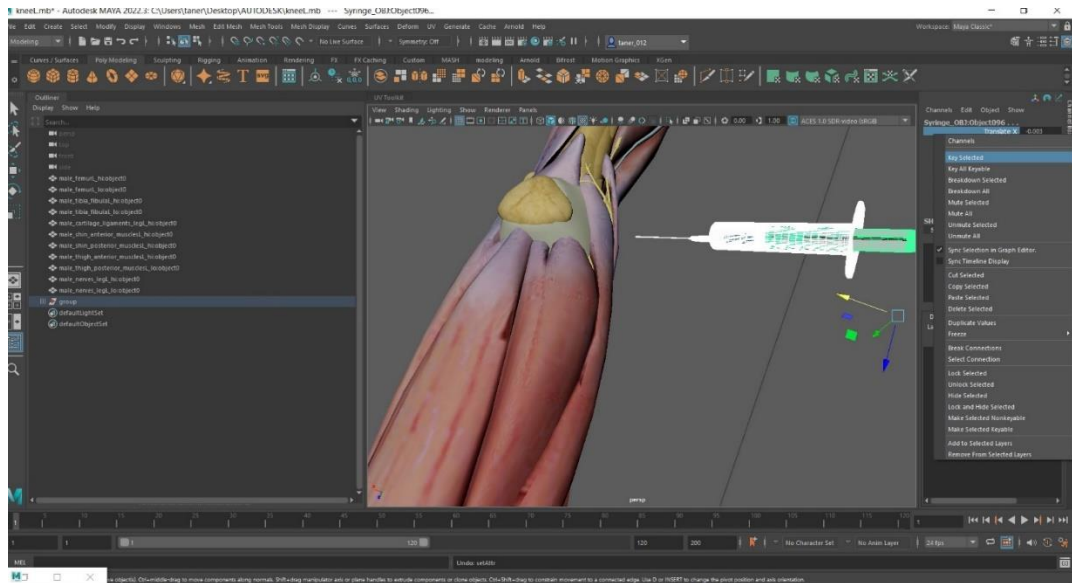
Bu işlemle eklem içi enjeksiyon film uygulaması animasyonumuzun parçası olan diz eklemine anatomi modellemesini bitirmiş bulunmaktayız. Bir sonraki işlemimiz 3B animasyon tekniğiyle eklem içi enjeksiyon animasyon uygulamamızı anatomi modelimiz ve enjeksiyon şırıngamız ile Timeline da hareket koordinatlarını belirleyerek animasyonu gerçekleştiriyoruz.

Maya programımızda Timeline yani zaman çizgisi animasyonun gerçekleşeceği alandır. Timeline modelin hareket kazanması için x,y,z eksenlerindeki parametre değerlerini sabitleyerek modelin eksen boyundaki ilk ve son değerine göre belirtilen zaman içindeki koordinat değişimini gösterir (Resim 2.28, Bkz.). Bu işlem animasyonun en temel işlemidir. Modelimiz seçilip Timeline 1. karede iken Channel Box'daki x eksenimize sağ tık yapıp Key Select komutu seçildiğinde kırmızı işaretle Timeline'da ve Channel Box'da belirtilir. Bu işlem Timeline'ın 1.karesidir ve başlangıç karemizdir (Resim 2.29, Bkz.).

Resim3.28: Autodesk Maya, Timeline – Channels Box



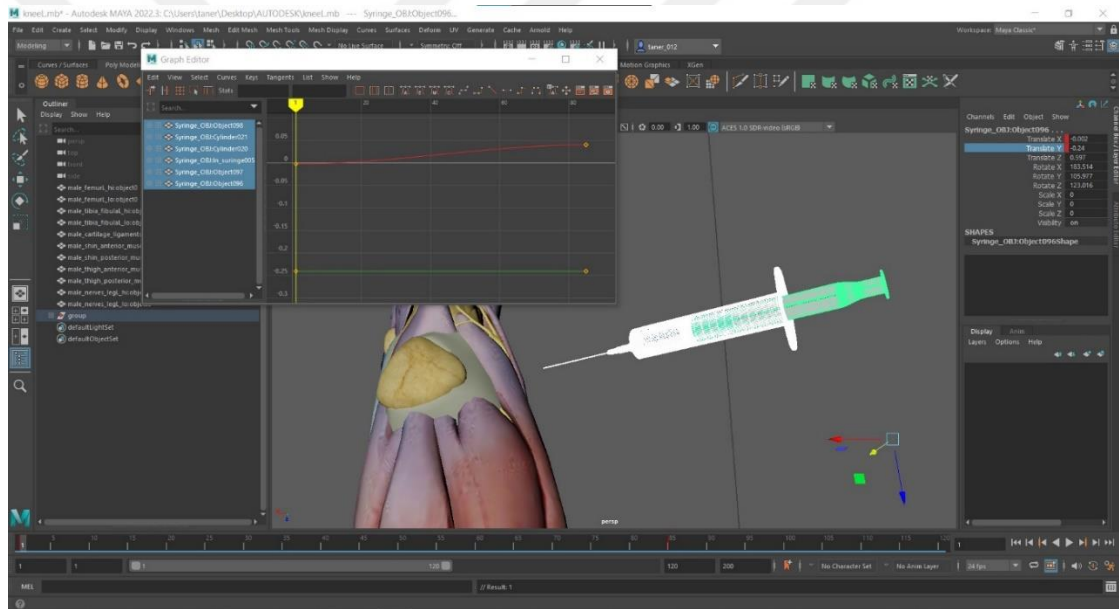
Resim 2.29: Autodesk Maya, Channels Box – Key Select



Ardından modelimizin son konumundaki koordinatları belirlenip yine Channel Box'da Key Select komutu verilip modelin koordinatlarındaki son konumu Timeline'da işaretlenir. Bu işlem başlangıç ve bitiş noktasıdır. Windows- Animation Editors- Graph Editor seçimi yapılarak Graph Editor sekmesi açılır. Bu sekme Timeline'da koyulan Key'lerimizi daha detaylı olarak görmemize ve müdahale etmemize olanak verir. Graph Editor de başlangıç ve bitiş koordinatlarımızı program otomatik olarak tanır ve aradaki tüm kareleri otomatik olarak yerine getirir (Resim 2.30, Bkz.).

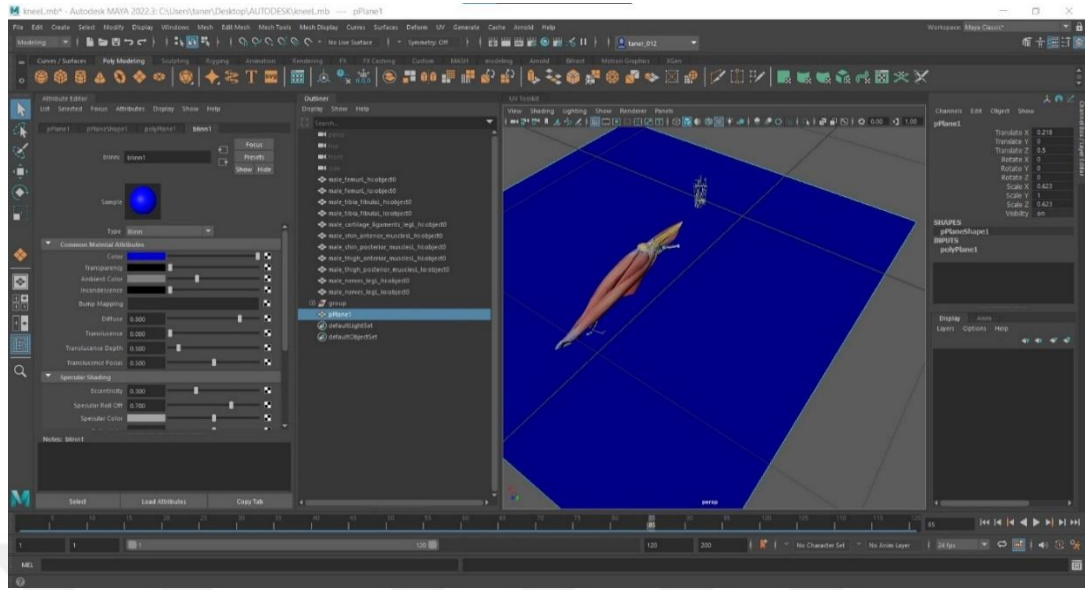
Timeline'da kabaca görüntülenen Key'leri başlangıç ve bitiş noktasını eğri olarak Graph Editor sekmesinde görüntüleyebiliriz. Yapılan hareketin zamanı ve hızını da Graph editor ile ayarlayabiliriz.

Resim 2.30: Autodesk Maya, Graph Editor

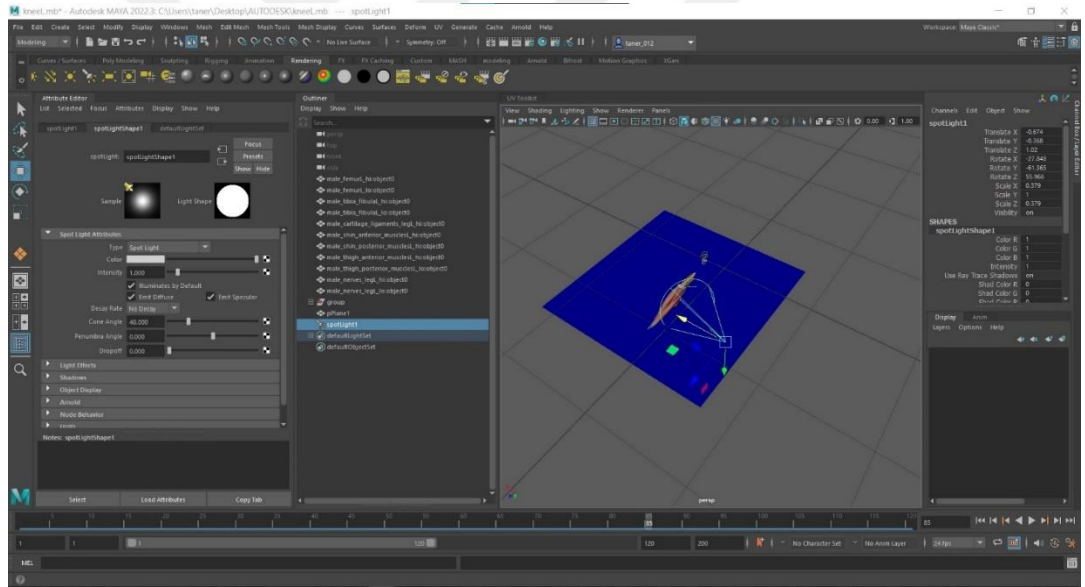


Modelimizin koordinat düzlemindeki hareket Key'leri Timeline ve Graph Editor'de işlendikten sonra sahne ve ışık eklemesi yapıyoruz. Sahne ekleme Modeling sekmesi seçili iken Poly Modeling – Polygon Plane komutuyla gerçekleşiyor ve ardından renklendirmesini yapıyoruz (Resim 2.31, Bkz.). Işık ekleme işlemini ise Rendering sekmesinde Spot Light aracıyla sahnemize ekliyoruz (Resim 2.32, Bkz.).

Resim 2.31: Autodesk Maya, Polygon Plane



Resim 2.32: Autodesk Maya, Spot Light



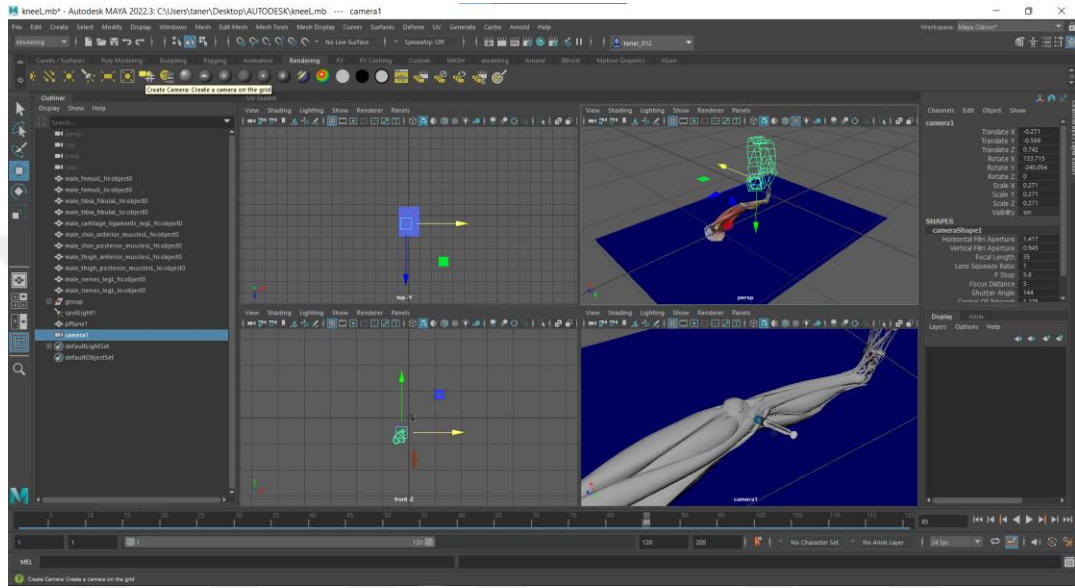
Modelimizin animasyonu için koordinat düzleminde yapılan tüm hareket işlemleri Timeline’ da Key Select komutu ile gerçekleşir. Doku, ışık, kamera ve sahne hareketlerimizi de aynı şekilde ilgili harekete göre ilk ve son koordinatlarını belirleyip uyguluyoruz. Hareketin ince detaylarını Graph Editor menüsünden hareketimizin niteliğine göre ayarlamalarını gerçekleştiriyoruz. Ancak bu işlemle model animasyon eylemini kazanmaz.

Animasyonumuzun nihai sonuca ulaşması için çalıştığımız sahnedeki tüm verilerin işlenmesi gerekmektedir. Bu işlem Render işlemidir. Render; çizilmiş veya

düzenlenmiş olan ham modeli bir program aracılığıyla işleyip resim veya video haline çevirme işlemidir. Modele ve animasyona son gerçek görüntüyü veren nihai işlemdir (Besci, 2021).

Render işlemine geçmeden önce sahnemize kamera ekliyoruz. Kamera ekleme işlemi Rendering – Create Camera komutuyla gerçekleşir (Resim 2.33, Bkz.).

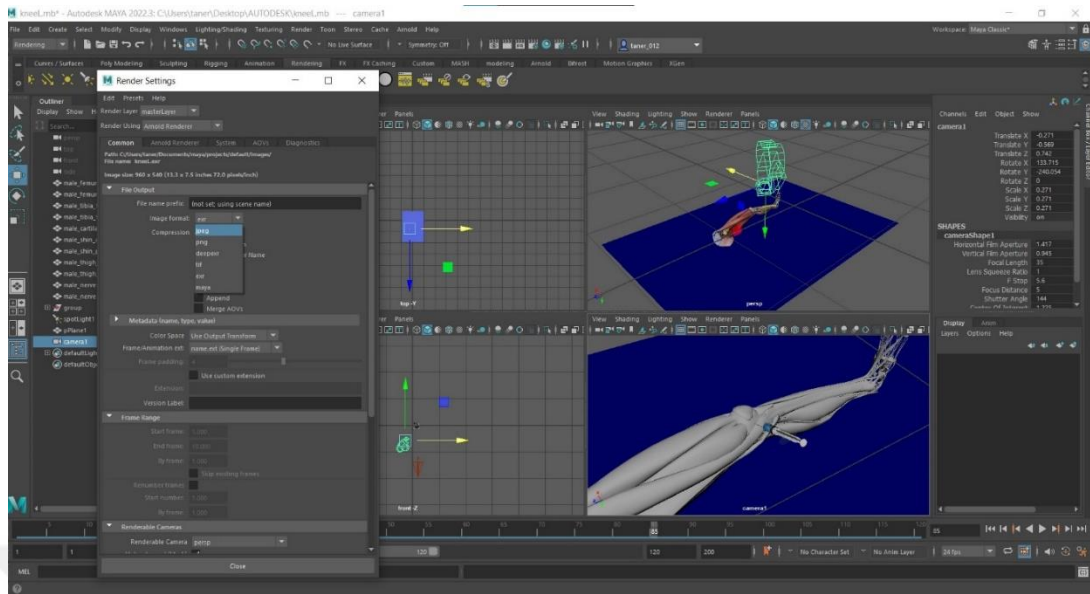
Resim 2.33: Autodesk Maya, Camera



Sahnemize aldığımız kameranın çekim alanı ve kamera açılarımız için Panels – Persfpective – Camera1 komutuyla Persfpective ekranımıza çağırıyoruz. Ardından animasyonumuzda kamera hareketimizi belirleyip koordinatlarını Timeline’a Key Selected işlemiyle ekleyebiliriz.

Son olarak tüm kontrol ve düzenlemeleri yaptıktan sonra render işlemine başlıyoruz. Bu işlem için Modeling Mod’dan çıkıp Rendering Mod’a geçiyoruz. Bu işlemle araç çubuğu satırındaki işlemler render işlem komutlarına dönüşür. Ardından araç çubuğundan Render – Render Setting komutuyla render ayar panelimiz açılır (Resim 2.34, Bkz.). File Output – jpg seçimini yapıyoruz ve bu işlemle render işlemi için dosya formatımızı belirlemiş oluyoruz. Bir alt satırda Quality’den dosya kalitesini ayarlıyoruz ve Frame/Animation ext sekmesinden de dosya isminin sıralama niteliğini belirliyoruz. Frame/Animation ext; Bir görüntü dizisi oluşturulduğunda, çerçeveleri numaralandırmak için bir numaralandırma kuralı kullanılır. Dolgulu sayılar, 0’ların kullanılmayan basamakları doldurmak için kullanıldığı, belirli sayıda basamak içeren çerçeve numaralarıdır (Resim 2.35, Bkz.) (Autodesk, 2015).

Resim 2.34: Autodesk Maya, Render Settings



Resim 2.35: Autodesk Help, Frame/Animation ext

Örneğin,

5 haneli dolgu

`myimage00002 .ext`

dolgusuz

`myimage2 .ext`

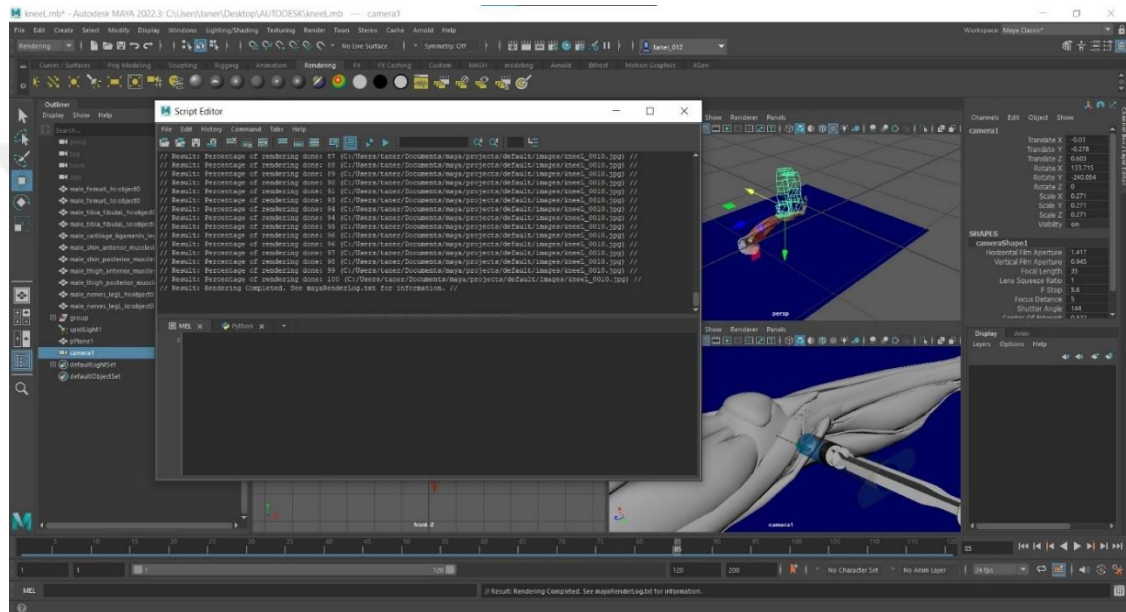
Kaynak: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MayaLT/files/FCheck-Frame-numbering-and-padded-numbers-htm.html>, 2022.

Ardından Frame Range menüsünden End Frame yani bitiş karesinin nerede olduğunu belirliyoruz. Timeline çizelgesinde Fps ayarını 240 olarak belirledik. Bu işlemle animasyonumuzun bitiş karesinin 240 Fps’de olacağı anlamına gelmektedir. 240 Fps animasyonun saniyede 24 kare ile toplamda 10 saniyelik animasyon olduğunu ifade etmektedir. 10 saniyelik bir animasyon filminde bu değerler sonucu 240 kare görsel bulunması gerekmektedir. Timeline’ a verilen hareket koordinatları sayesinde çok fazla görüntü karesi işleme yerine hareketin ilk ve son konumları belirlenip, hareketin diğer karelerini programın oluşturmasını sağlıyoruz. Bu yöntemi program verilen değerler neticesine matematiksel olarak oluşturmaktadır.

Bir sonraki işlem ise Renderable Cameras burada görüntü alınacak kamera seçimini camera1 olarak belirliyoruz. Çünkü sahnemizde bir adet Default Camera ve

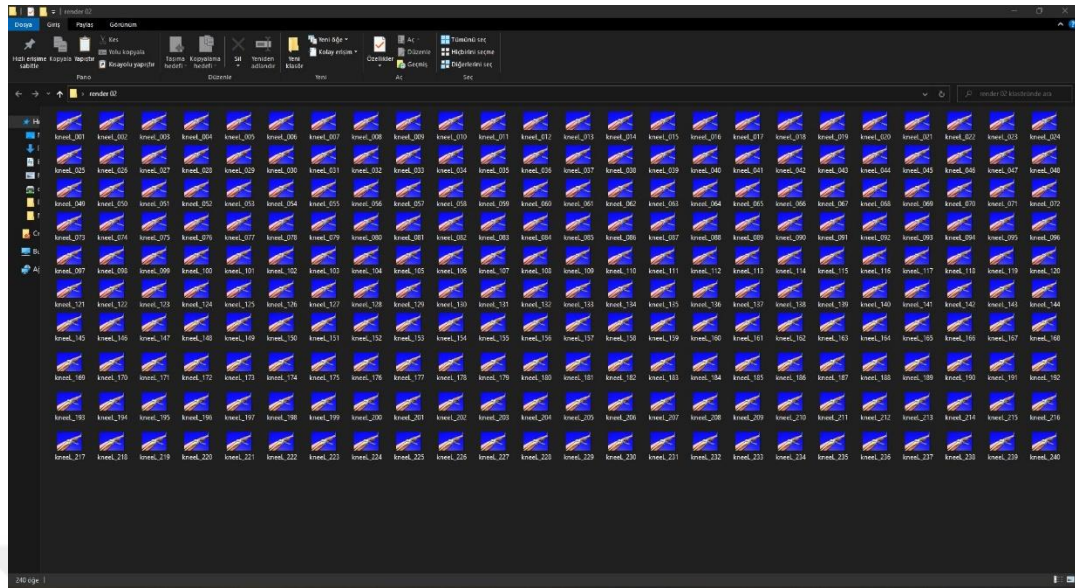
animasyonumuz için eklediğimiz özel ayarların girilebileceği Camera1 isimli kameramız mevcut. Daha sonra alt satırdaki Image Size menüsünden kalite ayarlarımızı yapıyoruz. Bu ayarlamayı kullanılacak medya ve ekran göz önünde bulundurularak yapılırsa Render işlemi daha güzel sonuç verecektir. Render Setting menüsündeki bu ayarlamaları yaptıktan sonra menüden Close komutuyla çıkılır ve araç buğundaki Render – Batch Render komutu verilerek render işlemimiz başlatılır. Render işleminin ilerleyişi alt menü çubuğundan takip edilebilir (Resim 2.36, Bkz.).

Resim 2.36: Autodesk Maya, Render Script Editor



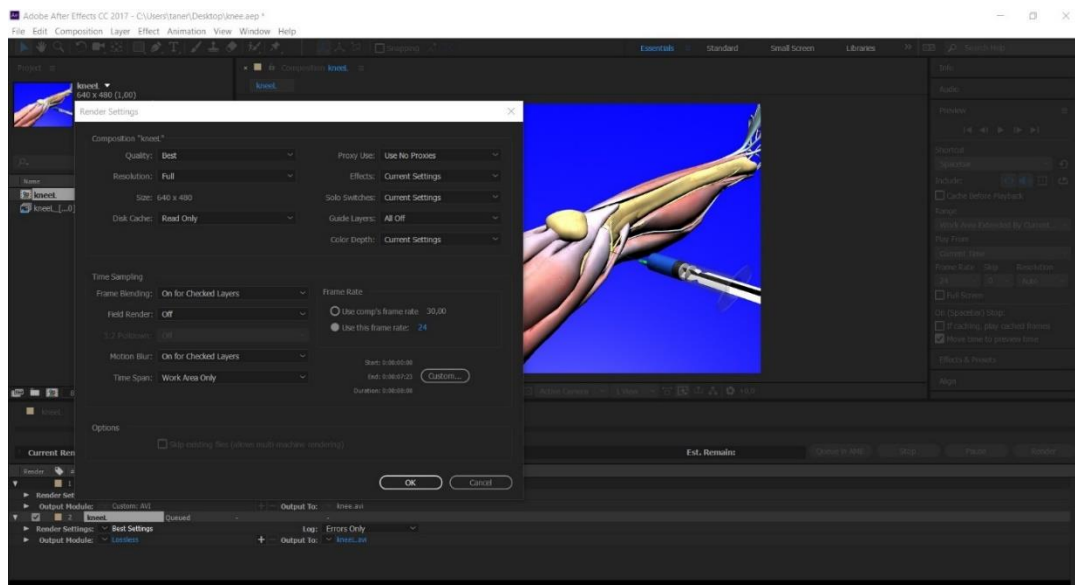
Render işlemi sonucunda dosyalarımız Belgeler – Maya – Projects – Default – Image klasörüne yüklenmiştir. Buradaki görseller jpg formatında olup bu görselleri birleştirip video formatına dönüştürme işlemi Adobe After Effects programı ya da aynı işlevi gören başka bir program yardımıyla video formatına dönüştürüyoruz. Bu program yardımıyla animasyon videosuna arzu edilirse ses ve diğer efektler uygulanabilmektedir.

Resim 2.37: Render Görselleri



Render sonucu 240 görselimize ilgili klasörden ulaşıyoruz. Animasyonun temelinde var olan art arda gelen görseller dizisini burada görebiliriz. Ancak animasyonun oluşması için görsellerimizin saniyede 24 kare ile oynatılması gerekmektedir. Bu işlemi Adobe After Effect programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. After Effect programına ilk görselimizi Import seçeneği ile aktardığımızda tüm görseller otomatik olarak tanımlanır. Bir sonraki işlem olan Render işlemine geçilir ve arzu edilen düzenlemeler sistem gereksinimleri doğrultusunda uygulanabilir ve Render alınır (resim 2.38, bkz.).

Resim 2.38: Adobe After Effect Render İşlemi



Render işlemi sonucunda belirlenen hedef dosyaya uygulamamızın animasyon videosu yüklenmiştir (Bkz. <https://youtu.be/6NdslzJU7I>).

2.5. UYGULAMA SONUCU UZMAN HEKİM GÖRÜŞLERİ

Araştırmanın bu aşamasında eklem içi enjeksiyon animasyon filmi hakkında uzman hekim görüşleri sırasıyla aşağıda belirtilmiştir;

S1: Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon; Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulaması konusunda görüşleriniz nelerdir?

H1: Uygulama hakkında genel bilgi sağlamıştır. Uygulama teorik olarak doğrudur.

H2: Teorik olarak yapılan çalışma doğrudur. Gayet güzel ve anlaşılır olmuş.

H3: Eklem içi enjeksiyon günümüzde sıklıkla kullanılan ve hastaların oldukça memnun kaldıkları tedavi şeklidir. Özellikle yaşlı hastalarda yaşa bağlı eklem hareket kısıtlılığının tedavisinde kullanılır. Uygulama güzel, kalıcı ve anlaşılır niteliktedir.

Ö1: Hasta üzerinde uygulama sırasında göremediğim dokuları ve enjeksiyon yolunu görmemi sağladı. Teorik olarak anlatımı ve görsel anlatım şekli olarak daha iyi aktardı.

Bu soruda alınan cevaplarda uygulamanın olabilirliği ve uygulanabilirliği anlaşılmaktadır.

S2: Bu animasyonun, uzman hekim ve tıp öğrencilerinin becerilerini geliştirmedeki katkıları ve önemi konusunda görüşleriniz nelerdir?

H1: Tekrar alma ve izlemeyle görsel hafızayı güçlendirir.

H2: Görsel unsur içerdiği için algılama ve kalıcılık açısından daha etkin olacağını düşünüyorum.

H3: Bu tür animasyonlar hem görsel hem de hafıza oluşturmak hem de uygulamanın kolay ve etkin olması için oldukça yararlı olacaktır.

Ö1: İlk defa uygulayacağım bir işlemi daha iyi öğrenmemi sağlar.”

Bu soruda alınan cevaplarda ise uygulamanın animasyon görüntüsünde algılama, kalıcılık ve kolay anlaşılır olacağı konusunda öğrenmeye katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

S3: Eklem içi enjeksiyon film uygulaması haricinde başka hangi alanlarda üç boyutlu tıbbi animasyon yapılmasını önerirsiniz?

H1: 3B kırık cerrahisi, artroplasti uygulamaları, spor cerrahilerinde, diz artroskopilerinde uygulama çeşitleri yapılabilir.

H2: Daha geniş bir kitleye hitap edeceği için (hemşire, ebe, tıp teknisyeni, hemşir gibi) tıbbın temel eğitimlerinden olan damar yolu bulma ve damar içi ilaç verilmesi tekniğini öneriyorum.

H3: Genel kullanım açısından hem hekimlere hem de diğer sağlık branşında çalışanlar için damar yolu açma, endotrakeal entübasyon gibi hem karışık hem de hayat kurtaran müdahalelerde kullanılabilir.

Ö1: Entübasyon, toraks tüpü, damar yolu açma özellikle acilde sık uygulanan yöntemleri, enjeksiyon türleri, cilt altı enjeksiyon, kas içi enjeksiyon gibi uygulamaları öneririm.

Bu soruda alınan cevaplarda ise iki önemli noktaya dikkat çekilmiştir birincisi, uygulama çeşitliliğine vurgu yapılmış, ikincisinde ise farklı alan uzmanlarına (hemşire, ebe, tıp teknisyeni, hemşir gibi) da bu animasyon pratik açısından gösterilmesi gerektiği belirtilmiştir.

S4: Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon; Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulamasıyla ilgili öncesinde uygulama hakkında bilginiz var mı?

H1: Son gelişmelerle üniversite ve hasta haneler de simülasyonlar ve 3B tomografi filmleri alana katkı sağlamaya başlamıştır. Eğitim hayatımda 3B modellerle çalıştık. Gerçek olaylar vaka üzerinde uygulamalarla eğitim alındı. Ancak animasyon görüntülerini yakın zaman diliminde kendi imkanlarımızla izledik.

H2: Bunu daha önce eğitim hayatımda görmedim. Fakat sonrasında kendi merakım nedeniyle ilgili mecralardan video olarak izledim.

H3: Bu tür videoları eğitim aldığım dönemde izleme imkânım olmadı. Ancak teknolojinin gelişmesiyle internet ortamında kendi imkanlarımla karşılaştım.

Ö1: Animasyon şeklinde aldığımız bir eğitim uygulaması ne yazık ki yok. Daha iyi öğrenme kavrama adına güzel olacağına inanıyorum.

Bu soruda alınan cevaplarda ise animasyon filmlerinin tıbbi alanda ülkemiz şartlarında kendi eğitim öğretim dönemlerinde görülmediği izlenilmediği ancak kendi ilgi

ve imkanları neticesinde izlenildiği belirtilmiştir. Bu da şunu göstermektedir ki bu animasyon film uygulaması'nın farklı tıbbi alanlarda geliştirilip ve uygulamalarının artırılmasını gerektiğini göstermektedir.

S5: Konuyla ilgili farklı görüş ve öneriniz nelerdir?

H1: Uygulamayı daha detaylı bir hale getirerek tamamen gerçekçi olması sağlanabilir. Simülasyon olarak uygulamaya destek verilebilir.

H2: Tıbbi animasyon uygulaması tıbbi içeriği, hasta doktor iletişimi ve eğitim amaçlı kullanımında zengin ve anlaşılır bir görsel sunmuştur.

H3: Çeşitli tıbbi animasyon çalışmaları yapılarak sağlık personellerine dönemsel eğitim amaçlı izletilmesi alandaki başarıyı ve hafızayı geliştireceğini düşünüyorum.

Ö1. Animasyon uygulamalarının tıbbi bilgiyi görsel anlatım şekli olarak daha kalıcı ve bu animasyonlarla öğrenmenin daha güzel olacağına inanıyorum.

Bu soruda alınan cevaplarda ise daha gerçekçi daha detaylı modellemelerle geliştirilmesi gerektiği belirtilmiş olup animasyon uygulamasının gerçek tıbbi uygulamalarda görsel hafıza ve pratik uygulamada yarar sağlayacağı belirtilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya tarihinin en eski bilim dallarından olan tıp bilimi, ilkel çağlardan bu yana her türlü gelişim faktörlerinden etkilenmiş ve gelişmiştir. Bu gelişme tıp biliminin ilerleyişinin doğrudan belirleyicisi olmuştur. Tıp bilimdeki bu ilerlemelerle şüphesiz tıbbi görsellerde gelişmiştir. Tıbbi görseller tıp bilimine paralel bir ilerleyişle, tıbbın gelişmesinde ve anatominin anlaşılmasında en önemli role sahip araç haline gelmiştir. İnsanoğlunun illüstrasyonlarla tıbbi olayları ifade etmesi, ilkel insanların dünyasındaki bir canlılığı ifade etmesiyle bir görsel iletişim eylemidir. Art arda gelen görselleştirme eğilimiyle insan oğlu tarih öncesi dönemde mağara duvarlarında bulunan insan ve hayvan hareketlerini tasvir eden ardışık çizimlerle temel olarak animasyonun bir parçasını ifade etmiştir. Bu görselleştirme eğiliminin animasyonun gelişimine katkıda bulunduğu gözlenmiştir. Şüphesiz bu gelişmeler tıbbi animasyon bakımından anatominin gerçekçi yapılarının keşfedilmesi, animasyon tekniklerinin gelişimiyle yapım ve tekniğin çeşitliliğiyle kendisine yeni bir alan yaratmıştır. Bu kapsamda tıp bilimi ve tıbbi animasyonlar, tıp bilimine dair bulguları ifade etme adına ortak çizgide ilerleyip gelişim göstermiştir. Tıp bilimi, edindiği bilgi ve becerileri illüstrasyon ve animasyonlar ile anlaşılır kılmaya, eğitmeye ve aktarmaya araç olarak kullanmıştır. Dijitalleşmenin etkisiyle günümüzde tıbbi görseller ve animasyonlar çeşitli tekniklerle 3B bilgisayar programları ve yazılımlarıyla eşsiz animasyonlar oluşturmaktadır. Bu görüntüler nitelikli ve amacına uygun hazırlanan tıbbi animasyonla tıbbi animatörün bilgi ve becerisi önem taşımaktadır. Görsel ifadenin amacına uygun doğru ve anlaşılır olması tıbbi animatörün sanat ve tıp eğitimi almış olmasının yanında gerekli düzeyde tasarım ve program kullanabilme yetisine sahip olmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda insan bedeninin karmaşık yapısındaki bir olayı anlatımı ve tanıtımında, cerrahi müdahalenin uygulanmasında tıbbi alan ve yöntemin doğru bir ifadeyle oluşturulan tıbbi animasyonlarla sağlanabilmektedir. Tıbbi animasyonlar çağımızın en önemli sektörlerinden biri olan sağlık sektöründe, yine teknolojik gelişmelerle kendisini yenileyip, yeni bulgu ve bilgilerin sürekli artması ve yenilenmesi, artan bilginin işlenip aktarılması 3B teknik gibi yeni tekniklerle ifadesini zorunlu kılmıştır. Simülasyonlar üzerinde yapılan çok boyutlu görselleştirmeler tıp alanında da yerini almıştır. Buda tıbbi animasyonun gerek tıbbi içerik gerekse eğitim gibi çeşitli alanda gelişimini desteklemiştir. Tıbbi eğitimin başta olmak üzere ve tıbbın tüm alanlarında ihtiyaç duyulan 3B animasyonlar gözlenmekte ve tıbbi animasyonların tıbbi bulguyu ifade etmesinde

doğruluğun ve gerçekliğinin artması animasyonun alandaki gelişimi, başarısı ve modern bir anlatımıdır.

Uygulamanın ikinci kısmında uzaman hekimlerin verdiği cevaplarda ise; görüşmeler sonucunda uygulamanın olabilirliği ve uygulanabilirliği, animasyon görüntüsünde algılama, kalıcılık ve kolay anlaşılır olacağı konusunda öğrenmeye katkı sağlayacağı, üçüncü sorunun cevabında ise iki önemli noktaya dikkat çekilmiştir birincisi, uygulama çeşitliliğine vurgu yapılmış, ikincisinde ise farklı alan uzmanlarına (hemşire, ebe, tıp teknisyeni, hemşir gibi) da bu animasyon pratik açısından gösterilmesi gerektiği, animasyon filmlerinin tıbbi alanda ülkemiz şartlarında kendi eğitim öğretim dönemlerinde görülmediği izlenilmediği ancak kendi ilgi ve imkanları neticesinde izlenildiği belirtilmiştir. Bu da şunu göstermektedir ki bu animasyon film uygulamasının farklı tıbbi alanlarda geliştirilip ve uygulamalarının artırılmasını gerektiğini, son soruda ise gerçekçi daha detaylı modellemelerle geliştirilmesi gerektiği belirtilmiş olup animasyon uygulamasının gerçek tıbbi uygulamalarda görsel hafıza ve pratik uygulamada yarar sağlayacağı verilen cevaplarla belirtilmiştir.

Bu araştırma, farklı hastalık türlerinde de geliştirilerek yeni araştırma ve uygulamaların yapılmasına öncülük edeceği düşünülmektedir. Araştırmacılar tarafından bu çalışmanın daha da geliştirilmesi önerilmektedir.



EKLER

Ek- 1. Uzman Görüşme Formu

Uzman Görüşme Formu

Sayın

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Sanat ve Tasarım Programında, Sanat ve Tasarım Anasanat Dalı’nda yüksek lisans tezi hazırlamaktayım. Tezin konusu “Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon; Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulaması”dır.

Araştırmada, üç boyutlu teknikle insan diz eklemi modellemesi ardından cerrahi işlem olan eklem içi enjeksiyon uygulamasının animasyonu gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla, çalışma verilerini elde etmek için uzman görüşlerine sunmak üzere sorular hazırlanmıştır. Katılımınızın gönüllülük esasına dayalı olduğu, yüksek lisans tezi kapsamında gerçekleştirilecek bu çalışmada, görüşme süresinde alınan veriler tamamen bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacaktır. Çalışmama gösterdiğiniz ilgi ve ayırdığınız zaman için teşekkür ederim.

Taner Türkel

Görüşme Soruları

- 1- Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon; Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulaması konusunda görüşleriniz nelerdir?
- 2- Bu animasyonun, uzman hekim ve tıp öğrencilerinin becerilerini geliştirmedeki katkıları ve önemi konusunda görüşleriniz nelerdir?
- 3- Eklem içi enjeksiyon film uygulaması haricinde başka hangi alanlarda üç boyutlu tıbbi animasyon yapılmasını önerirsiniz?
- 4- Üç boyutlu animasyon tekniği ile tıbbi animasyon; Eklem içi enjeksiyon (İntraartiküler enjeksiyon) film uygulamasıyla ilgili öncesinde uygulama hakkında bilginiz var mı?
- 5- Konuyla ilgili farklı görüş ve öneriniz nelerdir?

KAYNAKÇA

- Ackerman M. J. (2011). *Visible human project: Getting the Data*. U.S. National Library of Medicine.
- Agoreyo, F.O. (2003). Prosection in place of human dissection – way out of scarcity of cadaver – review article. *Annals of Biomedical Sciences*. 2(2), 69–73.
- Akgül, R. F. (2019). Stop motion tasarım süreçleri. *Vankulu Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4, 71-88.
- Altamira Mağarasındaki Sekiz Ayaklı Yaban Domuzu Resmi. (2022, 20 Ocak). Erişim Adresi: <https://docplayer.biz.tr/docs-images/81/84606660/images/21-0.jpg>.
- Anjie Wilson, Karbon Tozu İllüstrasyonu. (2022, 30 Ocak). Erişim Adresi: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_Dust_Skull.jpg
- Atan, U., vd., (2021). *Sanat alanları ile A'dan Z'ye sanat*. Ankara: Gece Kitaplığı.
- Autodesk Help. (2022, 10 Nisan). Erişim Adresi: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MayaLT/files/FCheck-Frame-numbering-and-padded-numbers-htm.html>
- Autodesk Help. (2022, 20 Mart). Erişim adresi: <https://knowledge.autodesk.com/support/3dsmax/learnexplore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/ENU/3DSMax-Modeling/files/GUID-CB7FD47E-D809-429C-98D3-20CB56B72EBF-htm.html>
- Beane, A. (2012). *3D animation essentials*. Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Beegel, J. *What Is Medical Animation?*. (2022, 31 Ocak). Erişim Adresi: <https://infographicworld.com/what-is-medical-animation/>
- Bir Böceğin Hayatı, 3B Animasyon Film Karakteri. (2022, 10 Şubat). Erişim Adresi: <https://www.pixar.com/our-story-pixar>
- Bosse, K. (1992). Tıbbi sinema filmlerinde animasyonlu çizimlerin kullanımı. *Biyolojik Fotoğraf Dergisi*, 60(3), 98–9.
- Bromberg, S. vd., (2010). Workshop on molecular animation. *US National Library of Medicine National Institutes of Healths*, 18(10), 1261-1265.
- Campbell, T. vd., (2011). *Could 3D printing change the world. Technologies, Potential, and Implications of Additive Manufacturing*. Washington: Atlantic Council.

- Choa, M. vd., (2008). The effectiveness of cardiopulmonary resuscitation instruction: Animation versus dispatcher through a cellular phone. *Resuscitation*, 77(1), 87–94.
- Cremante, S. (2008). *Koldaki kasların hareketini gösteren anatomik çalışma Leonardo Da Vinci: Artist. Scientist, Inventor Hardcover*, Guinti.
- Çıkıntılı Tip Praxionscope*. (2022, 04 Ocak). Erişim Adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Lanature1882_praxinoscope_projection_reynaud.png
- Disney Filmi Alice Harikalar Diyarında* (1951) Filminden. (2022, 30 Ocak). Erişim Adresi: https://www.getty.edu/conservation/publications_resources/newsletters/29_1/animation.html
- Diz Anatomisi*. (2022, 14 Mart). Erişim Adresi: <https://www.denizalgun.com/diz-anatomisi>
- Doğru, H. Ç. (2017). Uzun metrajlı 3B dijital animasyonların üretim süreçleri ve kullanılan teknikler. *Dergipark*, 6(3), 162-170.
- Efe, L. *Art Makes Us Better At Our Job*. (2022, 13 Mart). Erişim Adresi: <https://www.leventefe.com.au/art-makes-us-better-at-our-job/>
- Efe, L. *Meniscus repair illustration*. (2022, 13 Mart). Erişim Adresi: <https://www.leventefe.com.au/meniscus-repair/>
- Friederici, J. A. *Anatomi Tablosu*. (2022, 13 Mart). Erişim Adresi: <https://heidicon.ub.uni-heidelberg.de/search?p=299&ot=objekte>
- Global Medical Animation Market Trends Industry*. (2022, 14 Mart). Erişim Adresi: <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/medical-animation-market>
- Grish, K. *Medical Animation*. (2022, 30, Ocak). Erişim Adresi: <https://www.scientificanimations.com/evolution-medical-animation-timeline/>
- Guildersen, M. *I am a Medical Illustrator*. (2022, 14 Mart). Erişim Adresi: <https://www.science.org/content/article/i-am-medical-illustrator>
- Gürsaç Y. (1999). *Bilgisayarda üç boyutlu animasyon film üretimi ("Bir Başına Oyun" film uygulaması)*. (Sanatta Yeterlilik Tezi). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Habbal, O. (1995). Teaching of human anatomy: A role for computer animation. *Journal of Audiovisual Media in Medicine*, 18(2), 69-73.

- Hajar, R. (2017). The art of a medical illustrator: Heart Views. *History of Medicine*, 2(12),83-91.
- Henne, M., Hickel, H., Johnson, E., & Konishi, S. (1996). The making of toy story [computer animation]. In *COMPCON'96. Technologies for the Information Superhighway Digest of Papers* (pp. 463-468). IEEE.
- Human Heart Anatomy 2021 3D Medical Animations*. (2022, 30 Ocak). Erişim Adresi: <https://www.youtube.com/watch?v=ebzbKa32kuk>
- Joanna Culley, 3D Medical Animation For Dental Implants 2020*. (2022, 06 Mart). Erişim Adresi: <https://vimeo.com/medicalartist>
- Kaba, F. (1992). *Animasyon'un eğitim amaçlı kullanımı* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Marschner, S. vd., (2016). *Fundamentals of Computer Graphic*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Mercin, L. (2019). Steam eğitiminde sanatın yeri. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 9(19), 28-41.
- Mısır Ölümler Kitabı*. (2022, 1 Ocak). Erişim Adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Antik_M%C4%B1s%C4%B1r%27da_sanat
- Mickey Mause, Üretici Walt Disney*. (2022, 02 Şubat). Erişim Adresi: <https://www.retrojunk.com/a/I-1HGA8E4q/the-history-of-mickey-mouse>
- Miken Kaması, Atina Ulusal Arkeoloji Müzesi*. (2022, 20 Ocak). Erişim Adresi: <https://historyofwesternartblog.files.wordpress.com/2015/10/2-79925-141fbfb2fc728194a701.jpg>
- Netter, F. (2009). Tıbbi çizimler koleksiyonu, kas iskelet sistemi. *The Netter Collection Of Medical Illustrations Musculoskeletal Systems Trauma, Evaluation and Management*. (p. 226). İstanbul: Güneş Tıp Kitabevleri.
- Netter, F. (2013). *Sağ diz bağları illüstrasyonu Netterin klinik anatomisi*. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Nezih. K. (1998). *3D Studio Max*. 1. Baskı: İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Norman McLaren, Bogie Doodle, Motion Graphics*. (2022, 03 Şubat). Erişim Adresi: <https://www.youtube.com/watch?v=TgJ-yOhpYIM&t=165s>

- Nusair, D. *The 3 Types of Animated Films*. (2022, 14 Şubat). Erişim Adresi: <https://www.liveabout.com/different-types-of-animated-films-2420979>
- O'Rourke, M. (2003). *Pirinciples of three dimensional computer animation*. United States of America: Norton Company.
- Ocvirk, O. vd., (2013). *Sanatın temelleri*. (Çev: Nur Bakır Kuru ve A. Kuru). İzmir: Karakalem Kitabevi Yayınları.
- Özdemir, M. T. vd., (2003). Ortopedide tıbbi illüstrasyon. *Artropilasti Artroskopik Cerrahi*, 14(4), 248- 253.
- Patmore, C. (2007). *The complete animation course the principles practice and techniques of successful animation*. China: Thames and Hudson.
- Penrice, S. (2016). *Pathophysiology of heart murmurs: Mitral*. University of Dundee School of Medicine (2022, 06 Mart). Erişim Adresi: <https://vimeo.com/channels/1087905>
- Pikkov, Ü. (2010). *Animasophy, theoretical writings on the animated film*. Academy of Arts Department of Animation. Estonia Tallin.
- Pixar Graphic Technologies Introduction to USD. (2022, 01 Ocak). Erişim Adresi: <https://graphics.pixar.com/usd/docs/index.html>
- Pixar Toy Story Film Afişi. (2022, 10 Ocak). Erişim Adresi: <https://www.pixar.com/our-story-pixar>
- Preim, B. vd., (2020). A survey of medical animations. *Computers & Graphics*, 90, 145-168.
- Purves, B. (2010). *Basic animation 04 stop-motion*. Singapore: Production by AVA Book Production Pte.Ltd.
- Rami, What is 3D Animation?. (2022, 12 Şubat). Erişim adresi: <https://pointintimestudios.com/what-is-3d-animation/>
- Ranice, W, (1991). *Max Brödel: The man who put art into medicine*. Berlin: Springer.
- Rembrandt, “The anatomy lesson of dr nicolaes tulp” (Dr. Nicolaes Tulp’un Anatomi Dersi), 1632, Mauritshuis Kraliyet Resim Galerisi. (2022, 04 Mart). Erişim Adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Dr._Nicolaes_Tulp%27un_Anatomi_Dersi

- Render Nedir?.* (2022, 02 Mart). Erişim Adresi: <https://www.iienstitu.com/blog/render-ne-demek>
- Rosen, K. (2008). The history of medical simulation. *Journal of Critical Care*, 23(2), 157–66.
- Selby A. (2013). *Animation*. London: Laurence King Publishing
- Seylan, A. (2016). Disiplinler arası bir formasyon olarak medikal illüstrasyon ve Türkiye'deki ilk örnek: On dokuz mayıs üniversitesi güzel sanatlar enstitüsü tıbbi resimleme yüksek lisans programı. *Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*, 1(1), 85-93.
- Song, S. (2017). *3D maya Basic Modelling*. (2022, 08 Mart). Erişim Adresi: <https://www.behance.net/gallery/58841143/3D-Maya-basic-modeling>
- Şenler, F. (2005). Animasyon tarihi, teknikleri ve Türkiye'deki yansımaları. *Hacettepe Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları (HÜTAD)*, 3, 99-114.
- Taylor, R. (2003). *The encyclopedia of animation techniques*. Animation, Singapur
- The Pigeon 2009, Animator Hywel Prytherch, Stop Motion filminden bir kare Barry Purves, Basic Animation Stop Motion* (2022, 05 Şubat). Erişim Adresi: <https://mowe.studio/what-is-motion-graphics/>
- Türker, İ. H. (2011). Canlandırmanın tarihçesi ve Türk canlandırma Sanatı. *Dergipark*, 1(1), 227-241.
- Uçkan, M. (2004). *Animation production and an ideal animation studios design* (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Üç Boyutlu Koordinat Siseminde Vektör*. (2022, 08 Mart). Erişim Adresi: <https://www.derspresso.com.tr/matematik/vektor/3-boyutlu-koordinat-sistemi>.
- What is a Medical Illustrator?.* (2022, 29 Ocak). Erişim Adresi: <https://www.ami.org/medical-illustration/learn-about-medical-illustration>
- What is Motion Graphics?.* (2022, 12 Şubat). Erişim Adresi: <https://mowe.studio/what-is-motion-graphics/>
- White, T. (2006). *Animation from pencils to pixels classical techniques for digital animators*. United States of America: Elsevier Inc.

- Wigan, M. (2009). *The visual dictionary of illustration*. Singapore: AVA Book
- Williams, R. vd., (2012). *The non - designer's illustrator book: Essential vector techniques for design*. California: Peachpit Press.
- Yıldırım, M. (2008). Tıp fakültelerinde bir tıbbi resim biriminin gerekliliği, günümüzde tıbbi resim. *İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri*, 11(22), 11-22.
- Zoetrop, National Museums Scotland. (2022, 1 Ocak). Erişim Adresi: <https://www.nms.ac.uk/explore-our-collections/collection-search-results/zoetrope/285473#>.



DİZİN**A**

Animasyon, v, viii, x, 6, 10, 11, 12, 13,
15, 16, 17, 28, 52, 53, 59, 60, 61, 63
Autodesk Maya, v, vi, viii, xi, 2, 3, 29,
30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41,
42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

İ

İllüstrasyon, v

S

Sanat, 2, 3, 5, v, 11, 57

T

Tasarım, v, 29, 57
Tıbbi Animasyon, v, viii, 20, 21

Ü

Üç boyutlu, v, 1, 2, 3, 15, 23, 26, 28, 29,
30, 32, 51, 52, 57, 58

