



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER ANATOMİ ANABİLİM DALI**

**ÜÇ BOYUTLU LAZER TARAYICI VE YAZICI
KULLANARAK KÖPEK İSKELETİ YAPIMI VE
EĞİTİMDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Hazırlayan

Meryem AKYÜREK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN

Yüksek Lisans Tezi

Nisan 2023

KAYSERİ

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER ANATOMİ ANABİLİM DALI

**ÜÇ BOYUTLU LAZER TARAYICI VE YAZICI
KULLANARAK KÖPEK İSKELETİ YAPIMI VE
EĞİTİMDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan

Meryem AKYÜREK

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN

**Bu Tez Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
TYL-2022-11937 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

Nisan 2023

KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda akademik ve etik kuralların gerektirdiği gibi tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve kaynaklar listesinde gösterdiğimi belirtirim.

Meryem AKYÜREK

İmza:



YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı Ve Yazıcı Kullanarak Köpek İskeleti Yapımı Ve Eğitimdeki Etkinliğinin Araştırılması” adlı **Yüksek lisans tezi**, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Meryem AKYÜREK

İmza

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN

İmza

Veterinerlik Anatomisi ABD Başkanı

Prof. Dr. Ayhan DÜZLER

İmza

KABUL ve ONAY SAYFASI

Dr. Öğrt. Üyesi İmdat ORHAN danışmanlığında **Meryem AKYÜREK** tarafından hazırlanan “**Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı Ve Yazıcı Kullanarak Köpek İskeleti Yapımı Ve Eğitimdeki Etkinliğinin Araştırılması**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veterinerlik Anatomisi Anabilim Dalında **Yüksek lisans tezi** olarak kabul edilmiştir.

....../.../2023

JÜRİ:

İmza:

Danışman: Dr. Öğrt. Üyesi İmdat ORHAN

Üye: Doç. Dr. Aydın ALAN

Üye: Prof. Dr. Sevinç ATEŞ

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulununtarih ve 876 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.... /.../ 2023

Prof. Dr. Bilal AKYÜZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tez projesinin planlanması, yürütülmesi ve yazılması hususlarında göstermiş olduğu destek ve yardımlarından ötürü tez danışmanım Erciyes Üniversitesi Veteriner Hekimliği Fakültesi Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca TYL-2022-11937 proje kodu ile tez projemi destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ve Birim Personeline, tez çalışmamın laboratuvar aşamasında yardımcı olan Erciyes Üniversitesi, Veteriner Hekimliği Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı öğretim elamanları Prof. Dr. Ayhan DÜZLER, Doç. Dr. Aydın DÜZLER ve Dr. Öğr. Üyesi Gonca KAMACI ile istatistik analizlerin yapılmasında çok önemli yardımları bulunan Ayla AÇIKGÖZ ve çalışmalarım süresince birçok fedakârlıklar gösterip, yaşamımın her döneminde bana duydukları güven için anneme, babama, abime ve anneanneme en derin duygularla teşekkür ederim. Ekip arkadaşım olan öncelikle Barış Şahin'e ve Fatma Köse ile Arş. Gör. Osman Talha POSCU'ya ve diğer arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Meryem AKYÜREK

ÜÇ BOYUTLU LAZER TARAYICI VE YAZICI KULLANARAK KÖPEK İSKELETİ YAPIMI VE EĞİTİMDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Meryem AKYÜREK

Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Anatomi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi, Nisan 2023

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN

ÖZET

3D yazdırma, bir anatomik modelin, sanal ortamda planlanarak katı şekilde basılması yöntemidir. Baskı işlemini üreten teknolojilere de 3D yazıcılar denir. 3D teknolojisinin tarama basamağında bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans ve lazer yüzey tarayıcılar yer alırken, yazdırma basamağında ise çok çeşitli teknolojiler kullanılan 3D yazıcılar mevcuttur.

3D anatomik modeller kişiye özgü protez oluşturabilmeyi, en önemlisi de karışık ve zorlu olan ameliyatlara destek olarak, operasyon öncesinde eğitim amaçlı kullanılabilmesini sağlar. Bunun yanı sıra 3D teknolojisi eğitim, mühendislik, savunma sanayi, tıp, diş hekimliği, inşaat, sanat gibi birçok farklı dalda kullanım alanı bulmaktadır.

Bu tezin amacı; 3D lazer tarayıcı ve yazıcı kullanarak köpek kemikleri ve iskeletin elde edilmesi, sonrasında ise bu ürünlerin eğitimdeki etkinliğinin araştırılmasıdır.

Yapılan çalışma sonucunda kemikler başarıyla üretilerek 3D köpek iskeleti elde edilmiştir. Aynı zamanda çalışmanın bir parçası olarak da gerçek kemiklerle uygulama yapan öğrenciler ile 3D kemiklerle uygulama yapan öğrencilerin başarı durumları arasında bir fark görülmemiştir.

Anahtar kelimeler: 3D; anatomi; iskelet; köpek; modelleme.

**DOG SKELETON CONSTRUCTION AND INVESTIGATION OF ITS
EFFECTIVENESS IN TRAINING USING A THREE-DIMENSIONAL
LASER SCANNER AND PRINTER**

Erciyes University, Institute of Health Sciences

Department of Anatomy

Master Thesis, April 2023

Advisor: DR. TUTOR MEMBER Imdat ORHAN

ABSTRACT

3D printing is a method of solid printing of an anatomical model in a virtual environment. Technologies that produce the printing process are also called 3D printers. While computer tomography, magnetic resonance and laser surface scanners are included in the scanning step of 3D technology, there are 3D printers that use a wide variety of technologies in the printing step.

3D anatomical models enable to create personalized prostheses, and most importantly, to support complex and challenging surgeries and to be used for training purposes before the operation. In addition, 3D technology finds use in many different branches such as education, engineering, defense industry, medicine, dentistry, construction and art.

The aim of this thesis; It is to obtain dog bones and skeleton using a 3D laser scanner and printer and then to investigate the effectiveness of these products in education.

As a result of the study, bones were successfully produced and a 3D dog skeleton was obtained. At the same time, as a part of the study, no difference was observed between the success of the students who practice with real bones and those who practice with 3D bones.

Key Words: 3D; anatomy; skeleton; dog; modeling.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇ KAPAK.....	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	x
TABLO VE ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Genel Anatomi.....	3
2.1.1. Kemik ve İskeletin Önemi.....	3
2.1.2. Kemiğin Kimyasal Yapısı.....	3
2.2. Kemiğin Anatomik Yapısı:.....	4
2.2.1. Kemiğin Sert Kısımları.....	4
2.2.2 Kemiğin Yumuşak Kısımları.....	5
2.2.3. Kemiklerin sınıflandırılması.....	6
2.3. Kemiklerin Oluşum Şekilleri:.....	7
2.3.1. Osteoloji: Membranöz ve Kondral Kemikleşme.....	7
2.3.1.1. Membranöz Kemikleşme.....	7
2.3.1.2. Kondral Kemikleşme.....	8

2.4. Köpek İskeletinde Bulunan Kemik İsimleri.....	9
2.4.1. Scapula (kürek kemiği) Ossa membri throcici.....	11
2.4.2. Humerus (kol kemiği).....	12
2.4.3. Skeleton antebrachii, Antebrachium (Önkol Kemiği).....	13
2.4.4. Skeleton manus (Ön ayak iskeleti).....	13
2.4.5. Ossa Sesamoidea (Susam Kemikleri).....	15
2.4.6. Ossa membri pelvini (arka bacak kemikleri).....	15
2.4.7. Os Coxae (Kalça kemiği).....	15
2.4.8. Pelvis.....	17
2.4.9. Femur (uyluk kemiği).....	17
2.4.10. Patella (Diz kapağı kemiği).....	18
2.4.11. Skleton curis – Ossa cruris (Bacak kemikleri).....	18
2.4.12. Skeleton pedis (arka ayak iskeletleri).....	19
2.4.13. Ossa cranii (Kafa kemikleri).....	21
2.4.14. Ossa faciei (yüz kemikleri).....	22
2.4.15. Columna vertebralis (omurga).....	23
2.4.16. Vertebrae cervicales (boyun omurları).....	23
2.4.17. Vertebrae thoracicae (sırt omurları).....	25
2.4.18. Vertebra lumbales (Bel omurları).....	26
2.4.19. Vertebrae sacrales (Os Sacrum).....	27
2.4.20. Vertebra coudales (coccygeae) (kuyruk omurları).....	27
2.4.21. Costae (kaburgalar).....	28
2.4.22. Sternum (göğüs kemiği).....	29
2.5. 3D Teknolojinin Eğitimde Uygulanabilirliği.....	29
2.5.1. 3D Teknolojinin Sağlık Alanında Kullanım Alanları.....	30
2.5.2. Anatomi Alanında Kullanım Alanları ve Örnekleri.....	31

2.6. 3D Tarama Teknikleri.....	33
2.6.1. MR.....	33
2.6.2. BT/CT.....	33
2.6.3. Lazer Tarayıcı Kullanarak Modelleme Yöntemi.....	35
2.7. 3D Yazıcı Tipleri, Avantaj ve Dezavantajları.....	36
2.7.1. SLA.....	36
2.7.2. FDM.....	37
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	41
3.1. Hayvan Materyali.....	41
3.1.1. Tarama.....	43
3.1.2. Yazdırma.....	47
3.1.3 Sınav Materyali.....	51
3.1.4. Anket Materyali.....	55
3.1.5. İstatiksel Analiz.....	56
4. BULGULAR.....	58
4.1. İskelet Bulguları.....	58
4.1.1. 3D Tarama Bulguları.....	59
4.1.2. 3D Yazdırma Bulguları.....	59
4.1.3. Anatomik Benzerlik Bulguları.....	60
4.1.4. Sınav Değerlendirmesi.....	61
4.1.5. Anket Değerlendirmesi.....	63
5. TARTIŞMA.....	70
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
7. KAYNAKLAR.....	75
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

BT	:Bilgisayarlı Tomografi
CT	:Computed Tomography
FDM	:Fused Deposition Modelling
SLA	:Stereolithography
MR	:Manyetik Rezonans Görüntüleme
$\bar{D}$	:Deney Grubunun Aritmetik Ortalaması
$\bar{K}$	:Kontrol Grubunun Aritmetik Ortalaması

TABLO VE ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Köpek iskeletinde bulunan kemik isimleri.....	10
Tablo 2.2. Carpal kemiklerin isimleri; proximal sıra (medial'den lateral'e doğru), distal sıra (medial'den lateral'e doğru).....	14
Tablo 2.3. Tarsal kemiklerin isimleri; proximal sıra, orta sıra, distal sıra.....	20
Tablo 2.4. Bilgisayarlı tomografi avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması.....	34
Tablo 2.5. MR avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması.....	35
Tablo 2.6. Lazer tarayıcı avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması.....	36
Tablo 2.7. SLA avantaj ve dezavantaj karşılaştırması.....	39
Tablo 2.8. FDM avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması.....	40
Tablo 3.1. Yazıcı parametreleri.....	47
Tablo 3.2. Humerus için sorulan sorular.....	52
Tablo 3.3. Scapula için sorulan sorular.....	53
Tablo 3.4. Anket soruları.....	56
Tablo 4.1. Deney ve Kontrol grubunun başarı grafiği.....	61
Tablo 4.2. Deney ve kontrol grubunda elde edilen sınav sonucu.....	62
Tablo 4.3. Anket sırasın da sorulan; Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi.....	63
Tablo 4.4. Anket sırasın da sorulan; Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim.....	64
Tablo 4.5. Anket sırasında sorulan; Köpek 3D kemiklerin üzerindeki detaylar gayet başarılıydı.....	65
Tablo 4.6. Anket sırasın da sorulan; Köpek 3D kemiklerin plastikten yapılmış olması hijyen açısından beni rahatlattı.....	65

Tablo 4.7. Anket sırasın da sorulan; Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi.....	66
Tablo 4.8. Anket sırasın da sorulan; görüşler.....	67
Tablo 4.9. Anket sorularının genel görünümü.....	68
Şekil 2.1. Kemiğin anatomik yapısı.....	5
Şekil 2.2. Köpek iskeleti.....	11
Şekil 2.3. Köpek sağ scapula A:lateral görünüş B:medial görünüş.....	12
Şekil 2.4. Köpek sol humerus A: lateral görünüş B: medial görünüş.....	12
Şekil 2.5. Köpekte sol, a: radius ve b: ulna	13
Şekil 2.6. Carpus, metacarpus, phalanxlar.....	15
Şekil 2.7. Os coxae.....	17
Şekil 2.8. Femur.....	18
Şekil 2.9. Patella.....	18
Şekil 2.10. Fibula.....	19
Şekil 2.11. Ossa crani.....	22
Şekil 2.12. Collumna vertebralis.....	23
Şekil 2.13. Köpekte vertebra cervicalis'i A: Sol dorsal'den Atlas'ın görünümü	
1: Ala atlantis 2: fovea dentis 3: foramen vertebrale laterle 4: foramen transversarium.....	24
Şekil 2.14. Köpekte vertebra cervicalis'i B: Sol lateral'den Axis'in görünümü	
5: dens 6: processus spinosus 7: processus articularis caudalis 8: processus transversus 9: corpus.....	25
Şekil 2.15. Köpekte vertebranın cranial görünümü A) III. cervical omur B) IV. cervical omur C) V. cervical omur D) VI cervical omur E) VII. cervical omur.....	25
Şekil 2.16. Köpekte 1. sırt omuru soldan görünüm.....	26

Şekil 2.17. Vertebra lumbales lateroventral görünüş.....	26
Şekil 2.18. Vertebra lumbales dorsal görünüş.....	27
Şekil 2.19. Sacrum dorsalden görünüş.....	27
Şekil 2.20. Köpekte costae caudal görünüş.....	28
Şekil 2.21. Köpekte costae, anatomik yapısı.....	28
Şekil 2.22. Köpekte, sternum sağ yan görünüm.....	29
Şekil 2.23. a) Yüzdeki yumuşak dokuları gösteren 3D MR tarama b) 3D kemikli yüz iskelet görüntüsünü gösteren BT tarama c) SLA model.....	32
Şekil 2.24. BT ve MR’da görüntü elde edildikten sonra biyobaskının elde edilme süreci.....	34
Şekil 2.25. BT/CT ve MR karşılaştırılması; soldan sağa doğru, sert ve kemik dokular için BT, beyin gibi yumuşak dokular için MR kullanılır.....	35
Şekil 2.26. SLA çalışma diyagramı.....	37
Şekil 2.27. FDM çalışma diyagramı.....	38
Şekil 3.1. Kullanılan hayvan materyali.....	42
Şekil 3.2. Köpek iskeletinin temizlenmiş hali.....	43
Şekil 3.3. Tarama işlemi.....	44
Şekil 3.4. Scapula Scapula iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.....	45
Şekil 3.5. Humerus iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.....	45
Şekil 3.6. Femur iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli	46
Şekil 3.7. Cranium iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.....	46
Şekil 3.8. Vertebra modelleme ve yazdırma.....	48
Şekil 3.9. Costae modelleme ve yazdırma.....	49
Şekil 3.10. Sınav materyaline uygun scapula ve humerus modeli.....	50
Şekil 3.11. Modellerin temizlenmemiş hali.....	50
Şekil 3.12. Sınav ortamı.....	52

Şekil 4.1. Metatarsus.....	58
Şekil 4.2. Phalanx proximalis.....	59
Şekil 4.3. Phalanx distalis.....	59
Şekil 4.4. Atlas, sacrum ve coxae’da görülen anatomik benzerlik bulguları.....	60



1. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanoğlu günümüzde teknoloji çağını yaşamaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte 21. yüzyılın etkilerini eğitimden sanayiye kadar her alanda görmekteyiz. 1984 yılında ilk kez Dr. Charles Hull tarafından geliştirilen 3D (Three-Dimensional Printing) yazıcı teknolojileri hayatımızda büyük bir yere sahip olmaya başlamıştır. 3D baskı, bireysel olarak ya da rastgele hazır olarak bulunan modelin, yazıcıdan katı bir şekilde çıkartılmasını sağlayan teknolojik bir yöntemdir. Bir modelin oluşturulmasına, analizine yardımcı olmak için tercih edilen bir yazılım türü olan CAD (bilgisayar destekli tasarım), 3D üretilmiş olan nesnelerin hedefe uygun, farklı içerikli malzemelerin kullanılmasıyla (Karagöz ve ark., 2021), ürünü katman katman oluşturan yöntemdir. 3D yazıcılar başlıca, bilgisayar desteği ile kontrolü sağlanan üç boyutlu nesne/ürün oluşturabilen robot çeşididir (Arslan ve ark., 2018).

3D yazıcılar, gelişmekte olan ve kolay üretim yapabilen bir teknoloji olup 3D yazıcıların kullanımı tıp alanına olan ilgiyi arttırmıştır (Lim ve ark., 2016).

3D yazıcılar, mimarlık, tıp ve daha birçok alanda sıklıkla kullanılan 3D yazdırma teknolojisi, eğitim alanında da giderek popülerliği artmaktadır. 3D yazıcıların en büyük avantajları ise maliyet ve zamandan tasarruf sağlaması ayrıca çevre dostu olmasından dolayı son zamanlarda çok tercih edilmektedir. (Kuzu Demir ve ark., 2016).

3D yazıcılar, genellikle 3D modelleme yazılımlarından çıktı alınabilmekte olan STL uzantısını kullanır. 3D baskı teknolojisi, biyoteknoloji (insan dokusunun yenilenmesi), medikal sektör (protez), gıda (pasta), mimarlık (ev), endüstriyel

tasarım (araba) gibi birçok farklı dalda kullanım alanı bulmaktadır (Aydın ve Küçük, 2014).

Özetle 3D, somut veya hayali nesnelerin 3 düzlemde (x,y,z koordinatlarında) bilgisayar destekli programlar sayesinde oluşturulmasıdır (Südor, 2019).

Lazer tarayıcıların çalışma prensibi, optik aynalar sayesinde lazer ışınının yatay ve düşey yönlerde yönlendirilmesi ile modelin taramasına dayanır. Taranmak istenenobjenin 3D modelini elde edebilmek için farklı açılarda birden fazla tarama gerekebilmektedir. (Karasaka ve Beg, 2021).

3D teknolojisi, endüstri alanında kullanımı mevcut olup bilgisayar teknolojilerinin sürekli gelişmesi sayesinde insan vücudunu hızlı bir sürede ve yüksek çözünürlü tarayabilen ve bilgisayara aktarabilen 3D tarayıcılar hızla gelişmektedir (Yüksel ve Bulut, 2019).

3D teknolojilerinin eğitimde ki yeri oldukça önemlidir; diş hekimliğinde faydalı bir yöntemdir (Bulut, 2020). Sağlık eğitiminde, klinik öcesi eğitim ve uzmanlık eğitiminde kullanılmaktadır (Sezer ve Şahin, 2016).

Bu çalışmanın amacı, 3D lazer tarayıcı ve yazıcı kullanarak köpek kemikleri ve iskeletin elde edilmesi, sonrasında ise bu ürünlerin eğitimdeki etkinliğinin araştırılmasıdır.

Bu tezin hipotezi; 3D yazdırma teknolojilerini kullanarak Veteriner Hekimlik'te daha hızlı, modern ve etik osteolojik eğitim materyalleri ile yapılan uygulama eğitiminin en az gerçek materyaller ile yapılan uygulama eğitimi kadar başarılı olduğu şeklindedir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Genel Anatomi

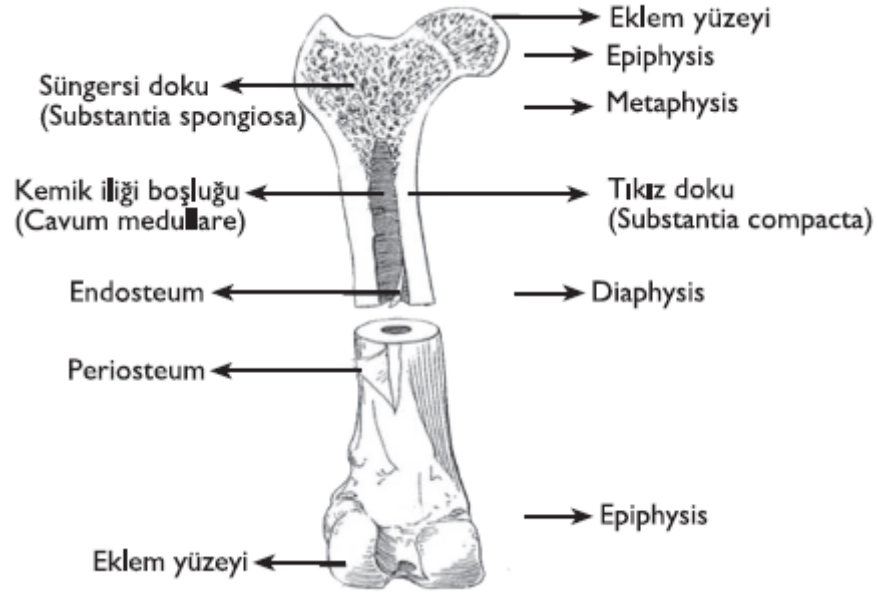
2.1.1. Kemik ve İskeletin Önemi: osteologia (osteoloji) iskelette bulunan kemikleri inceleyen bilimdir (Dursun, 2008; König ve Liebich, 2015). İskeletin en önemli işlevi yumuşak dokuları korumak, vücudu desteklemek, hareketi sağlamaktır (Dyce ve ark., 2008). Kemikler çok sık değişkenlik göstermeden, genellikle beyaz sarımtırak renkte, yoğun damarlı durumunda ise sarımtırak pembe renktedirler. Sert ve darbelere dayanıklı oluşumlardır, yumuşak dokuları, örneğin beyin, omurilik gibi organları korur (Dursun, 2008). İskeletin ana dokusunu meydana getiren kemik, mineral maddelerce çok zengindir, buna ilave olarak homeostazı, fosfat, kalsiyum ve diğer iyonların depolanmasında göreve sahiptir (Dyce ve ark., 2008).

2.1.2. Kemiğin Kimyasal Yapısı: kemik doku, kollegen iplikler içeren osteositlerden oluşan mineralize kemik malzemelerden oluşur. Kesin hatları ile oluşmuş bir kemiğin kuru maddesinin üçte ikisini inorganik ve üçte birini organik yapılar oluşturur. Demineralizasyon sonucunda kemiğin sertliği kaybolur görüntüsü aynı kalır. Aksi halde kemikten organik maddeler uzaklaştırılırsa kemik kolayca kırılır (Budras, 2009). Histolojik olarak kemikler, kemik dokulardan meydana gelmişlerdir. Kemik doku organik ve anorganik maddeleri içerir. Kemik dokunun %30-40'ını organik maddeler oluşturur. Başlıca osein olan protein ve fibrilla denilen iplikçiklerden oluşan organik madde kemiğin elastikiyetini de sağlar. Yaşlandıkça organik madde de azalma görülürken anorganik madde de artış görülür. Bu durum kemiklerin gençlere oranla yaşlılarda daha kolay kırılmasına neden olur. Anorganik maddeler ise kemik dokunun % 60-70'ini içerir. Anorganik maddelerin %10'u

kalsiyum karbonat, %85'i kalsiyum fosfat diğer %5'lik kalan kısım ise kalsiyumflorit, kalsiyumklorit, magnezyumfosfat ve bazı tuzları içerir, fazla mineral içermesi nedeniyle ölüm sonrası kemikler değişikliğe uğramazlar (Dursun, 2008).

2.2.Kemiğin Anatomik Yapısı:

2.2.1. Kemiğin Sert Kısımları: substantia kompakata, uzun kemiklerde kemik ili boşluğu duvarını oluşturur. Substantia kortikalis ve substantia spongiosa, kı kemiklerde epifiziyal ve dış yüzü trabeküler ağ yapısından meydana gelir (Budras, 2009). Substantia kompakta, lamellar kemik dokudan meydana gelir, lamellar kemiğin çoğunu osteonlar oluşturur (Budras, 2009). Kemiğin en dayanıklı ve en sert bölümüdür (Dursun, 2008). Substantia kompactanın dış yüzeyinde bulunan spongiyöz kemik dokusu ile ilik boşluğu ve dış dairesel lamellar çizgisinde ki iç dairesel lamellar arasında bulunur. Osteonlar, birbirine uygun Osteonal lamellardan oluşur ve 2 cm uzunluğunda olup merkezi kanalın çevresinde bulunur. Bu lamellar arasında osteositler yer alır. Osteon lamelların görevi ise mineralize olmuş kemik ana maddesindeki kollagen lifleri içermesidir. Osteon lamelladan kollajen ipliklerin diğerine geçiş seyri farklıdır. İnterstitial lamellalar, osteonların arasında kemiğin sürekli olarak yapılanmasında görevli olarak bulunur. Kemik oluşumu büyüme çağında en yüksek seviyede olur ve ömür boyu kemiğin yenilenmesi devam eder. Yaşlanma ile kırılabilirlik başlar (Budras, 2009). Substantia kompakta içerisinde substantia spongiosa yer alır. Spongiöz kemik kafatasına yakın bölgelerde ya da kafatasında önemli miktarda azalmıştır. Substantia spongiosa, fillerin mandibulası ya da şakak kemiği gibi bazı kemiklerde neredeyse hiç bulunmaz, genellikle kompakt kemik dokusu vardır (Budras, 2009). Havers kanalı bulunmaz ((Dursun,2008). Kemik Substantia corticalis'i kısa kemikler ve epifizlerde yüzeysel bir tabaka olarak meydana gelir (Budras, 2009).



Şekil 2.1. Kemiğin anatomik yapısı (Pasquini ve ark., 1996).

2.2.2. Kemiğin Yumuşak Kısımları: eklem kıkırdağı (Cartilago articularis) , kemik iliği, periosteum ve damarlardır (Budras, 2009). Cartilago articularis, kollejen iplikler yüzeysel izler, yüzeysel zone, derine dalan iplikler intermediate zone, daha derinde yer alan son ipliklerin yer aldığı mineralize zone'dan ibarettir. Kemik doku ile eklem kıkırdağının mineralize derin tabakası arasındaki kenarı düzgün değildir. Kıkırdağın kaymasını önlemede yardımcıdır Kemik iliği spongiyöz kemiğin ve cavum medullare'nin boşluklarında yer alır. Gençlerde ve fetüslerde kırmızı kemik iliği yaygındır. Yaşlanma süresince yassı ve kısa kemiklerde görülür. Yoğun kan kayıplarında sarı kemik iliği kırmızı iliğe farklılaşır. Çok zayıf güçsüz ve yaşlı hayvanlarda, sarı ilik dönüşümsüzdür, gri, jelatinöz, donuk bir ilik halini alır (Budras, 2009). Kemik dıştan periosteum (kemik zarı) ve içten endosteum (kemik iç zarı) bağ dokuları ile çevrilidir (König ve Liebich, 2015). Periosteum, hücrelerce zengin üzerinde fazla sayıda damar ve sinir bulunduran osteogenik tabaka ile perfore ipliklerin substantia kompacta içine nüfüs ettiği yüzeysel fibröz tabakadan meydana gelmiştir. Endosteum, medullar boşluğa ve medullar duvarlara uzanır. Osteoklastlara ve osteoblastlara sahiptir aynı zamanda periosteumdan daha incedir (Budras, 2009). Kemik damarları, periosteum' un içinde Periostal arter olarak bulunur. Her ne kadar tartışmalı bir konu olsa da, kemiğin yüzeyinde Perfore damar kolları içeri girer. Bu damarlar osteonun merkez kanalları bağlantısı olan kanallar vasıtası ile girerek,

Haversian damar adını alır. Osteonlara bağlanan Volkmann damarları vardır. Transversal kanallarda Volkmann kanalı adını alır. Kapillalardan kan, periostal venalara silindir şeklindeki kollar yardımı ile geçiş sağlar. Uzun kemikler periostal, diyafiziyal, epifiziyal ve metafiziyal damarlar yardımıyla beslenir. Genç bireylerde, fiziyal kıkırdak epifizin kan ile beslenmesi aracılığıyla diyafizinkinden ayrılmıştır. Metafiziyal ve diyafiziyal damarlar arasında, fiziyal hattın kapanması ile anas tomozlar şekillenir. Büyük damarlara Periostal sinirler arkadaşlık eder (Budras, 2009).

2.2.3. Kemiklerin sınıflandırılması: kemikler çok çeşitlilik göstermelerine rağmen,

- ossa brevia (kısa kemikler),
- ossa longa (uzun kemikler),
- ossa plana (yassı kemikler),
- ossa pneumatica (havalı kemikler),
- ossa irregularia (düzensiz kemikler) olarak gruplandırılabilir (König ve Liebich, 2015). Cavum medullare uzun kemiklerde artan yaşa bağlı olarak büyür. Uzun kemikler diyafizde ve epifizde genellikle endokondriyal şekilde kemikleşir aynı zamanda diyafizde perikondral olarak da kemikleşmektedir (Budras, 2009). Örneğin, ossa metacarpalia (ön ayak tarak kemikleri), tibia (kaval kemiği) ya da humerus (üst kol) gibi (König ve Liebich, 2015). Kemikten kemiğe kemikleşme değişiklik gösterir. Yassı ve kısa kemiklerde spongiyoz kemiği substantia corticalis'in ince tabakası kuşatır. Kemik iliği boşluğu yoktur (Budras, 2009). Kısa kemikler yuvarlak, kübik ya da silindirik şekilde olabilir. Bilek eklemleri kemiği ve omurga örnek olarak verilebilir (König ve Liebich, 2015). Yassı kemikler perikondral kemikleşme veya desmal kemikleşmeyle gelişir. Omurun gövdesindeki üç kemikleşme merkezinde omurların kemikleşmesi başlar bunlar iki epifiz ve onların arasında bulunan diyafizdeki kemikleşme merkezidir (Budras, 2009). Örneğin os frontale, os parietale veya sternum örnek verilebilir (Dursun, 2008). Düzensiz kemikler ossa sesamoidea (susam kemikleri) eklemlerinin yakınındadır. Örnek olarak kafatası kemiklerinden olan os sphenioidea verilebilir. Ossa pneumatica (hava boşluklarını) çevreleyen düz kemikler kafatasında ki bazı kemiklere örnek olarak verilebilir. Boşlukları mukozayla

kaplı halde bulunur. Örneğin os ethmoidea (kalbur kemik) ve os maxillae (üst çene kemiği) söylenebilir (König ve Liebich, 2015). Susam kemikleri: tendonların içerisinde gelişirler ve tendonları koruyan özelliğe sahiptirler. Ayrıca periosteumunun kambiyum tabakası yokluğunda özel iskelet görevi görürler. Çoğunlukla patella gibi tendonlar içinde yer alır böylelikle altta mevcut olan kemiklere ligamentler ile tutunurlar. Organ kemikleri: sığırın kalbinde bulunan os cordis, erkek köpeğin penisinde bulunan os penis gibi bulunurlar. Kıkırdak doku: destek dokudur. İnterselular ve kondrositler matriksten oluşur. Matriks bağ doku lifleri sertlik miktarı değişkenlik gösterse de kıkırdak ana maddesi içerir. Dış yüzeyinde eklem kıkırdağı bulundurmaz. Vaskular perikondrium ile kıkırdak sarılmıştır. Veziküler destek doku kuralına göre kıkırdak doku oluşmuştur. Vücudun belirli bölgelerinde miktar ve seyri açısından 3 farklı tipte kıkırdak bulunur. Kıkırdak ipliklerinin morfolojisi farklıdır elastik ve kollagen özellik gösterir. Kollagen iplikler trajektorial şekilde dizilmişlerdir. Diz eklemine bulunan hyalin kıkırdak kollagen iplik demetleri kemer şeklinde olup kemiğin alt tarafından eklem yüzeyine doğru gidip, tekrardan kemiğe döner. Elastic, hyaline ve fibro-cartilage kollagen lifler her üç kıkırdak tipinde de bulunur (Budras, 2009).

2.3. Kemiklerin Oluşum Şekilleri:

2.3.1. Osteoloji: Membranöz ve Kondral Kemikleşme

2.3.1.1. Membranöz Kemikleşme: “membran (zar) kemikler” intramembranöz (zar içi) kemikleşmeyle meydana gelen kemiklere denir. Derinin mezenşim tabakasından oluşan deri kemikleridir. Örneğin çoğu kafatası kemikleri (König ve Liebich, 2015). Çoğunlukla kafadaki yassı kemiklerin oluşumunda görülür. Direkt kemikleşmedir. Embriyonal hayatta mezenşimde ki mezenşim hücreleri Osteoblastlar’a, kemik yapan hücrelere farklılaşır. Bu oluşumlar, kemiğin Primer trabeküller’ini meydana getirir. Kollajen lifleri ile osteoblast, osteoid denilen organik kemiksel yapıyı oluşturur. Osteoblast osteoid’ i sarar. Aynı zamanda, osteoblast, Osteosit haline gelmek için olgunlaşır. Osteoid, kollagenöz liflerle ilişkili olarak kalsiyum fosfat kristallerinin zorunlu depozisyonu ile mineralize olur. İlk başta primer kemik doku trabeküller

olarak şekillenir. Trabeküler kemik yüzeyindeki osteoblast katmanı, primer tberküler kemiğin, seconder kompakt kemiğe dönüşümü tarafından sağlanır. Yassı kemikler enlemesine dairesel olarak kemik dokusu depozisyonu ile büyürler. Kalınlıkları ise dış ve iç kemik depozisyonu ile artar. Çok çekirdekli ve kemiği absorbe etme yeteneğinde olan Osteoclastlar tarafından yeniden modellenme sağlanır. Doğum anında, kafatasındaki yassı kemiklerin çoğu kemiksel bir birleşme oluşturmamıştır ve fibröz doku ile eklemleşmiş haldedir. Doğum anında, aralıkların en geniş olanı bir kaç cm olabilen fibröz bağ doku ile doldurulur. Bu tür aralıklar düzensiz olarak, fontanella (bıngıldak) şeklinde görülür. Doğum sırasında, kemik kaynaşmanın olmaması doğum kanalından rahatlıkla geçişe izin verirken kafatasına yapılacak kompresyonlar da izin verir (Budras, 2009).

2.3.1.2. Kondral Kemikleşme: Bu durum, kıkırdaksal taslak iskeletin daha sonra kemikleşmesi ile karakterizdir, hiyalin kıkırdağı ile olur (Budras, 2009; König ve Liebich, 2015). İnderekt kemikleşmedir. Kondal kemikleşme ile oluşan kafatasının altındaki kemikler, omurlar, kostalar, sternum ve ekstremitelerdir. İlk olarak oluşacak kemiğin kıkırdak taslağı gelişir, ardından yerini kemiğe bırakır. Kondral kemiği, perikondral kemiği takiben endokondral kemik olarak iki aşama izler. Perikondral kemikleşme, her iki ucunda birer epifiz vardır, iki Epifiz arasında da bir gövde ya da diafiz vardır. Osteoblastlara kıkırdak taslağın diafizindeki perikondrium hücreleri farklılaşır. Osteoblastlar da perikondriumu periosteum'a dönüştürürler. Perikondral kemikleşme membranöz kemikleşme şeklinde sürerken, kıkırdaksal diyafizin etrafında osteoblastlar, trabeküler şekilde kemik bir halka oluşturur. Devam eden endokondral kemikleşme, kıkırdaksal diyafizin içerisinde Primer ya da Diyafizel kemikleşme merkezi meydana getirir. Kıkırdak iskelet içindeki Perfore kan damarlarının şekillenmesiyle Endokondral kemikleşme başlar. Kıkırdak iskeletteki perikondral halka perfore olarak bunu yerini canalis nutritiens alır. Etrafını saran bağ doku ile Perfore kan damarları primer kemik iliğini oluşturur. Primer kemik iliği boşluğu, Zona rezorbens'teki mineralize kıkırdak matrix ve hipertrofiye kıkırdak hücrelerinin yıkılmasını takip ederek Kondroklastların aktivitesi ile oluşur. Kıkırdak matriksin kalıntılarına osteoblastlar yapışır. Primer kemik trabekülleri kemik matriksin oluşumuyla osteositlere dönüşür. Ardından, kan damarları mineralizasyon ve kıkırdaksal epifiz ile meydana gelen kemikleşme merkezi içine

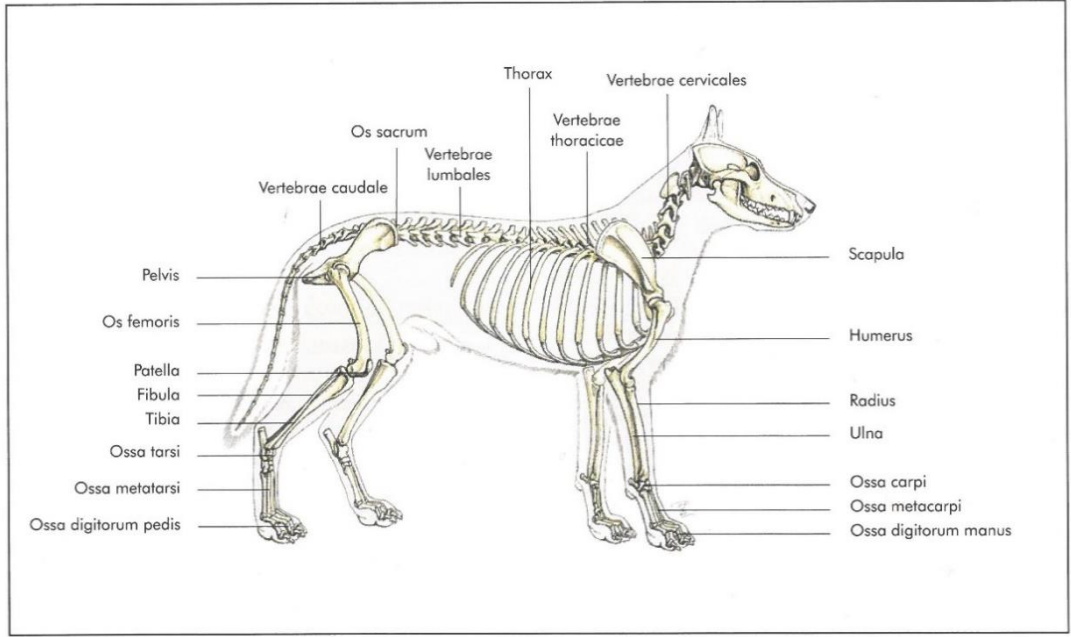
sokulurlar. Kemikleşme merkezi Epifiziyal ya da Sekonder kemikleşme olarak isimlendirilir. Epifiziyal bölgeden diyafize doğru periferik olarak kemikleşme başlar. Primer kemik trabekülaların sekonder kemik trabekülalara dönüştüğü diyafiz metafiz bölgesidir. Bu bölgede kemik genişler, mineralizasyon süreci başlar. Apofiz, birçok kasın yapıştığı kemik çıkıntılarıdır (Budras, 2009).

Uzun kemiklerin uzunluğuna büyümesi: kemikleşme bölgeleri birbirine yaklaşır ve kaynaşır uzun kemiklerin uzunluğuna büyüme imkanı olmaz. Kıkırdak tabakanın yerini kemik doku alır. Kemiklerin enine büyümesi: perosteumun osteojenik tabakasının kemik lamellerin eklenmesiyle oluşur (Budras, 2009).

2.4. Köpek İskeletinde Bulunan Kemik İsimleri: iskeletin genel taksimi iki ana bölüme ayrılır bunlar, skeleton appendiculare ve skeleton axiale'dir. Ekstremiteler kemiklerini skeleton appendiculare, collumna vertebralis, skeleton thoracis ve os cranii'i ise skeleton axiale kapsar (Dursun, 2008).

Tablo 2.1. Köpek iskeletinde bulunan kemik isimleri

Ossa membri thoracici	Ossa membri pelvini	Skeleton axiale	Collumna vertebralis	Skeleton thoracis
Scapula	Os caxae	Ossa cranii • Os occipitale • Os interparietale • Os sphenoidale • Os petrygoideum • Os temporale • Os parietale • Os frontale • Os ethmoidale • Os vomer	Vertebrae cervicales	Costae
Humerus	Femur	Ossa faciei • Os nasale • Os lacrimale • Maxilla • Os incisivum • Os rostrale • Os palatinum • Os zygomaticum • Mandibula • Os hyoideum	Vertebrae thoracicae	Sternum
Skeleton antebrachii	Patella		Vertebra lumbales	
Skeleton manus • Ossa carpi • Ossa metacarpaila • Ossa digitorum manus	Skeleton cruris		Vertebra sacrales	
	Skeleton pedis • Ossa tarsi • Ossa metatarsalia • Ossa digitorum pedis		Vertebra caudales	



Şekil 2.2. Köpek iskeleti (König ve Liebich, 2015).

2.4.1.Scapula (kürek kemiği) Ossa membri throcici (ön bacak iskeleti)’ nin birincisidir. Yassı, üç kenarlı ve üç köşeli bir kemiktir (Dursun, 2008). Diğer evcil hayvanlara kıyasla köpek ve kedilerde scapula oldukça küçüktür (Dyce ve ark., 2008). omuz çıkıntısı anlamını içeren acromion, domuz ve at hariç diğer bütün türlerde net bir şekilde bulunur (Dyce ve ark., 2008). Köpek scapula’sında spina scapulae scapula’nın yüzünü iki eşit parçaya böler böylece fossa infraspinata ve fossa supraspinata birbine eşit olur. Spina scapulae’nın alt kısmında acromion belirir (Dursun, 2008). Aynı zaman da köpekte processus hamatus belirgindir (Dursun, 2008).



Şekil 2.3. Köpek sağ scapula A:lateral görünüş B:medial görünüş (König ve Liebich, 2015).

2.4.2. Humerus (kol kemiği) ön extremité iskeleti olan humerus kolun iskeletini oluşturur (Dyce ve ark., 2008). Kalın ve uzun bir kemiktir (Dursun, 2008). Köpekte genel olarak, omuz çıkıntısının temeli olan lateral taraf daha büyüktür (Dyce ve ark., 2008) . Sadece köpekte humerus'un foramen supratrochleare mevcuttur (Dursun, 2008). Köpekte, fossa radialis ile fossa olecrani, foramen supratrochleare sayesinde iletişim halindedir (König ve Liebich, 2015).



Şekil 2.4 Köpek sol humerus A: lateral görünüş B: medial görünüş (König ve Liebich, 2015).

2.4.3. Skeleton antebrachii, Antebrachium (Önkol Kemığı): birbirine paralel olarak bulunan ön kol kemikleri iki uzun kemikten oluşur. Medialde (ön ve iç tarafta) radius, lateralde (arka ve dışta) ulna yer alır (Dursun, 2008). Bu iki kemik birbiri ile kaynaştığında hiçbir hareket sağlanamaz (Dyce ve ark., 2008).

Carnivorlarda processus styloideus'u (distal ucu) medial yüzeyinde circumferentia articularis denilen eklem yüzünü içerir. Bu eklem yüzü radius'un distal ucunda bulunan incisura ulnaris'ine uyar, bu sayede articulatio radioulnaris distalis meydana gelir. Carnivorlarda radius'un distal ucuna kadar ulna uzanır. Bu kemikler arasında spatium interosseum antebrachii olarak adlandırılan aralık vardır. Aynı zamanda bu aralık membrana interosseum antebrachii zarla örtülüdür. Zarin ulna üzerinde yapışık olduğu kenara margo interosseus adı verilir. Köpek antebrachium'unda Radius ve ulna ayrı iki kemiktir. Proximal ve distalde bulunan eklemler vasıtasıyla hareketli bir şekilde eklemleşmişlerdir. Aynı zamanda köpekte tuber olecrani'de üç çıkıntı mevcuttur (Dursun, 2008).



Şekil 2.5. Köpekte sol, a: radius ve b: ulna (Mahmud ve Mussa, 2016).

2.4.4. Skeleton manus (Ön ayak iskeleti): üç grup kemikten meydana gelmiştir. Bunlar;

- ossa carpi-carpus (ön ayak bilek kemikleri),
- ossa metacarpi-metacarpus (ön ayak tarak kemikleri),
- ossa digitorum-phalanges (ön ayak parmak kemikleri). (Dursun,2008; König ve Liebich, 2015).

Tablo 2.2. Carpal kemiklerin isimleri; proximal sıra (medial'den lateral' e doğru), distal sıra (medial'den lateral'e doğru) (König ve Liebich, 2015).

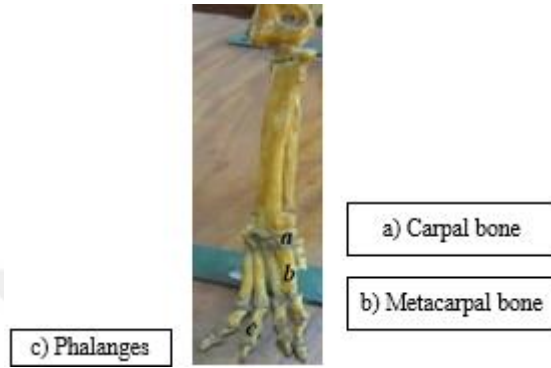
Os carpi radiale	Os carpi intermedium	Os carpi ulnare	Os carpi accessorium
Ossa carpi I	Ossa carpi II	Ossa carpi III- IV	

Ossa carpi-carpus: medial'den lateral'e yani proximal sıra; os carpi radiale, os carpi intermedium, os carpi ulnare ve os carpi accessorium'dan oluşur. (Dyce ve ark., 2008). Carnivorlar hariç evcil hayvanların çoğunda üst sıradaki kemik sayısı dördtür. Carnivorlarda bu sayının üç olma sebebi os carpi radiale ile os carpi intermedium kaynaşmış olması ile os carpi intermedioradiale meydana gelmiştir (Dursun, 2008). Ön ayak kemikleri distal sıranın elamanları yani yine medial'den lateral'e doğru birden beşe doğru sıralanmıştır (Dyce ve ark., 2008).

Ossa metacarpalia metacarpus: ossa carpi' den (ön ayak kemiklerinden) sonra gelen ikinci kısmı oluşturan kemikler; ossa metacarpalis I, V veya metacarpus (ön ayak tarak kemikleri), skeleton manus'dur (ön ayak iskeletidir). Evcil memelilerde metakarpal kemikler çok değişkenlik gösterir. Köpeklerde beş tane metakarpus mevcuttur. Medialde bulunan 1 numaralı metakarpus ince ve kısa olandır. Os metacarpale II, 1 numaraya göre oldukça uzun, 3 ve 4 numaraya göre oldukça kısadır. 3 ve 4 numaralar en uzun metakarpuslardır. 5 numaralı metakarpus ise araların da en kalın olanıdır (Dursun, 2008).

Ossa digitorum manus: metakarpal kemiklerin ardından gelen kemiklerdir. Örneğin carnivorlarda parmak sayısı 5 olan türlerde yine medial' den lateral' e doğru 1' den 5' e kadar numaralandırılır. Bir hayvan kaç parmak sayısına sahip ise o kadar da metakarpus sayısı vardır (Dursun, 2008). Carnivor'larda phalanx proximalis'e göre phalanx media'sı 2/3'ü kadar uzundur (Dursun, 2008). Facies parietalis, facies articularis, facies solearis olarak üç tane yüzü vardır. Margo coronalis ve margo solearis bu üç yüzü birbirinden ayıran kenarlardır (Dursun, 2008). Digital iskelet articulatio metacarpophalangea'nın palmar'ında çiftler halinde bulunur. Articulatio interphalangea ve ossa sesamoidea proximalia distalis'in palmar'ındaki os sesamoideum distale (köpekte kıkırdak şeklinde) ile tamamlanır (Dyce ve ark., 2008). Köpekte ağırlık parmaklar ile taşınır çünkü beş parmağın hepside gelişmiştir.

Birinci parmak fonksiyonu olmayan şekilde korunurken, üçüncü ve dördüncü metacarpal kemikler kalın ve uzundur. İkinci ve beşinci metacarpal kemiklerin transversal kesitleri üç köşeli, üçüncü ve dördüncü metacarpal kemiklerin kesitleri dört köşelidir (König ve Liebich, 2015).



Şekil 2.6. Carpus, metacarpus, phalanxlar (Mahmud ve Mussa, 2016).

2.4.5. Ossa Sesamoidea (Susam Kemikleri): köpekler de tüm articulatio metacarpophalangea'nın palmar bölümünde iki tane os sesamoideum proximalis bulunur. Her bir articulatio interphalangea distalis'in palmarında os sesamoideum distale'nin aksine kıkırdak mevcuttur. Her articulatio metacarpophalangea'nın dorsale bakan yüzünde bir adet olucak şekilde os sesamoideum dorsale mevcuttur (Dursun, 2008).

2.4.6. Ossa membri pelvini (arka bacak kemikleri): uyluk, bacak, ayak gibi arka bacak bölümleri cingulum membri olarak adlandırılan kemikler omurgaya bağlanır. Ön bacaklar gövdeye kaslar yardımıyla bağlanırken arka bacakların collumna vertebralis'e birleşimi eklem aracılığı ile olur (Dursun, 2008).

2.4.7. Os Coxae (Kalça kemiği): üç ayrı kemiğin bir araya gelmesinden meydana gelir. Kalça kemiği:

- os ilium,
- os ischii
- os pubis'den oluşur (Dursun, 2008).

Genç olan hayvanlarda kemik sınırları kıkırdakla belirlenirken, yetişkin olan hayvanlarda kemikler kaynaşır ve femur ile eklem yaparak acetabulum'u oluşturur (König ve Liebich, 2015).

Os ilium: ön ve üst kalça kemiği bölümünü oluşturur. Gövde ve kanat olarak iki bölüme ayrılır; corpus ossis ilii ve ala ossis ilii'dir. Ala ossis ilii duruş şekli türe özgüdür, köpeklerde sagittal olarak mevcuttur (König ve Liebich, 2015). Os ilium'un arka tarafına ve dış yan tarafına bakan yüzü facies glutea'dır. Facies glutea, köpekte çukur oluşturmuştur ve lateraldedir. Cranio-dorsal kenar crista iliaca olarak adlandırılır ve köpekte dış bükeydir.

Os ischii: corpus ossis ischii (gövde); acetabulum'un oluşumuna öncülük eder. Ramus ossis ischii (medial kol); symphysis pelvina'nın caudal bölümü symphysis ischiadica'yı meydana getirir. Tabula ossis ischii (caudal tabla); caudalde kalınlaşır tuber ischiadicum'u oluşturur. Köpekte tuber ischiadica alçak ve küttür (Dursun, 2018).

Os pubis: L şeklindedir. Corpus ossis pubis, ramus cranialis ossis pubis ve ramus caudalis ossis pubisten meydana gelmiştir.

Acetabulum: çanak şeklinde bir çukur olup üç kemiğin corpusları tarafından meydana getirilir (König ve Liebich, 2015).



Şekil 2.7. Os coxae (Garvin H, ve ark., 2022).

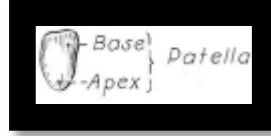
2.4.8. Pelvis: çoğu tür arasında büyük farklılık gösterir. Pelvis kemiği tendon, kas ve ligamentler için yapışmaya temel oluşturur (König ve Liebich, 2015). İki adet os coxae ile os sacrum tarafından meydana gelir (Dursun, 2008). Pelvis'in tabanı; ossa pubis ve ossa ischii, çatısı; kuyruk omurları ve sacrum, yan kenarları ise; ossa ischii ve ossa ilii tarafından oluşturulur (König ve Liebich, 2015).

2.4.9. Femur (uyluk kemiği): uzun kemiklerin en güçlüsü olup aynı zamanda en uzun ve en kalın olanıdır. Caput ossis femoris, yarım küre şeklinde olup büyük bir bölümü düz olan, eklem kıkırdağı ile örtülmüş femurun üst ucunda bulunan yapıdır. Femur, acetabulum ile eklemleşmiştir ve mediale dönüktür. Eklem yüzeyi fovea capitis tarafından kesintiye uğrar. Köpekte yuvarlaktır. Caput'un lateral'inde büyük bir çıkıntı olarak trochanter major bulunur. (Dyce ve ark., 2008). Köpekte trochanter major caput ossis femoris seviyesinde bulunur (Dursun, 2008). Trochanter major, caput ossis femoris seviyesinde köpeğin femurunda olabilmektedir. Condylus' lar ossa sesamoidea m. gastrocnemii yani susam kemiklerinin eklemleşmesi ile eklem yüzü meydana getirir. Köpekte susam kemiğine ait olan eklem yüzleri ise facies articularis sesamoidea medialis ve facies articularis sesamoidea lateralis'tir. Köpekte fossa supracondylaris'in bulunduğu kısımda tuberositas supracondylaris bulunur (Dursun, 2008).



Şekil 2.8. Femur (Tomlinson ve ark., 2007).

2.4.10. Patella (Diz kapağı kemiği): vücudun en büyük susam kemiği olup köpekte oval şekillidir. (Dyce ve ark., 2008). Trochlea ossis femoris'in önünde bulunur ve patella' ya ekleme bağlanır. Patella, basis patellae denilen taban kısmına sahiptir ve geniştir. Sivri olan ve distal' de yer alan sivri uca apex patellae denir. Ayrıca iki yüzü vardır. Facies cranialis pürüzlü ve dışbükey olan ön yüzdür. (Dursun, 2008).



Şekil 2.9. Patella (Miller ve ark., 1964).

2.4.11. Skleton curis – Ossa cruris (Bacak kemikleri): ön bacakta bulunan skleton antebrachii' ye denk gelir (Dursun, 2008). Fakat benzer güçte olmayıp arka bacak daha kuvvetlidir, benzer olarak iki kemikten oluşur (Dursun, 2008; König ve Liebich, 2015). Bu kemikler;

- iç tarafta bulunan tibia
- dış tarafta bulunan fibula'dır.

Fibula (Baldır kemiği): femur ile eklem yapmaz, tibia'nın lateral' inde yer alır (König ve Liebich, 2015). Net olarak köpeklerde bulunur. Oldukça ince ve uzun bir kemiktir.

Tibia (Kaval kemiği): vücudun femur' dan sonra gelen en uzun kemiği olarak bilinir ve köpeklerde tam olarak bulunur (Dursun,2008). Köpek tibiasında distal uç crista yardımı ile iki çukura ayrılmıştır. Aynı zaman da lateral'inde incisura fibularis bulunur (Dursun, 2008).



Şekil 2.10. Fibula (Garvin H, 2022).

2.4.12. Skeleton pedis (arka ayak iskeletleri) üç grup kemikten meydana gelir. Bunlar;

- ayak bilek kemikleri (ossa tarsi- tarsus),
- ayak tarak kemikleri (ossa metatarsi – metatarsus),
- ayak parmak kemikleri (ossa digitorum pedis – phalanges pedis) (Dursun, 2008).

Tablo 2.3. Tarsal kemiklerin isimleri; proximal sıra, orta sıra, distal sıra (König ve Liebich, 2015).

Talus	Calcaneus		
Os tarci centrale			
Os tarsale I	Os tarsale II	Os tarsale III	Os tarsale IV

Ossa tarsi – tarsus ayak bilek kemikleri, proximal (üst) kısımda calcaneus ve talus mevcuttur. Distal (alt) kısımda medial’ den lateral’ e doğru bulunan os tarsale I, os tarsale II, os tarsale III ve os tarsale IV mevcuttur. Bu kemiklerin orta kısmında ise os tarsi centrale yer alır (Dursun, 2008).

Talus, proximal sırada bulunan medial kemiktir. Ve caput tali, köpeklerde collum tali vesilesiyle corpus tali'den ayrılır.

Calcaneus, talus'un lateral'inde ve plantar kısmında mevcut olarak topuğun kaidesini meydana getirir (Dyce ve ark., 2008).

Ossa metatarsi -Metatarsus, çoğunlukla uzun kemiklerdir. Üst uca basis metatarsalis ve facies articularis tarsea, tarsal kemiklerin distal sıra kemikleriyle eklemleşir. Alt ucu ise caput metatarsalis olarak adlandırılır ve phalanx proximal'in basis'i ile eklemleşir. İki uç arasında da corpus metatarsalis bulunur.

Ossa digitorum pedis (ayak parmak kemikleri), köpeklerde parmak sayısı tamdır ve 1'den 5'e kadar numaralandırılırlar. Metatarsal kemiklerin ardından gelirler. Sayı, şekil vb gibi tüm yapılarıyla ön ayak parmak kemiklerine oldukça benzerlik gösterirler (Dursun, 2008). **Skeleton axiale** yani aksiyal iskelet 3 ana bölümden meydana gelir birincisi,

- Ossa Cranii (Kafa kemikleri),
- columna vertebra (omurga),
- skeleton thoracis (toraks iskeleti)' dir.

2.4.13. Ossa cranii (Kafa kemikleri): bütün kafa iskeletine birden cranium denir. Cranium, çoğu birbiriyle hareket etmeyecek şekilde birleşmiş ossa cranii' den kafa kemiklerine bir eklemleşme yaparak dil ve alt çene kemiğinden oluşur. Cranium 2 büyük oluşum gösterir. Bunlardan ilki beynin etrafını sararak beyni çevreler bu oluşuma neurocranium denirken ikincisi burun ve ağız boşluğunu çevreler bu oluşuma ise viscerocranium ya da splanchnocranium denir. Beyni çevreleyen neurocranium;

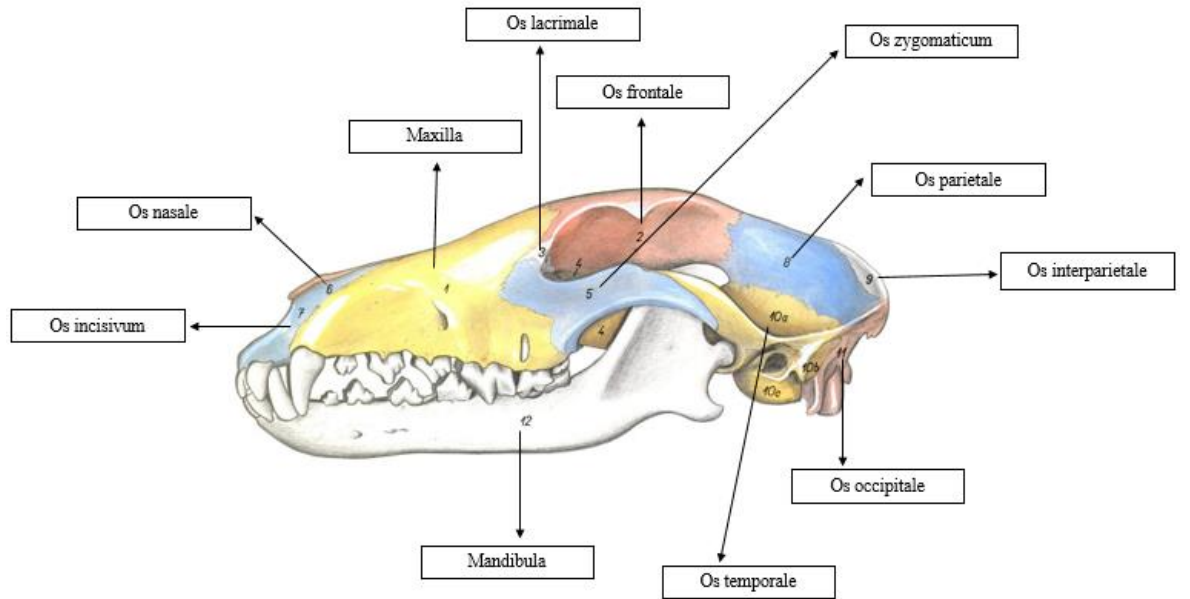
- os occipitale,
- os interparietale,
- os sphenoidale,
- os pterygoideum,
- os ethmoidale ve
- os vomer'dir

Aynı zamanda çift taraflı bulunan kemiklerden;

- os temporale,
- os parietale ve
- os frontale oluşturur.

Burun ve ağız boşluğunu çevreleyen viscerocranium;

- os nasale,
- os lacrimale,
- os zygomaticum,
- os palatinum,
- os maxillare,
- os incisivum ve
- mandibula'dan meydana gelir.

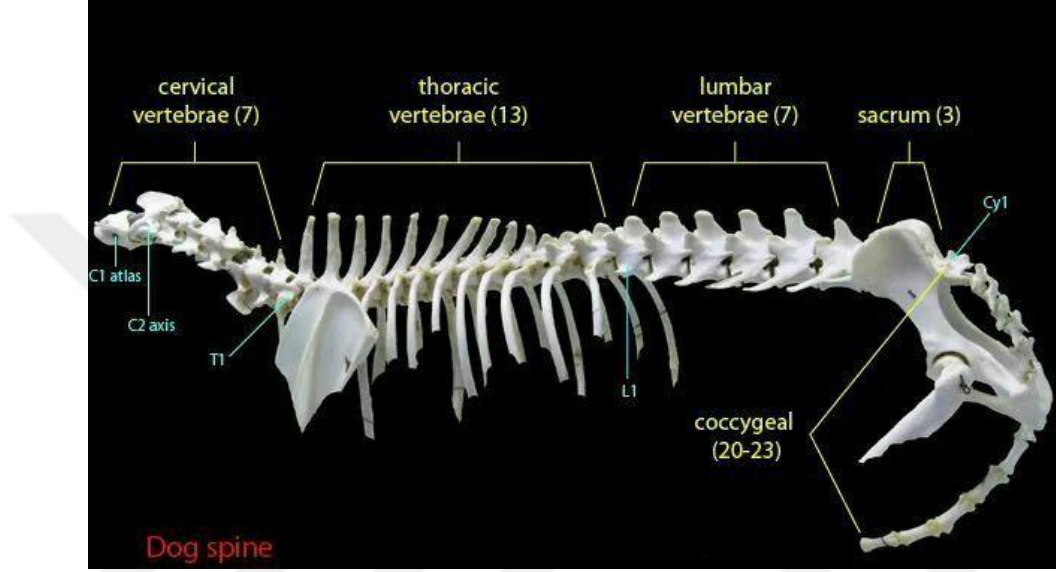


Şekil 2.11. Ossa crani (Popesko, 1997).

2.4.14. Ossa faciei (yüz kemikleri): ağız boşluğu ve burun boşluklarını çevreleyen kemiktir. Neurocranium'un önünde yer alır. Bunlar;

- Os nasale,
- Os lacrimale,
- Maxilla,

- Os incisivum,
- Os rostrale
- Os palatinum,
- Os zygomaticum,
- Mandibula
- Os hyoideum'dan meydana gelir



Şekil 2.12. Collumna vertebralis (Pinterest, canine skeleton).

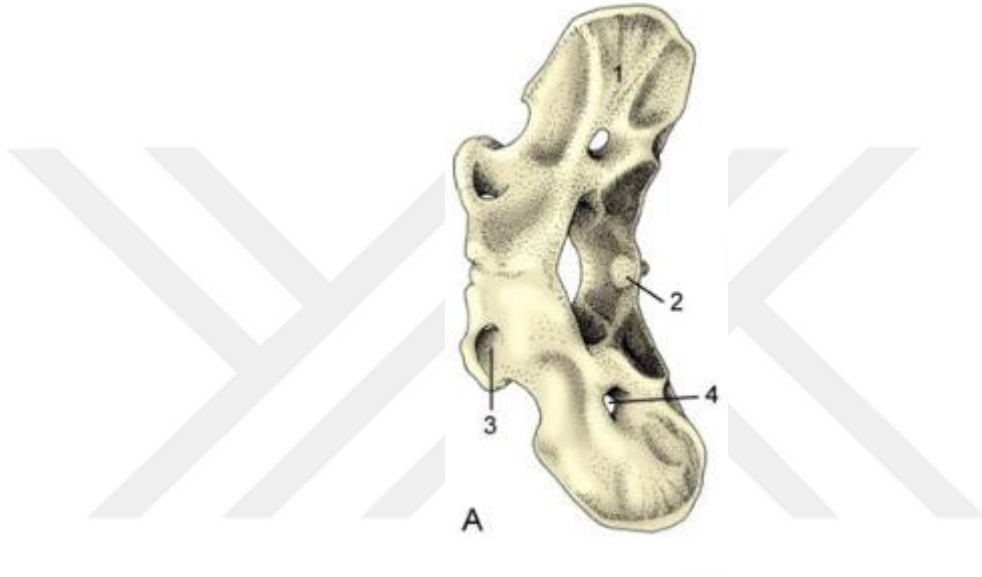
2.4.15. Columna vertebralis (omurga) köpeğin sahip olduğu genel bir kural olarak; 7 cervical, 19 thoracal, 7 lumbal, 3 sacral ve yaklaşıklık bir değer olarak 20 caudal vertebra bulunur (Dyce ve ark., 2008). Canalis vertebralis denilen vertebral kanal, columna vertebralis'i meydana getiren omurların foramen vertebraları karşı karşıya gelerek sakruma kadar uzanmasıyla oluşur. Columna vertebralis' in görevi, canalis vertebralis'in ev sahipliği yaptığı medulla spinalis'e yer sağlarken aynı zaman da baş, göğüs ve karın organlarının ağırlığını taşıyıp destek görevi görür (Dursun, 2008). Atlas hariç her vertebra' nın (omurun),

- corpus vertebrae (omur cismi) ve
- arcus vertebrae (omur kemeri) olmak üzere omur iki bölümü vardır.

Ayrıca özel çıkıntılar olan processus accessorius, köpeklerde tüm bel omurunda ve yalnız sırt omurunda bulunur.

2.4.16. Vertebrae cervicales (boyun omurları): boynun ağırlığını taşıyıp kemiksel bölümü meydana getirir. Evcil memeli hayvanlarda 7 tane vertebrae cervicales (boyun omuru) bulunmaktadır. Bunlardan ilki atlas ikincisi ise axis'dir (Dursun, 2008). Geri kalan 5'i ise omurun tipik özellikleridir (Dyce ve ark., 2008).

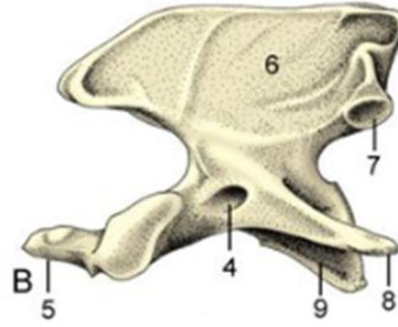
Atlas: boyun omurlarından en büyük farkı corpus'u olmayışı ve processus transversus' un kanat şeklinde özellik gösterişidir (Dursun, 2008). Köpeğin atlası kelebeği andırarak, foramen alare, incisura alaris şeklindedir (Dursun, 2008).



Şekil 2.13. Köpekte vertebra cervicalis'i A: Sol dorsal'den atlas'ın görünümü

1: ala atlantis **2:** fovea dentis **3:** foramen vertebrale laterale **4:** foramen transversarium (Dyce ve ark., 2008).

Axis: en büyük özelliği omurlar arasında en uzun olması ve dens denilen çıkıntıya sahip olmasıdır (Dursun, 2008; Dyce ve ark., 2008). Başın rotasyon hareketini sağlar (König ve Liebich, 2015). Dens'in uç bölgesine apex denir. Dens'in alt bölgesi atlas'ın fovea dentis'i ile eklemleşir. Köpek axis'in dens'i koni şeklindedir. Processus spinosus crista halindedir (Dursun, 2008). Köpeğin III, IV, V, VI, VII. boyun omurları: processus articularis caudalis'in dorsal yüzünde processus muscularis mevcuttur. Tanınmalarını kolaylaştıran bir özelliktir. VII. boyun omurunda ilave olarak, fovea costalis caudalis bulunur (Dursun, 2008).



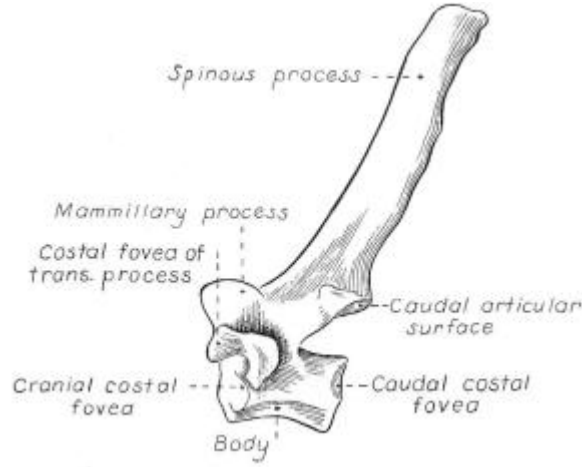
Şekil 2.14. Köpekte vertebra cervicalis'i B: Sol lateral'den axis'in görünümü 5: dens 6: processus spinosus 7: processus articularis caudalis 8: processus transversus 9: corpus (Dyce ve ark., 2008).



Şekil 2.15. Köpekte vertebranın cranial görünümü A) III. cervical omur B) IV. cervical omur C) V. cervical omur D) VI. cervical omur E) VII. cervical omur (İlgün ve ark., 2017).

2.4.17. Vertebrae thoracicae (sırt omurları): evcil memelilerde 13 ile 18 arasında sayıları değişkenlik gösterir. Dikkat çekici özelliği corpus vertebrae'nin önde ve iki yanda arkada ve yine iki yanda bulunan eklem yüzeylerinden fovea costalis cranialis ve fovea costalis caudalis bulunur. Köpekte sırt omuru 13 adettir. Processus spinosus'ları dar ve ince, corpus vertebrae'ları kısadır. Küt ve oval uca sahiptir.11.

omur anticlinal omurdur. Sonda bulunan 2-3 sırt omurunda processus accessorius mevcuttur (Dursun, 2008).

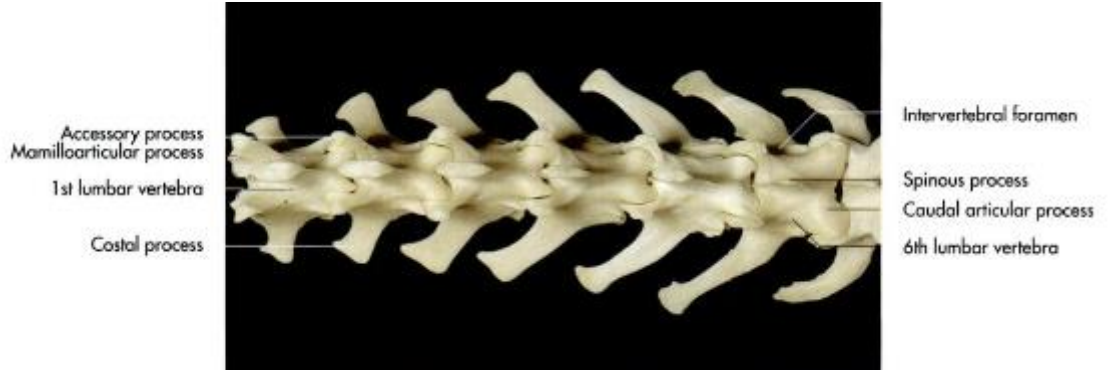


Şekil 2.16. Köpekte 1. sırt omuru soldan görünüm (Miller ve ark., 1964).

2.4.18. Vertebra lumbales (Bel omurları): 7 tane köpekte bel omuru mevcuttur. Processus spinosus'un $\frac{5}{3}$ oranında yüksekliği genişliğinden fazladır. Ön eklemler sagittal ve düzdür. Cranioventral şekilde processus transversus'lar uzamıştır (Dursun, 2008).



Şekil 2.17. Vertebra lumbales lateroventral görünüş



Şekil 2.18 Vertebra lumbales dorsal görünüş (König ve Liebich, 2015).

2.4.19. Vertebrae sacrales (Os Sacrum): doğumdan sonraki 18. Ayda sacrum'u meydana getiren 3 vertebra'nın kaynaşması tamamlanabilmektedir (Dyce ve ark., 2008). Köpeğin sacrumu 3 adet sakral omurların kesişmesinden oluşup, kare şeklinde boyu enine eşittir. Crista sacralis median'da belirmiştir. Facies auricularis yana dönmüştür (Dursun, 2008).

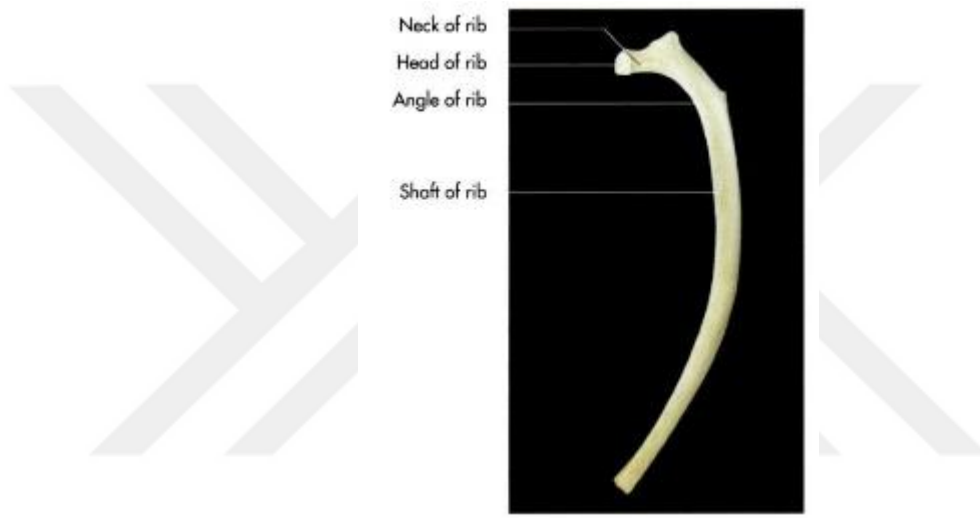


Şekil 2.19. Sacrum dorsalden görünüş (İlgün ve ark., 2017).

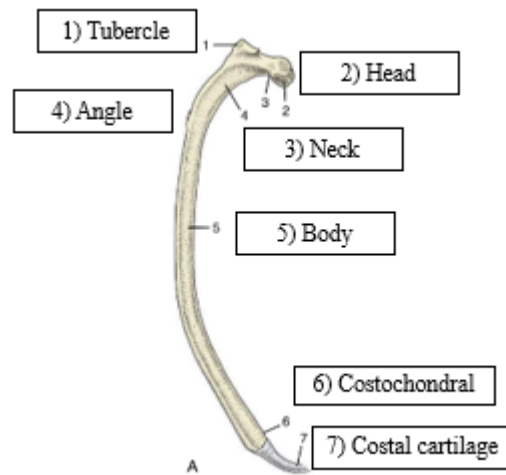
2.4.20. Vertebra coudales (coccygeae) (kuyruk omurları): hayvan türleri arasında farklılık göstermesine karşın 18-22 tane köpekte kuyruk omuru mevcuttur. 4. ve 5.

kuyruk omurunda köpekte processus hemalis bulunur (Dursun, 2008). Arcus hemalis'ler ise vertebrada bulunan ventral yüzeylerde ki damarları korur (Dyce ve ark., 2008).

2.4.21. Costae (kaburgalar) köpekte toplam 13 kaburga bulunur. Bunlardan 4'ü asternal 9'u sternal'dir. Oldukça kuvvetli olma özelliğine sahiptir. Dış tarafa doğru oldukça kavislenme gösterir. Sulcus costa diğer türlere göre köpekte çok belirgin değildir. (Dursun, 2008).

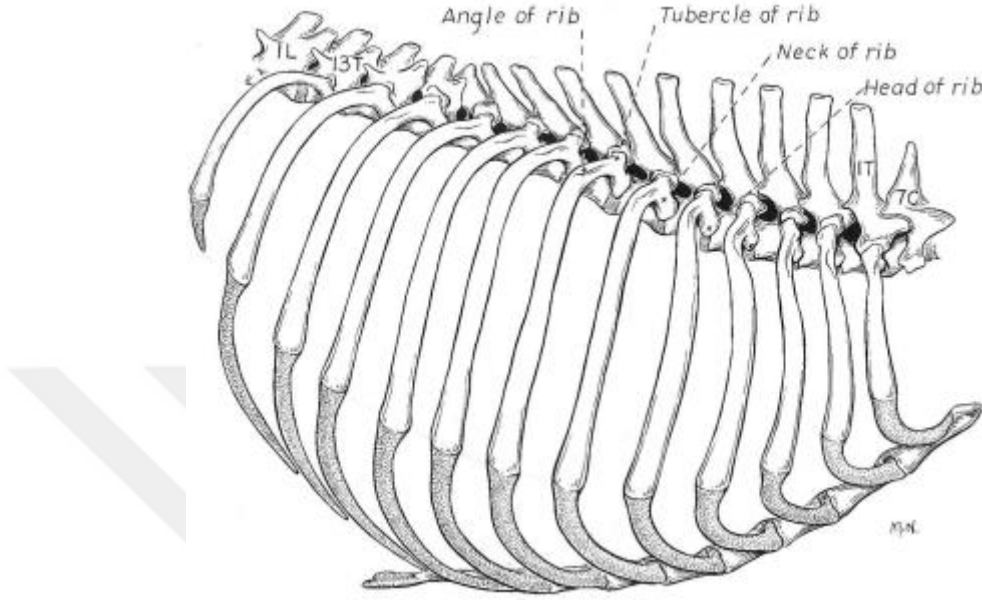


Şekil 2.20. Köpekte costae, caudal görünüş (König ve Liebich, 2015).



Şekil 2.21. Köpekte costae anatomik yapısı (Dyce ve ark., 2008).

2.4.22. Sternum (göğüs kemiği): köpekte oldukça uzun olup çubuk ve yanlardan basık bir şekilde bulunur (Dursun, 2008).



Şekil 2.22. Köpekte sternum, sağ yan görünüm (Miller ve ark., 1964).

2.5. 3D Teknolojinin Eğitimde Uygulanabilirliği:

Teknoloji, birçok alanda olduğu gibi, eğitimde de öğrencilerin derse olan ilgisini artırmak için önemli bir role sahiptir (Güler ve Erdem, 2014). Eğitim adı altında 3D yazıcılar stratejik bir öneme sahiptir. Yaratıcılığı artırmasından dolayı teknik ve mekanik derslerde kullanımı yaygındır (Kökhan ve Özcan, 2018).

Bu teknoloji, öğrencilerin mantık kullanarak sorunlarını çözümleyen fiziksel modeller oluşturma yetkisi vermektedir (Kökhan ve Özcan, 2018). 2010 yılından itibaren Avrupa'da İsveç, Hollanda, Almanya, Türkiye, Fransa, İtalya, Birleşik Krallık ülkelerinde pilot okullarında öğrencilerin sanal ortamda öğrenmelerini kolaylaştırmak için LIFE (Learning In Future Education-Gelecek Eğitiminde Öğrenme) projesi kapsamında eğitimde, uygulanmıştır. Ülkemizde 2013 yılından başlayarak özel okullarda matematik, biyoloji, fizik, kimya gibi alanlar için hazır müfredat programları kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojinin eğitimde, yapay olarak oluşturulmuş ders materyalleri kullanılması ile öğrencilerin yaparak ve yaşayarak

anlamalarına kolaylık sağlamaktadır (Güler ve Erdem, 2014). Bu, genç zihinlere ilham vererek, öğrenmeyi daha keyifli hale getirerek ilgilerini çekmektedir (Kökhan ve Özcan, 2018).

Biyoloji, matematik gibi dersler 1950'lerde slayt ve tepegöz üzerinden anlatılırken 1970'lere gelindiğinde yeni teknolojiler yeni öğrenme fırsatları sunmuştur. Günümüzde hala kullanımı yaygın ve sık tercih edilen projeksiyon ve bilgisayar vb. teknolojilere ilave olarak eğitim alanı için 3D yazıcı teknolojisi dahil olmuştur (Kökhan ve Özcan, 2018). Büyük yatırımlar, büyük maliyetler harcamadan yaklaşık 300 dolar gibi bir tutar ile okullar, bu 3D teknolojiyi eğitim materyalleri arasına katması mümkündür (Kökhan ve Özcan, 2018).

Çin'de yapılan bir araştırma da ise, 10 yaşında olan öğrencilere mekansansal becerilerin, gözlemlemek için 3D baskı kursu verilmiş, 10 yaşındaki öğrencilerin zihinsel rotasyon yeteneklerini belirlemek için ön test yapılmış. Ardından 7 ay süren, deney grubuna Google'ın SketchUp ve 3D yazıcıdaki baskı modelleri gibi 3D araçların kullanımı içeriğine sahip bir ders verilmiştir. Sonuç olarak mekânsal yeteneklerinin, kız öğrencilerin gelişimi erkek öğrencilerden daha hızlı olduğu ve 3D baskı kursunun erkek öğrencilerde zihinsel dönüş yeteneğini önemli derecede geliştirdiği göstermiş (Chen ve ark., 2014).

2.5.1. 3D Teknolojinin Sağlık Alanında Kullanım Alanları

3D baskı materyalleri, klinik öncesi sağlık eğitiminde, özellikle anatominin daha kolay anlaşılmasında tercih edilir (Rengier ve ark., 2010).

Cerrahi işlemlerin gerçekleştirilmesi, çeşitli anatomik yapıların topografik ilişkilerin ve insan anatomisinin detaylı bilgisine dayanmaktadır. Bu detaylı bilgiler, tıp eğitiminin klinik öncesi döneminde insan kadavraları üzerinde öğrenilmektedir. Hastayı ameliyat etmeden önce, uzmanlaşma ve cerrahi deneyim kazandırılmalıdır. Kompleks anatomik detaylar bilgisayar ekranındaki 3D görsellerden tam olarak anlaşılabilir. Çoğunlukla zorlu patolojik ve anatomik koşullarda, 3D baskı materyalleri öğrenmeyi kolaylaştırarak ve geliştirerek cerrahi uzmanlık eğitiminde tercih edilerek kullanılmaktadır (Sezer ve Şahin, 2016).

Örneğin, endovasküler stent implantasyonunun simülasyonu 3D baskı materyali kullanılarak, hastanın komplikasyon riski olmadan gerçek dokularda in vivo ortamlarda gerçekleştirilebilir (Rengier ve ark., 2010).

Cerrahlar, ameliyat öncesi planlamada canlı deney hayvanlar üzerinde kendilerini geliştirme ve öğrenmelerinin yerine 3D biyobaskı ile meydana getirilmiş doku ve organların üzerinden eğitim alabilmektedirler. Nöroanatomik modellerden alınmış 3D biyobaskı, beyin cerrahlarına normal beyin yapıları ve lezyon ile damarlar, kraniyal sinirler, kafatası ve beyin yapıları arasındaki bağlantıyı yansıtmada faydalı olabilmektedir. Beyin cerrahide, bu 3D biyobaskı modeller güvenilir cerrahi koridor belirlemede faydalı olabilmektedir (Varkey ve ark., 2015).

2.5.2. Anatomi Alanında Kullanım Alanları ve Örnekleri

Veteriner hekimlik, anatomi eğitiminde öğrenciler bilgileri öğrenirken, hatırlarken ve depolarken beş duyardan en çok işitme, görme ve dokunma duyusunu kullanır. Bu unsurlara dikkat edildiğinde öğrenme sürecinde ki motivasyonu artar, 3D plastik modellerin laboratuvar dışına da taşınabilir olması öğrenme performansını arttırabilir. Öte yandan kadavra üzerinde gösterilemeyen kompleks anatomik yapılar, 3D plastik modeller desteğiyle öğrencilere daha kolay anlatılabilir ve öğrenciler tarafından ilgi çekici ve öğrenmesi daha kolaylaşabilir (Gültiken, 2012).

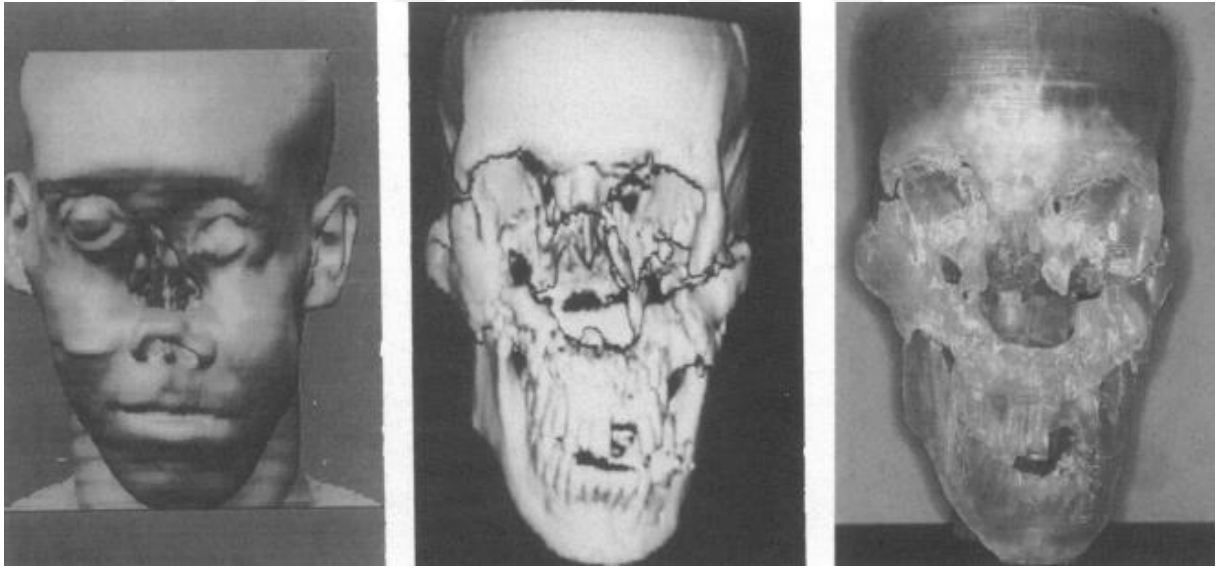
Veteriner hekimlik ve veteriner anatomi eğitiminde tercih edilen öğretim yöntemlerinden olan kadavra ve deney hayvanları üzerindeki uygulamalar yerine 3D plastik modeller ve bilgisayar teknolojileri gibi araçların kullanımı etik açıdan tercih edilmesinin yanında didaktik olarak da tercih edilmektedir (Balcombe, 2001).

Plastik modellerin veteriner anatomi eğitimi etkinliği üzerinde yapılan bir çalışmada, öğrenciler derslerde eğitim teknolojilerinin kullanılmasından yana beklentilerinin yüksek olmasını belirtmelerinin yanı sıra, plastik model kullanarak öğrenim gören öğrencilerin alışıla gelmiş kadavra kullanımından vazgeçmemesi şeklinde düşüncelerini bildirdiklerini ifade etmişlerdir. Plastik modellerle eğitim alan öğrencilerde hem kontrol hem çalışma grubu öğrencilerinin beklentilerinin düşük olmasına rağmen, eğitim teknolojilerinin kullanılmasının anatomi dersinin kolay öğrenilmesinde fayda sağlayacağını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada belirtilen diğer bir konu ise öğrencilerin pratik yaparak daha iyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir.

Çalışma sonucunda plastik modellerin diğer eğitim araçlarına seçenek olabileceği, fakat kullanılabilirliği hakkında öğrencilerin “kararsız” oldukları ifade edilmiştir (Gültiken, 2012). Başka bir çalışmada biyomedikal araştırmasında, öğrenciler hayvan kullanımının şart olduğu görüşünü söylemiştir (Özen ve Özen, 2010; Özen ve ark., 2009).

Kalbin dış yüzeyindeki anatomik yapıların öğrenilmesi konusunda 3D materyal kullanımının öğrenmeye etkisini konu alan bir çalışmada, 3D baskı modellerinin öğrencinin öğrenmesine dezavantaj oluşturmadığı aksine, 3D materyal ile eğitim alan grupta son testlerin başarı oranlarının kadavra ile öğrenim yapan grupran yüksek olduğu görülmüştür (Lim ve ark. 2016).

Bir başka örnek olan, tıp anatomik modelleme de, trafik kazası geçiren bir hasta, ikincil rekonstrüksiyon için hastaneye sevk edilmiştir. Maksiller iskelet, sol ramus tamamen bozulmuş, mandibula kırılmış, burun ve sol göz kaybına uğramıştır. Osteotomi kesileri ve anatomik deformitenin planlanması için 3D tarayıcı ile yüzün sert ve yumuşak dokularının görüntüsü oluşturulmuştur (McGurk ve ark., 1997).



a)

b)

c)

Şekil 2.23. a) Yüzdeki yumuşak dokuları gösteren 3D MR tarama **b)** 3D kemikli yüz iskelet görüntüsünü gösteren BT tarama **c)** SLA model (McGurk ve ark., 1997).

Bir objenin 3D dijital hale dönüştürülmesi için birkaç farklı yöntem bulunmaktadır. Çeşitli bilgisayar programları ile sıfırdan obje üretilebileceği gibi farklı cihazlar

kullanılarak da nesnenin digital hale getirilmesi sağlanabilir. Bu cihazlar temel çalışma prensibi nesnenin taranması sistemine dayanmaktadır. Bu tarama teknikleri:

2.6. 3D Tarama Teknikleri

2.6.1. MR

Anatomik görüntüleme ve metabolik görüntülemenin yanında fonksiyonel bilgi içeren bir teknoloji olan MR daha kısa sürede yüksek çözünürlüklü görüntülerin, cihaz tasarımının iyileştirilmesi üzerine araştırılmaları odaklanmıştır (Yüksel, 2019).

MR'ın çalışma prensibi; canlıların iç yapısını (organlarını) radyo dalgaları ve manyetik alan sayesinde, detaylı görüntüler oluşturmaya dayanan, daha çok sağlık alanında kullanılan bir yöntem olup, BT' de x ışınları kullanılırken, MR'da X ışını yoktur (Aydoğdu ve ark., 2017).

2.6.2. BT/CT

BT, 1963 yılında Cormack ve Godfrey tarafından düşünülmüş, röntgen cihazı temelli, x ışını kullanılarak, kesitsel görüntüleme tekniğidir (Aydoğdu ve ark., 2017).

3 boyutlu, bilgisayarlı tomografi, büyütmeden kaynaklı problemleri önler. BT ile ilgili birkaç dezavantaj vardır; yüksek düzeyde radyasyon içermesi temel problemidir. Kraniyofasiyal malformasyonların tanısında büyük avantaj sağlamasına rağmen kadavra çalışmaları ile sınırlıdır (Papadopoulos ve ark., 2005).

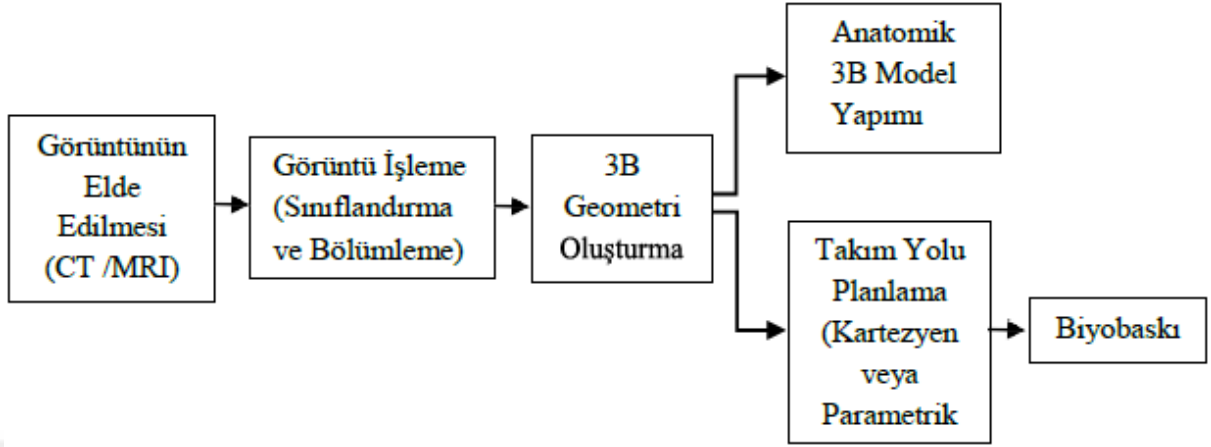
Problemlerin devamı olarak; yüksek maliyet, prosedür, çözünürlük gibi etkiler hastayı psikolojik anlamada olumsuz stres altına almaktadır. Anatomik modelleme yönteminde yapılar hangi görüntüleme cihazında (BT veya MRI) etrafındaki dokulardan daha kolay ayrılıyorsa ya da kontrastı daha iyi ise o görüntüleme cihazı kullanılır (Bahar ve ark., 2019).

Yumuşak dokular, bağ dokusu, kaslar dahil edilmeyip sert ve kemik dokular için BT önerilmektedir (Papadopoulos ve ark., 2005).

Beyin (beyin, beyincik, beyin sapı, omurilik) gibi yumuşak dokular için MRI önerilmektedir (Nowinski ve ark., 2012).

İstenilen anatomik yapının en doğru protokolleri seçildikten sonra BT veya MRI ile taranır. 2 boyutlu elde edilen kesit görüntüleri DICOM (Digital Image and

Communications in Medicine) formatında CD gibi cihazlara kaydedilir (Bahar ve ark., 2019).



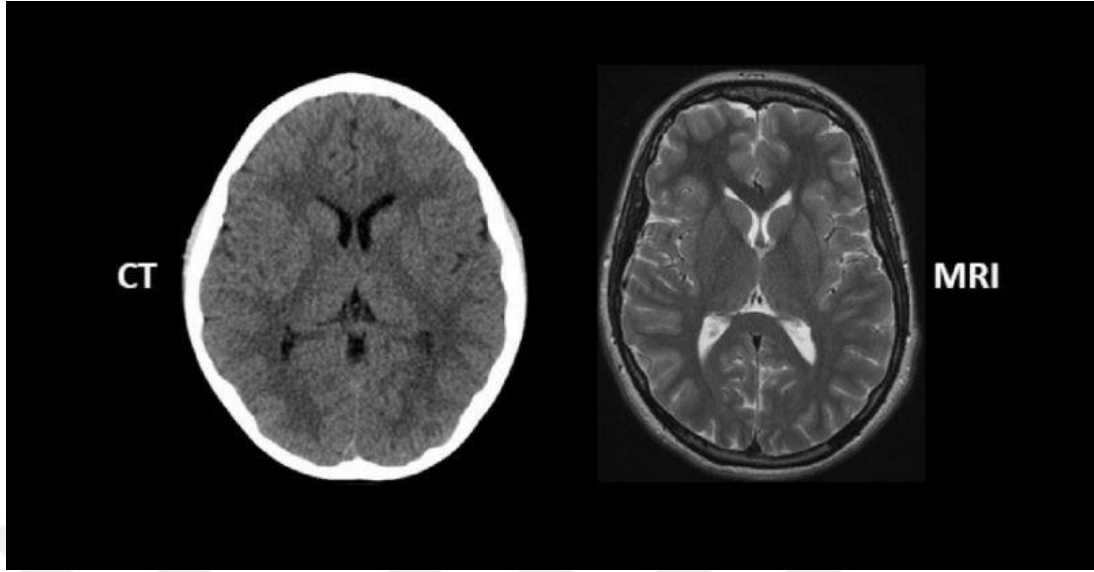
Şekil 2.24. BT ve MR’da görüntü elde edildikten sonra biyobaskının elde edilme süreci (Erdoğuş, 2017).

Tablo 2.4. Bilgisayarlı tomografi avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması

BT AVANTAJ	BT DEZAVANTAJ
1. Çözünürlüğü çok yüksektir.	1. İyonize radyasyon kullanılır.
2. 3D veri verir.	2. Yumuşak dokuları ayırt etmesi çok uygun değildir.
3. Nesnenin iç yapılarında taraması gerçekleştirilir.	3. Cihaz erişim imkanı kısıtlıdır.

Tablo 2.5. MR avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması (Tıbbi Görüntüleme Sistemleri).

MR AVANTAJ	MR DEZAVANTAJ
1. Yumuşak dokuları görüntülemeye çok iyidir.	1. Yavaş tarama sağlar.
2. İyonize radyasyon kullanılmaz.	2. Pahalıdır.
3. Nesnenin iç yapılarında taraması gerçekleştirilir.	3. Cihaza erişim imkanı kısıtlıdır.



Şekil 2.25. BT/CT ve MR karşılaştırılması; soldan sağa doğru, sert ve kemik dokular için BT, beyin gibi yumuşak dokular için MR kullanılır (Ekşi Sözlük, 2020).

2.6.3. Lazer Tarayıcı Kullanarak Modelleme Yöntemi

Yoğun bir şekilde mühendislik alanında tercih edilmekle birlikte medikal alanda kullanımı sınırlıdır. Lazer ışını, lazer tarayıcı adı verilen özel parçalarla insan gözünün idrak edemediği hızlarda katmanlar oluşturulur (Şahin ve Turan, 2018), taranır ve elde edilen veriler çeşitli bilgisayar programlarında yorumlanarak 3D şekle getirilir (Bahar ve ark., 2019). 3D tarayıcılar, bir nesnenin, rengi, şekli ve dokusu gibi kendine has olan bulguları tamamlamak amacı ile nesneyi analiz eden teknolojik bir cihazdır. 3D tarayıcılarının çalışma kuralı, nesnelerin yüzeylerinde edinilen bulgular sayesinde, nokta bulutu oluşturmaya dayanır ve bu noktalar doğrultusunda nesnenin şekli ve biçimi hakkında fikir yürütülür. Ardından bilgisayar ortamında, nokta bulutları birleştirilerek yüzeyler elde edilir, yüzeylerin elde edilmesi ile de istenilen katı model meydana gelebilmektedir. Çoğu durumda bir tarama, nesnenin tam modelini ortaya çıkaramaz, nesnenin her açıdan görünüşünü elde edebilmek için birçok açıdan birden fazla tarama yapılmasına ihtiyaç duyulabilmektedir (Saritaş ve ark., 2019).

Tablo 2.6. Lazer tarayıcı avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması

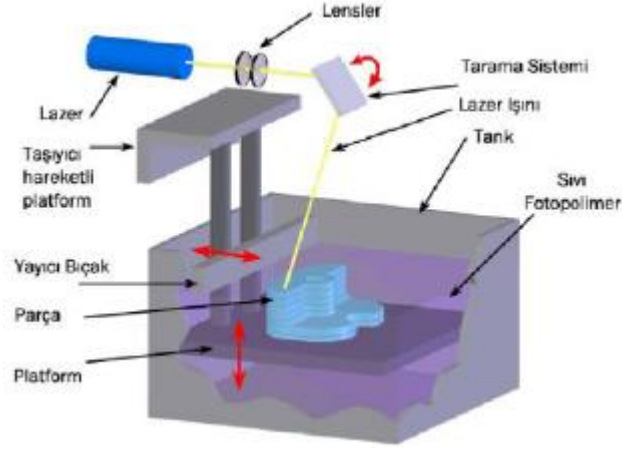
LAZER TARAYICI AVANTAJ	LAZER TARAYICI DEZAVANTAJ
1. Hızlı sonuç verir.	1. Birden fazla taramaya ihtiyaç duyulur.
2. Yüksek doğruluk sağlar.	2. Objelerin iç yapılarını taramaz.
3. Hata oranı düşüktür.	3. Görüntü işleme programları gerekebilir.
4. Cihaza erişim imkanı kolaydır.	

2.7. 3D Yazıcı Tipleri, Avantaj ve Dezavantajları

2.7.1. SLA

Viyana'daki Maksillafasiyal Cerrahi Kliniğinde 1991 yılında ilk Stereolitografi (SLA) tekniği tanıtıldı. Dijital üretim dünyasına, 3D SLA yazıcılar güncel ve hızlı bir şekilde katılmıştır. Genellikle SLA yazıcıların kullanım amacı, lazer teknolojisi kullanarak model çıkartmayı hedefler (Gül, 2018). Ultraviyole lazer ışık sayesinde polimer malzemeler üzerinde baskı oluşturulur (Karagöz ve ark., 2021; Gül, 2018). Polimer malzeme ile katman katman parçalar tamamlanır. Katmanın kalınlığı yaklaşık 20µm civarındadır ve sıvı reçine bazlıdır (Gür, 2021). Fotopolimerler ile yazıcı malzemeleri sınırlıdır (Atalay ve ark., 2016). Bu yöntem kaliteli bir yüzey, yüksek doğruluk, modellerin daha hızlı bir şekilde ve detaylı üretim imkanı sağlamaktadır (Şahin ve Turan, 2018; Karagöz ve ark., 2021). Ayrıca SLA teknolojisinin büyük bir avantajı da çok farklı malzemelerle çeşitli sektörlerde başta sağlık olmak üzere rekreasyon, taşımacılık, üretim malları gibi çok değişik alanlarda modellerin üretilmesine katkıda bulunur (Şahin ve Turan, 2018). Özetle; bir tankın içine doldurulan fotopolimer sıvı reçinenin ve hareketli olan platformun buluşması ile başlar, bilgisayar destekli programlarda yazılımla dilimlenmiş kesitlere karşılık gelen yerler sıvı reçine yüzeyinde UV lazer ışığı yardımı ile katılır (Çelik ve ark., 2013).

Bir katman tamamlandığında tanka yeni bir fotopolimer reçine sıvısı koyulur, böylece yeni elde edilen katman önceki katman üzerine yerleştirilerek tamamlanır (Çelik ve ark., 2013).



Şekil 2.26. SLA çalışma diyagramı (Şahin ve Turan, 2018).

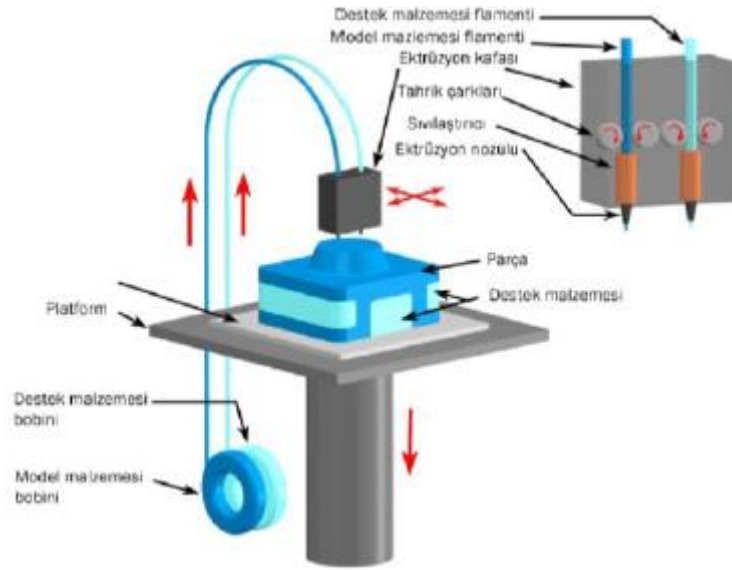
2.7.2. FDM

S Scott Crump 1989’da patent başvurusunda bulunup FDM’nin patent sahip olmuştur (Santoso ve Wicker, 2016). Tüketiciler tarafından en sık kullanılan, tercih edilen ve kabul gören popüler bir modeldir (Şahin ve Turan, 2018).

FDM yazıcılarda plastik yapıda olan filamentler kullanılmakta ve en yaygın olanları ise polilaktik asit (PLA) ve akrilonitril butadin stiren (ABS)’dir (Bulut, 2020; Şahin ve Turan, 2018). PLA, geri dönüşüme uygun malzemelerden yapılmakta ve biyoplastik özellikte olup oldukça fazla renk çeşitliliğine sahiptir ve 180-220 °C arasında randımanlı çalışır (Yıldırım ve ark., 2018). ABS ise, plastik bir türdür ve petrol temellidir, 250-260 °C arasında randımanı yüksektir ayrıca platformu ısıtmalı olmalıdır (Yıldırım ve ark., 2018).

3D FDM yazıcı termoplastik malzemelerle birlikte çalışan eklemeli imalat teknolojisidir. Termoplastik parçalar filament haline getirildikten sonra üretim platformuna uygulanması prensibidir. Çalışma prensibi; bir baş bölümü termoplastik maddeyi erime noktasının üzerindeki sıcaklıkta tutar (Yavuz ve Yılmaz, 2021). Bir sıvının akışını yönlendirmek ya da değiştirmek için kullanılan farklı kesit alanı olan tüp veya borulara (yani nozullara), filamentler sıcak bir şekilde aktarılır. Böylece

eriyen malzeme platform üzerine katman katman eklenerek model ortaya çıkartılır (Karagöz ve ark., 2021). Diğer katmanların oluşturulmasını X,Y koordinatlarında (yatay ve dikey) hareketler yaparak model elde edilebilmektedir (Bulut, 2020; Karagöz ve ark., 2021; Yavuz ve Yılmaz, 2021). Çok karışık olmayan anatomik modellerin yazdırılması ve maliyetinin düşük olması 3D FDM yazıcısının çok sık tercih edilme avantajlarından (Bulut, 2020).



Şekil 2.27. FDM çalışma diyagramı (Şahin ve Turan, 2018).

Tablo 2.7. SLA avantaj ve dezavantaj karşılaştırması

SLA AVANTAJ	SLA DEZAVANTAJ
1. Yüksek doğrulukta ve detayda üretim sağlar. (Şahin ve Turan, 2018).	1. Elde edilen modeller kırılgandır.
2. Çok farklı çeşitlerde malzemelerle model oluşturmayı sağlar (Şahin ve Turan, 2018).	2. Işıkla sertleşebilen sıvı polimerlerle sadece üretim sınırlıdır.
3. Elde edilen modellerin yüzeyi düzgündür (Yavuz ve Yılmaz, 2021).	3. Maliyeti çok yüksek bir teknolojidir.
4. İstenilen model hızlı üretilebilir, örneğin bir günde fonksiyonel parçalar üretilebilmektedir (Yavuz ve Yılmaz, 2021).	4. Tek bir model için tek bir malzeme kullanılabilir (Yavuz ve Yılmaz).

Tablo 2.8. FDM avantaj ve dezavantaj karşılaştırılması

FDM AVANTAJ	FDM DEZAVANTAJ
1. Maaliyeti düşük bir teknolojidir (Şahin ve Turan, 2018).	1. Yavaştır, üretilen modeller üzerinde çizgisel pürüzler bulunur ve geçmesi için cila ve zımpara yapılmalıdır.
2. Parçalar kırılğan olmayıp, dayanıklıdır.	2. Malzemeler ucuzdur, ancak çeşitlilik azdır (termo plastik malzemeler ile sınırlıdır).
3. Elde edilmek istenilen modeller çok farklı renklerde basılabilmektedir.	3. Elde edilen modeller sırasında sıcaklık dalgalanmaları yüzünden katmanların birbirinden ayrılmasına neden olabilir (Yavuz ve Yılmaz, 2021).
4. Kullanılan malzemeler sert veya esnek olabilmektedir (Yavuz ve Yılmaz, 2021).	
5. Ofis ortamında rahatlıkla kullanılabilir (Çelik ve ark., 2013).	

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hayvan Materyali

Bu çalışmanın yapılabilmesi için öncelikli olarak ERÜ Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulundan onay alındı (Etik Kurul Tarih - Karar No: 03.03.2022-22/051). Bu tez de kullanılan hayvan materyali, Erciyes Üniversitesi Veteriner Hekimliği Anatomi Laboratuvarında uygulama derslerinde kullanılan köpek iskeletidir.

Köpek iskeletinde ki her bir kemik özenli bir şekilde bir birinden ayrıldı. Özellikle costae, phalanx gibi sıralamalarının karışacağı düşünülen kemikler numaralandırıldı ve not edildi. Her bir kemiğin taranmaya uygun hale getirilmesi için birbirinden ayrılan kemikler temizlendi. Kemiklerin üzerinde bulunan kalıntılar giderildi. Ardından kemikler yıkandı. Bir gün boyunca kuramaya bırakıldı. Kuruma işleminin akabinde, kemiklerin üzerinde kurumuş doku artıkları bistüri yardımıyla uzaklaştırıldı. Bu aşamaların ardından saf kemik elde edildi.



Şekil 3.1. Kullanılan hayvan materyali.

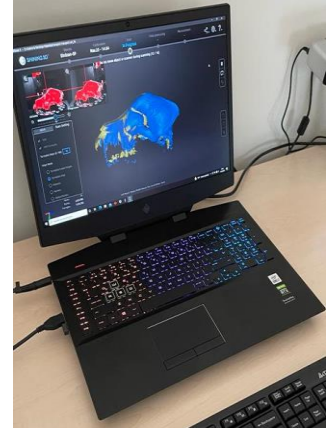
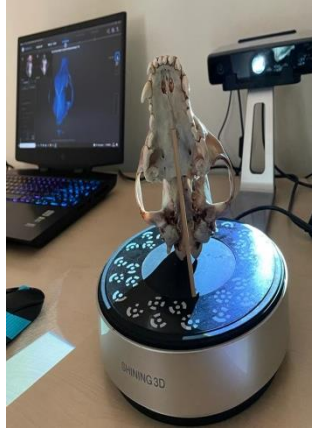




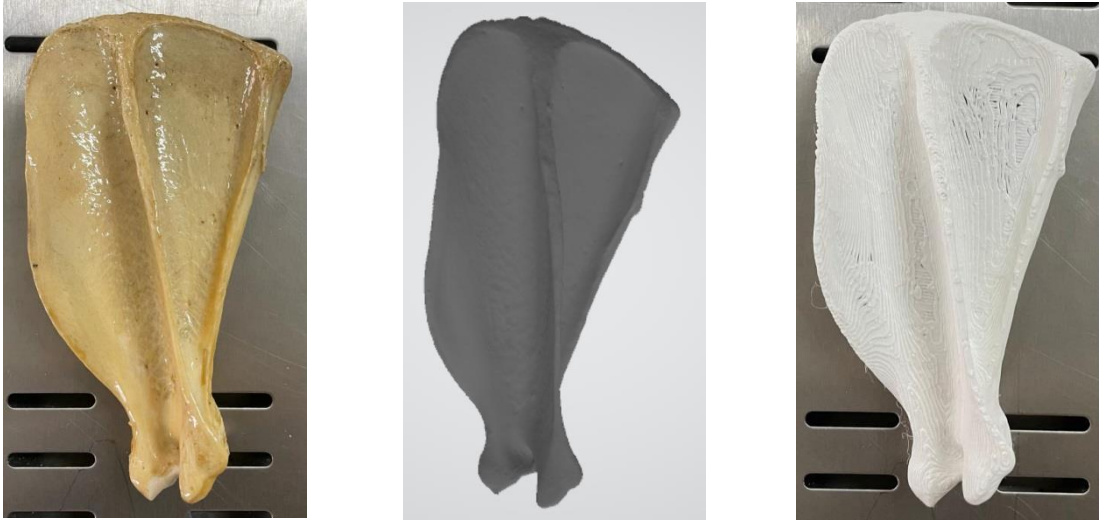
Şekil 3.2. Köpek iskeletinin temizlenmiş hali.

3.1.1. Tarama

Bu çalışmada, Creality 3D scanner ve Shining EinScan SP 3D tarayıcı modeli kullanıldı. Uygun ortam koşulları sağlandı (ışık vb.). Köpek iskeletinde bulunan her bir kemik teker teker tarandı. Bazı şeffaf parlak kemikler örneğin phalanks kemikleri gibi, tarayıcının net taraması için sulu boya ile boyandı. Her kemik doğrudan tarayıcı tablasına yerleştirilmedi. Tarayıcının okunmasında zorluk yaşanacağı düşünülen kemiklerde, uygun konum ve doğru açı bulunabilmesi için kemikler özel aparatlar ile desteklendi. Büyük örneğin cranium gibi kemikler doğrudan tablaya yerleştirildi. Fakat cranium'un ventral kısmı tablada dengeli bir şekilde durmadığı için bir çubuk ile desteklendi. Tabla her taramada 360 dereceye tamamlamak için döndüğünde görüntüde kayma ve kemiğin düşmesini önlemek için sağlam bir şekilde desteklendiğinden emin olundu. Her bir tarama işlemi için tabla minimum 8 tur (döner tabla) çevrilirken maksimum 16 çevrildi. Bunun belirlenmesi kemiğe göre değişkenlik gösterdi. Örneğin taranması kolay olan yani anatomik çıkıntıları fazla olmayan costalar minimum 8, anatomik çıkıntısı fazla olan cranium 16 tur tarandı. Her bir yüz taranıp farklı bir yüze geçildiğinde mesh yapıldı. Sonuç olarak, bir önceki kemiğin üzerine taranmış olan farklı yüz eklendi. Böylece bir bütün kemik modeli elde edildi. Bütün anatomik yapı ve ayrıntıların tarandığından emin olunana kadar aynı kemikler birkaç kez tarandı. Elde edilen model ile orijinal kemikte bulunan anatomik ayrıntılar kıyaslandı. Her bir ayrıntının tarandığından emin olduğunda STL dosyasına kemiklerin isimleri belirtilerek kaydedildi.



Şekil 3.3. Tarama işlemi.



Şekil 3.4. Scapula iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.



Şekil 3.5. Humerus iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.



Şekil 3.6. Femur iskeletii dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.



Şekil 3.7. Cranium köpek iskeleti, dijital görünüm ve 3D yazıcı modeli.

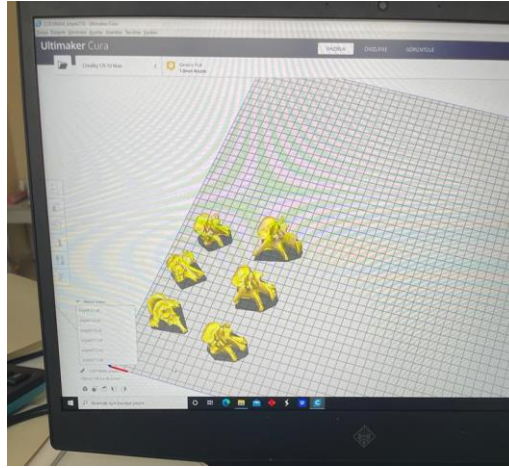
3.1.2. Yazdırma

Çalışmada Crealitiy CR- 6 SE yazıcı modeli kullanıldı. STL dosyası şeklinde kayıtlı olan kemik modelleri yazıcı modelleyicisinde modellendi. Modelleme yaparken tabla üzerinde kemik modelinin doğru açıda koyulmasına özen gösterildi. Kemik modeli tablaya düz şekilde oturturuldu. Birden fazla kemik bir arada modellenip yazdırılacağı zaman modeller arasında mesafenin az olmasına dikkat edildi. Aksi

taktirde yazdırma süresi uzayacağı gibi modelin altına atacağı destek fazla olurdu. Modellenecek olan kemikte bulunan delikleri filament kapatmasın, temizleme aşaması zor olmasın diye kemik modelleri dik bir şekilde koyuldu. Yani modellenecek her bir kemik için ayrı düzen geliştirildi. Modelleme tamamlandıktan sonra yazıcının hard diskine 3D tasarım verilerini içeren modeller aktarıldı. Yazıcıda uygun nozzle sıcaklığı uygun tabla sıcaklığı ve yazdırma hızı düzenlendikten sonra yazdırmaya başlandı.

Tablo 3.1. Yazıcı parametreleri

Katman Yüksekliği	0.2
Dolgu Yoğunluğu	20.0
Yazdırma Hızı	50
Destek Yapısı	Normal
Destek Ara Yüzü Şekli	Izgara
Yazdırma Sıcaklığı	200.0



Şekil 3.8. Vertebra modelleme ve yazdırma.



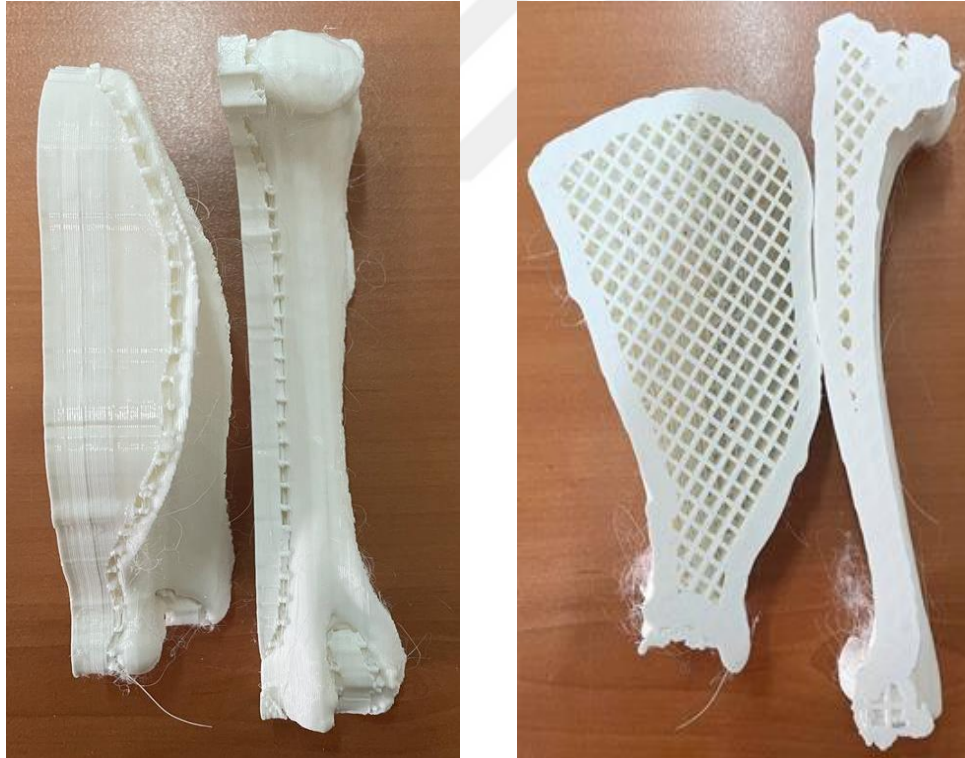
Şekil 3.9. Costae modelleme ve yazdırma.

Tez çalışmasının ikinci bölümü olan ölçme ve değerlendirme aşamasında yapılacak sınavda scapula ve humerus kemiği kullanılacağı için, laboratuvar ortamında bulunan masa ve öğrenci sayısına uygun olacak şekilde 3D yapay humerus ve scapula kemiği uygun miktarda yazdırıldı (sağ/sol).



Şekil 3.10. Sınav materyaline uygun scapula ve humerus modeli.

Yazdırma sonrası elde edilen yapay kemiklerin her birinin altında bulunan destek, 3D yapay kemikten uzaklaştırıldı.



Şekil 3.11. Modellerin temizlenmemiş hali.

3.1.3. Sınav Materyali

Sınava tabii tutulan öğrenciler, Erciyes Üniversitesi Veteriner Hekimliği'ni yeni kazanmış ve Anatomi dersini ilk kez alan öğrencilerdir. İlk olarak öğrencilerden üniversite sınavında aldıkları başarı puanları istendi. Bunun yapılma amacı; yakın ve yüksek başarı puanlarına sahip olan öğrencilerin aynı grupta bir araya gelmemesi ve eşit bir dağılım sağlanması içindir.

Toplam birinci sınıfa kayıtlı 102 öğrenci bu çalışmaya katıldı. Fakültenin normal müfredat prosedürüne göre sınıfların ve laboratuvarların yoğunluğunun azaltılması için dersler iki şube şeklinde işlenmektedir. Sınav materyali olarak kullanılacak scapula ve humerus kemikleri teorik derste her iki şubeye de gruplara ayrılmadan anlatıldı. Kemiğin hangi yöne ait olduğu (sağ/sol), kemiğin hangi hayvana ait olduğu (köpek,kedi,tavşan) ve anatomik çıkıntılarının üzerinde duruldu. Tüm anatomik yapılar detaylı bir şekilde anlatıldı. Teorik ders sonrası öğrenciler anatomi uygulama laboratuvarına alındı. A şubesinden 51 öğrenci, B şubesinden 51 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Bu öğrenciler kendi şubeleri içinde de 25-26 öğrenci olacak şekilde üniversiteye giriş başarı puanlarına göre iki gruba ayrıldı. Her iki grupta da öğrencilerin bireysel başarılarının dengeli olması sağlanmış oldu. Bu gruplardan birisi kontrol grubu diğeri deney grubu olarak isimlendirildi. 25 – 26 kişilik grupta, bir 25 kişilik grup kontrol grubu iken diğeri 26 kişilik grup deney grubu oldu. Birbirinden bağımsız girişlere sahip laboratuvarında deney ve kontrol grubu öğrencilerin birbirlerini ve çalışma materyallerini görmemesi özellikle sağlandı. Kontrol grubunda bulunan öğrenciler, gerçek kemik olan Scapula ve Humerus ile çalıştı. Deney grubu olan öğrenciler, 3D Scapula ve Humerus ile çalıştı. Bu sırada kemikler üzerindeki çıkıntılar kontrollü bir şekilde yardımcı eğitimciler tarafından belirli bir süre her iki gruptaki öğrencilere de anlatıldı.

Bu sürenin sonunda zilli sınava geçildi. Sınav Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi laboratuvarında yapıldı. Sınav için kedi, köpek ve tavşan kemiklerinden oluşan gerçek kemikler kullanıldı. Bütün öğrencilere aynı materyalden aynı soru gelmesi ve bu soruları cevaplamak için de aynı süreye sahip olmaları açısından adaletli ve hızlı bir sınav tekniği olduğu için zilli sınav tercih edilmiştir. İki sütun şeklinde sıralı sınav düzeni oluşturularak her sütunda 5 masa ve

her masada 2 soru olacak şekilde salon dizayn edildi. Bütün öğrenciler 2'şer li gruplar halinde her öğrenci bir sütundan başlayacak şekilde zil çaldıkça içeri alındı. Her masa için 3 dakika süre verildi. Gerçek kemikler ile çalışan (kontrol grubu) ve 3D yapay Scapula ve Humes ile çalışan öğrencilerde (deney grubu) dahil, sınavda gerçek kemikler üzerinden sınava girdi. Böylece öğrenciler 3D kemiklerle çalışan ve ilk kez gerçek kemiği gören öğrenciler ile diğer grup arasında bir farklılık olup olmayacağı ölçülmüş oldu. Aynı uygulama diğer şube için de aynı şekilde yapıldı.



Şekil 3.12. Sınav ortamı.

Tablo 3.2. Humerus için sorulan sorular.



Humerus için sorulan sorular	Humerus için cevaplar
1) Bu kemiğin adı nedir?	1) Humerus
2) Bu kemik hangi hayvana aittir?	2) Köpek
3) Bu kemik hangi yöne aittir (Sağ/sol)	3) Sol
4)Kemik üzerinde kırmızı renk ile çevrelenmiş deliğin adı nedir?	4) Foramen supratrochleare
5)Kemik üzerinde mavi renk ile boyanmış yapının adı nedir?	5) Tuberculum majus

Tablo 3.3. Scapula için sorulan sorular.



Scapula için sorulan sorular	Scapula için cevaplar
1) Bu kemiğin adı nedir?	1) Scapula
2) Bu kemik hangi hayvana aittir?	2) Köpek
3) Bu kemik hangi yöne aittir (Sağ/sol)	3) Sağ
4)Kemik üzerinde kırmızı renk ile boyanmış yapının adı nedir?	4) Tuberculum supraglenoidale
5)Kemik üzerinde mavi renk ile boyanmış yapının adı nedir?	5) Fossa infraspinata

3.1.4. Anket Materyal

Sınav süreci her iki grup içinde sona erdiğinde ertesi hafta anket uygulamasına geçildi. Anket sürecinde; gerçek kemik ile çalışan öğrenciler, belirli bir süre 3D yapay Humerus ve Scapula kemikleri ile çalıştı. (Kontrol grubuna dahil olanlar, deney grubu olmuş oldu). 3D yapay kemik ile çalışan öğrenciler gerçek kemik ile belirli bir süre çalıştı. (Deney grubuna dahil olanlar kontrol grubu olmuş oldu). Çalışma sırasında her iki grubada Scapula ve Humerus üzerinden anatomik çıkıntılar, kemiğin hangi yöne itildiği (sağ/sol) ve hangi hayvana ait olduğu (köpek, kedi, tavşan) detaylı bir şekilde anlatıldı. Çalışma sona erdiğinde deney ve kontrol grubuna dahil olan öğrencilerin hepsi laboratuvarında bir araya getirildi. Anketleri yanıtlamaları için süre tanındı.

Uygulama sonrası anket formunda; araştırma hakkında bilgi içeren kısa bir bölüm, uygulama sonrası kazanımlarla ilgili görüşler, durumluluk kaygı ölçeği, sürekli kaygı ölçeği ve bilgilendirilmiş gönüllü onam formu içeriğine sahiptir.

Tablo 3.4. Anket soruları.

	Önermeler	Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
1	Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi.					
2	Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim					
3	Köpek 3D kemiklerin üzerindeki detaylar gayet başarılıydı.					
4	Köpek 3D kemiklerin plastikten yapılmış olması hijyen konusunda beni rahatlattı.					
5	Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi.					

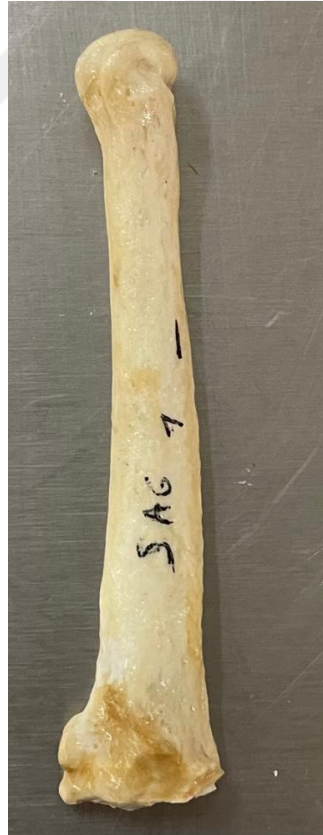
3.1.5. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS for Windows 22.0 istatistik paket programı aracılığıyla çözümlendi. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde dağılımlarıyla sunuldu. Sürekli değişkenlerin ortalama ve standart sapması hesaplandı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile yapıldı ve verilerin normal dağılım göstermediği belirtildi ($p<0.05$). İstatistiksel çözümlemede; pearson Ki-kare Testi, Fisher'in Kesin Testi, Mann-Whitney U Testi ve Spearman korelasyon analizi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. İskelet Bulguları

Köpek iskeletine ait bütün kemikler normal anatomik yapılarındaydı. Herhangi bir deformasyon veya anomali bulunmadığı belirlendi. Bütün kemiklerin tarama için uygun olduğu görüldü. Çok küçük kemikleri olmasından dolayı carpal ve tarsal kemikler ile phalanx media-phalanx distalis birbirlerinden ayrılmadan tarama işlemine alındı.



Şekil 4.1. Metatarsus

4.1.1. 3D Tarama Bulguları

Köpek iskeletine ait bütün kemikler başarıyla tarandı. Tarama sonrasında b kemikler üzerindeki doğal delikler (örneğin foramen vertebra) tarayıcı programının otomatik yüzey oluşturma sırasında kapatılmış olduğu belirlendi. Bu durumda yine tarayıcıyı kendi programı üzerinde bu delikler dijital olarak tekrar açıldı.



Şekil 4.2. Phalanx proximalis

4.1.2. 3D Yazdırma Bulguları

Köpek iskeletine ait bütün kemikler başarıyla yazdırıldı. Kemikler üzerinde yazıcının filament izlerinin olduğu gözlemlendi. Bu izler, kemiklerin normal anatomik yapılarını etkilememekle birlikte, yüzey pürüzlülüğü açısından olumsuz etkiler yaptığı gözlemlendi. Bu tip yüzey tırtıkları oluşan kemikler için törpüleme işlemlerinin olumlu sonuçlar verdiği gözlemlendi.



Şekil 4.3. Phalanx distalis

4.1.3. Anatomik Benzerlik Bulguları

Köpek iskeletine ait kemiklerden gerçek kemikler, 3D dijital kemikler ve 3D kemikler kendi içlerinde birbirleriyle kıyaslandığında anatomik yapılar bakımından birbirlerine benzerlik oranlarının çok yüksek olduğu görüldü. 3D kemiklerde filament baskı izlerinin olduğu, bunun da yüzey pürüzlenmesi yaptığı gözlemlendi. Yazıcı üzerinde daha küçük nozzle ve katman kalınlığının daha düşük olmasıyla bu problemin minimuma indiği gözlemlendi. Ayrıca son ürün olan 3D kemiklerin yüzeylerinin pürüzsüz hale gelmesi için bazı kemiklerde zımparalama işlemi yapılmasının olumlu sonuçlar verdiği görüldü. Öğrencilere uygulanan sınavların sonuçlarına göre ve yapılan anketlerin de sonuçları değerlendirildiğinde benzerlik oranlarının eğitim kalitesini etkilemeyecek kadar iyi olduğu tespit edildi.

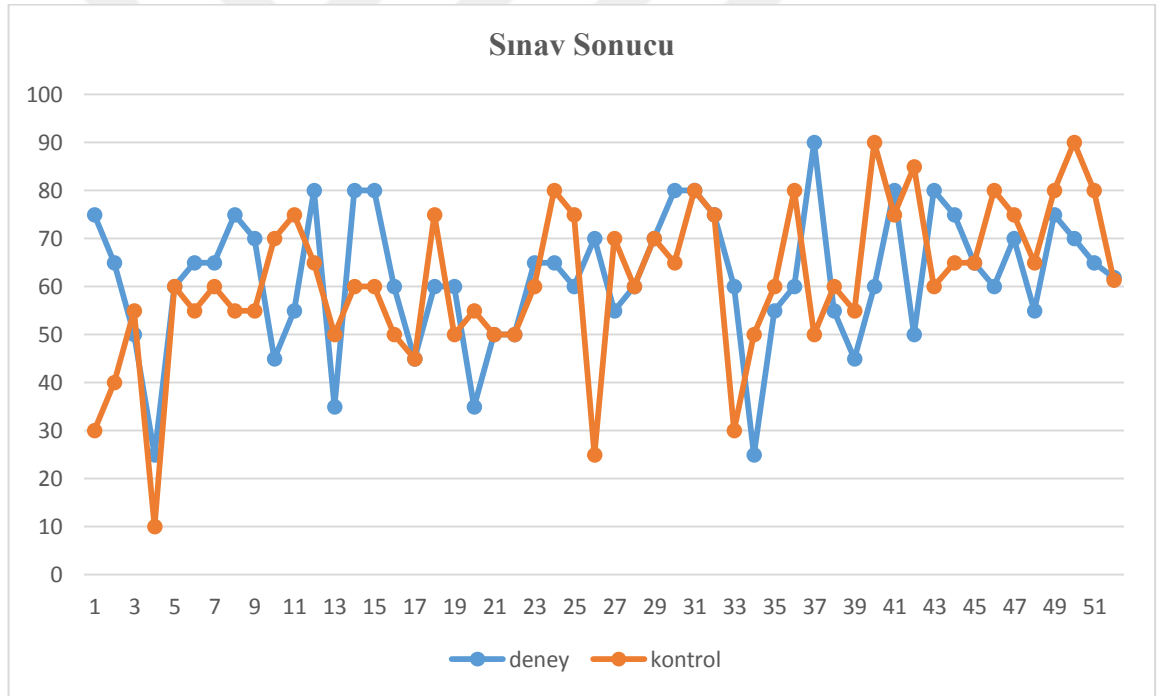


Şekil 4.4. Atlas, sacrum ve coxae’da görülen anatomik benzerlik bulguları

4.1.4. Sınav Değerlendirmesi

Öğrencilerin sınavları değerlendirilirken, anatomi dersini ilk kez aldığı ve terimleri ilk kez duyduğu göz önünde bulunduruldu. Örneğin cevabı scapula olan soruya verilen yanıt; spatula ise cevap tam puan olarak kabul edildi. Çünkü öğrenci, ilk kez duyduğu ve ilk kez gördüğü terim ve kemikleri(yapay/orijinal) çalışmadan, teori dersi verilir verilmez sınava tabii tutuldu. Cevaba yakın ama doğrudan cevabı verememiş olan öğrencilerin yanıtları doğru kabul edildi. Öğrencinin duymuş, kulak aşinalığı olmuş, görmüş ve algılamış olduğu düşünülen sorulara bu yöntem uygulandı. Kısacası, ifade etmek isteyip, terminolojiyi doğru yazamamış öğrenciler için bu yöntem uygulandı. Sorudan bağımsız olan cevaplara hiç puan verilmedi.

Tablo 4.1. Deney ve Kontrol grubunun başarı grafiği



Tablo 4.2. Deney ve kontrol grubunda elde edilen sınav sonucu

Alınan Not	Kişi Sayısı
10	1
25	3
30	2
35	2
40	1
45	4
50	11
55	11
60	19
65	12
70	8
75	11
80	13
85	1
90	3
Total	102

Sınavdan alınan notların ortalaması deney ve kontrol grubunda ayrı ayrı hesaplandığında;

$$\bar{D}: 61,96078$$

$$\bar{K}: 61,37255$$

Buradan edinilen sonuç, deney grubunun yani 3D kemik ile çalışan öğrencilerin elde ettiği başarı, kontrol grubu yani gerçek kemik ile çalışan öğrencilerin elde ettiği başarıdan daha fazladır. İki grup arasında sayısal olarak çok büyük fark olmaması, hipotezimiz olan 3D materyalleri ile yapılan uygulama eğitiminin en az gerçek materyaller ile yapılan uygulama eğitimi kadar başarılı olduğunu göstermiştir.

4.1.5. Anket Değerlendirmesi

Anket değerlendirilirken SPSS kullanıldı. Öğrencilerin ankette belirttiği her bir cevap Excel'e dikkatlice geçirildi.

Tablo 4.3. Anket sırasın da sorulan; Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi.

1. Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi.				
	Frekans	Yüzdelik	Geçerli Yüzde	Toplam Yüzde
Tamamen katılıyorum	9	8.8	8.8	8.8
Katılıyorum	49	48.0	48.0	56.9
Kararsızım	16	15.7	15.7	72.5
Katılmıyorum	16	15.7	15.7	88.2
Kesinlikle katılmıyorum	12	11.8	11.8	100.0
Total	102	100.0	100.0	

Tablo 4.4. Anket sırasın da sorulan; Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim.

2. Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim.				
	Frekans	Yüzdelik	Geçerli Yüzde	Toplam Yüzde
Tamamen katılıyorum	11	10.8	10.8	10.8
Katılıyorum	26	25.5	25.5	36.3
Kararsızım	31	30.4	30.4	66.7
Katılmıyorum	20	19.6	19.6	86.3
Kesinlikle katılmıyorum	14	13.7	13.7	100.0
Total	102	100.0	100.0	

Tablo 4.5. Anket sırasında sorulan; Köpek 3D kemiklerin üzerindeki detaylar gayet başarılıydı.

3. Köpek 3D kemiklerin üzerindeki detaylar gayet başarılıydı.				
	Frekans	Yüzdelik	Geçerli Yüzde	Toplam Yüzde
Tamamen katılıyorum	8	7.8	7.8	7.8
Katılıyorum	36	35.3	35.3	43.1
Kararsızım	25	24.5	24.5	67.6
Katılmıyorum	20	19.6	19.6	87.3
Kesinlikle katılmıyorum	13	12.7	12.7	100.0
Total	102	100.0	100.0	

Tablo 4.6. Anket sırasında sorulan; Köpek 3D kemiklerin plastikten yapılmış olması hijyen açısından beni rahatlattı.

4. Köpek 3D kemiklerin plastikten yapılmış olması hijyen açısından beni rahatlattı.				
	Frekans	Yüzdelik	Geçerli Yüzde	Toplam Yüzde
Tamamen katılıyorum	22	21.6	21.6	21.6
Katılıyorum	39	38.2	38.2	59.8
Kararsızım	15	14.7	14.7	74.5
Katılmıyorum	20	19.6	19.6	94.1
Kesinlikle katılmıyorum	6	5.9	5.9	100.0
Total	102	100.0	100.0	

Tablo 4.7. Anket sırasın da sorulan; Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi.

5. Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi.				
	Frekans	Yüzdelik	Geçerli Yüzde	Toplam Yüzde
Tamamen katılıyorum	12	11.8	11.8	11.8
Katılıyorum	20	19.6	19.6	31.4
Kararsızım	25	24.5	24.5	55.9
Katılmıyorum	29	28.4	28.4	84.3
Kesinlikle katılmıyorum	16	15.7	15.7	100.0
Total	102	100.0	100.0	

Tablo 4.8. Anket sırasın da sorulan; görüşler

Görüşler		Deney grubu (n=51)	Kontrol grubu (n=51)	p*
		n (%)	n (%)	
Bölümünüzü bilerek mi yazdınız?	Evet	49 (96.1)	50 (98.0)	0.558
	Hayır	2 (3.9)	1 (2.0)	
Bölümünüzü okumaktan memnun musunuz?	Evet	49 (96.1)	47 (92.2)	0.400
	Hayır	2 (3.9)	4 (7.8)	
Kendinizi bu bölüme uygun hissediyor musunuz?	Evet	48 (94.1)	48(94.1)	1.000
	Hayır	3 (5.9)	3 (5.9)	
Meslek seçiminizde danışmanlık /tavsiye aldınız mı?	Evet	26(51.0)	20 (39.2)	0.233
	Hayır	25 (49.0)	31 (60.8)	
Ailenizde ya da yakın çevrenizde veteriner hekim olan kimse var mı?	Evet	16 (31.4)	16 (31.4)	1.000
	Hayır	35 (68.6)	35 (68.6)	
Mezun olduktan sonra bu mesleği yapmayı düşünüyor musunuz?	Evet	51 (100)	50 (98.0)	0.315
	Hayır	0 (0.0)	1(2.0)	

Bölümünüzü bilerek mi yazdınız sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı. Bölümünüzü okumaktan memnun musunuz sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı. Kendinizi bu bölüme uygun hissediyor musunuz sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark

saptanmadı. Meslek seçiminizde danışmanlık/tavsiyesi aldınız mı sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı. Ailenizde ya da yakın çevrenizde veteriner hekim olan kimse var mı sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı. Mezun olduktan sonra bu mesleği yapmayı düşünüyor musunuz sorusuna deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark saptanmadı.

Tablo 4.9. Anket sorularının genel görünümü.

		Deney grubu (n=51)	Kontrol grubu (n=51)	p*
		n (%)	n (%)	
Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi	Tamamen Katılıyorum	8 (15.7)	1 (2.0)	<0.001
	Katılıyorum	25 (49.0)	24 (47.1)	
	Kararsızım	4 (7.8)	12 (23.5)	
	Katılmıyorum	12 (23.5)	4 (7.8)	
	KesinlikleKatılmıyorum	2 (3.9)	10 (19.6)	
Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim	Tamamen Katılıyorum	7 (13.7)	4 (7.8)	0.217
	Katılıyorum	14 (27.5)	12 (23.5)	
	Kararsızım	16 (31.4)	15 (29.4)	
	Katılmıyorum	11(21.6)	9 (17.6)	
	KesinlikleKatılmıyorum	3 (5.9)	11 (21.6)	
Köpek 3D kemiklerin üzerindeki detaylar	Tamamen Katılıyorum	5 (9.8)	3 (5.9)	0.236

gayet başarılıydı.	Katılıyorum	17 (33.3)	19 (37.3)	
	Kararsızım	14 (27.5)	11 (21.6)	
	Katılmıyorum	12 (23.5)	8 (15.7)	
	KesinlikleKatılmıyorum	3 (5.9)	10 (19.6)	
Köpek 3D kemiklerin plastikten yapılmış olması hijyen konusunda beni rahatlatmıştı.	Tamamen Katılıyorum	11 (21.6)	11 (21.6)	0.990
	Katılıyorum	20 (39.2)	20 (37.3)	
	Kararsızım	8 (15.7)	7 (13.7)	
	Katılmıyorum	9 (17.6)	11 (21.6)	
	KesinlikleKatılmıyorum	3 (5.9)	3 (5.9)	
Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi.	Tamamen Katılıyorum	7 (13.7)	5 (9.8)	0.584
	Katılıyorum	11 (21.6)	9 (17.6)	
	Kararsızım	13 (25.5)	12 (23.5)	
	Katılmıyorum	11 (21.6)	18 (35.3)	
	KesinlikleKatılmıyorum	9 (17.6)	7 (13.7)	

Köpek 3D kemikler, uygulama eğitiminde en az gerçek kemikler kadar öğreticiydi, tam katılıyorum diyen öğrenciler deney grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazladır.

Çalışmaya katılan öğrencilerden 3D kemiklerin en az gerçek kemikler kadar öğretici olduğu konusunda “Tamamen Katılıyorum” ve “Katılıyorum” seçimini yapan öğrenciler % 57’lik bir çoğunluk oluşturmaktadır. Ayrıca bu soruya “Tamamen

Katılıyorum” diyen öğrencilerin sayısı deney grubunda kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha fazla bulunmuştur ($P<0.05$).

Bu çalışmaya katılan öğrencilerin yaklaşık olarak %60’ının 3D kemiklerin hijyen konusunda kendilerini rahat hissettirdiğini bildirmişlerdir.



5. TARTIŞMA

Literatürde birçok kaynakta belirtildiği gibi MR ve BT tarama yöntemleri sağlık alanında özellikle de canlının iç yapılarının görüntülenmesi amacıyla kullanılmakta (Aydoğdu ve ark., 2017, Yüksel, 2019, Bahar ve ark., 2019) ve ulaşılabilirlik ve maliyet açısından kullanışlı değildirler. Bu çalışmada lazer tarama metodunun seçilmesi kemiklerin sadece dış yapılarının kemik kopyalama açısından yeterli olması nedeniyledir. Sadece köpek kemikleri ve iskeletinin oluşturulması, iç yapılarının bu çalışma için gerekli olmaması, yüzey tarama işlemini yeterli kılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen nesnenin her açıdan görünüşünü elde edebilmek için birçok açıdan birden fazla tarama yapılmasına ihtiyaç duyulması durumu bu çalışmada da ortaya çıkmıştır (Sarıtaş ve ark., 2019). Tarayıcının sahip olduğu “auto align” özelliği sayesinde nesnenin döner tabla üzerine farklı pozisyonlarda konulduğunda kendisine referans olarak belirlediği noktalardan eşleştirme yaparak taranmamış yüzeylerin taranmasını sağlamaktadır.

FDM tipi yazıcılarda kullanılan PLA filamentleri ile üretilen materyaller sert olabilmektedir (Yavuz ve Yılmaz, 2021). Bu sertlik aslında kemik üretimi için olmasını istediğimiz bir özelliktir. Sertlik aynı zamanda kemiklere sağlamlık da katmıştır. Sert olmasına rağmen bir kemik kadar kırılkan olmadığı düşünülmektedir. 3D yazıcıların ofis ortamında rahatlıkla kullanılabilir olduğu bilinmektedir (Çelik ve ark., 2013). Çalışmamızda da ofis ortamında tarama ve yazdırma işlemleri kolaylıkla yapılmıştır. Anatomi laboratuvarlarının çalışma ortamları düşünüldüğünde 3D

kemiklerin hem sağlık hem de canlı materyal kullanımının etik problemleri açısından çok pratik olduğu düşünölmektedir.

Literatürde kadavra ve deney hayvanları üzerindeki uygulamalar yerine 3D plastik modeller ve bilgisayar teknolojileri gibi araçların kullanımının etik açıdan daha tercih edilebilir olmasından bahsedilmektedir (Balcombe, 2001). Bu çalışmada ise öğrencilere yapılan ankette “Köpek 3D kemik uygulama materyallerinin bir canlıya ait olmadığını bilmek psikolojik olarak rahat hissettirdi” ifadesine verilen olumlu görüş yaklaşık % 32 olmuştur. Bu oranın düşük olmasının sebebinin öğrencilerin hekimlik eğitimine yeni başlamış olması ve bu konunun önemini henüz bilmiyor olduklarından kaynaklandığı düşünölmektedir.

Yapılan bir çalışma sonucunda plastik modellerin diğer eğitim araçlarına seçenek olabileceği, fakat kullanılabilirliği hakkında öğrencilerin “kararsız” oldukları ifade edilmiştir (Gültiken, 2012). Bu çalışmada yapılan ankette “Gerçek kemikler olmasa da aynı konuyu sadece köpek 3D kemikleriyle de öğrenebilirim” ifadesine verilen olumlu yanıt %36 iken, kararsızlar %30, olumsuz yanıt verenler ise %34 olmuştur. Bu sonucun da literatür de yapılan çalışmanın sonucuna benzer şekilde öğrencilerin tek alternatif olarak düşünmelerinin “kararsız” olduğu görölmektedir. Buna rağmen yapılan sınav sonucunun iki grup arasında da eşit olması, öğreticilik bakımından alternatif olarak kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar incelendiğinde bir başka çalışmada öğrencilerin hayvan kullanımının şart olduğunu beyan etmiş olmaları, bu çalışmamızdaki sonuçlar ile karşılaştırıldığında öğrencilerin daha ılımlı olduğunu göstermektedir (Özen ve Özen, 2010; Özen ve ark., 2009).

Literatürde kalbin yüzey anatomisinin öğretilmesinde 3D materyalin etkinliğinin ortaya konulduğu çalışmada 3D modellerinin öğrencinin başarısında herhangi bir dezavantaj oluşturmadığı sonucuna varılmıştır (Lim ve ark., 2016). Bu çalışmada da literatür ile paralel olarak iki grup arasındaki başarı durumunun birbirinden farklı olmaması, 3D materyallerin eğitimde olumsuz bir durum oluşturmadığını göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Birçok amaç için kullanılan 3D yazıcıların, anatomi laboratuvarında kadvraların belirli işlemlerden geçirilmesi sonucunda zahmetli bir şekilde elde edilen kemik materyallerinin üretilmesinde kullanılması çok büyük bir kolaylık olarak görölmektedir.

Çalışma yapılan iki öğrenci grubunun sınav başarısı arasında sayısal olarak çok büyük fark olmaması, hipotezimiz olan 3D kemikler ile yapılan uygulama eğitiminin en az gerçek kemikler ile yapılan uygulama eğitimi kadar başarılı olduğunu göstermiştir.

Bu çalışmaya katılan öğrencilerin yaklaşık olarak %60'ının 3D kemiklerin hijyen konusunda kendilerini rahat hissettirmiş olması 3D kemiklerin biyogüvenlik açısından kullanıcı tercihi bir materyal olduğunu göstermektedir.

3D kemiklerin eğitimdeki etkinliğinin kanıtlanmış olduğu bu çalışma süresince birebir deneyimlemiş olduğumuz 3D kemiklerin avantajlarını şunlardır:

- Hayvan materyali olmadığı için etik açıdan ve psikolojik açıdan hiçbir probleminin olmaması,
- Organik olmaması ve bundan dolayı hijyenik ve sağlığa zararsız olması,
- Elde edilme yönteminin geleneksel metotlara göre çok daha kolay olması,
- Özel saklama koşulları gerektirmemesi, her ortamda rahatlıkla çalışılabilir olması,
- Elde edilmiş olan dijital kemiklerin arşivlenerek istenilen zamanlarda istenilen miktarlarda ve istenilen boyutlarda 3D kemikler elde edilebilir olması.

Sonuç olarak 3D teknolojiler kullanılarak elde edilmiş olan kemiklerin eğitimdeki etkinliği açıkça ortaya konulmuş ve kullanıcıların da kısa süreli ve sınırlı miktarda materyal ile çalışmış olmalarına rağmen tercih edilebilir olduğunu beyan etmiş olmaları, bu teknolojinin Anatomi laboratuvarlarındaki eksikleri gidermede çok faydalı olacağı düşünülmektedir.

İlerleyen çalışmalarda üretilmiş olan 3D kemikler için dayanıklılık-çekme-germe testlerinin de yapılarak, gerçek kemikler ile aralarındaki farklılık ve benzerlikler ortaya konulabilir. Ayrıca yapılacak yeni çalışmalarda 3D kemiklerin ağırlıklarının tartılarak gerçek kemikler ile aralarındaki farklılığın ortaya konulması, 3D kemiklerin hafif olması durumunda ağırlığın artırılması için dolgu miktarında yapılacak değişiklikler ile bu parametrelerin belirlenmesi sağlanabilir. Sadece kemiklerin dış yüzeylerinin taranarak dış anatomik yapılarının oluşturulduğu bu teknikte 3D kemiklere uygulanacak intramedullar pin, levha, vida gibi cerrahi girişimlerde gerçek kemiklere kıyasla ne durumda olduklarını ortaya koyacak çalışmalar yapılabilir.

7. KAYNAKLAR

- Arslan N, Yaylacı B, Eyüpoğlu ND, Kürtüncü M. Sağlıkta Gelişen Teknoloji: Üç Boyutlu Yazıcılar. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 2018; 2(2): 99-110.
- Atalay HA, Değirmençtepe RB, Bozkurt M, Can O, Canatan HL, Altunrende F. 3D TeknolojininTıpta ve Üroloji’de Kullanım Alanları. Endoüroloji Bülteni, 2016; (9): 65-71.
- Aydın L. Küçük S, Üç Boyutlu Yazıcıyla Ayak Bileği Ortezinin Tasarımı ve Geliştirilmesi. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, 2014; 129-132.
- Aydoğdu A, Aydoğdu Y, Yakıncı ZD. Temel Radyolojik İnceleme Yöntemlerini Tanıma. İ.Ü. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi, 2017;5(2): 44-53.
- Bahar S, Karaoğlu İ, Özdemir V, Nayman A, Karaoğlu N, Turgut N, Aydoğdu S. 3 Boyutlu İnteraktif Veteriner Osteoloji Atlasının Hazırlanması; At, Sığır, Koyun ve Köpek. Tübitak, 2019; 1160385.
- Balcombe J. Dissection: The Scientific Case for Alternatives. Journal of Applied Animal Welfare Science, 2001;4(2): 117-126.
- Budras KD, Veteriner Anatomi Atlası (Köpek). Çeviri: Özcan S. Bölüm: Genel Anatomi. Türkçe; 1. Baskı. Medipres, Malatya, 2009;s.:144-162.
- Bulut AC. Düşük Maliyetli, Üç Boyutlu Bir Yazıcı Kullanılarak Oluşturulan Diş Modellerinin Değerlendirilmesi. Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 2020; 22(3): 461-469.

- Chen, M., Zhang, Y. Zhang Y, Effects of a 3D Printing Course on Mental Rotation Ability Among 10-year-old Primary Students. International Journal Of Psychophysiology, 2014;94(2): 120-261.
- Çelik İ, Karakoç F, Çakır MC, Duysak A. Hızlı protipleme Teknolojileri ve Uygulama Alanları, 2013;(31): 53-70.
- Dursun N. Veteriner Anatomi I. 12. Baskı. Medisan Yayınevi, Ankara 2008;s.:5-140.
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. General Anatomy: Dogs and Cats. Textbook of Veterinary Anatomy (4th ed). Chapter: 1,11-17. Saunders Elsevier China 2010; p.: 1-32, 374-490.
- Ekşi Sözlük (2 Kasım 2020). MR ve Tomografi Arasındaki Fark Nedir?. Erişim: [<https://seyler.eksisozluk.com/mr-ve-tomografi-arasindaki-fark-nedir>], Erişim Tarihi: 31 Ekim 2022.
- Erdoğan, HB. (2017) The Importance of Medical Imaging and Using 3D Printer, International Conference on Engineering Technologies, sf:5-8, E-ISBN: 978-605-67535-4-1.
- Garvin H, Dunn R, Sholts S. OsteoID Bone Identification (2022). Dog- Canis familiaris. Erişim: [<https://boneidentification.com/bones/dog-oscoxae/>], Erişim tarihi: 05 Aralık 2022.
- Garvin H, Dunn R, Sholts S. OsteoID Bone Identification (2022). Dog- Canis familiaris. Erişim: [<https://boneidentification.com/bones/dog-fibula/>], Erişim tarihi: 06 Aralık 2022.
- Gül M. Biyomedikal Mühendisliğinde Kullanım Amaçlı 3D Yazıcı Geliştirilmesi. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 2018; 2(3): 85-92.
- Güler O, Erdem OA. Mesleki Eğitimde Rtkileşimli 3B Eğitimin Uygulaması ve Stereoskopik 3B Teknolojisi Kullanımı. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2014; 7(3): 1-11.
- Gür Y. Bilgisayarlı Tomografi Verilerinden Anatomik Ayak Kemik Yapısının Ultraviyole Ledli 3 Boyutlu Yazıcı ile Üretimi: European Journal of Science and Technology, 2021; 22: 273-280.

- Gültiken ME. Plastik Model Kullanımı Veteriner Anatomi Eğitiminde Alternatif Olabilir mi?. *Animal Health, Production and Hygiene*, 2012; 1: 53-58.
- İlgün R, Karan M, Özkan ZE, Yılmaz S. Aksaray Malaklı Köpeklerinde Columna Vertebralis'in Makro-Anatomik Olarak İncelenmesi. *Fırat Üniv Sağ Bil Vet Derg*, 2017; 31(2): 117-121.
- İlgün R, Özüdoğru Z. Macroanatomical and Morphometric Investigation of Mandibula in Aksaray Malaklı Dogs. *Van Veterinary Journal*. 2020; 31(1): 7-11.
- Karagöz İ, Danış Bekdemir A, Tuna Ö. 3B Yazıcı Teknolojilerindeki Kullanılan Yöntemler ve Gelişmeler Üzerine Bir Derleme. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021; 9: 1186-1213.
- Karasaka L. Beg AAR, Yersel Lazer Tarama Yöntemi ile Farklı Geometrik Özelliklerin Modellenmesi. *Journal of Geomatics*, 2021; 6(1): 54-60.
- Kökhan S, Özcan U. 3D Yazıcılarının Eğitimde Kullanımı. *Bilim, Eğitim, Sanat ve Teknoloji Dergisi (BEST DERGİ)*, 2018; 2(1): 81-85.
- König HE, Liebich HG, Aurich C, Bragulla H, Budras KD, Forstenpointner G, Fries R, Kneissl S, Ludewig E, Maierl J, Misek I, Mülling C, Oechtering G, Paulsen P, Peham C, Perez W, Plendl J, Probst A, Reese S, Ruberte J, Seeger J, Sora MC, Sotonyi P, van den Hoven R, Weissengruber G. *Veterinary Anatomy of Domestic Mammals (6th ed)*. Çeviri: Kürtül İ, Türkmenoğlu İ. Bölüm Çeviri: Türkmenoğlu İ, Soygüder Z, Yılmaz O, Yıldız D, Aslan K, Özdemir D, Özüdoğru Z, Balkaya H. Bölüm: Giriş ve Genel Anatomi, Aksiyal İskelet, Ön Bacaklar, Arka Bacak. *Evcil Memeli Hayvanlar Veteriner Anatomi Türkçe (1. Baskı)*. Medipres Yayıncılık, Malatya 2015; s.: 1-20, 53-293.
- Kuzu Demir EB, Çaka C, Tuğtekin U, Demir K, İslamoğlu H, Kuzu A. Üç Boyutlu Yazdırma Teknolojilerinin Eğitim Alanında Kullanımı: Türkiye'deki Uygulamalar. *Ege Eğitim Dergisi*, 2016; (17)2: 481-503.
- Lim KHA, Loo ZY, Goldie SJ, Adams JW, McMenamin PG. Use of 3D Printed Models in Medical Education: A Randomized Control Trial Comparing 3D Prints Versus Cadaveric Materials for Learning External Cardiac Anatomy. *Anat Sci Educ*, 2016; 9: 213-221.

- Mahmud AA, Mussa T. Comparative Anatomy of Forelimb Bones of Black Bengal Goat and Indigenous Dog: An Over View. *American Journal of Agricultural Science Engineering and Technology*, 2016; 3(1): 45-55.
- McGurk M, Potamianos P, Amis AA, Goodger MN. Rapid Prototyping Techniques for Anatomical Modelling in Medicine. *Ann R Coll Surg Engl*, 1997; 79: 169-174.
- Miller ME, Christensen GC, Evans HE. *Anatomy of The Dog*. Bölüm: The Skeletal System. İngilizce; 1. Baskı. W.B. Saunders Company, Tokyo, Japan, 1964;s.:1-95.
- Nowinski WL, Chua BC, Qian GY, Nowinska NG. The Human Brain in 1700 Pieces: Design and Development of a Three-dimensional, Interactive and Reference Atlas. *Journal of Neuroscience Methods*, 2012; 204: 44-60.
- Özen A, Özen R, Yaşar A, Armutak A, Bayrak S, Gezman A, Şeker İ. Türk Veteriner Hekimliği Öğrencilerinin ve Eğitimcilerin Hayvanların Ahlakî Konumları ve Türlerin Derecelendirilmesine İlişkin Tutumları. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2009; 15(1): 111-118.
- Özen R, Özen A. Erciyes Üniversitesi Öğrencilerinin Araştırmalarda Hayvan Kullanımına Yaklaşımları. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2010; 16(3): 477-481.
- Papadopoulos MA, Jannowitz C, Boettcher P, Henke J, Stolla R, Zeilhofer H, Kovacs L, Erhardt W, Biemer E, Papadopoulos NA. Three-dimensional fetal cephalometry: an evaluation of the reliability of cephalometric measurements based on three-dimensional CT reconstructions and on dry skulls of sheep fetuses. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2005; 33: 229-237.
- Pasquini C, Spurgeon T, Pasquini S. *Anatomy of Domestic Animals, Systemic and Regional Approach*. 3. Ed. Sudz Publishing, Texas, 1996.
- Popesko P. *Atlas der Topografischen Anatomie der Haustiere*. Almanca; 6. Baskı. Enke Verlag, Almany, 1997; 180-181.
- Rengier F, Mehndiratta A, Tengg-Kobligk H. von, Zechmann CM, Unterhinninghofen R, Kauczor H.U, Giesel F.L. 3D Printing Based on Imaging Data: Review of Medical Applications. *Int J CARS*, 2010; 5: 335-341.

- Santoso SM, Wicker SB. The Future of Three-dimensional Printing: Intellectual Property or Intellectual Confinement?. *New Media & Society*, 2016; 18(1): 138-155.
- Sarıtaş S, Kibar MK, Yakar M, Akkuş C, Aydın M. 3B Tarayıcı Tasarımı ve Protip Üretimi. *International Journal Of 3d Printing Technologies And Digital Industry*, 2019: 621-627.
- Sezer H, Şahin H. 3D Baskı Materyalinin Eğitimde Kullanımı: QUA VADİS?. *Tıp Eğitim Dünyası*, 2016; (46): 5-13.
- Südor S. Üç Boyutlu Modelleme Bilgisinin Unity Programı Öğrenimine Katkısı. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2019; 10(2): 126-134.
- Şahin K, Turan BO. Üç Boyutlu Yazıcı Teknolojilerinin Karşılaştırmalı Analizi: Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 2018; 2(2): 98-116.
- Tıbbi Görüntüleme Sistemleri. Erişim: [https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/bilgisayar_43dea.pdf], Erişim Tarihi: 25 Ekim 2022.
- Tomlinson J, Fox D, Cook JL, Keller GG. Measurement of Femoral Angles in Four Dog Breeds. *Veterinary Surgery*, 2007; 36: 593-598.
- Varkey M, Atala A. Organ Bioprinting: A Closer Look At Ethics And Policies. *Wake Forest Journal Of Law & Policy*, 2015; 5(2): 275-298.
- Yavuz E, Yılmaz S. Diş hekimliğinde Yeni ve Hızla İlerleyen Üretim Teknolojisi: 3 Boyutlu Yazıcılar. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 2021; 7(2): 197-205.
- Yıldırım G, Yıldırım S, Çelik E. Yeni Bir Bakış - 3 Boyutlu Yazıcılar ve Öğretimsel Kullanımı: Bir İçerik Analizi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2018; 13(25): 163-184.
- Yüksel H, Bulut M.O. Üç Boyutlu Tarama Sistemleri. *Journal of Textiles and Engineer*, 2019; 26(116): 406-414.
- Yüksel Z. Manyetik Rezonans Görüntüleme Fizik Temelleri ve Sistem Bileşenleri. *BSJ Eng Sci*, 2019; 2(2): 57-65.

ERCİYES ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURULU
PROJE ONAY FORMU

Projenin Adı	“Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Yazıcı Kullanarak Hayvan İskeleti Yapımı ve Eğitimdeki Etkinliğinin Araştırılması”
Projenin Niteliği	Proje
Proje Araştırmacıları	İmdat ORHAN (Sorumlu Araştırmacı)
Sorumlu Araştırmacının Haberleşme Bilgileri	İmdat ORHAN (Sorumlu Araştırmacı) Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi E-posta adresi: imdatorhan@erciyes.edu.tr

KARAR:

Etik Kurulumuza başvuran **İmdat ORHAN**’ın, “**Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Yazıcı Kullanarak Hayvan İskeleti Yapımı ve Eğitimdeki Etkinliğinin Araştırılması**” adlı çalışması değerlendirilerek aşağıdaki sonuca ulaşılmıştır.

Proje etik açıdan uygun bulunmuştur. ☒

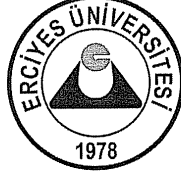
Projenin etik açıdan geliştirilmesi gerekmektedir. ☐

Proje etik açıdan uygun bulunmamıştır. ☐

28/12/2021

ADI SOYADI

Etik Kurul Başkanı	Prof. Dr. Atabey KILIÇ
Etik Kurul Başkan Yrd.	Prof. Dr. Kasım KARAMAN
Üye	Prof. Dr. Celal YILDIZ
Üye	Prof. Dr. Mustafa KARAGÖZ
Üye	Prof. Dr. Hakan AYDIN
Üye	Prof. Dr. Mikail AKBULUT
Üye	Prof. Dr. Habibe ŞAHİN
Üye	Prof. Dr. Ahmet HASKÖSE
Üye	Doç. Dr. Burak ADIGÜZEL



T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU
(EÜHADYEK)



03.03.2022

Sayı : 22/050
Konu : 22/050

Sayın Dr.Öğr.Üyesi İmdat ORHAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Anatomi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programına kayıtlı 4022430010 nolu öğrenci Meryem AKYÜREK'in, "**Üç Boyutlu Lazer Tarayıcı ve Yazıcı Kullanarak Köpek İskeleti Yapımı ve Eğitimdeki Etkinliğin Araştırılması**" isimli tezinde köpek iskeletinin kullanılması gerektiği, gerekli kemik materyalinin Veteriner Fakültesi Anatomi Laboratuvarında mevcut olduğu hususundaki dilekçeniz 02.02.2022 tarihinde görüşülmüş ve HADYEK yönergesinin 8.Maddesi K fıkrasının 2. Bendinde belirtilen "Ölü hayvan veya dokusu, mezbaha materyalleri, atık fetuslar ile yapılan prosedürler" çerçevesinde çalışmanız HADYEK iznine tabi değildir, oybirliği ile karar vermiştir.

Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.

Evrak Tarih ve Sayısı: 17.02.2022-201622



T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı
Yazı İşleri



Sayı : E-33238120-622.02-201622
Konu : Tez Çalışması Anket Kurum İzni

17.02.2022

TEMEL BİLİMLER BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 17.02.2022 tarih ve 201155 sayılı yazınız.

Fakültemiz Anatomi Anabilim Dalı Veteriner Anatomisi yüksek lisans programı öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi İmdat ORHAN'ın danışmanı olduğu yüksek lisans öğrencileri Meryem AKYÜREK ve Sinem Gül FİDANCI ile Dr. Öğr. Üyesi Gonca KAMACI ÖZOCAK'ın danışmanı olduğu yüksek lisans öğrencisi Barış ŞAHİN'nin yüksek lisans tez çalışmalarında 2022 - 2023 eğitim öğretim yılı Güz Dönemi Anatomi I derslerinde öğrencilere 3D materyal ile uygulama dersi yapılarak ardından öğrencilerin görüşünü bildiren bir anket çalışması yapılmasının planlandığı ilgi yazı ile bildirilmekte olup söz konusu anket çalışmasının yapılması Dekanlığımızca uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Abdullah İNCİ
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSN8MTJKMH Pin Kodu :21692

Belge Takip Adresi : http://ebys.erciyes.edu.tr/enVision-Sorgula/validate_doc.aspx?eD=BSN8MTJKMH&eS=201622

Adres:Yenidoğan Mahallesi Hulusi Behçet Caddesi 38280 Talas KAYSERİ
Telefon:+90 352 339 94 84 Faks:+90 352 337 27 40
e-Posta:veteriner@erciyes.edu.tr Web:http://veteriner.erciyes.edu.tr/
Kep Adresi:erciyesuni@hs01.kep.tr

Bilgi için: İbrahim Öcal
Unvanı: Bilgisayar İşletmeni
Tel No: 29507



ÜÇ BOYUTLU LAZER TARAYICI VE YAZICI KULLANARAK KÖPEK İSKELETİ YAPIMI VE EĞİTİMDEKİ ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

ORJİNALLIK RAPORU

% 3	%	% 3	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

- 1** Handan EREN, Sinan AYDOĞAN, Gülcan EYÜBOĞLU, Evrim EYİKARA et al. "Determining the Effects of Education and Counseling on Nursing Students' Professional Values and Caregiver Roles: A Longitudinal Study", Türkiye Klinikleri Journal of Medical Ethics-Law and History, 2022 **<%1**
Yayın
- 2** KARAN, Meryem and YILMAZ, Sadık. "Yaban Domuzlarında (Sus scrofa) Viscerocranium'u Oluşturan Kemiklerin Makro-Anatomik Olarak İncelenmesi", Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri, 2016. **<%1**
Yayın
- 3** "Poster Özetleri / Poster Abstracts", Turkish Journal of Biochemistry, 2015 **<%1**
Yayın
- 4** Derek Andrew Rosenfield, Nicole Fidalgo Paretsis, Priscila Rocha Yanai, Cristiane Schilbach Pizzutto. "Gross Osteology and **<%1**

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı : Meryem AKYÜREK

Uyruğu : Türkiye (TC)

EĞİTİM

<u>DERECE</u>	<u>KURUM</u>	<u>MEZUNİYET</u>
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi	(2020- 2023)
Lisans	Anadolu Üniversitesi	(2015-2019)
Lise	Hisarcıkhoğlu Fen Lisesi	(2010-2014)

YABANCI DİL

İngilizce; Okuma: iyi; Yazma: iyi; Konuşma: iyi

KURS-SERTİFİKA

Biyolojide Güncel Alanlar (Mayıs 2019)

Uygulamalı Projeleri Sunum Etkinliği (Mayıs 2019)

Bitirme Tezi: GELECEĞİN TATLANDIRICISI: *Stevia rebaudiana* Bertoni (şeker otu)

BİLGİSAYAR

Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı): Çok iyi

Ms Office: Çok iyi