



**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ GÜZEL  
SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

**Grafik Anasanat Dalı**

**TIBBİ İLLÜSTRASYONDA GÜNCEL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI VE  
BİR UYGULAMA ÖNERİSİ**

**Caner KAHYA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Ankrara, 2023**



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ GÜZEL  
SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Grafik Anasanat Dalı

TIBBİ İLLÜSTRASYONDA GÜNCEL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI VE BİR  
UYGULAMA ÖNERİSİ

Caner KAHYA

Yüksek Lisans Tezi

Ankrara, 2023

# TIBBİ İLLÜSTRASYONDA GÜNCEL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI ve BİR UYGULAMA ÖNERİSİ

**Danışman:** Doç. Banu BULDUK TÜRKMEN

**Yazar:** Caner KAHYA

## ÖZ

“Görmek inanmaktır...” (Fuller, T. 1987, 4087)

Şüphesiz ki anlamlandırmada en etkili aracımız görmedir. İnsanlık uzun zamanlar boyunca kendini ifade etme, bilgilendirme ve belgeleme gibi çeşitli nedenlerden dolayı çizim yapmak aracılığı ile görmenin gücünü aktif olarak kullanmıştır. Nitekim mağara duvarlarına yapılan çizimlerden bunu anlamak mümkündür. Sanatın ilk örnekleri olarak kabul edilen bazı mağara çizimleri, ilerleyen zamanla birlikte, mağara duvarlarından kâğıtlara ve dijital ortamlara geçmiştir. İnsanlığın gün geçtikçe artan bilgi birikimi sayesinde ise çeşitlenerek farklı uzmanlık alanları ve bunların alt alanlarını yaratmıştır. Bu uzmanlık alanlarından biri olan tıbbi illüstrasyonun geçmişi M.Ö 1600 yıllarına kadar uzansa bile, profesyonel anlamda kabul edilen tıbbi illüstrasyon örnekleri, matbaanın icadı sonucunda ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın ortalarında ve 21. yüzyılın başlarında hayatımıza giren bilgisayar ve internet teknolojileri dijitalleşme dediğimiz süreci başlatarak bilgi arayışımızı, bunlara ürettiğimiz çözümleri ve davranışlarımızı değişikliğe uğratmıştır. Dijitalleşme denilen bu yeni dönemde VR, AR, XR, gibi sayısal ortamların tıp alanında giderek artan kullanımı, 3 boyutlu grafiklere ve dijital materyallere olan ilgi tıbbi illüstrasyonda da geleneksel yöntemlerin terk edilmeye başlandığı bir dönemin önünü açmıştır. 3 boyutlu grafikler oluşturmaya olanak sağlayan dijital görüntüleme yöntemleri, yapay zeka ve fotogrametri gibi teknolojilerin tıbbi illüstrasyon yapımında kullanılabilirliğinin araştırılması için bu tezde dijital görüntüleme yöntemleri, yapay zeka ve fotogrametri kullanılarak örnekler yaratılacak bunlardan biri ya da birkaçı kullanılarak 3 boyutlu dijital illüstrasyon yapılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Tıbbi illüstrasyon, Bilimsel illüstrasyon, Üç boyutlu modelleme,

Yakın resim fotogrametri yöntemi, Grafik tasarım.

## **USING CURRENT TECHNOLOGY IN MEDICAL ILLUSTRATION AND APPLICATION PROPOSAL**

**Danışman:** Doç. Banu BULDUK TÜRKMEN

**Yazar:** Caner KAHYA

### **ABSTRACT**

‘Seeing is believing...’ (Fuller, T. 1987, 4087)

There is no doubt that our most effective tool in making sense is seeing. For a long time, humanity has actively used the power of seeing through drawing for various reasons such as self-expression, information, and documentation. As a matter of fact, it is possible to understand this from the drawings made on the cave walls. Some cave drawings, which are the first examples of art, have moved from cave walls to paper and digital media with the advancing time. Thanks to the ever-increasing knowledge of humanity, it has diversified and created different fields of expertise and their sub-fields. Even though the history of medical illustration, which is one of these specialties, dates to 1600 BC, medical illustration examples that are considered professionally emerged because of the invention of the printing press. Computer and internet technologies, which entered our lives in the middle of the 20th century and at the beginning of the 21st century, started the process we call digitalization and changed our search for information, the solutions we produced for them, and our behaviors. In this new era called digitalization, the increasing use of digital media such as VR, AR, XR, in the field of medicine, and the interest in 3D graphics and digital materials have paved the way for a period in which traditional methods have begun to be abandoned in medical illustration. In this thesis, digital imaging methods, artificial intelligence and photogrammetry will be used to investigate the usability of technologies such as digital imaging methods, artificial intelligence, and photogrammetry, which allow creating 3D graphics.

**Anahtar kelimeler:** Medical illüstrations, Scientific illustration, 3D-Modelling, Close

Range Photogrammetry method, Graphic Design.

## **TEŞEKKÜR**

Tez çalışma sürecinde bilgileriyle yönlendiren ve büyük katkıları olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Banu Bulduk Türkmen'e, eğitim sürecim boyunca desteklerini esirgemeyen değerli dekanımız Sayın Prof. Dr. Nadire Şule Atılgan'a ve Grafik Anasanat dalı öğretim üyelerimizden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seza Soyluçiçek Vurgun'a, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Deniz Yeşim Taluğ'a, Sayın Doç. Dr. Fatih Kurtçu'ya, Sayın Prof. Dr. Namık Sarıkavak'a teşekkür ederim. Ayrıca değerli arkadaşlığı ve paylaştığı bilgiler ile anatomi alanına ilgi duymamı sağlayan, her ihtiyacım olduğunda bana zaman yaratan ve yanımda olan Sayın Prof. Dr. İlkan Tatar'a, yoğun programına rağmen bana ve grafik bölümündeki diğer öğrencilere zaman ayıran, bizlerle değerli bilgiler paylaşan Prof. Dr. Mustafa Aldur'a ve Hacettepe Tıp Fakültesi Anatomi Bölümü personellerine teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	iv
GÖRSEL DİZİNİ .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	ix
GİRİŞ .....	1
<b>1. BÖLÜM: KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....</b>	<b>2</b>
1.2. Çalışmanın Önemi .....	2
1.3. Materyal ve Method .....	3
1.4. Çalışmanın Yöntemi .....	8
1.5. Çalışmanın Bulguları .....	8
1.6. Çalışmanın Sınırlılıkları .....	9
<b>2. TIBBİ İLLÜSTRASYONLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER .....</b>	<b>11</b>
2.1. İllüstrasyonun Tanımı ve İlk Örnekleri .....	11
2.2. Bir İllüstrasyon Çeşidi Olarak Tıbbi İllüstrasyon .....	22
2.3. Tıbbi İllüstrasyonda Terminoloji Kullanımının Önemi ve Çeşitleri .....	25
2.3.1. Tıbbi İllüstrasyonda Terminoloji Kullanımının Önemi .....	25
2.3.2. Tıbbi Terminoloji Çeşitleri .....	26
<b>3. TIBBİ İLLÜSTRASYONDA KULLANILAN YÖNTEMLER .....</b>	<b>33</b>
3.1. Klasik Yöntemler .....	33
3.2. Dijital Yöntemler .....	37
<b>4. TEMEL DİJİTAL GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ ve GÜNCEL TEKNOLOJİLER .....</b>	<b>38</b>
4.1. DICOM .....	39
4.1.1. MRI .....	40
4.1.2. CT .....	43
4.2. Dijital Tarama Yöntemleri .....	45
4.3. Fotogrametri .....	46

<b>5. TIBBİ İLLÜSTRASYONDA YAPAY ZEKANIN OLANAKLARININ İNCELENMESİ</b> .....	53
5.1. Yazıyı Görsele Çevirme.....	54
5.2. Görsele Başka Görsele Çevirme.....	55
5.3. İki Boyutlu Görsele, Üç Boyutlu Görsele Çevirme.....	55
5.4. Yazıyı Üç Boyutlu Görsele Çevirme.....	56
<b>6. BÖLÜM: FOTOGRAMETRİ TEKNİĞİ KULLANARAK CRANIUM YAPISI İÇİN 3 BOYUTLU DİJİTAL ÖĞRETİM MATERYALİ OLUŞTURULMASI</b> .....	61
6.1. Uygulamanın Amacı.....	61
6.2. Uygulamanın Materyal Metodu.....	62
6.3. İçerik Hazırlanması Hakkında Uzman Görüşü Alınması.....	64
6.4. İçerik Planlaması.....	66
6.5. Dijital Öğretim Materyalinin Hazırlanması.....	74
6.5.1. Üç Boyutlu Grafikler ile İlgili Genel Bilgiler.....	75
6.5.2. Görsellerin Hazırlanması ve Uygulama Üretim Süreci Analizi.....	83
6.5.3. Uygulama Önerisi.....	89
<b>SONUÇ</b> .....	92
<b>TARTIŞMA</b> .....	95
<b>KAYNAKLAR</b> .....	96
<b>ETİK BEYANI</b> .....	105
<b>YÜKSEK LİSANS TEZİ ORJİNALLİK RAPORU</b> .....	106
<b>MASTER'S THESIS ORIGINALITY REPORT</b> .....	107
<b>YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI</b> .....	108

## GÖRSEL DİZİNİ

<b>Görsel 1.</b> 3D slicer veritabanı.CT ve MRI verileri.....	4
<b>Görsel 2.</b> Fotogrametri çekimi yapılan alan ve siyah örtü .....	5
<b>Görsel 3.</b> Caner Kahya, 2023. Fotoğraf makinesi ayarları.....	5
<b>Görsel 4.</b> Caner Kahya, 2023, Fotogrametri kafatası. ....	6
<b>Görsel 5.</b> Caner Kahya, 2023, fotogrametri çalışmaları.....	7
<b>Görsel 6.</b> Lascaux'ta mağara resmi. Sanatın Öyküsü.....	12
<b>Görsel 7.</b> El Pindal Mağarası Mamut Çizimi .....	12
<b>Görsel 8.</b> Tomb Of U-J hiyeroglifi.....	13
<b>Görsel 9.</b> Ölülüler kitabından papirüs sayfası .....	14
<b>Görsel 10.</b> Plate 6 Kahun Papirüsü.Bölüm 1-2 .....	15
<b>Görsel 11.</b> Ramessum Papirüsü. 4. Parça .....	15
<b>Görsel 12.</b> Edwin Smith Papirüsü. Sütün 8 ve 9. ....	16
<b>Görsel 13.</b> Hears Papirüsü. Parça 9. ....	17
<b>Görsel 14.</b> Papirus 3027, Erman Papirüsü .....	18
<b>Görsel 15.</b> Ebers Papirüsü .....	18
<b>Görsel 16.</b> London Medical Papirüsü.....	19
<b>Görsel 17.</b> Berlin Medical Papirüsü .....	20
<b>Görsel 18.</b> Chester Beatty Tıbbi Papirüsü .....	21
<b>Görsel 19.</b> Carsberg papirüsü 6. Parça .....	21
<b>Görsel 20.</b> Brookly ya da Yılan ısırması Papirüsü .....	22
<b>Görsel 21.</b> Yeni çağda bilginin ikiye katlanmasının hızlanması .....	22
<b>Görsel 22.</b> Nomina Antomica.....	27
<b>Görsel 23.</b> Artomi Ekran Görüntüsü.....	28
<b>Görsel 24.</b> Online T.A. 98. Bölüm 1 sayfa 004 .....	28
<b>Görsel 25.</b> TA 2 Viewer Ekran Görüntüsü .....	29
<b>Görsel 26.</b> TNA, bölüm 1. Merkezi sinir sistemi.....	30
<b>Görsel 27.</b> Histoloji Terminolojisinden kesit .....	31
<b>Görsel 28.</b> TE2. Bölüm 1, Genel Terimler .....	31
<b>Görsel 29.</b> Da Vinci. Anne Karnındaki Cenin .....	34
<b>Görsel 30.</b> Calcar'a ait olduğu düşünülen illüstrasyon.....	34
<b>Görsel 31.</b> Brödel'e ait çizim.....	35
<b>Görsel 32.</b> Vesalius'a ait çizim .....	35
<b>Görsel 33.</b> Scarpa'ya ait çizim .....	36
<b>Görsel 34.</b> Netter'e ait çizim. Esk birika.....	36
<b>Görsel 35.</b> Radyoloji verileri kullanarak oluşturulan illüstrasyon .....	38
<b>Görsel 36.</b> Caner Kahya, 2022. MRI verilerinin ayrılması.....	41
<b>Görsel 37.</b> Caner Kahya, 2023. Kafatası 3 boyutlu modeli (mavi) .....	42
<b>Görsel 38.</b> Caner Kahya, 2023. Beyin, beyaz madde (Kahverengi) .....	43
<b>Görsel 39.</b> Caner Kahya, 2023. CT kafatası 3 boyutlu modeli (Sarı) .....	44
<b>Görsel 40.</b> Caner Kahya, 2023. CT, 3D model .....	45
<b>Görsel 41.</b> Tarayıcı ile oluşturulan 3 boyutlu model .....	46
<b>Görsel 42.</b> Figür 22.10. Yetişkin eşyükselti haritası ..	47
<b>Görsel 43.</b> Fotogrametri techizatı .....	48

<b>Görsel 44.</b> Obje kaplama spreyi .....	49
<b>Görsel 45.</b> Rebellion firmasına ait iş ilanı .....	50
<b>Görsel 46.</b> Caner Kahya, 2023, Model 1 .....	51
<b>Görsel 47.</b> Caner Kahya, 2023, Model 2 .....	51
<b>Görsel 48.</b> Caner Kahya, 2023, Model 3 .....	52
<b>Görsel 49.</b> Caner Kahya, 2023, Model 4 .....	52
<b>Görsel 50.</b> Caner Kahya, 2023, isimsiz. Dall-E .....	54
<b>Görsel 51.</b> Caner Kahya, 2023, isimsiz. Pixray.....	55
<b>Görsel 52.</b> Caner Kahya, 2023, isimsiz. Dall-e .....	55
<b>Görsel 53.</b> Caner Kahya, 2023, isimsiz. Monster Mash.....	56
<b>Görsel 54.</b> DreamFusion 3 boyutlu objeler (Poole, vd., 2022. s. 2.) .....	57
<b>Görsel 55.</b> Caner Kahya DreamFusion ile oluşturulmuş modeller .....	57
<b>Görsel 56.</b> Caner Kahya DreamFusion ile oluşturulmuş modeller .....	58
<b>Görsel 57.</b> Magic3D ile oluşturulmuş 3D modeller .....	58
<b>Görsel 58.</b> Caner Kahya tarafından Latent labs .....	59
<b>Görsel 59.</b> Caner Kahya. İsimsiz. spline.ai kullanılarak yapılan görselleştirme ..	59
<b>Görsel 60.</b> Caner Kahya, 2022, Kafatasına ait 3 boyutlu eskiz çalışması .....	65
<b>Görsel 61.</b> Derlenen yazılı kaynak sayısı .....	67
<b>Görsel 62.</b> Monash Üniversitesi, EvoMorph Lab. Sketchfab Sayfası .....	68
<b>Görsel 63.</b> University of Dundee. Sketchfab Sayfası .....	69
<b>Görsel 64.</b> Ohio University, Witmer Lab. Sketchfab sayfası .....	69
<b>Görsel 65.</b> Rhode Island School of Design. The Edna Lawrence Lab. Sketchfab sayfası .....	70
<b>Görsel 66.</b> Oregon State University, Ecampus .....	70
<b>Görsel 67.</b> Lund University/3D Lab, Department of Biology. Sketchfab sayfası ....	71
<b>Görsel 69.</b> University of Newcastle, Earth Science. Sketchfab Sayfası .....	72
<b>Görsel 70.</b> Unisalle/Geo Lab. Sketchfab sayfası .....	72
<b>Görsel 71.</b> University of Victoria Libraries. Sketchfab sayfası .....	73
<b>Görsel 72.</b> Archaeology at UiT The Arctic University of Norway, Archaeology. Sketchfab sayfası .....	73
<b>Görsel 73.</b> E-Learning UMCG, University Medical Center Groningen. Sketchfab sayfası .....	75
<b>Görsel 75.</b> Caner Kahya, 2023, isimsiz .....	76
<b>Görsel 76.</b> Caner Kahya. 2021. Stilize mutfak sahnesi kaplamaları .....	77
<b>Görsel 77.</b> Caner Kahya, 2021. Stilize mutfak sahnesi kaplamaları .....	77
<b>Görsel 78.</b> Caner Kahya, 2023, Korsan modeli .....	78
<b>Görsel 79.</b> Caner Kahya, 2023, Arnold standart gölgelendirici materyali .....	79
<b>Görsel 80.</b> Caner Kahya, 2022, Caner gölgelendirici/Caner shader .....	79
<b>Görsel 81.</b> Caner Kahya, 2022, unity özel gölgelendirici .....	80
<b>Görsel 82.</b> Caner Kahya 2022, korsan modeli .....	81
<b>Görsel 83.</b> Caner Kahya 2022, korsan modeli .....	82
<b>Görsel 84.</b> Kwalee isimli firmanın açtığı iş ilanları.....	82
<b>Görsel 85.</b> Fotoğraf makinası ayarları. ....	83
<b>Görsel 86.</b> ilk 3 aşama.....	84
<b>Görsel 87.</b> Aşama 5 .....	85
<b>Görsel 88.</b> Aşama 7 .....	85
<b>Görsel 89.</b> Aşama 10 .....	86
<b>Görsel 90.</b> Aşama 10 .....	86
<b>Görsel 91.</b> Aşama 11 .....	87
<b>Görsel 92.</b> Caner Kahya, 2023. Cranium render .....	88

<b>Görsel 93.</b> Caner Kahya, 2023. Cranium render .....	89
<b>Görsel 94.</b> Caner Kahya, 2023. Uygulama önerisi tablo .....	89
<b>Görsel 95.</b> Caner Kahya, 2023. Uygulama önerisine ait ekran görüntüleri .....	90
<b>Görsel 96.</b> Uygulama önerisi QR kodu .....	91

## **TABLolar DİZİNİ**

<b>Tablo 1.</b> Uygulama önerisi yapım aşamaları .....	64
--------------------------------------------------------	----

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

DICOM: Digital Imaging and Communications in Medicine.

MRI: Magnetic Resonance Imaging. Manyetik Rezonans Görüntüleme.

CTI: Computed tomography Imaging. Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleme.

PET: Pozitron emisyon tomografi.

PACS: Picture Archiving and Communication System. Resim arşivleme ve iletişim sistemi.

AI: Yapay Zeka.

Edge: Kenar.

Vertex: Köşe.

Mesh: 3 boyutlu obje ağ yapısı.

Render: Görselleştirme.

2D: İki boyutlu.

3D: Üç Boyutlu.

Bake: Bilgisayar tarafından hesaplanması zor olan yoğun animasyon, 3D obje ve ışık benzeri ayarların, dondurulup sonuçlarının kaydedildikten sonra yoğunluğu düşürülmüş hale dönüştürülmesi.

PBR: Physically Based Rendering. Fiziksel tabanlı görselleştirme.

NPR: Non-Photorealistic Rendering. Fotogerçekçi olmayan görselleştirme.

RT: Real Time. Gerçek Zamanlı.

VR: Virtual Reality. Sanal Gerçeklik.

AR: Augmented Reality. Artırılmış Gerçeklik.

MR: Mixed Reality. Karma Gerçeklik.

XR: Extended Reality. Genişletilmiş Gerçeklik.

CPR: Close Range Photogrammetry. Kısa mesafe fotogrametrisi

## GİRİŞ

Matbaanın bulunması ile binlerce yıl boyunca iç içe bulunan anatomik bilgi ve görsel iletişim profesyonel oluşum haline gelmiş ve modern anlamda "Tıbbi İllüstrasyon" olarak kabul edilen ilk çalışmaların üretilmesine olanak sağlamıştır. 20. yüzyılın ortalarında insanoğlunun hayatın giren bilgisayar grafikleri ise tıbbi illüstrasyonda ve tıp eğitiminde yeni bir döneme girilmesine neden olmuştur. Geleneksel illüstrasyon yöntemleri kullanılmaya devam edilirken, radyoloji verileri kullanılarak oluşturulan görseller, illüstratörün hata payını en aza indirmesi nedeni ile yüksek oranda doğruluk gerektiren çalışmalarda klasik illüstrasyon yöntemlerinin yerini almaya başlamıştır. Hızla gelişen teknoloji, radyoloji verileri, ses dalgaları, fotoğraflar farklı tarama yöntemleri ve çeşitli grafik programları kullanarak 3 boyutlu bilgisayar grafikleri oluşturmaya olanak sağlamıştır. Kullanıcıların grafikler ile kurduğu pasif etkileşimi aktif hale dönüştürülebilen 3 boyutlu grafikler, sağladığı sürükleyici deneyim nedeni ile tıp alanında çalışan profesyoneller ve eğitim gören öğrenciler tarafından her geçen gün daha fazla tercih edilen görsel anlatım ögesi haline gelmiştir ve bu alanda yapılan çalışmalar günden güne artmaya başlamıştır. Bununla birlikte gündelik hayatımıza son yıllarda giren yapay zekâ 2 boyutlu ve 3 boyutlu görüntüler oluşturma konusunda çok hızlı ilerleme kaydetmiş ve tıbbi illüstrasyonu zenginleştirme konusunda ciddi bir potansiyel vaat etmektedir.

3 boyutlu grafiklerin tıp alanında artan kullanımı ve gelişen yapay zekanın vaat ettiği olanaklar düşünüldüğünde tıbbi illüstrasyona yaklaşım açımızın değişeceğini belki de tıbbi illüstrasyonda yeni bir döneme gireceğini düşünmek, ayrıca tıbbi illüstrasyon alanında yapılacak çalışmalara güncel teknolojik olanakları entegre etmek tıbbi illüstrasyonun zenginleşmesine olanak tanıyacaktır.

Bu tez çalışmasında DICOM verileri, fotogrametri ve yapay zekâ ile grafikler oluşturulması ve bu yöntemlerin tıbbi illüstrasyon olarak kullanılabilirliği araştırılacaktır. Uygulama önerisi kısmında araştırılan yöntemlerden biri kullanılarak etkileşimli dijital öğretim materyali hazırlanacaktır.

## 1. BÖLÜM: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Kavramsal çerçeve başlığı altında incelenen bu bölümde; çalışmanın konusu, kapsamı, amacı, önemi, yöntemi, materyal metodu, varsayımları ve sınırlılıkları ele alınmaktadır.

### 1.1. Çalışmanın Konusu ve Kapsamı

Çalışmanın konusu dijital dünyanın olanaklarının tıbbi illüstrasyon yöntemi olarak kullanılmasının olanaklarının araştırılması ve bu olanaklardan biri kullanılarak dijital öğretim materyali hazırlanmasıdır. Çalışma, 4 temel sorun kapsamında yapılmıştır. Bunlar; 1) Dijitalleşme ve dijital öğretim materyali hazırlanması 2) Tıbbi illüstrasyon konusu ile ilgili yeterli kaynak olmaması, 3) sağlık ve yazılım alanı için güncel olmayan fakat güzel sanatlar alanında kullanılmayan teknolojilerin tıbbi görselleştirme için kullanılması ve 4) güzel sanatlarda yapılan çalışmalarda terminoloji kullanılmaması olarak belirlenmiştir.

### 1.2. Çalışmanın Önemi

Tıp eğitiminin temellerinden biri olan kadvralar, bakım maliyeti, bağışçı eksikliği ve uzun süreli kullanımda hastalığa yol açma gibi sınırlılıklara sahiptir. Ayrıca kadvralar eğitim amaçlı kullanılmak istense bile bu her zaman mümkün olmamaktadır. Nitekim Hacettepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi Dekanı Prof. Demiryürek kadvra bağışının önemine dikkat çekmek için yaptığı röportajda, kadvra temininin zorluğundan bahsetmekte, tıp öğrencilerinin eskiden kadvraya ulaşamadığı zamanların olduğunu ve ithal kadvra kullanımının ise maddi olanaklar doğrultusunda gerçekleşebileceğini belirtmektedir. Demiryürek, fiziksel kadvranın yerini tutmasa bile sanal ortamların, 3 boyutlu modellerin ve fiziksel maketlerin kullanıldığını belirtmiştir (Demiryürek, 2022). Uygulama önerisinde üretilen 3 boyutlu tıbbi illüstrasyonun öğretim materyali olarak kullanılması tıp öğrencilerine yardımcı olması hedeflenmektedir 3 boyutlu modeller ve sanal ortamlar dokunma hissiyatı sınırlılığına sahip olsa bile geliştirilmeye devam eden haptic<sup>1</sup> teknolojisi bu eksikliği giderebilir. Ayrıca 3 boyutlu anatomik modellerin tek kullanımı alanı tıbbi illüstrasyon değildir. 9 Ağustos 2023 tarihinde Ulusal Tayvan Üniversitesinde tümör ameliyatına hazırlanan cerrahların simüle edilmiş 3 boyutlu görüntüleme teknolojisini kullandığı ve başarıya ulaştıkları bildirilmiştir. Ekte yer alan Chen, 3 boyutlu modellerin ve sanal gerçekliğin entegrasyonunun, süreci daha erişilebilir ve verimli hale getirerek

---

<sup>1</sup> Haptic teknolojisi: Titreşimler göndererek fiziksel uyarı sağlama.

devrim yarattığını belirtmiştir (Chen vd., 2023). Yapılan 3 boyutlu modeller düzenerek başka amaçlar içinde kullanılabilir.

Yök veritabanını üzerine yapılan alan taramasında, tıbbi illüstrasyon ile ilgili 15 adet kaynak bulunduğu görülmüştür. Bu neden ile yapılan tez çalışması alanyazına katkı sağlamaktadır.

Fotogrametri tekniği jeoloji, sağlık, oyun sektörü gibi alanlarda kullanılan bir yöntem olmasına rağmen güzel sanatlar disiplini özelinde yök veritabanında sadece 1 adet çalışma bulunmaktadır, ayrıca hacettepe grafik bölümü tez koleksiyonunda fotogrametri ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Çalışma alanyazına katkı sağlaması nedeni ile önemlidir.

Kullanımı zorunlu olmasa bile tıbbi terminoloji disiplinler arası iletişim kopukluğunu önleyebilmektir. Tıbbi illüstrasyon ile ilgili yök veri tabanında bulunan çalışmaların terminolojiye dayandırılmadığı görülmüştür. Tez çalışması bu anlamda farkındalık yaratmaktadır.

Eğitim/öğretim en temel insani haklardan biridir. İnsan hakları evrensel bildirgesinde bunu teyit etmektedir (Unesco, 2020). Pahalı tıp atlasları ve ücretli uygulamalar maddi durumu zayıf insanların eğitim kaynaklarına ulaşmasını zorlaştırmaktadır bu nedenle uygulama önerisi ile ücretsiz ulaşılabilecek öğretim materyali oluşturulmaktadır.

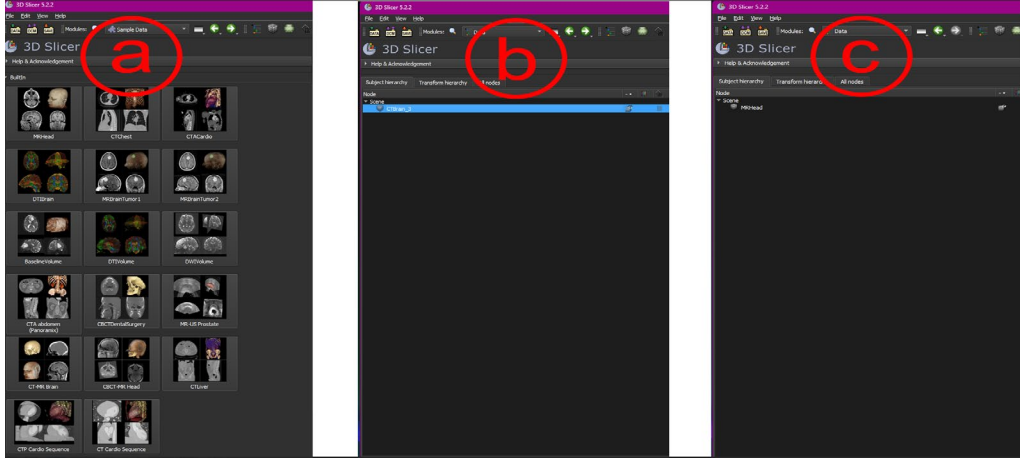
### **1.3. Materyal ve Method**

4. bölümden itibaren sırası ile CT, MRI, fotogrametri ve yapay yöntemleri ile örnekler oluşturulmuştur. Bu örneklerde oluşturulurken; MSİ X570 unify anakart, Ryzen 3900x işlemci, PYN RTX 3070 Tİ ekran kartı, Corsair DDR4 3200 mhz 64 gb ram, Samsung EVO 860 SSD 1TB harddisk, Samsung EVO 980 PRO m2 SSD 2 TB harddisk bulunan Windows 11 Home işletim sistemi ile çalışan ekipman kullanılmıştır. Çizim için kullanılan tablet "Wacom Intuos 5 medium" modelidir. Fotogrametri çekimleri için "Canon EOS 6D Mark II", modeli DSLR fotoğraf makinesi kullanılmıştır.

Çalışma kafatası modeli oluşturulması ile sınırlandırılmıştır.

Örneklerin oluşturulması aşamasında sırası ile; CT ve MRİ verilerinin elde edilmesi ve işlenmesi için 3D Slicer yazılımının 5.2.2 versiyonu kullanılmıştır. CT ve MRİ verileri için 3D Slicer yazılımının veritabanında bulunan örnek DICOM verileri kullanılmıştır. CT için "CT-MR Brain" isimli DICOM verisindeki CT (Bkz görsel 1) verisi kullanılmıştır. MR için "MRHead" isimli DICOM verisi kullanılmıştır (Bkz görsel 1). Kullanılan veriler 3D Slicer programında işlenip 3 boyutlu dönüştürülmüştür. Verilerin işlenmesi sırasında yardımcı

eklenti kullanılmayıp yüzeylerin segmentasyonu "level tracing" özelliği kullanılarak yapılmıştır.



**Görsel 1.** 3D slicer veritabanı.

Fotogrametri çekimleri Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Fotoğraf çekimleri sırasında tripot, ek ışık kaynağı, yüzey kaplayıcı gibi yardımcı ekipman kullanılmamıştır. Çekimlere başlanmadan önce obje tavandan gelen ışıkları mümkün olduğunca eşit olacak şekilde ortalanmıştır (Bkz görsel 2). Objenin altına siyah ve parlaklığı az kumaş örtü serilmiştir. (Bkz görsel 2). 360

derecelik görüntü sağlayabilmek için çekimi yapılan maket parçaları kendi eksenlerinde döndürülmüştür.



**Görsel 2.** Fotogrametri çekimi.

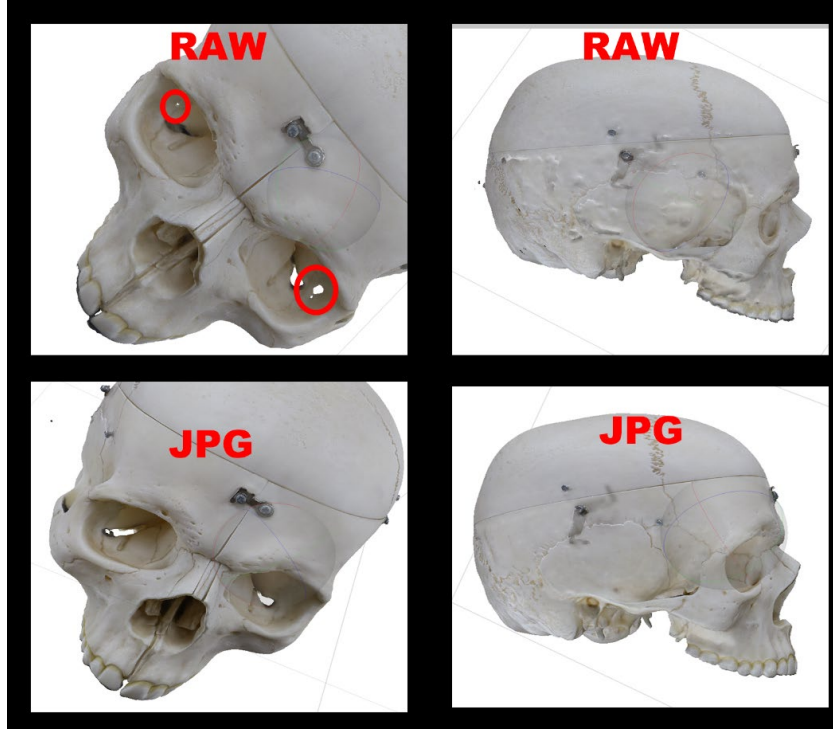
Fotoğraf makinesinin ayarları çekim yapılacak objeye ve ortamdaki ışığa göre ayarlanmıştır (bkz, görsel 3).



**Görsel 3.** Fotoğraf makinesi ayarları.

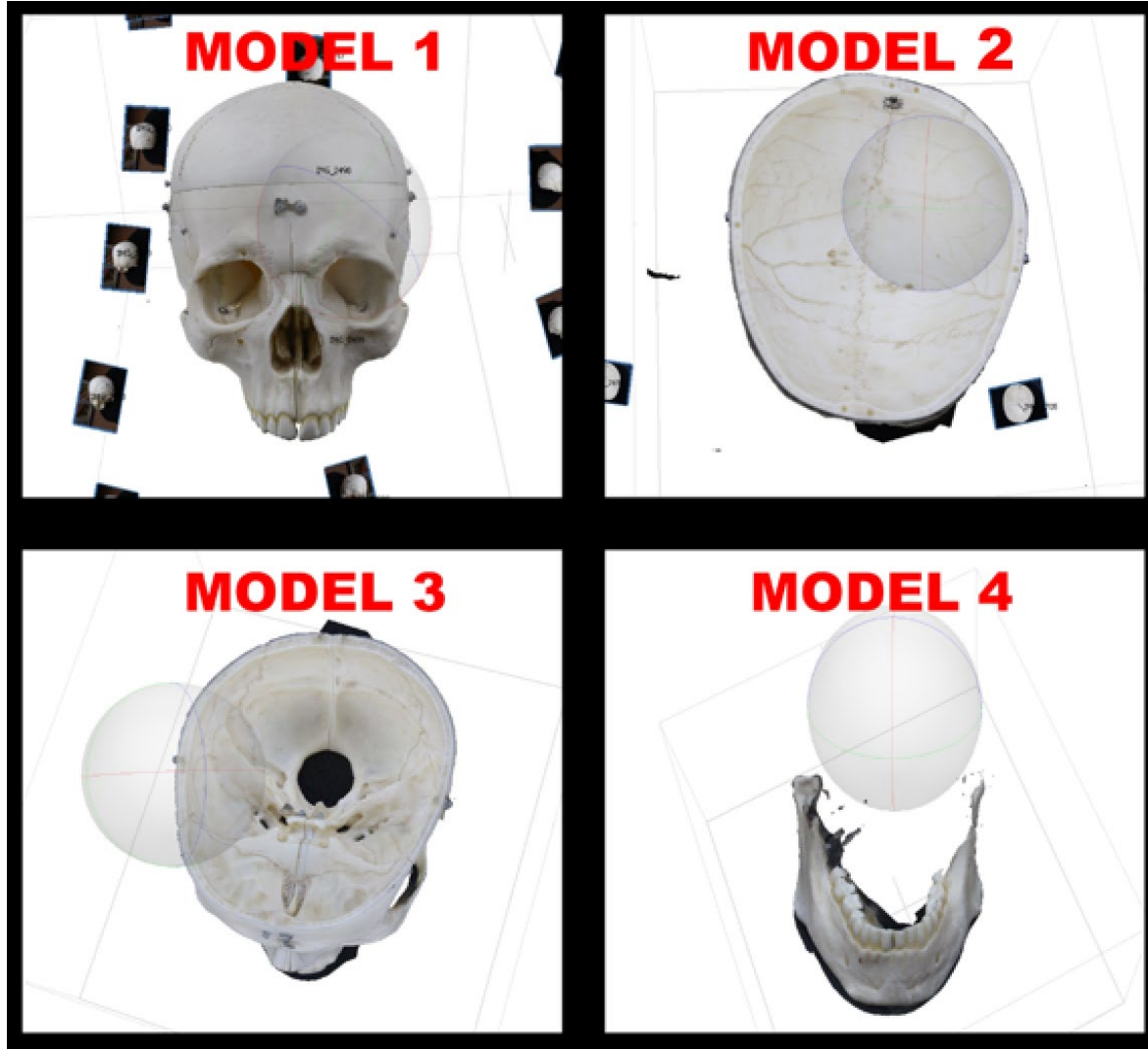
Fotoğraların çekimi sırasında 1390 adet RAW ve JPG formatında fotoğraf çekimi yapılmıştır. Bu çekimlerden 1068 tanesi kullanılarak 8 adet farklı üç boyutlu model oluşturulmuştur. RAW ve JPG formatında ayrı ayrı işlenen fotoğraflardan JPG kalitesinde olanlar gözle görülür ölçüde daha az bozulmaya sahip olması (bkz görsel 4) nedeni ile

toplamda 534 adet JPG formatlı fotoğraftan üretilen dört adet üç boyutlu model kullanılmıştır.



**Görsel 4.** Caner Kahya, 2023, Fotogrametri kafatası.

Sırası ile model 1 (cranium, mandibula hariç) için 206 adet JPG formatında fotoğraf, model 2 (Calvaria) için 90 adet JPG formatında fotoğraf, model 3 (internal surface of cranial base) için 160 adet JPG formatında fotoğraf ve model 4 için 78 adet JPG formatında fotoğraf işlenip üç boyutlu modele dönüştürülmüştür (Bkz görsel 5). Sadece 4 numaralı, üç boyutlu model işlenirken Metashape programı fotoğrafların 55 tanesini hizayamamıştır dolayı ise modelde bozulmalar oluşmuştur. Bu bozulmalar mandibula üzerindeki (model 4) bulunan Condylar process (TA, 872), Coronoid process of mandible (TA, 869), Ramus of mandible (TA, 860) bölgelerindedir (Bkz görsel 5).



**Görsel 5.** Caner Kahya, 2023, fotogrametri çalışmaları.

5. bölümdeki yapay zekâ çalışmalarında internet tabanlı uygulamalar kullanılmıştır. Bu çalışmalar oluşturulurken kullanılan kelimeler ve fotoğraflar tezin 5. bölümünde paylaşılmıştır.

Uygulama önerisinde ise dördüncü bölümde fotogrametri ile oluşturulan üç boyutlu modeller Metashape programından OBJ formatında dışa aktarılıp, Autodesk Maya programında “combine” özelliği kullanılarak birleştirilmiş, daha sonra ağ yapısı (mesh) maya programındaki “quad draw” özelliği ve zbrush programında bulunan z remesher özelliği kullanılarak düzenlenip boyanmaya hazır hale getirilmiştir. Model 4 (manibula) üzerindeki bozulmalar Autodesk Maya programında el yardımı ile fotoğraf referansları kullanılarak düzeltilmiştir. Uv haritaları hazırlandıktan sonra Adobe Substance painter isimli programda boyanıp, Sketchfab’a yüklenmiştir. Detaylı bilgi 6. bölümde “Görsellerin Hazırlanması” başlığı altında verilmiştir

#### 1.4. Çalışmanın Yöntemi

Çalışmada nitel bilimsel araştırma yöntemlerinden doküman tarama yöntemi kullanılmıştır ve nitel içerik analizi yapılmıştır. Bilgi edinmek için Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. İlkan Tatar ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Hacettepe Tıp Fakültesinde ve Güzel Sanatlar fakültesinde yapılan ilgili etkinliklere katılmış, Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. M. Mustafa Aldur ve Doç. Dr. Şahin Hanalioğlu'na sorular yöneltilmiştir. Araştırma süreci boyunca konular hakkında yayımlanmış yerli ve yabancı kaynaklar taranmış, tezler incelenmiş, kaynaklar analiz edilerek derlenmiş ve uzman görüşlerine başvurulmuştur.

#### 1.5. Çalışmanın Bulguları

Çalışma sırasında üretilen görseller için, bilimsel doğruluk sağlayacak ve ulaşılabilir yöntemler denenmiş ve uygulama önerisinden bunlardan biri olan fotogrametri tekniği kullanılmıştır. Denenen yöntemlerin 3 boyutlu grafik oluşturma konusunda avantajları ve dezavantajları yapılan örneklerle birlikte paylaşılmıştır. Nitekim 4. bölümden itibaren, yapılan çalışmalara ait görseller paylaşılmıştır ve bu yöntemlerle ilgili yapılan başka akademik çalışmalara ait bulgular paylaşılmıştır.

- 1) Fotogrametri tekniği yüksek doğruluk sağlayabilmesi, erişilebilir olması, kullanmak için kvk izni gerektirmemesi ve işlenip 3 boyutlu model haline getirilmesi için radyoloji görsellerini okuyabilme bilgisi gerektirmemesi nedenleri ile 3 boyutlu anatomik model oluştururken kullanıcı dostu ve hızlı teknik olarak öne çıkmaktadır.
- 2) Fotogrametri tekniğinin doğrudan kullanımı ile kısa sürede dijital 3 boyutlu anatomik içerikler üretilebilmektedir. Dolayısı ile VR, AR, XR, Metaverse gibi güncel platformlarda kullanılmak üzere kolayca 3 boyutlu dijital varlıklar oluşturulabilir .
- 3) Fotogrametri ile oluşturulan 4 modelden bir tanesinde bozulmalar olmuştur. Bozulmalar fotoğraf referansları kullanılarak el yardımı ile düzelttiği için bu model özelinde fotogrametri tekniğinin sağladığı yüksek doğruluk oranından söz etmek doğru olmaz.
- 4) İşlenen fotoğraf sayısı oluşturulan modelin kalitesine etki etmektedir. Nitekim model 4 için (Mandibula) az sayıda fotoğraf işlenebilmesi nedeni ile üç boyutlu modelde eksiklikler oluşmuştur.
- 5) RAW ve JPG formatları ile yapılan örneklerde JPG formatı kullanılarak oluşturulan üç boyutlu modellerde daha az bozulma görülmüştür (bkz görsel 4).

- 6) Yapılan çalışmalarda DICOM verilerinden beklenen kalitede görüntü oluşturulamamıştır. Bu nedenle örnekler uygulama önerisinde kullanılmamıştır.
- 7) İnternette birçok dijital anatomi öğretim materyali bulunsa bile, bu materyaller üzerinde değişim yapmak her zaman mümkün değildir. Fotogrametri yöntemi ve sketchfab kullanılarak, içinde yazılım mühendislerinin de bulunduğu maliyeti yüksek, kalabalık ekiplere gerek kalmadan istenenler doğrultusunda öğretim materyali üretmek mümkündür.
- 8) Yapılan çalışma ile gelişmiş ülkelerin birçoğunda öğretim materyali olarak kullanılan sketchfab ile ilgili farkındalık yaratılması amaçlanmıştır.

### 1.6. Çalışmanın Sınırlılıkları

Yapılan tez çalışması, üzerinde çalışılan konunun ortak disiplin olması, anket yapılmaması, kullanılan yazılım ve donanım, ticari bir çalışma olmaması gibi nedenlerden dolayı sınırlılıklar sahiptir bunlar:

- 1) Yüksek lisans tezinde anket zorunluluğu olmaması, tez uygulamasının öneri niteliği taşıması, tez yazarı Caner Kahya'nın anatomi konusu da dahil olmak üzere birçok Tübitak projesinde (Bkz. s. 25.) araştırma geliştirme elemanı olarak görev alması, nedenleri ile tez içeriğinde ankete yer verilmemiştir. Anket çalışmasına yer verilmemesi çalışmanın sınırlılıklarından biridir.
- 2) Çalışma erişilebilir yöntemler ile sınırlandırılmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemler, farklı alet ve ortamlarda farklı sonuçlar verebilir. Nitekim fotogrametri tekniği ışığa çok duyarlı olup farklı ışık ortamında farklı sonuçlar almak mümkündür ve maddi olarak desteklenen tam anlamıyla profesyonel çalışmalarda onlarca fotoğraf makinasının birlikte çalıştırıldığı özel fotogrametri stüdyoları kullanılmaktadır. Dolayısı ile sonuçta değişmektedir.
- 3) Fotogrametri yöntemi ile üretilen dört adet, üç boyutlu modelden bir tanesi (Mandibula), kullanılan fotoğrafların bir kısmının Metashape programının işleyememesi nedeni ile eksikleri ve bozulmaları olan üç boyutlu modeldir. Söz konusu 3 boyutlu model fotoğraf referansları kullanılarak el yardımı ile düzeltilip işlenmiştir. Dolayısı ile bu model özelinde fotogrametri tekniğinin sağladığı tutarlılıktan söz etmek mümkün değildir.
- 4) Benzer çalışmaların üretildiği ve finansal olarak desteklenen araştırmalarda üretilen üç boyutlu modelin tutarlılık oranının ölçülebilen mühendislerin dahil olduğu ekipler kurulabilmektedir. Yapılan çalışmada bu tür bir ölçüm yapılmamıştır.

- 5) Üçüncü bölümde kullanılan DICOM verileri ücretsiz ulaşılmış DICOM verileridir. Maddi olarak desteklenen araştırmalarda daha hassas DICOM verileri kullanılabilir ve bu çalışmalardan daha başarılı sonuçlar elde etmek mümkündür.
- 6) Bu tez çalışmasında DICOM standartlarından yaygın olarak kullanılan 2 tanesine yer verilmiştir. PET, PACS gibi DICOM formatları kullanılmamıştır. Farklı formatlardan farklı kalitede model elde etmek mümkün olabilir.
- 7) Yapılan ön araştırma sonucunda DICOM verilerinden MRI ve CT verilerine ücretsiz erişim izni veren 3D Slicer yazılımı kullanılması uygun görülmüştür, bu program ise mükemmel olmayıp kendi içinde sınırlılıklar barındırmaktadır.
- 8) Üç boyutlu tıbbi anatomik modelleri oluşturmak zorlayıcı ve zaman alıcı süreçtir. Bu nedenle çalışma kafatası örneği ile sınırlandırılmıştır ayrıca "Terminologica Anatomica" terminolojisinin güncel versiyonunda 7000'den fazla yapı bulunması nedeni ile yapılan örnek uygulamada kullanılan terimler ana yapılar ile sınırlandırılmıştır.

## 2. TIBBİ İLLÜSTRASYONLA İLGİLİ GENEL BİLGİLER

“1543'te Andreas Vesalius başyapıtı De Humani Corporis Fabrica'yı yayınladı, tıp tarihinin gidişatını değiştirdi. Bunu, insan vücudunun iç işleyişinin sırlarını ortaya koyan anatomi illüstrasyonları yaratarak yaptı” (Kadavranın manifestosu, 2022., s. 7)”. Hacettepe Güzel Sanatlar Fakültesi ve Tıp fakültesi iş birliği ile düzenlenen “Kadavranın Manifestosu” isimli yarışmanın bidirisinde söz edildiği gibi insan anatomisinin doğru anlaşılması tıbbi bilginin gelişmesine katkıda bulunarak gelişmesini olanak sağlamıştır. Sanatçılar ve sanata ilgi duyan diğer profesyoneller ise yüzyıllardır tıbbi bilgiyi görselleştirerek insan anatomisinin öğretilmesine yardımcı olan eserler ortaya koymuşlardır. Bu eserler yıllar içinde bilimsel bilgiyi daha farklı yöntem ve teknikler kullanarak aktaracak değişime uğramıştır. Tez çalışmasının bu bölümünde, tıbbi illüstrasyon ile ilgili tarihçesi, tanımı gibi genel bilgiler verilecektir.

### 2.1. İllüstrasyonun Tanımı ve İlk Örnekleri

İllüstrasyon ile ilgili birçok tanımlama bulmak mümkündür. Türk Dil Kurumu sözlük.gov.tr sitesi illüstrasyonu “resimleme” olarak tanımlamıştır. Gikow ise illüstrasyonu “anlaşılır yapmaktır” demektedir (Gikow, 1991: akt, Sarıkaya, 2019.). Grafik alanında çalışmalar yapan Emre Becer'e göre illüstrasyon; sözel unsurları görsel olarak anlatan ya da yorumlayan bütün unsurlardır (Becer, 1999). Konu ile ilgili çalışmalar yapan Borgman, illüstrasyonu, çizim-resim veya bir diyagram olarak nitelendirmiştir (Borgman, 1988). Türkmen'e göre ise illüstrasyon, bir şeyi anlaşılır yapmaya olanak sağlayan kavram olarak kullanılmaktadır (Türkmen, 2018). İllüstrasyon ile ilgili yapılan farklı tanımlamalardan da anlaşılacağı üzere illüstrasyon tanımını tek bir kalıba sığdırmak mümkün değildir. Katlanarak gelişen teknoloji ve malzeme/görsel iletişim ilişkisi göz önüne alındığında resimleme, çizim benzeri klasik tanımlamaların günümüz teknolojisi ile oluşturulan illüstrasyonların bir kısmını tanımlamakta zayıf kalacağı görülür. Bu nedenle illüstrasyon için “anlaşılır yapmak, olanak sağlamak, sözel unsurları görsel olarak betimlemek” tanımlarını kullanmak daha uygun olacaktır. Farkında olsak da olmasak da illüstrasyon gündelik yaşantımızın her kısmında yer alan bir yardımcı bir öge olarak hayatımıza girmiştir. Okuduğumuz kitaplarda, alışveriş yaptığımız mağazalarda, kullandığımız sosyal medya platformlarında, tedavi olmak için gittiğimiz hastanelerde ve oynadığımız oyunlara kadar birçok farklı alanda farklı amaçla yapılmış illüstrasyon örneklerini görmek mümkündür. Resim sanatı ile sık sık karıştırılan illüstrasyonlar, resim sanatından farklı olarak sanatın kendisine hizmet etmek yerine bir amaca yönelik üretilir, yazıya eşlik eder,

işlevsellik özelliği bulunur ve çoğunlukla illüstrasyonun üretileceği alanda uzman kişiler ile iş birliği yapılarak üretilir.

Walter Benjamin (Benjamin, 2015, s. 17), topluluklarının algı biçiminin tarih içinde değişime uğradığını belirtmiştir. Değişen algı biçimimiz ifade etme yöntemlerimizi, ifade etme amaçlarımızı ve problemlere ürettiğimiz çözümleri de zaman içinde değiştirmiştir. Bu değişimi illüstrasyonda da görmek mümkündür. Üst paleolitik<sup>2</sup> çağda Lascaux mağarasına yapılan çizimler ilk illüstrasyon örnekleridir (bkz. görsel 6). Bu eserlerin yapılış amaçlarına dair birçok varsayım bulunmaktadır.



**Görsel 6.** Lascaux'ta mağara resmi. Sanatın Öyküsü, s. 42.

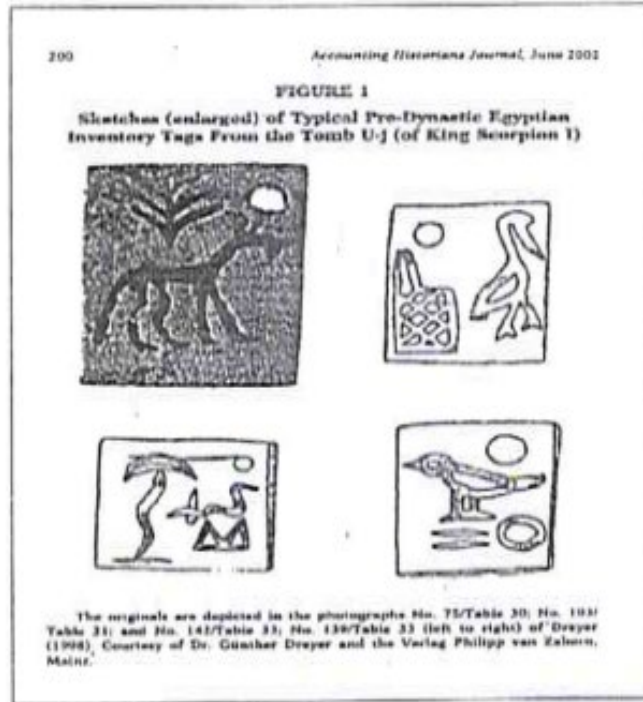
Buna karşın binlerce yıl sonra yapılan ve İspanya'nın El Pindal mağarasında bulunan mamut çizimi (bkz. Görsel 7), Lyons ve Petrucelli'ye göre avcılara mızraklarını nereye hedef alacaklarını göstermek amacı ile yapılmış olabilir ve belki de ilk tıbbi illüstrasyon örneğidir (Lyons ve Petrucelli, 1978, s. 23).



**Görsel 7.** El Pindal Mağarası mamut çizimi. Medicine: An Illustrated History, s. 23.

<sup>2</sup> Eski taş çağı olarakta isimlendirilir. M.Ö 50.000-14.000 yılları arasında ki zaman dilimi.

Mağara resimlerine ait yorumlar Gombrich'in de söz ettiği üzere varsayımlardan oluşmaktadır (Gombrich, 1994, s. 42). İllüstrasyonda daha belirgin değişim antik mısır medeniyetleri incelendiğinde görülmektedir. Nitekim 1988 yılında Mısır'ın Abydos kentinde yapılan kazıda U-J' nin mezarlığında ilk hiyeroglif örnekleri bulunmuştur (Mattessich, 2002, s. 19). Fransız dil bilimci Jean-Francois Champollion'un rosetta taşındaki bilinmezliği çözmesi nedeni ile milattan önce 3000 yıllarında yapılan şekil ve sembollerden oluşan bu hiyerogliflerin taşıdıkları mesajları anlamamıza olanak sağlamıştır. Mattessich, okunamayan semboller ile, Tomb of U-J<sup>3</sup> hiyeroglifinde (bkz. Görsel 8), "çiftçilik (ağaç)", "tapınak kralı", "batıların şefi" ve "yerel ölüm tanrısı"<sup>4</sup> mesajları olduğunu belirtmektedir (Mattessich, 2002, s. 23.). Resimsel özelliklerde barındıran Tomb of U-J hiyeroglifi günümüzdeki illüstrasyonlar gibi mesaj aktarma görevi üstlenmektedir. Bu nedenle ilk illüstrasyon örneklerinden biridir.



Görsel 8. Tomb Of U-J hiyeroglifi. The Oldest Writings, and Inventory Tags of Egypt, A Review of Essay of Günther Dreyer's, s. 22.

Millattan önce 2000 ve 2400 yıllarında yapıldığı düşünülen "Ölümler Kitabı" erken dönem illüstrasyonun önemli örneklerinden bir diğeridir (bkz Görsel 9). Ölümler kitabı sihirli formüllerden oluşan cenaze yazıları derlemesidir (Britannica.com, Erişim 20.04.2023). Lewis, hiyerogliflerin incelendiğinde, hayvan şekilleri üzerinde yapılan çalışmalar sayesinde anatomik şekillerin öğrenildiğini belirtmiştir (Lewis, 1998, s. 10).

<sup>3</sup> Birinci Akrep Kralı olarak bilinmektedir. M.Ö 3400-3200 yılları arası.

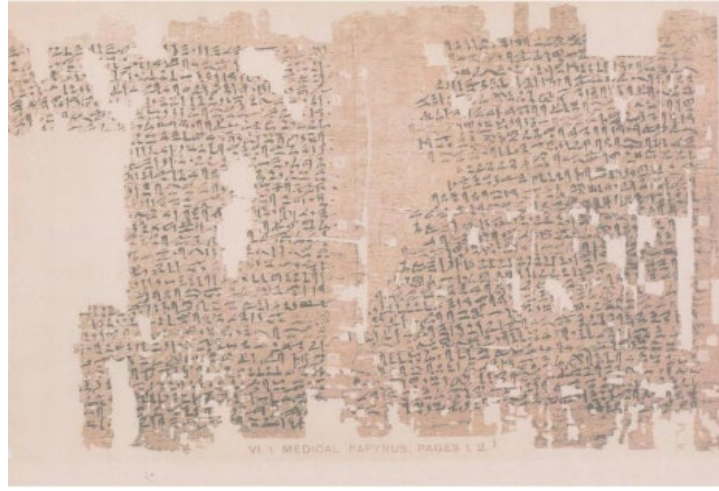
<sup>4</sup> Köpek benzeri hayvan olarak betimlenmiştir.



**Görsel 9.** Ölülüler kitabından papirüs sayfası, 18. Hükümdarlık. Mısır Müzesi, Turin, İtalya. Erişim: 20.04.2023. (<https://www.britannica.com/topic/Book-of-the-Dead-ancient-Egyptian-text>).

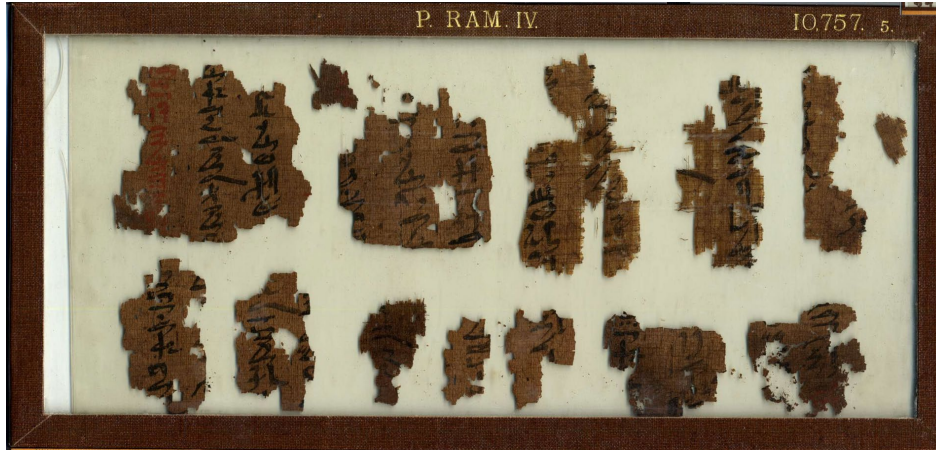
İllüstrasyonun ilk örnekleri yapıldığı zamanın kültürüne uygun olarak avlanma bilgilerini, sihirli formülleri, tören bilgilerini ya da mesaj aktarmak için kullanılsa da zaman içinde yapıldığı medeniyetlerin gelişmişliğine göre şekil almaya başlamıştır. Nitekim eski mısır medeniyetinin sağlık alanında yaptığı çalışmalar tıbbi illüstrasyonda birçok önemli eserin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. Mısır tıbbının papirüsleri olarak bilinen eserler erken dönem veterinerliğinden, insan hastalıklarının semptomlarına kadar çeşitli alanlarda bilgilendirme amacı ile kullanılmıştır. Kaya çalışmasında, mısır uygarlığında yapılan hiyerogliflerin yazı ve resim özelliği taşıması nedeni ile tıbbi illüstrasyon olarak nitelendirmek gerektiğini ve mısır uygarlığı dönemimin bu nedenle önemli olduğunu belirtmiştir (Kaya, 2021 s. 153). Çeşitli tıbbi bilgiler içeren bu papirüsler Hayırlıdağ tarafından yapılan çalışmada; Kahun Papirüsü, Ramessesum Papirüsü, Edwin Smith Papirüsü, Hearst Papirüsü, Erman Papirüsü, Ebers Papirüsü, London Papirüsü, Berlin Papirüsü, Cheaster Beatty Papirüsü, Carlsberg Papirüsü, Brooklyn Papirüsü isimleri adı altında sıralanmıştır (Hayırdağ, 2021, s. 70-77). Tıbbi illüstrasyonun ilk örneklerini araştırırken tıp tarihiyle ortak noktası olan antik mısır tıbbi papirüslerini de araştırmak sağduyulu bir yaklaşım olacaktır.

Bu papirüslerin ilki olan Kahun Papirüsü (bkz. görsel 10) 1889 yılında Flinder Petrie tarafından bulunmuştur (Smith, 2010). Papirüs veteriner hekimliği ve jinekolojik bilgiler içermektedir.



**Görsel 10.** Plate 6 Kahun Papirüsü. Bölüm 1-2. The Gynecological Papyrus Kahun, s. 4. Erişim 15.03.2023.

([https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/42842036/2021\\_The\\_Gynaecological\\_Papyrus\\_Kahun.pdf](https://research.unl.pt/ws/portalfiles/portal/42842036/2021_The_Gynaecological_Papyrus_Kahun.pdf)). Ramesseum Papirüsü Flinder Petrie ve James Shaft tarafından Thebes nekropolünde Ramesses'in tapınak kompleksinde bulunmuştur (Lech, 2006). Ramesseum papirüsü de diğer papirüsüler gibi hasarlı haldedir. (Bkz. görsel 11). Bölümler halindeki papirüs genel olarak büyü-tıp içeriğine sahip olsa da doğum ve hamilelik bilgileri, göz hastalıkları, kadın hastalıkları ve ortopedik bilgiler, doğum kontrol yöntemleri içermektedir. Ayrıca papirüs kasları yılanlara karşı koruma büyüleri, Set festival töreni bilgileri de içermektedir.

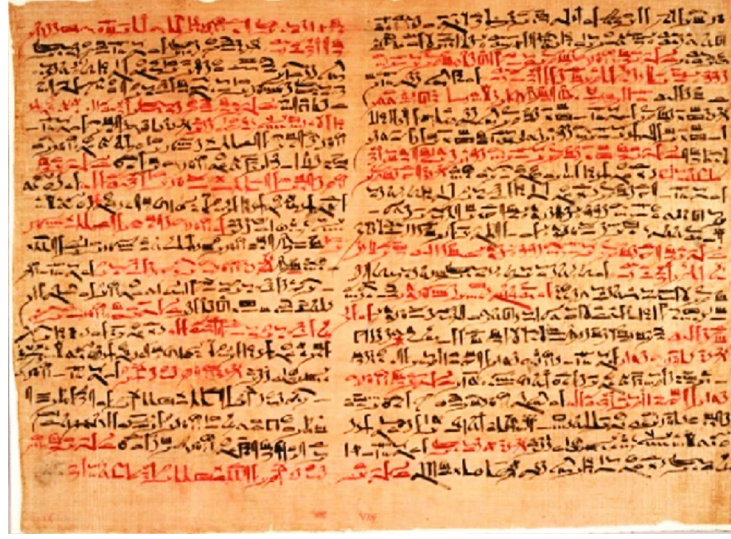


**Görsel 11.** Ramesseum Papirüsü. 4. Parça. Erişim 03.07.2023.

([https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y\\_EA10757-5](https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10757-5)),

Edwin Smith Papirüsü veya Edwin Smith Cerrahi Papirüsü mısır tıbbi papirüsleri içinde en fazla bilinenidir (bkz görsel 12). Cerrahi bilgiler içermesi nedeniyle öne çıkmaktadır. Joost ve diğerleri, papirüsün 6 tanesini omurga yaralanması olmak üzere toplamda 48 tane yaralanma vakası içerdiğini ve vakaların yüksek tutarlılıkta betimlendiğini belirtmiştir (Joost vd., 2010, s. 1815). Edwin Smith Papirüsü frontal kemik travmasının anlatıldığı istisnai bölüm dışında büyü bilgisi içermemektedir. Bu özelliğinden dolayı bilimsel olarak kabul görmektedir. Schaefer ve diğerleri papirüsde tasvir edilen bilimsel metodolojinin ve

sistemik yapının yazıldığı zaman için emsalsiz olduğunu belirtmektedir (Schaefer vd., 2006).



**Görsel 12.** Edwin Smith Papirüsü sütun 8 ve 9. Erişim 02.02.2023.

([https://www.researchgate.net/publication/335469605\\_From\\_papyrus\\_leaves\\_to\\_bioprinting\\_and\\_virtual\\_reality\\_history\\_and\\_innovation\\_in\\_anatomy/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/335469605_From_papyrus_leaves_to_bioprinting_and_virtual_reality_history_and_innovation_in_anatomy/figures?lo=1))

Feldman ve Goodrich ise Edwin Smith Papirüsü'nün önemini şu sözlerle belirtmiştir;

*Kuşku yok ki papirüs keşfedilmiş en önemli tıbbi metindir. Eski beyin cerrahisi vakalarına özel referansları ile beyin cerrahları için özellikle ilgi çekicidir ve beyin cerrahisi ile ilgili birçok terimin ilk yazılı kayıdır*” (Feldman ve Goodrich, 1999). Papirüsün bir diğer önemi ise tıp alanına yaptığı katkıdır. Papirüste her vaka sistemik olarak değerlendirilmiştir. Bu sistem sırası ile; başlık, muayene, teşhis, tedavi ve son olarak ise açıklama kısmından oluşmaktadır. (Atta, 2000, s: 1490).

Hearst Papirüsü (bkz. görsel 13) cerrahi konular içermesi nedeniyle Edwin Smith Papirüsü ile benzeşmektedir. Papirüste ismini Phoebe Hearst'den almıştır. İçerdiği konular boşaltım sistemi, örtü sistemi<sup>5</sup> öğelerinden bir kısmı, göz akıntısı, boğaz ve baş ağrısı, doğum sonrası tavsiyeleri gibi bilgiler yer almaktadır (Reisner 1905).

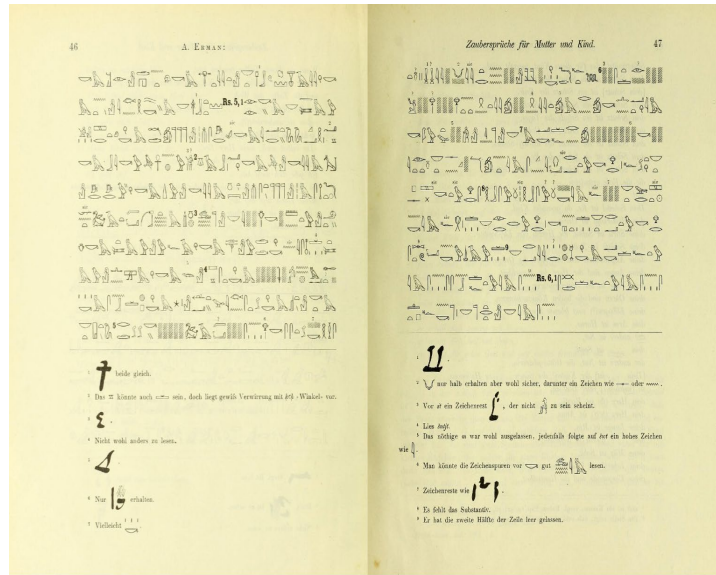
<sup>5</sup> Örtü sistemi (Ingulmentry system), deri, saç, tırnaklar gibi vücut dış katmanını oluşturan öğeler. Papirüsün çevirisinde soluk tenlilik problemine çözümler üretilmeye çalışılmıştır.



**Görsel 13.** Hears Papirüsü.Parça 9. Erişim 03.02.2023.

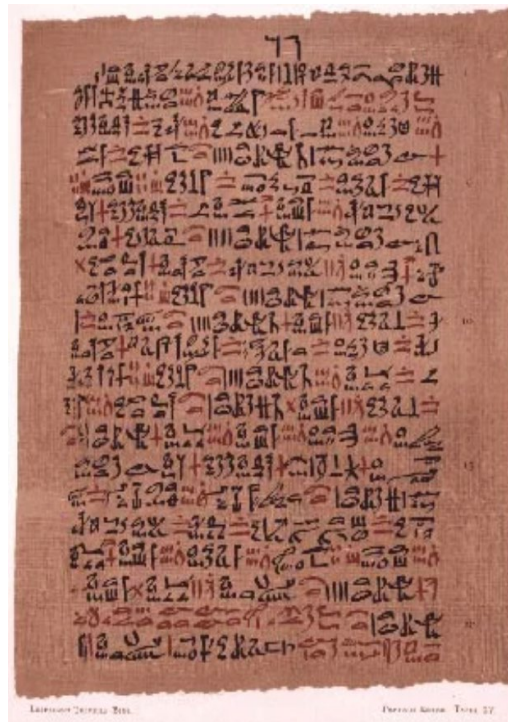
([https://bancroft.berkeley.edu/Exhibits/anthro/6curriculum2\\_papyrus.html](https://bancroft.berkeley.edu/Exhibits/anthro/6curriculum2_papyrus.html)).

Erman Papirüsü diğer ismi ile "papirüs 3027" çoğunlukla çocuk doğumu ile ilgili bilgiler içermektedir ayrıca doğum ve bebeklerin korunması ile ilgili büyü bilgileri ve çocuk hastalıkları için ilaç tavsiyeleri vardır (Leake, 1952). Erman Papirüsü Almanya mısır müzesinde bulunmaktadır. Dijitalleştirilmiş kitap versiyonu "Zaubersprüche für Mutter und Kind" (anne ve çocuklar için büyüler) ismi ile archive.org sitesinde bulunmaktadır (bkz. görsel 14).



**Görsel 14.** Papirus 3027, Erman Papirüsü. Çocuklar ve anneler için büyüler. s.46-47. Erişim 03.01.2023. (<https://archive.org/details/b24866003/page/n49/mode/2up>).

Ebers Papirüsü (bkz. Görsel 15) Thebes nekropolisinde bir mezarda bulunmuştur. Papirüsler içinde en uzun olanıdır. Timsah ısırıklarından ve haşerelerden korunmaya kadar çeşitli şifa bilgisi içermektedir ayrıca Ebers papirüsü doğru şekilde dolaşım sistemini betimlemiştir. Kan damarlarının varlığını ve kan kaynağının merkezini kalp olarak betimlemesi nedeni ile önemli bir kaynaktır (Britannica, 2019).



**Görsel 15.** Ebers Papirüsü. Britannica Online Ansiklopedi. Erişim: 06.27.2023. (<https://www.britannica.com/topic/Ebers-papyrus#/media/1/177583/127826>).

London Papirüsü (bkz. görsel 16), çok hasarlı olmasından dolayı hakkında farklı görüşler mevcuttur bunlardan İngiliz Müzesi (British Museum) küratörü Quack'ın papirüsle ilgili yorumları tedavi ve tılsımlar içerdiği yönündedir. Quack:

“Birçok hastalığa kötü iblislerin neden olduğu düşünülüyüğünden, tıbbi uygulama etkili bir tedavi yöntemi olarak sihirle birleştirildi. Papirüs, cilt şikayetleri, yanıklar, göz hastalıkları ve düşüklere karşı çok çeşitli tılsımlar ve tarifler içerir.” (Quack, 2022).

Paula'nın yaptığı çalışmada Quack'ın yorumlarıyla benzer içeriklidir. Paula:

...bazı büyümlü formülleri vardır, ruhani ve büyümlü metinlerle; şişkinliklere, bazı tanımlanamayan hastalıklara, biri plasentaya, dermatolojik hastalıklara, göz hastalıklarına, kanamalara (hamile kadınlarda) ve yanıklara karşı olan büyüler. Sadece 25'i tıbbi olan 62 kadar reçetesi vardır. (Paula, 2009, s. 14).

Mısıroloji uzmanı ve Leiden üniversitesi öğretim görevlisi Robert J. Demarée ise eski papirüslerle ilgili yazdığı kitapta London papirüsünün<sup>6</sup> içinde bilinmeyen kelimeler barındıran magico-medico<sup>7</sup> papirüslerden biri olduğunu belirtmiştir.

Mısır alfabesiyle yazılmış birkaç bilinen yabancı dil metin örneklerinin tümü sihir-tıp uygulamasına aittir. İyi bilinen bir örnek, Magical Harris<sup>8</sup> Papirüsündeki (BM EA 10042) ruh çağırma büyüsü ve London Magical Papirüsündeki (BM EA 10059) cilt şikayetine karşı büyülerdir, ... (Demarée, 2006, s.27).

Papirüsle ilgili farklı görüşler olsa da genel olarak London Papirüsü ile ilgili cilt şikayetlerine karşı büyü-tıp karışımı tedavi yöntemleri bulunduğu söylenebilir.



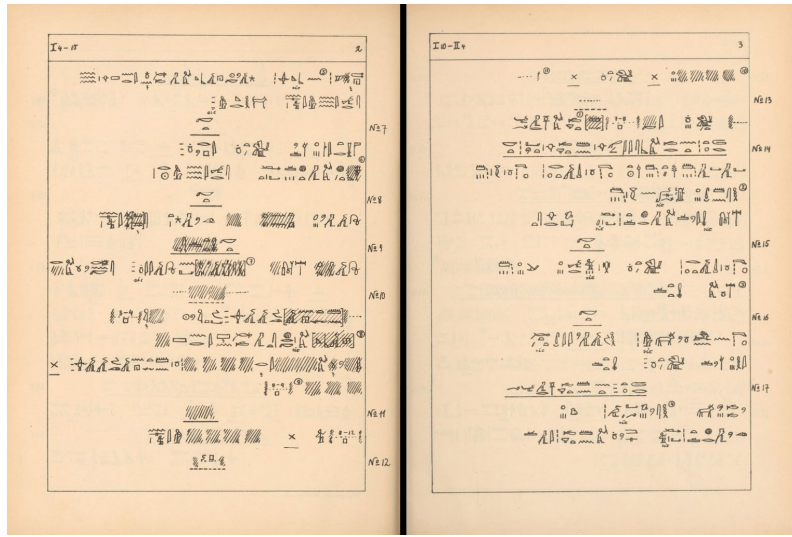
**Görsel 16.** London Medical Papyrus. The British Museum. Erişim: 03.07.2023, ([https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y\\_EA10059-1](https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10059-1)).

<sup>6</sup> Papirüs “BM EA 10059” etiketiyle numaralandırılmıştır.

<sup>7</sup> Tıp-sihir karışımı

<sup>8</sup> Papirüs “BM EA 10042” etiketi ile numaralandırılmıştır.

Berlin papirüsü<sup>9</sup> (bkz. görsel 17) içerik olarak Ebers Papirüsü ile benzerlik gösterir 24 sayfadan oluşur, 1827 yılında Friedrich Wilhelm tarafından Berlin Müzesi için satın alınmış ve Almancaya çevrilmiştir (Scholarly Community Encyclopedia, 2022). Finlayson Berlin Papirüsü ile ilgili yaptığı çalışmada papirüsün tamamen çevirisi olmadığını, papirüste 170'ten fazla hastalık için tedavi bulunduğunu bunlardan 28 tanesinin lavman<sup>10</sup> ile ilgili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca papirüste bulunan hamilelik veya kısırlık testinin modern reçetelere benzerlik göstermesinin dikkat çekici olduğunu belirtmiştir. (Finlayson, 1893). Mudry ise 1909 yılında Wreszinki tarafından doğru çevirisinin yapıldığını, yine de metnin son derece hatalı olduğunu belirtmiştir (Mudry, 2006).



**Görsel 17.** Berlin Medical Papirüsü (Brugsch Papirüsü, Büyük Berlin Papirüsü, Papirüs 3038), s. 28-29. Der grosse medizinische Papyrus des Berliner Museums. Erişim: 29.06.2023. (<https://collections.nlm.nih.gov/bookviewer?PID=nlm:nlmuid-56620280R-bk> ).

Chester Beatty Papirüsü parçalar halinde değişik ülkelere dağılmıştır. Tıbbi bilgiler içeren parçası Chester Beatty Medical Papirüsü olarak isimlendirir<sup>11</sup> (bkz. görsel 18). Tıbbi bilgiler içeren parçasında anüs ve rektum rahatsızlığı tedavilerine yer verilmiştir.

<sup>9</sup> Brugsch Papirüsü, Papyrus 3038 veya Büyük Berlin Papirüsü isimlerine sahiptir.

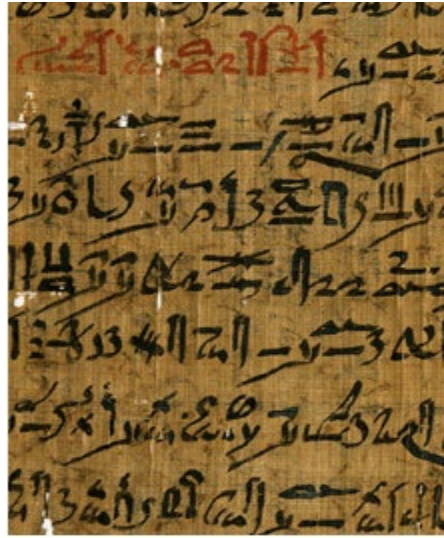
<sup>10</sup> Lavman: Rektum yolu ile alt bağırsağa sıvı enjeksiyonu.

<sup>11</sup> Papyrus Chester Beatty VI ismine de sahiptir.



**Görsel 18.** Chester Beatty Tıbbi Papirüsü. Erişim 03.07.2023.  
(<https://www.worldhistory.org/image/6371/papyrus-chester-beatty-vi/> ).

Carlsberg Papirüsü'nün parçaları Copenhag Üniversitesi mısıroloji entitüsünde bulunmaktadır (bkz. Görsel 19). Kelimeleri neredeyse Ebers Papirüsü ile aynı olan bu papirüsün 8. parçası göz hastalıkları ve jinekolojik konular içerdiği düşünülmektedir (Iversen, 1939).



**Görsel 19.** Carsberg papirüsü 6. Parça. Erişim: 04.07.2023, (<https://pcarlsberg.ku.dk/>).

Brooklyn Papirüsü (bkz. görsel 20) aynı zamanda yılan ısırması papirüsü olarak da bilinmektedir. 34 tür yılanın ısırmasına tedavi önermektedir. Günümüzde Brooklyn müzesinde sergilenmektedir. (Brooklyn Museum Online, 2017).



2016). İllüstratörlerin uzmanlık alanlarından biri olan tıbbi illüstrasyon için Yıldırım şu tanımlamayı yapmıştır:

“Resim bir sanat dalı, tıbbi resim ise bilimsel bilginin aktarılmasını sağlayan resim sanatının bir alt dalıdır. Tıbbi ve biyolojik bilgilerin aktarılmasında kullanılan her çeşit resim, çizim, şema ve fotoğraf olarak tıbbi illüstrasyon olarak tanımlanır.” (Yıldırım, 2011, s. 61).

Tıbbi illüstrasyon uzun zamandır insanlıkla iç içe olsa bile yeterli bilgi bulunmaması sebebi ile profesyonel bir disiplin haline gelememiştir.

İlk toplumlarda anatomi bilgisi azdır çünkü insan vücudunun diseksiyonu yasaktı. İnsan bedeninin ruhu barındırdığı ve dolayısıyla kutsal olduğu kavramı antik dünyada (Yunanistan, Mısır ve Çin) yaygındı ve 19. yüzyıla kadar devam etti (Hajar, 2018, s. 80).

Arntson tıbbi illüstrasyonu ve bu alanda çalışan illüstratörleri tanımlarken özel eğitilmiş kişiler olduğunu ve bilginin doğruluğunun hayati önemi olduğunu belirtmiştir. Arntson:

Tıbbi illüstratörler, genellikle tıp öncesi ve sanat lisans derecesi ile alanda yüksek lisans derecesine sahip özel olarak eğitilmiş sanatçılardır. Bilginin doğruluğu kadar sunumun netliği ve etkinliği de bu alanda hayati önem taşımaktadır (Arnstol, 2007, s. 158).

Aydınlanma dönemine girilmesi, toplum üzerinde din baskını kaldırırken bilimsel düşünce güç kazanmaya başlamıştır. Tıp eğitiminde hayati rol oynayan diseksiyonlara izin verilmeye başlanması ve baskı makinesinin icadı tıbbi illüstrasyonun profesyonel disiplin olması yolundaki engelleri kaldırmıştır. Metodoloji kullanımı<sup>12</sup>, yapılan çalışmaları bilimsel temellere dayandırma<sup>13</sup> ve amprik tıbbi yöntemden kurtulma<sup>14</sup> örnekleri aydınlanma devrinden önce görülse bile güç kazanan bilimsel düşünce sayesinde modern anlamda tıbbi ve bilimsel illüstrasyon kabul edebilecek düzeyde olan çalışmalar aydınlanma devri ile üretilmeye başlanmıştır. Baskı makinesinin icadı bilimsel bilginin sadece hızla yayılmasına neden olmamış aynı zamanda artan basılı kaynakların varlığı, doğru ve bilgilendirici resimlere olan talebi arttırmış, artan talep ise ayrıntılı, bilimsel doğruluğa sahip çizimler yapabilen uzmanlara ihtiyaç yaratmıştır. Bu sayede de bilimsel ve tıbbi illüstrasyon yapan uzmanların yükselişi başlamıştır. Da Vinci, Vesalius, Pare gibi önemli tıbbi ve bilimsel illüstratörler aydınlanma döneminin sağladığı olanaklar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Bilimsel illüstrasyon ve tıbbi illüstrasyon iki farklı uzmanlık alanı gibi gözükse bile aslında kullandıkları teknikler ve yapılaş amacı göz önüne alındığında çok benzerlik gösterir. Yıldırım tıbbi illüstrasyon için bilimsel bilginin resimlenmesi tanımını kullanmıştır, Türkmen

---

<sup>12</sup> Edwin Smith Papirüsü

<sup>13</sup> Aristoteles anatomik illüstrasyonları bilimsel çalışmalara dayandıran tarihteki ilk kişidir (Tsafir ve Ohry, 2001, s. 100).

<sup>14</sup> Hipokrat amprik tıp anlayışının geride bırakılması sağlamıştır.

ise bilimsel illüstrasyon için “ bilimsel bilginin görünür halinin resimlenmesi ya da hikayesinin yorum olmaksızın görünür hale getirilmesi” ifadelerini kullanmıştır (Bulduk Türkmen, 2021, s. 1). Gerek bilimsel illüstrasyon gerekse tıbbi illüstrasyon olsun 2 illüstrasyon türü de karmaşık bilimsel konuya odaklanma, titiz çalışma, çalışmaları bilimsel olarak temellendirebilme, doğruluğun hayati öneme sahip olması gibi ortak amaçlara hizmet eder. Nitekim aydınlanma devrinin önemli tıbbi illüstratörlerinden Da Vinci'nin aynı zamanda bilimsel illüstratörlerin öncülerinden olduğu belirtilmektedir (Troy, 2018). İki disiplinin birçok ortak amacı ve çalışma yöntemi olsa bile tıbbi illüstrasyon çoğunlukla tıbbi ve anatomik bilgiyi görselleştirmeye odaklanmıştır. Bilimsel illüstrasyon ise bilimsel doğruluk ve bilimsel yöntemlerin izlenmesi gerektiren, çok geniş yelpazede varlığını sürdürür. Güngör bilimsel illüstrasyonun ve tıbbi illüstrasyonun ilişkisini şu sözlerle açıklamıştır:

“... Bilim ve sanatın ışığında bu dallar çeşitlenerek artmış sonrasında ise tasarım ve teknoloji iş birliği ile günümüze kadar ulaşmışlardır. Tıptan botaniğe, zoolojiden teknik konulara kadar ayrılabilen bu dalların hepsi akademik literatürde bilimsel illüstrasyon olarak ifade edilmektedir.” (Güngör, 2022, s. 144).

Bu bağlamda bilimsel illüstrasyon birçok illüstrasyon türünü kapsayan geniş bir tanım olması ve tıbbi illüstrasyonun ise tıp ve anatomi konularına odaklanması nedeni ile birbirinden ayrılmaktadır.

Tıbbi illüstrasyonda yapılaş nedeninden kaynaklanan iki farklı görüş vardır. Uzun yıllar boyunca süregelen tartışma mutlak doğruluk ve öğretimi kolaylaştırıcı başlıkları altında devam etmektedir. Nitekim tıbbi illüstratörlerin en önemli isimlerinden Netter, yayınladığı çalışmada mutlak doğruluğu savunanlar için sert sözler etmiştir. Netter:

Avrupa'dayken bazı seçkin anatomi profesörlerini ziyaret ettim. İki kez, iyi profesörlerin mabedine uygun bir törenle götürüldükten ve uygun sosyal selamlamalardan sonra bana şöyle söylendi: "Dr Netter, resimlerinizin netliği ve doğruluğu için çok beğeniyoruz, aslında, verdiğiniz detay ve bilgilere çok şaşırdık ama fizyolojiyi neden bu kadar karıştırdığınızı anlamıyoruz.". Tasvir ettiğim morfolojik gerçeklere anlam ve klinik önem vermek için yapmaya çalıştığım şeyin tam olarak bu olduğunu açıklamaya çalıştım. Ama bunu anlayamadılar ya da anlamayacaklardı. Onlara göre anatomi saf bir bilimdi. Onları saf didaktik yaklaşımdı. Ezberlenmiş ama yararsız gerçeklerin gücüyle öğrencilerini korkutuyorlardı. Fildişi kulelerindeki profesörler tüm gerçekleri biliyorlardı ama onları uygulamaya tenezzül etmiyorlardı (Netter, 1957. s. 360).

Netter'in Fizyo-Anatomik<sup>15</sup> yaklaşım olarak vurgusunu yaptığı anatomik çizimler sadece saf bilimden ibaret değildir. Bu alanda çalışan illüstratörler bilgi edinimi kolaylaştırabilecek illüstrasyonları da yapabilmesi önemlidir. Öte yandan Netter'in fizyo-anatomik yaklaşım

---

<sup>15</sup> Netter, Da Vinci'nin çizimlerinin bu yaklaşımın öncülerinden olduğunu belirtmektedir.

olarak nitelendirdiği saf bilim olmayan çalışmaları her durumda kullanmak doğru değildir. Çünkü tıbbi illüstrasyonun tek amacı öğretici olması değildir. Bilimsel çalışmalara eşlik eden bazı tıbbi illüstrasyonların nihai amacı saf bilimsel görseller oluşturmaktır. Dahası dijital görüntüleme teknolojilerin hayatımıza girmesi nedeni ile saf bilimsel doğrulukta çalışmaların üretilmesi ve bunların üretimine olanak sağlayan teknolojilerin incelenip geliştirmesi kendi başına bir araştırma konusu haline gelmiştir. Nitekim 2022 yılında Hanalioğlu 12 kişilik ekiple yaptığı çalışmada yüksek doğrulukta simülasyon oluşturmak için dijital görüntüleme yöntemleri kullanmıştır.

...Bu kavram kanıtı çalışmasında, eğitim ve cerrahi planlama için yüksek doğrulukta beyin cerrahisi simülasyonları oluşturmak amacı ile kadavra nörogörüntüleme verilerinin 3B yeniden yapılandırmasının uzamsal doğruluğunu 3B fotogrametrinin gerçekçi dokusuyla bir araya getirdik (Hanalioğlu, vd., 2022 s. 2).

### **2.3 Tıbbi İllüstrasyonda Terminoloji Kullanımının Önemi ve Çeşitleri**

Tıbbi illüstrasyon sağlık ve sanat alanında hizmet veren kişileri bir araya getiren ortak disiplindir. Tıbbi kavramların doğru şekilde tanımlanmasını sağlayan tıbbi terminoloji ve illüstrasyonun birlikte kullanılması; etkili iletişim kurmak, çalışmaya kesinlik katmak, uluslararası standartlara uymak gibi avantajları beraberinde getirir. Terminoloji, kavramları doğru tanımlayan dili sağlarken illüstrasyon ise bilgileri görselleştirerek bu dili anlamayı kolaylaştırır.

#### **2.3.1 Tıbbi İllüstrasyonda Terminoloji Kullanımının Önemi**

Terminolojinin kelime anlamı Türk Dil Kurumuna göre terimler dizini demektir. Tıp alanında tanımlayıcı tıbbi terimler için kullanılmaktadır. Anatomistler ve sağlık çalışanları kesinliği artırmak ve tıbbi hataları en aza indirmek için amacı ile terminoloji kullanmaktadır (Openstax, 2023). Terminolojinin kullanım amacı ile ilgili Kachlick vd. ise şu bilgileri vermiştir:

Anatomik terminoloji, yalnızca eğitim ve adli amaçlar için değil, her şeyden önce teşhis ve tedavi prosedürleri için insan vücudunun tanımlanması için bir temel olarak hizmet eder. Bu nedenle, terminoloji haklı olarak, bilimsel araştırmaların hızlanması ve teşhis teknikleri ve tedavi yöntemlerindeki ilerlemenin ardından gelişmelidir (Kachlick D. vd. 2008, s. 466).

Bu bilgilerden de anlaşıldığı gibi gerek fizyo-anatomik gerekse saf bilim amacıyla yapılacak çalışmalarda terminolojinin kullanılması büyük önem teşkil etmektedir. Ayrıca Kachlick'e göre anatomik terminoloji tıp iletişiminin temelidir. (Kachlick D. vd. 2008, s. 459). Bu nedenle iki farklı disiplini bir arada bulunduran tıbbi illüstrasyon alanında hizmet verenlerin tıp uzmanları ile sağlıklı iletişim sağlayabilmesi için tıbbi terminolojiye uygun çalışmaları gerekmektedir. Terminoloji konusunun bu denli önem arz etmesine rağmen

YÖK veri tabanında “tıbbi illüstrasyon” kelimesi ile yapılan tarama sonucuna göre bulunan az sayıda kaynakta terminoloji konusuna yer verilmediği görülmüştür.

### **2.3.2 Tıbbi Terminoloji Çeşitleri**

Tıp alanında terminoloji kullanımı yüzlerce yıllık<sup>16</sup> geçmişe sahip olsa bile Tubbs FIPAT'ın<sup>17</sup> online sitesinde hazırladığı içerikte; Uluslararası Anatomist Dernekleri Federasyonu<sup>18</sup> yakın zamanda kullanılmış veya kullanılan 7 terminolojisini listelemiştir. Bunlar; Nomina Anatomica (NA), Terminologia Anatomica (TA)<sup>19</sup>, Terminologia Histologica (TH), Terminologia Embryologica (TE), Terminologia Neuroanatomica (TNA), Terminologia Oroanatomica (TOA), Terminologia Anatomica Anthropologica (TAA) olarak sıralanmaktadır. Bu terminolojiler farklı alanlara uygun olacak türde içeriklerden oluşmaktadır dolayısı ile yapılacak çalışmaya uygun güncel terminoloji belirlenmesi çalışmanın bilimselliği açısından da önem teşkil etmektedir.

#### **2.3.1.1. Nomina Anatomica**

20. yüzyılın bilimsel ilerlemeleri tıp alanında yapılan çalışmalar için terminoloji belirlemeyi zorunlu hale getirmiştir. Alman, İtalyan, Fransız, İngiliz ve Amerikan anatomistler bir araya gelerek büyük ölçekli çalışma sonucunda 1895 yılında çalışmanın ilk versiyonunu yayınladılar. (Gasca, C.K., vd. 2012. s. 3). Nomina Anatomica Terminolojisi (bkz. görsel 22) uzun yıllar boyunca kullanılıp güncellenmiştir. Geliştirilmiş ve düzeltilmiş birçok versiyonu bulunmaktadır. Terminologica Anatomica'nın standart hale gelmesi ile kullanılması bırakılmıştır.

---

<sup>16</sup> Bugün kullanılan terminolojinin ilk örnekleri genellikle Gallen ve Hipokrata atfedilir. (Medical Academic, 2023). Erişim: 05.20.2023. ( <https://www.medicalacademic.co.za/news/the-history-of-medical-terminology/> )

<sup>17</sup> The Federative International Programme for Anatomical Terminology

<sup>18</sup> IFAA: International Federation of Associations of Anatomists

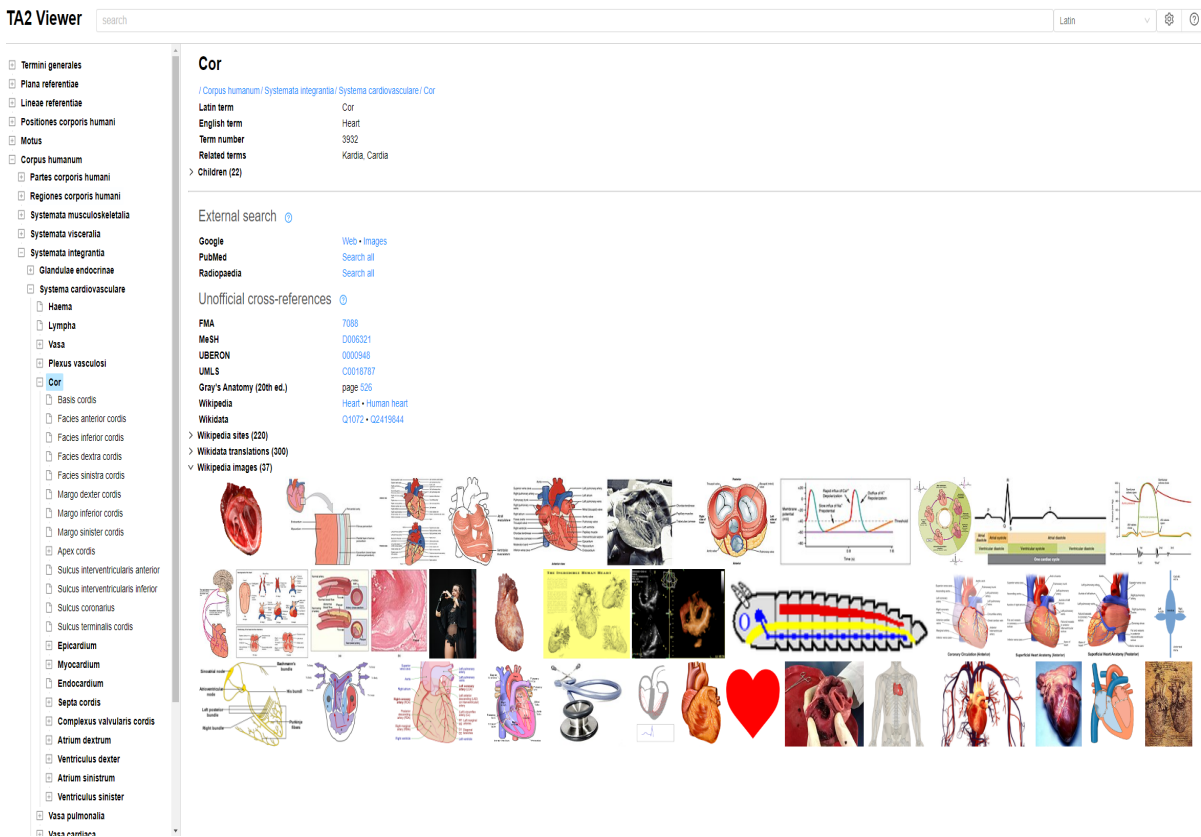
<sup>19</sup> TA 98 ve TA 2 FIPAT'IN sitesinde tek başlık altında TA olarak yer verilmiştir. FIPAT'ın sitesinde güncel versiyona bulunmaktadır.





### 2.3.1.3 Terminologica Anatomica (T.A. 2)

T.A. 98' de ki hatalar yeni bir terminoloji kullanma gereği yaratmıştır. 2019 yılında yayınlanan Terminologica Anatomica 2, T.A. 98' in düzeltilmiş ve genişletilmiş versiyonudur. Bilimsel gelişmeler birçok yeni yapının eklenmesine, birbirinin kopyası olan yapıların güncellenip düzeltilmesi olarak sağlamıştır. T. A. 2 yayınlandığı tarihten günümüze kadar sürekli olarak güncellenmiştir. Son versiyonu 2.07'dir<sup>20</sup>. Online versiyonu <https://ta2viewer.openanatomy.org/> (Erişim: 05.07.2023) adresi üzerinden yayınlanmıştır. Eski versiyona kıyasla kullanımı kolaylaştıran özellikler eklenmiştir. Bazı yapılar için wikipedia bağlantılı<sup>21</sup> veya pub med, google gibi sitelerle iletişim kurup animasyon, görsel ya da bilgi erişimi sağlayabilmektedir (bkz görsel 25).



Görsel 25. TA 2 Viewer ekran görüntüsü. Erişim: 06.07.2023 (<https://ta2viewer.openanatomy.org/?id=3932>)

### 2.3.1.4 Terminologia NeuroAnatomica

2017 yılında Uluslararası Anatomistler Dernekleri Federasyonuna bağlı FIPAT tarafından CC 4.0 lisansı<sup>22</sup> ile yayınlanmıştır. Kısaca TNA (bkz. görsel 26) olarak adlandırılır. TNA,

<sup>20</sup> 05.07.2023 tarihli versiyon numarası.

<sup>21</sup> Wikipedia bağlantılı siteler; Wikipedia, Wikimedia, Wikidata, Wikipedia image gibi siteler.

<sup>22</sup> Creative Commons Lisansı.

TA gibi genel anatomi terminolojisi değildir, nöroanatomi uzmanlık alanı için hazırlanmıştır (FIPAT). Donkelaar vd. yaptıkları araştırmada, uluslararası dil farklılığından kaynaklanan eş anlamlı kelimeler ile ilgili değişiklikler yapıldığını ve dorsalis ile ventralis kelimeleri için İngilizce Latince uyumlu eklendiğini belirtmişlerdir (Donkelaar, T.J.H. vd., 2016 s12-13). Terminologia Neuroanatomica hakkında belgelendirme araştırması yapan Donkelaar ve Baud şu bilgileri paylaşmışlardır:

TNA, Merkezi Sinir Sistemi (CNS; Systema nervosum centrale), Periferik Sinir Sistemi (PNS; Systema nervosum periphericum) ve Duyu Organları (Organa sensuum) ile ilgili terminolojinin yeni bir revizyonudur. Bunlar Terminologia Anatomica (1998) ve Terminologia Histologica'dan (2008) çıkarıldı ve FIPAT Çalışma Grubu Neuroanatomy tarafından kapsamlı bir şekilde güncellendi ve Terminologia Anatomica'nın yaklaşık %40'ını temsil eden bir Terminologia Neuroanatomica (TNA) oluşturmak üzere birleştirildi (Donkelaar ve Baud, 2021. s. 2).

FIPAT'ın da belirttiği üzere nöroanatomi alanına özel bir terminolojidir. Bu nedenle nöroanatomi alanında çalışan uzmanların kullanmaları gerekmektedir. (Donkelaar ve Baud, 2021, s. 2).

Caput I: SYSTEMA NERVOSUM CENTRALE			Chapter 1: CENTRAL NERVOUS SYSTEM			
Latin term	Latin synonym	UK English	US English	English synonym	Other	
1	<b>Systema nervosum</b>	<b>Nervous system</b>	<b>Nervous system</b>			
2	<b>Textus nervosus</b>	<b>Nervous tissue</b>	<b>Nervous tissue</b>			
3	<b>TEXTUS NERVOSUS CENTRALIS</b>	<b>TISSUE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM</b>	<b>TISSUE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM</b>		For Textus nervosus periphericus see <i>Nomen generalis</i> of PNS.	
4	<b>Substantia grisea</b>	<b>Grey matter</b>	<b>Gray matter</b>	<b>Grey substance; Gray substance</b>		
5	Nucleus	Nucleus	Nucleus			
6	Nucleus nervi cranialis	Nucleus of cranial nerve	Nucleus of cranial nerve			
7	Nucleus originis	Nucleus of origin	Nucleus of origin			
8	Nucleus terminationis	Terminal nucleus	Terminal nucleus			
9	Nucleus nervi spinalis	Nucleus of spinal nerve	Nucleus of spinal nerve			
10	Columna	Column	Column			
11	Lamina	Lamina	Lamina	Layer		
12	Cortex	Cortex	Cortex			
13	Neuropil	Neuropil	Neuropil			
14	<b>Substantia alba</b>	<b>White matter</b>	<b>White matter</b>	<b>White substance</b>		
15	Funiculus	Funiculus	Funiculus			
16	Tractus	Tract	Tract			
17	Tractus commissuralis	Commissural tract	Commissural tract			
18	Tractus proprius	Intrinsic tract	Intrinsic tract			
19	Tractus associationis	Association tract	Association tract			
20	Tractus longus	Long tract	Long tract	Projection tract		
21	Tractus ascendens	Ascending tract	Ascending tract			
22	Tractus descendens	Descending tract	Descending tract			
23	Seria	Seria	Seria			
24	Fasciculus	Fasciculus	Fasciculus	Fascicle		
25	Lemniscus	Lemniscus	Lemniscus			
26	Decussatio	Decussation	Decussation			
27	Commissura	Commissure	Commissure			
28	Neurofibrae centrales	Central nerve fibres	Central nerve fibers			
29	Neurofibra centralis afferens	Afferent central nerve fibre	Afferent central nerve fiber			
30	Neurofibra centralis efferens	Efferent central nerve fibre	Efferent central nerve fiber			
31	Neurofibra associationis	Association nerve fibre	Association nerve fiber			
32	Neurofibra commissuralis	Commissural nerve fibre	Commissural nerve fiber			
33	Neurofibra projectionis	Projection nerve fibre	Projection nerve fiber			
34	Neurofibra internuncialis	Internuncial nerve fibre	Internuncial nerve fiber			
35	<b>Formatio reticularis</b>	<b>Reticular formation</b>	<b>Reticular formation</b>			
36	<b>Ependyma</b>	<b>Ependyma</b>	<b>Ependyma</b>			
37	<b>CELLULAE TEXTUS NERVOSI</b>	<b>CELLS OF NERVOUS TISSUE</b>	<b>CELLS OF NERVOUS TISSUE</b>			
38	Neura	Neurons	Neurons			

FIPAT.library.dal.ca

TNA, Ch. 1

9

Görsel 26. TNA, bölüm 1. Merkezi sinir sistemi. (TNA, Chapter I. 2017, s. 9)

### 2.3.1.5 Terminologia Histologica

Histoloji<sup>23</sup> terminolojisi (bkz. görsel 27) hücre ve doku terminolojidir. (Wikipedia, 2023)

<sup>23</sup> Doku bilimi.

Termino histológico	Epónimo
Bandas claras y oscuras (Parazonas y diazonas)	Bandas de Hunter-Schreger
Penachos de adamantina	Penachos de Linderer
Relación esmalte-cemento	Casos de Choquet
Líneas de imbricación	Líneas de imbricación de Pickenill
Proceso ameloblástico	Proceso de Tomes
Cutícula/película primaria del esmalte	Membrana de Nasmyth
Líneas incremental del esmalte	Estrías de Rietz us
Línea neonatal	Línea de Rushton-Orban

**Görsel 27.** Histoloji Terminolojisinden kesit. (Navarette ve Roa, 2018. s. 1025).

Vásquez ve Sol histoloji terminolojisinin önemi ile ilgili şu sözleri etmiştir:

Terminologia Histologica'nın doğru kullanımının, Tıp Bilimlerine katılanlar ve bu bilimlerde çalışanlar arasında açık ve doğru iletişim sağlayan bilimsel ve tıbbi dilde kritik olduğu sonucuna vardık (Vásquez ve Sol, 2014. s. 375)

Hücre ve doku alanlarında çalışma yapacak profesyoneller için tercih edilmesi gereken terminoloji türüdür.

### 2.3.1.6 Terminologia Embryologica

Emriyoloji Terminolojisi (TE) embriyo ve fetal<sup>24</sup> yapılarını standardize eden terminoloji türüdür (Wikipedia, 2023). TA gibi güncellenmiştir ve FIPAT tarafından TE2 (bkz. görsel 28) ismi ile 2. versiyonu 2017 yılında erişime açılmıştır (FIPAT).

Caput I: NOMINA GENERALIA		Chapter 1: GENERAL TERMS			
Latin term	Latin synonym	UK English	US English	English synonym	Other
1 <b>Nomina generalia</b>		<b>General terms</b>	<b>General terms</b>		
2 Modus reproductiois		Reproductive mode	Reproductive mode		
3 Reproductio sexualis		Sexual reproduction	Sexual reproduction		
4 Virginitas		Virginitly	Virginitly		
5 Heterogamia		Heterogamy	Heterogamy		
6 Endogamia		Endogamy	Endogamy		
7 Sequens reproductiois		Reproductive sequence	Reproductive sequence		
8 Ovulatio		Ovulation	Ovulation		
9 Erectio		Erection	Erection		
10 Coitus		Coitus	Coitus	Sexual intercourse	
11 Ejaculatio		Ejaculation	Ejaculation		Endnote 1
12 Emissio		Emission	Emission		
13 Ejaculatio vera		Ejaculation proper	Ejaculation proper		
14 Semen		Semen	Semen		Ejaculate
15 Inseminatio		Insemination	Insemination		
16 Fertilisatio		Fertilization	Fertilization		
17 Fecundatio		Fecundation	Fecundation		Impregnation
18 Superfecundatio		Superfecundation	Superfecundation		
19 Superinseminatio		Superinsemination	Superinsemination		
20 Superfertilisatio		Superfertilization	Superfertilization		
21 Ontogenes		Ontogeny	Ontogeny		
22 Ontogenesis prenatalis		Prenatal ontogeny	Prenatal ontogeny		
23 Tempus gestationis		Prenatal period	Prenatal period	Gestation period	
24 Vita prenatalis		Prenatal life	Prenatal life		
25 Vita intrauterina		Intra-uterine life	Intra-uterine life		
26 Tempus embryonicum		Embryonic period	Embryonic period		
27 Embryogenesis		Embryogenesis	Embryogenesis	Embryogeny	Endnote 2
28 Tempus foetalis		Fetal period	Fetal period		
29 Fetogenesis		Fetogenesis	Fetogenesis		Endnote 3
30 Tempus natis		Birth period	Birth period		
31 Ontogenesis postnatalis		Postnatal ontogeny	Postnatal ontogeny		
32 Tempus senis		Later period	Later period		
33 Vita postnatalis		Postnatal life	Postnatal life		
34 <b>Cycli genitales</b>		<b>Reproductive cycles</b>	<b>Reproductive cycles</b>		
35 <b>Cycli genitales feminini</b>		<b>Female reproductive cycles</b>	<b>Female reproductive cycles</b>		
36 <b>PHASES CYCLICAE</b>		<b>Female reproductive phases</b>	<b>Female reproductive phases</b>		
37 Phasis infantilis		Infantile phase	Infantile phase		
38 Phasis proleptalis		Proleptical phase	Proleptical phase		
39 Phasis pubertalis		Pubertal phase	Pubertal phase		
40 Phasis matura		Mature phase	Mature phase		
41 Phasis involutiois		Involution phase	Involution phase		

FIPAT library.doi.ca

TE2, Part 1

7

**Görsel 28.** TE2. Bölüm 1, Genel Terimler (TE2, Chapter 1, 2017, s. 7).  
TE2. Bölüm 1, Genel Terimler (TE2, Chapter 1, 2017, s. 7).

### 2.3.1.7 Terminologia Oroanatomica

FIPAT verileri dışında hakkında google scholar ve google üzerinde yapılan taramada sağlıklı kaynak bulunamamıştır. FIPAT'ın bilgilendirmesine göre:

<sup>24</sup> Fetus ile ilgili olan yapılar.

Ağız anatomisi için ağız biyologları ve diş hekimleri için yararlı olacak bir uzman terminoloji geliştirmek üzere 2014 yılında bir çalışma grubu kuruldu. Ağız boşluğunun kaba anatomisi ve histolojisi ile ilgilenir (FIPAT, The IFAA Terminologies).

### **2.3.1.8 Terminologia Athropologica**

Terminologia Oroanatomica gibi Anthropoloji terminoljisinin de hakkında çok kısıtlı bilgi bulunmaktadır. FIPAT, IFAA terminolojilerini listelediği online kaynakta antropoloji terminolojisi için su bilgilendirmeyi yapmıştır:

Fiziksel antropoloji için uzman bir terminoloji geliştirmek üzere birkaç yıl önce bir çalışma grubu kuruldu. İnsan ve hominid türlerinin kemikleri ve dişleri ile ilgili bölümlerin taslakları, FIPAT üyeleri ve danışmanlar tarafından incelenmek üzere dağıtılmıştır (FIPAT, The IFAA Terminologies).

Tubbs ise *European Journal of Anatomy* için hazırladığı yazıda şu bilgileri paylaşmıştır:

FIPAT, Terminologia Embryologica'nın birinci ve ikinci baskılarını bunlarla birlikte, Terminologia Neuroanatomica'yı ve 2019'da TA2'yi üretmiştir. TNA, TE2 ve TA2 çevrimiçi olarak mevcuttur. Şu anda, Terminologia Oroanatomica ve Terminologia Anatomica Anthropologica dahil olmak üzere birkaç yeni terminolojiye ek olarak Terminologia Histologica'nın ikinci baskısı devam etmektedir. (Tubbs, 2021. s. 750).

Tubbs'un paylaşımından da anlaşılacağı üzere halen üzerinde çalışılan bir terminoloji türüdür.

### 3. TIBBİ İLLÜSTRASYONDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Planna'nın belirttiği üzere bilgi her geçen gün artmaktadır. Değişimin başlatıcısı olan bilgi 20. ve 21. yüzyıllarda illüstrasyonun yapılış amaçlarını genişletirken yapılış araçlarının da değişmesini tetiklemiştir. Tasarımcılar, sanatçılar ve illüstratörler teknolojinin sağladığı olanakları kullanacakları yeni yollar aramaya yönelmiştir. Boya, mürekkep, baskı, kalem gibi geleneksel yöntemler bilgisayarlı görüntüler ile kullanılmaya başlamıştır. Dijital tasarıma artan ilgi ve sağladığı olanaklar günümüzde dijital tasarımı illüstrasyonun birçok alanında tercih edilen yöntem haline getirmiştir. Klasik yöntemlerle üretilen çalışmalarda yapılan hataların bazı durumlarda telafi şansı olmazken dijital ortamlar kullanıcıya çok fazla esneklik sağlamıştır. Ayrıca çalışmaların dijital ortamda saklanması ve aktarımı da kolaylaşmıştır. Fotoğraf makinası, projeksiyon aletleri ve görüntüleme yöntemleri illüstratörlerin sadece konuyu daha iyi anlamalarına olanak sağlamamış ayrıca dolaylı kullanım ile ürettikleri eserlerde tutarlılığı arttırmışlardır. Değişen yöntemler ve kullanılan araçlar illüstrasyonun klasik ve dijital olarak 2 başlık altında sınıflanmasını sağlamıştır.

#### 3.1. Klasik Yöntemler

Klasik yöntemler, görsel oluşturmak için yüzlerce, belki de binlerce yıldır süregelen göreceli olarak ilkel yöntemleri kapsamaktadır. Bunlar kalem, kömür, boya, baskı türleri<sup>25</sup> altında sınıflandırılabilir. Dijitalleşme sürecinin başlaması ile kullanım alanları daralmıştır.

Hızla değişen ve dijitalleşen dünyada hayatta kalabilmenin bir yolu da değişim ve dönüşüm sürecini anlamak ve bu sürece bireyler, toplumlar ve uluslar olarak uyum sağlamaktır (Bozkurt vd., 2021, s. 36).

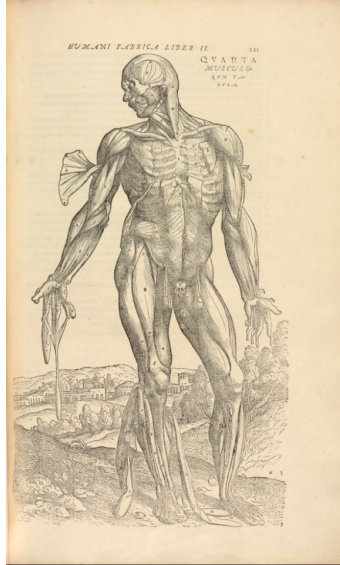
Bozkurt'unda belirttiği üzere dijital değişime uyum sağlamak hayati hale gelmiş ve hayatta kalmak isteyen uzmanlar klasik yöntemleri terk etmeye başlamıştır. Bununla birlikte klasik yöntemler kullanıldığı zamanlarda üretilen kimi eserler tıbbi illüstrasyon için çok önemli miras olmuştur. Ayrıca Netter gibi isimlerin çalışmaları günümüzde halen başvuru olan önemli kaynaklardır. Tıbbi illüstrasyonu klasik yöntemler kullanarak, tıbbi illüstrasyona miras bırakan önemli isimlerden bir kısmı Leonardo da Vinci (bkz. görsel 29), Jan van Calcar<sup>26</sup>, (bkz. görsel 30), Brödel (bkz. görsel 31), Vesalius (bkz. görsel 32), Scarpa (bkz. görsel 33), Netter (bkz. görsel 34) olarak sıralanabilir.

<sup>25</sup> 2800 yıldan beri süre gelen metal, tahta, tuğla gibi yöntemlerin kullanılması. (Eldeniz, 1994, s.158-159)

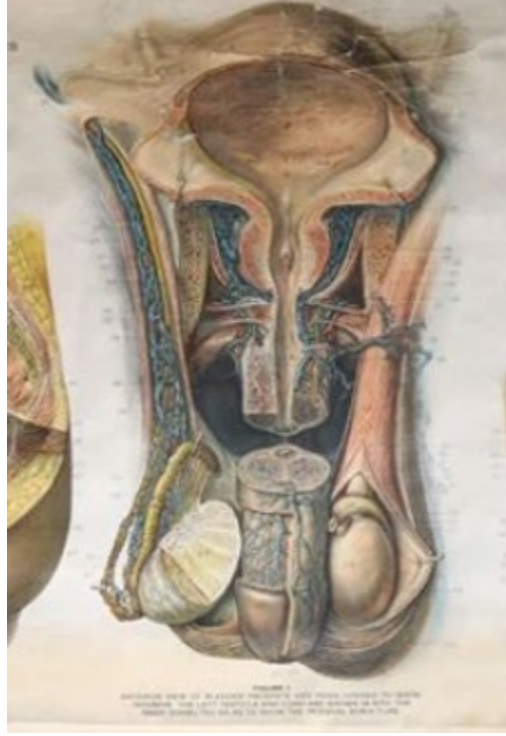
<sup>26</sup> Calcar az bilinen bir illüstratör olmasına rağmen De Humani Corpus Fabrica Libri Septem isimli önemli kitabın önemli çizerlerinden biridir. Eserlerin sahibi Vesalius olarak bilinmesi rağmen Netter 1957'de yayımladığı yazıda konuya değinmiş ve Vesalius'un para karşılığında Calcar'ı çalıştırdığını anlatmıştır (Netter, 1957. s. 362). Akademik kaynaklarda Jon of Calcar, Calcar, Jon Stephen Calcar, John Calcar gibi isimler ile atfedilmektedir.



**Görsel 29.** Da Vinci. Anne Karnındaki Cenin. 1511. Erişim: 07.07.2023.  
(<https://www.atlasobscura.com/articles/da-vinci-s-anatomical-drawings-on-exhibit>).



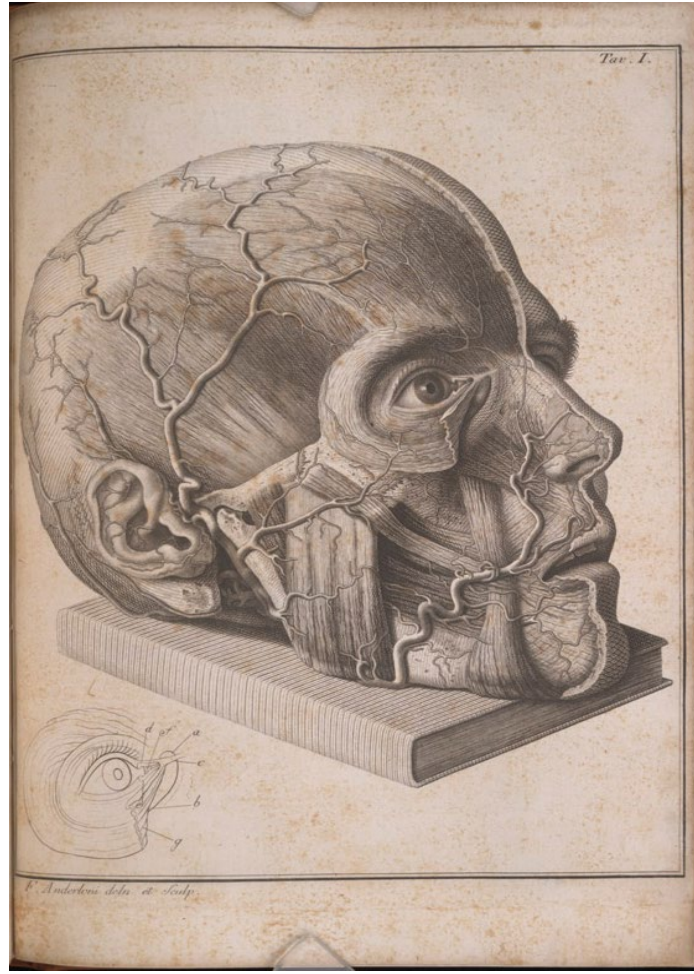
**Görsel 30.** Calcar'a ait olduğu düşünülen illüstrasyon. Calcar; Dördüncü Kas Figürü, 1555. De humani corporis fabrica libri septem. Erişim: 07.07.2023. (<https://www.royalacademy.org.uk/art-artists/work-of-art/the-fourth-muscle-figure>).



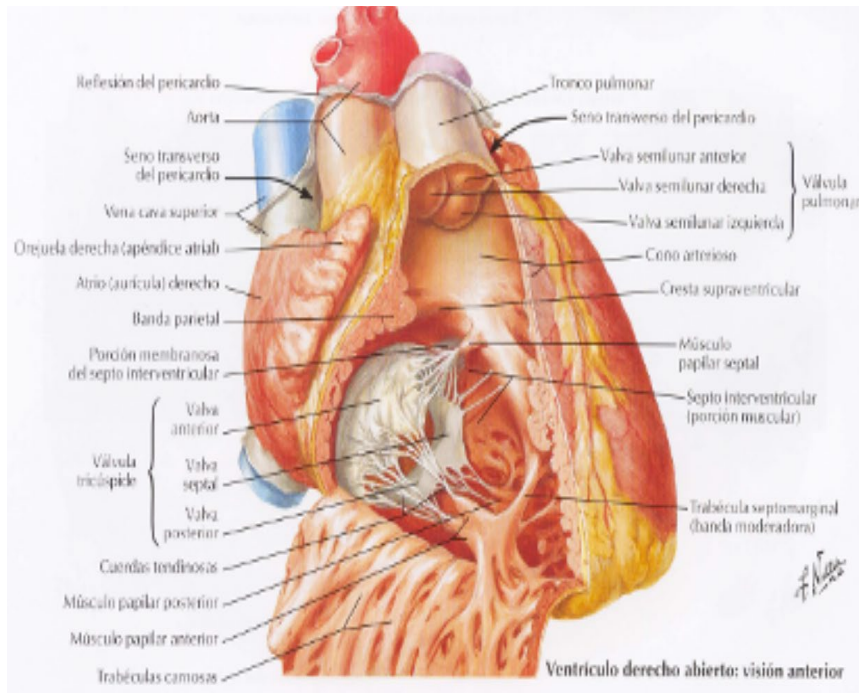
**Görsel 31.** Brödel'e ait çizim. Brödel, The Male Genito-Urinary Organs. Erişim.07.07.2023. (<https://www.mutualart.com/Artist/Max-Brodel/7BD78437A3DF01B9>).



**Görsel 32.** Vesalius'a ait çizim. Vesalius, 1543. Erişim 07.07.2023. (<https://www.britannica.com/biography/Andreas-Vesalius#/media/1/626818/198189>).



**Görsel 33.** Scarpa'ya ait çizim. Scarpa, Saggio...sulle principali malattie degli occhi. Erişim: 07.07.2023, (<http://exhibits.hsl.virginia.edu/treasures/antonio-scarpa-1752-1832/>).



**Görsel 34.** Netter'e ait çizim. Esk birika. Wikimedia commons. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esk\\_birika.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Esk_birika.png) Erişim: 15.08.203

### 3.2. Dijital Yöntemler

Dijitalleşme bütün dünyayı değiştirirken, özellikle tıbbi görselleştirme alanında dijitalleme, sağlık alanının teknolojik yenilikler konusunda öncelik verilen konumunda olması nedeni ile daha erken başlamıştır. Nitekim X-ray teknolojisi 1895 yılında keşfedilmiş, doğrudan ve dolaylı kullanım yolu ile gerek illüstratörler gerekse sağlık personeli tarafından anlamlandırmayı kolaylaştırmak amacı ile her geçen gün daha fazla kullanılan bir yöntem olmuştur. X-ray teknolojisi tıbbi görüntüleme alanında yeni olanaklar yaratırken, radyo sinyallerinin icadı, fotoğraf makinesi ve bilgisayarın icadı gibi önemli teknolojik gelişmeler gerek sağlık gerek sanat alanında değişimi tetikleyen teknolojik elemanlar olarak öne çıkmaya başlamıştır. Kolaj, projeksiyon, fotoğraf düzenleme gibi teknikler sanatçıların eserlerini zenginleştirmelerine olanak sağlamıştır. Bu tekniklerden biri olan projeksiyon için sanat yazarı ve eleştirmen olan Rosenberg şu bilgileri aktarıyor. Rosenberg:

Ressamlar, projeksiyonu en azından, Vermeer'in esrarengiz fotogerçekçiliğini kolaylaştırdığı düşünülen camera obscura<sup>27</sup> günlerinden beri bir araç olarak kullandılar (Rosenberg, 2015).

Rosenberg'in projeksiyon aleti özelinde aktardığı bilgileri diğer tüm teknolojik olanaklar söylemek de mümkündür. Dijitalleşme sanat dünyasında yeni bir eğilim başlatmıştır ve dijital sanatın doğmasına neden olmuştur. Ak dijital sanat ile ilgili bilgisayar kullanılarak yapılan sanat tanımlamasını yapmıştır. Ak:

"Bir duygunun, tasarımın ya da güzelliğin anlatımında kullanılan yöntemler bütünü ve bu anlatım sonunda ortaya çıkan üstün yaratıcılık olarak tanımlanan sanat günümüze kadar binlerce yıllık bir süreçte değişik ve sürekli bir gelişme göstermiştir. Birçok sanat akımına tanık olan sanat tarihi günümüzde 21. yüzyıl bilişim çağında, bilgi toplumunun gelişim özellikleri ve teknolojisine uygun olarak dijital sanat ile yeni bir devreye girmiştir. Bilgisayar kullanılarak yapılan sanat olarak tanımlanan dijital sanat, günümüzde sanatın her alanında, resim, heykel, karikatür, seramik, grafik vb alanlarda vazgeçilemez bir duruma gelmiştir..." (Ak, 2013, s. 919).

Ak'ın yaptığı tanım çok yerinde olmakla birlikte aydınlatılması gereken bir konu daha vardır. Dijital sanatların, dijital olarak tanımlanabilmesi için doğrudan bilgisayar kullanılarak yapılmasına gerek yoktur. Klasik yöntemler ile yapılan eserlerde dijital platformlara aktarılıp dijital hale getirebilmektedir. Genel olarak "dijital ortamda olan, işlenebilen her türlü yöntem" için dijital yöntemler denebilir.

---

<sup>27</sup> Camera obscura; karanlık oda olarak isimlendirilen, fotoğraf makinesinin gelişmesine yol açan alet. Görüntüleri zemine yansıtma özelliği vardır.

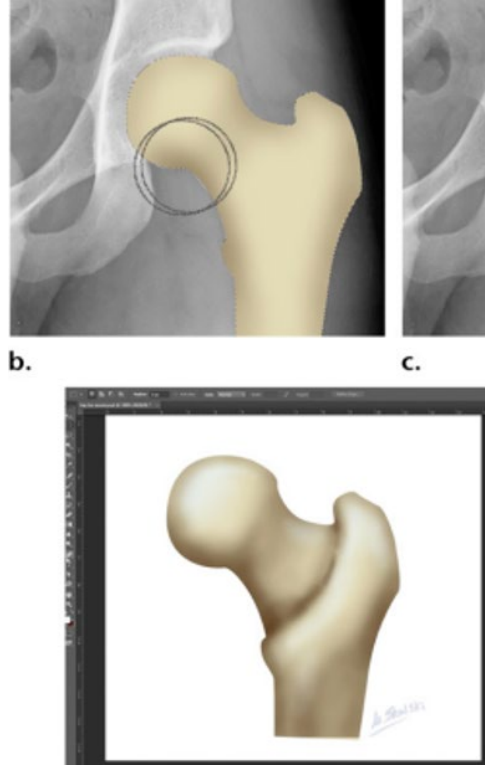
#### 4. TEMEL DİJİTAL GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ ve GÜNCEL TEKNOLOJİLER

Tıp alanında ve sanat alanında dijitalleşme süreci tıbbi illüstrasyonda yeni teknik ve teknolojileri kullanmayı önemli hale gelmiştir. Tıbbi illüstrasyonla ilgili çalışmalar yapan Özdemir ve diğerleri farklı teknikleri kullanmanın önemi ile ilgili şunları söylemiştir.

"İllüstrasyonun yaratılmasında, sanatçının konuyu tam olarak özümlemesi ve farklı tekniklerden yararlanarak konuyu en açık ve etkin biçimde ifade etmesi önem taşır..." (Özdemir, vd., 2018, s. 249)

Özdemir'in belirttiği gibi farklı teknikler kullanmak tıbbi illüstrasyon için önemli bir konudur. Nitekim farklı teknikler farklı sonuçlar yaratmaktadır. Tezin 1. bölümünde Hanalioğlu ve diğerlerinin oluşturdukları çalışma örneklenmiştir. Farklı bir yöntem ise tıbbi illüstrasyonla ilgili çalışmalar yapan McCarty ve diğerleri tarafından örneklenmiştir. Çeşitli radyoloji verilerini dolaylı yoldan kullanarak illüstrasyonlar oluşturan McCarthy ve diğerleri dijital tıbbi illüstrasyon ile ilgili şu sözleri aktarmış ve farklı örnek yöntemler sunmuşlardır (bkz. görsel 35). McCarty:

Bilgisayar tabanlı çizimler, eğitim ve araştırma materyalleri için mükemmel bir tamamlayıcıdır. Bu nedenle, akademisyenlere dijital illüstrasyonlar oluşturma yeteneği ile iyi bir şekilde hizmet edilmektedir... (McCarthy, vd., 2018, s. 13).



**Görsel 35.** Radyoloji verileri kullanarak oluşturulan illüstrasyon. (McCarthy, vd., 2018, s. 6).

Radyoloji verilerinin kullanımı, rotoskop<sup>28</sup> benzeri yöntemlerle sınırlı kalmayıp illüstratörlere, eser oluşturma sırasında yardımcı olabilecek tek dijital görüntüleme yöntemi de değildir. Özellikle bilimsel araştırmalar, simülasyon ve ciddi oyun benzeri uygulamalar geliştirilmesi sırasında farklı dijital görüntüleme yöntemleri anlamlandırmayı kolaylaştıran görseller elde etmek amacı ile kullanılmaktadır. Özkadif yaptığı çalışmada gelişen teknoloji sayesinde 3 boyutlu yeniden yapılandırma yöntemlerinin birçok avantajı bulunduğunu ve kullanımının giderek yaygınlaştığını belirtmiştir (Özkadif, 2015 s. 288-292).

Tezin 3. bölümünde sınıflandırılan “Temel Dijital Görüntüleme Yöntemleri ve Güncel teknolojiler”, yükseklik/uzaklık haritası<sup>29</sup> oluşturma, hacimsel görselleştirme yapmak<sup>30</sup>, nokta bulutu oluşturmak<sup>31</sup> gibi yöntemlerle çalışmakta olup, tezde yer verilen liste ile sınırlı değildir. Listeye eklenen yöntemler çoğunlukla tercih edilen ve erişilebilirliği en yüksek yöntemlerdir. Nitekim Laycock CT ve MRI verilerinin kolay bulunması nedeni ile tercih edildiğini belirtmiştir (Laycock. vd., 2014 s. 93.). Fotogrametri ise akıllı telefonu ya da kamerası olan her insanın kullanabileceği bir yöntemdir. 3. bölüm için MRI ve CT ve Fotogrametri başlıkları için örnek çalışma yapılmıştır.

#### 4.1.DICOM

MITA<sup>32</sup> tarafından; “DICOM, Tıpta Dijital Görüntüleme ve İletişim”, tıbbi görüntüler ve ilgili bilgiler için uluslararası standarttır. Klinik kullanım için gerekli veri ve kalite ile değiş tokuş edilebilecek tıbbi görüntülerin formatlarını tanımlar” olarak tanımlanmıştır (DICOM, <https://www.dicomstandard.org/about-home>).

DICOM komitesi çeşitli türlerde katkıda bulunanları bir araya getirir. Biyomedikal görüntüleme alanındaki tüm büyük üreticiler DICOM Komitesi üyesidir. Ayrıca radyolojide yer alan birçok profesyonel topluluk vardır, ancak aynı zamanda kardiyoloji, dişçilik, patoloji ve oftalmoloji gibi diğer alanlardan ve ayrıca Amerikan Ulusal Kanser Enstitüsü gibi paydaş kurumlar vardır (Gibaud, 2008, s. 2).

Gibaud’un da belirttiği gibi DICOM farklı disiplinleri bir araya getirmiştir. Bu nedenle DICOM kullanan farklı teknolojiler mevcuttur. DICOM’u en basit anlamıyla içinde birçok eleman barındıran küme gibi düşünmekte fayda vardır. Bu bir nevi dijital grafiklerin fbx, gltf, obj, png, svg, tiff, tga formatları olması gibidir. Wikipedia, Vikiproje Bilişim kapsamındaki

---

<sup>28</sup> Geçirgen/Şeffaf zemin kullanarak çizim üzerinden yeni çizim yapmak.

<sup>29</sup> Lazer ve benzeri teknolojiler kullanarak uzaklık ve derinlik ölçümleri yapılması sonucunda görsel oluşturulması.

<sup>30</sup> Volume Rendering: 2 boyutlu görseli kullanarak 3 boyutlu hacimler, grafikler oluşturma teknolojisi. Genellikle bilimsel çalışmalar için tercih edilir.

<sup>31</sup> Bir araya gelerek hacimsel, alansal görüntüler oluşturulan nokta bulutu. İşlenerek 3 boyutlu objelere dönüştürülebilirler.

<sup>32</sup> MITA: The Medical Imaging Technology Association, Tıbbi Görüntüleme Teknolojisi Derneği.

yazısında DICOM'un 17 tane alt konu başlığından ve binlerce sayfa dökümandan oluştuğunu belirtmiştir (Wikipedia, 2020). DICOM doğrudan veya dolaylı kullanarak 2 boyutlu (bkz. görsel 31) ve 3 boyutlu (bkz. görsel 34-35) görüntüler oluşturmak mümkündür. Bu nedenle tıbbi illüstrasyon yapanların çalışmalarını zenginleştirebileceği teknolojidir. 03.10.2022 tarihli uzman görüşmesinde; İlkan Tatar 3 boyutlu modelleme ve illüstrasyon oluşturma sırasında DICOM verilerinin kullanılmasının çalışmalara katkı sağlayabileceğini belirtmiş ve doğruluk gerektiren çalışmalarda tercih edilebilen yöntemlerden biri olduğunu belirtmiştir. 17.11.2022 tarihinde Prof. Dr. M. Mustafa Aldur ile Söyleşi-Medical İllüstrasyon: Kişisel Deneyimler isimli söyleşi sırasında Mustafa Aldur'a DICOM verilerinin işlenip 3 boyutlu modele döndürülmesi ile ilgili soru yönetilmiştir. Aldur, DICOM verilerinden 3 boyutlu model oluştururken bozulmalar (Artifact) olabileceği bilgisini paylaşmıştır. (Aldur, 2022).

#### 4.1.1. MRI

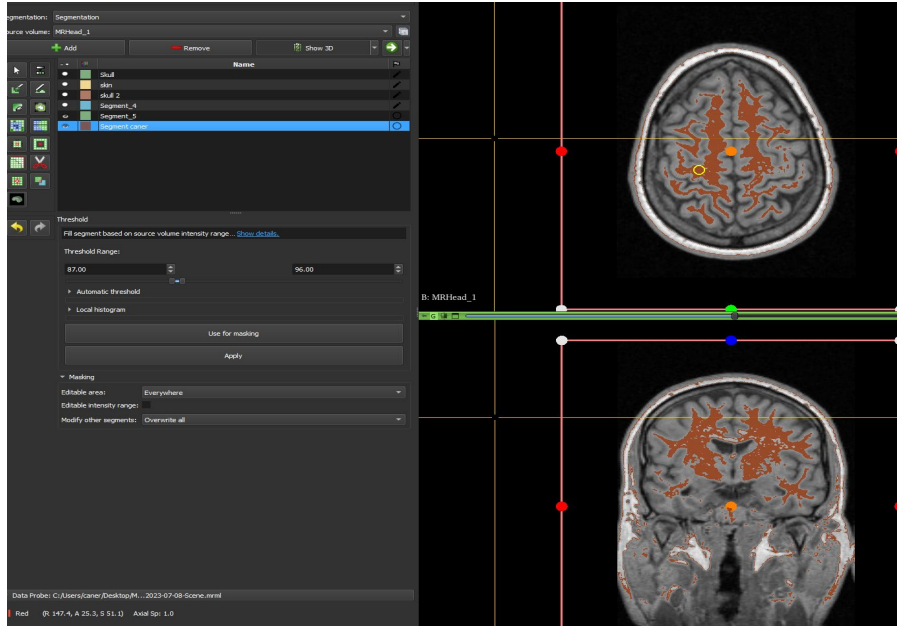
Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI), üç boyutlu ayrıntılı anatomik görüntüler üreten, bir görüntüleme teknolojisidir (NIBIB, t.y.). Planlama, teşhis, görüntüleme ya da 2 boyutlu ve 3 boyutlu görseller üretmek için kullanabilmektedir. Özellikle 3 boyutlu görsel üretebilme kabiliyeti nedeni tıbbi illüstratörlerin de kullanabileceği bir yöntemdir. MRI verileri 3 boyutlu model yapılandırma sürecinde avantajlara ve dez avantajlara sahiptir. Ayrıca üretilen 3 boyutlu modelin kalitesi, MRI verilerinin çözünürlüğü, kuvveti<sup>33</sup> ve verileri işlemek için kullanılan yazılıma göre değişkenlik gösterebilir. Borse ve diğerleri MRI kullanımı ile ilgili şu bilgileri aktarmaktadır:

Beyin MRI görüntüleri, çok çeşitli gri tonlamalardan ve oldukça düzensiz sınırlardan oluşur. Bu nedenle, mevcut yöntemleri kullanarak farklı dokuları sınıflandırmak zordur. Bu yöntemler sıkıcı ve zaman alıcıdır ve çoğu zaman tatmin edici sonuçlar vermemektedir. (Borse, vd., s. 743).

MRI verileri kullanarak 3 boyutlu görsel oluşturmak için farklı dokuları birbirinden ayırmak ve etiketlemek gerekmektedir (bkz. görsel 36).

---

<sup>33</sup> Tesla ismi verilen değerle ölçülür. Tesla manyetik alanın gücü demektir. Tesla oranı arttıkça manyetik alana daha fazla radyo sinyali gönderilir. T1, T2, T3 ... gibi artan değerler ile ifade edilir.



**Görsel 36.** Caner Kahya, 2022. MRI verilerinin ayrılması. Kırmızı alanlar ayrı doku olarak etiketlenmiştir. Dokuları ayırabilmek için ise radyoloji görsellerini okumayı bilmek ya da bir uzmandan yardım almak gerekebilmektedir.

Hua ve diğerleri ise MRI ile ilgili şunları aktarmıştır:

“Genel olarak, MRI görüntülerinde kısmi hacim efektleri, düzensiz gri tonlama ve gürültü gibi kusurlar bulunur. Bu nedenle pratik uygulamalarda beyin MRI görüntülerinin ayrılmasında yüksek doğruluk elde edilmekte zorluk çekilmektedir. (Hua, vd. 2021. s. 1)

DICOM standartlarından biri olan MRI'in bir diğer dezavantajı ise kesit<sup>34</sup> sayısı ve pahalı işletim sistemidir. Tatar DICOM ile ilgili şu bilgileri aktarmaktadır:

“...görüntüleme yöntemlerinden 3B yeniden oluşturma ve modelleme, çok fazla dilim ve pahalı görüntü görüntüleme ve işleme sistemi gerektirir.” (Tatar, 2008, s. 1).

Dezavantajlarının yanı sıra MRI verileri ile oluşturulan görseller diğer tüm DICOM verileri gibi yüksek doğruluk sağlamaktadır. Ayrıca MRI'yi öne çıkaran başka özellikleri de vardır.

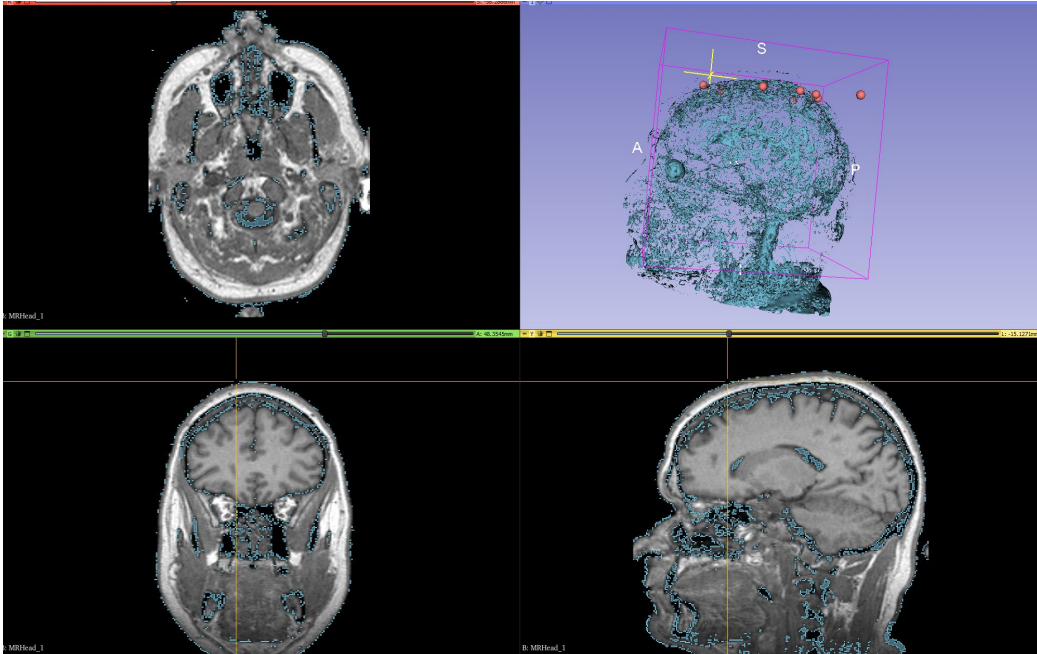
LaGratta MRI'in avantajları şunları aktarmaktadır:

MRI'nin gerçekten üstün olduğu nokta, CT taramasının tespit edemediği bazı hastalıkları göstermesidir. Prostat kanseri, rahim kanseri ve bazı karaciğer kanserleri gibi bazı kanserler CT taramasında hemen hemen görünmez veya tespit edilmesi çok zordur. Kemiğe ve beyne metastazlar da MRI'da daha iyi görünür. Bu görüntüleme ayrıca yumuşak doku veya eklem yaralanmaları ve beyin, kalp ve sindirim organları dahil olmak üzere iç organların yaralanması veya hastalığı dahil olmak üzere kanserle ilgisi olmayan birçok amaç için kullanılır. MRI gerçekten üstün olduğu nokta, CT taramasının tespit edemediği bazı hastalıkları gösteriyor. Prostat kanseri, rahim kanseri ve bazı karaciğer kanserleri gibi bazı kanserler CT taramasında hemen hemen görünmez veya tespit edilmesi çok zordur. Kemiğe ve beyne metastazlar da MRI'da daha iyi görünür. Bu

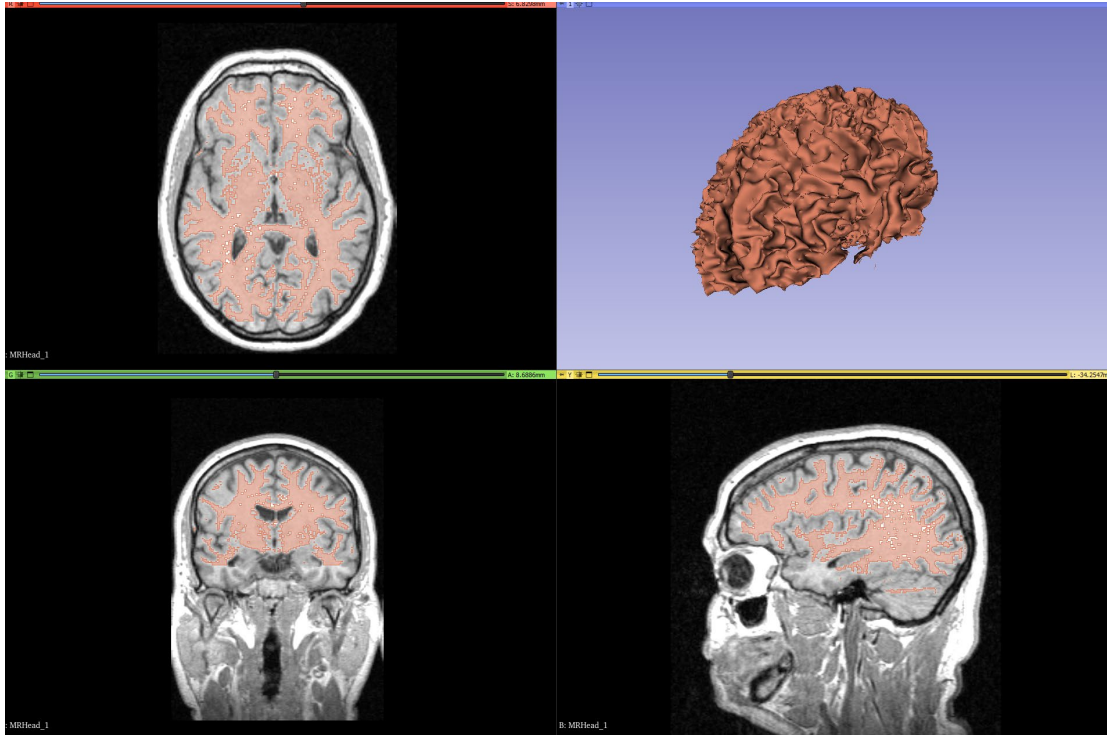
<sup>34</sup> Mri 2 boyutlu görsellerdir. Her görsele kesit denir. Kesitler arasındaki boşluk oran ve kesit sayısının fazlalığı görüntü kalitesi ile doğru orantılıdır.

görüntüleme ayrıca yumuşak doku veya eklem yaralanmaları ve beyin, kalp ve sindirim organları dahil olmak üzere iç organların yaralanması veya hastalığı dahil olmak üzere kanserle ilgisi olmayan birçok amaç için kullanılır (LaGratta, 2020).

MRI özellikle hastalıklar, yumuşak dokular, beyin ve kanser gibi araştırmalarda sıklıkla kullanıldığını görmek mümkündür. Araştırma metinlerinde MRI ve diğer DICOM verilerinin dezavantajlarını düşürmek için deneysel yöntemler kullanabilmektedir (Fajar, vd., 2020 s. 3518-3526). Profesyonel ekip, deneysel yöntemler, özel yazılımlar ve destekleyici algoritmalar ise farklı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle MRI verileri işlenip bunlara ait görseller paylaşılmıştır (bkz görsel 37-38). Uygulama için ücretsiz 3D Slicer yazılımı kullanılmıştır. Görsel 33'te kafatası diğer dokulardan ayırmamaya çalışılmıştır. Görsel 38'te ise yumuşak doku olan beyinin beyaz maddesi diğer dokulardan ayırılmaya çalışılmıştır.



**Görsel 37.** Caner Kahya, 2023. Kafatası 3 boyutlu modeli (mavi).



**Görsel 38.** Caner Kahya, 2023. Beyin, beyaz madde (Kahverengi).

Görsellerden de görüldüğü üzere MRI verileri kemikleri diğer dokulardan düzgünce ayırmamıştır. Beyaz maddeye ait olan 3 boyutlu model ise etiketlemeden kaynaklanan hatalar olsa bile çok daha tutarlı sonuç vermiştir. Roguski' de yaptığı çalışmada MRI'ın kafatası kırılmalarını gözden kaçırdığı sonucunu bulmuştur: Roguski:

CT taraması, kafatası kırıklarını MRI'dan daha sık belirleme eğilimindeydi ( $p = 0.06$ ). Sonuçlar: MRI, THI<sup>35</sup>, DAI<sup>36</sup> ve intrakraniyal<sup>37</sup> kanamanın saptanmasında CT taraması kadar duyarlı olabilir, ancak 13 hastanın 5'inde kafatası kırıkları gözden kaçmıştır. (Roguski, vd. 2015. s. 529).

Alan yazında bulunan örnekler ve yapılan çalışma sonucunda MRI'ın yumuşak dokularda tercih edilmesinin daha uygun olacağı söylenebilir.

#### 4.1.2. CT

Bilgisayarlı Tomografi (BT, CT) NIBIB<sup>38</sup> tarafından, "Bilgisayarlı Tomografi" veya CT terimi, dar bir x-ışınları demetinin bir hastayı hedeflediği ve vücudun etrafında hızla dönerek makinenin bilgisayarı tarafından işlenen sinyalleri üreten bilgisayarlı bir röntgen görüntüleme prosedürünü ifade eder" olarak tanımlanmıştır. MRI ile benzer özelliklere sahiptir ayrıca DICOM verilerinin taşıdığı tüm avantajlara sahiptir. Bishop ve diğerleri yaptıkları araştırmada CT'nin birçok araştırmada kemik yapılarının 3 boyutlu modelini

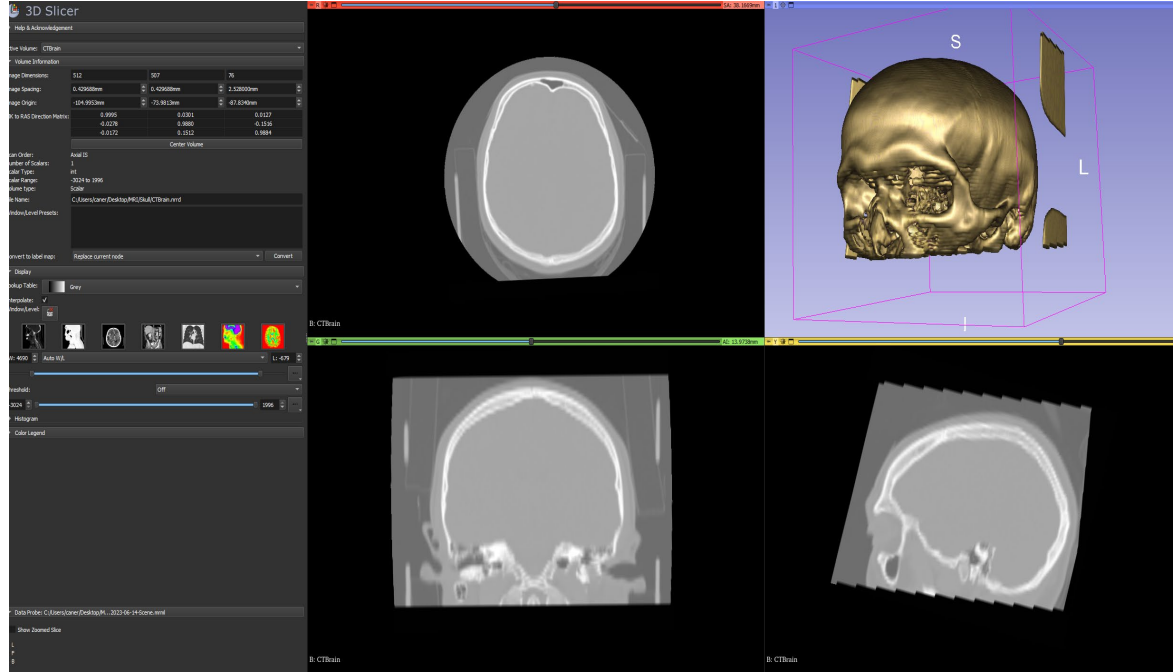
<sup>35</sup> Traumatic head Injury: Travmatik kafa yaralanması.

<sup>36</sup> Diffuse axonal injury: Yaygın aksonal yaralanma.

<sup>37</sup> Kafa içi-Beyin kanamaları.

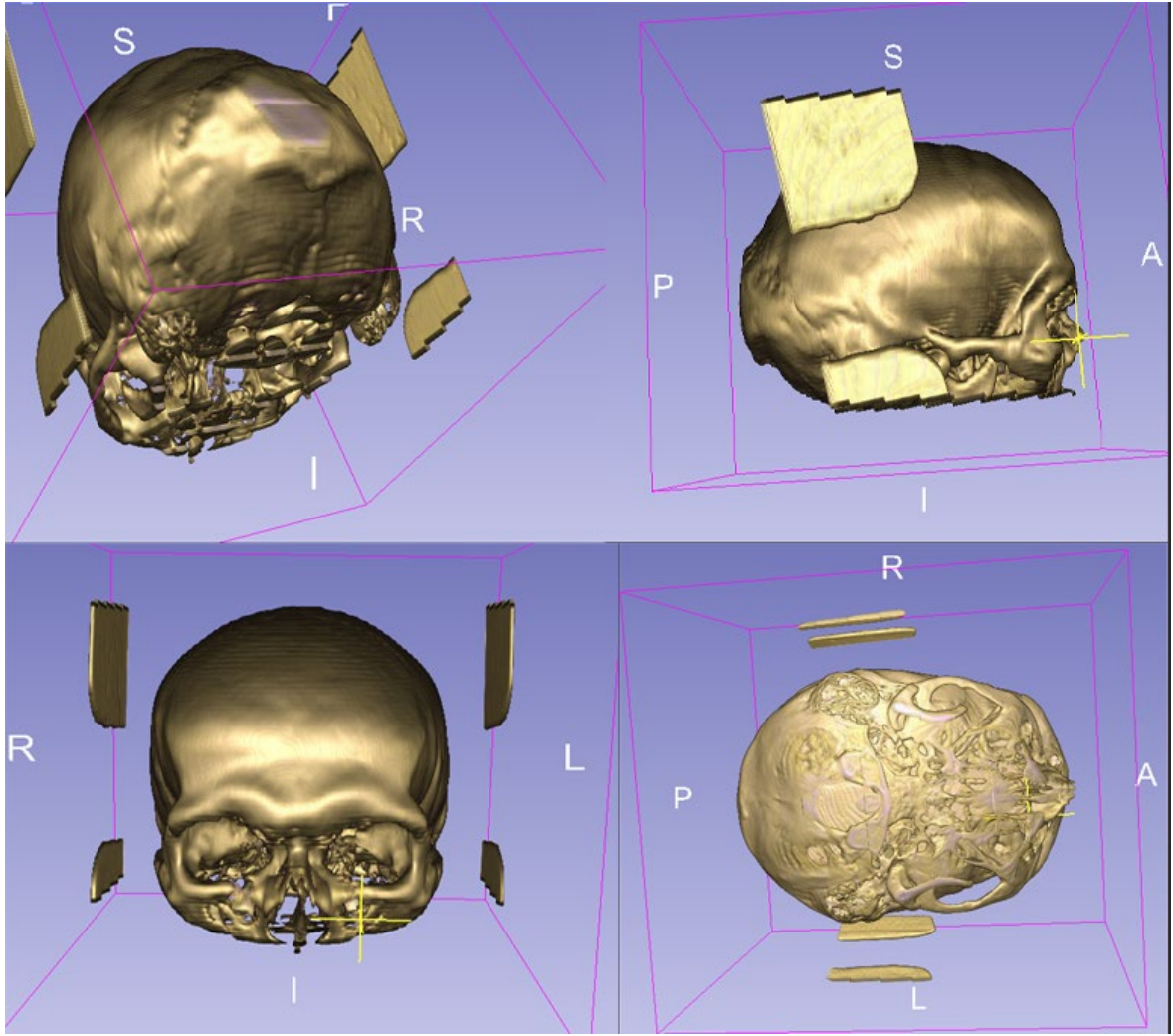
<sup>38</sup> National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering.

oluşturmak için kullanımında daha doğru sonuç verdiğini MRI'ın ise genellikle yumuşak dokular için kullanıldığını belirtmiştir (Bishop, 2013. s. 1251-1254). MRI bölümünde yapılan uygulamada da MRI'in yumuşak dokuyu daha belirgin bir modele dönüştürdüğü görülmüştür. Uygulama aşamasında (bkz. görsel 39) CT verileri 3D Slicer yazılımı aracılığı ile 3 boyutlu modele dönüştürülmeye çalışılacaktır.



**Görsel 39.** Caner Kahya, 2023. CT kafatası 3 boyutlu modeli (Sarı).

CT verileri kullanılarak elde edilen 3 boyutlu görüntüde kesit alanının darlığından dolayı "Facial bones (Ossa faciei, TA: 356)" olarak isimlendirilen bölgenin ilgili yapılarından Maxilla (TA; 756), Vomer (TA: 756), Mandible (Mandibula; TA, 835), Palatine bone (Os palatinum, TA;798), Inferior Nossal Cocha (Concha inferior nasi, TA; 3151) eksiklikler bulunmaktadır. Kesit alanının sınırlarından bağımsız olarak facial bone yapılarından Zygomatic bones (Os zygomaticum, TA; 818), Lacrimal bone (Os lacrimale, TA: 744) kısımlarında 3 boyutlu modelde gözle görülür büyüklükte boşluklar bulunmaktadır. NeuroCranium bölgesinde ise kesit alanının darlığından dolayı Temporal bone bölgesindeki (Os temporale, TA; 641), Mastoid process (Processus mastoideus, TA; 644) ve Occipital bone (Os occipitale, TA; 552) bölgesinde bulunan Foramen Magnum çevresindeki (TA; 553) yapılarda eksiklikler bulunmaktadır. Kesit alanının sınırlarından bağımsız olarak Orbit (Orbita, TA;469) bölgesini oluşturan parçalarda 3 boyutlu model üzerinde boşluklar vardır. Cranial sutures ve (Suturæ cranii, TA; 1574) ve foramen yapıları ise belli değildir (bkz. görsel 40).



**Görsel 40.** Caner Kahya, 2023. CT, 3D model.

CT taraması ile oluşturulan 3D model eksiklerine rağmen referans yolu veya düzenleme yolu ile kullanıp ciddi zaman kazancı sağlayabilir.

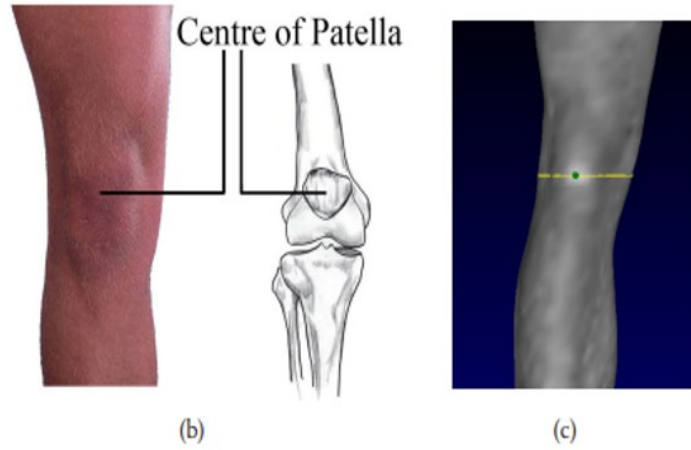
#### **4.2. Dijital Tarama Yöntemleri**

Tarama yöntemleri (3D scanning) sağlık alanı, oyun sektörü, savunma sanayi, film sinema endüstrisi, arkeoloji ve birçok alanda 3 boyutlu model oluşturmak amacı ile kullanılan çeşitli yöntem ve teknolojileri kapsar. 3 boyutlu model/grafik oluşturması nedeni tezin kapsamına alınmıştır. Kullandıkları teknolojilere göre temel olarak 2 sınıflandırma yapmak mümkündür. Wikipedia sitesi bu sınıflandırmayı Temaslı ve Temassız tarayıcılar olarak yapmıştır (Wikipedia, t.y), aynı bilgiyi ODTÜ avrupa birliği projesinde açtığı online platform Bilgeiş derslerinden biri olan “3 Boyutlu Tarama” isimli derste de paylaşmaktadır (Bilgeiş, t.y).

Tarama cihazlarının fiyatları kalitesine göre değişmekle birlikte genel anlamı ile herkesin ulaşabileceği bir teknoloji değildir. Yüksek ve Bulut, yaptığı araştırmada şu bilgileri aktarmaktadır. Yüksel ve Bulut:

Endüstrinin artan ihtiyaçlarını karşılamak üzere, 3 boyutlu ölçme tekniklerine olan ilgi ve sektörlerin bu konudaki yatırımları giderek artmaktadır. Bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde, insan vücudunu kısa bir sürede, yüksek çözünürlükte tarayabilen ve bilgisayara aktarabilen son derece gelişmiş 3 boyutlu tarayıcılar geliştirilmektedir. (Yüksel ve Bulut, 2019).

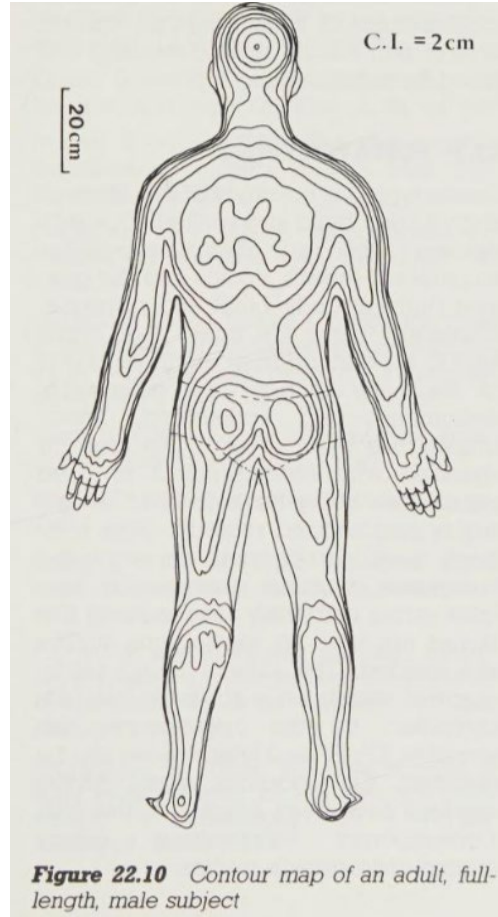
3 boyutlu tarama sistemlerinin tıbbi görselleştirme alanının da ilgisini çekmiş ve bu alanda çalışmalar yapılmıştır. Örnek olarak Troynikov ve Ashayeri, 3 boyutlu tarayıcılar ile yaptıkları çalışmada (bkz görsel 41), üç boyutlu tarayıcıların gerçek vücut ölçümü için kullanılabilir bir yöntem olduğunu belirtmiştir. (Troynikov ve Ashayeri, 2011).



**Görsel 41.** Tarayıcı ile oluşturulan 3 boyutlu model, c, 3 boyutlu model. (Troynikov ve Ashayeri, 2011, s 3).

### 4.3. Fotogrametri

Fotogrametri terimi coğrafyacı Otto Kersten ve sivil mühendis Albrecht Meydenbauer tarafından 1867 yılında, fotoğrafçılıkta yeni ilerlemeler hakkında bir makalede duyurulmuştur (Grimm, 2007. s: 53-58). İlk örnekleri topografik araştırmalar ve ölçüm için kullanılan fotogrametri zamanla tıp alanının da dahil olmak üzere birçok farklı disiplin tarafından kullanılmaya başlanmıştır. Tıbbi fotoğrafçılık ile ilgili çalışmalar yayınlayan Williams erken zaman fotogrametrisi için, ölçüm yapmak ve eşyükselti haritalarını çıkarmak için kullanıldığını belirtmiştir (Williams, 1984, s: 268-270). (Bkz görsel 42).



**Görsel 42.** Figür 22.10. Yetişkin eşyükselti haritası. Williams, R. (1984). *Medical Photography Study Guide*. s: 268.

19. yüzyılın ortalarında ölçüm ve eşyükselti haritaları için kullanılan fotogrametri teknolojik gelişmeler sayesinde zaman içinde farklı amaçlar için kullanılan uzmanlık dalı haline gelmiştir. Modern anlamda fotogrametri için fotoğraflar kullanarak hacimsel görseller ya da 3 boyutlu modeller oluşturma tekniği diyebiliriz. Yakın mesafe fotogrametrisi<sup>39</sup> ve hava fotogrametrisi olarak 2 ye ayrılmaktadır. Hava fotogrametrisi, drone ve helikopter benzeri araçlar yardımı ile yapılırken yakın mesafe fotogrametrisi ise 300 metreden yakın çekimlerin yapıldığı fotogrametri tanımıdır (BLM, 2008. s. 1-11). Schenk fotogrametrinin belli bir tanımı olmadığını ayrıca fotogrametri için "fiziksel temas olmaksızın yüzeylerin ve cisimlerin özellikleri hakkında güvenilir bilgi elde etme ve bu bilgiyi yorumlama, ölçme bilimidir demiştir (Schenk, 2005. s. 3). Hindistanda bulunan, Ulusal Bina Teknolojisi Enstitüsü<sup>40</sup> ise fotogrametrinin bilim ve teknoloji olduğunu aynı zamanda sanatı ifade ettiğini belirtmiştir;

<sup>39</sup> Kısa mesafe fotogrametrisi; CRP olarak da isimlendirilmektedir.

<sup>40</sup> NIBT; National Institute of Building Technology.

Fotogrametri, sanatı ifade eder çünkü güvenilir ölçümler elde etmek, belirli beceriler, teknikler ve bir kişi tarafından alınan kararlar gerektirir. Fotogrametri bir bilim ve teknolojidir çünkü görüntüleri kullanır ve teknoloji aracılığıyla önemli sonuçlara dönüştürür. (NIBT, t.y.)

Grafik işleme yazımları üreticilerinden biri olan Autodesk ise fotogrametri ile şu tanımlı yapmıştır. Autodesk;

Fotogrametri, fotoğraflardan 3 boyutlu bilgi çıkarma sanatı ve bilimidir. Süreç, bir nesnenin, yapının veya alanın örtüşen fotoğraflarını çekmeyi ve bunları 2 boyutlu veya 3 boyutlu dijital modellere dönüştürmeyi içerir (Autodesk, t.y.)

Fotogrametri 3 boyutlu grafikler oluşturmak için başarılı bir yöntem olsa bile kusursuz değildir. Oluşturulan görüntünün kalitesi; ışık ayarları, kullanılan teçhizatların kalitesi, fotoğraf makinası sayısı, çekilen fotoğraf sayısı, fotogrametriyi yapan kişinin bilgi birikimi, fotoğrafların işlendiği yazılım, kullanılan fotoğrafların formatı gibi değişkenlere bağlıdır. Profesyonel stüdyolarda yüzlerce fotoğraf makinası (bkz. görsel 43) ve objeyi döndürecek cihazlar eş zamanlı kullanılmaktadır. Bu tür teçhizatlar ise oluşturulan 3 boyutlu modelin kalitesini arttırmaktadır.



**Görsel 43.** Fotogrametri teçhizatı. 158 adet fotoğraf makinasından oluşan fotogrametri teçhizatı. Canon Türkiye. <https://www.canon.com.tr/pro/stories/3d-photogrammetry/> Erişim: 07.07.2023.

Ayrıca ışığı fazla yansıtan metal, ayna, cam gibi fazla yansıtıcı ya da geçirgen yüzeyler fotogrametri kalitesini düşürmektedir. Flynt fotogrametri kalitesini düşüren zeminlerle ilgili şu bilgileri aktarmaktadır. Flynt;

Yansıtıcı veya temiz yüzeylere sahip nesnelere, fotogrametride her zaman problemlidir. Çünkü bu tür yüzeyler, nesneye farklı açılardan bakıldığında farklı görünmesini sağlayabilir. Bu koşullar altında, fotogrametri yazılımı doğru bir şekilde bir model oluşturamaz. (Flynt, 2022).

Bununla birlikte Hanalioğlu vd., yaptıkları çalışmada, yansıtıcı yüzeylerin 3 boyutlu modelin kalitesini düşürebileceğini belirtmiştir (Hanalioğlu vd., 2023 s. 6).

Nitekim bu sorunu engellemek için kimi zaman obje kaplama spreyleri ya da tozları ile çekim yapılacak objenin yüzeyi kaplanabilmektedir (bkz. görsel 44).

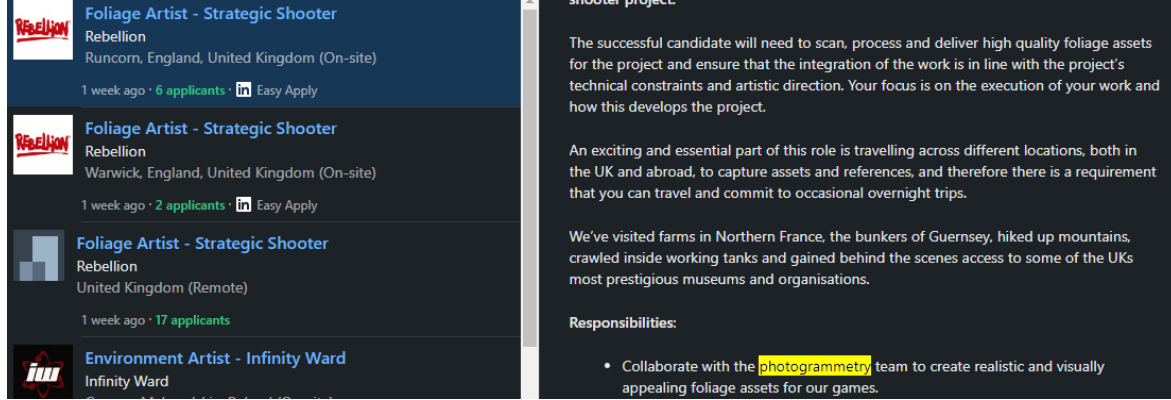


**Görsel 44.** Obje kaplama spreyi. Pixel Prof: <https://www.youtube.com/watch?v=dB1bfmLzAjo>  
Erişim:27.07.2023.

Fotogrametride 3 boyutlu grafik ya da hacimsel görseller hazırlarken, amaç obje ile ilgili daha fazla bilgiyi aktarabilmektedir. Bu nedenle genellikle üzerinde çalışılacak obje ya da objenin konumlandırıldığı teçhizat 360 derecelik açıyla döndürülerek fotoğraf çekimleri yapılır ve mümkün olduğunca fazla fotoğraf çekilmeye çalışılır. Bu sayede objenin her yönü ile ilgili bilgi aktarılır. Canon'un sitesinde yer alan bilgide Sam Jackson şu bilgileri aktarmaktadır;

Kameralar kişinin/objenin etrafında tam 360°'lik bir düzende konumlandırılırlar ve aynı anda ateşlenirler, böylece o anın bir sürü görüntüsünü elde ederiz ve bunları daha sonra Reality Capture yazılımı aracılığıyla aktarabiliriz. Bu, bu görüntülerdeki tüm bilgileri alır ve her görüntüde bulabileceği tüm noktaları bulur ve temel olarak bundan 360°'lik bir model oluşturur. (Jackson, t.y. akt. Hawkins,)

Günümüzde, mimarlık, jeodezi<sup>41</sup>, kartografya<sup>42</sup>, uzay ve savunma sanayi, biyomühendislik, tarım, oyun sektörü, sinema sektörü, kültürel mirasların yeniden yapılandırılması, tıp alanı gibi birçok farklı disiplin tarafından kullanılan fotogrametri ayrı bir uzmanlık dalı haline gelmiştir. Özellikle büyük oyun stüdyoları ya da film yapım stüdyoları gerçekçi 3 boyutlu grafikler yaratmak için bu alanda uzmanlaşmış kişilerden ekipler kurabilmektedir (bkz. görsel 45).



**Görsel 45.** Rebellion firmasına ait iş ilanı.

<https://www.linkedin.com/jobs/search/?currentJobId=3669290669&geoid=92000000&keywords=photogrammetry&location=Worldwide&refresh=true&start=25> Erişim 24.07.2023

3 boyutlu grafikler yaratmak için tıp alanında da yaygın kullanıma sahip fotogrametri DICOM verileri gibi yüksek tutarlıkta sağlamaktadır. Nitekim Hussien vd., fotogrametri ilgili şu bulguları paylaşmıştır;

Bu çalışmada kısa mesafe fotogrametri tekniğinin yeterince doğru olduğu kanıtlanmıştır. Plastik cerrahi, skolyoz ve çocuklarda kafatası deformitesi gibi hastalık teşhisi gibi bazı tıbbi vakalarda 3D bilgi sağlamak için X-ray görüntülemeye alternatif bir çözüm olarak kullanılması tavsiye edilmiştir (Hussien, vd. 2019. s. 211-2012)

Fotogrametri her ne kadar yüksek doğruluk sağlayan bir yöntem olarak öne çıksada DICOM verileri gibi yüzeyin iç kısmı ile ilgili bilgi aktaramaz ve yüzeyin iç kısmı ile ilgili model oluşturamaz. Sadece çekimin yapıldığı yüzeyle ilgili model oluşturabilir.

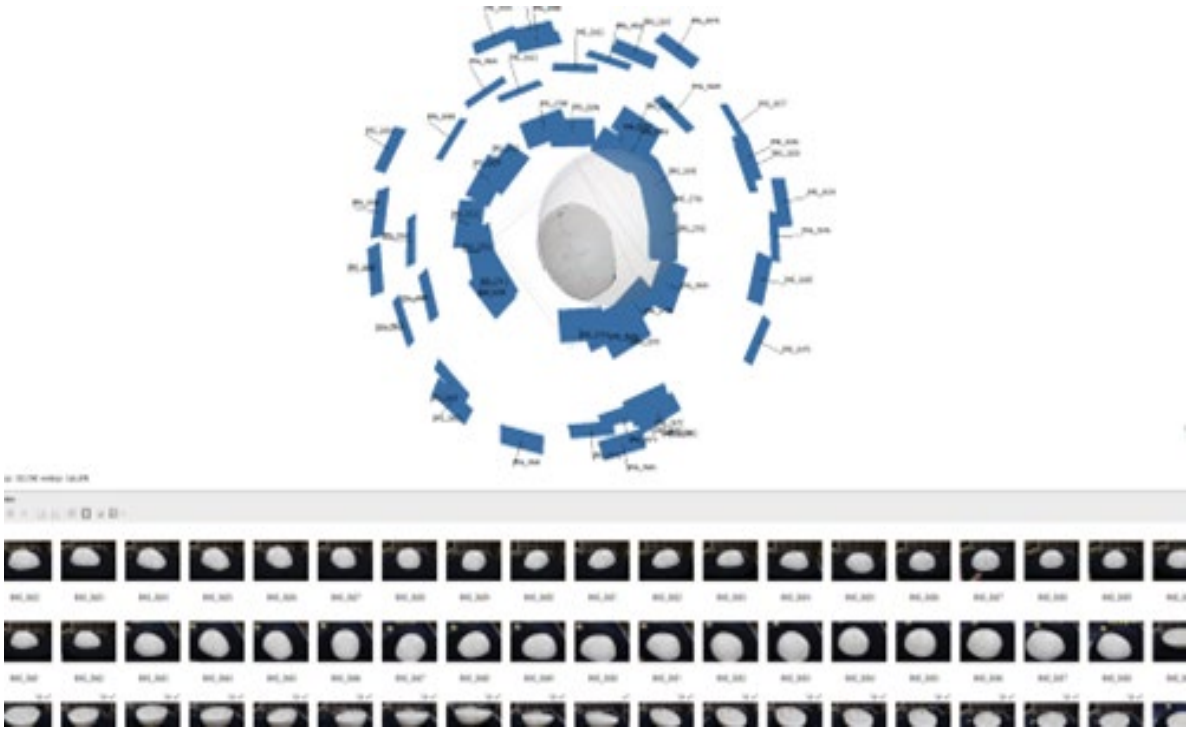
Fotogrametri tekniğini uygulamalı olarak kullanmak için raw ve jpg formatlarında çekimler yapılmış fotoğraflar Agisoft Metashape isimli yazılımda işlenip 3 boyutlu modele dönüştürülmüştür. Oluşturulan bu 3 boyutlu modeller sırasıyla; model 1 (bkz. görsel 46), model 2 (bkz. görsel 47), model 3 (bkz. görsel 48), model 4 (bkz. görsel 49).

<sup>41</sup> Jeodezi; yer ölçümü, yer küre ile ilgili modelleme.

<sup>42</sup> Kartografya, harita yapım bilimi.



Görsel 46. Caner Kahya, 2023, Model 1.



Görsel 47. Caner Kahya, 2023, Model 2.



## 5. TIBBİ İLLÜSTRASYONDA YAPAY ZEKANIN OLANAKLARININ İNCELENMESİ

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi belki de günümüzün en ateşli konularından biridir. Aslında uzun zamandır, kendimizi olduğumuzdan güzel/yakışıklı göstermek, fiziksel olarak hiç gitmediğimiz bir yerde olduğumuzun imajını yaratıp yüzlerce beğeni toplamamızı sağlamak, bir yabancı lisanı çevirmek ya da bir sanat öğrencisinin çalışmasını düzeltmesine yardımcı olmak için, sosyal medya filtrelerinden dijital tasarım programının yardımcı özelliklerine kadar yıllardır hayatımızdaydı. Öncü çalışmaları ise 20. yüzyılın ortalarında yapılmıştır. Anyoha yapay zekanın ilk örnekleri ile ilgili şu sözleri söylemektedir:

Logic Theorist, bir insanın problem çözme becerilerini taklit etmek için tasarlanmış bir programdı ve Araştırma ve Geliştirme (RAND) Corporation tarafından finanse edildi. Birçok kişi tarafından ilk yapay zekâ programı olarak kabul edilir ve 1956'da John McCarthy ve Marvin Minsky tarafından düzenlenen Dartmouth Yapay Zekâ Yaz Araştırma Projesi'nde (DSRPAI) sunuldu. Bu tarihi konferansta McCarthy, büyük bir işbirlikçi çaba hayal ederek, çeşitli alanlardan en iyi araştırmacıları, tam da etkinlikte icat ettiği yapay zekâ terimiyle ilgili açık uçlu bir tartışma için bir araya getirdi (Anyoha, 2017).

İlk zamanlarda dikkatimizi çekmeyen ve insanı taklit etmesi için tasarlanan yapay zekâ 1997 yılında insanlık tarihinin en başarılı satranç ustalarından Kasparov'u yenerek ses getirdi. Artık bizi taklit etmeye çalışmıyordu, bizden başarılı da olabiliyordu. Daha yakın zamana gelindiğinde ise üniversite sınavlarında başarılar elde etmeye başladı (Kelly, 2023). Sanat/Tasarım dünyasında da benzer gelişmeler yaşanıyordu. 2022 yılında Jason Allen isimli bir katılımcı düzenlenen sanat yarışmasına yapay zekaya yaptırdığı eserle katıldı ve kazandı (Roose, 2022). Bu durum kimi sanatçılar için yeni fırsatlar yaratırken kimileri için ise tedirginlik verici idi. Yapay zekâ bazı insanlar için endişe verici olsa da tedirginliklerimizi bir kenara bırakıp yapay zekânın olanaklarını ürün/sanat ya da eserlerimizi zenginleştirmek için kullanmak yerinde bir davranış olacaktır. Çünkü adaptasyon insanoğlunun en güçlü donanımlarından biridir. Yapay zekâ ile ilgili uygulama geliştiren Kim şunları aktarmaktadır:

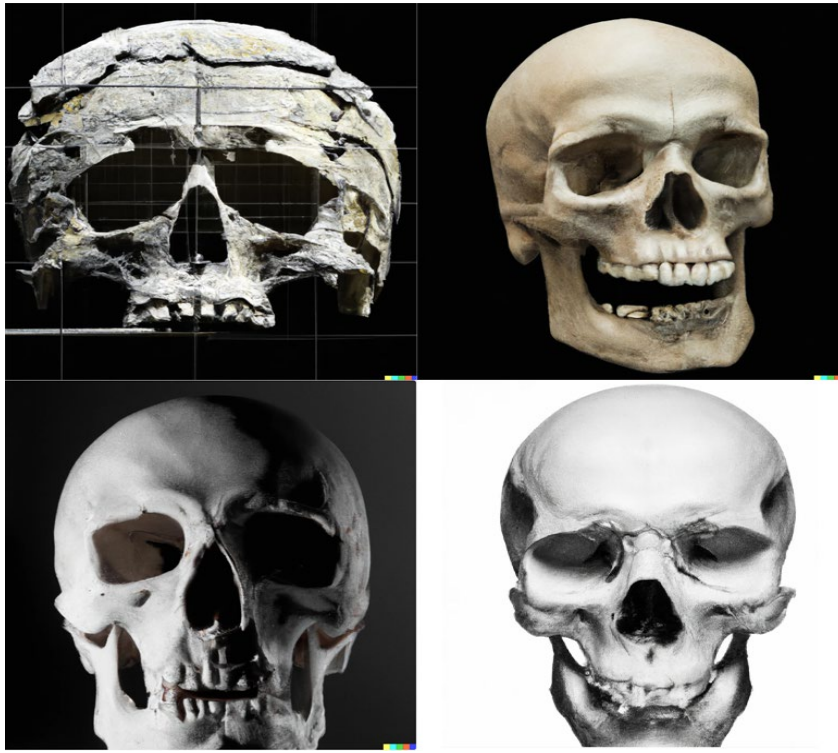
OpenAI'den DALL-E 2 ve Google'dan Imagen'in sunduğu en yeni metinden görüntüye teknolojisi ekranları dünyayı büyüledi. Tamamı yapay zekâ (AI) sistemleri tarafından oluşturulan güzel, şaşırtıcı derecede yaratıcı derlemeler. Bu mümkündür çünkü yapay zekâ, sayısız metin ve resme bakarak doğal dil anlayışını öğrenmiştir. Günümüzün sistemleri, resimlerin yanına metin girildiğinde yeni resimler çıkaracak şekilde eğitildi ve görünüşte farklı olan iki şeyi benzersiz şekillerde birleştirerek, izleyicilerin büyük beğenisini kazandı. Yağlı boya tablo gibi geleneksel bir görüntü, yeni bir şeyi ifade etmek veya tamamen farklı bir duygu uyandırmak için birlikte seçilebilir. Bu, yaratmanın yeni bir yolu (Kim, 2022).

Kim'in de söylediği gibi yapay zekâ yaratmanın yeni bir yoludur. Bu nedenle tıbbi illüstrasyonla ilgili sunabileceği olanaklarının araştırılması gerekmektedir. Yapay zekâ çok

geniş kapsama sahip olup tezin 4. Bölümünde kullanılan yapay zekâ uygulamaları GAN ve benzeri algoritmalar kullanan Generative AI (üretici yapay zekâ) uygulamalarıdır. Kullanım şekillerine göre 4 başlık altında sınıflandırılıp hepsi ile ilgili uygulama yapılmıştır.

### 5.1. Yazıyı Görsele Çevirme

Üretici yapay zekalar içinde en bilineni ve en gelişmişidir. Artstation gibi portfolyo sitelerinden eser sahibinin izni olmadan görseller toplayıp yapay zekanın bu şekilde eğitildiğine dair inançlar ve endişeler oluşturmuş bununla birlikte üretici yapay zekâ ile üretilen tasarımların ön sayfalarda gösterilmesi nedeni ile ciddi protestolar yapılmıştır. (Holiday, 2023). Çalışmada Dall-e<sup>43</sup> (bkz. görsel 50) ve pixray<sup>44</sup> (bkz. görsel 51) kullanarak farklı uygulamalar geliştirilmiştir.



**Görsel 50.** Caner Kahya, 2023, isimsiz. Dall-E, aracılığı ile "Human Skull", "Human Skull, Netter" kelimeleri kullanılarak oluşturulan 2 boyutlu görseller.

<sup>43</sup> <https://openai.com/dall-e-2> Erişim: 07.07.2023

<sup>44</sup> <https://replicate.com/pixray/text2image> Erişim: 07.07.2023



**Görsel 51.** Caner Kahya, 2023, isimsiz. Pixray aracılığı ile "Human Skull" kelimeleri kullanılarak oluşturulmuş 2 boyutlu görsel.

## 5.2. Görseli Başka Görsele Çevirme

Yazı yerine verilen görseli bir başka görsele çevirmektedir. Çalışmada Dall-e kullanılmıştır (bkz. görsel 52). Sol baştaki orjinal Netter'e ait illüstrasyondur ve diğerleri ise Dall-e üretici yapay zekası tarafından oluşturulmuş görseller.

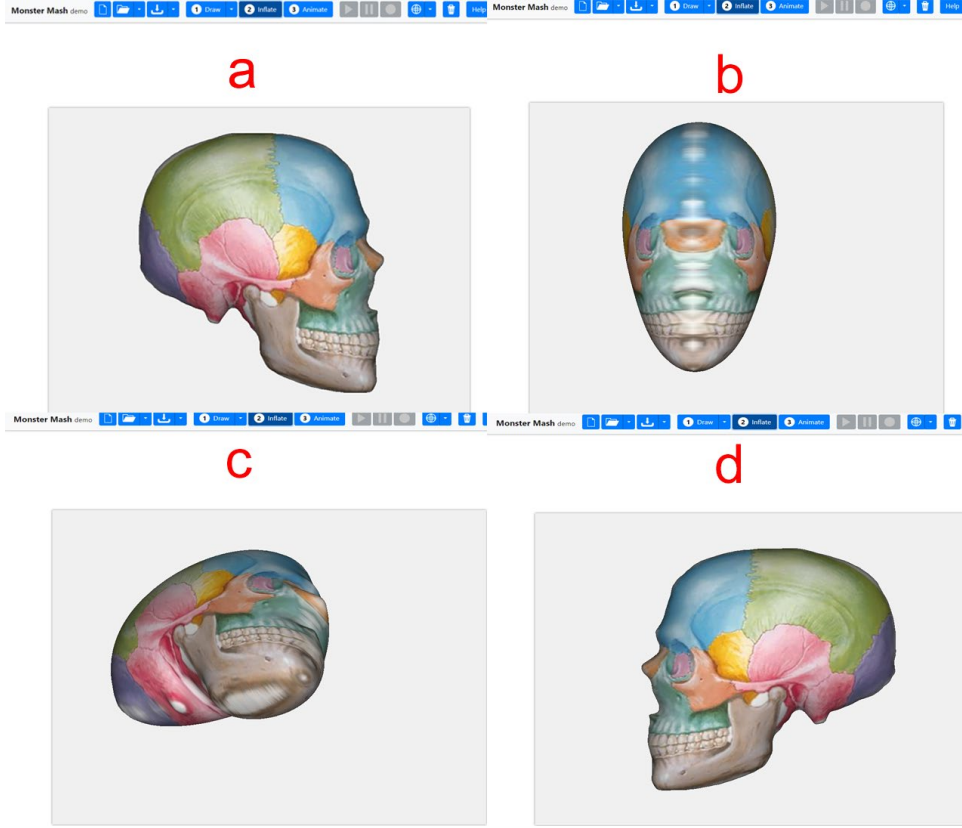


**Görsel 52.** Caner Kahya, 2023, isimsiz. Dall-e, üretici yapay zekâsı kullanılarak oluşturulmuş 2 boyutlu görsel..

## 5.3. İki Boyutlu Görseli, Üç Boyutlu Görsele Çevirme

Yüklenen resmi 3 boyutlu görsele çeviren üretici yapay zekadır. Monster Mash<sup>45</sup> kullanılarak üretilmiştir. Yapay zekaya 3 boyutlu görsele çevirmek için Netter illüstrasyonu yüklenmiştir (bkz Görsel 53).

<sup>45</sup> <https://monstermash.zone/> Erişim: 07.07.2023



**Görsel 53.** Caner Kahya, 2023, isimless. Monster Mash kullanılarak oluşturulmuş görsel. a: Yan görüntü, b: ön görüntü, c: perspektif görüntüsü, d: yan görüntü.

#### 5.4. Yazıyı Üç Boyutlu Görsele Çevirme

Verilen yazılı komut ile 3 boyutlu obje oluşturma teknolojisi, çok yeni teknolojik imkandır. Google Resarch ve Berkeley araştırmacılarının 2022 yılında DreamFusion isimli üretken yapay zekayı duyurması öncülerinden biridir:

...Metinden görüntü oluşturmada son atılımlar, milyarlarca görüntü-metin çifti üzerinde eğitilmiş difüzyon modelleri tarafından yürütülmüştür. Bu yaklaşımı 3B'ye uyarlamak, şu anda hiçbiri mevcut olmayan, etiketlenmiş 3B verilerin büyük ölçekli veri kümelerini ve 3B verileri gürültüden arındırmak için verimli mimarileri gerektirir. Bu çalışmada, metinden 3B'ye sentez gerçekleştirmek için önceden eğitilmiş bir 2B metinden görüntüye difüzyon modeli kullanarak bu sınırlamaların üstesinden geldik. (Poole, vd., 2022. s. 1.)

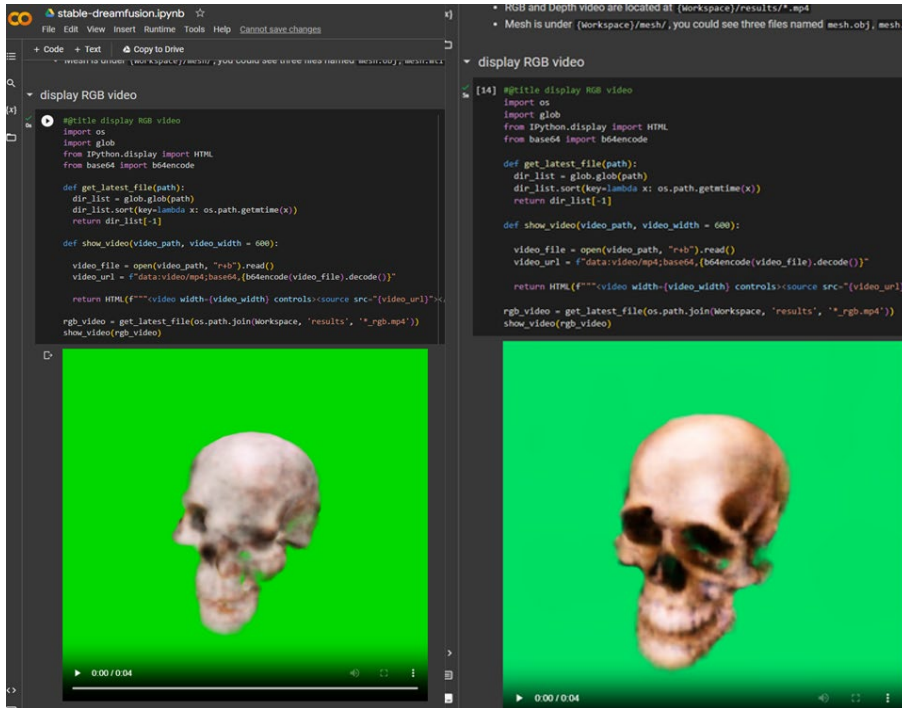
Araştırmada dreamfusion ile oluşturulmuş görüntülerde yayınlanmıştır (bkz. görsel 54). Dream fusion geliştirilme aşamasında olup github üzerinden erişime açılmıştır<sup>46</sup>.

<sup>46</sup> <https://github.com/ashawkey/stable-dreamfusion?s=03> Erişim. 10.05.2023

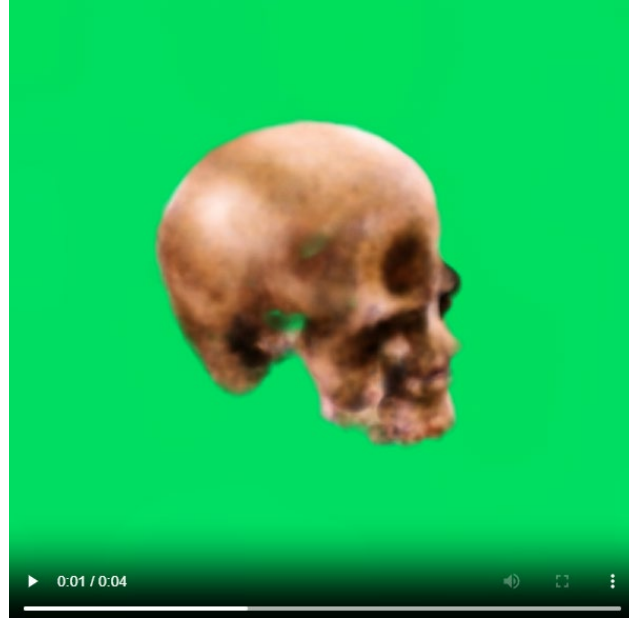


Figure 1: DreamFusion uses a pretrained text-to-image diffusion model to generate realistic 3D models from text prompts. Rendered 3D models are presented from two views, with textureless renders and normals to the right. See [dreamfusion3d.github.io](https://github.com/dreamfusion3d) for videos of these results. Symbols indicate the following prompt prefixes which we found helped to improve the quality and realism:  $\otimes$  a 1024K photo of...  $\text{\textcircled{r}}$  a zoomed out 1024K photo of...  $\text{\textcircled{w}}$  a wide angle zoomed out 1024K photo of...

**Görsel 54.** DreamFusion ile oluşturulmuş 3 boyutlu objeler (Poole, vd., 2022. s. 2.). DreamFusion “Human Neuro Cranial Skull” (bkz. görsel 50, sağ) kelimeleri ve “Human Skull” (bkz. görsel 55, sol). Kelimeleri kullanılarak 3 Boyutlu Model oluşturulmuştur.



**Görsel 55.** DreamFusion kullanılarak Caner Kahya tarafından oluşturulan 3 boyutlu modeller. “Human Skull” kelimesi kullanarak oluşturulan 3 Boyutlu model, ön yüzeyden insan kafatasına benzerlik gösterirken, yan görüşle incelendiğinde hataları, orantı ve şeffaf yüzey gibi hatalar gözleniyor (bkz. görsel 56).

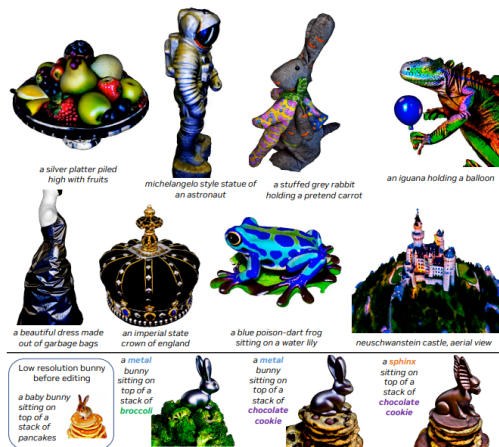


**Görsel 56.** DreamFusion kullanılarak Caner Kahya tarafından oluşturulan 3 boyutlu kafatasının yandan görünüşü.

Yapay zekâ veri işleme gibi konularda lider firmalardan Nvidia araştırmacıların 2023'te yayınladığı makale ile "Magic 3D" isimli üretici yapay zekayı duyurmuştur. Araştırma metninde geliştirdikleri yapay zekanın Dream Diffusion'dan daha başarılı olduğunu şu sözlerle anlatmışlardır:

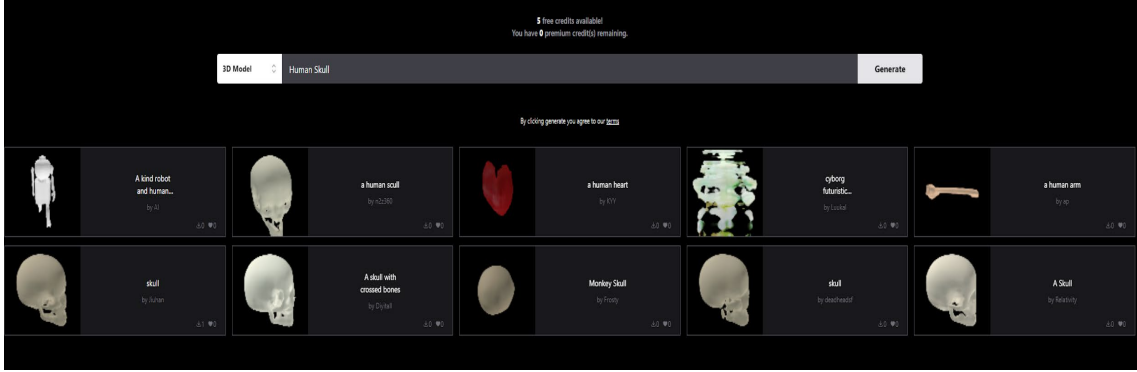
Magic3D adlı yöntemimiz, DreamFusion'dan 2 kat daha hızlı olan (ortalama 1,5 saat sürdüğü bildiriliyor) 40 dakikada yüksek kaliteli 3D örgü modelleri oluşturabilir ve aynı zamanda daha yüksek çözünürlük elde edebilir (Lin, vd., s: 1, 2023).

Magic3D geliştirilme aşamasında olup kullanıma açılmamıştır. Nvidia araştırmacıları yayınladıkları araştırmada Magic3D ile oluşturulmuş 3 boyutlu modellere de yer verilmiştir (bkz. görsel 57).

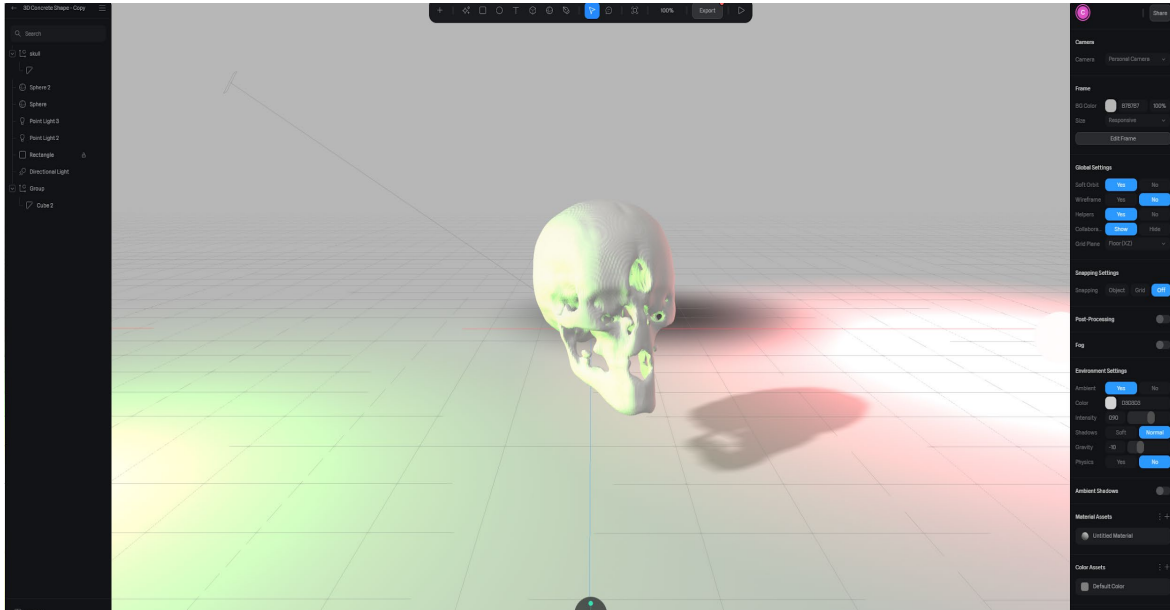


**Görsel 57.** Magic3D ile oluşturulmuş 3D modeller. (Lin, vd., s: 2 2023).

Üretici yapay zeka konusunu bağımsız geliştiricilerin de ilgisini çekmiştir. Latent Labs isimli üretici yapay zekâ <https://www.latentlabs.art/> (Erişim: 07.07.2023) adresinden online olarak kullanılmaya açılmıştır. Site üzerinde “Human Skull” (Bkz görsel 58) ve “Neuro Cranial” kelimeleri ile 3 boyutlu modeller oluşturulmaya çalışılmış, bunlardan sadece “Human Skull” kelimeleri ile model oluşturulabilmiştir.



**Görsel 58.** Caner Kahya tarafından Latent labs ile oluşturulan 3 boyutlu modeller 07.07.2023. Latent Labs üretici yapay zekâsı tarafından oluşturulan 3 boyutlu model, spline.ai<sup>47</sup> isimli 3 boyutlu objeleri online görüntülemeye olanak sağlayan platforma aktararak görüntülenmesi sağlanmıştır (bkz. görsel 59).



**Görsel 59.** Caner Kahya. İsimsiz. spline.ai kullanılarak yapılan görselleştirme.

Uygulama örneklerinden de anlaşılacağı üzere yazıdan 2 boyutlu ve 3 boyutlu model üretme aşamasında “Tıbbi İllüstrasyon” konusu için ile üretici yapay zekâ henüz yeterli değildir.

<sup>47</sup> <https://spline.design/ai> Erişim: 07.07.2023.

Farklı üretici yapay zekâları kullanılarak üretilen çalışmalardan Dall-e'nin ürettikleri umut vaad etse de genel itibari ile yetersiz görseller olduğu söylenebilir. Poole'un de belirttiği gibi üretici yapay zekâ milyarlarca görsel kullanılarak eğitilmiştir. Tıbbi illüstrasyonun fazla önemsenmeyen ve sınırlı sayıda görsel oluşturulan bir alan olduğu göz önüne alınırsa, üretici yapay zekanın tıbbi illüstrasyon için kullanılabilir görsellerin oluşturulması yakın zamanda pek mümkün gözüküyor.

## 6. BÖLÜM: FOTOGRAMETRİ TEKNİĞİ KULLANARAK CRANIUM YAPISI İÇİN 3 BOYUTLU DİJİTAL ÖĞRETİM MATERYALİ OLUŞTURULMASI

Bilginin katlanma hızına 2. bölümde yer verilmişti. Artan bilgi birikimi teknolojininde hızlı gelişmelere yol açarak kuşaklar arasında dijital göçmenler ve dijital yerliler olarak kategorize edilen iki farklı sınıfın oluşmasına yol açmıştır (Prensky, 2001, s.1-2). Prensky dijital yerlileri ise şu sözlerle ifade etmiştir.;

Bugün öğrencilerimiz bilgisayarların, video oyunlarının ve internetin dijital dilini "ana dilini konuşanlar" konumundadırlar. (Prensky, 2001, s.1-2),

Akıllı telefonlar, video oyunları ve kesintisiz internet gibi teknolojilerle büyüyen bu bireyler Gillis'e göre neredeyse tüm hayatlarını dijital cihazlar, sosyal medya medya ve bilgisayarla çevrili olarak geçiriyor (Gillis, 2020). Dijital ortamda yetişen bireylerin davranışları, değer yargıları ve önem verdikleri şeylerde önceki nesilden farklı olmaktadır. Bu değer arasında aciliyet, erişebilirlik, özgür erişim bulunmaktadır (Cornu, 2011). Klasik öğretim materyallerinin bu değerlere tam olarak cevap vermekte yetersiz kaldığı söylenebilir. Nitekim dijital öğretim materyallerine, cep telefonu, tablet gibi dijital cihazlar aracılığı ile kolayca ulaşılabılırken, aynı şeyi basılı materyaller için söylemek mümkün değildir. Dijital yerlilerin teknolojiyi anadili gibi bilmeleri dijital eğitim/öğretim materyallerinin öğrenme ortamlarına entegre edilmesini önemli hale getirmiştir. Bouronikos teknolojinin derslere entegre edilmesi için şu sözleri söylemiştir;

...dersleri daha etkileşimli ve katılımcı hale getirmek için dijital araçların sınıfa entegre edilmesi yardımcı olacaktır. Teknolojiye en çok genç öğrencilerin aşına olması nedeniyle teknolojinin rolü burada hayati önem taşıyor. (Bouronikos, 2021).

McNeely ise yaptığı çalışmada dijital yerlilerin eski nesilden farklı olduğunu görsel yardımlar, takım çalışması, sosyal etkileşim gibi yöntemlerle öğrendiğini belirtmiştir. McNeely aynı zamanda geleneksel yöntemlerin günümüz öğrencilerinin potansiyellerini karşılayamadığını ve sınıflardaki ortamın yeniliğe uyum sağlaması gerektiğini belirtmiştir (McNeely, 2005, 4.1-4-10). Bütün bunlar göz önüne alınınca öğretim materyallerinin dijital yerlilerin beklentilerine uygun şekilde hazırlanması önemli hale gelmektedir. Bu nedenle fotogrametri tekniği kullanılarak Cranium anatomik yapısı ile ilgili, internet olan bütün platformlardan, kolayca ulaşılabilen 3 boyutlu tıbbi illüstrasyon yapılacaktır.

### 6.1. Uygulamanın Amacı

Teknolojinin farklı alanlarında yaşanan değişiklikler bilgi edinme yöntemimizden, görsel algımıza kadar bizi birçok alanda etkiledi. Tıp alanı son 25 yılda ağ ve görüntüleme teknolojileri sayesinde yeni imkanlar kazanmıştır. Bu yenilikler insanı tamamen görünür hale getirip araştırmacı ve öğrencilere yeni imkanlar sunmuştur (Tsafrir ve Ohry, 2001, s.

108). Yenilikler, okul ve öğrenme ortamlarının yapısında değişimi zorunlu kılmıştır (Parlar, H., s: 193-204). Tıp öğrencilerinin hareketli platformlara olan ilgisini ölçmek için Küçük tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin hareketli platformlar için geliştirilecek uygulama önerisine yaklaşımlarının olumlu olduğu belirtilmiştir (Küçük, S. 2015, s. 103). Erolin vd., 3 boyutlu anatominin öğretmeye ve öğrenmeye yardımcı olmak için kullanılmasının son 10 yılda yaygın hale geldiğini belirtmiştir (Erolin vd.,2019, s: 1). Matzner vd, yaptıkları çalışmada kitap okumanın yeni nesil öğrenciler için sıkıcı olduğunu, insan anatomisi çalışmalarına teknolojik unsurların eşlik etmesi gerektiğini ve öğrencilerin derslerin bir parçası olarak 3 boyutlu modelleri talep ettiklerini belirtmiştir Matzner vd, 2020. s. 1691). Kadavralar tıp eğitiminde yaygın olarak kullanılsa da kadvraların eğitim materyali olarak kullanımı bazı sorunları beraberinde getirir. Bunlar; yetişmiş personele ihtiyaç duyulması, diseksiyon için uygun sayıda ceset olmaması nedeni ile fazla öğrenci yükü olması, yüksek bakım maliyeti ve cesetle fazla temas nedeni ile maruz kalınan sağlık riskleri gibi sorunlardır (Hasan T., 2011 s: 4). Ayrıca kadvralar tek başına eğitim için yeterli bir kaynak değildir. Kimi anatomik yapıların kadavra üzerinden anlaşılması zordur veya mümkün olmamaktadır (Hu A., vd., 2009, s: 667-668). Bununla birlikte kadvralar tıbbi eğitim ve öğretimin temel unsurlarından biri olduğu algısı artık değişmeye başlamıştır. Nitekim Cleaveland Clinic Lerner Tıp fakültesi başkanı Young, 2019 da kadvrasız eğitim programı açmıştır. Young; kadvraların gerçek vakalardan farklı gözüktüğünü bu farklılığın öğrenmeyi engelleyebileceğini belirtmiş ve kadvralardan çalışan bazı öğrencilerin gerçek vakalarda zorlandıklarını söylediklerini aktarmıştır (Gholipour, 2019). İngilterede yer alan Exeter Tıp fakültesi ise gerçek kadavra diseksiyonunu müfredatından çıkarıp bir öok farklı modül kullanmaya başlamıştır (University of Exeter, t.y.)

Tıbbi illüstrasyon, uzun zamandır anlamayı kolaylaştıran, tıp bilimine katkı sağlayan ve kadvraların sınırlılıklarına sahip olmayan yardımcı materyallerin oluşturulmasına olanak sağlamıştır. İkinci bölümde de yer verildiği gibi illüstrasyon, anlaşılır yapmak, olanak sağlamak, görünür kılmak anlamlarına gelmektedir ve bu amaçlara hizmet etmesi için kullanılmaktadır. Anlaşılır yapma, görünür kılmak amaçlara hizmet etmek için 3 boyutlu grafikler oluşturmaya olanak sağlayan teknolojileri kullanılarak "Cranium<sup>48</sup>" isimli anatomik yapıya ait, 3 boyutlu tıbbi illüstrasyon oluşturulacaktır ve bu illüstrasyon sketchfab sitesine yüklenerek öğretime yardımcı dijital materyal oluşturulacaktır.

## 6.2. Uygulamanın Materyal Metodu

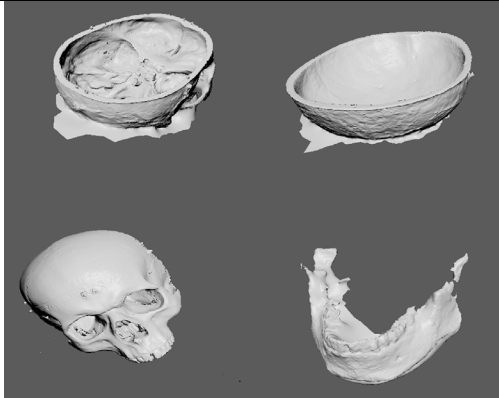
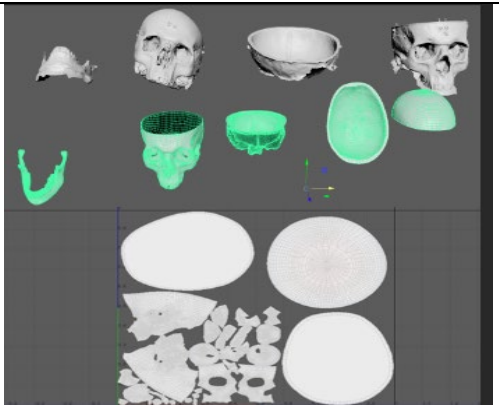
---

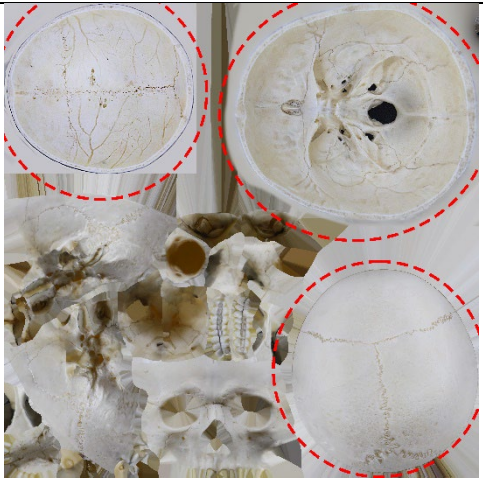
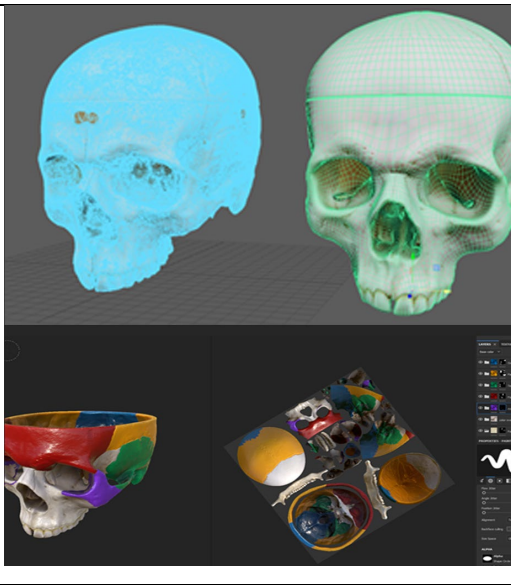
<sup>48</sup> Skull, kafatası.

Bu bölümde uygulama önerisine ilişkin gerçekleştirilen illüstrasyonların teknik ve teknolojik açıklamaları yer almaktadır. Uygulamada fotogrametrik teknikler kullanılırken, Maya, Zbrush, Substance Painter, Photoshop, Meshlab ve Sketchfab yazılımları ile ürüne dönüştürülmüştür.

Bu üründe Frontal bone (Os frontal, TA 520), Sphenoid (Os sphenoidum, TA 584), Temporal bone (Os temporale, TA 641), Parietal bone (Os parietal, TA 504), Occipital bone (Os occipitale, TA 552), Ethmoid Bone (Os ethmoidum, TA 721), Zygomatic Bone (Os zygomaticum TA 818, Lacrimal Bone (Os lacrimale, TA 744), Palatine Bone (Os palatinum, TA 798), Inferior nasal concha (Concha inferior nasi, TA 3151), Maxilla (Maxilla, TA 756), Vomer (Vomer, TA 751), Nasal Bones (Os nasale, TA 748), Mandible (mandibula, TA 835) yapılarına yer verilmiştir. Referans kaynak olarak Netter Renkli Atlas 7. baskı kitabının 8 numaralı bölüm (Head and Neck) kullanılmıştır.

Uygulama 4 aşamadan oluşmaktadır; 1) Ham fotogrametri çıktılarına ait 4 modelin oluşturulması 2) Bu 4 modelin işlenip yüzey bilgilerinin başka modele aktarılabilir hale getirilmesi ve klonlarının birleştirilebilir hale getirilmesi. 3) Modelere ait kaplamaların (texture) işlenip birleştirilebilir hale getirilmesi. 4) Modellerin ve textureların birleştirilip Anatomik yapılara ait renklendirme yapılması ve Sketchfab'a yüklenmesi. Aşamalar ilgili tabloda verilmiştir.

<p>1) Ham fotogrametri verilerinin elde edilmesi.</p>	<p>Çekilen fotoğraflar MeshLab isimli yazılımla işlenip 3 boyutlu model haline getirilmiştir.</p>	
<p>2) Modellerin işlenmesi.</p>	<p>Maya programında quad draw ve poligon modelleme ile 4 modelin klonları yapılmı. Uv haritaları açılmıştır.</p>	

<p>3) Textureların birleştirilmesi.</p>	<p>Modeller ayrı baka edildiği için textureların tek alanda uv kordinatları ile eşleşecek şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir.</p>	
<p>4) Modellerin ve textureların birleştirilmesi.</p>	<p>Yaptığımız klon modellere texture ile yüzey ve renk bilgilerinin eklenmesi gerekmektedir.</p>	

**Tablo 1.** Uygulama önerisi yapım aşamaları

### 6.3. İçerik Hazırlanması Hakkında Uzman Görüşü Alınması

Tıbbi İllüstrasyonun iki disiplini bir araya getirmesi nedeni ile içerikler planlanırken ve hazırlarken ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi akademisyenlerinden, Prof. Dr İlkan Tatar'a, Prof. Dr. M. Mustafa Aldur'a ve Doç. Dr. Şahin Hanalioğlu'na sorular yöneltilmiş veya görüş alınmıştır.

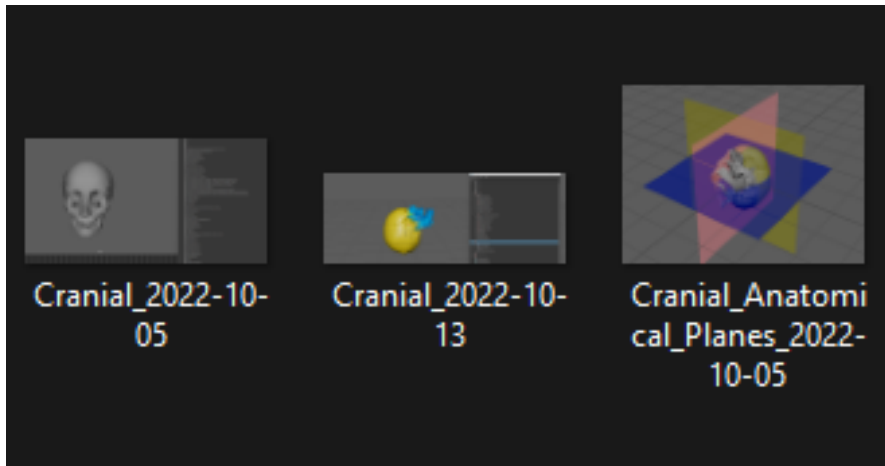
03.10.2022, 21.01.2023, 02,04,2023 tarihlerinde Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. İlkan Tatar ile yüzyüze uzman görüşmeleri yapılmıştır. 08.05.2023 tarihinde ise fotogrametri çalışmalarına ait örnekler WhatsApp üzerinden paylaşılmıştır. Görüntüler İlkan Tatar tarafından beğenilmiştir.

Uzman görüşmesinden bağımsız olarak 17.11.2022 tarihinde "Prof. Dr. M. Mustafa Aldur ile Söyleşi-Medical İllüstrasyon: Kişisel Deneyimler" isimli söyleşiye katılmış DICOM verilerinin kullanımı ve öğretim materyali hazırlanması ile ilgili sorular yönetilmiştir.

11.23.2022, 17.01.2022 tarihlerinde Hacettepe Tıp Fakültesi tarafından düzenlenen 'Cerrahi Nöroanatomide Yeni Ufuklar" isimli seminer serisine katılmış. Simülasyon, Fotogrametri, 3D boyutlu modelleme alanlarında çalışmalar yapan öğretim üyelerine sorular yöneltilmiştir.

Anatomi anabilim dalı öğretim Üyesi Prof. Dr. İlkan Tatar ile yapılan ilk görüşmede (03.10.2022, saat 14.00-15.30):

1) Öğretim materyallerinin dijitalleştirilmesi, 2) içerik için 3 boyutlu model oluşturulması, 3) oluşturulan üç boyutlu modelde terminoloji kullanarak etiketleme yapılması, 4) çalışma sırasında yüksek bilimsel tutarlılık sağlayacak yöntemlerin kullanılması, 5) üç boyutlu modelin Unreal<sup>49</sup>/Unity<sup>50</sup> gibi gerçek zamanlı gösterime olanak sağlayan modern oyun/görselleştirme motorlarında kullanılmaya uygun hale getirilmesi, 6) kafatası bölgesinin uygulama için uygun olabileceği konuları konuşulmuş. İkinci görüşmede (21.01.2023, saat 12.30-14.00), 1) üç boyutlu eskiz kafatası modeli gösterilmiş (bkz. görsel 60), 2) uygulama için kafatası modeline karar verilmiş, eskiz niteliğinde yapılan kafatası modelindeki hatalı yapılar belirlenmiş. İlkan Tatar tarafından, kesinliği daha yüksek çalışma yapılması önerilmiş, 3) kafatasının iç yapılarının da gösterilmesi kararlaştırılmıştır (en azından bir bölgesinin). 02.04.2023 tarihinde fotogrametri ve lidar teknikleri üzerine görüşülmüş fikir alışverişi yapılmıştır. 08.05.2023 tarihinde fotogrametri ile ilgili yapılan örnek WhatsApp üzerinden gösterilmiş, çalışmalar Tatar tarafından yeterli bulunmuştur. Kafatasının iç kısmının da görselleştirilmesi tavsiye edilmiştir.



**Görsel 60.** Caner Kahya, 2022, Kafatasına ait 3 boyutlu eskiz çalışması.

<sup>49</sup> Unreal Engine: Dünyanın en fazla kullanılan oyun motorlarından biridir. Havelsan ile protokolleri bulunup, ciddi oyun/simülasyon uygulamalarında kullanılabilir.

<sup>50</sup> Unity Game Engine: Dünyanın en fazla kullanılan oyun motorlarından biridir. Genellikle mobil uygulamalar için tercih edilir.

17.11.2022 “Prof. Dr. M. Mustafa Aldur ile Söyleşi-Medical İllüstrasyon: Kişisel Deneyimler” (<https://www.youtube.com/watch?v=0-iF96bLquQ&t=3805s> Erişim: 14.08.2023) isimli söyleşi sırasında M. Mustafa Aldur’a DICOM verileri, bunların kullanılması ve öğrenme amaçlı materyal hazırlanması ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Aldur, DICOM verilerinin 3 boyutlu modele dönüştürülmesi sırasında bozulmalar olabildiği bilgisini paylaşmıştır. Ayrıca materyal hazırlanması ile ilgili soruya; tıbbi illüstrasyon özelinde ve öğrenci düzeyinde yetenekli bir sanatçının yapabileceklerinin DICOM verilerinden çok daha fazlasını verebileceğini belirtmiştir.

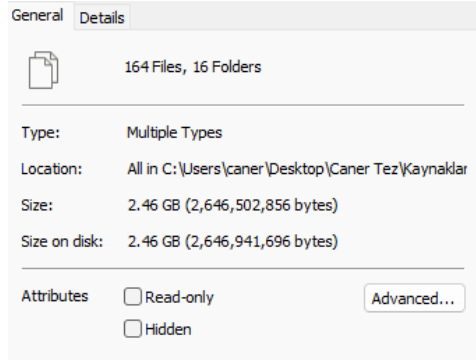
11.23.2022 tarihinde Hacettepe Tıp Fakültesinde düzenlenen “Cerrahi Nöroanatomide Yeni Ufuklar”([https://www.youtube.com/watch?v=nNYql\\_g2myU](https://www.youtube.com/watch?v=nNYql_g2myU) Erişim: 04.08.2023), isimli seminerin birinci bölümünde “ Nöroşirurjik Planlama, Eğitim ve Araştırmayı Geliştirmek için Görüntüleme, Fotogrametri, 3D Modelleme, Genişletilmiş Gerçeklik ve Makine Öğreniminin Entegrasyonu” başlığı altında sunum yapan Hacettepe Tıp Fakültesi öğretim görevlilerinden Doç. Dr. Şahin Hanalioğlu’na, 3 boyutlu model oluştururken karşılaştığı sorunlar ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Hanalioğlu, fotogrametrik yöntemlerle yapılmış modellerde texture transferinin teknik olarak zorluklarından bahsetmiş, konu ile ilgili uğraşlarının devam ettiğini, teknolojik çözümler bulmaya çalıştıklarını, bu yöntemlerin film endüstrisinde çok yapıldığını fakat bu tür teknolojinin birikimin bilim alanında ya da herkezin erişebileceği düzeyde olmadığını belirtmiştir.

#### **6.4. İçerik Planlaması**

İçeriklerin planlanması sırasında arşiv taraması yapılmış ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi öğretim üyelerinden Prof. Dr. M. Mustafa Aldur, Prof. Dr. İlkan Tatar ve Doç. Dr. Şahin Hanalioğluna sorular yöneltilmiştir. 17.07.2023 tarihli tez savunmasında yapılan olumlu eleştiriler dikkate alınarak düzenlemeler yapılmıştır.

Yapılan arşiv taramasında; illüstrasyon, tıbbi illüstrasyon bilimsel illüstrasyon, dijitalleşme, dijitalleşme ve eğitim, dijital dünyada eğitim ve öğretim, 3 boyutlu grafikler, 3 boyutlu grafiklerin illüstratif kullanımı, 3 boyutlu grafiklerin eğitim/öğretim materyali olarak kullanılması, eğitim/öğretim materyali, dijital/sanal ortamların öğrenmeye etkisi, sketchfab’ın eğitim/öğretimde kullanılması, tıbbi görüntüleme yöntemleri, tıbbi modelleme, dijital görüntüleme yöntemleri, dijital tarama yöntemleri, veri görselleştirme, fotogrametri, DICOM, CT, MRI, DICOM ve fotogrametri kıyaslamaları, tıbbi fotoğrafçılık, anatomik terminoloji, tıbbi terminoloji, terminoloji kullanmanın önemi, anatomi atlasları, yapay zeka, yaratıcı yapay zeka kelimelerinin kullanılarak türkçe ve ingilizce olarak google akademik, MedHub, yök veritabanı, hacettepe üniversitesi grafik bölümü tez veritabanı ve

google kullanılarak arşiv taraması yapılmıştır. 23.07.2021-20.05.2023 tarihleri arasında incelenen araştırmalardan içinden 148 yazılı kaynak faydalı bulunup, tez yazımı sırasında faydalı olacağı düşünülerek kaydedilmiştir (bkz görse 61).



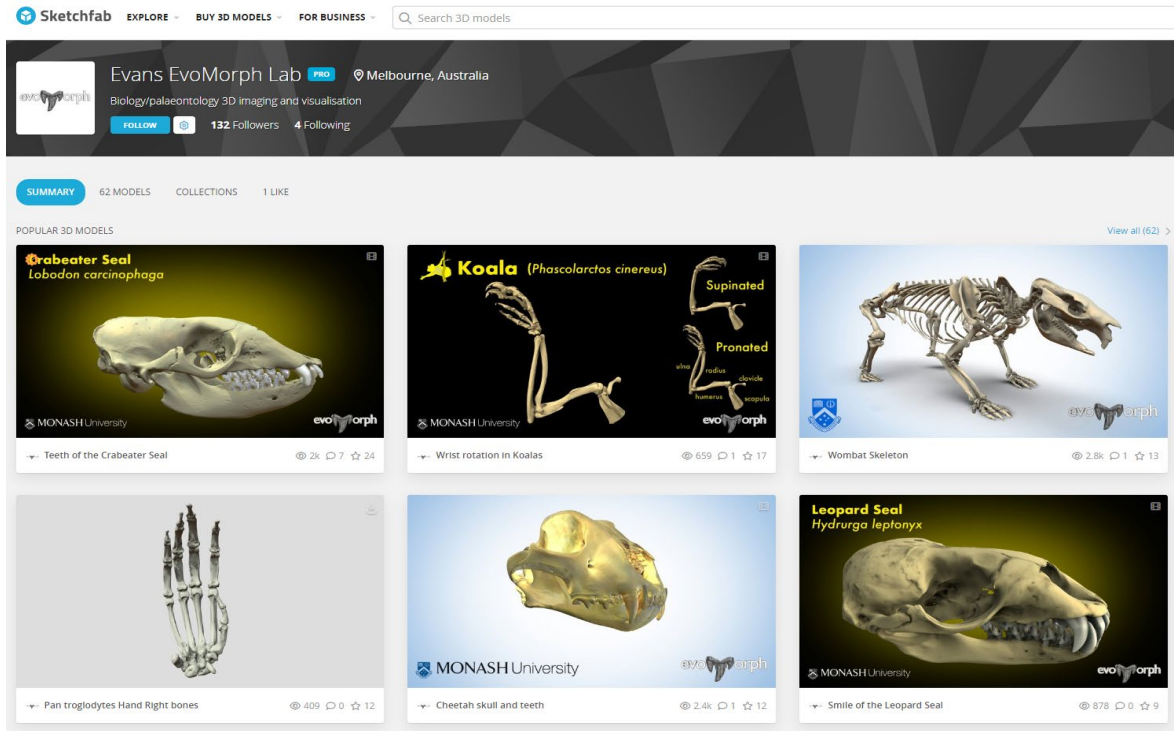
**Görsel 61.** Derlenen yazılı kaynak sayısı.

Prof. Dr. İlkan Tatar'a yapılan görüşmelerde Tatar, eğitim/öğretimde kullanılan materyallerin dijitalleştirilmesi konusuna önemini belirtmiştir. Yapılan alan taramasında da "dijital yerliler" olarak isimlendirilen grubun eğitimde dijital ortamları tercih ettiği görülmüştür, Tubsiad'ın<sup>51</sup> internet sitesinde yer alan raporda ise türkiyede ortalama cep telefonu kullanma oranınının 7 saatin üzerinde olduğu ve bireylerin %90'dan fazlasının cep telefonuna sahip olduğu belirtilmiştir (Tubsiad, 2021). İçeriğin erişilebilir olması istenmesi nedeni ile uygulama önerisinin cep telefonlarında da kullanılabilir olması planlanmıştır. 3 boyutlu modellerin tıbbi eğitim/ öğretim için yardımcı materyal olarak sıklıkla kullanılması nedeni ile çalışmanın 3 boyutlu yapılması planlanmıştır. Ayrıca Nicholson vd., etkileşimli 3 boyutlu modellerin anatomi öğretiminde faydalı olduğu belirtmiştir (Nicholson vd., 2006, s. 1086). Dolayısı ile oluşturulacak uygulama önerisi ile etkileşime geçilebilmesi planlanmıştır.

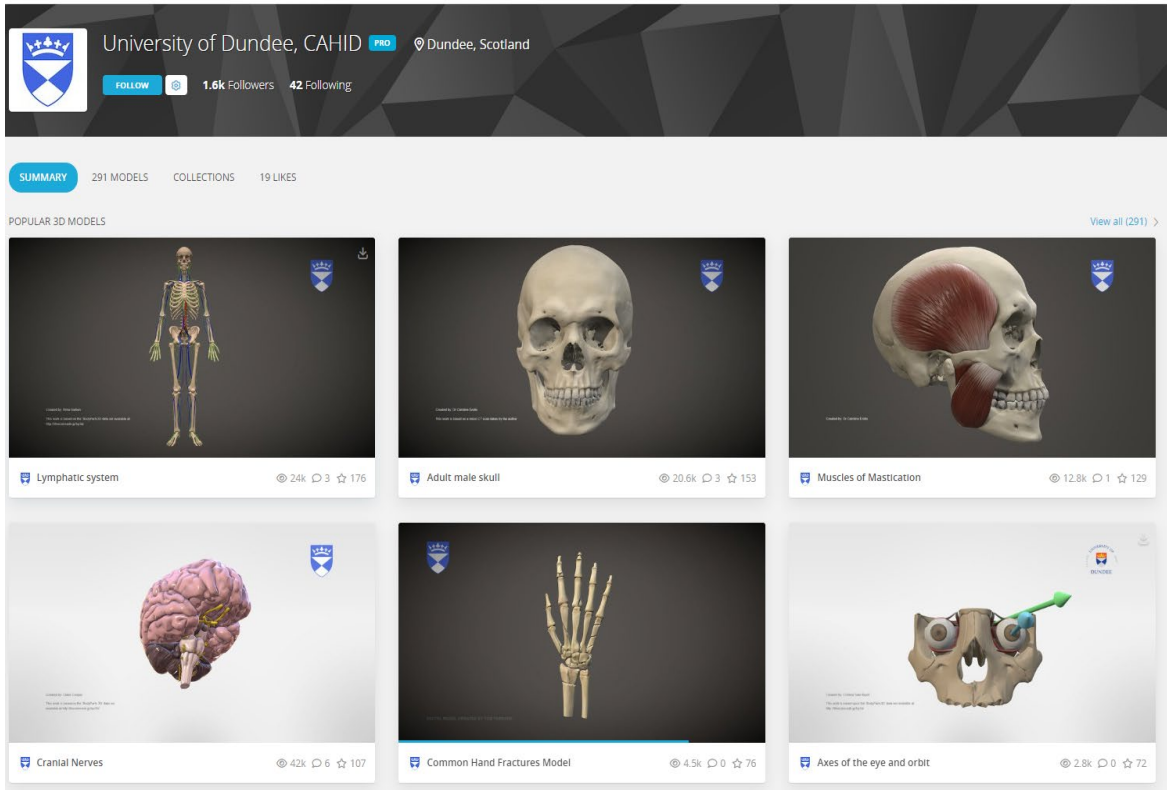
Sketchfab isimli internet sitesi, internet bağlantısı olan her cihazda çalışabilmesi, yüklenen 3 boyutlu modellerle etkileşime girmeye izin vermesi, VR desteği sağlaması, erişim için üyelik ücreti istememesi ve gelişmiş ülkeler statüsünde yer alan ülkelere ait üniversitelerin de öğretmeyi ve öğrenmeyi kolaylaştırmak için Sketchfab'ı tercih etmesi nedenleri ile tercih edilmiştir. Sketchfab sitesinde yapılan araştırmada üniversitelerin, eğitim kurumlarının, görselleştirme laboratuvarının ve araştırmacıların oluşturduğu benzer örnekler araştırılmıştır. Bu örnekler; Monash Üniversitesi/Evas EvoMoprh Lab (Avustralya) (bkz görsel 62), Dundee Üniversitesi (İskoçya) (bkz. görsel 63), Ohio Üniversitesi/WitmerLab (Amerika Birleşik Devletleri) (bkz. görsel 64), Rhode Adası Tasarım Okulu/Edna Lawrance

<sup>51</sup> Tubsiad: bilişim sanayicileri derneği.

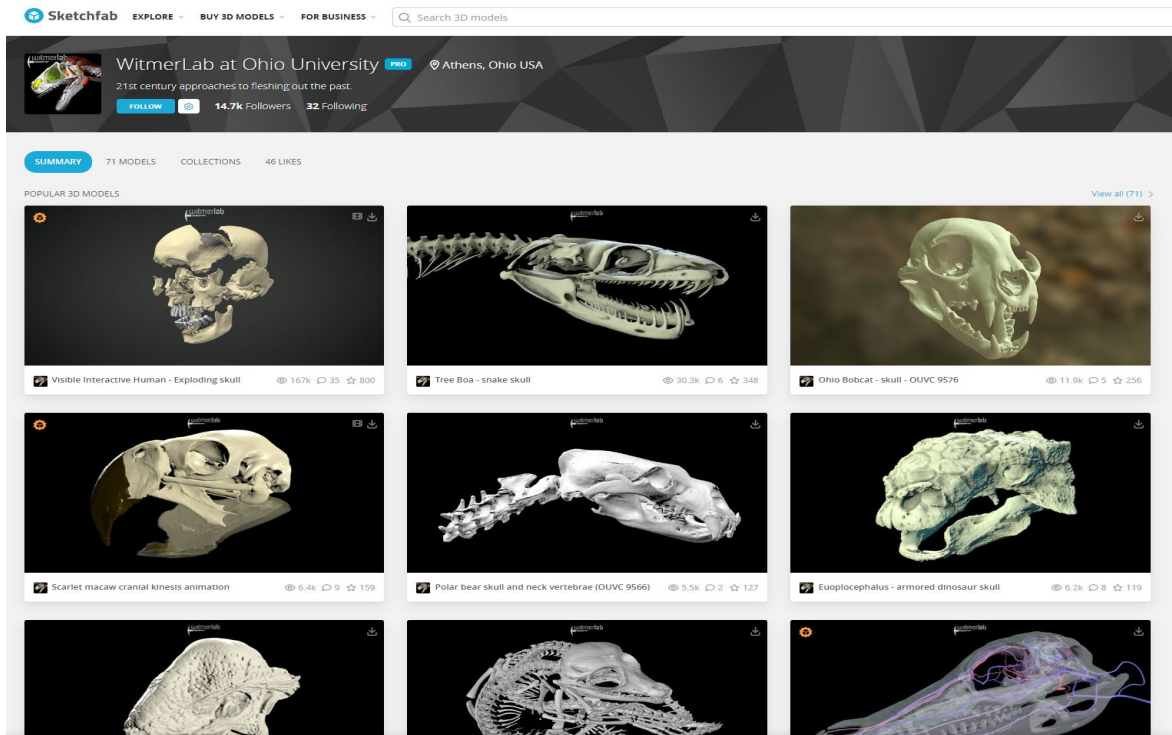
Nature Lab (America Birleşik Devletleri) (bkz görsel 65), Oregon State Üniversitesi, E-kampüs (Amerika Birleşik Devletleri) (bkz görsel 66), Lund Üniversitesi/3D Lab/ (İsviçre) (bkz. görsel 67), Valensiya Üniveritesi (İspanya) (bkz. görsel 68), New Castle Üniversitesi (İngiltere) (bkz görsel 69), UniLaSalle/Geo Lab (Fransa) (bkz. görsel 70), Viktorya Üniversitesi (Kanada) (bkz. görsel 71), Norveç Kutup Üniversitesi (Norveç) (bkz. görsel 72), Groningen Üniversitesi (Hollanda) (bkz. görsel 73). Örnekler bunlarla sınırlı olmayıp Sketchfab internet sayfasının birçok bağımsız araştırmacı ve eğitim kurumunca eğitim amaçlı kullanıldığı görülmüştür.



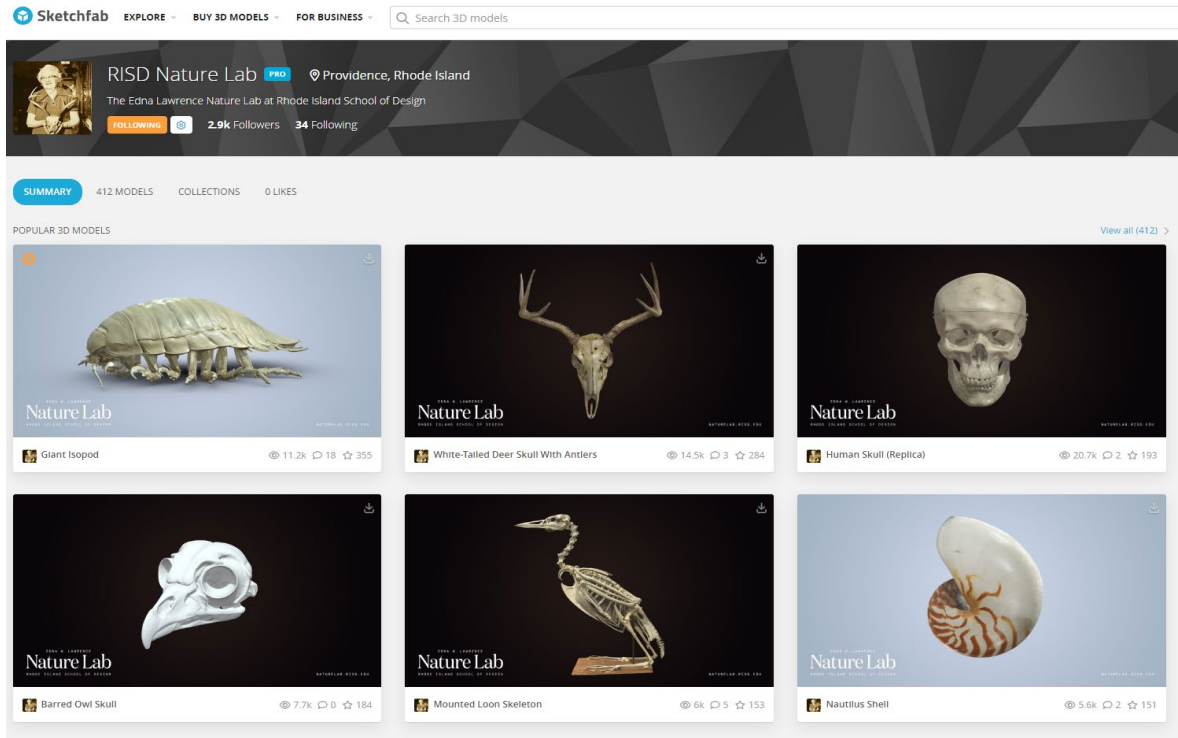
Görsel 62. Monash Üniversitesi, EvoMorph Lab. Sketchfab Sayfası. <https://sketchfab.com/arevans>  
Erişim: 16.08.202.



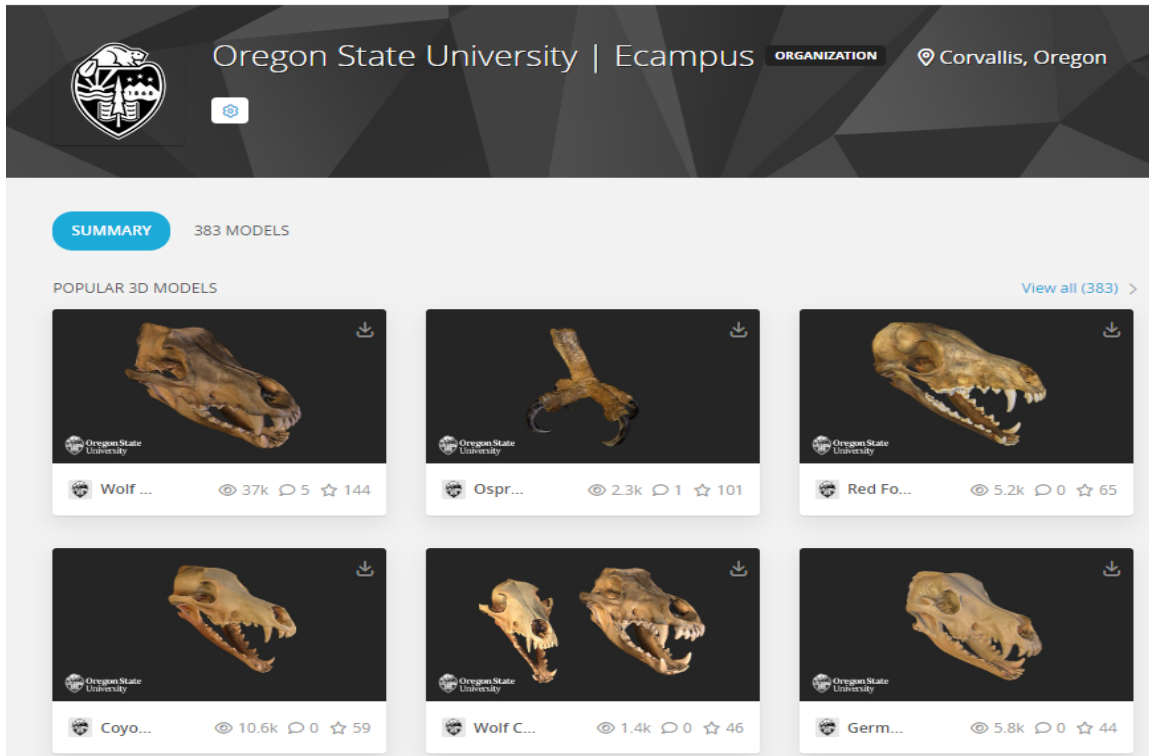
**Görsel 63.** University of Dundee. Sketchfab Sayfası. [https://sketchfab.com/anatomy\\_dundee](https://sketchfab.com/anatomy_dundee) Erişim: 16.08.2023



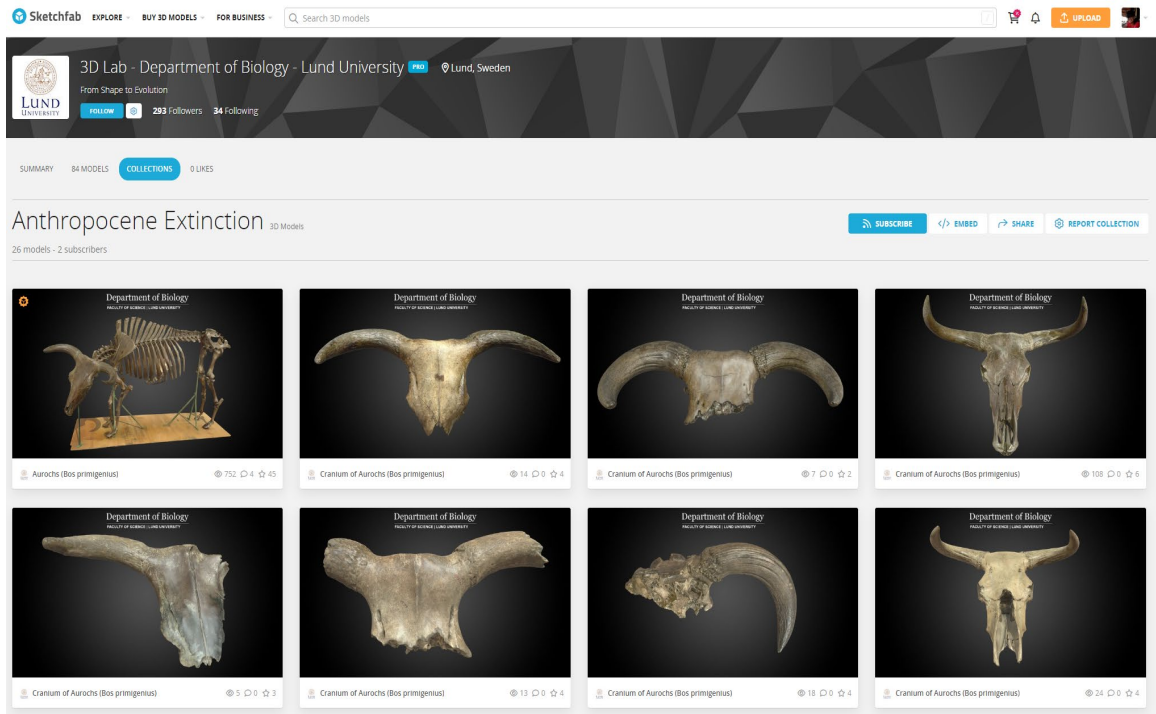
**Görsel 64.** Ohio University, Witmer Lab. Sketchfab sayfası: <https://sketchfab.com/witmerlab> Erişim: 16.08.2023



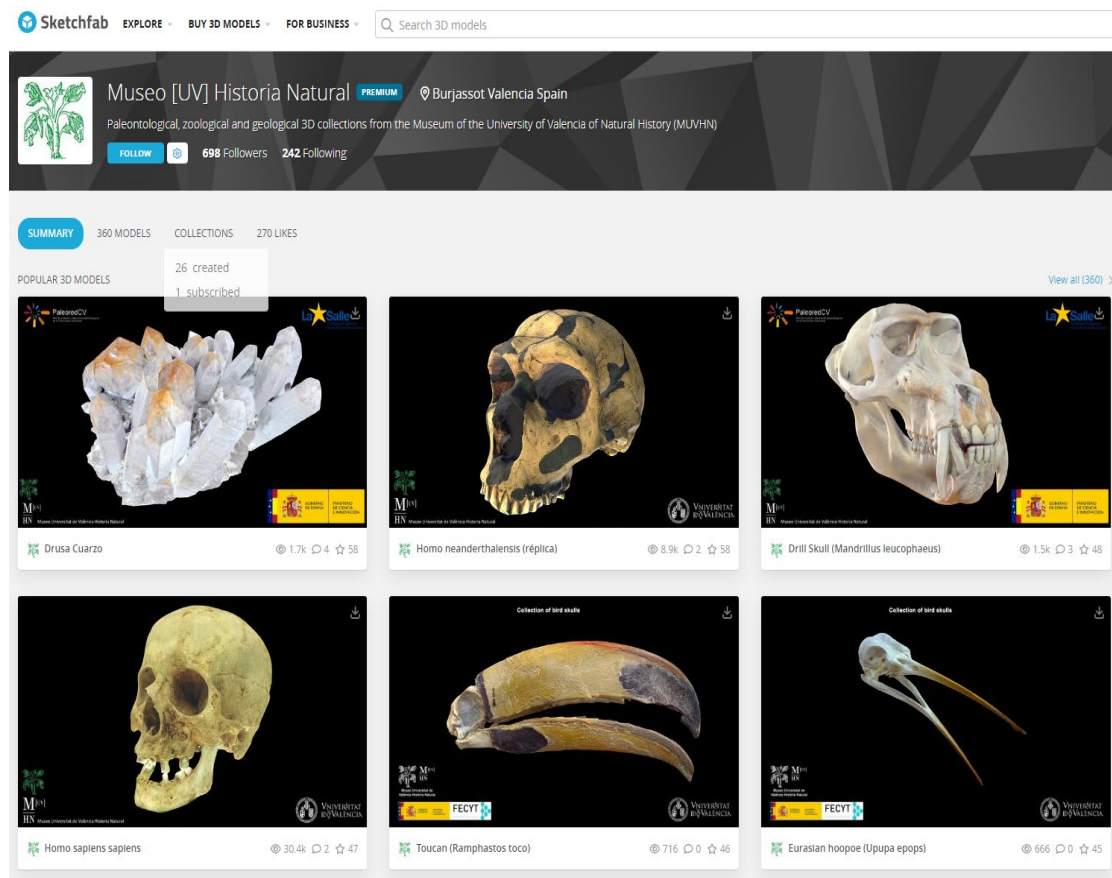
**Görsel 65.** Rhode Island School of Design. The Edna Lawrance Lab. Sketchfab sayfası. <https://sketchfab.com/RISDNaturelab> Erişim: 07.08.2023.



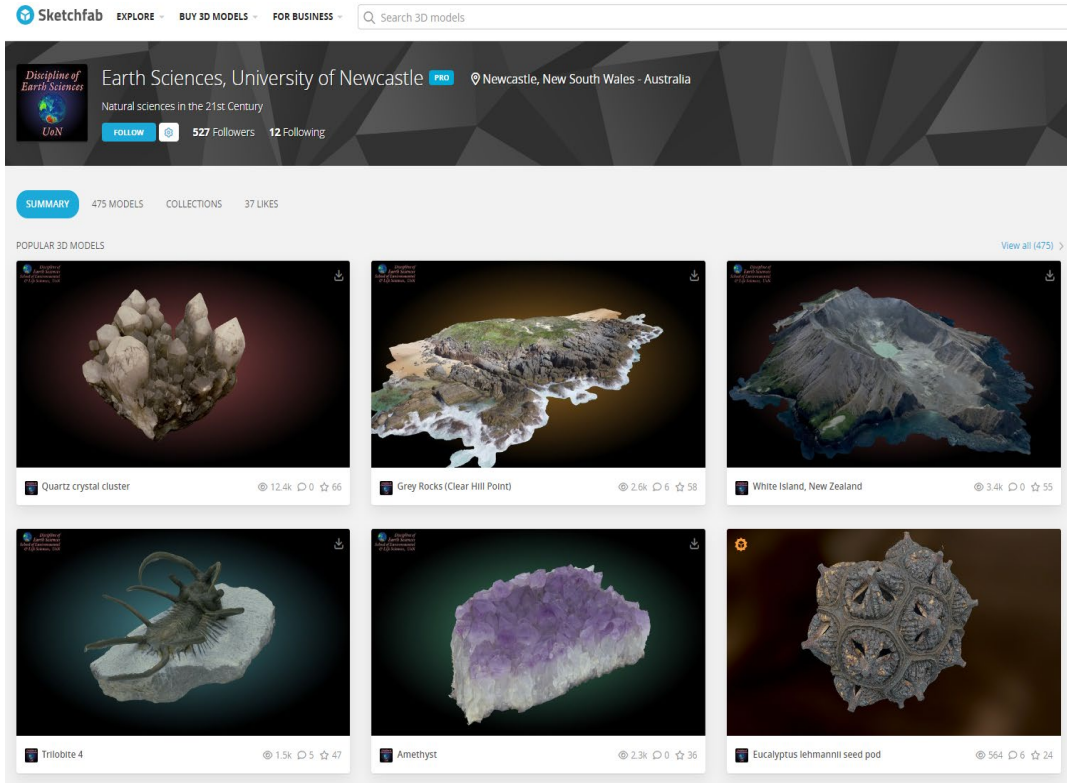
**Görsel 66.** Oregon State University, Ecampus. Sketchfab sayfası <https://sketchfab.com/osuecampus> Erişim: 16.08.2023



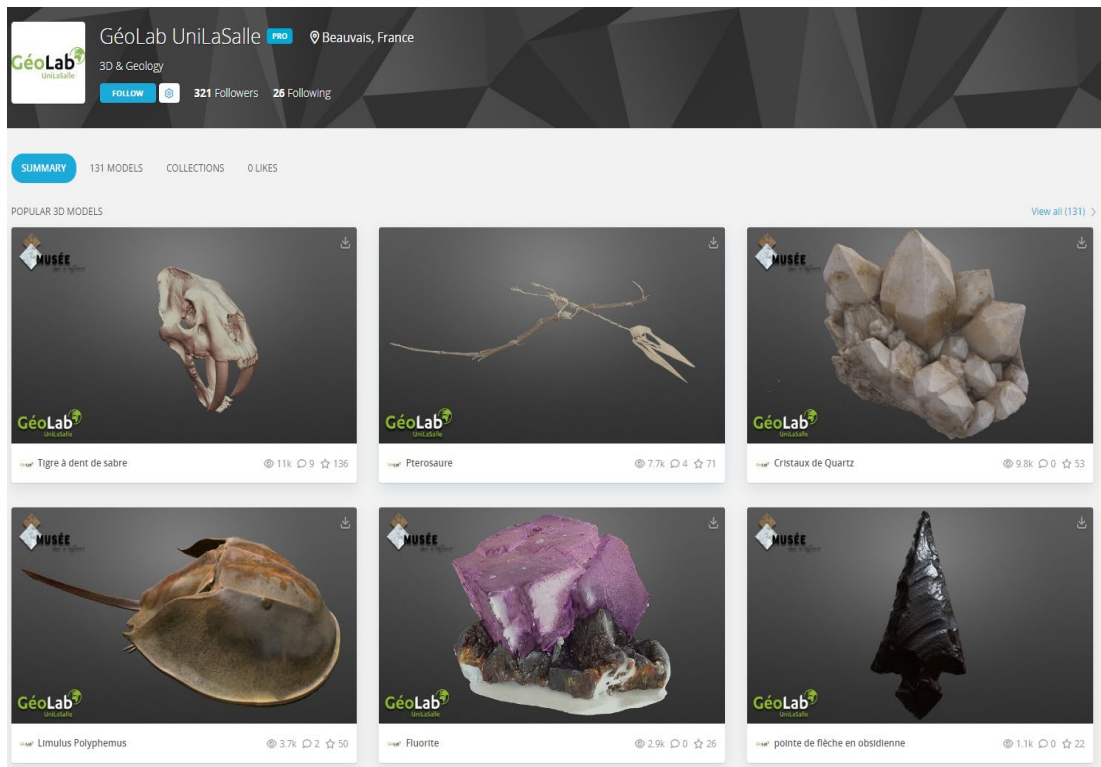
Görsel 67. Lund Universit/3D Lab, Department of Biology. Sketchfab sayfası. <https://sketchfab.com/3d-lab-biology-lund-university> Erişim: 16.08.2023.



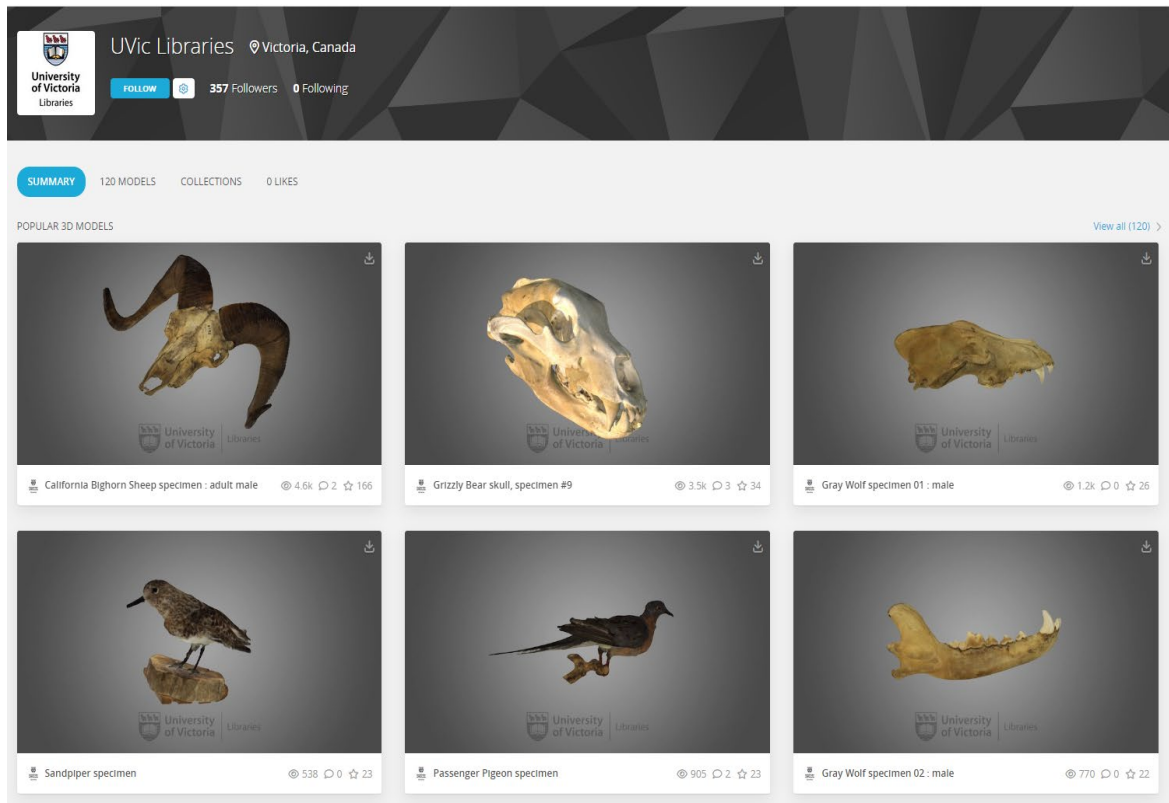
Görsel 68. Museum of the University of Valencia of Natural History. Sketchfab sayfası. <https://sketchfab.com/MUVHN> Erişim: 16.08.2023.



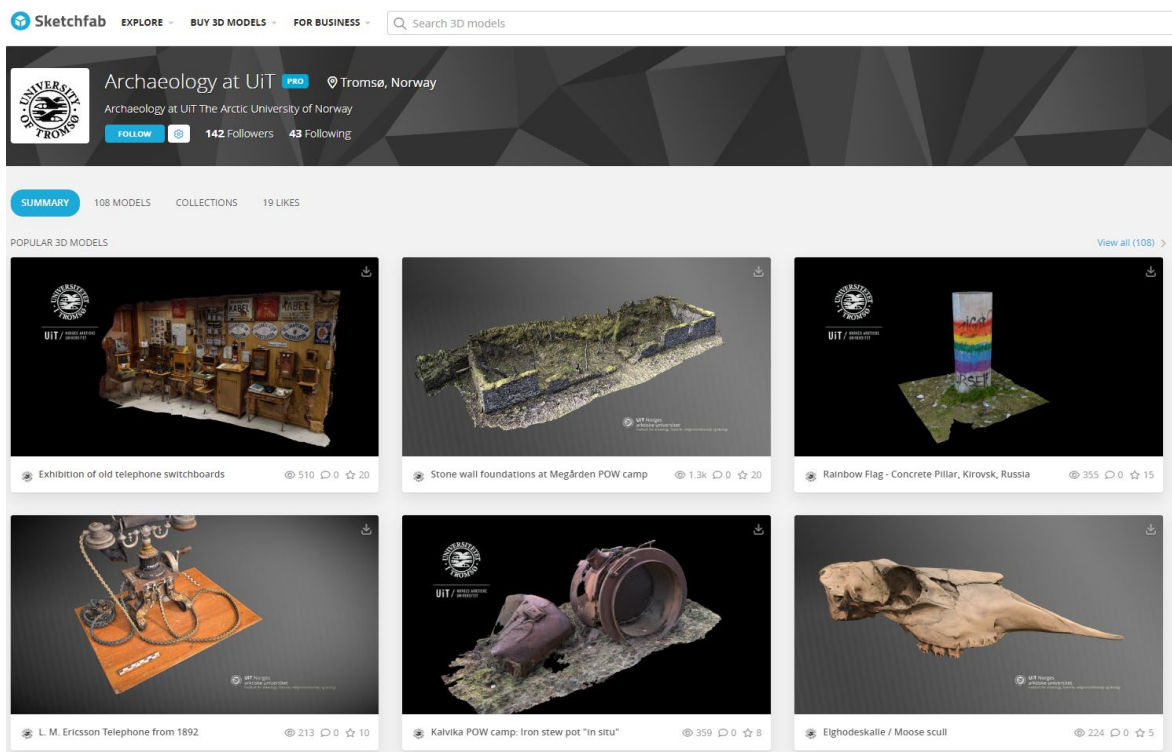
Görsel 69. University of Newcastle, Earth Science. Sketchfab Sayfası. <https://sketchfab.com/Landy42> Erişim 16.08.2023.



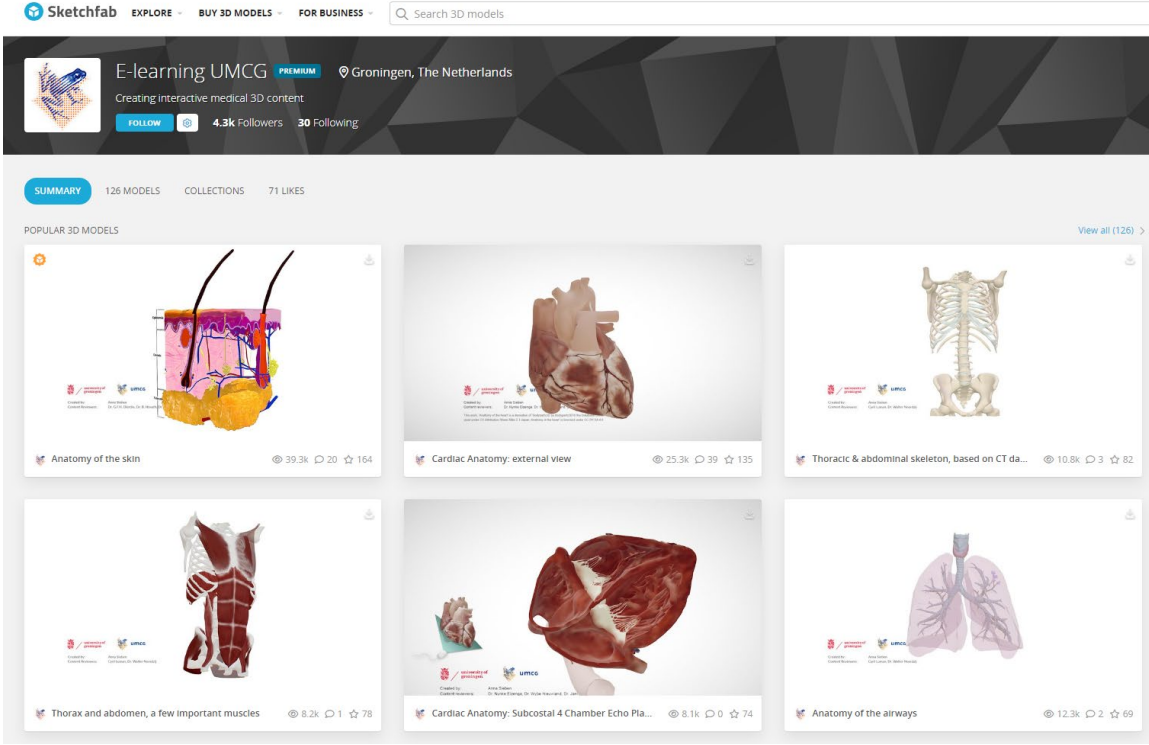
Görsel 70. Unisalle/Geo Lab. Sketchfab sayfası. <https://sketchfab.com/geolab.unilasalle> Erişim: 16.08.2023.



**Görsel 71.** University of Victoria Libraries. Sketchfab sayfası. <https://sketchfab.com/uviclib> Erişim 16.08.2023.



**Görsel 72.** Archaeology at UiT The Arctic University of Norway, Archaeology. Sketchfab sayfası (University of Tromsø). <https://sketchfab.com/arkeologiuut> Erişim 16.08.2023



**Görsel 73.** E-Learning UMCG, University Medical Center Groningen. Sketchfab sayfası.

<https://sketchfab.com/eLearningUMCG> Erişim 16.08.2023.

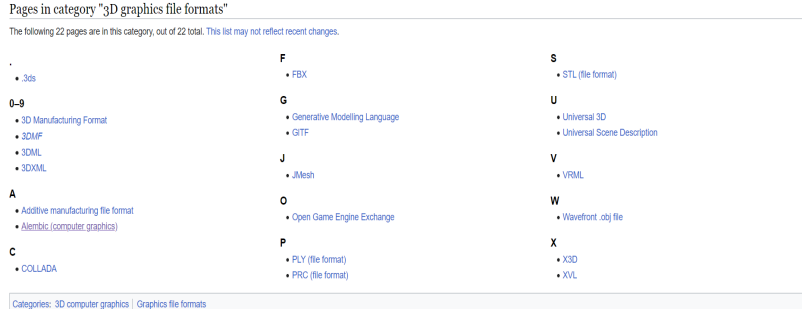
Oluşturulacak 3 boyutlu illüstrasyon için, bu tez özelinde yapılan çalışmalarda DICOM verilerinden daha düzgün model oluşturan fotogrametri kullanılması kullanılacaktır. Ayrıca 3 boyutlu modellerin etiketlenmesi sırasında, Netter Atlas of Human Anatomy 7th editions referans alınacak ve terminolojik eşleştirme içinse TA terminolojisi kullanılacaktır.

### 6.5. Dijital Öğretim Materyalinin Hazırlanması

Dijital öğretim materyalleri öğrencileri öğrenme etkinliklerine dahil eden ve öğrenme hedeflerini destekleyen, internet siteleri, yazılımlar, uygulamalar gibi kaynakları ifade eder (U.S. Department of Education, t.y.). Çalışmada öğretim materyali olarak üç boyutlu illüstrasyon tekniği kullanılarak *cranium* yapılarının anlaşılmasına yardımcı olacak materyal üretilenektir. Üretilen materyal Sketchfab isimli internet sitesine yüklenecektir. Bu sayede internet erişimi olan her ortamdan kolayca ulaşılabilecek ve dijital yerlilerin tercihlerine cevap verebilecektir. Çalışmaya başlamadan önce Sketchfab isimli sitenin sınırlılıkları kontrol edilmiştir. Sketchfab sitesi gerçek zamanlı görselleştirme yapmakta ve 50'den fazla 3 boyutlu grafik formatı desteklemektedir. Bütün bu avantajların yanında yüklenecek 3 boyutlu grafiklerde optimizasyon yapmak gerekmektedir çünkü üç boyutlu grafiğin yükleneceği hesap türüne göre 100MB ile 500MB arasında dosya boyutlu limiti bulunmaktadır.

### 6.5.1. Üç Boyutlu Grafikler ile İlgili Genel Bilgiler

Görsellerin hazırlanmasından önce 3 boyutlu grafikler ile ilgili bazı yöntemlere ve teknik yeterliliklerine kısaca değinmekte fayda vardır. 3 boyutlu grafikler .fbx, .obj, .stl, gibi dosya uzantıları ile kullanılmaktadır. Bu dosya uzantılarının her biri farklı bilgileri işleme/içerme olanağına sahiptir. Wikipedia, 3 boyutlu grafiklerle ilgili yaptığı listemede 22 tane format listemiş ve bunların güncel değişiklikleri içermeyebileceğini belirtmiştir (Wikipedia, t.y.), (bkz. görsel 74).



**Görsel 74.** Wikipedia 3 boyutlu grafik formatları. Erişim: 12.07.2023  
([https://en.wikipedia.org/wiki/Category:3D\\_graphics\\_file\\_formats](https://en.wikipedia.org/wiki/Category:3D_graphics_file_formats))

Oluşturulan 3 boyutlu modeller ise kullanılan yazılımın modeli dışarı aktarabildiği veya yazılım 3 boyutlu grafikleri oluştururken kullandığı formatın sınırlılıklarına sahiptir. Örnek olarak, .fbx formatı 2 boyutlu kaplama (texture) bilgilerini 3 boyutlu modele gömerek aktarmamızı sağlayabilir (Autodesk, t.y). Fbx formatının sahip olduğu bu özellik başka formatta bulunmayabilir. Dolayısı ile 3 boyutlu model oluştururken; oluşturulan model, kullanılan yazılımın dışarı aktardığı formatın veya modelin görselleştirildiği yazılımın sınırlılıklarına sahip olacaktır.

3 boyutlu model çalışmalarında sıklıkla kullanılan texture, lighting, shader, material, render terimleri; kaplama, ışıklandırma (aydınlatma), gölgelendirici, malzeme, görselleştirme olarak olarak türkçeleştirilmiştir. Ayrıca 3 boyutlu grafikler hazırlanırken gereksinim durumuna bağlı olarak optimizasyon (sadeleştirme) yapmak gerekebilir.

#### 6.5.2.1. Üç Boyutlu Model

3 boyutlu modelleme için çeşitli bilgisayar destekli programları ve yöntemleri kullanarak nesnelerin 3 boyutlu dijital temsillerini oluşturmak denebilir. Siemens 3 boyutlu modelleme için şu tanımı yapmıştır;

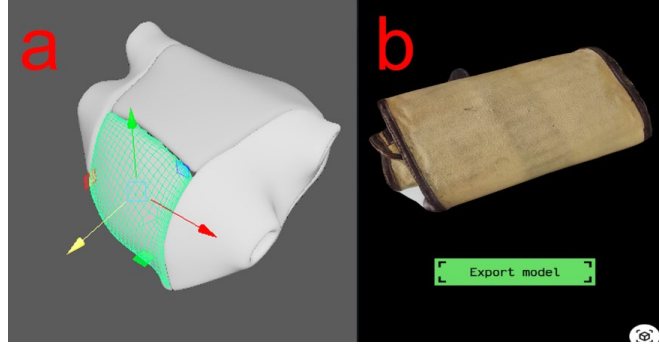
3 boyutlu modelleme nesnelerin dijital temsillerini oluşturmak için bilgisayar destekli tasarım programlarını kullanmayı açıklar (Siemens, t.y.).

Josh Petty ise 3 boyutlu modelleme ile ilgili şu bilgileri aktarmıştır;

3 boyutlu modelleme, bilgisayar grafiklerinde herhangi bir nesnenin veya yüzeyin 3 boyutlu temsilini üretmek için kullanılan bir tekniktir. Sanatçı köşelerden (vertex), oluşan ağ yapısını (mesh)

oluşturmak için sanal uzaydaki noktaları kontrol etmek için özel bir yazılım kullanır. Bu nesneler, otomatik ya da ağı deforme etmek için el yardımı ile oluşturulabilir (Petty, 2019)

3 boyutlu modeller yapım aşamasında kullanılan tekniğe göre üzerinde renk ve doku bilgileri var olarak ya da bu bilgiler olmadan oluşturulur. (bkz görsel 75).



**Görsel 75.** Caner Kahya, 2023, isimsiz. 3 boyutlu modeller. a, el yardımı ile oluşturulmuş model (dokusuz). b, Magic Scan yazılımı ve fotogrametri kullanılarak oluşturulmuş 3 boyutlu model (dokulu). Oluşturulan modeller, kullanım amaçlarına göre kaplama, ışıklandırma, optimizasyon, rigleme, renderlama gibi aşamalardan geçirilip kullanıma hazır getirilirler.

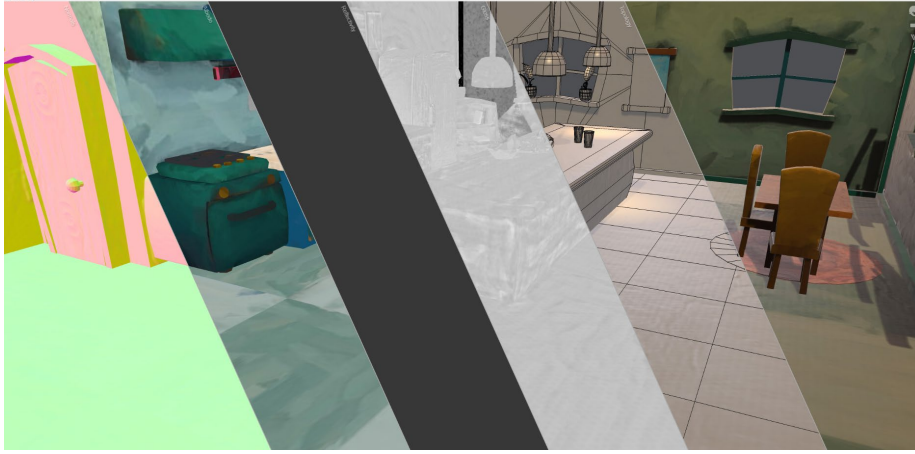
### 6.5.2.2. Kaplama

Kaplama (Texture); renk bilgilerini içeren 2 boyutlu grafikler ve 2 boyutlu grafik formatlarına sahiptir. 2 boyutlu grafik formatları da aynı 3 boyutlu grafik formatları gibi farklı bilgiler aktarabilmektedir. Örnek olarak .svg formatı vektör<sup>52</sup> çizim formatı iken .jpeg raster<sup>53</sup> dosyasıdır. Dolayısı ile oluşturulan kaplama için kullanılan formatın sınırlılıklarına sahiptir denebilir. Nitekim Adobe, TIFF formatının JPG formatından daha fazla veri içerdiğini bu nedenle daha yüksek görüntü kalitesi sağladığı bilgisini paylaşmıştır (Adobe, t.y). İçerdikleri bilgiler ve görselleştirme aşamasındaki kullanım amaçlarına göre, Roughness, albedo, normal, height benzeri isimlere sahiptirler. Her 2 boyutlu grafik yüzey ile ilgili farklı bilgileri içerir (bkz. görsel 75 ve 76) bunlardan biri ya da birkaçı birleştirip malzemeye referans olarak eklenip gölgelendirici aracılığı ile görselleştirme sağlanır. Unity kaplama ile ilgili olarak "bitmap görselleridir" tanımını yapmıştır. (Unity Manual, 2017)

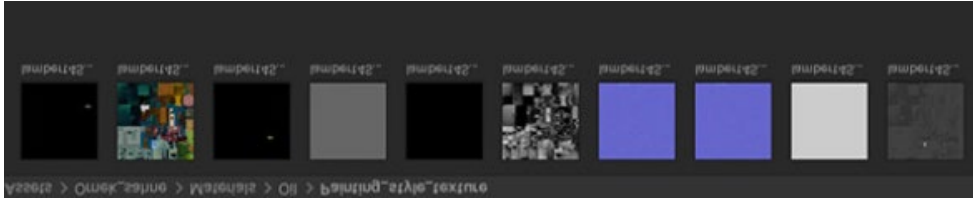
<sup>52</sup> Görüntü oluşturmak için matematiksel denklemleri, çizgileri, şekilleri kullanan biçim.

<https://www.adobe.com/creativecloud/file-types/image/comparison/raster-vs-vector.html> Erişim:13.07.2023

<sup>53</sup> Piksel değerlerden oluşan dikdörtgen bir dizidir. <https://www.bu.edu/tech/support/research/training-consulting/online-tutorials/imagefiles/image101/#:~:text=A%20raster%20image%20file%20is,pixel%20should%20be%20displayed%20in.> Erişim: 13.07.2023



**Görsel 76.** Caner Kahya. 2021. Stilize mutfak sahnesi kaplamaları. Sol baştan sırası ile, normal, albedo, reflectivity, gloossines (5. Kesit 3 boyutlu modellerin topografisi, 6. Kesit ise nihai görsel).

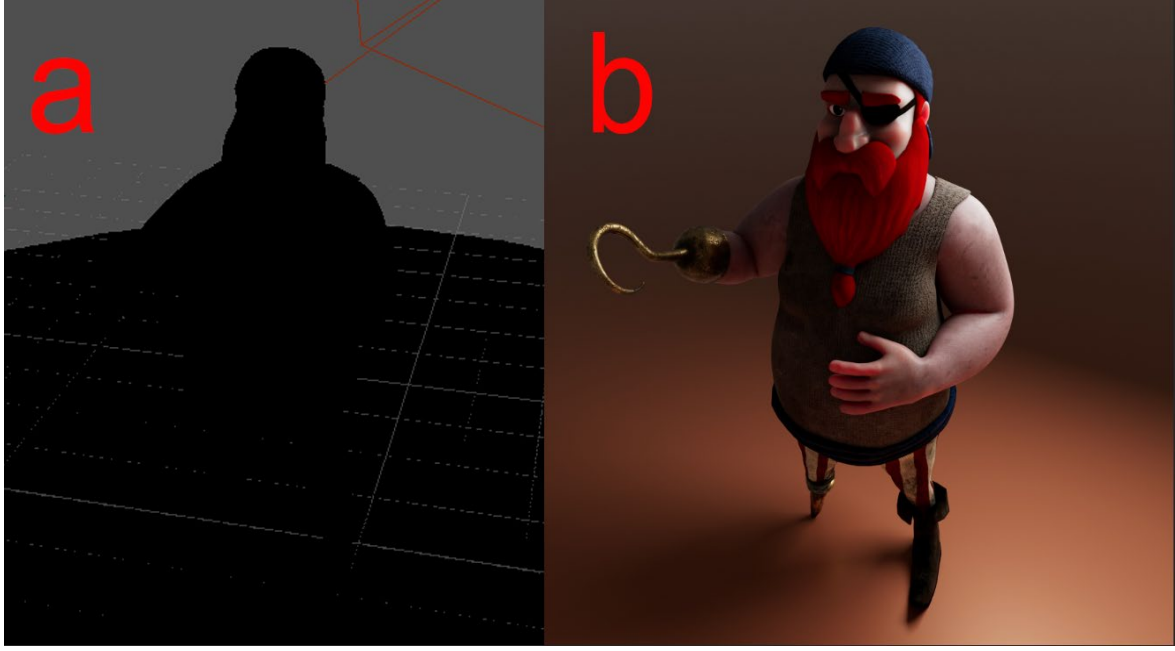


**Görsel 77.** Caner Kahya, 2021. Stilize mutfak sahnesi kaplamaları (bitmap) görselleri.

### 6.5.2.3. Işıklandırma

Işıklandırma (Lights); modeli aydınlatan ışık kaynaklarıdır ve modelin görünürliğini sağlar (bkz görsel 78), görselleştirildiği (render) yazılım ve platforma göre sınırlılıklara sahip olabilir. Örnek olarak bazı 3 boyutlu görselleştirme (render) eklenti ya da programlarında sahneye eklenen ışık sayısı ile ilgili sınırlandırma bulunmazken, Unity

oyun motorunun URP<sup>54</sup> ışık hattı (pipeline) 8 ışık<sup>55</sup> desteklemektir.



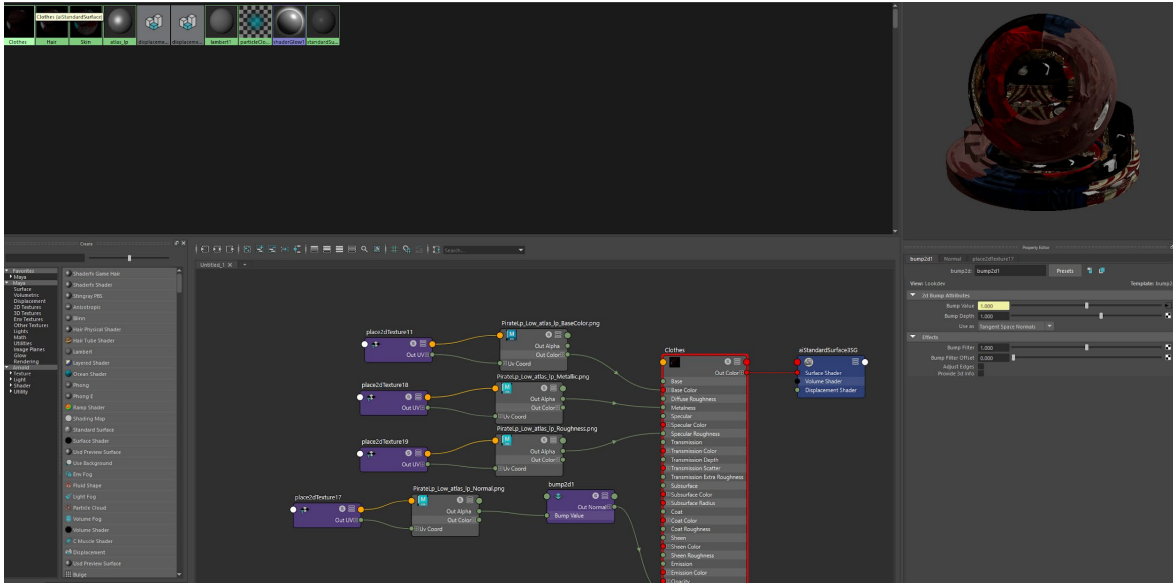
**Görsel 78.** Caner Kahya, 2023, Korsan modeli. 3 boyutlu korsan modeline ait ışık ayarları. a ışıkların kaptılmış hali b, ışıkların açılmış hali.

Malzeme (material); kaplama bilgilerini gölgelendirici aracılığı ile işleyerek modelin üzerinde renk ve doku bilgilerini oluşturur. Malzemeler (bkz. görsel 79) çoğunlukla 2 boyutlu referans dosyaları kullanarak oluşturur fakat renk/doku bilgilerini işlemek için her zaman 2 boyutlu grafiklerinin referanslarına ihtiyacı yoktur.

Malzemeler, kullanılan dokulara, renk tonlarına ve daha fazlasına yapılan referanslar dahil olmak üzere bir yüzeyin nasıl işlenmesi gerektiğinin tanımlarıdır. Bir malzeme için mevcut seçenekler, malzemenin kullandığı gölgelendiriciye bağlıdır. (Unity Manual, 2017).

<sup>54</sup> URP: Universal Render pipeline. Çeşitli platformlarda hızlı ve kolay bir şekilde optimize edilmiş grafikler oluşturmaya olanak sağlayan iş akışları sağlar. [https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@16.0/manual/#:~:text=The%20Universal%20Render%20Pipeline%20\(URP,high%2Dend%20consoles%20and%20PCs.](https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@16.0/manual/#:~:text=The%20Universal%20Render%20Pipeline%20(URP,high%2Dend%20consoles%20and%20PCs.) 14.07.2023

<sup>55</sup> URP ışık limiti (<https://forum.unity.com/threads/universal-rp-max-object-lights-limit-problem.907985/> Erişim: 15.07.2023).

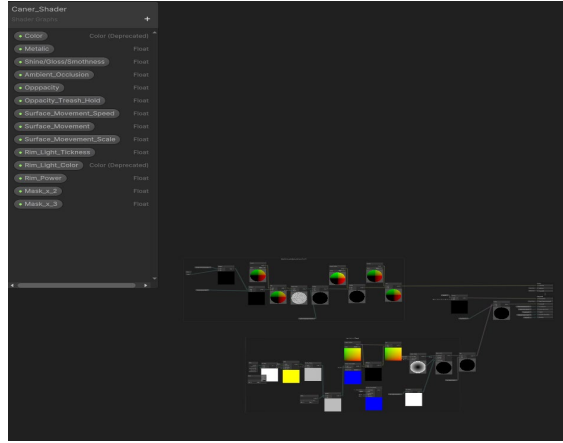


**Görsel 79.** Caner Kahya, 2023, Arnold standart gölgelendirici materyali.

#### 6.5.2.4. Gölgelelendirici

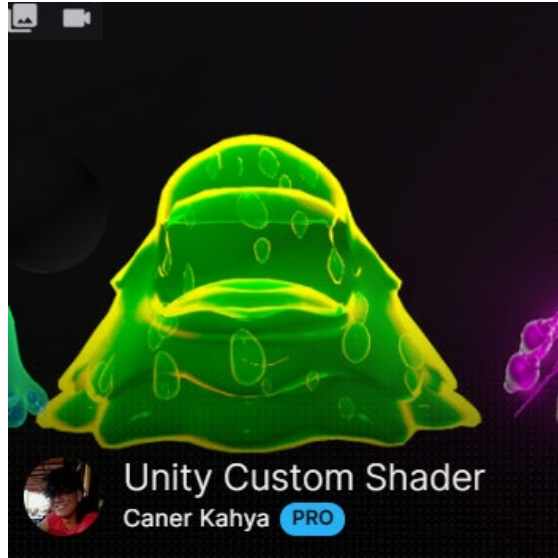
Gölgelelendirici (Shader); materyal ve ışık bilgilerini işleyerek 3 boyutlu modelde bulunan nihai dokuyu oluşturmaktadır (bkz. görsel 80).

Gölgelelendiriciler, aydınlatma girdisine ve malzeme konfigürasyonuna dayalı olarak, oluşturulan her pikselin rengini hesaplamak için matematiksel hesaplamalar ve algoritmalar içeren küçük komut dosyalarıdır. (Unity Manual, 2017)



**Görsel 80.** Caner Kahya, 2022, Caner gölgelendirici/Caner shader.

Gölgelelendirici ler çeşitli yöntemlerle modele ait bilgileri değiştirerek animasyon yapmaya da olanak verebilir. (Bkz. görsel 81). Dolayısı ile sadece gölgelendiriciler için sadece renk doku ve ışık bilgilerini kullanarak görselleştirme yaptığını düşünmek doğru olmaz.



**Görsel 81.** Caner Kahya, 2022, unity özel gölgelendirici/Unity Custom Shader (<https://www.youtube.com/watch?v=L75KX6tE6qw>). Erişim: 16.07.2023

### 6.5.2.5. Görselleştirme

Görselleştirme (Render) yazılımları; (Realtime- RT) online ve Offline (pre-rendering) olarak 2 ye ayrılır (Wikipedia, 2023), (Xrsuite, 2021). Offline görselleştirme yazılımları ise biased ve unbiased olarak ayrılmaktadır. Yapılan görselleştirme (renderlama) kullanılan görselleştirme motorunun sınırlılıklara sahiptir. Biraz daha bilgi vermek gerekirse gerçek zamanlı görselleştirme için Autodesk şu bilgileri aktarmıştır

Gerçek zamanlı 3B oluşturmada, bilgisayarlar fotogerçekçi bir şekilde 3B modelleri 2B görüntülere dönüştürmek için çalışır. 3D görüntüler gerçek zamanlı olarak hesaplanır, böylece birçok görüntü gerçek zamanlı olarak oluşuyormuş gibi görünür (Autodesk, t.y.)

Gerçek zamanlı görselleştirme motorları görselleri eş zamanlı olarak işler ve görüntüyü oluşturmak için uzun bekleme sürelerine ihtiyaç duymazlar. Unity, Unreal gibi oyun motorları, marmoset benzeri görselleştirme yazılımları ve Sketchfab sitesi gerçek zamanlı görselleştirme (RT) kullanan örneklerdir.

Offline görselleştirmede görüntüler farklı şekilde işlenir. Sahnenin ağırlığına göre saatlerce ya da günlerce görseli oluşturmak için beklemek gerekebilir. Genel olarak Unbiased görselleştirmenin, matematiksel olarak biased görselleştirmeye göre olasılıksal açıdan daha doğru olduğu görüşü hakimdir (Wikipedia, 2023). Görselleştirme motoru, simülasyon yazılımları gibi teknolojileri geliştiren Chaos Group, Chaos Lab. sayfasında içerik paylaşan Christopher Nichols ise şu bilgiyi paylaşmıştır;

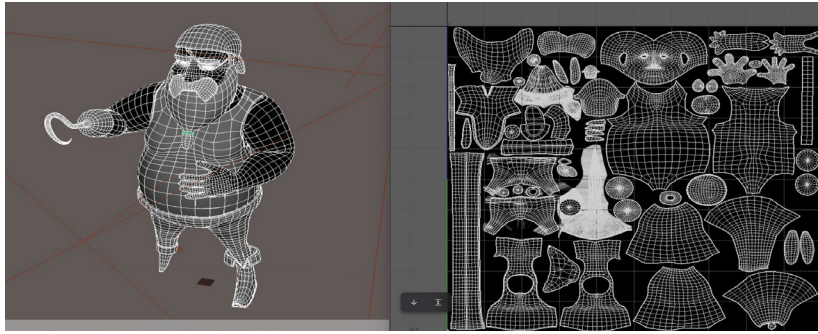
Aslında, iki terim arasındaki ilişki, bilimsel bağlamda kullanılan "kesinlik" ve "doğruluk" terimlerine benzer. Unbiased hesaplamalar büyük bir kesinliğe sahiptir, ancak bu onların doğruluğu hakkında hiçbir şey ifade etmez (gerçek doğru sonuçlara ne kadar yakın oldukları). Tersine de doğrudur- biased

hesaplamalar oldukça doğru olabilir (örneğin, gerçek sonuca çok yakın), ancak tipik olarak bir şekilde kesin değildir. (Nichols, 2016).

Uygulamaya geçmeden önce son olarak temiz topolojiden bahsetmekten fayda var. Topoloji için profesyonel iş platformu linkedin üzerinde şu bilgiler paylaşılmıştır;

Topoloji, bir 3B ağın çokgenlerinin veya yüzlerinin düzenlenme ve bağlanma biçimini ifade eder ve ağın nasıl deforme olduğunu, animasyonları ve renderları etkilediğini etkiler. (Linkedin, 2023).

Temiz topoloji (Clean topology, good topology) (bkz. görsel 60, sol) için kesin bir tanımlama yapmak doğru değildir. Genel olarak modeli oluşturan köşelerin ve kenarların düzen içinde olması ve dörtgenlerden oluşmasıdır denebilir. Düzgün topolojiye sahip olmayan bir model iskelet sisteminin (rig) yapılması, UV<sup>56</sup> haritalarının (bkz. görsel 82, sağ) düzenlenmesi, animasyon yapılmasını zorlaştırması gibi birçok problem çıkarabilir.



**Görsel 82.** Caner Kahya 2022, korsan modeli. 3 Boyutlu modele ait topoloji (sol) ve Uvmap (sağ) görselleri.

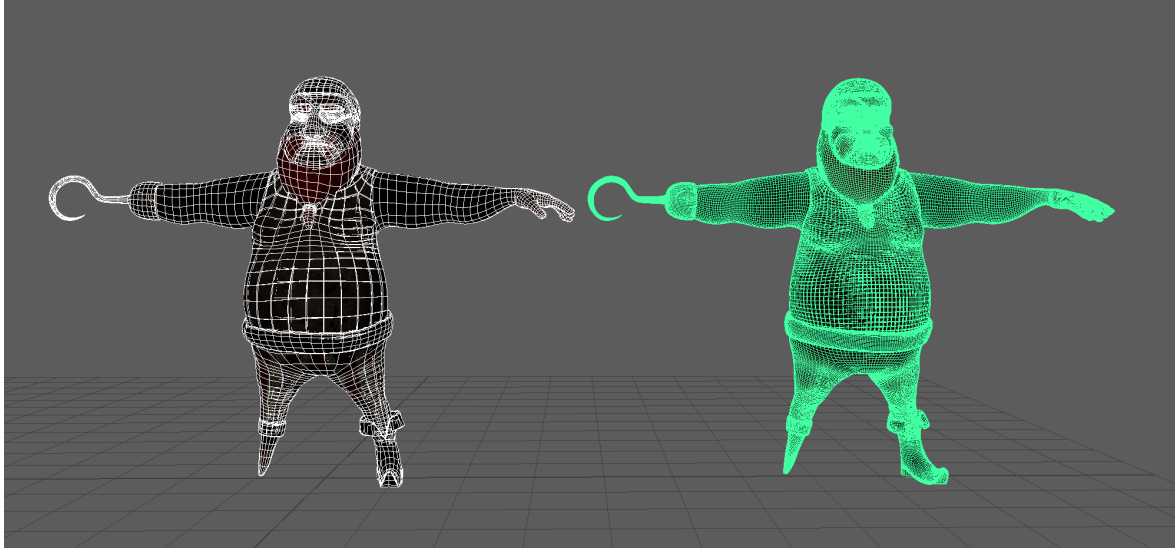
### 6.5.2.6 Optimizasyon

Üç boyutlu grafikler, görselleştirilirken yüksek işlem gücüne gereksinim duyarlar. Bunun önüne geçebilmek için 3 boyutlu grafikleri görselleştirilmesinde kullanılan ağ yapısı, kaplama, shader, ışık gibi öğelerinin sadeleştirilmesi 3 boyutlu grafiğin daha hızlı şekilde görselleştirilmesine olanak verebilmektedir. Optimizasyon ile ilgili medium sitesinde paylaşım yapan echo3d firması şu bilgileri paylaşmıştır;

... 3 boyutlu deneyimlerin üretiminin, kullanıcılara kusursuz ve sürükleyici deneyim sağlamanın temeli 3 boyutlu optimizasyona dayanır. Bu uygulamaların performansı, verimliliği ve boyutu büyük ölçüde 3 boyutlu varlıkların optimizasyona dayanır (Echo3D, 2023).

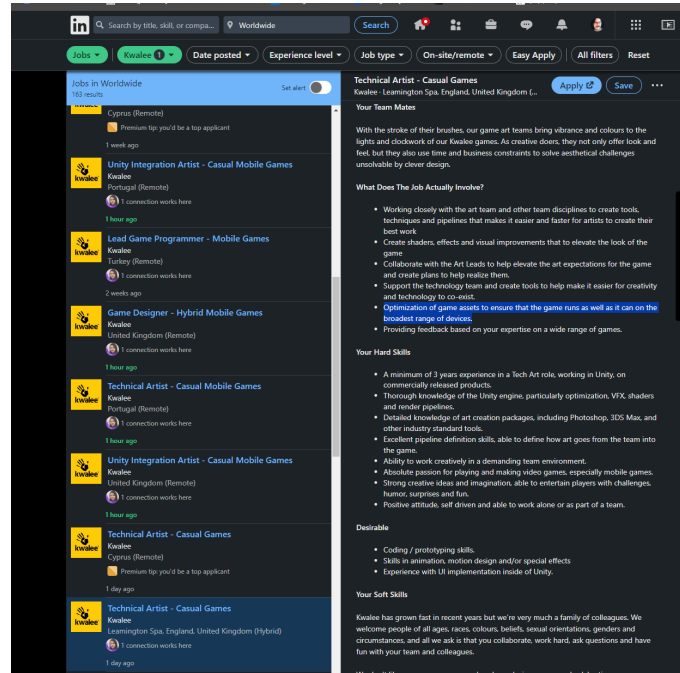
Optimizasyon her zaman gerekli bir aşama olmayıp yapılması, 3 boyutlu modellerin işlenmesi için gerekli işlem gücünü azaltır, 3 boyutlu modellerin dosya boyutunu küçültür ve görselleştirme süresini önemli ölçüde düşürebilir. Bu nedenlerle kullanıcı deneyimi arttırabilir. Görsel 83 de ağ dokusu sadeleştirip detaylar bake (pişirme/dondurulup kaydedilmesi) edilerek sadeleştirilen 3 boyutlu model örneği paylaşılmıştır.

<sup>56</sup> Uvmap: Uvharitası, Kaplama bilgilerinin işlenmesi için 3 boyutlu modelin 2 boyutlu temsiliyi hazırlama işlemi.



**Görsel 83.** Caner Kahya 2022, korsan modeli. Topolojik görüntüsü. Sol, yoğun 3 boyutlu model. Sağ, sadeleştirilmiş (optimize edilmiş) 3 boyutlu model.

Optimizasyon paylaşılan örnekle sınırlı olmayıp, kullanılan platforma göre performansı arttırmak için birçok yöntem uygulanabilir. Nitekim LinkedIn isimli uluslararası profesyonel iş arama platformlarında Teknik Sanatçı (Technical Artist) uzmanlığı altında optimizasyon bilgisi aranabilmektedir (bkz görsel 84).

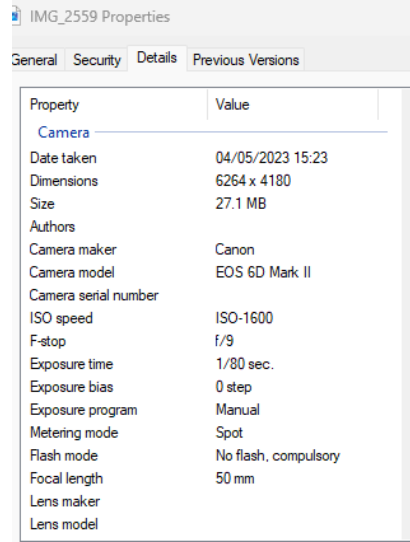


**Görsel 84.** Kwalee isimli firmanın açtığı iş ilanları.

[https://www.linkedin.com/jobs/search/?currentJobId=3633366068&f\\_C=2358022&geold=92000000&originToLandingJobPostings=3688191882%2C3682437456%2C3691178928%2C3648443110%2C3687637798%2C3688700516%2C3691185056%2C3678966682%2C3688701913](https://www.linkedin.com/jobs/search/?currentJobId=3633366068&f_C=2358022&geold=92000000&originToLandingJobPostings=3688191882%2C3682437456%2C3691178928%2C3648443110%2C3687637798%2C3688700516%2C3691185056%2C3678966682%2C3688701913) Erişim. 07.08.2023.

## 6.5.2 Görsellerin Hazırlanması ve Uygulama Üretim Süreci Analizi

Görseller için fotogrametri bölümünde oluşturulan 3 boyutlu modeller işlenip optimize edilip kullanılacaktır. Kafatasının iç kısmının da görselleştirilmesi için maket parçalara ayrılıp toplamda 4 farklı çekim yapılmıştır. Çekimler için Canon EOS 6D Mark II fotoğraf makinesi kullanılmıştır. Fotoğraf makinesi ayarları görsel x de verilmiştir.



Property	Value
Camera	
Date taken	04/05/2023 15:23
Dimensions	6264 x 4180
Size	27.1 MB
Authors	
Camera maker	Canon
Camera model	EOS 6D Mark II
Camera serial number	
ISO speed	ISO-1600
F-stop	f/9
Exposure time	1/80 sec.
Exposure bias	0 step
Exposure program	Manual
Metering mode	Spot
Flash mode	No flash, compulsory
Focal length	50 mm
Lens maker	
Lens model	

**Görsel 85.** Fotoğraf makinesi ayarları.

Uygulama önerisinde kullanılmak için 4. bölümde fotogrametri başlığı altında 3 boyutlu modellerin oluşturulması ve 3 boyutlu modellerin hazırlanması için işlemler uygulanmıştır. (Takip edilecek aşamalarda model üzerinde yapılan isimlendirme işlemleri anatomik yapılarla ilgili olmayıp, combine ve detach aşamalarında maya programının otomatik isimlendirme vermesi nedeni ile oluşan karmaşayı önlemek için yapılmıştır). Bu işlemler:

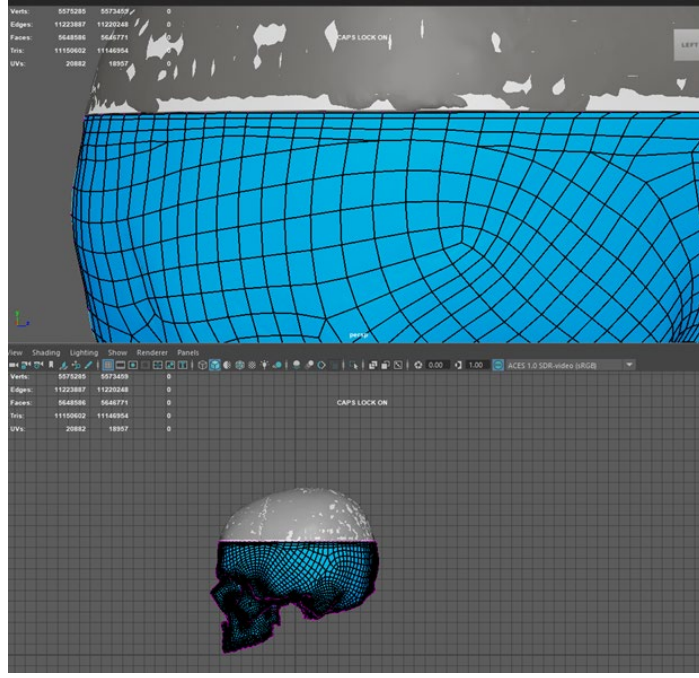
- 1) Fotoğrafların işlenmesi için Agisoft Metashape programında her model için aynı işlem uygulanmıştır. Sırası ile workflow menüsü altındaki; add photos, allign photos, build point cloud, build tiled model, build mesh, build texture işlemleri uygulanmıştır. Model 4, için 78 fotoğrafın 55 tanesi hizalanamış (Not Alligned, NA) ve bu nedenle hizalanan 23 fotoğraf ile oluşturulan model kullanılmıştır. Oluşturulan modeller, file menüsü altındaki export seceneği kullanılarak autodesk .fbx formatında dışa aktarılmıştır.
- 2) Fotogrametri ile oluşturulan modeller Autodesk Maya programına eklenip üzerlerindeki vidalar ve crania'a ait olmayan parçalar silinerek temizlenmiştir (Sahne ağırlığından dolayı maya programın kapanmasını ve hata vermesini önlemek için her model tek tek işlenmiştir).
- 3) Silinen kısımlarda oluşan boşluklar "bridge" komutu ile doldurulmuştur ve ayrı renk atanmıştır. Model üzerinde bulunan anormal pürüzler Maya (sculpting) ve Zbrush

(sculpting) programları kullanılarak temizlenmiştir. Daha sonra .obj formatında dışarı aktarılmıştır (bkz görsel 86).



**Görsel 86.** ilk 3 aşama.

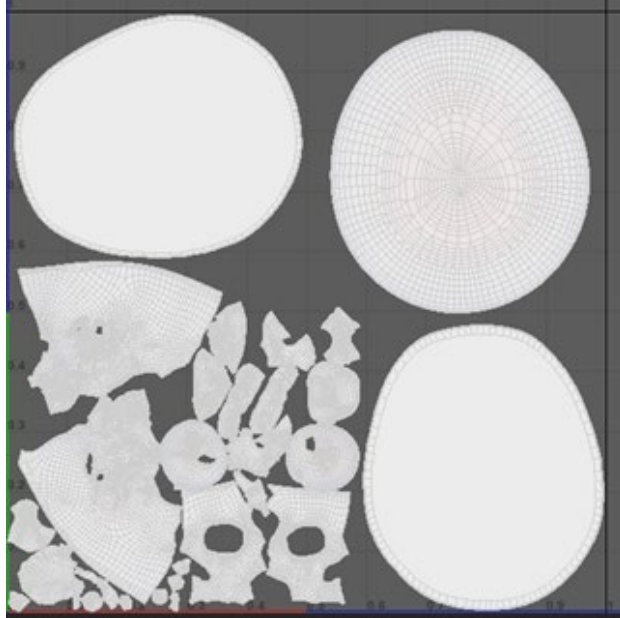
- 4) Calvaria yapısının düzgünce oluşturulabilmesi için model 1 (Cranium, mandibula hariç), sahneye eklenmiş ve kesim izlerinin olduğu noktadan (transverse plane) "detach" özelliği kullanılarak 2 ye ayrılmıştır. 2 ye ayrılan modele "top" ve "bottom" isimleri verilmiştir (yukarıda kalana top ismi verilecektir). Bottom isimli model ise .obj formatında dışa aktarılıp sahneden silinmiştir.
- 5) Sahneye, model 2 (calvaria) eklenmiştir. Bu aşamada sahnemizde 2 model olacak; bunlar "top" isimli model ve "model 2" (calvaria). Top isimli model calvaria yapısının dış yüzeyini, model 2 ise iç yüzeyini oluşturacaktır. Top ve model 2 aynı hizaya getirilerek "freeze transformation" komutu uygulanmıştır. Bu modellerin topolojileri düzgün olmadığı ve optimizasyon gerektiği için "quad draw" özelliği ile klonları modellenmiştir (bkz görsel 87).



**Görsel 87.** Aşama 5.

Quad draw ile çizilen yeni modellerden sonra sahnede 4 modelimiz olacaktır. Quad draw ile çizilen modellerin isimlerinin sonuna `_low` yazılmıştır. Eski modellerinde isminin sonuna `_high` yazılmıştır.

- 6) `_low` isimli modellerin uv haritaları açılarak, texture transfer işlemine hazır hale getirilmiştir (bkz görsel 88).



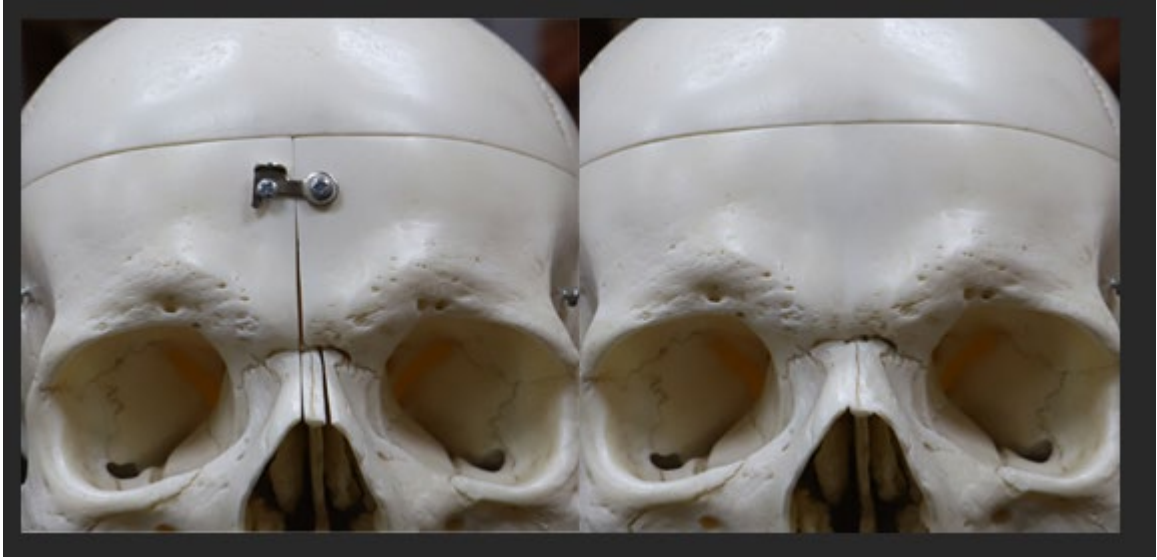
**Görsel 88.** Aşama 7.

- 7) Her model 0,0,0, kordinat konumuna hizalanıp `.obj` formatında dışa aktarılmıştır.
- 8) Substance painter, programı açılıp "PBR metallic roughness" pipeline seçilecektir. Sonra ise "top\_low" isimli model eklecektir, bake etme sırasında ise top\_high isimli

referans olarak eklenecektir. Bake edilerek texture transferi sağlanacaktır (renk bilgileri hariç).

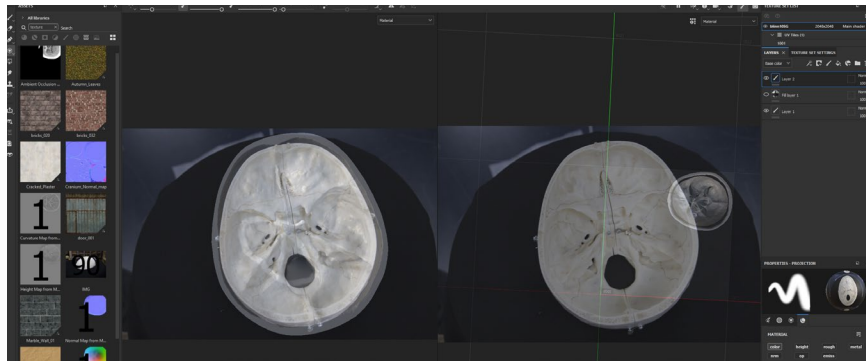
9) Dosyayı kaydedip, photoshop programı açılmıştır.

10) Fotogrametri tekniğinde kullanılan fotoğraflardan 4 tanesi (ön, arka, sağ yan, sol yan görüntüleri Photoshop isimli programda açılıp metal parçalar "foto manipülasyon" yöntemi ile temizlenmiştir (bkz görsel 89).



**Görsel 89.** Aşama 10.

Substance painter programına geri dönüp, foto manipülasyon yöntemi ile temizlenen fotoğrafları kullanarak "project" ve "stencil" yöntemleri ile boyama yapılacaktır. Daha sonra yeni layer açıp, burada materyal oluşturup renk bilgilerinin üzerine doku, roughness ve ek renk bilgileri boyamaları yapılacaktır (bkz görsel 90)..



**Görsel 90.** Aşama 10.

11)Texture bilgileri .jpg formatında dışa aktarılacaktır (bkz görsel 91). (Çalışma özelinde Basecolor, roughness, metallic, normal, height, malzemeleri kullanılacaktır).



**Görsel 91.** Aşama 11.

- 12) Aşama 10'dan itibaren olan süreç, model 2 içinde uygulanacaktır.
- 13) Maya programını açıp model 2\_low ve top\_low isimli modeller sahneye eklecektir. Malzemeleri test edilmek için modelin üzerine aktarılacaktır.
- 14) Model 2\_low ve top\_low isimli objeler hizalanarak calvaria yapısı oluşturulacaktır. Daha sonra objeler "combine" ve "merge vertex komutları bileştirilecektir.
- 15) Malzemelerin üst üste gelen kısımları photoshop yardımı ile silinip malzemeler birleştirilmiştir.
- 16) Bu aşamada malzeme ve yüzey bilgisi transfer edilmiş, optimize edilmiş calvaria modeli elde edilmiştir.
- 17) Yukarıdaki işlemler internal surface of cranium (model 3) ve bottom isimli model kullanılarak tekrar edilecektir. Bu işlemin sonunda iç ve dış kısmı olan "Cranial Base" modeli olacaktır. Calvaria ve Cranial base birleştirilip cranium (mandibula hariç) model oluşturulmuştur. Malzemeler, modele yerleştirilip render alınmıştır (bkz görsel 92).



**Görsel 92.** Caner Kahya, 2023. Cranium render.

18)Mandibula (Model 4), maya sahnesine eklenmiştir. Fotoğraf referanları ve fotogrametri modeli referans alınarak "poligon modelleme" 2 yöntemi ile yeni model yapılmıştır. Fotogrametri modeli bake edilip texture transferi yapılamayacak kadar kötü olduğu için, substance painter programında normal şekilde boyanmıştır.

Mandibula ve Cranial birleştirilerek photoshop ile üst üste binen malzemeler temizlenmiştir. Modeller malzemeleri substance painter programına yüklenipile 14 farklı yapıyı temsil edecek şekilde tekrardan boyanmıştır (bkz görsel 87). Bu yapılar; Frontal bone (Os frontal, TA 520), Sphenoid (Os sphenoidum, TA 584), Temporal bone (Os temporale, TA 641), Parietal bone (Os parietal, TA 504), Occipital bone (Os occipitale, TA 552), Ethmoid Bone (Os ethmoideum, TA 721), Zygomatic Bone (Os zygomaticum TA 818), Lacrimal Bone (Os lacrimale, TA 744), Palatine Bone (Os palatinum, TA 798), Inferior

nasal concha ( Concha inferior nasi, TA 3151), Maxilla (Maxilla, TA 756), Vomer (Vomer, TA 751), Nasal Bones ( Os nasale, TA 748), Mandible (mandibula, TA 835).

19)



**Görsel 93.** Caner Kahya, 2023. Cranium render

20) Model isimlendirmeleri ile ilgili tablo ve yazılar hazırlanıp Sketchfab sitesine yüklenmiştir (bkz görsel 87).



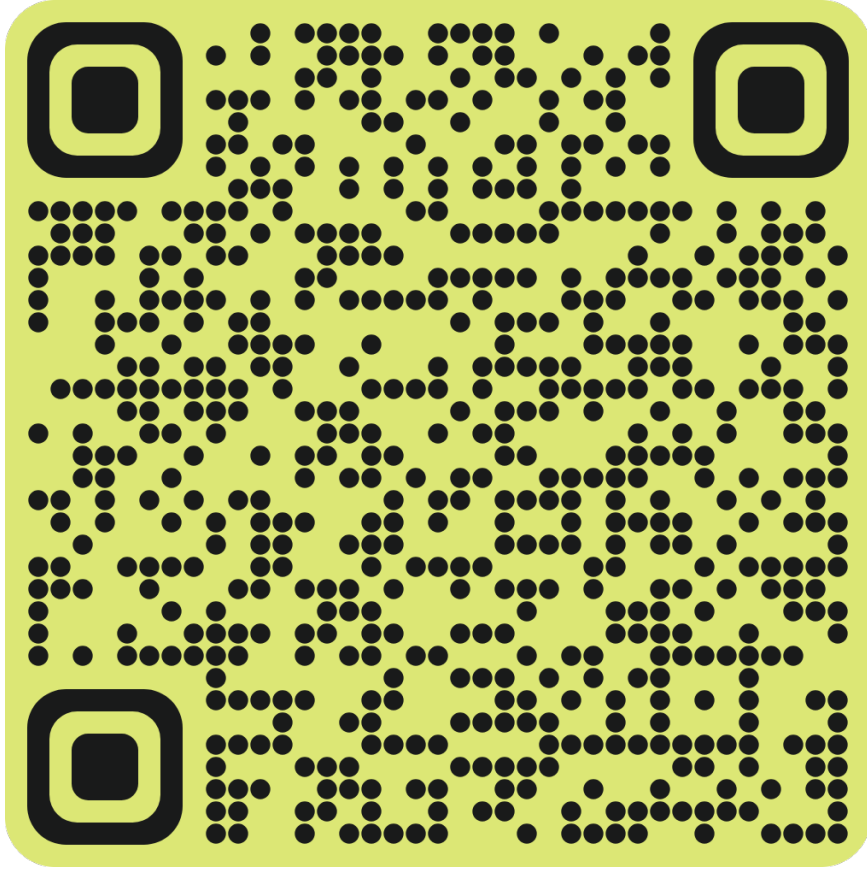
**Görsel 94.** Caner Kahya, 2023. Uygulama önerisi tablo ve yazıları yapım aşaması.

### 6.5.3 Uygulama Önerisi

Sketchfab sitesi ücretsiz kullanım için "annotation limit" ve arayüzün değiştirilemesi gibi sınırlılıklar bulundurmaktadır. Nitekim 10 adet "annotation" sınırı koyduğu için yapıların hepsi etiketlenememiştir ayrıca arayüzün düzenlenememesi ve ayrı objelerin yüklenememesi arayüzde tasarımını kısıtlamıştır. Uygulama önerisine <https://sketchfab.com/3d-models/cranium-caner-kahya-31116e4dff8946d3a6441a55201ded23> internet adresinden, internet bağlantısı olan bütün cihazlardan ulaşılabilir. Uygun cihazlardan VR olarak kullanılabilir.



Görsel 95. Caner Kahya, 2023. Uygulama önerisine ait ekran görüntüleri.



**Görsel 96.** Uygulama önerisi QR kodu.

## SONUÇ

### TIBBİ İLLÜSTRASYONDA GÜNCEL TEKNOLOJİLERİN KULLANILMASI VE BİR UYGULAMA ÖNERİSİ

“Tıbbi İllüstrasyonda Güncel Teknolojilerin Kullanılması ve Bir Uygulama Önerisi” başlıklı bu tez çalışmasında tıbbi illüstrasyon kavramından hareketle güncel teknolojilerin ilgili alanda kullanımını incelenmiş, bu doğrultuda fotogrametri tekniği kullanarak Cranium yapısına ait 3 boyutlu dijital öğretim materyali geliştirilmiştir. Bu süreç kapsamında karşılaşılan bazı zorluklara yer vermek gerekirse;

- 1) Uygulama aşamasında gerçek kafatasları kullanılması amaçlanmıştır, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi bölümünde bulunan örneklerde eksiklikler bulunduğu için fotogrametri çalışması maket üzerinden yapılmıştır.
- 2) DICOM verilerinin daha sağlıklı işlenebilmesi için radyoloji görsellerini okuyabilmek gerekmektedir. Bu bilgiye sahip olmamak, iç yapıların düzgün şekilde etiketlenip ayrılmasını zorlaştırıp süreci çok uzatmıştır. İşlenip 3 boyutlu modele dönüştürülen DICOM verilerinden ise beklenen kalitede 3 boyutlu model oluşturulamamıştır.
- 3) Fotogrametri ile oluşturulan üç boyutlu modellerden 4 numaralı modelde, fotoğrafların hizalanamaması nedeni az sayıda fotoğraf işlenmiş ve bozulmalara sahip 3 boyutlu model oluşturulmuştur. Metashape ile fotoğraflar tekrar el yardımı ile hizalanmaya çalışılsa da çözüm üretilenmemiştir. Fotoğraflar 3 ayrı parçaya ayrılıp, hizalanıp tekrardan model oluşturulmuştur. Oluşan 3 boyutlu model, eksik fotoğraflar ile oluşturulan 3 boyutlu modelden daha bozuk olduğu için, eksik fotoğraflarla oluşturulan 3 boyutlu model Autoesk Maya programı kullanılarak fotoğraf referansları ve poligon modelleme yöntemi kullanılarak düzeltilmiştir.

3 boyutlu modeller işleminden geçirilip 3 boyutlu yazıcılar sayesinde fiziksel materyale de dönüştürebildiği için, tıbbi illüstrasyon olarak 3 boyutlu modellerin oluşturulması ve bu alanda motive sağlanması sadece dijital materyal değil fiziksel materyal oluşturmanın da önünü açacaktır. Bu sayede dışarıdan satın alım azaltılarak kaynaklar daha verimli kullanılabilir.

DICOM verileri fotogrametri ve yapay zekâ başlıkları altında çalışmalar üretilmiştir ve bu çalışmalar tez içerisinde paylaşılmıştır. Bu anlamda bu yöntemleri kullanmak isteyen kişiler için karşılaşılabilecekleri sorunlar ile ilgili de ilgili içerik oluşturulup alanyazına katkı sağlanmıştır.

Hanlioğlu "Cerrahi Nöroanatomide Yeni Ufuklar 1" isimli seminerde "texture transfer" denilen işlemin teknik zorluklarına değinmiş ve çok kişinin başaramadığını belirtmiştir. Uygulama önerisinde texture transferinde kullanılan yöntemlerden birine yer verilmiş ve alan yazına katkıda sağlanmıştır.

Uygulama önerisinde kullanılan fotogrametri tekniği uluslararası düzeyde 3 boyutlu grafiklerin oluşturulmasında sıkça başvurulan bir yöntem olmasına rağmen yök veritabanında güzel sanatlar özelinde sadece 1 adet çalışma olduğu tespit edilmiştir (Ceylani, 2018). Tıbbi illüstrasyon ise gerekli önemin verilmediği ve hakkında az sayıda kaynağın bulunduğu alandır ayrıca dijital görüntüleme yöntemleri başlığı altında belirtilen yöntemler ile ilgili güzel sanatlar ve grafik alanı özelinde yeterli kaynak bulunmamaktadır. Bu nedenle tez çalışması ile alanyazına katkı sağlamıştır.

Tez bölümlerinde, geleceğin teknolojileri olarak nitelendirilen VR, AR, XR, Metaverse gibi platformlar da ağırlıklı olarak kullanılan 3 boyutlu grafikleri oluşturmada kullanılabilen ulaşılabilir yöntemlere önem verilmiş, grafik tasarım disiplinin en ilgi duyulan türü olan ve Hacettepe Grafik bölümünün öncelikli alanlarından biri olan 3 boyutlu grafikler ile ilgili içerik oluşturulmuştur. Bu anlamda grafik alanyazına katkı sağlanmıştır. 3 boyutlu grafiklerin illüstratif kullanımı sayesinde tıbbi illüstrasyon, bilimsel illüstrasyon ve illüstrasyon alanlarına da katkı sağlanmıştır.

Tezin amacı yüksek doğruluk sağlayan dijital görüntüleme yöntemleri kullanarak 3 boyutlu tıbbi illüstrasyon oluşturup, bu illüstrasyonu erişilebilir dijital öğretim materyaline dönüştürmektir. Uygulama önerisi ile 3 boyutlu dijital materyal üretilip Sketchfab'a yüklenmiştir. Dolayısı ile tez amacına ulaşmıştır.

İnternette birçok anatomi uygulaması bulunmasına rağmen, bu uygulamalar öğretimi planlayan kişi tarafından oluşturulmamıştır ve bazı uygulamaların ücretli olması gibi sınırlılıklara sahiptir. Fotogrametri tekniği ve sketchfab kullanılarak öğretimi planlayan kişi tarafından, kalabalık ekip kurmaya gerek kalmadan öğretim materyali hazırlanabilmektedir.

3 boyutlu grafiklerin kullanıma dair motivasyon yaratılması ve arttırılması birçok araştırma konusunun ya da öncü çalışmanın önünü açabilir.

Bu tez kapsamında bilimsel illüstrasyonun alt disiplinlerinden biri olan tıbbi illüstrasyon kavramı ele alınmış, uygulama bölümünde güncel teknolojiler doğrultusunda dijital görüntüleme teknolojileri üzerine incelemeler yapılmış ve fotogrametri ile uygulama gerçekleştirilmiştir.

Bu tezin önemi ve faydası kavraya ulaşıllılığının zorluğunu kolaylaştırmaktır. Bu nedenle önerilen uygulamada kavradan referansla eğitsel materyalin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

## TARTIŞMA

Tıbbi illüstrasyon yöntemi olarak 3 boyutlu grafiklerin kullanılması sayesinde etkileşimli eğitim materyali üretilebilmektedir. Bu tür materyallerin üretimi için motivasyon oluşturulursa, dijital ortamda anatomik yapılar arşivlenip etkileşimli dijital öğretim materyalleri oluşturulabilir bu sayede kadavraya olan ihtiyaç ve kadavraya erişememe sorunu daha aza indirilebilir. Ayrıca oluşturulacak dijital arşiv ile 3 boyutlu varlıklara ihtiyaç olan VR, AR, XR, Metaverse, dijital oyun gibi farklı amaçlar ile kullanılabilir. Nitekim uygulama bölümünde oluşturulan model doğrudan ya da USD, glTF, GLB formatlarına dönüştürülerek metaverse platformların da sorunsuzca kullanılabilir. Ayrıca model .stl formatına dönüştürülerek 3 boyutlu yazıcıda yazdırılıp fiziksel materyale dönüştürülebilir. 2 boyutlu ve 3 boyutlu öğretim materyallerinin farklı etkileri olduğunu bulan çalışmalar mevcuttur.

Dijital görüntüleme yöntemlerinin karma kullanımı ve farklı DICOM formatlarında denenmesi daha farklı sonuçlar verebilir. Bunların araştırılması için; tıp, sanat, yazılım/bilgisayar mühendisliği ve eğitim bilimlerinden profesyonellerin oluşturduğu heterojen ekipler ile çalışmaların yapılması alanyazına katkı sağlaması ve dijital ortamlar için üretilen 3 boyutlu varlıkların daha profesyonel şekilde oluşturulmasını sağlayabilir.

Tıp eğitiminin amaçlarından biri yapılar arasındaki ilişkiyi anlamaktır. Çalışmada sadece Cranium yapılmıştır. Kas ve diğer yapıların eklenerek oluşturulacak çalışma daha zengin öğrenme ortamı sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

Adobe. (t.y.). Photography. JPEG vs. TIFF. <https://www.adobe.com/creativecloud/file-types/image/comparison/jpeg-vs-tiff.html> Erişim: 15.07.2023.

Autodesk. (t.y.). Photogrammetry Software. What is photogrammetry? <https://www.autodesk.com/solutions/photogrammetry-software> Erişim: 25.07.2023

Autodesk (t.y.) Real Time-Rendering With Autodesk And Unity. How does real-time 3D Rendering work?. <https://www.autodesk.com/solutions/real-time-rendering> Erişim: 27.08.2023

Ak, A.H. (2013). Dijital Sanat. XV. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri.

Ambrose, G., Harris, P. (2014). *Görsel Grafik Tasarım Sözlüğü*. S: 123. (Çev. Bilge Barhana). Literatür Yayınları. 2. Basım.

Aldur, M.M. (2022) Prof. Dr. M. Mustafa Aldur ile Söyleşi - Medical İllüstrasyon: Kişisel Deneyimler. <https://www.youtube.com/watch?v=0-iF96bLquQ&t=3805s> Erişim: 14.08.2023

Anatomia generalis-General anatomy (Online T.A. 98.) <https://ifaa.unifr.ch/Public/EntryPage/TA98Ch01.html> Erişim: 05.07.2023.

Anyoha, R. (2017). The History of Artificial Intelligence. Can Machines Think?. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/> Erişim: 07.07.2023.

Arnston, Amy E. (2007). *Graphic Design Basics*. Wadsworth, Cengage Learning, USA.

Atta, H.M. (2000). Edwin Smith Surgical Papyrus: The Oldest Known Surgical Treatise. Vignette in Medical History.

Autodesk. (t.y.). Autodesk FBX help for SDK. Texture file formats embedded or referenced. [https://download.autodesk.com/us/fbx/20112/FBX\\_SDK\\_HELP/index.html?url=WS1a9193826455f5ff7b1de9f8127315f1b54-5a50.htm,topicNumber=d0e1054#:~:text=FBX%20SDK%20allows%20you%20to,along%20with%20the%20FBX%20file](https://download.autodesk.com/us/fbx/20112/FBX_SDK_HELP/index.html?url=WS1a9193826455f5ff7b1de9f8127315f1b54-5a50.htm,topicNumber=d0e1054#:~:text=FBX%20SDK%20allows%20you%20to,along%20with%20the%20FBX%20file). Erişim: 13.08.2023.

Becer, E. (2009). *İletişim ve Grafik Tasarım*, S.210 Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.

Benjamin, W. (2015). *Teknik Olarak Yeniden Üretebilirlik Çağında Sanat Yapıtı*. (Çev. Gökhan Sarı) Zeplin Kitap.

Bishop. vd., (2013). 3-D CT is the Most Reliable Imaging Modality When Quantifying Glenoid Bone Loss. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. Cilt: 471. Sayı: 4.

BLM, (2008). *Aerial and Close Range Photogrammetric Technology: Providing Resource Documentation, Interpretation, and Preservation*. Technical Note 428. Bureau of Land Management National Operations Center. Colorado.

Borgman, H. (1988). *Art and Illustration Techniques*. S. 8. Newyork Watson-Guption Publications.

Borse, M. vd., (2013). Literature survey for 3D reconstruction of brain MRI images. *International journal of research in engineering and technology*. Cilt: 7. sayı: 11.

Bouronikos, V. (2021). How to Approach Digital Natives in Education. <https://ied.eu/project-updates/how-to-approach-digital-natives-in-education/> Erişim: 09.08.2023.

Bozkurt, A. vd., (2021). Dijital bilgi çağı: Dijital toplum, dijital dönüşüm, dijital eğitim ve dijital yeterlilikler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*. Cilt: 7. Sayı: 2.

Bulduk Türkmen, B. (2018). Resimleme Dilinde Alternatif Bir Yaklaşım: Kaligrafi ile Resimleme. s. 343. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, Cilt: 1.

Bulduk Türkmen, B. (2021). Bilim ile Sanatın İş Birliği Üzerine Bilimsel İllüstrasyon: Leonardo Da Vinci İncelemeleri. *SDÜ ART-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*. Cilt 14. Sayı 28.

Canon.com.tr. <https://www.canon.com.tr/pro/stories/3d-photogrammetry/>  
<https://www.canon.com.tr/pro/stories/3d-photogrammetry/> Erişim 27.07.2023

Ceylani Uluç, M. (2018). Fotogrametri tekniği kullanılarak video oyunlarında sahne tasarımı. Akdeniz Üniversitesi. Antalya. Yüksek Lisans.

Chen, W. vd., (2023). Taiwan surgeons remove tumor with 3D simulated imaging technology. By interns Wu Chen-jun and Li Shu-yu. Enditem/AW. Focustaiwan.  
<https://focustaiwan.tw/sci-tech/202308090021> Erişim: 11.08.2023

Chmielewski, P.P. (2022). Anatomical and medical terminology: new challenges and perspectives. *Medical Journal of Cell Biology 2022*.

Cornu, B. (2011). Dijital Natives: How Do They Learn? How to Teach Them. *UNESCO Institute for Information Technologies in Education*. Unesco Institute.

Demarée, J.R. (2006). The Bankes Late Ramesside Papyri. *The British Museum Press*. Oxford.

Demiryürek Deniz, M. (2022). Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanı Demiryürek'ten "Kadavra Bağışı" çağrısı. <https://www.dailymotion.com/video/x8f8axc> Erişim: 08.08.2023.

Donkelaar, T.J.H. vd., (2016). Towards a Terminologia Neuroanatomica. *Clinical Anatomy*.

Donkelaar, T.J.H ve Baud, H. (2021). Documentation of Terminologia NeuroAnatomica. *IFAT /FIPAT*.

Echo3d. (2023). The Importance of 3D Asset Optimization for Real-Time Applications. <https://medium.com/echo3d/the-importance-of-3d-asset-optimization-for-real-time-applications-5d3422e57be7> Erişim: 08.08.2023.

Eldeniz, L. (1994). Basım Tekniklerinin Tarihsel Gelişimi. *Marmara İletişim Dergisi Sayı: 5*.

Erolin, C. vd., (2019) Using virtual reality to complement and enhance anatomy education. *Journal of Visual Communication in Medicine*.

Fajar. vd., (2020). Reconstructing and resizing 3D images from DICOM files. *King Saud University. Computer and Information Sciences*.

Feldman, R.P., Goodrich, J.T. (1999) The Edwin Smith Surgical Papyrus. S:281. Childs Nerv Syst.

FIPAT. Terminologia Neuroanatomica. International Neuroanatomy Terminology. <https://fipat.library.dal.ca/tna/> Erişim: 06.07.2023.

FIPAT. The IFAA terminologies, Terminologia Oroanatomica (TOA).  
<https://fipat.library.dal.ca/terminologies/> Erişim: 06.07.2023.

Finlayson, J. (1893). Ancient Egyptian Medicine. [A Bibliographical Demonstration In The Library Of The Faculty Of Physicians And Surgeons]. S: 1061. *The British Medical Journal*. Cilt 1. Sayı 1690.

Flynt, J. (2022). 3D Scanning Spray – What It Is and How to Use. *3d printing*.  
<https://3dinsider.com/3d-scanning-spray/> Erişim: 27.07.2023.

Fuller, Thomas. (1817). *Gnomologia, Adagies and Proverbs, Wise Sentences and Witty Sayings, Ancient and Modern, Foreign and British*. 4087. Ancient Library of Congress.

Gasca, C.K., vd., (2012). NominaAnatomica. Anatomic Terminology and the Old French Terminology. Reumatologia.org. <https://www.reumatologiaclinica.org/en-pdf-S1699258X12002458> Erişim: 03.05.2023.

Gholipour, B. (2019). Med School without Cadavers? Some medical schools are turning to virtual reality instead of dissection. *Scientificv Americans*.  
<https://www.scientificamerican.com/article/med-school-without-cadavers/> Erişim: 17.08.2023.

Gibaud, B. (2008). The DICOM standart: a brief overview. *NATO Security through Science Series B: Physics and Biophysics*.

Gillis, S.A. (200). Digital Native. <https://www.techtarget.com/whatis/definition/digital-native#:~:text=Digital%20natives%20are%20generally%20identified,the%20world%20of%20social%20media>. 08.08.2023

Gombrich, H.E. (1994). *Sanatın Öyküsü*. Remzi Yayın Evi. 16. Basım.

Güngör, A. (2022). Max Brödel Öncülüğünde Sanatın Tasarıma Melez Bir Görselleştirme Olgusu Olarak Medical İllüstrasyon. *İnönü Üniversitesi Kültür ve Sanat Dergisi*. Cilt: 8. Sayı: 1.

Grimm, A.K. (2007). The Origin of the Term Photogrammetry. *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*.

Hajar, R. (2018). Medical Illustration: Art in Medical Education. *Heart Views*.

Hasan T., (2011) Is Dissection Humane? *Journal of Medical Ethics and History of Medicine* 4:4.

Hanaloğlu, ř. vd., (2022) Development and Validation of a Novel Methodological Pipeline to Integrate Neuroimaging and Photogrammetry for Immersive 3D Cadaveric Neurosurgical Simulation. *Frontiers in Surgery*. Sayı: 9.

Hanaloğlu, ř. vd., (2023). Three-Dimensional Modeling and Extended Reality Simulations of the Cross-Sectional Anatomy of the Cerebrum, Cerebellum, and Brainstem. *Operative neurosurgery*. Cilt: 25. Sayı: 1.

Hansen, J.T. (2015). *Netter's Clinical Anatomy*. Fourth Editions. USA.

Hayırdağ, M. (2021). Mısır Tıbbının Gizemi Papirüsler. *Akademik Tarih ve Araştırma Dergisi*. Cilt 4.

Hu A., Wilson T., Ladak H., Haase P., Fung K. (2009). Three-dimensional educational computer model of the larynx. Arch of Otolaryngology Head and Neck Surgery. Cilt:135 No: 7). *American Medical Association*.

Hua L, vd., (2021). A Novel Brain MRI Image Segmentation Method Using an Improved Multi-View Fuzzy c-Means Clustering Algorithm. *Front. Neurosci*.

Hussien, vd., (2019). Stereo Photogrammetry vs Computed Tomography for 3D Medical Measurements. *Kabala International Journal of Science*. Cilt 5. Sayı 4.

Holiday, L. (2023). Artists Say "No" to AI Art on ArtStation 🤖 🎨 The #supporthumanartists Movement. <https://www.youtube.com/watch?v=nNRumhRijo0> Erişim: 07.07.2023.

Iversen, E. (1939). *Papyrus Carlsberg No. VIII With Some Remarks On Egyptian Origin of Some Popular Birth Prognoses*. Ejnar Munksgard. Bianco Lunos Bogtrykkeri A/S

Jackson, S. (t.y.) 3D photogrammetry: turning photographs into 3D models 3D photogrammetry: turning photographs into 3D models. Akt. Hawkins.M.

Joost, J. Vd. (2010) The Edwin Smith papyrus: a clinical reappraisal of the oldest known document on spinal injuries. *European Spine Journal*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00586-010-1523-6> Erişim 04.03.2023

Kachlick D., vd., (2018). Anatomical terminology and nomenclature: past, present and highlights. *Surgical and Radiologic Anatomy*.

*Kadvranın Manifestosu*. (2022). Hacettepe Üniversitesi.

Kaya, E.S. (2021). Paleolitik Dönemden Günümüze Medikal İllüstrasyonunun Kısa Tarihi. *Sanat Dergisi*.

Kelly, M.R. (2023). ChatGPT passes exams from law and business schools. CNN Business. <https://edition.cnn.com/2023/01/26/tech/chatgpt-passes-exams/index.html> Erişim: 07.07.2023.

Kim T. (2022). The future of creativity, brought to you by artificial intelligence. <https://venturebeat.com/datadecisionmakers/the-future-of-creativity-brought-to-you-by-artificial-intelligence/> Erişim:07.07.2023.

Krmpoti, J. ve Vinter, I. (2003). Missing and incorrect terms in terminologia anatomica (1998). *Annals of Anatomy*.

Küçük, S. (2015). Mobil Artırılmış Gerçeklikle Anatomi Öğreniminin Tıp Öğrencilerinin Akademik Başarıları ile Bilişsel Yüklerine Etkisi ve Öğrencilerin uygulamaya Yönelik Görüşleri. Erzurum Doktora.

LaGratta, M. (2020). CT scan vs. MRI: what's the difference? And how do doctors choose which imaging method to use? Memorial Sloan Kettering Cancer Center. <https://www.mskcc.org/news/ct-vs-mri-what-s-difference-and-how-do-doctors-choose-which-imaging-method-use#:~:text=Where%20MRI%20really%20excels%20is,up%20better%20on%20an%20MRI>. Erişim: 14.03.2023.

Laycock S.D. vd., (2014). Towards the production of radiotherapy treatment shells on 3D printers using data derived from DICOM CT and MRI: preclinical feasibility studies. *Journal of Radiotherapy in Practise*. Cambridge Press.

Leah, B. (2006). A Coservtion History of The Ramesseum Papyri. S:225 *Journal of Egyptian Archaeology*. Cilt 92.

Leake, D.C. (1952). *The Old Egyptian Medical Papyri*. University of Cansas Press. Second Edition. S:14.

Lewis, P. (1998). *Tip Tarihi*. (Çev. Dr. Nilgün Güdücü). Khalkedon/Roche.

Lin, vd., (2023). Magic3D: High-Resolution Text to 3D Content Creation. *ArXiv.Nvidia Resarch Lab*.

Linkedin. (t.y.) How do you deal with poles and edge loops in your 3D models?. 3D Modeling. <https://www.linkedin.com/advice/3/how-do-you-deal-poles-edge-loops-your-3d-models-skills-3d-modeling#:~:text=Topology%20refers%20to%20the%20way,deforms%2C%20animates%2C%20and%20renders>. Erişim: 05.08.2023.

Lopes, H.T. ve Pereira G.G. (2021). *The Gynecological Papyrus Kahun*. Intechopen. [https://research.unl.pt/ws/portalfiles/porta1/42842036/2021\\_The\\_Gynaecological\\_Papyru\\_s\\_Kahun.pdf](https://research.unl.pt/ws/portalfiles/porta1/42842036/2021_The_Gynaecological_Papyru_s_Kahun.pdf) Erişim Tarihi 15.02.2023.

London Medical Papyrus, The British Museum Online. [https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y\\_EA10059-1](https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10059-1) Erişim. 03.07.2023.

Lyons A.S., Petrucelli RJ. (1987). *Medicine: An Illustrated History*. New York; Harry N. Abrams Inc.

Matzner, T.G. vd., (2020). Three-dimensional Virtual Models of 3D-Scanned Real Cadaveric Samples Used as a Complementary Educational Resource for the Study of Human Anatomy: Undergraduate Student's Perception of this New Technology. *Int. J. Morphol.*

Mattessich, R. (2002). The Oldest Writings, and Inventory Tags of Egypt, A Reviev of Essay of Günter Dreter's. *Historians Journal*.

McNeely, B. (2005). Educating the Net Generation. Chapter 4: Using Technology as a Learning Tool, Not Just the Cool New Thing. Educause.

Medical Academic (2019). History of medical terminology. <https://www.medicalacademic.co.za/news/the-history-of-medical-terminology/> Erişim: 05.07.2023.

MITA (n.d.) About DICOM: Overview. The Medical Imaging Technology Association. <https://www.dicomstandard.org/about-home> Erişim: 08.07.2023.

Mudry, A. (2006). Otology in Medical Papyri in Ancient Egypt. S: 138. *The Mediterreanean Journal of Otology*.

Navarette, J. ve Roa, I. U (2018). Use of Terminologia Histologica in Oral Histology Texts: Enamel Chapter. *Internatıonal Journal of Morphology*. Cilt: 36. S:7.

Netter, H.F. (1957). Medical Illustration\* Its History, Significance and Practise. *Bull. N. Y. Acad. Med.* Cilt: 33. Sayı: 5.

NIBIB. (t.y.). *Magnetic resonance imaging (MRI)*. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/magnetic-resonance-imaging-mri> Erişim: 07.08.2023.

NIBIB. (n.d.). Computed Tomography (CT). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/computed-tomography-ct> Erişim: 01.05.2023

NIBT. (t.y.). Photogrammetry surveying, its Benefits & Drawbacks. Photogrammetry. NIBT Education. Academia.edu. [https://www.academia.edu/36288956/Photogrammetry\\_surveying\\_its\\_Benefits\\_and\\_Drawbacks](https://www.academia.edu/36288956/Photogrammetry_surveying_its_Benefits_and_Drawbacks) Erişim: 25.07.2023

Nichols, C. (2016). The truth about unbiased rendering. What is correct? Biased or unbiased?. Chaos Lab. <https://www.chaos.com/blog/the-truth-about-unbiased-rendering> Erişim: 08.08.2023

Nicholson vd., (2006). Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model.

Openstax, (2023). Anatomy and Physiology. Anatomical Terminology. <https://openstax.org/books/anatomy-and-physiology/pages/1-6-anatomical-terminology> Erişim: 02.11.2022.

Özdemir, vd. (2018). Ortopedide Tıbbi İllüstrasyon. Cilt14. s. 4

Özkadif, S. (2015). Üç Boyutlu Rekonstrüksiyon Kullanılarak Yapılan Bazı Veteriner Anatomik Çalışmalar. *Journal of Life Sciences*. Cilt: 5 sayı: 2.

Parlar H. (2012). Bilgi Toplumunda, Değişim ve Yeni Eğitim Paradigması. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*. Sayı 4.

Paula, Veiga. (2009). Health and Medicine in Ancient Egypt: Magic and Science. [https://www.researchgate.net/publication/215521600\\_Health\\_and\\_Medicine\\_in\\_Ancient\\_Egypt\\_Magic\\_and\\_Science](https://www.researchgate.net/publication/215521600_Health_and_Medicine_in_Ancient_Egypt_Magic_and_Science) Erişim: 05.07.2023.

Petty, J. (2019). What is 3D Modeling & What's It Used For? Concept Art Empire. <https://conceptartempire.com/what-is-3d-modeling/> Erişim: 07.08.2023.

Pllana, D. (2019). Expanding Entire Volume of Knowledge Influences on Incrementing Individual Knowledge. S: 2-3. *Global Journal of Human Social Science Interdisciplinary*. Cilt 19, Sayı 8, Version 1.

Poole, B. vd. (2022). Dream Fusion: Text-to-3D Using 2D Diffusion. *arXiv*.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf> Erişim: 08.08.2023.

Quack, F.J (2022). The London Medical Papyrus.The British Museum. [https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y\\_EA10059-1](https://www.britishmuseum.org/collection/object/Y_EA10059-1) Erişim:05.07.2023.

Raster (t.y) Raster Image Files. <https://www.bu.edu/tech/support/research/training-consulting/online-tutorials/imagefiles/image101/#:~:text=A%20raster%20image%20file%20is,pixel%20should%20be%20displayed%20in> . Bostan University Information Services. Erişim 13.07.2023.

Reisner, A.G. (1905). *The Hears Medical Papyrus: Hieratic text in facsimile plate in collotype with introduction and vocabulary*. S:1-9. University of California Publications. Egyptian Archeology. Cilt 1.

Roguski, vd. (2015). Magnetic resonance imaging as an alternative to computed tomography in select patients with traumatic brain injury: a retrospective comparison. *J Neurosurg Pediatr*. Sayı: 15.

Roose, K. (2022) An A.I.-Generated Picture Won an Art Prize. Artists Aren't Happy. <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html> Erişim: 07.07.2023.

Rosenberg, K. (2015) The Rise of the Projected Painting: 5 Artists Who Fuse Canvases and Circuitry. ArtSpace. [https://www.artspace.com/magazine/interviews\\_features/on\\_trend/5-artists-who-fuse-painting-and-projection-53154](https://www.artspace.com/magazine/interviews_features/on_trend/5-artists-who-fuse-painting-and-projection-53154) Erişim: 07.07.2023.

Sarıkaya, K. (2019). *Anatomi Ders Kitaplarındaki Tıbbi İllüstrasyonların Amacına Uygunluğunun İncelemesi*. Akdeniz Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi.

Schenk, T. (2005). *Introduction to Photogrammetry*. Autumn Quarter 2005. Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science. The Ohio State University. Ohio. USA.

Schaefer, D. vd., (2009). The Edwin Smith Papyrus: The Birth of Analytical Thinking in Medicine and Otolaryngology. S:182. *The Laryngoscope*.

Seylan, A. (2016). "Disiplinlerarası Bir Formasyon Olarak Medikal İllüstrasyon ve Türkiye'deki İlk Örnek: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tıbbi Resimleme Yüksek Lisans Programı." S: 86. *International Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*. Cilt 1, Sayı 1.

Siemens.(t.y.). 3D Modeling. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/3d-modeling/17977> Erişim 07.08.2023.

Smith, L. 2010.The Kahun Gynaecological Papyrus: *ancient egyptian medicine. History of Contraception*. S:54 Cilt 37, Sayı 1.

Tatar, İ. (2008). OsiriX: Is it really a suitable software for 3D visualization of neuroanatomical structuresacquired from DICOM images?. *Neuroanatomy*. Sayı: 7.

T.D.K. <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 24.04.2023.

Terminologia Neuroanatomica (2017). TNA, Chapter I. (2017). FIPAT Library. <https://fipat.library.dal.ca/terminologies/> Erişim: 06.07.2023.

Terminologia Embryologica (2017). Second Editions. TE2, Part 1. FIPAT Library. <https://fipat.library.dal.ca/te2/> Erişim: 06.07.2023.

Troy, S. (2018). Arts & Culture: A Brief History of Scientific Illustration. Expedition art. <https://www.expeditionart.org/blog-content1/2017/9/5/arts-culture-a-brief-history-of-scientific-illustration#:~:text=One%20of%20the%20most%20important,to%20pursue%20many%20scientific%20exploits>. Erişim 05.07.2023.

Troynikov ve Ashayeri (2011). 3D body scanning method for close-fitting garments in sport and medical applications. HFESA 47th Annual Conference 2011. Ergonomics Australia.

Tsafır, J., ve Ohry, A. (2001). Medical illustration: From caves to cyberspace. *Health information & Libraries Journal*.

Tubbs S.R. (2020). The IFAA Terminologies. <https://fipat.library.dal.ca/terminologies/> Erişim: 05.07.2023.

Tubbs S.R. (2021). The Relevance of Terminologia Anatomica and the Federative International Programme of Anatomical Terminology (FIPAT). *European Journal of Anatomy*. Cilt: 25. Sayı: 6.

Tubsiad (t.y). Deloitte global mobil kullanıma ilişkin araştırma. <https://www.tubsiad.org.tr/tr/guncel/detay/Deloitte-Global-Mobil-Kullanici-Arastirmasina-gore-Akilli-telefon-kullanimini-azaltmaya-calisiyoru/33/668/0#:~:text=Deloitte'un%20raporuna%20g%C3%B6re%20T%C3%BCrkiye,%92'ye%20y%C3%BCkselimi%C5%9F%20durumda%E2%80%A6> Erişim: 08.07.2023.

Unesco (2020). What you need to know about the right to education. <https://www.unesco.org/en/articles/what-you-need-know-about-right-education#:~:text=The%20Universal%20Declaration%20of%20Human,Convention%20against%20Discrimination%20in%20Education>. Erişim: 16.08.2023.

Unity Manual (2017). Materials, Shaders & Textures. *Unity user manual 5.5*. <https://docs.unity3d.com/550/Documentation/Manual/Shaders.html> Erişim: 15.07.2017.

University of Exeter (t.y.). The Life Sciences Resource Centre (LSRC). <https://medicine.exeter.ac.uk/study/teachingfacilities/lifesciencesresourcecentre/#:~:text=Teaching%20Anatomy,learning%20and%20animal%20organ%20dissection>. Erişim: 20.08.2023.

URP: Universal Render Pipeline overview. *Unity user manual 5.5*. [https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@16.0/manual/#:~:text=The%20Universal%20Render%20Pipeline%20\(URP,high%2Dend%20consoles%20and%20PCs](https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.render-pipelines.universal@16.0/manual/#:~:text=The%20Universal%20Render%20Pipeline%20(URP,high%2Dend%20consoles%20and%20PCs). 15.07.2023.

U.S. Department of Education. (t.y.). Developer Toolkit: Creating Educational Technology for English Learners. Matrix 1: Digital Learning Resources. <https://tech.ed.gov/files/2018/10/matrix-digital-learning-resources-supports.pdf> Erişim: 18.08.2023.

Vasquez, B. ve Sol, D. (2014) The Terminologia Histologica in the Medical Sciences. *International Journal of Morphology*.

Wreszinski, W. (1910). Der grosse medizinische Papyrus des Berliner Museums (Pap. Berl. 3038): in Facsimile und Umschrift. S: 28-29. Leipzig: J.C. Hinrichs'sche Buchhandlung. <https://collections.nlm.nih.gov/bookviewer?PID.nlm:nlmuid-56620280R-bk> Erişim:29.06.2023.

Wikipedia. (2020). DICOM . <https://tr.wikipedia.org/wiki/DICOM> Erişim: 08.07.2023

Wikipedia. (2023). Terminologia Histologica. WikiProject Medicine. [https://en.wikipedia.org/wiki/Terminologia\\_Histologica](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminologia_Histologica) Erişim: 06.07.2023.

Wikipedia. (2023) Terminologia Embryologica. Wikiproject Biology.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Terminologia\\_Embryologica](https://en.wikipedia.org/wiki/Terminologia_Embryologica) Erişim: 06.07.2023.

Wikipedia (2023). Software rendering.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_rendering#:~:text=Rendering%20can%20be%20split%20into,rendered%20in%20a%20few%20milliseconds](https://en.wikipedia.org/wiki/Software_rendering#:~:text=Rendering%20can%20be%20split%20into,rendered%20in%20a%20few%20milliseconds). Erişim: 30.07.2023.

Wikipedia. (2023). Unbiased Rendering.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Unbiased\\_rendering](https://en.wikipedia.org/wiki/Unbiased_rendering) Erişim: 08.08.2023.

Williams, R. (1984). *Medical Photography Study Guide*. MTP Press limited. London.  
[https://archive.org/details/medicalphotograp0000unse\\_d7g8/page/n3/mode/2up?view=th eater](https://archive.org/details/medicalphotograp0000unse_d7g8/page/n3/mode/2up?view=th eater) Erişim: 14.07.2023.

Xrsuite. (2021). Real-time and offline 3D rendering: what are the differences?  
<https://www.xrsuite.fr/post/real-time-and-offline-3d-rendering-what-are-the-differences>  
Erişim: 30.07.2023.

Yıldırım, M. (2011). Sanata Gönül Verenler. *Actual Medicine*. S:61.

Yüksel ve Bulut (2019). Üç Boyutlu Tarama Sistemleri. TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası. Cilt: 26. Sayı 116.

## ETİK BEYANI

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Tez/Sanat Çalışması Raporu Yazım Yönergesi'ne uygun olarak hazırladığım bu Tez/Sanat Çalışması Raporunda,

Tez/Sanat Çalışması Raporu içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

Görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

Başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

Atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,

Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,

Bu Tez/Sanat Çalışması Raporunun herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir Tez/Sanat Çalışması Raporu çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

13/09/2023

Caner KAHYA

# YÜKSEK LİSANS TEZİ ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Güzel Sanatlar Enstitüsü

Tez/Sanat Çalışması Raporu Başlığı:

Yukarıda başlığı verilen Tez/Sanat Çalışması Raporumun tamamı aşağıdaki filtreler kullanılarak Turnitin adlı intihal programı aracılığı ile Tez Danışmanım tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Raporlama Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı (%)	Gönderim Numarası
13.09.2023	120	149563	17.07.2023	13	2164932726

Uygulanan filtreler:

- Kaynakça hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez/Sanat Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim. (15/09/2023)

Caner KAHYA

Öğrenci No.: N20131271

Anasanat/Anabilim Dalı: Grafik.

Program (işaretleyiniz):

Yüksek Lisans	Sanatta Yeterlik	Doktora	Bütünleşik Doktora
<input checked="" type="checkbox"/>			

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Doç. Dr. Banu BULDUK TÜRKMEN

# MASTER'S THESIS ORIGINALITY REPORT

HACETTEPE UNIVERSITY

Institute of Fine Arts

Title :

The whole thesis/art work report is checked by my supervisor, using Turnitin plagiarism detection software taking into consideration the below mentioned filtering options. According to the originality report, obtained data are as follows.

Date Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defence	Similarity Index (%)	Submission ID
13.09.2023	120	149563	17.07.2023	13	2164932726

Filtering options applied are:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read the Hacettepe University Institute of Fine Arts Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations, I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge. I respectfully submit this for approval. (date 13/09/2023)

Caner KAHYA

Student No.:

Department:

Program/Degree (please mark):

Master's	Proficiency in Art	PhD	Joint Phd
<input checked="" type="checkbox"/>			

SUPERVISOR APPROVAL

APPROVED

Asst. Prof. Banu BULDUK TÜRKMEN

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesi'ne verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversite'ye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikrî mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/raporumun tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalara (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin/Sanat Çalışması Raporunun kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/sanat çalışması raporumun tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde/sanat çalışması raporumda yer alan, telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinleri yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversite'ye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge\*** kapsamında tezim/sanat çalışması raporum aşağıda belirtilen haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren .... yıl ertelenmiştir. (1)
- Enstitü/ Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir. (2)
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. (3)

13/09/2023

Caner KAHYA

---

### \*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge

- (1) Madde 6.1. Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmasını ş ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7.1. Ulusal çıkarılan veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan iş birliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü teziere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

**Tez Danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

