



**T. C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANATOMİ ANABİLİM DALI**

FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Gizem Serpil BALYEMEZ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**Haziran 2025
İSTANBUL**



**T. C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANATOMİ ANABİLİM DALI**

FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Gizem Serpil BALLYEMEZ

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Çağatay BARUT**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

**Haziran 2025
İSTANBUL**

ONAY

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakóltesi Anatomi Anabilim Dalı'nda asistan hekim olan Dr. Gizem Serpil Balyemez'in hazırladığı ve jüri önünde savunduğı "FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı uzmanlık tezi başarılı olarak kabul edilmiştir.

İMZA

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Çağatay BARUT
(Anatomi Anabilim Dalı)
(İstanbul Medeniyet Üniversitesi)

(imza)

Üyeler

Prof. Dr. Tunç KUTOĞLU
(Anatomi Anabilim Dalı)
(İstanbul Medeniyet Üniversitesi)

(imza)

Doç. Dr. İlke Ali GÜRSES
(Anatomi Anabilim Dalı)
(Koç Üniversitesi)

(imza)

Tarih: 17/06/2025

YAZAR BİLDİRİMİ

“FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı uzmanlık tezinde Dr. Gizem Serpil Balyemez;

- Bu tezin kabulünden önce nerede ve ne kadarının yayınlandığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tezin hazırlanmasında katkısı olanları “Bilgilendirme” bölümünde eksiksiz olarak belirtmiştir.
- Bu tez ile ilgili çıkar çatışması olup olmadığını “Bilgilendirme” bölümünde belirtmiştir.
- Tez içerisinde başkalarının yayınlanmış veya yayınlanmamış çalışmalarından yapılan alıntılar için gerekli kaynakları açıkça belirtmiştir.
- Tez içerisinde başka kaynaklardan kopyalanmış olan kısımları tırnak içerisinde alarak ve izin alınan kaynağı belirterek kullanmıştır.

Haziran, 2025

BİLGİLENDİRME

FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ başlıklı tez çalışmam ile ilgili olarak;

Bu tezin daha önce herhangi bir yerde yayınlanmadığını, bu tezin kendi çalışmam olduğunu, tezin hazırlanmasında danışman hocam Prof. Dr. Çağatay BARUT'un katkıda bulunduğunu, bu çalışmada adı geçen ilaç, tıbbi cihaz ve laboratuvar malzemeleri üreticileri ile herhangi bir çıkar ilişkim olmadığını, bu çalışmaya ait herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışım olmadığını beyan ederim.

Dr. Gizem Serpil BALLYEMEZ

TEŞEKKÜR

Çalışmanın her aşamasında hem bir hoca hem bir ağabey olarak alçakgönüllülük ile her daim bilgisini ve desteğini esirgemeyen sevgili hocam Prof. Dr. Çağatay BARUT'a,

Bölüme geldiğimden beri anatomi bilgisi ile bana anatomiye sevdiren sevgili hocalarım Prof. Dr. Tunç KUTOĞLU'na ve Doç. Dr. Eren ÖĞÜT'e,

Modellerin oluşturulma sürecinde fotoğraf bilgisi ve nezaketi ile koşulsuz destek veren Arş. Gör. Dr. Pedram TÜRKOĞLU'na,

Uzmanlık sürecine başladığımdan beri güler yüzleri ve samimiyetleri ile Medeniyet ailesinin bir üyesi olarak hissetmemi sağlayan yönetim kadrosuna, tüm bölüm hocalarına, tüm personele,

Ne kadar zorlanırsam zorlanayım devam etmem gerektiğini öğreten babam Yusuf BALYEMEZ'e ve manevi ablam Fatma Ayşe ÇAMKERTEN'e,

Bugün olduğum kişi olmamı sağlayan anneannem Serpil ÖZGÜN'e, annem Nurgün ÖZGÜN'e ve dedelerim Macit ÖZGÜN ve Ahmet BALYEMEZ'e,

İsimlerini sayamadığım ama güç aldığım tüm sevdiklerime ve kedilerime minnetlerimi sunarım. Sizler olmasaydınız bu tez olmazdı.

Dr. Gizem Serpil BALYEMEZ

İÇİNDEKİLER

YAZAR BİLDİRİMİ	iii
BİLGİLENDİRME	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. ÜÇ BOYUTLU MODEL ELDE ETMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER	4
2.1.1. DICOM'dan 3B görüntü elde edilmesi.....	4
2.1.2. Lazer tarama	5
2.1.3. Fotogrametri.....	7
2.1.4. Yapılandırılmış ışık tarama (SLS)	8
2.1.5. LIDAR teknolojisi	10
2.2. BU TEZ KAPSAMINDA KULLANILAN KEMİKLERİN ANATOMİSİ.....	12
2.2.1. Os coxae.....	12
2.2.1.1. Acetabulum ve çevresi.....	12
2.2.1.2. Os ilium.....	12
2.2.1.3. Os ischii	13
2.2.1.4. Os pubis	13
2.2.1.5. Foramen obturatum ve ilişkili yapılar.....	13
2.2.2. Femur	15
2.2.2.1. Extremitas proximalis	15
2.2.2.2. Corpus femoris.....	15
2.2.2.3. Extremitas distalis.....	15
2.2.3. Os sphenoidale	17
2.2.3.1. Corpus ossis sphenoidalis	17
2.2.3.2. Ala minor	17
2.2.3.3. Ala major	18

2.2.3.4. Fissura orbitalis superior.....	18
2.2.3.5. Processus pterygoideus	18
3. GEREÇ ve YÖNTEM	20
3.1. ARAŞTIRMA TASARIMI.....	20
3.2. KEMİKLERİN HAZIRLIĞI VE TARAMA ORTAMI	21
3.3. TARAMA YÖNTEMLERİ	23
3.4. MODEL DEĞERLENDİRME SÜRECİ	24
3.5. ELDE EDİLEN 3B MODELLERİN ÇIKTILARININ ALINMASI.....	27
3.6. DEĞERLENDİRME SÜRECİ.....	39
3.6.1. Objektif değerlendirme	39
3.6.2. Subjektif değerlendirme.....	43
3.7. ÖLÇME DEĞERLENDİRME ve İSTATİSTİKSEL ANALİZ	46
4. BULGULAR.....	47
4.1. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN YAŞA, CİNSİYETE, VE SINIFA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI	47
4.2. İKİLİ KARŞILAŞTIRMALAR	54
4.2.1. Cinsiyete bağlı karşılaştırmalar	54
4.2.1.1. Görüntü kalitesi açısından ikili karşılaştırmalar	54
4.2.1.2. Derinlik algısı açısından ikili karşılaştırmalar	55
4.2.1.3. Görsel konfor açısından ikili karşılaştırmalar.....	56
4.2.2. Sınıfa bağlı karşılaştırmalar	57
4.2.2.1. Görüntü kalitesi açısından ikili karşılaştırmalar	57
4.2.2.2. Derinlik algısı açısından ikili karşılaştırmalar	58
4.2.2.3. Görsel konfor açısından ikili karşılaştırmalar.....	60
4.3. TEKLİ DEĞERLENDİRME SORULARININ ÇİFTLİ KARŞILAŞTIRILMASI..	61
4.4. ÜÇLÜ DEĞERLENDİRME SONUÇLARI	66
5. TARTIŞMA	69
5.1. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	69
5.2. ÇİFTLİ DEĞERLENDİRMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	70
5.2.1. Cinsiyete göre çiftli değerlendirmeler	70
5.2.2. Sınıfa göre çiftli değerlendirmeler	71
5.3. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN ÇİFTLİ KARŞILAŞTIRILMASI	72
5.4. ÜÇLÜ DEĞERLENDİRMELER	73
5.5. GENEL DEĞERLENDİRMELER	74
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	76
KAYNAKLAR	77

EKLER.....	79
EK 1: ETİK KURUL KARAR FORMU	79
EK 2. 3B GÖRÜNTÜ DEĞERLENDİRME	80
EK 3: İNTİHAL RAPORU	109



KISALTMALAR

AR	: Arttırılmış Gerçeklik
LIDAR	: Light Detection and Ranging; veya Laser Imaging Detection and Ranging
SLS	: Yapılandırılmış ışık tarama (Structured Light Scanning)
VR	: Sanal Gerçeklik



TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1.	Çalışma kapsamında App store'dan Ağustos 2024'te indirilen 20 farklı 3 boyutlu tarama yapan uygulama, uygulamaların puanları, puanlama yapan kullanıcı sayısı ve programın büyüklüğü.	21
Tablo 3.2.	Magiscan ve Qclone programlarının çeşitli özellikler açısından karşılaştırılması.	21
Tablo 3.3.	Tarama modalitesi olarak kullanılan AI tabanlı Fotogrametri, LIDAR tarama ve her iki teknolojiyi aynı anda kullanan hibrit taramanın avantajları ve dezavantajları.....	24
Tablo 3.4.	Os coxae kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar.....	25
Tablo 3.5.	Femur kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar.	26
Tablo 3.6.	Os sphenoidale kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar.	26
Tablo 3.7.	Os coxae modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.....	39
Tablo 3.8.	Femur modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.	41
Tablo 3.9.	Os sphenoidale modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.	42
Tablo 3.10.	Modellerin çalışmadaki gösterim sırası ve harfli kodlanması.	45
Tablo 3.11.	Çalışmada kullanılan modelleri tek tek değerlendiren tekli değerlendirme ve modellerin yan yana gösterildiği ekranda iki modeli aynı anda değerlendirmeyi sağlayan çiftli değerlendirme soruları.....	45
Tablo 4.1.	Çalışmaya katılan öğrencilerin yaş dağılımları.....	47
Tablo 4.2.	Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyete bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.	48
Tablo 4.3.	Çalışmaya katılan öğrencilerin sınıfa bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.	51
Tablo 4.4.	Görüntü kalitesi açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	54
Tablo 4.5.	Görüntü kalitesi açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	54
Tablo 4.6.	Görüntü kalitesi açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	55
Tablo 4.7.	Derinlik algısı açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	55
Tablo 4.8.	Derinlik algısı açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	55
Tablo 4.9.	Derinlik algısı açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	56
Tablo 4.10.	Görsel konfor açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	56

Tablo 4.11. Görsel konfor açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	57
Tablo 4.12. Görsel konfor açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.....	57
Tablo 4.13. Görüntü kalitesi açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	57
Tablo 4.14. Görüntü kalitesi açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	58
Tablo 4.15. Görüntü kalitesi açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	58
Tablo 4.16. Derinlik algısı açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	59
Tablo 4.17. Derinlik algısı açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	59
Tablo 4.18. Derinlik algısı açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	59
Tablo 4.19. Görsel konfor açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	60
Tablo 4.20. Görsel konfor açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	60
Tablo 4.21. Görsel konfor açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.....	61
Tablo 4.22. Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.	61
Tablo 4.23. Çalışma kapsamında üretilen femur modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen femur modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması...63	63
Tablo 4.24. Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.	65
Tablo 4.25. Çalışma kapsamında üretilen siyah beyaz ve renkli modeller ile Eric Bauer tarafından üretilen modellerin sınıfa göre değerlendirilmesi.	67
Tablo 4.26. Çalışma kapsamında üretilen siyah beyaz ve renkli modeller ile Eric Bauer tarafından üretilen modellerin cinsiyete göre değerlendirilmesi.	68

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1.	Os coxae lateral görünüm (Görsel, rotasyona uğratılmıştır.).....	14
Şekil 2.2.	Os coxae medial görünüm (Görsel, rotasyona uğratılmıştır.).....	14
Şekil 2.3.	Femur önden görünüm.....	16
Şekil 2.4.	Femur arkadan görünüm.....	16
Şekil 2.5.	Os sphenoidale önden görünüm.....	19
Şekil 2.6.	Os sphenoidale arkadan görünüm.....	19
Şekil 2.7.	Os sphenoidale üstten görünüm.....	19
Şekil 3.1.	Tarama ortamı.....	22
Şekil 3.2.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model A: Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli lateral görünüm	29
Şekil 3.3.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model A: Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli medial görünüm	30
Şekil 3.4.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model B: Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modeli lateral görünüm.....	31
Şekil 3.5.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model B: Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modeli medial görünüm.....	32
Şekil 3.6.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model C: Çalışma kapsamında üretilen femur modeli önden görünüm.....	33
Şekil 3.7.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model C: Çalışma kapsamında üretilen femur modeli arkadan görünüm.....	34
Şekil 3.8.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model D: Eric Bauer tarafından üretilen femur modeli önden görünüm.....	35
Şekil 3.9.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model D: Eric Bauer tarafından üretilen femur modeli arkadan görünüm.....	36
Şekil 3.10.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model E: Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli önden görünüm	37
Şekil 3.11.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model E: Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli arka alttan görünüm.....	37
Şekil 3.12.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model F: Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modeli önden görünüm.....	38
Şekil 3.13.	Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model F: Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modeli arka alttan görünüm.....	38

ÖZET

FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada, farklı dijital tarama yöntemleri kullanılarak oluşturulan üç boyutlu (3B) kuru kemik modellerinin anatomi eğitiminde kullanılabilirliği hem objektif hem de subjektif ölçütlerle değerlendirilmiştir. Çalışmada femur, os coxae ve os sphenoidale kemikleri kullanılmış; iPhone 15 Pro Max cihazı aracılığıyla Magiscan ve Qlone yazılımları üzerinden LiDAR, yapay zekâ destekli fotogrametri ve hibrit tarama yöntemleri uygulanmıştır. Her bir yöntemle elde edilen modeller; yüzey detaylarının doğruluğu, geometrik bütünlük, görsel kalite ve kullanıcı deneyimi açısından ön değerlendirmeye tabi tutulmuş ve her bir kemik için nihai bir adet 3B model seçilmiştir. Elde edilen modeller; objektif olarak (çıktıları alınarak Terminologia Anatomica'daki yapılar açısından incelenmiş) ve subjektif olarak (tıp fakültesi öğrencilerinin anket yoluyla yaptığı değerlendirmelerle) analiz edilmiştir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda, kullanılan model oluşturma tekniklerinin, halihazırda yaygın şekilde kullanılan yöntemlere kıyasla avantajları ve dezavantajları ortaya konmuştur. Çalışma kapsamında kullanılan yapay zekâ tabanlı fotogrametri yönteminin, düşük maliyetli bir dijital tarama tekniği olarak anatomi eğitiminde kullanılabilecek nitelikte 3B modeller üretebildiği görülmüştür. Bu yönüyle, kaynakları sınırlı kurumlar için düşük bütçeli anatomi eğitim materyali geliştirmede alternatif bir yöntem olarak önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3B tarama, Fotogrametri, LIDAR, Hibrit tarama, Osteoloji

ABSTRACT

OBJECTIVE AND SUBJECTIVE EVALUATION OF 3D BONE IMAGES CREATED USING DIFFERENT METHODS

In this study, the usability of three-dimensional (3D) dry bone models created using different digital scanning methods in anatomical education was evaluated through both objective and subjective criteria. The study utilized femur, os coxae, and os sphenoidale bones, and applied LiDAR, artificial intelligence-supported photogrammetry, and hybrid scanning methods using the iPhone 15 Pro Max device through the Magiscan and Qlone software. The models obtained through each method were preliminarily assessed based on surface detail accuracy, geometric integrity, visual quality, and user experience, and one final 3D model was selected for each bone. The resulting models were evaluated objectively (by examining printed outputs in terms of the structures listed in the *Terminologia Anatomica*) and subjectively (through surveys completed by medical students). Based on these evaluations, the advantages and disadvantages of the model creation techniques, compared to currently widely used methods, were identified. It was concluded that the artificial intelligence-based photogrammetry method used in the study is capable of producing 3D models suitable for anatomical education as a low-cost digital scanning technique. In this regard, it is proposed as an alternative method for developing budget-friendly anatomical teaching materials, especially for institutions with limited resources.

Keywords: 3D scanning, Photogrammetry, LIDAR, Hybrid scanning, Osteology

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Anatomi eğitimi, tarihsel olarak kadavra diseksiyonları, kuru kemik çalışmaları ve iki boyutlu çizimler gibi geleneksel yöntemlerle yürütülmüştür (1). Bu klasik yaklaşımlar, temel anatomik bilgilerin edinilmesinde uzun yıllar boyunca önemli bir rol oynamıştır. Ancak, söz konusu yöntemler, anatomik yapıların üç boyutlu organizasyonunu ve yapılar arasındaki mekânsal ilişkileri anlamada çeşitli sınırlamalar barındırmaktadır. Özellikle iki boyutlu görseller ve şematik çizimler, belirli anatomik bölgelerin tanımlanması ve genel bilgilerin aktarımı açısından faydalı olsa da, yapıların detaylı biçimde incelenmesini ve bu yapıların birbirleriyle olan ilişkilerinin derinlemesine kavranmasını zorlaştırmaktadır.

Son yıllarda dijital teknolojilerde yaşanan gelişmeler, anatomi eğitimine yönelik araçları da önemli ölçüde dönüştürmüştür. Üç boyutlu modelleme teknolojilerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, öğrenciler artık anatomik yapıları sanal ortamda farklı açılardan inceleyebilmekte, sanal diseksiyonlar gerçekleştirebilmekte ve yapılar arasındaki mekânsal ilişkileri daha etkili bir şekilde kavrayabilmektedir (2). Buna ek olarak, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojiler, eğitimi daha etkileşimli ve dinamik hale getirerek, öğrenme sürecini zenginleştirmektedir (3). Bu tür teknolojiler, öğrencilere fiziksel olarak ulaşılması güç veya mümkün olmayan materyaller üzerinde çalışma olanağı tanımakta, öğrenme motivasyonunu ve materyalle etkileşimi artırmaktadır.

Ancak, bu gelişmiş teknolojilerin büyük bir kısmı yüksek maliyetli ekipmanlar, özel yazılımlar ve teknik bilgi gerektirdiğinden, özellikle kaynakları kısıtlı olan eğitim kurumlarında yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bu durum, modern anatomi eğitiminin eşit ve sürdürülebilir bir şekilde yürütülmesinin önünde önemli bir engel teşkil etmektedir. Dolayısıyla, düşük maliyetli ve erişilebilir alternatiflerin geliştirilmesi, hem eğitim kalitesinin artırılması hem de fırsat eşitliğinin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, sınırlı bütçe ve kaynaklarla, anatomi eğitimine katkı sağlayabilecek nitelikte üç boyutlu dijital modellerin nasıl üretilebileceği araştırılmıştır. Çalışmanın temel amacı, ileri düzey teknolojilere erişimi olmayan kurumlar için düşük maliyetli, ulaşılabilir ve pratik çözümler sunarak, dijital anatomik modelleme sürecini daha yaygın hale

getirebilecek seçenekleri tartışmaktır. Volumetrik tarama yöntemlerinin yüksek maliyetli olması ve özel donanım gerektirmesi nedeniyle, bu çalışmada daha ekonomik ve erişilebilir olan yüzey tarama yöntemleri tercih edilmiştir.

Yüzey tarama, özellikle fotogrametri ve LIDAR gibi teknolojilerin mobil cihazlara entegre edilmesi sayesinde, kolay erişilebilir ve büyük bütçeler gerektirmeden uygulanabilir hâle gelmiştir. Çalışmada bu yöntemlerle model oluşturma ve oluşturulan modellerin doğruluğu ve eğitimdeki kullanılabilirliği hem objektif ölçütlerle (Terminologia Anatomica'da bahsedilen yapıların modeldeki temsili) hem de subjektif ölçütlerle (öğrenci görüşleri) değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel yöntemlerle analiz edilerek, düşük maliyetli modelleme yöntemlerinin eğitimdeki potansiyel kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Sonuç olarak, bu çalışma, kaynakların kısıtlı olduğu ortamlarda bile kaliteli ve işlevsel dijital anatomi materyalleri üretme amacı ile kullanılabilecek yeni ve alternatif teknolojilerin potansiyelini tartışmaktadır. Bu sayede, geleneksel ve dijital eğitim yöntemleri arasında bir köprü kurularak, çağdaş anatomi eğitiminin daha kapsayıcı ve erişilebilir olmasına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Mevcut literatürde yapılan taramalarda, üç boyutlu tarama yöntemleri genel olarak volumetrik tarama yöntemleri ve yüzey tarama teknikleri olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmaktadır. Volumetrik tarama yöntemleri, objelerin iç yapısını ve yoğunluk farklarını yüksek çözünürlükle yakalamak için kullanılan ileri teknolojilerdir. Bu grup içinde bilgisayarlı tomografi (CT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) gibi yöntemler yer almakta olup, genellikle pahalı ekipmanlar ve özel izinler gerektirmektedir. Özellikle de anatomi gibi temel bilimlerde BT ve MRI görüntülerine erişimde radyoloji bölümü ile iletişimde olmak olmazsa olmaz bir durumdur. Bu noktada yukarıda bahsedilen özel izinler ve prosedürler, modelin oluşturulmasında sadece teknik durumların değil bazı prosedürlerin ve işbirliklerinin zorunluluğunu getirmektedir. Bu sebeplerle, volumetrik taramalar, düşük bütçeli ve zaman kısıtlaması veya işbirliklerinin sınırlı olduğu projelerde uygulanabilirlik açısından sınırlıdır.

Literatüre bakıldığında 3 boyutu kemik modeli görüntüsü elde etme yöntemleri arasında lazer tarayıcılar, BT/MR'dan elde edilen DICOM görüntüleri, fotogrametri, yapılandırılmış ışık tarama (SLS) ve LIDAR sayılabilir (4, 5). Tüm bu yöntemlerin sonuçları başarılı olmakla beraber lazer tarayıcıların maliyetlerinin yüksek olması ve görüntüleme yöntemlerinin de kollaborasyon ve bilgisayar kullanımı gerektirmesi sebebi ile maddi yük ve iş yükü açısından çeşitli dezavantajları olabileceği düşünülmektedir.

Yüzey tarama teknikleri, objelerin dış yüzeyini hızlı ve doğru bir şekilde dijital ortamda temsil etmek amacıyla kullanılan daha erişilebilir yöntemlerdir. Fotogrametri, lazer ve yapılandırılmış ışık tarama gibi teknikler, daha düşük maliyetli araçlarla yüksek doğrulukta üç boyutlu modeller elde edilmesini sağlar. Ayrıca, son yıllarda mobil cihazlara entegre edilmiş LIDAR sensörleri sayesinde, yüzey tarama tekniklerinin kullanımı daha da yaygınlaşmıştır. Bütün bunlar göz önüne alındığında rahat ulaşılabilir bir akıllı telefon ve düşük maliyetli bir uygulama ile ucuz ve kolay bir şekilde 3 boyutlu model elde edilip edilemeyeceği ve her anatomistin rahatça kullanabileceği bir tarama modalitesinin varlığı araştırma konusu olarak ortaya çıkmıştır.

2.1. ÜÇ BOYUTLU MODEL ELDE ETMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

2.1.1. DICOM'dan 3B görüntü elde edilmesi

Tıbbi görüntüleme teknolojilerindeki gelişmeler, hasta verilerinin daha ayrıntılı analiz edilmesine olanak tanımış, bu bağlamda DICOM formatı tıbbi görüntülerin standardı haline gelmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi yöntemlerle elde edilen DICOM verileri, anatomik yapıların üç boyutlu (3B) modellerinin oluşturulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. DICOM, tıbbi görüntüleme cihazlarından elde edilen verilerin saklanması, paylaşılması ve analiz edilmesinde kullanılan evrensel bir formattır. 3B modelleme ise, klinik planlamadan tıbbi eğitim materyallerine kadar birçok alanda anatomik yapıların daha iyi anlaşılmasını sağlar. Özellikle cerrahi öncesi planlamada, hastaya özgü modellerin oluşturulmasında büyük avantaj sunar. DICOM dosyaları, görüntü verilerinin yanı sıra hasta bilgileri, çekim parametreleri ve cihaz bilgilerini de içerir. Genellikle, bir dizi 2B kesit (slice) görüntü içerirler ve bu kesitler bir araya getirilerek hacimsel (volümetrik) veri oluşturulabilir. Her bir kesit, belirli bir voksel boyutuna (voxel size) sahiptir; bu, modelin çözünürlüğünü belirler.

DICOM görüntülerinden 3B model üretim süreci genel olarak görüntülerin alınması, görüntülerin segmentasyonu, görüntülerin rekonstrüksiyonu ile üç boyutlu modellerin oluşturulması ve oluşturulan modellerin çeşitli programlar vasıtası ile düzenlenmesi adımlarından oluşur (6, 7). Bu adımların ilki olan görüntülerin alınması işleminde anatomik yapıya göre uygun çözünürlükte BT veya MRG görüntüleri elde edilir. BT, kemik yapıların ayrıntılı görüntülenmesinde; MRG ise yumuşak dokuların detaylı incelenmesinde tercih edilir. İkinci basamak olan görüntülerin segmentasyon işlemi, ilgilenilen anatomik yapının arka plandan ve çevresindeki diğer dokulardan ayrılması işlemidir. Manuel, yarı otomatik veya tam otomatik algoritmalar kullanılabilir. En yaygın yöntemler arasında eşikleme (thresholding), kontur tabanlı segmentasyon ve yapay zekâ destekli segmentasyon yer alır. Üçüncü adımda segmentasyon sonucunda elde edilen maskeler, hacimsel bir yapıya dönüştürülerek rekonstrüksiyona uğratılır ve bunun sonucunda 3B model oluşturulur. Bu işlem genellikle "marching cubes" veya benzeri yüzey çıkarım algoritmaları ile gerçekleştirilir. Elde edilen model genellikle STL (Stereolithography) veya OBJ gibi yaygın 3B formatlarda dışa aktarılır. Model oluşturulması işleminin son basamağı olan düzenleme aşamasında modelin son kullanım

amacına göre düzenlenmesinde yüzey düzleştirme, boşluk doldurma, poligon sayısının azaltılması (retopoloji) gibi işlemler uygulanabilir. Bu düzenleme işlemleri, MeshLab, Blender, 3D Slicer gibi yazılımlar aracılığıyla yapılabilir.

DICOM görüntülerinin işlenmesi ve 3B model oluşturulması için birçok açık kaynak ve ticari yazılım bulunmaktadır. En yaygın kullanılanlardan bazıları şunlardır:

- **3D Slicer:** Açık kaynaklı, güçlü segmentasyon ve modelleme araçları sunar.
- **InVesalius:** Özellikle medikal modelleme için tasarlanmıştır.
- **Materialise Mimics:** Klinik uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ileri düzey ticari bir yazılımdır.
- **ITK-SNAP:** Yarı otomatik segmentasyon işlemleri için etkilidir.
- **Horos:** Özellikle IOS tabanlı işletim sistemi kullanıcılarının kullandığı, ücretsiz bir yazılımdır.

DICOM görüntülerinden 3B anatomik model üretimi, tıbbi görüntülemenin sunduğu verilerin daha işlevsel hale getirilmesini sağlar. Bu süreç, uygun segmentasyon tekniklerinin ve yazılımların doğru kullanımıyla etkili ve yüksek doğrulukta sonuçlar verebilir. Gelecekte yapay zekâ tabanlı otomatik segmentasyon sistemlerinin gelişimi, bu süreci daha da hızlandıracak ve kullanıcı bağımlılığını azaltacaktır.

2.1.2. Lazer tarama

Üç boyutlu (3B) modelleme amacıyla kullanılan lazer tarama teknolojileri, yüzey bilgilerini yüksek hassasiyetle yakalayarak detaylı dijital modellerin oluşturulmasını mümkün kılar. Lazer tarayıcılar, cismin yüzeyine lazer ışığı göndererek yansıyan ışığın sensörler tarafından algılanması yoluyla nokta bulutu(point cloud) verisi oluşturur. Bu yöntem, temas gerektirmeden yüksek doğruluklu verilerin hızlıca toplanmasını sağlar. Tıp, antropoloji ve arkeoloji gibi alanlarda iskelet sistemine ait yapıların dijitale aktarımında yaygın olarak kullanılmaktadır (8, 9).

Lazer tarayıcılar genellikle iki kategoriye ayrılır:

- **El tipi (portable) lazer tarayıcılar:** Taşınabilir ve kullanıcı dostudur. Küçük objeler veya dar alanlar için uygundur.
- **Masaüstü veya sabit sistemler:** Daha yüksek çözünürlük sağlar ve laboratuvar ortamlarında tercih edilir. Tarayıcıların performansı; lazer dalga boyu, tarama mesafesi, çözünürlük (noktalar arası mesafe) ve tarama hızı gibi parametrelerle değerlendirilir.

Lazer tarama ile 3B model oluşturma süreci genel olarak hazırlık aşaması, lazer tarama ve nokta bulutu elde etme, mesh (ağ yapısı) oluşturma ve model temizliği ve düzenleme aşamalarından oluşmaktadır. İlk aşama olan hazırlık aşamasında anatomik yapı temizlenir, sabitlenir ve tarayıcıya uygun bir pozisyonda yerleştirilir. Gerekirse döner tabla veya işaretleyici noktalar (markerlar) kullanılarak taramanın doğruluğu artırılır. İkinci aşama olan lazer tarama ve nokta bulutu elde etme aşamasında tarayıcı, cismin yüzeyini çeşitli açılarından tarayarak milyonlarca 3B koordinat verisi üretir. Bu noktaların tümü birleştirilerek "nokta bulutu" verisi elde edilir. Gerekli durumlarda çoklu taramalar hizalanarak (registration) birleştirilir. nc aşama olan mesh oluşturma (ağ yapısı) sırasında nokta bulutu, üçgen yüzeyler (triangulation) kullanılarak poligonal ağ yapısına (mesh) dönüştürülür. Bu işlemde genellikle Poisson yüzey yeniden yapılandırma, Delaunay triangulation gibi algoritmalar kullanılır. Son aşama olan model temizliği ve düzenleme sırasında modelleme sürecinde oluşturulmuş ağ yapısındaki boşluklar doldurulur, gürültü verileri temizlenir ve yüzey düzgünleştirme işlemleri uygulanır. Bu sayede 3B model hem görsel hem de yapısal açıdan optimize edilir. Son model, kullanım amacına göre STL, OBJ veya PLY gibi 3B formatlarda dışa aktarılır. Bu modeller; tıbbi simülasyon, analiz veya 3B yazıcı ile fiziksel üretim için kullanılabilir.

Lazer tarama ile elde edilen verilerin işlenmesinde çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır:

- **Artec Studio:** Yüksek doğrulukta veri işleme, hizalama ve yüzey modelleme için güçlü araçlar sunar.
- **Geomagic:** Gelişmiş mesh düzenleme, yüzey oluşturma ve CAD entegrasyonu sağlar.
- **MeshLab:** Açık kaynaklı, özellikle ağ düzenleme ve yüzey düzleştirme işlemleri için kullanılırdır.
- **CloudCompare:** Nokta bulutu analizi ve hizalama işlemleri için tercih edilir.

Lazer tarama yöntemleri, yüzey verisi temelli yüksek znrlkl 3B anatomik modelleme için etkili ve güvenilir bir seçenektir. Özellikle kuru kemikler gibi sabit ve detaylı yapılar üzerinde oldukça başarılı sonuçlar verir. Günümüzde teknolojik ilerlemelerle birlikte, bu sistemler daha erişilebilir hale gelmiş, eğitim ve klinik uygulamalarda yaygınlık kazanmıştır. Gelecekte, yapay zekâ destekli otomatik tarama ve modelleme sistemlerinin entegrasyonu ile bu süreçler daha da hızlanacaktır.

2.1.3. Fotogrametri

Fotogrametri, nesnelerin fotoğraflarından mekânsal ölçümler yaparak üç boyutlu (3B) dijital modellerin oluşturulmasını sağlayan bir tekniktir. Tıp, antropoloji ve eğitim gibi birçok alanda, anatomik yapıların 3B modellenmesinde düşük maliyetli ve erişilebilir bir çözüm sunar. Fotogrametri, çok sayıda 2B fotoğrafın analiz edilerek ortak özellik noktalarının hesaplanması ve bu sayede bir nesnenin üç boyutlu geometrisinin çıkarılması prensibine dayanır. Gelişen bilgisayar teknolojileri ve yazılımlar sayesinde, sadece bir dijital kamera veya akıllı telefon kullanılarak yüksek doğrulukta 3B modeller üretmek mümkün hale gelmiştir. Bu yöntem, özellikle kuru kemiklerin, kadavra yapılarının veya kalıcı örneklerin dijitalleştirilmesinde maliyet etkin bir alternatif sunar (10- 12).

Fotogrametrinin temel ilkeleri iki algoritmaya dayanmaktadır.

- **Structure from Motion (SfM):** Nesnenin farklı açılardan çekilmiş fotoğraflarındaki ortak noktaları tanımlayarak kameralara ve nesneye ait 3B konum bilgilerini oluşturur.
- **Multi-View Stereo (MVS):** Bu konum bilgilerini kullanarak detaylı bir nokta bulutu ve ardından yüzey modeli oluşturur.

Bu yöntemlerin doğruluğu, çekim kalitesi, fotoğraf sayısı, ışıklandırma ve arka plan gibi birçok faktöre bağlıdır.

Fotogrametri ile 3B model oluşturma süreci fotoğraf çekimi, görüntülerin yüklenmesi ve işlenmesi, mesh oluşturma ve doku kaplama ve model temizleme ve optimizasyon olmak üzere dört adımdan oluşmaktadır. Fotoğraf Çekimi aşamasında anatomik yapı, sabit bir konuma yerleştirilir. Nesnenin tüm yüzeylerini kapsayacak şekilde farklı açılardan yüksek çözünürlüklü fotoğraflar çekilir. Uygun ışık koşulları sağlanmalı, gölgeler ve yansımalar minimize edilmelidir. Arka planın sade ve dokulu olması (örn. desenli örtü) yazılımın hizalama sürecini kolaylaştırır. Görüntülerin Yüklenmesi ve İşlenmesi aşamasında fotoğraflar fotogrametri yazılımına aktarılır. SfM algoritmaları kullanılarak fotoğraflar hizalanır ve kamera konumları tahmin edilir. Ortaya çıkan verilerle bir nokta bulutu oluşturulur. Mesh Oluşturma ve Doku Kaplama aşamasında nokta bulutu temel alınarak üçgen ağ yapısı (mesh) oluşturulur. Ardından, fotoğraflardan elde edilen renk ve doku bilgileri modele kaplanır. Bu adım modelin hem görsel gerçekliğini hem de detay seviyesini artırır. Son aşama olan model temizleme ve optimizasyon sürecinde önceki adımlarda oluşturulmuş olan model, gereksiz alanlardan arındırılır, boşluklar doldurulur ve yüzey düzgünleştirme işlemleri yapılır. Gerekirse poligon sayısı azaltılır. Model STL, OBJ, PLY gibi standart 3B formatlarda dışa aktarılabilir.

Fotogrametri sürecinde kullanılan yazılımlar, kullanıcı dostu arayüzleri ve gelişmiş algoritmaları ile çeşitli ihtiyaçlara hitap eder:

- **Agisoft Metashape:** Profesyonel seviyede yüksek doğrulukta modelleme sunar.
- **RealityCapture:** Hızlı işleme süresi ve detaylı çıktı seçenekleri ile öne çıkar.
- **Meshroom:** Açık kaynaklı ve ücretsizdir, akademik amaçlar için uygundur.
- **3DF Zephyr:** Otomatik hizalama ve doku kaplama özellikleriyle kullanıcı dostudur.
- **Magiscan, Qlone (mobil uygulamalar):** Akıllı telefonlarla uyumlu, düşük bütçeli çözümler sunar.

Fotogrametri, yüksek maliyetli ekipmanlara ihtiyaç duymadan, yalnızca fotoğraflar aracılığıyla anatomik yapıların 3B dijital modellerini üretmeye olanak tanır. Kullanım kolaylığı, esneklik ve erişilebilirlik açısından önemli avantajlar sunar. Bununla birlikte, doğru çekim tekniklerinin uygulanması ve yazılımların uygun kullanımı, modelin kalitesini doğrudan etkiler. Gelecekte yapay zekâ destekli otomatik segmentasyon ve çekim optimizasyonu sistemleri ile fotogrametri sürecinin daha da yaygınlaşması beklenmektedir.

2.1.4. Yapılandırılmış ışık tarama (SLS)

Yapılandırılmış ışık tarama (Structured Light Scanning, SLS) yöntemi, bir nesnenin yüzeyine düzenli desenler (çizgiler, gridler) projekte ederek, bu desenlerin deformasyonlarını analiz etmek suretiyle yüksek doğrulukta üç boyutlu (3B) dijital modeller oluşturmayı sağlar. SLS, özellikle detay hassasiyeti gerektiren kemik yapıları gibi anatomik objelerin dijitalleştirilmesinde ideal bir çözümdür (13, 14).

Yapılandırılmış ışık tarama, temassız optik ölçüm tekniklerinden biridir ve bir projeksiyon kaynağı ile kamera sisteminin birlikte çalışmasını temel alır. Nesneye yönlendirilen ışık desenleri, yüzey topografyasına göre bozulur ve bu bozulmalar kameralar tarafından kaydedilerek 3B geometri hesaplanır. Bu yöntem, fotogrametriye kıyasla daha yüksek hassasiyet ve daha kısa tarama süresi sunar.

SLS sistemlerinin temel çalışma prensipleri üç ana yapıdan oluşmaktadır:

- **Projeksiyon ünitesi:** Nesneye yapılandırılmış ışık (çoğunlukla çizgisel veya sinüzoidal desenler) gönderir.
- **Kamera/algılayıcı ünitesi:** Bu desenlerin yüzey üzerindeki deformasyonlarını algılar ve kaydeder.
- **Yazılım:** Kamera görüntülerini analiz ederek nokta bulutu ve sonrasında ağ (mesh) yapısını oluşturur.

Triangölasyon prensibine dayanan bu sistemlerde, ışık kaynağı ile kamera arasındaki sabit geometrik ilişki sayesinde nesne yüzeyi üç boyutlu olarak hesaplanır.

3B modelleme süreci hazırlık ve yerleştirme, Işık desenlerinin projeksiyonu ve görüntüleme, nokta bulutu ve mesh oluşturma, model temizleme ve optimizasyonu ve doku kaplama ve dışa aktarım basamaklarından oluşur. Hazırlık ve yerleştirme aşamasında anatomik yapı sabit ve ışığı iyi yansıtan bir pozisyonda yerleştirilir. Yüzeydeki yansımaları veya gölgelenmeleri engellemek için homojen aydınlatma sağlanır. Gerekirse, nesne döner tabla üzerine yerleştirilerek farklı açılardan otomatik tarama yapılır. Işık Desenlerinin Projeksiyonu ve Görüntüleme aşamasında tarayıcı, yapılandırılmış ışık desenlerini (örneğin paralel çizgiler veya gridler) nesne yüzeyine gönderir. Yüzeyin karmaşıklığına bağlı olarak yüzlerce görüntü alınabilir. Nokta Bulutu ve Mesh Oluşturma aşamasında diğer aşamaların sonucunda elde edilen görüntüler yazılım aracılığıyla işlenir, desenlerin deformasyonları analiz edilir ve yüzeyin nokta bulutu verisi çıkarılır. Ardından üçgenleme (triangulation) ile poligonal mesh yapısı oluşturulur. Model temizleme ve optimizasyon aşamasında tarama sırasında oluşabilecek küçük hatalar (gürültüler, boşluklar) yazılım araçlarıyla düzeltilir. Yüzey düzgünleştirme, boşluk doldurma ve ağ optimizasyonu gibi işlemlerle model son haline getirilir. En son aşama olan doku kaplama ve dışa aktarmada ise tercihe bağlı olarak fotografik dokular (texture mapping) modele uygulanabilir. Son model, STL, OBJ, PLY gibi formatlara dönüştürülerek analiz, görselleştirme ya da 3B baskı amacıyla kullanılabilir.

SLS sistemleri ticari olarak çeşitli formlarda sunulmaktadır. Başlıca kullanılan sistem ve yazılımlar şunlardır:

- **EinScan (Shining 3D):** Taşınabilir ve masaüstü modelleri ile yüksek doğruluk sunar.
- **Artec Spider ve Eva:** Endüstriyel hassasiyet sağlayan, medikal uygulamalarda yaygın kullanılan tarayıcılardır.
- **HP Structured Light Scanner:** Yüksek çözünürlük ve hızlı tarama avantajı sağlar.
- **FlexScan3D, Artec Studio:** Tarama sonrası hizalama, mesh düzenleme ve dokulama işlemleri için gelişmiş yazılımlar sağlar.

Yapılandırılmış ışık tarama yöntemi, anatomik yapıların yüksek hassasiyetli ve hızlı dijitalleştirilmesi için güvenilir ve etkili bir çözümdür. Özellikle yüzey detaylarının kritik olduğu uygulamalarda tercih edilen bu yöntem, otomatik ve kullanıcı dostu yapısıyla fotogrametri ve lazer taramaya güçlü bir alternatif sunar. Gelişen donanım ve yazılım

teknolojileri ile birlikte, bu yöntemin klinik ve akademik kullanımının daha da yaygınlaşması beklenmektedir.

2.1.5. LIDAR teknolojisi

LIDAR (Light Detection and Ranging), ışık dalgalarını kullanarak bir nesnenin yüzey geometrisini yüksek doğrulukla ölçebilen aktif bir uzaklık algılama teknolojisidir. Son yıllarda mobil cihazlara da entegre edilmesiyle, anatomik yapıların düşük maliyetle ve taşınabilir sistemlerle üç boyutlu (3B) modellenmesi mümkün hâle gelmiştir.

LIDAR teknolojisi, ilk olarak jeodezi, haritacılık ve havacılık gibi alanlarda kullanılsa da, teknolojinin miniaturizasyonu sayesinde medikal görüntüleme ve dijital modelleme alanlarında da kullanılmaya başlanmıştır (15- 20). Özellikle iPad Pro ve iPhone Pro gibi cihazlara entegre edilen LIDAR sensörleri sayesinde, taşınabilir, düşük maliyetli ve hızlı 3B tarama işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Anatomik yapıların dijitalleştirilmesinde, özellikle kemik gibi yüzeyi belirgin objelerde etkili sonuçlar alınmaktadır.

LiDAR teknolojisinin temel çalışma prensibi, bir lazer ışınının ilgili bir yüzeye gönderilerek bu ışının ilgili yüzeyden yansıma süresinin ölçümü ve bu verilerle mesafe hesaplamasının yapılmasıdır. Yüzeyin farklı noktalarından alınan mesafeler bir araya getirilerek detaylı bir nokta bulutu oluşturulur. Bu nokta bulutu, daha sonra yüzey (mesh) modeline dönüştürülür.

LIDAR sisteminin temel bileşenleri:

- **Lazer verici:** Kısa dalga boylu lazer darbeleri gönderir.
- **Sensör (alıcı):** Yansıyan ışını algılar ve süresini ölçer.
- **İşlemci/yazılım:** Mesafe verilerinden 3B model oluşturur.

Mobil cihazlarda bu sistem, RGB kamera ile eş zamanlı çalışarak hem geometri hem de doku verisi toplayabilir.

3B modelleme süreci hazırlık ve tarama ortamı, tarama işlemi, nokta bulutu ve mesh oluşturma, doku kaplama ve temizleme ile dışa aktarım basamaklarından oluşmaktadır. Hazırlık ve tarama ortamı aşamasında tarama yapılacak anatomik yapı (örneğin bir kuru kemik) sabit konuma ve uygun ışık koşullarına yerleştirilmelidir. Tarama esnasında titreşim ve hareketin minimize edilmesi, tarama sonuçlarının doğruluğu açısından önemlidir. Nesnenin her açıdan taranabilmesi için elle veya döner tabla ile yönlendirme yapılabilir. Tarama işlemi sırasında mobil cihazlardaki LiDAR destekli uygulamalar (örneğin Luma AI, 3D Scanner App, Polycam, Magician) aracılığıyla nesne etrafında

dolaşılır ve tüm yüzeyin taranması sağlanır. Tarayıcı, her noktadan gelen ışığın dönüş süresini hesaplayarak gerçek zamanlı olarak bir derinlik haritası oluşturur. Nokta bulutu ve mesh oluşturma aşamasında önceki basamaklarda toplanmış olan mesafe verileri, bir nokta bulutu olarak yazılım ortamına aktarılır. Bu nokta bulutu üzerinden yüzey interpolasyonu yapılır ve üçgen ağ yapısı (mesh) oluşturulur. Doku kaplama ve temizleme aşamasında RGB kamera ile eş zamanlı olarak alınan görüntülerle modelin dokusu oluşturulur. Sonrasında yazılım içinde modelden gereksiz kısımlar silinir, boşluklar doldurulur ve model düzenlenir. Son aşama olan dışa aktarma aşamasında ise model, STL, OBJ veya USDZ gibi 3B formatlarda dışa aktarılır. Bu sayede model, 3B yazıcılarla üretime ya da sanal gerçeklik platformlarında kullanıma uygun hâle getirilir.

Mobil LIDAR taramalarında genellikle aşağıdaki yazılımlar tercih edilmektedir:

- **Polycam:** Gerçek zamanlı tarama, otomatik hizalama ve dışa aktarma seçenekleri sunar.
- **Luma AI:** Derin öğrenme destekli yüzey yeniden yapılandırması ve fotogerçekçi dokulama sağlar.
- **3D Scanner App (iOS):** Ham LiDAR verilerini işleyerek kolay kullanım sunar.
- **Magiscan (iOS):** Mobil cihazlarda fotogrametri ve LiDAR taramayı birleştirir.
- **MeshLab, Blender:** Dışa aktarılan modellerin düzenlenmesi ve analizinde kullanılan masaüstü yazılımlardır.

LIDAR teknolojisi, hızlı, temassız ve nispeten düşük maliyetli bir 3B modelleme yöntemi olarak, özellikle mobil cihazlarda anatomik yapıların dijitalleştirilmesinde önemli avantajlar sunmaktadır. Yüksek doğruluk, kullanım kolaylığı ve entegrasyon olanakları sayesinde tıbbi eğitimden adli tıba kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak çok küçük yapıların (örneğin küçük kemik çıkıntılarının) detaylarının yetersiz çözünürlük nedeniyle kaybolabileceği unutulmamalıdır. Gelecekte, LIDAR sensör çözünürlüğündeki artış ve yapay zekâ destekli tarama sistemleri ile bu yöntem daha da etkili hâle gelecektir.

Buraya kadar bahsedilen 3B anatomik model oluşturma modalitelerinin her birinden elde edilen son ürünler tıp eğitimi, diş hekimliği, adli tıp, antropoloji, paleontoloji, hastaya özgü cerrahi prosedürler, 3B baskı ile fiziksel model üretimi ve araştırma ve biyomekanik analiz alanlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır.

2.2. BU TEZ KAPSAMINDA KULLANILAN KEMİKLERİN ANATOMİSİ

Tez kapsamında os coxae, os femur ve os sphenoidale modellemesi yapılmıştır. Bu bölümde, çalışma kapsamında modellemesi yapılan kemikler ile ilgili detaylı bilgi verilecektir (21- 24).

2.2.1. Os coxae

Alt ekstremitte kavşak kemiği os coxae, yapısal olarak 3 farklı kemiğin birbiri ile birleşmesinden oluşmaktadır. Bu kemikler os ilium, os ischium ve os pubistir. Os coxae, sacrum ile facies auricularis yüzüyle art. sacroilialis eklemine, karşı os coxae ile facies symphysialis yüzüyle symphysis pubis eklemine ve femur ile acetabulum üzerinden art. femoris eklemine yapar (21- 24).

Os coxae üç temel bölümden oluşur: **Os ilium**, **os ischii**, ve **os pubis**. Bu üç bölüm, ergenlik dönemine kadar synchondrosis şeklinde birleşiktir; daha sonra ossifiye olarak tek kemik haline gelirler. Bu birleşme noktasında **acetabulum** yer alır ve femur başı ile eklemleşerek kalça eklemine oluşturur (21- 24).

2.2.1.1. Acetabulum ve çevresi

Acetabulum, kalça kemiğinin dış yüzeyinde yer alan, sferik şekilli çukurluktur. Femur başı buraya yerleşerek kalça eklemine oluşturur. Acetabulum'un ay şeklindeki, eklemleşmeye uygun hiyalin kıkırdakla örtülü yüzeyine facies lunata denir. Facies lunata'nın ortasında yer alan ve yağ dokusu ile bağlar içeren çukur bölgeye fossa acetabuli denir. Acetabulum'un alt kısmında bulunan ve lig. transversum acetabuli ile kapanan çentiğe incisura acetabuli denir. Acetabulum'un çevresini sınırlayan kemik kenara ise limbus acetabuli/ margo acetabuli denir. Limbus acetabulinin hemen üstünde kalan oluğa ise sulcus supraacetabularis denir (21- 24).

2.2.1.2. Os ilium

İlium, kalça kemiğinin en üst ve geniş kısmını oluşturur. Gövde (**corpus ossis ilii**) ve kanat (**ala ossis ilii**) olmak üzere iki kısımdan oluşur. İlium'un üst kenarını oluşturan ve kaslar için geniş bir tutunma yüzeyi yaratan crista iliaca üç kısımdan oluşur. Bunlar labium externum, linea intermedia ve labium internum'dur. Criasta iliaca'nın ön ucundaki çıkıntıya spina iliaca anterior superior, bunun hemen altındaki çıkıntıya spina iliaca anterior inferior, crista iliaca'nın arka ucundaki çıkıntıya spina iliaca posterior superior ve

bunun altındaki çıkıntıya ise spina iliaca posterior inferior denir. İlium'un abdominal kaviteye bakan yüzeyine fossa iliaca denir ve bu alanda m. iliacus bulunur. İlium'un laterale bakan tarafına facies glutea denir ve bu alanda bulunan çizgilenmeler linea glutea anterior, linea glutea posterior ve linea glutea inferior olarak adlandırılır. İlium'un sakrum ile eklemleştği yüzeye facies sacropelvica denir ve bu alan da kendi içinde eklem katılan yüzey olan facies auricularis ve eklem yüzeyinin arkasında kalan pürüklü yüzey olan tuberositas iliaca olarak ikiye ayrılır. İlium'a medialden bakıldığında linea arcuata ve eminentia iliopubica görülür (21- 24).

2.2.1.3. Os ischii

Ischium, kalça kemiğinin alt arka bölümüdür. **Corpus ossis ischii** ve **ramus ossis ischii** olmak üzere iki bölüme ayrılır. Lig. sacrotuberale ve lig. sacrospinale'nin tutunduğu sivri çıkıntı olan spina ischiadica bu bölgeyi incisura ischiadica major ve incisura ischiadica minor olmak üzere iki çentiğe ayırır. Oturma yüzeyini oluşturan çıkıntı tuber ischiadicum olarak adlandırılır (21- 24).

2.2.1.4. Os pubis

Pubis, kalça kemiğinin ön-alt bölümüdür. **Corpus ossis pubis**, **ramus superior ossis pubis** ve **ramus inferior ossis pubis** olmak üzere üç parçadan oluşur. Pubis'in ön üst kısmında bulunan ve lig. inguinale'nin sonlandığı tuberculum pubicum, iki os pubis'in eklemleştği yüzeyler olan facies symphysialis ve iki facies symphysialis'in beraberce oluşturduğu symphysis pubis, kemiğin ön kenarında yer alan çıkıntılı çizgi olan crista pubica ve ramus superior ossis pubis'in üst kenarında yer alan keskin hat olan pecten ossis pubis; bu kemiğin üzerinde bulunan önemli yapılardandır (21- 24).

2.2.1.5. Foramen obturatum ve ilişkili yapılar

Os pubis ve os ischium arasında oluşan geniş deliğe foramen obturatum denir. Bu deliğin çevresindeki çıkıntılı kenar crista obturatoria, bu deliğin üst kenarında yer alan ve n. obturatorius'un içinden geçtiği oluk sulcus obturatorius, bu deliğin ön kenarında bulunan küçük çıkıntı ise tuberculum obturatorium anterior olarak adlandırılır. **Ramus ischiopubicus**, **ramus inferior ossis pubis** ile **ramus ossis ischii**'nin birleşerek foramen obturatum'un alt kısmını sınırladığı bölümdür. Alt ekstremité kaslarının ve genital yapıların desteklendiği önemli bir kemik bağlantıdır (21- 24).



Şekil 2.1. Os coxae lateral görünüm (Görsel, rotasyona uğratılmıştır.).



Şekil 2.2. Os coxae medial görünüm (Görsel, rotasyona uğratılmıştır.).

2.2.2. Femur

Femur, insan vücudundaki en uzun, en sağlam ve en ağır kemiktir. Pelvis ile tibia arasında uzanarak alt ekstremitenin ana taşıyıcı elemanını oluşturur. Extremitas proximalis, corpus femoris ve extremitalis distalis olmak üzere üç temel bölüme ayrılır. Femur, hem hareket sisteminin hem de ağırlık iletim zincirinin en kritik yapı taşlarından biridir (21-24).

2.2.2.1. Extremitas proximalis

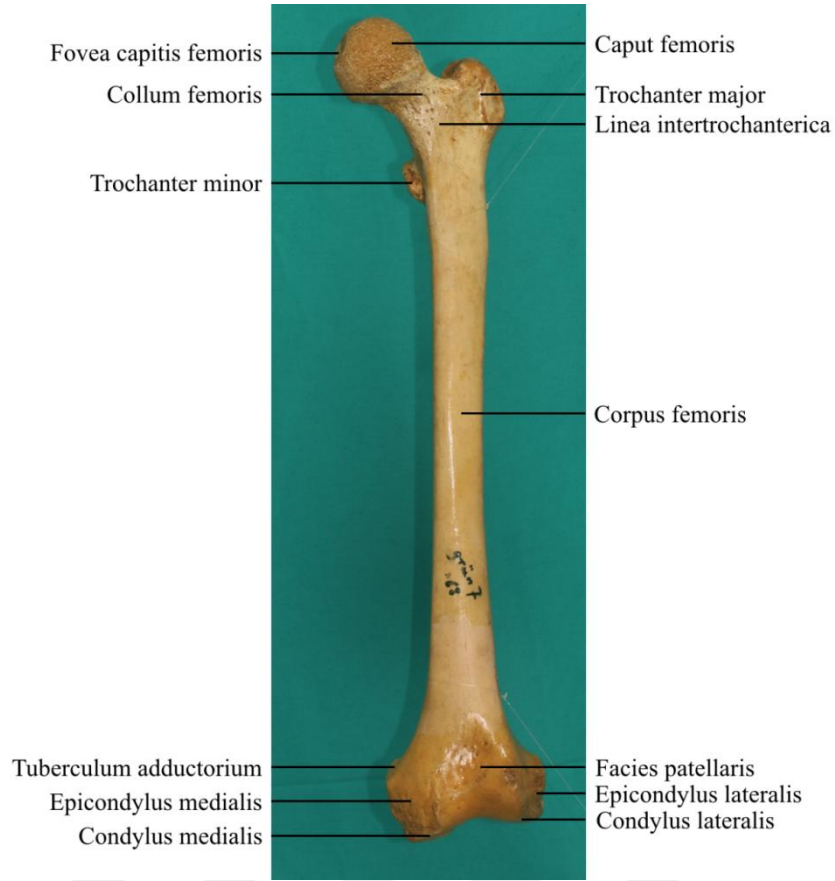
Femur'un baş kısmı olan caput femoris, küresel bir şekle sahiptir ve acetabulum ile eklemlenerek art. coxae'yı oluşturur. Caput femoris'in medial kısmındaki küçük çukur alana fovea capitis femoris denir ve buraya lig. capitis femoris tutunur. Caput femoris'in altında boyun bölgesi olan collum femoris ve boyun kısmının lateralinde kalça kaslarının çoğunun yapışma yeri olan trochanter major ve medial ve arka yüzünde ise m. iliopsoas'ın tutunduğu trochanter minor bulunur. Ön yüzde trochanter'leri linea intertrochanterica birleştirirken arka yüzde trochanter'leri birleştiren ve tuberculum quadratum ile sonlanan yapı crista intertrochanterica'dır. Trochanter major'un medialinde kalan çukur bölgeye fossa trochanterica denir (21- 24).

2.2.2.2. Corpus femoris

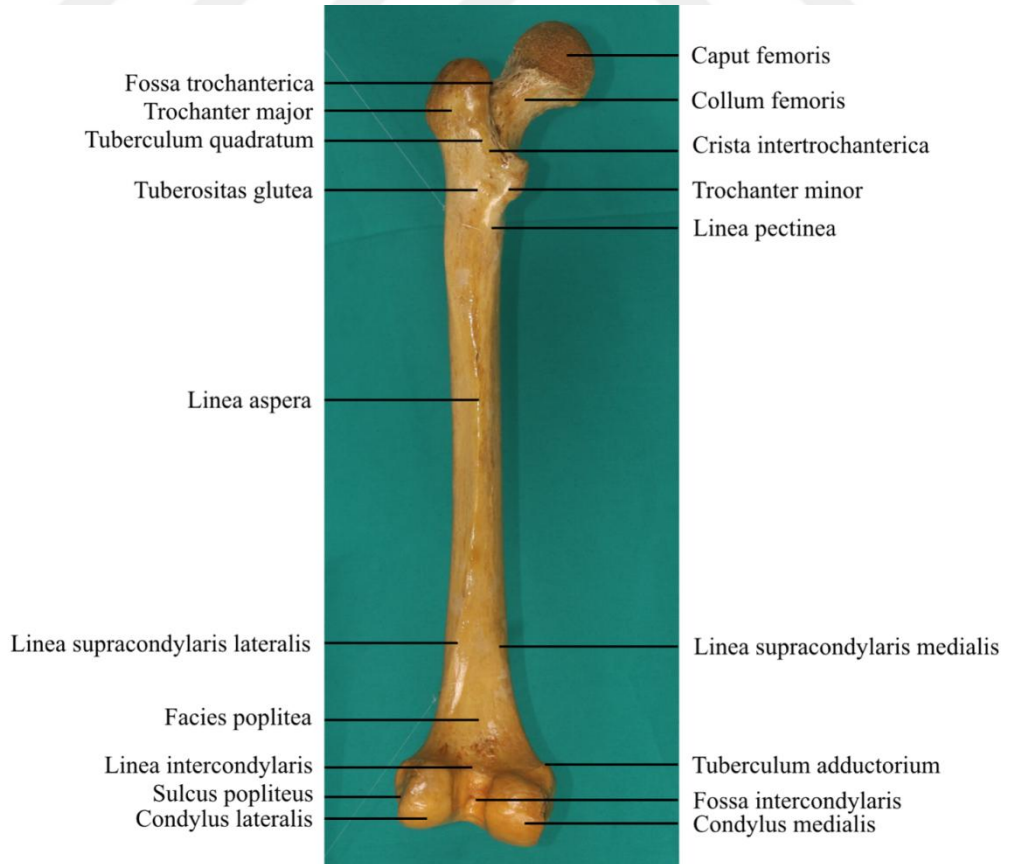
Femur gövdesi, üç yüz ve üç kenardan oluşur. Posterior yüzeyinde, kasların yapıştığı üst tarafta linea pectinea olan ve aşağıya linea aspera olarak devam eden belirgin çıkıntılı çizgiler bulunur. Linea aspera'nın proksimalinde yukarı doğru genişleyen ve m. gluteus maximus'un tutunduğu tuberositas glutea bulunur (21- 24).

2.2.2.3. Extremitalis distalis

Femur'un alt (distal) ucunda yer alan yuvarlak eklem yüzleri olan condylus medialis ve condylus lateralis'in üzerindeki alanlar epicondylus medialis ve epicondylus lateralis olarak isimlendirilir. Epicondylus medialis'in üzerinde adductor kasların tutunduğu tuberculum adductorium bulunur. Ön yüzde patella ile eklem yapan facies patellaris bulunurken, arka yüzde kondiller arasında bulunan derin çukur fossa intercondylaris, bu çukurluğun üstünde bulunan transvers çizgi linea intercondylaris, linea asperanın labium mediale ve laterale'lerinin bu uçtaki karşılığı olan linea supracondylaris medialis ve lateralis ile bu iki çizgi arasında kalan düzlük alan olan facies poplitea bulunur. Condylus lateralis üzerinde m. popliteus'un tendonu için oluşmuş sulcus popliteus bulunur (21- 24).



Şekil 2.3. Femur önden görünüm.



Şekil 2.4. Femur arkadan görünüm.

2.2.3. Os sphenoidale

Kafa tabanının orta bölümünde yer alan, kelebek şeklindeki kompleks bir kemiktir. Kraniyal iskeletin merkezinde bulunarak frontal, temporal, parietal, oksipital ve etmoid kemiklerle eklemleşir. Gerek anatomik konumu gerekse üzerinde barındırdığı birçok önemli yapı nedeniyle hem nöroanatomi hem de klinik anatomi açısından büyük önem taşır. Os sphenoidale; corpus (gövde), ala minor (küçük kanatlar), ala major (büyük kanatlar) ve processus pterygoideus (pterygoid çıkıntılar) olmak üzere dört ana bölümden oluşur (21- 24).

2.2.3.1. Corpus ossis sphenoidalis

Os sphenoidale'nin merkezi olan corpus, içinde çift taraflı hava dolu boşluklar olan sinus sphenoidalis'i barındırır. Sinüsler, burun boşluğuna açılır ve ön yüzlerinde concha sphenoidalis adlı kemik çıkıntılarla örtülüdür. Corpus'un üst yüzünde, iki canalis opticus arasında uzanan sulcus prechiasmaticus yer alır. Bu oluk, optik sinirlerin çapraz yaptığı chiasma opticum için anatomik bir referans noktasıdır. Oluk önünde limbus sphenoidalis, onun daha önünde ise düz bir alan olan jugum sphenoidale bulunur (21- 24).

Sella turcica, corpus sphenoidale'nin üst yüzeyinde yer alan çöküntülü bir yapıdır ve hipofiz bezini barındırır. Bu oluşumun ortasında fossa hypophysialis, önünde tuberculum sellae, arkasında ise dorsum sellae yer alır. Sella turcica'nın ön çıkıntıları processus clinoideus medius, arka çıkıntıları ise processus clinoideus posterior olarak adlandırılır (21- 24).

Corpus'un yan yüzlerinde sulcus caroticus adı verilen oluklar, a. carotis interna'nın izini yansıtır. Bu olukların medialinde yer alan küçük çıkıntıya lingula sphenoidalis denir. Ön yüzde, nazal septuma katılan crista sphenoidalis bulunur; bu yapı aşağıya doğru rostrum sphenoidale olarak devam eder ve vomer ile eklemleşir (21- 24).

2.2.3.2. Ala minor

Ala minor, os sphenoidale'nin üst-ön kısmında yer alır ve orbita'nın üst-iç duvarını oluşturur. Her bir ala minor içinde bulunan canalis opticus, n. opticus ve a. ophthalmica'nın orbita'ya geçiş yoludur. Ala minor'un arkası, processus clinoideus anterior ile sonlanır (21- 24).

2.2.3.3. Ala major

Ala major, os sphenoidale'nin yanlara doğru genişleyen parçasıdır ve hem kafa içi hem de yüz iskeletinin bir kısmını oluşturur. Ala major'un farklı yüzeyleri, çeşitli anatomik bölgelerle ilişkilidir. Facies cerebralis beyin ile temas eden iç yüzeyini, facies temporalis şakak bölgesine (fossa temporalis) bakan dış yüzeyini, facies infratemporalis alt çene kaslarının bulunduğu bölgeye yönelmiş alt dış yüzeyi, facies orbitalis göz çukurunun lateral duvarını oluşturan kısmı ve facies maxillaris maksilla ile komşu olan kısmı tanımlar. Bu yüzeyleri ayıran kenarlar ise crista infratemporalis, margo zygomaticus, margo frontalis, margo parietalis ve margo squamosus'dur (21- 24).

Ala major üzerinde bulunan üç önemli delikten foramen rotundum'dan n. maxillaris, foramen ovale'den n. mandibularis ve a. meningeal accessoria ve foramen spinosum'dan a. meningeal media ve n. spinosus geçer. Ayrıca bu deliklerin yakınında yer alan spina ossis sphenoidalis, bazı bağların tutunduğu kemik çıkıntısıdır (21- 24).

2.2.3.4. Fissura orbitalis superior

Fissura orbitalis superior, ala minor ve ala major arasında kalan büyük açıklıktır. Göz çukurunun arka kısmında yer alır ve içinden çeşitli kraniyal sinirler (III, IV, V1, VI) ve damar yapıları geçer (21- 24).

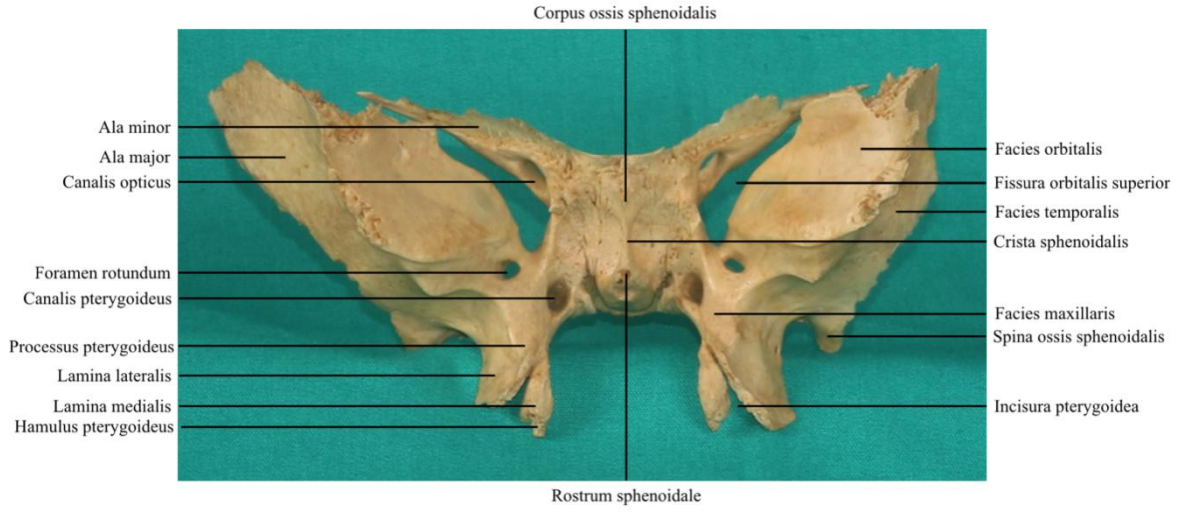
2.2.3.5. Processus pterygoideus

Os sphenoidale'nin altına doğru uzanan bu çift yapılı çıkıntı, lamina lateralis ve lamina medialis olmak üzere iki kemik plaktan oluşur. Bu plaklar arasında fossa pterygoidea yer alır ve bu alanda m. pterygoideus medialis sonlanır (21- 24).

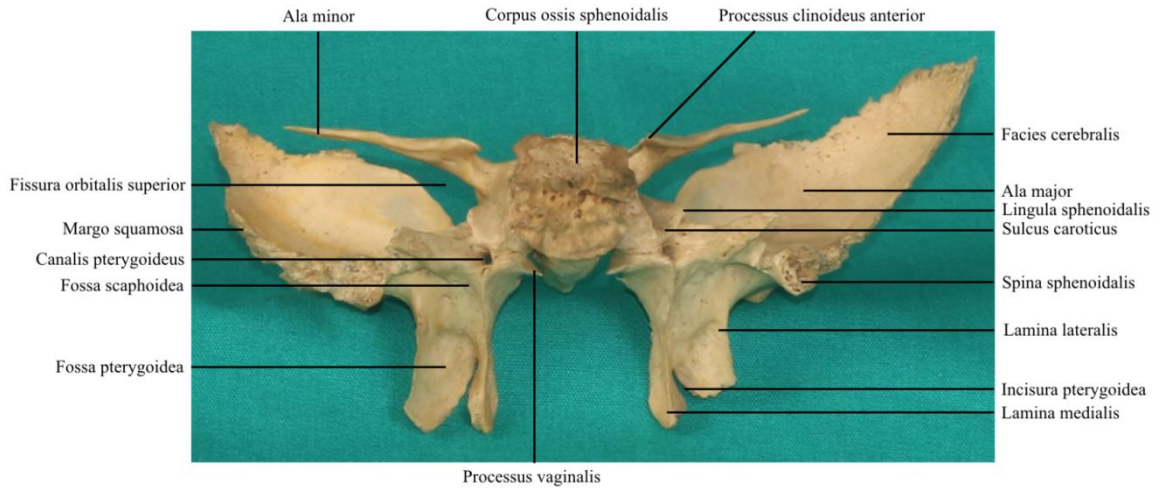
Lamina medialis, alt kısmında kıvrılarak hamulus pterygoideus adlı kanca benzeri bir yapıyla sonlanır. Bu yapı, m. tensor veli palatini kasının yön değiştirmesini sağlar. Hamulus çevresinde sulcus hamuli pterygoidei adlı bir oluk bulunur (21- 24).

Fossa scaphoidea, lamina medialis'in üst kısmında yer alan bir çukurluktur ve m. tensor veli palatini kası burada başlar. Ayrıca, bu bölgede yer alan processus vaginalis, canalis pterygoideus'un bir parçasını oluşturur. Canalis pterygoideus (Vidian kanalı), içinde n. canalis pterygoidei'yi taşır (21- 24).

Sulcus palatovaginalis, os palatinum ile arasında uzanırken sulcus vomerovaginalis ise vomer ile lamina medialis arasında yer alır. Incisura pterygoidea, iki lamina arasında bulunan çentiktir. Nadir olarak görülen processus pterygospinosus, processus'un posterior kenarında yer alabilir ve ligamentum pterygospinosum için tutunma yeri oluşturur (21- 24).



Şekil 2.5. Os sphenoidale önden görünüm.



Şekil 2.6. Os sphenoidale arkadan görünüm.



Şekil 2.7. Os sphenoidale üstten görünüm.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA TASARIMI

Bu çalışmada İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıpta Uzmanlık Tez Yazım Kılavuzuna göre hazırlanmıştır.

Bu araştırma, femur, os coxae ve os sphenoidale kuru kemik örneklerinin üç boyutlu (3B) dijital modellerinin farklı tarama teknolojileri kullanılarak üretilmesi ve bu modellerin objektif ve subjektif verilerle değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Çalışmada, yapay zekâ destekli fotogrametri, LIDAR ve her iki yöntemin birleşiminden oluşan hibrit tarama olmak üzere üç farklı tarama tekniği kullanılmıştır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen tüm üç boyutlu tarama işlemleri, yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve LIDAR sensör özelliğine sahip iPhone 15 Pro Max mobil cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tarama işlemlerinde kullanılan kemik örnekleri, Prof. Dr. Çağatay Barut'un kişisel kemik arşivinden temin edilmiştir.

Araştırmanın ilk aşamasında piyasada mevcut olan ve yüzey tarama tekniği kullanan 20 farklı tarama uygulaması; çözünürlük, işlem süresi, kullanıcı dostu olma durumu, maliyet ve çıktı kalitesi gibi çeşitli kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Denenen 20 programın her birinin ismi ve özellikleri Tablo 3.1'de özetlenmiştir. Yapılan ön testler ve karşılaştırmalar neticesinde, en verimli sonuçları sağlayan uygulamalar olarak Magiscan ve Qclone belirlenmiştir. Her iki uygulama, araştırma sürecinde lisanslı olarak satın alınmış olup, tüm tarama işlemleri bu yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu iki programın karşılaştırılması ile ilgili bilgiler Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

Uygulamalardan elde edilen son ürün olan nihai dijital kemik modelleri, Terminologia Anatomica'da geçen yapıları ihtiva etmeleri açısından Prof. Dr. Çağatay Barut ve Arş. Gör. Dr. Gizem Serpil Balyemez tarafından objektif olarak değerlendirilmiştir. Modeller tıp fakültesi 1. Ve 2. Sınıf öğrencilerine uygulanan anketler ile subjektif olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma kapsamında App store'dan Ağustos 2024'te indirilen 20 farklı 3 boyutlu tarama yapan uygulama, uygulamaların puanları, puanlama yapan kullanıcı sayısı ve programın büyüklüğü.

PROGRAM ADI	APP STORE PUANI	PUANLAYAN KULLANICI SAYISI	BÜYÜKLÜK
KIRI ENGINE	4,1	9	127,3 MB
REALITY SCAN	4	8	46,3 MB
WIDAR	4,2	5	361,5 MB
POLYCAM	4,6	1,3B	130,4 MB
SCANIVERSE	4,9	412	64,2 MB
QLONE	4,2	100	111,8 MB
METASCAN	4,6	20	117,2 MB
3D SCANNER APP	4,5	784	197,9 MB
SCANDY PRO	4,66	94	62,5 MB
LIDAR SCANNER	3	2	72,5 MB
3D-SCAN	0	0	92,1 MB
SCAN THING	4	42	221,3 MB
AR CODE	0	0	14,6 MB
PRODAR	0	0	11,4 MB
SITESCAPE	4,9	30	28,9 MB
SHAPR 3D	4,8	2,4B	1,67 GB
HALO AR	4,2	14	253,8 MB
MAGİSCAN	4,8	97	188,1 MB
LUMA AI	4,7	189	40,6 MB
UGSCAN	0	0	29,7 MB

Tablo 3.2. Magiscan ve Qlone programlarının çeşitli özellikler açısından karşılaştırılması.

PROGRAM İSMİ	MAGISCAN	QLONE
OBJE TARAMA MODU	var	var
AI TABANLI FOTOGRAMETRİ	var	var
LIDAR	var	yok
HİBRİT	var	yok
TARAMA ESNASINDA FLAŞ	var	var
FOTOGRAMETRİDE MAKSİMUM ÇEKİLMESİNE İZİN VERİLEN POZ SAYISI	200	60

3.2. KEMİKLERİN HAZIRLIĞI VE TARAMA ORTAMI

Üç boyutlu (3B) tarama sürecinin başarısı, taranan objenin tarama sırasında sabit kalmasına ve çevresel faktörlerin minimum düzeyde müdahale etmesine doğrudan bağlıdır. Bu nedenle çalışmada kullanılan tüm kuru kemik örnekleri, tarama sırasında hareket

etmelerini önlemek amacıyla bir misina ile asma sistemi kullanılarak konumlandırılmıştır. Bu sistem, kemiklerin dış müdahale olmaksızın kendi eksenlerinde dengeli bir şekilde havada sabitlenmesini mümkün kılmış ve her bir kemiğin tüm yüzeylerinin 360° açıyla taranmasına olanak sağlamıştır.

Kemikler, asılmaya en elverişli ve anatomik olarak dengeli olan dikey pozisyonda yerleştirilmiştir. Böylece hem yerçekimi etkisinin taramaya müdahalesi azaltılmış hem de modelleme sırasında kemik yüzeylerinin doğru orantılı olarak temsil edilmesi sağlanmıştır. Tüm taramalar, yansımaları ve arka plan gürültüsünü minimize edecek şekilde özel olarak düzenlenmiş, kontrollü bir iç mekân ortamında gerçekleştirilmiştir. Tarama alanı, görsel parazitleri engelleyecek şekilde nötr renkli bir fon ile izole edilmiş ve mümkün olduğunca homojen aydınlatılmıştır.

Görüntü kalitesini ve detay hassasiyetini artırmak amacıyla profesyonel stüdyo tipi aydınlatma sistemleri kullanılmıştır. Ek olarak, iPhone 15 Pro Max cihazının entegre flaşı da detay derinliğini artırmak üzere destekleyici ışık kaynağı olarak devreye alınmıştır. Tüm çekimler sırasında ışık yönü ve yoğunluğu sürekli olarak kontrol edilerek, gölge oluşumu, parlamalar ve yetersiz aydınlatma gibi unsurların model kalitesine olumsuz etkisi en aza indirilmiştir. Bu yöntemle, hem kemik yüzeylerinin doğal yapısı bozulmadan yüksek çözünürlüklü görseller elde edilmiş hem de tarama sonrası oluşabilecek artefaktlar ve yüzey deformasyonları en düşük düzeye indirilmiştir.



Şekil 3.1. Tarama ortamı.

3.3. TARAMA YÖNTEMLERİ

Başlangıçta yaklaşık 20 program indirildi (Tablo 3.1). Bu programların her birinin arayüzüne, örnek tarama kalitelerine, kameranin flaşını kullanmaya izin verip vermemesine göre elemeler yapıldı. Bazı programlarda obje tarama için özel bir bölüm vardı, bazıları ise direkt ortam taraması üzerine tek tip bir arayüz geliştirmişti. Tek tip ortam arayüzü olan programlar elendi.

Qlone taramalara çeşitli farklı son çıktılar vermesi ve kareli kağıt taramaları ile diğer programlardan ayrıldı. Ayrıca örnek taramalarda iyi bir performans sergiledi. Salt fotogrametri tabanlı bir program olan Qlone, tek ödeme ile ömür boyu erişim izni veriyor. Fotoğraflara erişim üzerinden model tasarlamıyor, sadece uygulama içinde çekilen fotoğraflarla model oluşturuyor. Bu noktada hem kendi yüzünde fotoğraf çekimi yaptıran hem de başka cihazlarda çekilmiş video veya fotoğrafları işleyip model oluşturabilen programlardan ayrıldı.

Bu çalışmada, her bir kuru kemik örneği (femur, os coxae ve os sphenoidale) için farklı 3B tarama yöntemleri uygulanmıştır. Uygulanan yöntemler, dijital modelleme sürecinde elde edilecek anatomik doğruluk, yüzey detay çözünürlüğü ve model bütünlüğü açısından karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasına olanak sağlamıştır. Kullanılan yöntemler aşağıda detaylandırılmış olup Tablo 3.3'te özet olarak derlenmiştir.

Yapay Zekâ Destekli Fotogrametri: Bu yöntemde, kemik örneklerinin farklı açılardan yüksek çözünürlüklü dijital fotoğrafları çekilmiştir. Ardından bu fotoğraflar, derin öğrenme algoritmaları entegre edilmiş fotogrametri yazılımları aracılığıyla işlenmiş ve üç boyutlu dijital modeller oluşturulmuştur. Yapay zekâ desteği sayesinde, geleneksel fotogrametri yöntemlerinde oluşabilecek yüzey boşlukları ve model kusurları minimuma indirilmiş, detay çözünürlüğü artırılmıştır. Bu yöntem, özellikle kompleks yüzey yapısına sahip kemiklerde detaylı anatomik yapıların modellenmesi açısından avantaj sağlamaktadır.

LIDAR Tabanlı Tarama: iPhone 15 Pro Max cihazında bulunan entegre LIDAR (Light Detection and Ranging) sensörü kullanılarak, kemik yüzeylerinden yansıyan lazer ışınlarının mesafeye dayalı ölçümleri alınmış ve bu verilerle nokta bulutu tabanlı üç boyutlu modeller oluşturulmuştur. LiDAR sensörü, özellikle derinlik verisi bakımından yüksek hassasiyet sunmakta ve düz yüzeylerde yüksek doğruluk sağlamaktadır. Ancak karmaşık geometrik yapılarda detay kaybı yaşanabilmektedir.

Hibrit Tarama Yöntemi: Hibrit yaklaşımda, fotogrametri ve LIDAR teknolojileri entegre biçimde kullanılmıştır. Bu yöntem ile fotogrametrinin sunduğu yüksek çözünürlüklü yüzey detayları ile LIDAR'ın derinlik verisi birleştirilerek, her iki teknolojinin güçlü yönlerini barındıran 3B modeller elde edilmiştir. Hibrit tarama yöntemi, özellikle organik ve düzensiz yüzeylerde hem geometrik bütünlük hem de görsel detay açısından en dengeli sonuçları vermektedir (27, 28).

Tablo 3.3. Tarama modalitesi olarak kullanılan AI tabanlı Fotogrametri, LIDAR tarama ve her iki teknolojiyi aynı anda kullanan hibrit taramanın avantajları ve dezavantajları.

Yöntem	Avantajları	Dezavantajları
Yapay Zekâ Destekli Fotogrametri	• Yüksek çözünürlüklü yüzey detaylar • Renkli doku (texture) üretimi • Uygun yazılımla düşük maliyetli	• Işık koşullarına duyarlılık • Sabit nesne gerekliliği • Derinlik verisi eksikliği
LiDAR Tabanlı Tarama	• Gerçek zamanlı derinlik algısı • Düşük ışıktaki dahi çalışabilirlik • Otomatik model oluşturma	• Düşük yüzey detay çözünürlüğü • Karmaşık geometrilerde doğruluk kaybı
Hibrit Tarama Yöntemi	• Derinlik + yüzey detaylarının birleşimi • Daha bütünlüklü ve doğru modeller • Çok yönlü kullanım	• Daha uzun işlem süresi • İki yöntemin entegrasyonu teknik bilgi gerektirir

3.4. MODEL DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Her bir tarama yöntemiyle elde edilen üç boyutlu kemik modelleri, belirli niteliksel ve niceliksel ölçütler temel alınarak sistematik biçimde değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, os coxae ve femur kemikleri için ayrı ayrı yedişer tarama (toplamda 14), os sphenoidale için ise iki tarama gerçekleştirilmiştir. Böylelikle toplamda 18 adet tarama süreci yürütülmüştür. Her bir kemik için farklı yöntemlerle oluşturulan modeller arasından en başarılı olanlar, ileri analiz ve karşılaştırma süreçlerine dahil edilmiştir. Model oluşumu ile ilgili süreçler os coxae modellemesi için Tablo 3.4'te, femur modellemesi için Tablo 3.5'te ve os sphenoidale modellemesi için Tablo 3.6'te özetlenmiştir.

Tablo 3.4. Os coxae kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar

	KEMİK	YÖNTEM	ARTEFAKT
1. TARAMA	OS COXAE	LIDAR	BİZİM ASMA YÖNTEMİMİZE GÖRE KEMİĞİN ALT TARAFINA DENK GELEN ALANDA TARAMADA EKSİK SAPTANDI
2. TARAMA	OS COXAE	FOTOGRAMETRİ	BAZI YERLERDE GÖLGELER GÖZLEMLENDİ
3. TARAMA	OS COXAE	LIDAR	1. TARAMA İLE BENZER ŞEKİLDE ASMA YÖNÜNE GÖRE KEMİĞİN ALT TARAFINDA KALAN ALANDA EKSİK MEVCUT
4. TARAMA	OS COXAE	FOTOGRAMETRİ	2. TARAMADAKİ GÖLGELERİN ÇOĞU AZALMAKLA BERABER LIDARTARAMALARINDA OKUNMAYAN ALT TARAFIN HAFİF KARANLIK ÇIKTIĞI GÖRÜLDÜ
5. TARAMA	OS COXAE	LIDAR+FOTOGRAMETRİ (=HYBRİD)	MODELDE CİDDİ ŞEKİL BOZUKLUĞU, RENK BOZUKLUĞU GÖZLEMLENDİ. MODELİN TARAAM ESNASINDA HAFİF HAREKET ETMESİ İLE İLİŞKİLİ BİR ARTEFAKT OLABİLECEĞİ SONUCUNA VARILDI
6. TARAMA	OS COXAE	FOTOGRAMETRİ	MODELİ %90 ORANINDA UYGUN BULDUK. DAHA İYİSİ OLABİLİR Mİ DİYE SORDUK. BU MODELİN DİĞER FOTOGRAMETRİ MODELLERİNDEN FARKI ÇEKİM ESNASINDA PROFESYONEL FOTOĞRAFÇI IŞIKLARI İLE ÇEKİM YAPILAN ALANLARIN AYDINLATILMASI OLDU.
7. TARAMA	OS COXAE	FOTOGRAMETRİ	6. TARAMAYA BENZER BİR TARAMA ELDE ETTİK. HEM 6. TARAMANIN SONUÇLARINDAN HEM DE BU MODELİN SONUÇLARINDAN MEMNUN KALDIK.

Tablo 3.5. Femur kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar.

	KEMİK	YÖNTEM	ARTEFAKT
1. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	BİZİM ASMA YÖNTEMİMİZE GÖRE KEMİĞİN ALT TARAFINA DENK GELEN ALANDA TARAMADA EKSİK SAPTANDI (CONDYLUS FEMORİS).
2. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	BAZI YERLERDE GÖLGELER GÖZLEMLENDİ.
3. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	2. TARAMA İLE BENZER ŞEKİLDE BAZI YERLERDE GÖLGELER GÖZLEMLENDİ.
4. TARAMA	FEMUR	LİDAR+FOTOGRAMETRİ (=HYBRİD)	GENEL KONTURDA MODELDEKİ KİSMİ HAREKET NEDENİ İLE ARTEFAKTLAR SAPTANDI, FOSSA INTERCONDYLARİSTE CİDDİ ŞEKİL BOZUKLUĞU VE CAPUT FEMORİS VE COLLUM FEMORİS BÖLGESİNDE ORANTISIZ BİR YAPILANIM GÖZLEMLENDİ.
5. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	MODELDE CONDYLUS FEMORİSLERDE RENK BOZUKLUĞU GÖZLEMLENDİ.
6. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	MODELİ %90 ORANINDA UYGUN BULDUK. DAHA İYİSİ OLABİLİR Mİ DİYE SORDUK. BU MODELİN DİĞER FOTOGRAMETRİ MODELLERİNDEN FARKI ÇEKİM ESNASINDA PROFESYONEL FOTOĞRAFCI IŞIKLARI İLE ÇEKİM YAPILAN ALANLARIN AYDINLATILMASI OLDU.
7. TARAMA	FEMUR	FOTOGRAMETRİ	PROFESYONEL IŞIK KULLANILDIĞI HALDE FOSSA PATELLARİS BÖLGESİNDE ARTEFAKT GÖZLEMLENDİ, BUNUN HARİCİNDE %85 UYGUN BİR MODEL Dİ.

Tablo 3.6. Os sphenoidale kemik tarama denemeleri, kullanılan yöntemler ve artefaktlar.

	KEMİK	YÖNTEM	ARTEFAKT
1. TARAMA	SPHENOİD	FOTOGRAMETRİ	BİZİM ASMA YÖNTEMİMİZ KAYNAKLI KEMİK MODELDE MİSİNA GÖRÜNÜMLERİ İZLENDİ.
2. TARAMA	SPHENOİD	FOTOGRAMETRİ	ASMA YÖNÜMÜZÜ DEĞİŞTİRDİK VE MİSİNA GÖRÜNÜMÜNDE AZALMA SAPTADIK. BU MODELİ KULLANIMA %70 UYGUN BULDUK.

Model oluşturma süreci, sırasıyla önce os coxae, ardından femur, son olarak da os sphenoidale üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu sıralama, araştırmanın teknik ilerleme düzeyine de paralel olarak planlanmıştır. Başlangıçta os coxae kemiği ile edinilen deneyim, femur taramalarında sürecin verimliliğini artırmış; bu teknik ve metodolojik birikim, özellikle morfolojik olarak daha karmaşık olan os sphenoidale’de daha az

denemeye yüksek kaliteli model üretimini mümkün kılmıştır. Nitekim, sadece iki taramayla kabul edilebilir düzeyde bir os sphenoidale modeli oluşturulabilmiştir. Bu durum, hem teknik donanımın hem de uygulayıcı deneyimin zamanla geliştiğini göstermektedir.

Model değerlendirme sürecinde esas alınan kriterler şunlardır:

- **Anatomik Doğruluk:** Üretilen 3B modelin, gerçek kemik yapısına morfolojik açıdan uyum düzeyi.
- **Yüzey Detay Çözünürlüğü:** Kemik yüzeyindeki mikromorfolojik ayrıntıların modelde görünürlük kalitesi.
- **Şekil Bütünlüğü:** Model üzerinde deformasyon, eksiklik veya yapısal bozulma olup olmaması.
- **Eğitsel Kullanılabilirlik:** Modelin anatomi eğitimi ve tıbbi öğretim materyali olarak kullanılabilirliği.

Tarama işlemleri sırasında; misina ile askıya alma sistemi, ışık koşullarının kontrolü ve yazılımsal ayarlar sürekli optimize edilerek artefakt oluşumu ve detay kayıpları en aza indirilmeye çalışılmıştır. Sürekli teknik iyileştirmeler sayesinde, model kalitesinde istikrarlı bir artış gözlemlenmiştir.

3.5. ELDE EDİLEN 3B MODELLERİN ÇIKTILARININ ALINMASI

Tarama sonucu olarak elde edilen insan iskelet sistemine ait femur, os coxae ve os sphenoidale modellerinin üç boyutlu (3B) baskı teknolojileri kullanılarak prototipleri üretilmiştir. Gerçek insan kemiklerinin yüksek çözünürlüklü dijital tarama verileri temel alınarak oluşturulan bu modeller, anatomik yapının hassas bir şekilde yeniden üretilmesini sağlamıştır.

Femur ve os coxae modellerinin üretimi için FDM (Fused Deposition Modeling - Ergitilmiş Yığılma Modelleme) teknolojisine sahip Bambu Lab A1 Combo 3B yazıcı kullanılmıştır. Bu teknoloji, termoplastik bir filamentin eritilerek katman katman yığılması prensibiyle çalışır. Baskı materyali olarak biyouyumluluk, kolay işlenebilirlik ve maliyet etkinliği gibi avantajları nedeniyle Polilaktik Asit (PLA) filament tercih edilmiştir. PLA, özellikle ilk prototipleme ve eğitim amaçlı modeller için yaygın olarak kullanılan, çevre dostu bir polimerdir. Baskı parametreleri olarak 0.4 mm'lik bir nozül kullanılmış, 0.20 mm katman kalınlığı ile baskılar alınmıştır. Modellerin iç yapısı, hem mukavemet hem de malzeme verimliliği sağlamak amacıyla %25 doluluk oranı (infill) ile oluşturulmuştur. Bu

ayarlar, kemik modellerinin morfolojik detaylarını yüksek doğrulukla yansıtacak şekilde optimize edilmiştir.

Os sphenoidale modelinin üretimi için ise Formlabs Form 3B yazıcı ve SLA (Stereolithography - Stereolitografi) baskı teknolojisi kullanılmıştır. SLA, bir ultraviyole (UV) lazerin fotopolimer bir reçineyi seçici olarak sertleştirerek katmanlar halinde model oluşturması esasına dayanır. Bu yöntem, FDM'e kıyasla daha yüksek detay hassasiyeti ve pürüzsüz yüzey kalitesi sunar, bu da özellikle karmaşık ve ince anatomik yapılar için idealdir. Materyal olarak Formlabs'ın standart reçinesi kullanılmıştır. Sfenoid kemiğin hassas ve detaylı yapısı göz önüne alınarak, 0.05 mm katman kalınlığı ile baskı alınmış ve modelin yapısal bütünlüğünü sağlamak amacıyla %100 doluluk oranı kullanılmıştır. Baskı sonrası model, UV ışık altında ek kürleme işlemine tabi tutularak mekanik mukavemeti artırılmıştır.

Her iki baskı sürecinde de, elde edilen 3B modellerin gerçek kemik anatomisine uygunluğu ve tez çalışmasının gerektirdiği hassasiyet doğrultusunda dikkatli bir kalite kontrolü yapılmıştır. Baskı sonrası destek yapıları titizlikle temizlenmiş ve yüzeyler gerekirse pürüzsüzleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model A: Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli lateral görünüm



Şekil 3.3. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model A: Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli medial görünüm



Şekil 3.4. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model B: Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modeli lateral görünüm.



Şekil 3.5. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model B: Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modeli medial görünüm.



Şekil 3.6. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model C: Çalışma kapsamında üretilen femur modeli önden görünüm.



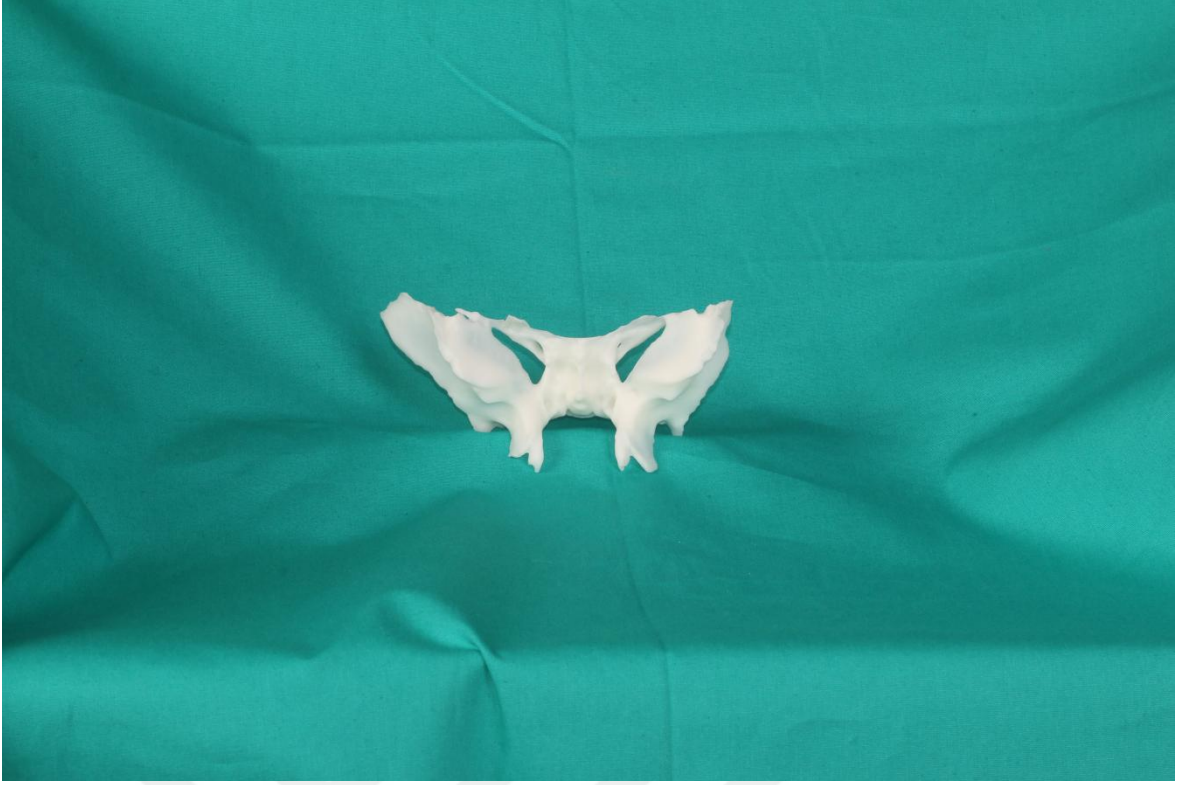
Şekil 3.7. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model C: Çalışma kapsamında üretilen femur modeli arkadan görünüm.



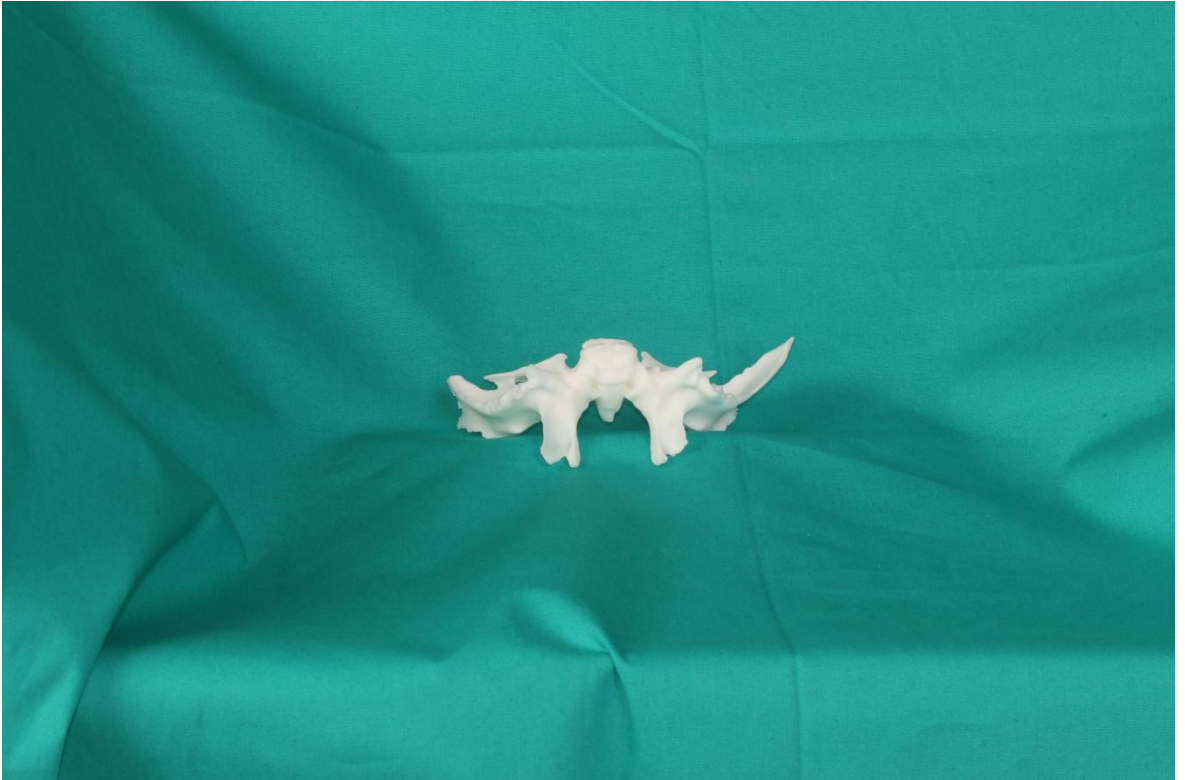
Şekil 3.8. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model D: Eric Bauer tarafından üretilen femur modeli önden görünüm.



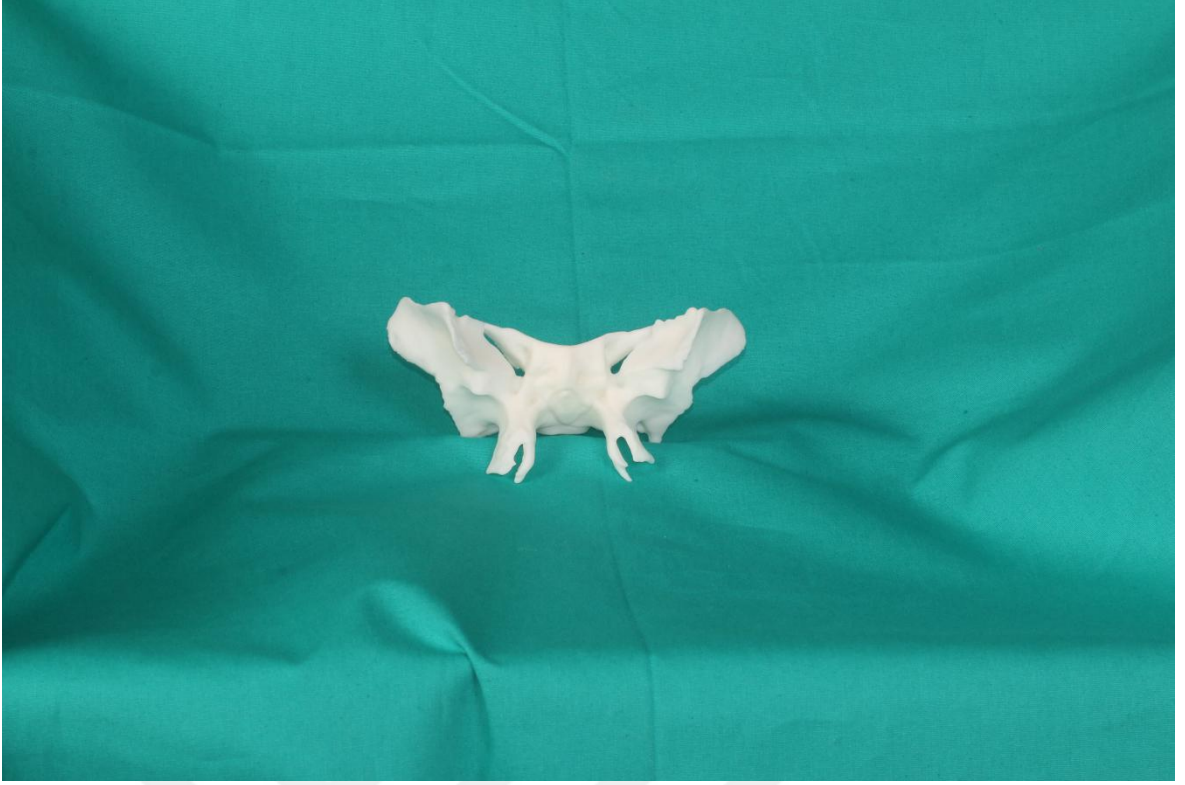
Şekil 3.9. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model D: Eric Bauer tarafından üretilen femur modeli arkadan görünüm.



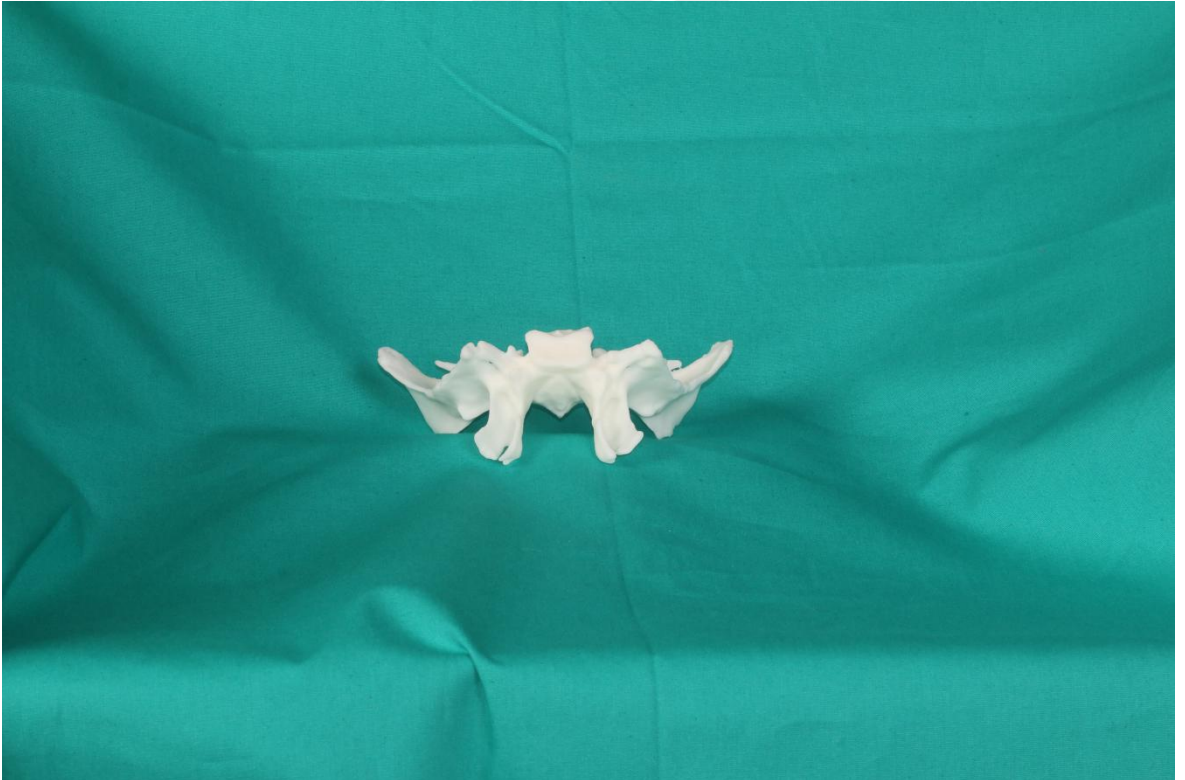
Şekil 3.10. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model E: Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli önden görünüm



Şekil 3.11. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model E: Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli arka alttan görünüm.



Şekil 3.12. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model F: Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modeli önden görünüm.



Şekil 3.13. Çıktı alınan üç boyutlu modeller, model F: Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modeli arka alttan görünüm.

3.6. DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Değerlendirme süreci, iki ana aşamadan oluşmaktadır: objektif değerlendirme ve subjektif değerlendirme. İlk olarak, modellerin geometrik ve teknik özellikleri objektif değerlendirme ile analiz edilmiş, ardından kullanıcı deneyimine dayalı değerlendirmeler subjektif değerlendirme süreciyle gerçekleştirilmiştir.

3.6.1. Objektif değerlendirme

Objektif değerlendirme süreci için Terminologica Anatomica 1998 ve 2019 esas alınarak bir kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu kontrol listesindeki yapıların çıktı alınan modellerdeki temsiliyeti Prof. Dr. Çağatay Barut ve Dr. Gizem Serpil Balyemez tarafından var veya yok şeklinde bir konsensüse varılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonuçları Tablo 3.7, 3. 8 ve 3.9’da paylaşılmıştır. Çalışma kapsamında üretilen os coxae modelinde linea glutea inferior gözlemlenmemiştir. Her iki femur modelinde tüm yapılar gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modelinde limbus sphenoidalis ve aperture sinus sphenoidalis gözlemlenmemiştir. Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modelinde processus vaginalis, canalis pterygoideus ve foramen spinosum gözlemlenmemiştir.

Tablo 3.7. Os coxae modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.

OBJEKTİF DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ OS COXAE		
PARAMETRELER	MODEL A (ÜRETİLEN OS COXAE MODELİ)	MODEL B (BAUER OS COXAE MODELİ)
ACETABULUM	var	var
RAMUS ISCHIO-PUBICUS	var	var
FORAMEN OBTURATUM	var	var
INCISURA ISCHIADICA MAJOR	var	var
INCISURA ISCHIADICA MINOR	var	var
CORPUS OSSIS ILII	var	var
ALA OSSIS ILII	var	var
LINEA ARCUATA	var	var
CRISTA ILIACA	var	var
FACIES GLUTEA	var	var
FACIES SACROPELVICA	var	var
CORPUS OSSIS ISCHII	var	var
RAMUS OSSIS ISCHII	var	var

Tablo 3.7 (Devam). Os coxae modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.

OBJEKTİF DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ OS COXAE		
PARAMETRELER	MODEL A (ÜRETİLEN OS COXAE MODELİ)	MODEL B (BAUER OS COXAE MODELİ)
SPINA ISCHIADICA	var	var
CORPUS OSSIS PUBIS	var	var
RAMUS SUPERIOR OSSIS PUBIS	var	var
RAMUS INFERIOR OSSIS PUBIS	var	var
Limbus acetabuli/ Margo acetabuli	var	var
Fossa acetabuli	var	var
Incisura acetabuli	var	var
Facies lunata	var	var
Sulcus supraacetabularis	var	var
Labium externum	var	var
Linea intermedia	var	var
Labium internum	var	var
Spina iliaca anterior superior	var	var
Spina iliaca anterior inferior	var	var
Spina iliaca posterior superior	var	var
Spina iliaca posterior inferior	var	var
Fossa iliaca	var	var
Linea glutea anterior	var	var
Linea glutea posterior	var	var
Linea glutea inferior	yok	var
Facies auricularis	var	var
Tuberositas iliaca	var	var
Tuber ischiadicum	var	var
Tuberculum pubicum	var	var
Facies symphysialis	var	var
Crista pubica	var	var
Eminentia iliopubica	var	var
Pecten ossis pubis	var	var
Crista obturatoria	var	var
Sulcus obturatorius	var	var
Tuberculum obturatorium anterius	var	var

Tablo 3.8. Femur modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.

OBJEKTİF DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ OS FEMORİS		
PARAMETRELER	MODEL C (ÜRETİLEN FEMUR MODELİ)	MODEL D (BAUER FEMUR MODELİ)
CAPUT FEMORIS	var	var
COLLUM FEMORIS	var	var
TROCHANTER MAJOR	var	var
TROCHANTER MINOR	var	var
LINEA INTERTROCHANTERICA	var	var
CRISTA INTERTROCHANTERICA	var	var
CORPUS FEMORIS	var	var
CONDYLUS MEDIALIS	var	var
CONDYLUS LATERALIS	var	var
FACIES PATELLARIS	var	var
FOSSA INTERCONDYLARIS	var	var
LINEA INTERCONDYLARIS	var	var
Fovea capitis femoris	var	var
Fossa trochanterica	var	var
Tuberculum quadratum	var	var
Linea aspera	var	var
Linea pectinea	var	var
Tuberositas glutea	var	var
Facies poplitea	var	var
Linea supracondylaris medialis	var	var
Linea supracondylaris lateralis	var	var
Epicondylus medialis	var	var
Tuberculum adductorium	var	var
Epicondylus lateralis	var	var
Sulcus popliteus	var	var

Tablo 3.9. Os sphenoidale modelleri için objektif değerlendirme parametreleri.

OBJEKTİF DEĞERLENDİRME PARAMETRELERİ OS SPHENOİDALE		
PARAMETRELER	MODEL E (ÜRETİLEN SPHENOİD MODELİ)	MODEL F (BAUER SPHENOİD MODELİ)
CORPUS	var	var
ALA MINOR	var	var
ALA MAJOR	var	var
PROCESSUS PTERYGOIDEUS	var	var
INCISURA PTERYGOIDEA	var	var
FOSSA PTERYGOIDEA	var	var
FOSSA SCAPHOIDEA	var	var
PROCESSUS VAGINALIS	var	yok
HAMULUS PTERYGOIDEUS	var	var
CANALIS PTERYGOIDEUS	var	yok
Jugum sphenoidale	var	var
Limbus sphenoidalis	yok	var
Sulcus prechiasmaticus	var	var
Sella turcica	var	var
Sulcus caroticus	var	var
Lingula sphenoidalis	var	var
Crista sphenoidalis	var	var
Rostrum sphenoidale	var	var
Apertura sinus sphenoidalis	yok	var
Concha sphenoidalis	var	var
Canalis opticus	var	var
Processus clinoideus anterior	var	var
Fissura orbitalis superior	var	var
Facies cerebralis	var	var
Facies temporalis	var	var
Facies infratemporalis	var	var
Crista infratemporalis	var	var
Facies maxillaris	var	var
Facies orbitalis	var	var
Margo zygomaticus	var	var
Margo frontalis	var	var
Margo parietalis	var	var
Margo squamosus	var	var
Foramen rotundum	var	var
Foramen ovale	var	var
Foramen spinosum	var	yok
Spina ossis sphenoidalis	var	var
Sulcus tubae auditivae	var	var
Lamina lateralis	var	var
Lamina medialis	var	var

3.6.2. Subjektif değerlendirme

Subjektif değerlendirme, International Telecommunication Union (ITU) standartları temel alınarak hazırlanmış bir değerlendirme anketi ile gerçekleştirilmiştir. Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU), bilgi ve iletişim teknolojileriyle ilgili birçok konudan sorumlu olan Birleşmiş Milletler'in uzmanlaşmış bir kuruluşudur (25). Çalışmada elde edilen modeller, gönüllü tıp fakültesi öğrencilerine, Eric Bauer tarafından açık erişimle paylaşılan Afinia ES360 cihazı (bu cihaz yapılandırılmış ışık tarama(SLS) modalitesini kullanır) ile oluşturulmuş modeller ile birlikte sunulmuştur (26). Bu modeller, CC BY 4.0 lisansı kapsamında erişime sunulmuş olup, katılımcılara hem tekli hem de ikili karşılaştırma formatında değerlendirilmesi için gösterilmiştir.

Öğrencilere uygulanan subjektif değerlendirme kapsamında kullanılan anket için etik kurul onayı, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 2025/04-19 karar no ile verilmiştir.

Değerlendirme süreci, Google Forms platformu üzerinden yürütülmüş; görseller iPad Pro 6 üzerinden katılımcılara sunulmuş ve anket cevapları bir cep telefonu aracılığıyla toplanmıştır. Görsel değerlendirmelerinde dikkate alınan kriterler şunlardır: netlik, renk doğruluğu, parlaklık-kontrast dengesi, derinlik algısı, odak uyumu, görsel yorgunluk, izleme rahatlığı, gerçekçilik ve genel izleme deneyimi. Katılımcılar, her görseli bu kriterler ışığında değerlendirmiştir.

Dr. Eric Bauer'e ait modellerin siyah beyaz olması ve bu çalışma kapsamında elde edilmiş modellerin renkli olması sebebi ile subjektif değerlendirme için Blender programı kullanılarak renkli kemik modellerinin siyah beyaz versiyonları oluşturulmuştur ve öğrencilere anket kapsamında değerlendiren modeller siyah beyaz modeller olmuştur. Anket bitiminde siyah beyaz modeller ve renkli modeller gösterilip siyah beyaz mı yoksa renkli mi tercih edecekleri sorulmuştur. Siyah beyaz tercih eden öğrencilerden de siyah beyaz model tercihi sorulmuştur.

Hazırladığımız ankette öğrencinin yaşı, cinsiyeti ve tıp fakültesi sınıf bilgisini içeren demografik bilgileri alınmıştır. Devamında 6 modelin her birini değerlendirmesini beklediğimiz 11 soruluk tekli değerlendirme kısmı ve aynı kemiğe ait olan 2 modeli aynı ekranda göstererek 3 parametre açısından kıyaslamasını beklediğimiz ikili değerlendirme kısmı olan anketimizi doldurması beklenmiştir. Anketteki tekli ve çiftli değerlendirme soruları Tablo 3.11'de belirtilmiştir.

Görüntülerin sübjektif değerdendirilmesi yoğun anatomi dersi almakta olan Tıp Fakültesi Dönem 1 öğrencilerine ve kemiklerle ilgili anatomi dersini 1 yıl önce almış olan Tıp Fakültesi Dönem 2 öğrencilerine ITU standartları göz önüne alınarak hazırlamış olduğumuz değerdendirme anketi ile yaptırılmıştır. Söz konusu değerdendirme anketinin örneğı ekte sunulmuştur. Kemikler üzerinde anatomi eğitimini çalışmanın yapıldığı esnada almakta olan grup (1. sınıflar) ve kemiklerle ilgili anatomi dersini 1 yıl önce almış olan öğrenciler (2. sınıflar) anatomi görselleri açısından farklı tecrübe grupları olarak kabul edilmişlerdir.

Taramalardaki başarı kriterlerini karşılayan modeller, anatomi bilgisi 1 yıl önceden kalma olan tıp fakültesi ikinci sınıf öğrencilerine ve anatomi bilgisini yeni alan tıp fakültesi birinci sınıf öğrencilerine değerdendirmeleri için önce tek tek, devamında aynı kemiğı gösteren imajları birbirleri ile kıyaslayacakları şekilde aynı sayfada gösterilmiştir. Görseller ile ilgili oluşturulmuş sübjektif değerdendirme soruları, Google Forms üzerinden öğrencilere gösterilmiştir ve yanıtlamaları istenmiştir.

Tüm görsel sunumlarda, ITU'nun önerdiği süreler dikkate alınmış ve her görsel için 1 dakika süre verilmiştir ve görseller arası zamanda öğrencinin ekrana bakmadığı en az 10 saniyelik bir göz dinlendirme zamanı yaratılmıştır. Bu yöntem, görsel yorgunluğu ve hafıza sınırlılıklarını minimize etmeyi amaçlamaktadır.

Her bir öğrenci tek tek laboratuvara alınmıştır. Önce çalışma ile ilgili genel bilgiler verilmiştir ve gönüllü bilgilendirme formunu imzalamaları istenmiştir. Laboratuvarda bir adet görselleri göstermek için kullanılan İpad Pro 6 ve bir adet anketin doldurulduğu cep telefonu bulunmuştur. Anketin ilk 3 sorusu öğrencinin demografik bilgileri ile ilgili olup görsel gösterimine başlamadan önce doldurulmuştur. Devamında görseller tek tek gösterilip her bir görsel için tekli değerdendirme anketi doldurulmuştur. Söz konusu değerdendirme anketinin ilgili bölümünde her bir görselin katılımcı tarafından netlik, renk doğruluğı, parlaklık ve kontrast, derinlik hissi, odak uyumluğu, göz yorgunluğu, izleme rahatlığı, gerçekçilik ve genel deneyim açısından değerdendirmesi istenmiştir. Tekli görsel gösteriminde görsel başına 1 dakika verilmiştir. İki görsel arası vizüel yorgunluğu ve hafıza sınırlılıklarını önlemek için 10 saniye boş süre verilmiştir.

İkili görsel gösterimi esnasında aynı kemiğın çalışma grubumuz tarafından üretilen 3 boyutlu prototipi ile Eric Bauer'in laboratuvarında üretilen prototipi aynı sayfada gösterilmiştir. İkili değerdendirmelerde gönüllüden her iki görüntünün görüntü kalitesi, derinlik algısı ve izleme konforu açısından 1. görseli, 2. görseli tercih etme ya da her iki görselin eşit olması seçeneklerinden kendisine uygun olanı seçmesi beklenmiştir. İkili

değerlendirme sırasında görsellerin sayfası başına 1 dakika verilmiştir ve 2 sayfa arasında 10 saniyelik gri ekran ile görsel yorgunluğun önlenmiştir. Gösterimi yapılan modellerin her biri alfabetik harflere kodlanmıştır ve öğrencilere alfabetik karşılığına istinaden anket soruları cevaplatılmıştır. Model harfi ve hangi modele denk geldiği Tablo 3.10'da özetlenmiştir. Yukarıda da belirtildiği üzere söz konusu değerlendirme anketinin tamamı Tablo 3.11'de sunulmuştur.

Tablo 3.10. Modellerin çalışmadaki gösterim sırası ve harfli kodlanması.

	MODEL AÇIKLAMASI
MODEL A	Çalışma kapsamında üretilen nihai os coxae modeli
MODEL B	Eric Bauer'in ürettiği os coxae modeli
MODEL C	Çalışma kapsamında üretilen nihai femur modeli
MODEL D	Eric Bauer'in ürettiği femur modeli
MODEL E	Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli
MODEL F	Eric Bauer'in ürettiği os sphenoidale modeli

Tablo 3.11. Çalışmada kullanılan modelleri tek tek değerlendiren tekli değerlendirme ve modellerin yan yana gösterildiği ekranda iki modeli aynı anda değerlendirmeyi sağlayan çiftli değerlendirme soruları.

ANKET SORULARI	
TEKLİ DEĞERLENDİRME SORULARI	İKİLİ DEĞERLENDİRME SORULARI
Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	Görüntü Kalitesi Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü daha yüksek görsel kaliteye sahiptir?"
Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	
Parlaklık ve Kontrast: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	
Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	
Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	Derinlik Algısı Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü daha iyi bir 3D derinlik hissi sunuyordu?"
Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	
İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	
Gerçekçilik 1: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	
Gerçekçilik 2: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?"
Gerçekçilik 3: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklıklaşma vs.)"	
Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	
Cevaplar 0 ile 5 arasında değerlendirilmiştir, gerçekçilik 3 sorusu 0 ile 1 arasında değerlendirilmiştir.	Cevaplar 1. görsel daha iyi, iki görsel eşit, 2. görsel daha iyi şeklinde değerlendirilmiştir.

3.7. ÖLÇME DEĞERLENDİRME ve İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Çalışmanın katılımcıları, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dönem 1 ve Dönem 2’de öğrenim görmekte olan toplam 400 öğrenciden çalışmaya katılmayı kabul etmiş 60 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmamızda 1. sınıf ve 2. sınıf olarak belirlenen 2 grupta her bir grupta 16 kadın öğrenci ve 14 erkek öğrenci olmak üzere 30’ar öğrenci, toplamda ise 60 öğrenci çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmada tıp fakültesi 1. sınıf öğrencileri ve tıp fakültesi 2. sınıf öğrencileri olmak üzere 2 grup karşılaştırılmıştır. Demografik verilere ise çalışma grubu kadın ve erkek olarak ikiye ayrılıp bunun üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır. Tıp fakültesi 1. sınıf öğrencileri güncel olarak bilgili grup olarak alınmıştır çünkü bu öğrenciler kemik anatomi bilgisini aldıkları bir sırada bu kemiklerin kıyaslama ölçeğine dahil edilmişlerdir. Tıp fakültesi 2. sınıf öğrencileri ise güncel bilgisi olmayan grup olarak alınmıştır ve bu öğrenciler anatomi bilgisine oldukça geniş bir aralıkta sahip olmalarına rağmen kemik bilgilerini 1 yıl önce öğrendikleri için 1. sınıflara göre kemiklerin yapılarını ve normallerini kısmen veya tamamen unuttukları varsayılmıştır.

Tüm istatistiksel analizler için SPSS 22.0 (IBM SPSS yazılımı, ABD) kullanılmıştır. Sürekli değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri, ortalama, medyan, standart sapma, ortalamanın standart hatası, minimum ve maksimum değerlerle; kategorik değişkenler ise frekans ve yüzde ile sunulmuştur. Normallik testi için Shapiro-Wilk testi kullanılıp normale uygun dağılım gösteren değişkenlerin iki bağımsız grup karşılaştırması için bağımsız örneklem t-testi, normal dağılım göstermeyen değişkenler için Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin karşılaştırılması için Ki-kare testi kullanılmıştır. Tüm istatistiksel karşılaştırmalarda $p < 0.05$ istatistiksel anlamlılık göstergesi olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Nihai ürünler, anatomik doğruluğu yüksek olan dijital kemik modelleri olarak elde edilmiştir. Bu ürünlerin objektif değerlendirilmesinde Tablo.7,8,9'daki listeler kullanılmıştır. Bu ürünlerin subjektif değerlendirilmesinde kullanılan ankete toplamda 60 öğrenci katılmıştır. Katılımcı öğrencilerin 18- 31 yaş aralığında olduğu ve katılan öğrencilerin %40 ının (24 öğrenci) 20 yaşında olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 4.1). Katılımcı öğrencilerin 28 i erkek (%46,7) ve 32 si kadındır (%53,3). Katılımcı öğrencilerin 30 u 1. sınıf (%50), 30 u ise 2. sınıf öğrencisidir (%50).

Tablo 4.1. Çalışmaya katılan öğrencilerin yaş dağılımları.

Yaş	n	%
18	1	1,7
19	14	23,3
20	24	40
21	10	16,7
22	3	5
23	5	8,3
24	1	1,7
27	1	1,7
31	1	1,7
Total	60	100

4.1. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN YAŞA, CİNSİYETE, VE SINIFA GÖRE KARŞILAŞTIRILMASI

Modellerin tekli değerlendirme sorularında tüm öğrencilerden aldıkları puanların cinsiyete bağlı değişimini gösteren tabloda B modeli gerçeklik 1 sorusuna erkeklerin verdiği ortalama puanın kadınlardan yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0,026$). Diğer sorular için verilen puanlar arasında cinsiyete bağlı olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyete bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	Erkek				Kadın				p
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
A-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,79	0,876	0,166	32	4,13	0,751	0,133	0,112
A-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	3,75	1,041	0,197	32	3,69	0,896	0,158	0,803
A-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,86	1,008	0,190	32	3,69	0,931	0,165	0,503
A-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,21	0,738	0,140	32	4,19	0,931	0,165	0,903
A-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,11	0,737	0,139	32	4,16	0,767	0,136	0,802
A-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	4,18	0,772	0,146	32	3,81	0,931	0,165	0,106
A-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	4,11	0,832	0,157	32	3,94	0,840	0,148	0,436
A-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	3,93	0,716	0,135	32	3,88	0,833	0,147	0,792
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	3,68	0,945	0,179	32	4,13	0,833	0,147	0,057
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	27	0,33	0,480	0,092	32	0,19	0,397	0,070	0,207
A-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,04	0,637	0,120	32	4,06	0,564	0,100	0,864
A Genel Toplam (İlk 10 parametre)	27	36,26	4,654	0,896	32	35,78	4,563	0,807	0,693
B-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,29	0,713	0,135	32	4,16	0,767	0,136	0,503
B-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	3,75	0,844	0,160	32	3,63	0,751	0,133	0,546
B-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,71	1,049	0,198	32	3,47	1,191	0,211	0,403
B-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,25	0,585	0,111	32	4,09	1,058	0,187	0,491
B-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,14	0,756	0,143	32	4,00	0,950	0,168	0,526
B-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	4,07	1,052	0,199	32	3,66	1,181	0,209	0,158
B-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	4,07	0,813	0,154	32	3,94	0,948	0,168	0,562
B-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	4,25	0,645	0,122	32	3,75	0,984	0,174	0,026
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	4,36	0,488	0,092	32	4,03	1,062	0,188	0,141
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	28	0,11	0,315	0,060	32	0,13	0,336	0,059	0,833
B-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,25	0,645	0,122	32	3,88	1,008	0,178	0,097
B Genel Toplam (İlk 10 parametre)	28	37,00	4,199	0,793	32	34,84	6,381	1,128	0,133
C-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,50	1,072	0,202	32	3,56	1,014	0,179	0,817
C-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	3,36	1,129	0,213	32	3,56	0,801	0,142	0,415

Tablo 4.2 (Devam). Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyete bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	Erkek				Kadın				p
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
C-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,68	0,945	0,179	32	3,56	0,982	0,174	0,643
C-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,57	0,997	0,188	32	3,63	1,008	0,178	0,837
C-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,04	0,922	0,174	32	3,94	0,759	0,134	0,653
C-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	4,11	0,832	0,157	32	3,88	1,040	0,184	0,348
C-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	3,71	0,897	0,169	32	3,91	0,893	0,158	0,41
C-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	3,57	0,879	0,166	32	3,69	0,859	0,152	0,607
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	3,61	1,100	0,208	32	3,72	1,114	0,197	0,698
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	28	0,18	0,390	0,074	32	0,13	0,336	0,059	0,57
C-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,71	0,937	0,177	32	3,72	0,851	0,150	0,985
C Genel Toplam (İlk 10 parametre)	28	33,32	6,891	1,302	32	33,56	6,380	1,128	0,889
D-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,54	0,637	0,120	32	4,66	0,483	0,085	0,409
D-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	4,14	0,756	0,143	32	4,16	0,677	0,120	0,943
D-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,11	0,786	0,149	32	4,34	0,602	0,106	0,193
D-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,36	0,678	0,128	32	4,53	0,671	0,119	0,323
D-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,50	0,577	0,109	32	4,41	0,615	0,109	0,547
D-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	4,46	0,637	0,120	32	4,31	0,780	0,138	0,417
D-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	4,36	0,678	0,128	32	4,50	0,622	0,110	0,398
D-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	4,39	0,737	0,139	32	4,41	0,712	0,126	0,943
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	4,50	0,694	0,131	32	4,63	0,554	0,098	0,441
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	28	0,18	0,390	0,074	32	,16	0,369	0,065	0,821
D-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,57	0,573	0,108	32	4,56	0,564	0,100	0,952
D Genel Toplam (İlk 10 parametre)	28	39,54	4,159	0,786	32	40,09	3,595	0,636	0,579
E-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	2,71	1,182	0,223	32	3,16	1,139	0,201	0,146
E-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	3,32	0,983	0,186	32	3,19	0,896	0,158	0,583
E-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	2,89	1,066	0,201	32	2,94	1,162	0,205	0,877

Tablo 4.2 (Devam). Çalışmaya katılan öğrencilerin cinsiyete bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	Erkek				Kadın				p
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
E-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,29	1,084	0,205	32	3,03	1,062	0,188	0,363
E-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,50	1,000	0,189	32	3,50	1,078	0,191	>0,05
E-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	3,64	1,129	0,213	32	3,66	1,153	0,204	0,964
E-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	3,29	1,117	0,211	32	3,22	1,099	0,194	0,816
E-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	3,21	1,031	0,195	32	3,22	1,099	0,194	0,987
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	3,18	1,278	0,242	32	3,16	1,081	0,191	0,942
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	28	0,46	0,508	0,096	32	0,25	0,440	0,078	0,085
E-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,00	1,089	0,206	32	3,00	1,047	0,185	>0,05
E Genel Toplam (İlk 10 parametre)	28	29,50	7,642	1,444	32	29,31	7,847	1,387	0,926
F-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,11	,786	,149	32	4,38	,707	0,125	0,173
F-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	28	3,89	0,786	0,149	32	3,81	0,821	0,145	0,7
F-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	3,71	1,049	0,198	32	3,66	0,971	0,172	0,825
F-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,07	0,940	0,178	32	4,25	0,880	0,156	0,451
F-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,18	0,670	0,127	32	4,16	0,987	0,175	0,92
F-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	28	4,21	0,787	0,149	32	3,97	0,999	0,177	0,3
F-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	28	4,14	0,848	0,160	32	4,09	1,027	0,182	0,842
F-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	28	4,04	0,838	0,158	32	4,19	0,931	0,165	0,512
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	28	4,14	0,803	0,152	32	4,31	0,965	0,171	0,466
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	28	0,11	0,315	0,060	32	0,25	0,440	0,078	0,159
F-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	28	4,18	0,723	0,137	32	4,19	0,965	0,171	0,968
F Genel Toplam (İlk 10 parametre)	28	36,04	5,991	1,132	32	36,75	6,511	1,151	0,66

Modellerin tekli değerlendirme sorularında tüm öğrencilerden aldıkları puanların sınıfa bağlı değişimini gösteren tabloda B modeli ile ilgili netlik sorusuna verilen ortalama puan değerlerine bakıldığında 2. sınıfların 1. sınıflardan daha yüksek bir puan verdiği ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p=0.022$). Diğer sorularda anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Çalışmaya katılan öğrencilerin sınıfa bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	1. Sınıf				2. Sınıf				P
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
A-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,80	0,961	0,176	30	4,13	0,629	0,115	0,117
A-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	3,57	1,040	0,190	30	3,87	0,860	0,157	0,228
A-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,73	1,112	0,203	30	3,80	0,805	0,147	0,791
A-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,23	0,817	0,149	30	4,17	0,874	0,160	0,761
A-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,17	0,791	0,145	30	4,10	0,712	0,130	0,733
A-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	3,80	0,887	0,162	30	4,17	0,834	0,152	0,104
A-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	3,97	0,928	0,169	30	4,07	0,740	0,135	0,646
A-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	4,00	0,871	0,159	30	3,80	0,664	0,121	0,321
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	3,87	1,008	0,184	30	3,97	0,809	0,148	0,673
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	,23	0,430	0,079	29	,28	0,455	0,084	0,713
A-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,00	0,743	0,136	30	4,10	0,403	0,074	0,519
A Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	35,37	5,366	0,980	29	36,66	3,548	0,659	0,283
B-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,00	0,871	0,159	30	4,43	0,504	0,092	0,022
B-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	3,63	0,890	0,162	30	3,73	0,691	0,126	0,629
B-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,57	1,006	0,184	30	3,60	1,248	0,228	0,91
B-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,00	1,017	0,186	30	4,33	0,661	0,121	0,138
B-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,97	0,964	0,176	30	4,17	0,747	0,136	0,373
B-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	3,70	1,022	0,187	30	4,00	1,232	0,225	0,309
B-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	3,90	0,923	0,168	30	4,10	0,845	0,154	0,385
B-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	3,90	0,885	0,162	30	4,07	0,868	0,159	0,464
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	4,17	0,913	0,167	30	4,20	0,805	0,147	0,881
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	,13	0,346	0,063	30	,10	0,305	0,056	0,694
B-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,00	0,983	0,179	30	4,10	0,759	0,139	0,661
B Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	34,97	6,223	1,136	30	36,73	4,690	0,856	0,219
C-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,53	1,042	0,190	30	3,53	1,042	0,190	>0,05

Tablo 4.3 (Devam). Çalışmaya katılan öğrencilerin sınıfa bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	1. Sınıf				2. Sınıf				P
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
C-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	3,43	1,135	0,207	30	3,50	0,777	0,142	0,792
C-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,63	0,999	0,182	30	3,60	0,932	0,170	0,894
C-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,60	1,037	0,189	30	3,60	0,968	0,177	>0,05
C-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,93	0,828	0,151	30	4,03	0,850	0,155	0,646
C-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	3,93	1,015	0,185	30	4,03	0,890	0,162	0,686
C-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	3,80	0,997	0,182	30	3,83	0,791	0,145	0,886
C-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	3,73	0,907	0,166	30	3,53	0,819	0,150	0,374
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	3,63	1,129	0,206	30	3,70	1,088	0,199	0,817
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	0,17	0,379	0,069	30	0,13	0,346	0,063	0,723
C-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,67	0,959	0,175	30	3,77	0,817	0,149	0,665
C Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	33,40	7,079	1,292	30	33,50	6,135	1,120	0,954
D-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,57	0,568	0,104	30	4,63	0,556	0,102	0,648
D-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	4,10	0,803	0,147	30	4,20	0,610	0,111	0,589
D-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,33	0,711	0,130	30	4,13	0,681	0,124	0,271
D-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,33	0,758	0,138	30	4,57	0,568	0,104	0,183
D-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,37	0,615	0,112	30	4,53	0,571	0,104	0,281
D-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	4,37	0,615	0,112	30	4,40	0,814	0,149	0,859
D-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	4,37	0,669	0,122	30	4,50	0,630	0,115	0,43
D-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	4,47	0,681	0,124	30	4,33	0,758	0,138	0,477
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	4,57	0,679	0,124	30	4,57	0,568	0,104	>0,05
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	0,13	0,346	0,063	30	0,20	0,407	0,074	0,497
D-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,63	0,556	0,102	30	4,50	0,572	0,104	0,364
D Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	39,60	4,415	,806	30	40,07	3,237	,591	0,642
E-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,10	1,269	0,232	30	2,80	1,064	0,194	0,325
E-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	3,20	0,961	0,176	30	3,30	0,915	0,167	0,681

Tablo 4.3 (Devam). Çalışmaya katılan öğrencilerin sınıfa bağlı olarak her bir modelin tekli anket değerlendirmelerine verdiği cevapların karşılaştırması.

	1. Sınıf				2. Sınıf				P
	N	Mean	SD	SEM	N	Mean	SD	SEM	
E-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	2,90	1,155	0,211	30	2,93	1,081	0,197	0,909
E-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,20	1,215	0,222	30	3,10	0,923	0,168	0,721
E-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,50	1,137	0,208	30	3,50	0,938	0,171	>0,05
E-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	3,60	1,192	0,218	30	3,70	1,088	0,199	0,735
E-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	3,27	1,143	0,209	30	3,23	1,073	0,196	0,908
E-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	3,40	1,192	0,218	30	3,03	0,890	0,162	0,182
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	3,27	1,337	0,244	30	3,07	0,980	0,179	0,511
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	0,27	0,450	0,082	30	0,43	0,504	0,092	0,182
E-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,03	1,189	0,217	30	2,97	0,928	0,169	0,81
E Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	29,70	8,639	1,577	30	29,10	6,738	1,230	0,765
F-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,33	0,661	0,121	30	4,17	0,834	0,152	0,394
F-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	30	3,90	0,803	0,147	30	3,80	0,805	0,147	0,632
F-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	3,87	0,973	0,178	30	3,50	1,009	0,184	0,157
F-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,23	0,858	0,157	30	4,10	0,960	0,175	0,573
F-Odak Uyumluluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,23	0,728	0,133	30	4,10	0,960	0,175	0,547
F-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	30	4,10	0,803	0,147	30	4,07	1,015	0,185	0,888
F-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	30	4,07	0,980	0,179	30	4,17	0,913	0,167	0,684
F-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	30	4,20	0,805	0,147	30	4,03	0,964	0,176	0,47
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	30	4,40	0,675	0,123	30	4,07	1,048	0,191	0,148
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	30	0,10	0,305	0,056	30	0,27	0,450	0,082	0,098
F-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	30	4,33	0,711	0,130	30	4,03	0,964	0,176	0,176
F Genel Toplam (İlk 10 parametre)	30	36,93	5,771	1,054	30	35,90	6,718	1,226	0,525

4.2. İKİLİ KARŞILAŞTIRMALAR

4.2.1. Cinsiyete bağlı karşılaştırmalar

4.2.1.1. Görüntü kalitesi açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %89,3'ü, kadınların %78,1'i görüntü kalitesi açısından B modelinin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. B modelini beğenme konusunda iki cinsiyet arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Görüntü kalitesi açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[A - B] Görüntü Kalitesi					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	3	4	2,889	0,236
	%	10,7%	12,5%		
2. görsel daha iyi	n	25	25		
	%	89,3%	78,1%		
İki görsel de eşit	n	0	3		
	%	0%	9,4%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %89,3'ü, kadınların %90,6'sı görüntü kalitesi açısından D modelinin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. D modelini beğenme konusunda iki cinsiyet arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Görüntü kalitesi açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[C - D] Görüntü Kalitesi					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	0	3,043	0,218
	%	7,1%	0%		
2. görsel daha iyi	n	25	29		
	%	89,3%	90,6%		
İki görsel de eşit	n	1	3		
	%	3,6%	9,4%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %92,9'u, kadınların %84,4'ü görüntü kalitesi açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Görüntü kalitesi açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[E - F] Görüntü Kalitesi					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	1	2	1,090	0,580
	%	3,6%	6,3%		
2. görsel daha iyi	n	26	27		
	%	92,9%	84,4%		
İki görsel de eşit	n	1	3		
	%	3,6%	9,4%		

4.2.1.2. Derinlik algısı açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %78,6'sı, kadınların %84,4'ü derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında fark yoktur($p>0,05$) (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. Derinlik algısı açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[A - B] Derinlik Algısı					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	5	5,554	0,062
	%	7,1%	15,6%		
2. görsel daha iyi	n	22	27		
	%	78,6%	84,4%		
İki görsel de eşit	n	4	0		
	%	14,3%	0%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %78,6'sı, kadınların %100'ü derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında anlamlı fark vardır ($p=0,022$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Derinlik algısı açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[C - D] Derinlik Algısı					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	0	7,619	0,022
	%	7,1%	0%		
2. görsel daha iyi	n	22	32		
	%	78,6%	100%		
İki görsel de eşit	n	4	0		
	%	14,3%	0%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %85,7'si, kadınların %90,6'sı derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Derinlik algısı açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

[E - F] Derinlik Algısı					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	1	2	1,545	0,462
	%	3,6%	6,3%		
2. görsel daha iyi	n	24	29		
	%	85,7%	90,6%		
İki görsel de eşit	n	3	1		
	%	10,7%	3,1%		

4.2.1.3. Görsel konfor açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %89,3'ü, kadınların %40,6'sı görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Kadınların %40,6'sı ise iki görseli eşit bulmuşlardır. Görsel konforu açısından iki cinsiyet arasında tercihlerin dağılımında anlamlı bir fark bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Görsel konfor açısından os coxae modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [A - B]					
		Erkek	Kadın	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	6	15,879	<0,05
	%	7,1%	18,8%		
2. görsel daha iyi	n	25	13		
	%	89,3%	40,6%		
İki görsel de eşit	n	1	13		
	%	3,6%	40,6%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %82,1'i, kadınların %84,4'ü görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Görsel konfor açısından femur modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [C - D] Cinsiyet Kodlu					
		Erkek	Kadın	X²	p
1. görsel daha iyi	n	3	0	4,358	0,113
	%	10,7%	0%		
2. görsel daha iyi	n	23	27		
	%	82,1%	84,4%		
İki görsel de eşit	n	2	5		
	%	7,1%	15,6%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında erkeklerin %85,7'si, kadınların %68,8'i görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.12).

Tablo 4.12. Görsel konfor açısından os sphenoidale modellerinin cinsiyete bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [E - F] Cinsiyet Kodlu					
		Erkek	Kadın	X²	p
1. görsel daha iyi	n	1	4	2,632	0,268
	%	3,6%	12,5%		
2. görsel daha iyi	n	24	22		
	%	85,7%	68,8%		
İki görsel de eşit	n	3	6		
	%	10,7%	18,8%		

4.2.2. Sınıfa bağlı karşılaştırmalar

4.2.2.1. Görüntü kalitesi açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %76,7'si, ikinci sınıfların %90'ı görüntü kalitesi açısından B modelinin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. B modelini beğenme konusunda iki sınıf arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.13. Görüntü kalitesi açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[A - B] Görüntü Kalitesi					
		1. sınıf	2. sınıf	X²	p
1. görsel daha iyi	n	4	3	3,463	0,177
	%	13,3%	10%		
2. görsel daha iyi	n	23	27		
	%	76,7%	90%		
İki görsel de eşit	n	3	0		
	%	10%	0%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %83,3'ü, ikinci sınıfların %96,7'si görüntü kalitesi açısından D modelinin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. D modelini beğenme konusunda iki sınıf arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Görüntü kalitesi açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[C - D] Görüntü Kalitesi					
		1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	0	3,296	0,192
	%	6,7%	0%		
2. görsel daha iyi	n	25	29		
	%	83,3%	96,7%		
İki görsel de eşit	n	3	1		
	%	10%	3,3%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %80'i, ikinci sınıfların %96,7'si görüntü kalitesi açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.14).

Tablo 4.15. Görüntü kalitesi açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[E - F] Görüntü Kalitesi					
		1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	1	4,805	0,090
	%	6,7%	3,3%		
2. görsel daha iyi	n	24	29		
	%	80%	96,7%		
İki görsel de eşit	n	4	0		
	%	13,3%	0%		

4.2.2.2. Derinlik algısı açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %73,3'ü, ikinci sınıfların %90'ı derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.15).

Tablo 4.16. Derinlik algısı açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[A - B] Derinlik Algısı					
		1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	5	2	2,796	0,247
	%	16,7%	6,7%		
2. görsel daha iyi	n	22	27		
	%	73,3%	90%		
İki görsel de eşit	n	3	1		
	%	10%	3,3%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %86,7' si, ikinci sınıfların %93,3'ü derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki cinsiyet arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Derinlik algısı açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[C - D] Derinlik Algısı					
		1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	1	1	1, 074	0,584
	%	3,3%	3,3%		
2. görsel daha iyi	n	26	28		
	%	86,7%	93,3%		
İki görsel de eşit	n	3	1		
	%	10%	3,3%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %83,3'ü, ikinci sınıfların %93,3'ü derinlik algısı açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Derinlik algısı açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

[E - F] Derinlik Algısı					
		1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
1. görsel daha iyi	n	2	1	1,503	0,472
	%	6,7%	3,3%		
2. görsel daha iyi	n	25	28		
	%	83,3%	93,3%		
İki görsel de eşit	n	3	1		
	%	10%	3,3%		

4.2.2.3. Görsel konfor açısından ikili karşılaştırmalar

A ve B modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %56,7'si, ikinci sınıfların %70'i görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Birincisi sınıfların % 26,7'si ve ikinci sınıfların %20'si ise her iki görseli eşit bulmuştur. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Görsel konfor açısından os coxae modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [A - B]					
		1. sınıf	2. sınıf	X²	p
1. görsel daha iyi	n	5	3	1,207	0,547
	%	16,7%	10%		
2. görsel daha iyi	n	17	21		
	%	56,7%	70%		
İki görsel de eşit	n	8	6		
	%	26,7%	20%		

C ve D modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %76,7'si, ikinci sınıfların %90'ı görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında anlamlı fark yoktur ($p>0,05$) (Tablo 4.20).

Tablo 4.20. Görsel konfor açısından femur modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [C - D] Cinsiyet Kodlu					
		1. sınıf	2. sınıf	X²	p
1. görsel daha iyi	n	1	2	4,225	0,121
	%	3,3%	6,7%		
2. görsel daha iyi	n	23	27		
	%	76,7%	90%		
İki görsel de eşit	n	6	1		
	%	20%	3,3%		

E ve F modellerinin ikili karşılaştırmasında birinci sınıfların %70'i, ikinci sınıfların %83,3'ü görsel konfor açısından 2. görselin daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. 2. görseli beğenme konusunda iki sınıf arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,022$) (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Görsel konfor açısından os sphenoidale modellerinin sınıfa bağlı değerlendirilmesi.

Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) "Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?" [E - F] Cinsiyet Kodlu					
		1. sınıf	2. sınıf	X²	p
1. görsel daha iyi	n	1	4	7,592	0,022
	%	3,3%	13,3%		
2. görsel daha iyi	n	21	25		
	%	70%	83,3%		
İki görsel de eşit	n	8	1		
	%	26,7%	3,3%		

4.3. TEKLİ DEĞERLENDİRME SORULARININ ÇİFTLİ KARŞILAŞTIRILMASI

A ve B modellerine yapılan tekli değerlendirme sorularına verilen yanıtlar kıyaslandığında netlik ve gerçekçilik 2 sorularında B modeli A modelinden daha yüksek puan almıştır ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Gene bu iki modelin gerçekçilik 3 sorusundan aldığı puanlara bakıldığında A modelinin B modelinden daha yüksek bir puan aldığı ve puanlar arası farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0,05$). Diğer değerlendirme parametreleri açısından A ve B modelleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.22).

Tablo 4.22. Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
A-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	3,97	0,823	0,106	0,01
B-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,22	0,739	0,095	
A-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	1	5	3,72	0,958	0,124	0,755
B-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	1	5	3,68	0,792	0,102	
A-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	3,77	0,963	0,124	0,174
B-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,58	1,124	0,145	

Tablo 4.22 (Devam). Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
A-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,20	0,840	0,108	0,799
B-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	4,17	0,867	0,112	
A-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,13	0,747	0,096	0,542
B-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	4,07	0,861	0,111	
A-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	2	5	3,98	0,873	0,113	0,28
B-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	1	5	3,85	1,132	0,146	
A-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	60	2	5	4,02	0,833	0,108	0,877
B-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	60	1	5	4,00	0,883	0,114	
A-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	2	5	3,90	0,775	0,100	0,461
B-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	1	5	3,98	0,873	0,113	
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	2	5	3,92	0,907	0,117	0,017
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	2	5	4,18	0,854	0,110	
A-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	59	0	1	0,25	0,439	0,057	0,01
B-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	59	0	1	0,12	0,326	0,042	
A-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,05	0,594	0,077	>0,05

Tablo 4.22 (Devam). Çalışma kapsamında üretilen os coxae modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os coxae modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
B-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	4,05	0,872	0,113	
A Genel Toplam (İlk 10 parametre)	59	21	44	36,00	4,571	0,595	0,95
B Genel Toplam (İlk 10 parametre)	59	14	43	35,97	5,509	0,717	

Bağımlı gruplarda iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi

C ve D modellerine yapılan tekli değerlendirme sorularına verilen yanıtlar kıyaslandığında netlik, renk doğruluğu, parlaklık ve kontrast, derinlik hissi, odak uyumu, göz yorgunluğu, izleme rahatlığı, gerçekçilik 1, gerçekçilik 2, genel deneyim ve genel toplam sorularında D modelinin C modelinden daha iyi bulunduğu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Diğer değerlendirme parametreleri açısından C ve D modelleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.23).

Tablo 4.23. Çalışma kapsamında üretilen femur modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen femur modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
C-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,53	1,033	0,133	<0,05
D-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	3	5	4,60	0,558	0,072	
C-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	1	5	3,47	0,965	0,125	<0,05
D-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	2	5	4,15	0,709	0,092	
C-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,62	0,958	0,124	<0,05
D-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	3	5	4,23	0,698	0,090	
C-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,60	0,995	0,128	<0,05
D-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	3	5	4,45	0,675	0,087	

Tablo 4.23 (Devam). Çalışma kapsamında üretilen femur modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen femur modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
C-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	3,98	0,833	0,108	<0,05
D-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	3	5	4,45	0,594	0,077	
C-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	2	5	3,98	0,948	0,122	<0,05
D-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	2	5	4,38	0,715	0,092	
C-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahatı?"	60	2	5	3,82	0,892	0,115	<0,05
D-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahatı?"	60	3	5	4,43	0,647	0,084	
C-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	2	5	3,63	0,863	0,111	<0,05
D-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	3	5	4,40	0,718	0,093	
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	1	5	3,67	1,100	0,142	<0,05
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	3	5	4,57	0,621	0,080	
C-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	60	0	1	0,15	0,360	0,046	0,766
D-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	60	0	1	0,17	0,376	0,049	
C-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	3,72	0,885	0,114	<0,05
D-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	3	5	4,57	0,563	0,073	
C Genel Toplam (İlk 10 parametre)	60	16	45	33,45	6,568	0,848	<0,05
D Genel Toplam (İlk 10 parametre)	60	30	45	39,83	3,845	0,496	

Bağımlı grupta iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi

E ve F modellerine yapılan tekli değerlendirme sorularına verilen yanıtlar kıyaslandığında netlik, renk doğruluğu, parlaklık ve kontrast, derinlik hissi, odak uyumu, göz yorgunluğu, izleme rahatlığı, gerçekçilik 1, gerçekçilik 2, genel deneyim ve genel toplam sorularında F modelinin değerinin daha yüksek olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Gene bu iki model arasında yapılan puan karşılaştırmasında gerçekçilik 3 sorusu için E modelinin puanının F modelinden daha yüksek olduğu ve bu farkın da istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Diğer değerlendirme parametreleri açısından E ve F modelleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$) (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
E-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	2,95	1,171	0,151	<0,05
F-Netlik: "3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,25	0,751	0,097	
E-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	1	5	3,25	0,932	0,120	<0,05
F-Renk Doğruluğu: "Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"	60	2	5	3,85	0,799	0,103	
E-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	2,92	1,109	0,143	<0,05
F-Parlaklık ve Kontrastlık: "Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,68	1,000	0,129	
E-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissi (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,15	1,071	0,138	<0,05
F-Derinlik Hissi: "3D görüntülerin derinlik hissi (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"	60	2	5	4,17	0,905	0,117	
E-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,50	1,033	0,133	<0,05
F-Odak Uyumluğu: "Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	4,17	0,847	0,109	
E-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	1	5	3,65	1,132	0,146	0,001

Tablo 4.24 (Devam). Çalışma kapsamında üretilen os sphenoidale modeli ile Eric Bauer tarafından üretilen os sphenoidale modelinin tekli değerlendirme puanlarının karşılaştırılması.

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation	Std. Error of Mean	p
F-Göz Yorgunluğu: "Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"	60	2	5	4,08	0,907	0,117	
E-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	60	1	5	3,25	1,099	0,142	<0,05
F-İzleme Rahatlığı: "3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"	60	2	5	4,12	0,940	0,121	
E-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	1	5	3,22	1,059	0,137	<0,05
F-Gerçekçilik: "3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"	60	1	5	4,12	0,885	0,114	
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	1	5	3,17	1,167	0,151	<0,05
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"	60	1	5	4,23	0,890	0,115	
E-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	60	0	1	0,35	0,481	0,062	0,006
F-Gerçekçilik: "3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"	60	0	1	0,18	0,390	0,050	
E-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	3,00	1,058	0,137	<0,05
F-Genel Deneyim: "Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"	60	1	5	4,18	0,854	0,110	
E Genel Toplam (İlk 10 parametre)	60	10	44	29,40	7,687	0,992	<0,05
F Genel Toplam (İlk 10 parametre)	60	18	45	36,42	6,231	0,804	

Bağımlı gruplarda iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi

4.4. ÜÇLÜ DEĞERLENDİRME SONUÇLARI

Sınıflar arasında yapılan 3 farklı modelden hangisini tercih ettiklerine yönelik karşılaştırmada os coxae modelinde 1. sınıfların %80'inin ve 2. sınıfların %96,7'sinin renkli modeli tercih ettiği ve bu anlamda iki sınıf arasında tercihler açısından istatistiksel anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Bu sonuç her iki sınıfın da renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Femur modelinde 1. sınıfların %73,3'ünün ve 2.

sınıfların %76,7'sinin renkli modeli seçtiği ve bizim ürettiğimiz siyah beyaz femur modelinin her iki sınıf için de hiç tercih edilmediği görülmüştür ve tercihler arasında istatistiksel anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir ($p>0,05$). Bu sonuç her iki sınıfın da renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Os sphenoidale modelinde 1. sınıfların %60'ının ve 2. sınıfların %76,7'sinin renkli modeli tercih ettiği ve tercihler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$) Bu sonuç her iki sınıfın da renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Çalışma kaspamında üretilen siyah beyaz ve renkli modeller ile Eric Bauer tarafından üretilen modellerin sınıfa göre değerlendirilmesi.

			1. sınıf	2. sınıf	X ²	p
Os Coxae Tercih	Bizim Tarama SB	Count	1	0	4,138	0,126
		% within Sınıf	3,3%	0%		
	Bauer SB	Count	5	1		
		% within Sınıf	16,7%	3,3%		
	Bizim Renkli	Count	24	29		
		% within Sınıf	80%	96,7%		
Femur Tercih	Bauer SB	Count	8	7	0,089	0,766
		% within Sınıf	26,7%	23,3%		
	Bizim Renkli	Count	22	23		
		% within Sınıf	73,3%	76,7%		
Os Sphenoidale Tercih	Bizim Tarama SB	Count	1	0	2,499	0,287
		% within Sınıf	3,3%	0%		
	Bauer SB	Count	11	7		
		% within Sınıf	37%	23%		
	Bizim Renkli	Count	18	23		
		% within Sınıf	60%	76,7%		

Öğrencilerin erkek veya kadın olmalarına göre yapılan 3 model arası tercihler incelendiğinde os coxae modelinde erkek öğrencilerin %85,7'sinin ve kadın öğrencilerin %90,6'sının renkli modeli tercih ettikleri görülmüştür ve cinsiyetler arası tercihlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p>0,05$). Bu sonuç hem erkeklerin hem de kadınların renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Femur modelinde erkek öğrencilerin %82,1'inin ve kadın öğrencilerin %68,8'inin renkli modeli tercih ederken bizim siyah beyaz modelimizin hiç tercih edilmediği görülmüştür ve cinsiyetler arası tercih açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuç hem erkeklerin hem de kadınların renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır. Os Sphenoidale modelinde erkek öğrencilerin %78,6'sının ve kadın öğrencilerin %59,4'ünün renkli modeli tercih ettiği ve tercihler arasında cinsiyete bağlı istatistiksel olarak anlamlı

bir fark olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Bu sonuç hem erkeklerin hem de kadınların renkli modeli tercih ettiği şeklinde yorumlanmıştır (Tablo 4.26).

Tablo 4.26. Çalışma kaspamında üretilen siyah beyaz ve renkli modeller ile Eric Bauer tarafından üretilen modellerin cinsiyete göre değerlendirilmesi.

			Erkek	Kadın	X ²	p
Os Coxae Tercih	Bizim Tarama SB	Count	1	0	1,210	0,546
		% within Sınıf	3,6%	0%		
	Bauer SB	Count	3	3		
		% within Sınıf	10,7%	9,4%		
	Bizim Renkli	Count	24	29		
		% within Sınıf	85,7%	90,6%		
Femur Tercih	Bauer SB	Count	5	10	1,429	0,232
		% within Sınıf	17,9%	31,3%		
	Bizim Renkli	Count	23	22		
		% within Sınıf	82,1%	68,8%		
Os Sphenoidale Tercih	Bizim Tarama SB	Count	0	1	2,966	0,227
		% within Sınıf	0%	3,1%		
	Bauer SB	Count	6	12		
		% within Sınıf	21,4%	37,5%		
	Bizim Renkli	Count	22	19		
		% within Sınıf	78,6%	59,4%		

5. TARTIŞMA

Çalışmamız anatomi öğretiminde 2 boyutlu modellerin yerine geçmeye başlayan 3 boyutlu kemik modellerinin ve görüntülerinin maliyet etkin şekillerde elde edilip edilemeyeceği ve elde edilen 3 boyutlu görüntülerin objektif ve subjektif değerlendirmelerinin halihazırda kullanılan 3 boyutlu görüntülerin değerlendirilmeleri ile kıyaslanarak maliyet etkin ve geçerlilik ve doğruluğu yeterli eğitim modellerinin ve görüntülerinin elde edilmesinin araştırılması üzerinedir. Çalışmamızda ürettiğimiz modeller objektif ve subjektif değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Objektif değerlendirme kısmında kullanılan kontrol listesi ile Terminologia Anatomica baz alınarak büyük ve nispeten daha küçük anatomik yapıların üretilen modellerin çıktılarında gözlemlenmesi deneyimli bir anatomist ve genç bir anatomist tarafından puanlanmıştır. Subjektif değerlendirme kısmında halihazırda var olan Eric Bauer'ın 3B modelleri ile çalışma esnasında üretilen modeller, öğrencilere bir anket vasıtası ile değerlendirilmiştir. Anket sonuçlarından alınan datalar tekli değerlendirme, çiftli değerlendirme, tekli değerlendirmelerin çiftli değerlendirilmeleri ve üçlü değerlendirme olmak üzere dört ana şekilde istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

5.1. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada öğrencilerin cinsiyetlerine göre tekli değerlendirme sonuçları incelendiğinde (Tablo 4.13), yalnızca B modeli Gerçekçilik 1 sorusunda istatistiksel olarak anlamlı bir farkın bulunduğu görülmüştür. Bu soruda erkek öğrencilerin, modelin gerçek dünyaya benzer bir his uyandırması açısından verdikleri puanların, kadın öğrencilerin verdiği puanlardan anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, Eric Bauer tarafından geliştirilen os coxae modelinin, gerçekçilik algısı açısından erkek öğrenciler üzerinde kadınlara göre daha güçlü bir etki yarattığını göstermektedir. Ancak, diğer parametrelerde cinsiyetler arasında anlamlı farkların bulunmaması, genel olarak hem Bauer'ın hem de araştırmada üretilen diğer modellerin, kadın ve erkek öğrenciler üzerinde benzer algılar oluşturduğunu düşündürmektedir. Bu durum, modellerin cinsiyete bağlı farklılık göstermeksizin kabul edilebilir ve kullanılabilir olduğu yönündeki kanaati desteklemektedir.

Benzer şekilde, öğrenim kademelerine göre yapılan analizde de yalnızca B modeli Netlik sorusunda anlamlı bir fark tespit edilmiştir (Tablo 4.14). Bu fark, ikinci sınıf öğrencilerinin modelin netliğini birinci sınıf öğrencilerine kıyasla daha yüksek puanlaması ile ortaya çıkmıştır. Bu durum, daha ileri düzeyde anatomi eğitimi almış öğrencilerin, modelleri değerlendirme açısından daha keskin bir görsel algıya veya deneyime sahip olabileceklerini düşündürmektedir. Bununla birlikte, diğer parametrelerde sınıflar arasında anlamlı bir fark bulunmaması, modellerin hem birinci hem de ikinci sınıf öğrencileri üzerinde benzer düzeyde etkili olduğunu ve sınıf düzeyinin model algısına önemli bir etkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.

Cinsiyet ve sınıf düzeyi gibi değişkenlere bağlı olarak yalnızca sınırlı sayıda anlamlı farkın ortaya çıkması, hem Eric Bauer'ın geliştirdiği hem de bu çalışma kapsamında üretilen modellerin farklı öğrenci grupları tarafından benzer şekilde değerlendirildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bu sonuçların yalnızca tekli değerlendirme verilerine dayandırılması, modellerin genel geçerliği konusunda kesin bir yargıya varmayı sınırlamaktadır.

5.2. ÇİFTLİ DEĞERLENDİRMELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çiftli değerlendirmelerde aynı kemiğe ait birisi çalışma kapsamında üretilmiş diğeri ise Eric Bauer tarafından üretilmiş 2 siyah beyaz model aynı ekranda aynı anda öğrencilere gösterilmiş ve 3 farklı parametre açısından hangi modelin üstün olduğu veya eşit olup olmadığı sorulmuştur. Görüntü kalitesi, derinlik algısı ve görsel konfor açısından modellerin birbirine göre kıyaslandığı bu kısımda cinsiyetler arası ve sınıflar arası fark değerlendirilmiştir.

5.2.1. Cinsiyete göre çiftli değerlendirmeler

Çalışmada, görüntü kalitesi açısından yapılan karşılaştırmalarda hem erkek hem de kadın öğrencilerin os coxae, femur ve os sphenoidale modelleri için ağırlıklı olarak Eric Bauer'ın geliştirdiği modelleri tercih ettikleri görülmüştür. Bu parametreye göre cinsiyetler arasında anlamlı bir tercih farkı bulunmamış olması, Bauer'ın modellerinin her iki cinsiyet tarafından benzer şekilde değerlendirildiğini ve görüntü kalitesine ilişkin algının cinsiyetten bağımsız olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, modellerin cinsiyete duyarlı olmaksızın eğitim materyali olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

Derinlik algısı açısından yapılan değerlendirmelerde de benzer bir durum söz konusudur. Her iki cinsiyet, os coxae, femur ve os sphenoidale modelleri için yine ağırlıklı olarak Bauer'ın modellerini tercih etmiştir. Ancak bu başlık altında, femur modeli özelinde

cinsiyetler arasında anlamlı bir tercih farklılığı tespit edilmiştir (Tablo 4.19). Bu farklılık, erkek ve kadın öğrencilerin üç boyutlu yapıların algılanmasına yönelik yaklaşımlarında cinsiyete bağlı küçük varyasyonlar olabileceğini düşündürmektedir. Öte yandan os coxae ve os sphenoidale modellerinde derinlik algısı açısından cinsiyetler arası farkın bulunmaması, bu iki modelin kullanıcı deneyimi açısından daha tutarlı algılara neden olduğunu göstermektedir.

Görsel konfor açısından yapılan karşılaştırmalarda da genel eğilim Bauer'in modellerine yönelmiş olup, femur ve os sphenoidale modelleri için cinsiyetler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak os coxae modeline ilişkin veriler dikkat çekicidir: Erkek öğrencilerin büyük çoğunluğu (%89,3) Bauer'in modelini tercih ederken, kadın öğrenciler arasında tercihler daha dağılmış ve hem Bauer'in modelini tercih edenlerin (%40,6) hem de her iki modeli eşit değerlendirenlerin (%40,6) oranı oldukça yakın bulunmuştur (Tablo 4.21).. Bu dağılımın istatistiksel olarak anlamlı çıkması, özellikle os coxae modeli açısından görsel konforun cinsiyete göre değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, kadın öğrencilerin görsel algı ve konfor açısından erkek öğrencilere göre daha farklı bir değerlendirme yapabileceğini düşündürmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, görüntü kalitesi, derinlik algısı ve görsel konfor gibi ölçütler açısından Bauer'in modelleri her iki cinsiyet tarafından yüksek oranda tercih edilmiş; ancak bazı modellerde (özellikle femur ve os coxae) cinsiyet temelli farklılıklar sınırlı da olsa gözlenmiştir. Bu durum, anatomik model geliştirme sürecinde bireysel ve cinsiyet temelli kullanıcı farklılıklarının da göz önünde bulundurulması gerektiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, tercihlerin çoğunlukla benzer yönde olması, Bauer'in modellerinin geniş kullanıcı gruplarınca kabul edilebilirliğini desteklemektedir.

5.2.2. Sınıfa göre çiftli değerlendirmeler

Çalışmada, görüntü kalitesi açısından os coxae, femur ve os sphenoidale modelleri karşılaştırıldığında, hem birinci hem de ikinci sınıf öğrencilerinin büyük çoğunlukla Eric Bauer'in geliştirdiği modelleri tercih ettikleri görülmüştür. Sınıflar arasında bu tercihler açısından anlamlı bir fark bulunmaması, görüntü kalitesine yönelik değerlendirmelerin eğitim düzeyinden bağımsız olarak tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, modellerin farklı sınıf düzeyindeki öğrenciler tarafından benzer şekilde algılandığını ve eğitim seviyesi ilerledikçe belirgin bir kalite farkı algısının oluşmadığını düşündürmektedir.

Derinlik algısı açısından yapılan değerlendirmelerde de benzer bir eğilim gözlemlenmiştir. Her iki sınıfın da os coxae, femur ve os sphenoidale modelleri için

Bauer'in versiyonlarını ağırlıklı olarak tercih ettiği görülmüş ve sınıflar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu sonuç, öğrencilerin mekânsal algılamalarının model değerlendirmelerinde benzer düzeyde olduğunu ve öğrenim kademesinin bu algıyı anlamlı şekilde değiştirmediğini ortaya koymaktadır.

Görsel konfor açısından yapılan değerlendirmelerde ise os coxae ve femur modelleri için her iki sınıf da Bauer'in modellerine yönelmiş ve bu tercihler arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak os sphenoidale modeli için elde edilen veriler daha dikkat çekicidir. İkinci sınıf öğrencilerinin büyük çoğunluğu (%83,3) Bauer'in modelini tercih etmişken, birinci sınıf öğrencileri arasında Bauer'in modelini tercih edenlerin oranı daha düşük (%70) kalmış; ayrıca önemli bir kısmı (%26,7) her iki modeli eşit değerlendirmiştir (Tablo 4.32). Bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bulunması, os sphenoidale modeli açısından görsel konfor algısının eğitim düzeyine bağlı olarak değişebileceğine işaret etmektedir. İkinci sınıf öğrencilerinin daha belirgin bir tercih göstermesi, bu modelle ilgili deneyim düzeylerinin artmış olması veya görsel analiz becerilerinin gelişmiş olması ile ilişkilendirilebileceği gibi birinci sınıf öğrencilerinin daha taze bir kemik bilgisi ile modeli değerlendirdiği ve buna istinaden böyle bir fark oluştuğu yönünde de yorumlanabilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, görüntü kalitesi, derinlik algısı ve görsel konfor gibi temel parametrelerde Bauer'in modelleri her iki sınıf tarafından da yüksek oranda tercih edilmiştir. Bununla birlikte yalnızca os sphenoidale modelinde, görsel konfor açısından sınıf düzeyine bağlı olarak farklılık gözlenmiştir. Bu durum, belirli anatomik yapıların öğrenim kademesine bağlı olarak farklı şekillerde algılanabileceğini düşündürmektedir. Ancak genel eğilim, modellerin farklı sınıf düzeyindeki öğrenciler arasında benzer kabul edilebilirliğe sahip olduğunu göstermektedir. Bu da modellerin, anatomi eğitiminin farklı aşamalarında kullanılabilirliğini destekleyen önemli bir bulgudur.

5.3. TEKLİ DEĞERLENDİRMELERİN ÇİFTLİ KARŞILAŞTIRILMASI

Modellere ilişkin tekli anket sorularından elde edilen ortalama puanlar model bazlı ve soru düzeyinde karşılaştırıldığında, os coxae modelleri için özellikle netlike ve gerçekçilik 2 sorularında Eric Bauer'in modelinin, bu çalışmada üretilen modele kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek puanlandığı görülmüştür (Tablo 4.33). Bu durum, öğrencilerin Bauer'in os coxae modelini hem görsel netlik hem de belirli bir gerçekçilik algısı açısından daha başarılı bulduklarını ortaya koymaktadır. Ancak aynı modelin gerçekçilik 3 sorusunda bu kez araştırma ekibinin geliştirdiği model daha yüksek puan

almış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, Bauer'in modeli genel gerçeklik algısı bakımından öne çıksa da, belirli yönleriyle bizim modelimizin de daha etkili olabildiğini göstermektedir. Diğer tüm parametrelerde anlamlı fark bulunmaması ise os coxae modellerinin genel kabul edilebilirliğinin benzer düzeyde olduğunu desteklemektedir.

Femur modelleri için yapılan değerlendirmelerde, gerçekçilik 3 sorusu hariç tüm parametrelerde öğrencilerin Bauer'in modeline verdiği puanların daha yüksek olduğu ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.34). Bu bulgular, Bauer'in femur modelinin genel olarak daha yüksek oranda beğenildiğini ve öğrenciler tarafından daha gerçekçi, net veya estetik bulunmuş olabileceğini göstermektedir. Gerçekçilik 3 sorusunda anlamlı fark çıkmaması ise, bu özel algının her iki modelde de benzer şekilde değerlendirildiğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, tüm diğer kriterlerde Bauer'in modelinin öne çıkması, femur modeli açısından öğrencilerin oldukça net bir tercih ortaya koyduğunu göstermektedir.

Os sphenoidale modellerine ilişkin karşılaştırmalarda ise benzer bir eğilim dikkat çekmektedir. Gerçekçilik 3 sorusu dışında tüm kriterlerde Bauer'in modeli daha yüksek puan almış ve bu farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.35). Gerçekçilik 3 sorusunda ise bu kez araştırmacıların geliştirdiği siyah-beyaz model daha yüksek puan almıştır. Ancak genel eğilim, Bauer'in os sphenoidale modelinin öğrenciler tarafından çok daha fazla tercih edildiğini ve açık bir üstünlük algısı oluşturduğunu göstermektedir. Bu durum, özellikle karmaşık morfolojiye sahip yapılar söz konusu olduğunda (örneğin os sphenoidale gibi), renk, detay seviyesi ve üç boyutlu netliğin öğrenci değerlendirmelerinde belirleyici olduğunu düşündürmektedir.

Tüm bu bulgular ışığında, özellikle femur ve os sphenoidale modellerinde Bauer'in geliştirdiği modellerin, hem görsel hem de pedagojik kalite açısından öğrenciler üzerinde daha olumlu bir izlenim bıraktığı görülmektedir. Ancak os coxae modeli özelinde, araştırmacılar tarafından geliştirilen modelin de bazı açılardan tercih edildiği ve yeterli kabul gördüğü göz önünde bulundurulduğunda, model başarısının sadece genel görsellikten değil, değerlendirme kriterine özgü detaylardan da etkilendiği anlaşılmaktadır.

5.4. ÜÇLÜ DEĞERLENDİRMELER

Öğrencilerin anketlerinin bitiminde model oluşturma sürecimizin esas ilk ürünü olan renkli kemik modellerimiz öğrencilere gösterilmiştir ve her bir kemik için ayrı ayrı renkli modeller ile siyah beyaz modeller arasında tercih yapması istenmiştir. Siyah beyaz

modelleri tercih eden öğrencilere hangi siyah beyaz modeli tercih ettikleri sorularak aynı kemik türüne ait üç farklı 3B modelin arasında tercih yapmaları sağlanmıştır. Bu noktada yapılan istatistiksel değerlendirmeler göstermiştir ki gerek cinsiyete gerekse sınıfa bağlı olarak fark göstermeyen bir renkli model tercihi mevcuttur. Bu değerlendirme sayesinde, yalnızca modelin rengi değil, aynı zamanda farklı tasarımsal varyasyonlarının da öğrenci gözünden nasıl algılandığı analiz edilmiştir.

Elde edilen istatistiksel bulgular, renkli model tercihlerinin ne cinsiyete ne de öğrenim kademesine bağlı olarak anlamlı bir farklılık göstermediğini ortaya koymuştur (Tablo 4.36, 4.37). Bu durum, renkli modellerin hem kadın hem erkek öğrenciler tarafından benzer şekilde kabul edildiğini ve birinci ile ikinci sınıf öğrencileri arasında da tercih yönelimi açısından anlamlı bir fark bulunmadığını göstermektedir. Dolayısıyla, renkli kemik modellerinin genel kabul görürlüğü yüksek olup, demografik değişkenlerden bağımsız olarak tutarlı bir kullanıcı memnuniyeti sağladığı söylenebilir.

Bu bulgu, model geliştirme sürecinde kullanılan renkli temsilin, yalnızca estetik bir unsur değil, aynı zamanda tüm öğrenci gruplarında eşit derecede benimsenebilecek bir tasarım yaklaşımı olduğunu göstermektedir. Renkli modellerin farklı cinsiyet ve eğitim düzeylerindeki öğrenciler üzerinde benzer bir etki yaratması, bu tür modellerin evrensel bir öğretim aracı olarak kullanılabilirliğini desteklemektedir. Bununla birlikte, farklı görsel özelliklerin bilişsel yük, dikkat çekicilik ve yapısal ayırım gibi faktörler üzerindeki etkilerini değerlendiren ileri düzey çalışmalarla bu bulguların desteklenmesi, model tasarımında daha güçlü çıkarımlar yapılmasına olanak sağlayacaktır.

5.5. GENEL DEĞERLENDİRMELER

Siyah beyaz modellerimizin skor performanslarının Bauer'in modellerine göre daha düşük olduğu, buna rağmen renkli modellerimizin tüm siyah beyaz modellerden daha fazla tercih edildiği sonuçları dikkatle incelendiğinde tarama modalitemizin düşük maliyetli ve ulaşılabilir renkli modeller üretmede başarılı olduğu, ancak kullanılan teknolojinin şu anki kısıtlılıkları çerçevesinde yüzey tarama anlamında profesyonel olarak üretilmiş modellerle kıyaslanamayacağı sonucuna varılmıştır. Buna rağmen renkli modellerimizin de tercih skalasına alındığı üçlü değerlendirme kısmında çoğu öğrencinin her kemik türü için renklisini tercih ettiği yönündeki sonuçlara bakarak kullandığımız daha düşük maliyetli tarama yönteminin günlük anatomi pratiğinde yeri olabileceği ve kullanımının yaygınlaşabileceği düşünülmüştür.

Her bir modelin tekli değerlendirilmesi sonuçları karşılaştırıldığında, bazı parametrelerde bizim ürettiğimiz siyah beyaz modeller lehine yüksek puan olduğu ve arada istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu saptanmışken bu modellerin ikili karşılaştırmalarında neredeyse daima Bauer'in modeli lehine bir görüş bildirilmiştir. Bu sebepten iki siyah beyaz modelin yan yana koyulduğu ikili değerlendirmelerin subjektif olabileceği yönünde bir kanaat oluşmuştur. Ancak modeller bağımsız olarak tek tek değerlendirildiğinde bizim modellerimizin lehine çıkan anlamlı farklar, modellerin tek tek değerlendirilmesinin çiftli değerlendirilmeye kıyasla daha az subjektif olabileceğini dşndrmştir.

Bizim kullandığımız tarama yazılımlarının kemiklerin gerçek boyutunda tarama yapmadıklarını fark ettik. Kullandığımız yazılımların menülerinde gerçek boyutlu tarama gibi bir seçenek de yoktu. Biz bu yazılımların gerçek boyutlu model ürettiğini dşndğmş halde modellerin 3 boyutlu baskısı sırasında bizim taramalarımızın oldukça küçük boyutlarda olduğunu fark ettik. Bu da benzer yazılımların kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken bir nokta olarak değerlendirildi.

Kullandığımız Prof. Dr. Çağatay Barut'un kişisel kemik koleksiyonuna ait olan kemiklerin cilalı oldukları için yüzeysel yapıların temsilde Eric Bauer'in kemik modellerine kıyasla daha pürüzsüz bir sonuç verdiğini ve öğrencilerin sözel yorumlarında da bu detay eksikliklerine dair değerlendirmeleri olduğunu gördük. Bu noktada cilalı kemiklerle yüzey tarama yöntemlerini kullanarak yapılan 3 boyutlu modellerin kemik yapının tamamının detaylı temsilde sınırlı olabilecekleri dşnlmştir. Bu limitasyonun sınırlarını anlamak açısından aynı tarama yöntemleri ile cilasız kuru kemiklerin taranmasının ve bunun sonuçlarının hali hazırdaki cilalı kemik modelleri ile karşılaştırılmasının bir başka çalışmanın konusu olabileceği grlmştir.

Çalışmada üretilen siyah beyaz model, Eric Bauer'in siyah beyaz modeli ve gene çalışmada üretilen renkli model arasında yapılan tercihlerin açıklandığı l değerlendirme tablolarındaki sonuçlara bakarak çalışmada üretilen siyah beyaz femur modelinin çalışmaya katılan hiçbir ğrenci tarafından tercih edilmediği grlmştir. Bu sonuç, cilanın detaylar konusunda en fazla femur modelinde detay kaybı yarattığı şeklinde yorumlanmıştır. Bir nceki paragrafta belirtildiği üzere, cila durumuna istinaden cilasız bir kuru femurun aynı yöntemlerle taranmasının faydalı olabileceği kanısına varılmıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Model oluşturmak için kullanılan yöntemlerin farklı avantaj ve dezavantajlarının deneyimlenmesinin ışığında halihazırda kullanılan fotogrametri yönteminin yapay zeka tabanlı geliştirilmiş versiyonlarının maliyet etkin anatomi ders materyali oluşturmada etkin bir yöntem olduğu, bu yöntemle yapılan renkli modellerin öğrencilerin deneyiminden ve demografik öyküsünden bağımsız olarak her gruba hitap ettiği ve gelecekte teknolojinin gelişmesi ile beraber çok daha iyi modellerin bu yöntem ile elde edilebileceği kanaatindeyiz. LIDAR teknolojisi, her ne kadar üç boyutlu tarama yöntemleri arasında son dönemde oldukça popüler olsa da çoğu çalışmada LIDAR'ın küçük objelerden ziyade büyük alanların taranmasında kullanıldığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden anatomi modellemesinde kullanımının nispeten sınırlı olduğunu düşünmekle beraber ileride üretilebilecek daha hassas LIDAR sensörleri ile küçük obje taramada LIDAR'ın bugünkünden daha iyi bir performans sergilemesi de oldukça olasıdır. Hibrit tarama, irregular ve küçük kemikler haricinde fotogrametriye benzer sonuçlar verse de bu yöntem ile elde edilen modeller, LIDAR sensörünün harekete duyarlılığından kaynaklı sadece fotogrametri ile üretilen modellere kıyasla daha fazla artefakt içermektedir. Buna rağmen hibrit tarama modalitesi de oldukça ümit vaat eden sonuçlar vermiştir.

Teknolojinin ilerlemesi ile anatomi öğreniminde güncel yaklaşımların benimsenmesi, gerek öğrenciler gerekse öğretmenler için hem bir zorunluluk hem de geliştirici ve kolaylaştırıcı bir yaklaşım olmuştur. Bu noktada ulaşılabilirliği ve kullanımı açısından konforlu yeni yaklaşımların kullanılmaya, araştırılmaya ve geliştirilmeye devam etmesi önemlidir.

KAYNAKLAR

1. Ghosh SK. Evolution of illustrations in anatomy: a study from the classical period in Europe to modern times. *Anat Sci Educ*. 2015 Mar-Apr;8(2):175-88. doi: 10.1002/ase.1479. Epub 2014 Jul 22. PMID: 25053471.
2. Tam MD, Hart AR, Williams S, Heylings DJ, Leinster SJ. Is learning anatomy facilitated by computer-aided learning? A review of the literature. *Med Teach*. 2009;31(9):e393–6.
3. Nicholson DT, Chalk C, Funnell WRJ, Daniel SJ. Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Med Educ*. 2006;40(11):1081–7.
4. Waltenberger L, Rebay-Salisbury K, Mitteroecker P. Three-dimensional surface scanning methods in osteology: A topographical and geometric morphometric comparison. *Am J Phys Anthropol*. 2021 Apr;174(4):846-858. doi: 10.1002/ajpa.24204. Epub 2021 Jan 7. PMID: 33410519; PMCID: PMC8048833.
5. Bastir M, García-Martínez D, Torres-Tamayo N et al. Workflows in a Virtual Morphology Lab: 3D scanning, measuring, and printing. *J Anthropol Sci*. 2019 Dec 31;96:107-134. doi: 10.4436/JASS.97003. Epub 2019 Aug 30. PMID: 31472012.
6. Mitsouras D, Liacouras P, Imanzadeh A et al. DICOM segmentation and STL creation for 3D printing: a process and software package comparison for osseous anatomy. *3D Print Med*. 2020;6(1):9.
7. Pérez-Sevilla M, Rivas-Navazo F, Latorre-Carmona P, Fernández-Zoppino D. Protocol for Converting DICOM Files to STL Models Using 3D Slicer and Ultimaker Cura. *Journal of Personalized Medicine*. 2025; 15(3):118. . <https://doi.org/10.3390/jpm15030118>.
8. Karagulle, M., Yıldırım, Y., Ozsoy, U., Süzen, L. B., & İkizler May , H. (2023). Three-Dimensional (3D) Morphometric Analysis of Plegic and Healthy Feet of Patients with Stroke. *European Journal of Therapeutics*, 29(3), 606–619. <https://doi.org/10.58600/eurjther1701>.
9. Knoops PGM, Beaumont CAA, Borghi A et al. Comparison of three-dimensional scanner systems for craniomaxillofacial imaging. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017;70(4):441–9. doi:10.1016/j.bjps.2016.12.015.
10. Krause C, Balogun D, Tschirrt F, Kasprzycka M, Pinon-Starck S, Pati S. Developing 3D models using photogrammetry for virtual reality training in anatomy. *Anat Sci Educ*. 2023;16(4):674–82.
11. Van Vlasselaer N, Keelson B, Scafoglieri A, Cattrysse E. Exploring reliable photogrammetry techniques for 3D modeling in anatomical research and education. *Anat Sci Educ*. 2024;17(3):674–82.
12. Petriceks A H, Peterson A S, Angeles M, Brown W P, Srivastava S. Photogrammetry of Human Specimens: An Innovation in Anatomy Education. *Journal of medical education and curricular development*. 2018; 5; 2382120518799356. <https://doi.org/10.1177/2382120518799356>.
13. https://en.wikipedia.org/wiki/Structured-light_3D_scanner.
14. Woodhead J, Paxton J. Combining structured light scanning and 3D printing to produce physical models of human bones: a pilot study. *Orthop Procs*. 2023 Apr 17;105-B(SUPP_9):53-53. <https://doi.org/10.1302/1358-992X.2023.9.053>.
15. Maiese A, Manetti A C, Ciallella C, Fineschi V. The Introduction of a New Diagnostic Tool in Forensic Pathology: LiDAR Sensor for 3D Autopsy Documentation. *Biosensors*. 2022; 12(2), 132. <https://doi.org/10.3390/bios12020132>.
16. Wikipedia [Internet] LIDAR [cited 2025 Jun 10] Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lidar>.

17. Ocean Service [Internet] LIDAR [cited 2025 Jun 10] Available from: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html>.
18. Taylor T S. Introduction to Laser Science and Engineering. 1st ed. Boca Raton FL: CRC Press Taylor & Francis Group; 2020.
19. Shan J, Toth C K. Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing . 2nd ed. CRC Press; 2018.
20. Oberhofer K, Knopfli C, Achermann B, Lorenzetti S R. Feasibility of Using Laser Imaging Detection and Ranging Technology for Contactless 3D Body Scanning and Anthropometric Assessment of Athletes. *Sports (Basel, Switzerland)*2024; 12(4), 92. <https://doi.org/10.3390/sports12040092>.
21. Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT). Terminologia Anatomica: International Anatomical Terminology. Stuttgart: Thieme; 1998.
22. FIPAT. Terminologia Anatomica. 2nd ed. FIPAT.library.dal.ca. Federative International Programme for Anatomical Terminology; 2019.
23. Yıldırım M. Hareket Sistemi (Systema Locomotorium) Anatomisi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2016. 314 s. ISBN: 978-605-335-2334.
24. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. Standring S, editor. 40th ed. Churchill Livingstone; 2008.
25. International Telecommunication Union [Internet] [cited 2025 Jun 10] Available from: <https://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>
26. Sketchfab [Internet] Eric Bauer Sketchfab Site ;2016 [cited 2025 Jun 10] Available from: <https://sketchfab.com/ebauer4>.
27. Ramos, M. M., & Remondino, F. (2020). Lidar and photogrammetry integration for cultural heritage 3D documentation. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIV-M-1–2020, 553–560.
28. Mlambo C, Rezaeian M, Tang L. Hybrid 3D scanning approaches: A comparative study of LiDAR and photogrammetry integration for structural modeling. *Journal of Digital Heritage Technologies*. 2023; 7(1), 45–59.

EKLER

EK 1: ETİK KURUL KARAR FORMU

	T.C. İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu	
TOPLANTI SAYISI 4	KARAR SAYISI 2025/04-19	TOPLANTI TARİHİ 5.03.2025
Sayın Prof. Dr. Çağatay BARUT		
Sorumlu araştırmacı olarak yer aldığınız 2025-GOSEK-0185 no'lu "Farklı yöntemler ile üretilen 3B kemik görsellerinin objektif ve subjektif değerlendirilmesi" başlıklı ilk başvurunuz İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu'nun 05.03.2025 tarihli 4. toplantısında görüşülmüş olup, projenin içeriğinde etik olarak bir sorun olmadığına, ön koşulsuz olarak kabul edilmesine karar verilmiştir.		
Prof. Dr. Emel BALOĞLU Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu Başkanı	Prof. Dr. Ebuzer AYDIN Etik Kurul Üyesi	Prof. Dr. Yasemin ÇAĞ Etik Kurul Üyesi
Prof. Dr. Yasemin YUMUŞAKHUYLU Etik Kurul Üyesi	Doç. Dr. Mustafa ÇAKIR Etik Kurul Üyesi	Doç. Dr. Mustafa Çağlar BEKER Etik Kurul Üyesi
Doç. Dr. Şule AYLA Etik Kurul Üyesi	Arş. Gör. Dr. Nurgül BULUT Etik Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Semanur ÖZÜDOĞRU Etik Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Zeynep GÜMÜŞER Etik Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Havvanur YOLDAŞ İLKTAÇ Etik Kurul Üyesi	Doç. Dr. Hacer ATAMAN Etik Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Feride ÖKSÜZ GÜL Etik Kurul Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Nihan KOYUNCU AKTAŞ Etik Kurul Üyesi	Prof. Dr. Pınar OBAKAN YERLİKAYA Etik Kurul Üyesi
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk SARIOĞLU Etik Kurul Üyesi	Doç. Dr. Nilüfer KABLAN Etik Kurul Başkan Yardımcısı	Doç. Dr. Elif BIYIKLI Etik Kurul Raportörü
Bu belge, gıvvali elektronik imza ile imzalanmıştır. Belge Doğrulama Kodu: F447C4H Belge Takip Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-medeniyet-universitesi-ebys		
Adres: Dumlupınar Mahallesi D-100 Karayolu No 98 Kadıköy / İstanbul		Bilgi için : Emel Baloğlu Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu Başkanı
Telefon No:	Faks No:	Telefon No:
e-Posta:	İnternet Adresi: www.medeniyet.edu.tr	Telefon No:
Kapı Adresi:		

EK 2. 3B GÖRÜNTÜ DEĞERLENDİRME

3B Görüntü Değerlendirme

Bu değerlendirme formu, izlediğiniz 3D görüntülerin çeşitli özelliklerini kapsamlı bir şekilde incelemenizi sağlar. Her bir kriteri 1 ile 5 arasında puanlayarak değerlendiriniz. Her kriter için gerekirse açıklama veya yorum yazabilirsiniz.

* Zorunlu soruyu belirtir

KATILIMCILAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bu araştırma, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Uzmanlık Öğrencisi Dr. Gizem Serpil Balyemez tarafından Prof. Dr. Çağatay Barut danışmanlığında, İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Sağlık Araştırmaları Etik Kurulu (Etik Kurul onay numarası) sayılı onayı ile izin verilen, Farklı yöntemler ile üretilen 3B kemik görsellerinin objektif ve subjektif değerlendirilmesi kapsamında yürütülmektedir. Araştırmaya katılmanız için davet edilmiş bulunuyorsunuz. Bu form sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle size verilen bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir zamanda çalışmadan ayrılma hakkında sahipsizsiniz. Bu çalışmaya katılmanız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığınız için size ek bir ödeme yapılmayacaktır. Araştırma ile ilgili anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz sorabilirsiniz.

Çalışmamızın amacı farklı yöntemlerle elde edilmiş 3 boyutlu kemik görsellerinin objektif ve subjektif değerlendirilmesidir. Siz bu çalışmanın subjektif değerlendirme aşamasında yer alacaksınız.

Çalışmamız kapsamında size 3 farklı kemiğin 2 farklı yöntemle elde edilmiş toplamda 6 farklı 3 boyutlu kemik görselini göstereceğiz. Siz kemikleri istediğiniz gibi oynatabilir, yakınlıştırıp detaylara bakabilirsiniz. Her bir görüntü için size vereceğimiz ölçeği doldurmanızı isteyeceğiz. Ardından farklı yöntemlerle elde edilmiş aynı kemiğin görsellerini ekranda gösterip tercih ettiğiniz görüntüyü işaretlemenizi ve buna dair nedenlere dair soruları cevaplamanızı isteyeceğiz.

ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK RİSKLER VAR MIDIR?

Bu çalışmaya katılmanız herhangi bir risk içermemektedir.

ÇALIŞMANIN OLASI FAYDALARI

3 boyutlu kemikleri görmek ve farklı modeller arasında kıyas yapabilmek size kemiklerle ilgili unuttuğunuz görsel bilgilerinizi hatırlatabilir.

GİZLİLİK- SİZDEN TOPLADIĞIMIZ BİLGİLERİ NASIL KULLANACAĞIZ?

Sizden elde ettiğimiz verileri isimsiz bir şekilde toplayacağız. Doldurduğunuz ölçeklerdeki verileri istatistiksel olarak analiz edeceğiz.

ÇALIŞMAYA KATILMA VE AYRILMA

Çalışmaya katılmaya karar verdikten sonra, herhangi bir zamanda sahip olduğunuz herhangi bir hakkı kaybetmeden veya herhangi bir yaptırıma maruz kalmadan istediğiniz zaman ayrılabilirsiniz.

ARAŞTIRMAYLA İLGİLİ DAHA FAZLA BİLGİ ALMAK İSTERSENİZ:

İstanbul Medeniyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Çağatay Barut e-posta: _____ ya da tıpta uzmanlık öğrencisi Arş. Gör. Dr. Gizem Serpil Balyemez e-posta: _____ ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıda yapılan açıklamaları okudum ve anladım. Sorularım beni tatmin edilecek şekilde cevaplandı.

1. **Dilediğim zaman ayrılma hakkım saklı kalmak koşulu ile bu çalışmaya gönüllü olarak katılmayı ***

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- ☐ ONALIYORUM
☐ ONAYLAMİYORUM

DEMOGRAFİK BİLGİLER

2. Doğum yılınız *

3. Cinsiyetiniz *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Kadın
☐ Erkek
☐ Belirtmek istemiyorum

4. Tıp Fakültesi sınıf bilginiz *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1. sınıf
☐ 2. sınıf

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

5. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ F

6. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
- ☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
- ☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
- ☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
- ☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
- ☐ YORUM

7. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
- ☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
- ☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
- ☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
- ☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
- ☐ YORUM

8. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

9. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

10. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

11. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

12. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

13. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

14. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

15. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

16. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

17. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E
☐ F

18. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
☐ YORUM

19. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
☐ YORUM

20. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

21. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

22. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

23. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

24. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

25. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

26. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

27. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

28. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

29. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E
☐ F

30. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
☐ YORUM

31. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
☐ YORUM

32. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

33. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

34. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

35. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

36. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

37. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

38. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

39. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

40. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

41. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ F

42. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
- ☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
- ☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
- ☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
- ☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
- ☐ YORUM

43. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
- ☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
- ☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
- ☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
- ☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
- ☐ YORUM

44. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

45. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

46. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

47. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

48. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

49. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

50. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

51. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

52. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

53. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
- ☐ B
- ☐ C
- ☐ D
- ☐ E
- ☐ F

54. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
- ☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
- ☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
- ☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
- ☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
- ☐ YORUM

55. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
- ☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
- ☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
- ☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
- ☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
- ☐ YORUM

56. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

57. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

58. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

59. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

60. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

61. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

62. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

63. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

64. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

Görsellerin değerlendirilmesi - tekli

65. model no? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ A
☐ B
☐ C
☐ D
☐ E
☐ F

66. **Netlik:**

*

"3D görüntüdeki detayların netliğini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Detaylar bulanık ve net değil)
☐ 2 - Kötü (Detaylar bazı yerlerde kayboluyor)
☐ 3 - Orta (Detaylar yeterli düzeyde)
☐ 4 - İyi (Çoğu detay net)
☐ 5 - Mükemmel (Detaylar tamamen net ve belirgin)
☐ YORUM

67. **Renk Doğruluğu:**

*

"Görüntüdeki renkler doğal ve doğru mu görünüyor?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çok kötü (Renkler bozuk veya yanlış)
☐ Kötü (Bazı renkler doğru değil)
☐ Orta (Renkler kabul edilebilir)
☐ İyi (Renkler genel olarak doğru)
☐ Mükemmel (Renkler tamamen doğal ve doğru)
☐ YORUM

68. **Parlaklık ve Kontrast:**

*

"Parlaklık ve kontrast düzeyini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Görüntü çok karanlık veya aşırı parlak)
- ☐ 2 - Kötü (Kontrast yetersiz veya aşırı)
- ☐ 3 - Orta (Parlaklık ve kontrast dengeli)
- ☐ 4 - İyi (Parlaklık ve kontrast tatmin edici)
- ☐ 5 - Mükemmel (Parlaklık ve kontrast mükemmel düzeyde dengeli)
- ☐ YORUM

69. **Derinlik Hissi:**

*

"3D görüntülerin derinlik hissini (3D etkisini) nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok zayıf (3D hissi neredeyse yok)
- ☐ 2 - Zayıf (Bazı yerlerde 3D hissi var, ancak yetersiz)
- ☐ 3 - Orta (3D hissi var, ancak daha güçlü olabilirdi)
- ☐ 4 - Güçlü (3D hissi tatmin edici)
- ☐ 5 - Çok güçlü (Tam bir 3D deneyimi)
- ☐ YORUM

70. **Odak Uyumluğu:**

*

"Gözlerinizin 3D görüntüye odaklanma sürecini nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü (Gözlerimi odaklamak çok zor)
- ☐ 2 - Kötü (Odaklanma rahatsız edici)
- ☐ 3 - Orta (Odaklanma genellikle sorun değil)
- ☐ 4 - İyi (Odaklanma rahat)
- ☐ 5 - Mükemmel (Odaklanma tamamen doğal ve kolay)
- ☐ YORUM

71. **Göz Yorgunluğu:**

*

"Bu görüntüyü izlerken göz yorgunluğu hissettiniz mi?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok yüksek (Gözlerim hemen yoruldu)
- ☐ 2 - Yüksek (Gözlerim biraz rahatsız oldu)
- ☐ 3 - Orta (Biraz yorgunluk hissettim)
- ☐ 4 - Düşük (Gözlerim rahat)
- ☐ 5 - Çok düşük (Hiç yorgunluk hissetmedim)
- ☐ YORUM

72. **İzleme Rahatlığı:**

*

"3D görüntüyü izlemek genel olarak ne kadar rahattı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok rahatsız edici (İzlemek zordu)
- ☐ 2 - Rahatsız edici (Bazı zorluklar vardı)
- ☐ 3 - Orta (İzlemek genel olarak rahattı)
- ☐ 4 - Rahat (İzlemesi keyifliydi)
- ☐ 5 - Çok rahat (Tamamen rahat ve keyifliydi)
- ☐ YORUM

73. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüler, gerçek dünyaya benzer bir his yarattı mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç gerçekçi değil
- ☐ 2 - Çok az gerçekçi
- ☐ 3 - Orta düzeyde gerçekçi
- ☐ 4 - Gerçekçi
- ☐ 5 - Çok gerçekçi
- ☐ YORUM

74. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde doku detayları (Örn: yüzey yapısı, girinti çıkıntılar) yeterince anlaşılır mı?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Hiç anlaşılır değil
- ☐ 2 - Çok az anlaşılır
- ☐ 3 - Orta düzeyde anlaşılır
- ☐ 4 - Anlaşılır
- ☐ 5 - Çok anlaşılır
- ☐ YORUM

75. **Gerçekçilik:**

*

"3D görüntüde dikkat dağıtan unsurlar var mı? (kaybolan detay, parazit, bulanıklaşma vs.)"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
- ☐ Hayır
- ☐ Diğer: _____

76. **Genel Deneyim:**

*

"Bu 3D görüntüyü genel olarak nasıl değerlendirirsiniz?"

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ 1 - Çok kötü
- ☐ 2 - Kötü
- ☐ 3 - Orta
- ☐ 4 - İyi
- ☐ 5 - Mükemmel
- ☐ YORUM

77. **Görüntü Kalitesi Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) ***

"Hangi görüntü daha yüksek görsel kaliteye sahipti?"

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1. görsel daha iyi	İki görsel de eşit	2. görsel daha iyi
A - D	☐	☐	☐
B - E	☐	☐	☐
C - F	☐	☐	☐

78. **Derinlik Algısı Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) ***

"Hangi görüntü daha iyi bir 3D derinlik hissi sunuyordu?"

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1. görsel daha iyi	İki görsel de eşit	2. görsel daha iyi
A - D	☐	☐	☐
B - E	☐	☐	☐
C - F	☐	☐	☐

79. **Görsel Konfor Karşılaştırması (Çift Karşılaştırmalı) ***

"Hangi görüntü izlemek açısından daha rahattı?"

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	1. görsel daha iyi	İki görsel de eşit	2. görsel daha iyi
A - D	☐	☐	☐
B - E	☐	☐	☐
C - F	☐	☐	☐

80. **Ek Yorumlar**

"3D görüntülerin eğitimdeki kullanımı hakkında genel görüşlerinizi paylaşabilirsiniz (isteğe bağlı):"

Katılımınız içi teşekkür ederiz.

Bu içerik Google tarafından oluşturulmamış veya onaylanmamıştır.

Google Formlar

EK 3: İNTİHAL RAPORU

FARKLI YÖNTEMLER İLE ÜRETİLEN 3B KEMİK GÖRSELLERİNİN OBJEKTİF VE SUBJEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ			
ORJİNALLİK RAPORU			
% 6	% 6	% 4	% 2
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
BİRİNCİL KAYNAKLAR			
1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%1	
2	Submitted to Istanbul Medeniyet Āniversitesi Öğrenci Ödevi	%1	
3	github.com İnternet Kaynağı	<%1	
4	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1	
5	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1	
6	acikerisim.ybu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1	
7	acikerisim.karabuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1	
8	halksagligiokulu.org İnternet Kaynağı	<%1	
9	www-emerald-com-443.webvpn.sxu.edu.cn İnternet Kaynağı	<%1	
10	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1	
11	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<%1	
12	www.tesder.org.tr İnternet Kaynağı	<%1	