



**T.C.**  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
TR, Balıkesir University, Institute of Health Sciences

**KEDİLERDE ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ  
GÖRÜNTÜLERİ İLE VERTEBRAL İMPLANT  
KONUMUNUN BELİRLENMESİNİN CERRAHİ ÖNCESİ  
PLANLAMA ÜZERİNE ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇETİN BOZKURT**

**Cerrahi (Veteriner) Anabilim Dalı**  
Bilim Alan Kodu: 10102.06



**BALIKESİR**  
2025

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KEDİLERDE ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ  
GÖRÜNTÜLERİ İLE VERTEBRAL İMPLANT KONUMUNUN  
BELİRLENMESİNİN CERRAHİ ÖNCESİ PLANLAMA ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇETİN BOZKURT**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. GÖKSEN AYALP**

**Cerrahi (Veteriner) Anabilim Dalı**

**Bilim Alan Kodu: 10102.06**

**BALIKESİR**

**2025**



T.C.  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**TEZ KABUL VE ONAY**

Veteriner Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı  
çerçevesinde **Çetin BOZKURT** tarafından yürütülmüş ve tamamlanmış olan

**“Kedilerde Üç Boyutlu Bilgisayarlı Tomografi Görüntüleri ile Vertebral İmplant  
Konumunun Belirlenmesinin Cerrahi Öncesi Planlama Üzerine Etkileri”**

başlıklı tez çalışması,  
Balıkesir Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin  
ilgili maddeleri uyarınca aşağıdaki jüri tarafından  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Tez Savunma Tarihi: 07 /01 / 2025**

**TEZ SINAV JÜRİSİ**

Prof. Dr. Ayşe TOPAL  
Bursa Uludağ Üniversitesi  
(**Başkan**)

Prof. Dr. Göksen AYALP  
Balıkesir Üniversitesi  
Üye (**Danışman**)

Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Tolga  
AKYOL  
Balıkesir Üniversitesi  
Üye

Yukarıdaki Yüksek Lisans Tezi,  
sınav jüri üyeleri tarafından imzalanarak 24/01/2025 tarihinde teslim edilmiştir.

Prof. Dr. Şükrü Metin PANCARCI  
Enstitü Müdürü

## BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıpları kabullendiğimi **beyan ederim.**

24/012025

İmza

Çetin BOZKURT

## TEŐEKKÜR

Bu tez çalıŐmasının hazırlanmasında değerli katkılarıyla bana rehberlik eden, bilgi ve tecrübeleriyle çalıŐmalarımı Őekillendiren Sayın Prof. Dr. GökŐen Ayalp'e sonsuz teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca, bu süreçte bana sonsuz sabır, anlayıŐ ve sevgisiyle destek olan eŐim Ayşe Bozkurt'a en içten teŐekkürlerimi iletmek isterim. Tezimin çeşitli aŐamalarında yardımlarını esirgemeyen Melike etin, Burak Özpınar, Melih Can Kara, Mehmet etin ve Zühre Aleyna Ede'ye de değerli katkıları için minnettarlığımı sunuyorum. Bu süreçte sağladıkları destek ve katkılar, çalıŐmalarımı daha ileriye taşıyabilmem adına son derece kıymetli olmuştur.

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
TABLolar DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Columna Vertebralis'in Anatomisi.....	5
2.1.1. Vertebraların Özellikleri.....	5
2.1.2. Servikal Vertebralar .....	6
2.1.3. Torakal ve Lumbal Vertebralar .....	7
2.1.4. Sakrum ve Kaudal Vertebralar .....	9
2.1.5. Medulla Spinalis .....	9
2.1.6. Meninksler .....	10
2.1.7. İntervertebral Diskler .....	10
2.1.8. Ligamanetler.....	10
2.2. Columna Vertebralis'in Muayenesi.....	11
2.2.1. Fiziksel Muayene .....	11
2.2.2. Nörolojik Muayene.....	11
2.2.3. Laboratuvar Muayenesi (BOS Analizi).....	12
2.3. Columna Vertebralis'in Görüntüleme Yöntemleri .....	12
2.3.1. Radyografi .....	12
2.3.2. Miyelografi .....	13
2.3.3. Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme .....	14
2.3.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT) .....	14

2.4.	Omurganın Stabilizasyonu.....	16
2.4.1.	Konservatif Sağaltım.....	16
2.4.2.	Operatif Sağaltım .....	17
2.4.2.1.	Columna Vertebralisin Dekompresif Prosedürleri.....	17
2.4.2.2.	Redüksiyon ve Cerrahi Fiksasyon .....	22
<b>3.</b>	<b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>31</b>
3.1.	Gereç.....	31
3.2.	Yöntem .....	37
3.2.1.	BT Görüntülerin Elde Edilmesi.....	37
3.2.2.	Tomografik ölçümler.....	38
3.2.3.	İmplant.....	40
3.2.3.1.	Uygulama Sonrası İmplant Değerlendirmesi.....	42
3.2.4.	Verilerin İstatistiksel Analizi.....	43
<b>4.</b>	<b>BULGULAR.....</b>	<b>45</b>
4.1.	Hayvanların Tomografi Görüntülerinin Elde Edilmesi .....	45
4.2.	Vertebraların Ortalama Ölçümlerinin Belirlenmesi .....	46
4.2.1.	Torakal Vertebraların Ortalama Değerleri .....	48
4.2.2.	Lumbal Vertebraların Ortalama Değerleri .....	50
4.3.	Uygulama Sonrası İmplant Değerlendirmesi.....	51
<b>5.</b>	<b>TARTIŞMA.....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>64</b>
	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>66</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>
	<b>EKLER.....</b>	<b>73</b>
	<b>EK-1 ETİK KURULU ONAY FORMU .....</b>	<b>73</b>

## ÖZET

# KEDİLERDE ÜÇ BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİ İLE VERTEBRAL İMPLANT KONUMUNUN BELİRLENMESİNİN CERRAHİ ÖNCESİ PLANLAMA ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışma, kedilerde üç boyutlu bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüleri kullanılarak vertebral implant konumunun cerrahi öncesi planlama üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada kullanılan kadavralar üzerinde vertebral stabilizasyon amacıyla pediküllü vida yerleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Klavuz yöntemi ve serbest el tekniği karşılaştırılarak cerrahi doğruluk ve komplikasyon oranları değerlendirilmiştir. Klavuz tasarımı, BT görüntüleme verileri ile belirlenen güvenli implantasyon koridorlarına dayanılarak hazırlanmış, vidaların ideal yerleştirme açıları ve mesafeleri göz önünde bulundurulmuştur.

Klavuz yöntemi kullanılarak yapılan vidalamalarda herhangi bir komplikasyona rastlanmazken, serbest el tekniği ile yapılan uygulamalar sonrası, özellikle T12, T13, L4 ve L5 vertebralarında ciddi anatomik sapmalar ve spinal kanal invazyonları gözlemlenmiştir. Sağ taraftan yerleştirilen vidalarda medulla spinalis invazyonu (%40 oranında) daha sık görülmüş, sol tarafta ise spinal kanal invazyonunun (%30 oranında) daha yaygın olduğu tespit edilmiştir. Klavuz kullanılarak yapılan vidalamalarda, alfa açıları ve vidaların yerleştirme doğruluğu arasında tam uyum sağlanmıştır; ancak serbest el yönteminde T12 ve L5 arasında ölçülen açılar arasındaki farkların belirgin olduğu gözlenmiştir.

Bu bulgular, BT verilerinin cerrahi öncesi planlamada kullanımının doğruluğu artırabileceğini ve klavuz kullanılarak yapılan girişimin cerrahi komplikasyonları en aza indirme potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

*Anahtar Kelimeler: Bilgisayarlı tomografi, Kedi, Klavuz, Vertebra spinalis*

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECTS OF VERTEBRAL IMPLANT POSITION DETERMINATION WITH THREE-DIMENSIONAL COMPUTED TOMOGRAPHY IMAGES ON PREOPERATIVE PLANNING IN CATS**

This study aims to investigate the effects of vertebral implant position on preoperative planning using three-dimensional computed tomography (CT) images in cats. Pedicled screw placement procedures for vertebral stabilization were performed on cadavers used in the study. Surgical accuracy and complication rates were evaluated by comparing the drill guide method and the freehand technique. The drill guide design was based on safe implantation corridors determined by CT imaging data, and ideal placement angles and distances of the screws were taken into consideration.

While no complications were encountered in screw placements using the drill guide method, serious anatomical deviations and spinal canal invasions were observed, especially in the T12, T13, L4 and L5 vertebrae, after applications using the freehand technique. Medulla spinalis invasion (40%) was more common in screws placed from the right side, while spinal canal invasion (30%) was more common on the left side. Screwing using the drill guide resulted in complete agreement between alpha angles and screw placement accuracy; however, the differences between the angles measured between T12 and L5 in the freehand method were significant.

These findings suggest that the use of CT data in preoperative planning can improve accuracy and that guided intervention has the potential to minimize surgical complications.

**Keywords:** *Computed tomography, Cat, Drill guide, Columna Vertebralis*

## SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°	: Derece
3D PDG	: Üç Boyutlu Hastaya Özel Matkap Kılavuzları
3D	: Üç Boyutlu
AMN	: Alt Motor Nöron
BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
C	: Servikal
CAS	: Bilgisayar Destekli Cerrahi
CdIP	: İmplant Yerleştirme Noktasına Kaudal Mesafe
CPS	: Servikal Pediküllü Vida
CrIP	: İmplant Yerleştirme Noktasına Kraniokaudal Mesafe
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
EDTA	: Etilendiamin Tetraasetik Asit
H	: Hidrojen
L	: Güvenli Koridor Uzunluğu (İmplant Yerleştirme Noktası İle Vertebral Pedikül Arasındaki Mesafe)
MLIP	: İmplant Yerleştirme Noktasına Mediolateral Mesafe
MR	: Manyetik Rezonans
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
msVBD	: Midsagittal Vertebral Gövde Derinliği
PMMA	: Polimetilmetakrilat
Proc.	: Processus
psVBD	: Parasagittal Vertebral Gövde Derinliği
RF	: Radyo Frekans
S	: Sakral
T	: Torasik
ÜMN	: Üst Motor Nöron
VBL	: Vertebral Gövde Uzunluğu
VD	: Ventrodorsal

W : Güvenli Koridor Genişliği (Spinal Kanal İle Aksiyal Foramen Arasındaki Mesafe)

$\alpha$  : Optimal Yerleştirme Açıı

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 2.1. Kedide Columna Vertebralis. ....	5
Şekil 2.2. Üç Komşu Lomber Vertebrada Gösterilen Vertebral Kolonun Üç Kompartmanı.....	6
Şekil 2.3. Torakal (T11) ve Lumbal (L5) Vertebra Anatomisi. ....	8
Şekil 2.4. (A) Hemilaminektomi, (B) Mini-Hemilaminektomi veya Pedikülektomi veya Foraminotomi Yaklaşımını ve Kemik Defektini Gösteren Çizimler. .....	19
Şekil 2.5. Dorsal Anulusu ve Kemiğin İç Kortikal Tabakasının Kalan İnce Tabakasını Çıkarmak için Kullanılan Mikro-Kerrison (1mm) Rongeurlar. .....	21
Şekil 2.6. Spinal Plak Uygulamasının Şematik Gösterimi.....	23
Şekil 2.7. Torakolomber Omurganın Spinal Stapler Uygulamasının Lateral (A) ve Dorsoventral (B) Radyografik Projeksiyonları. ....	25
Şekil 2.8. Omurga Kırıkları ve Luksasyonlarının Onarımı için Pin ve Kemik Çimentosu Kullanımı. ....	26
Şekil 2.9. L6 Kırığı Olan Bir Kedi. ....	27
Şekil 2.10. Monokortikal Vida/Pmma Yapısının Gösterimi.....	28
Şekil 2.11. Lomber Omurgada Pediküllü Vida Sisteminin Bilateral Uygulamasını Gösteren Model. ....	30
Şekil 3.1. Tez Çalışmasında Kullanılan Örnek Bir Kadavrada Tomografi Çekimi (Olgu No: 5). ....	31
Şekil 3.2. Çalışmada Kullanılan Tek Dedektörlü (A) Çok Kesitli (B) Bir Bt Cihazı.33	33
Şekil 3.3. Tomografi Muayenesinde Kullanılan Bilgisayarlı Görüntüleme Sistemi. 33	33
Şekil 3.4. Baskısı Alınacak Lumbal (A) ve Torakal (B) Vertebraların Örnek Bir Rekonstrüksiyonu (Olgu No: 3). ....	34
Şekil 3.5. Omurgaların Basılması için Kullanılan Filament Bazlı 3D Printer Yazıcı. .....	34
Şekil 3.6. Örnek Bir Klavuz Tasarımı (Olgu No: 3). ....	35
Şekil 3.7. Çalışmamızda Kullanılan Vesta Vertebral Stabilizasyon Seti.....	36
Şekil 3.8. Çalışmamızda Kullanılan Cerrahi Şarlı Drill.....	36

Şekil 3.9. Çalışmamızda Kullanılan Pediküllü Vidalar. ....	37
Şekil 3.10. T12 ve T13 Vertebra için Optimum Güvenli İmplantasyon Koridorları. ....	39
Şekil 3.11. L4 ve L5 Vertebra için Optimum Güvenli İmplantasyon Koridorları. ....	40
Şekil 3.12. Serbest El Vida Uygulaması (Olgu No: 7). ....	41
Şekil 3.13. 3D Yazıcı ile Üretilmiş Torakal Vertebra ve Klavuz (Olgu No: 3).....	41
Şekil 3.14. Tomografisi Alınan Torakal ve Lumbal Vertebralar. ....	42
Şekil 4.1. Tomografi Alınan Vertebra Spinalisin 3D Görünümü (Olgu No: 1).....	45
Şekil 4.2. Termal Haritalama (Thermal Map) Yöntemi Kullanılarak İncelenen Vidalar (Olgu No: 12). ....	46
Şekil 4.3. Klavuz Kullanılarak Uygulanan Vidanın Thermal Map ile Değerlendirilmesi (Olgu No: 4). ....	52
Şekil 4.4. Corpus Vertebra'nın Ön Sınırını Aşan Pediküllü Vida (Olgu No: 10). ....	53
Şekil 4.5. Spinal Kanala İnvaze Olan Pediküllü Vida (Olgu No: 12).....	54

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1.</b> Omurilik Dekompresyon Teknikleri ve Endikasyonları.....	17
<b>Tablo 2.2.</b> Omurga Kırıklarının ve Luksasyonlarının Lokalizasyonu, Tipleri ve Stabilizasyon Yöntemleri.....	22
<b>Tablo 3.1.</b> Çalışma Sürecinde Kullanılan Kadavraların Eşkal Bilgileri.....	32
<b>Tablo 4.1.</b> Gözlemciler Arası Korelasyonlar.....	47
<b>Tablo 4.2.</b> Torakal 12. Omur Değerlendirilmesi için Elde Edilen Ölçümler (N=6). 49	49
<b>Tablo 4.3.</b> Torakal 13. Omur Değerlendirilmesi için Elde Edilen Ölçümler (N=6). 49	49
<b>Tablo 4.4.</b> Lumbal 4. Omur Değerlendirilmesi için Elde Edilen Ölçümler (N=6). ..	50
<b>Tablo 4.5.</b> Lumbal 5. Omur Değerlendirilmesi Elde Edilen Ölçümler (N=6). .....	51

## 1. GİRİŞ

Kedilerde ve köpeklerde columna vertebralis lezyonları, çoğunlukla medulla spinalis yaralanmaları ile görülür. Bu yaralanmalar motorlu araç kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, küt travmalar, kapı aralığına sıkışma, ısırık yaraları gibi şiddetli travmalar sonucu ortaya çıkmaktadır. Columna vertebralis ve medulla spinalis'te şekillenen yaralanmalarda, lezyonun olduğu bölgeye göre değişen ve çoğunlukla nörolojik nitelikte klinik semptomlar ortaya çıkar (Braund, 1990). Klinik olarak travmanın şekillendiği yere bağlı tetrapleji, parapleji, idrar ve dışkılamamanın yapılamaması, kifoza, şiddetli ağrı gibi tanımlayıcı klinik bulgular görülebileceği gibi, hayvanın mizacı nedeni ile diğer travmatik durum ve yaralanmalar ile de bulgular karışabilir. Bu kapsamda spinal travmalarda acil, doğru ve detaylı tanı ve doğru cerrahi teknik morbiditenin azaltılması açısından çok önemlidir (Bruce, 2008a). Torasik ve lomber omurgada travmatik yaralanması olan 30 kedi üzerinde yapılan bir çalışmada, genel hayatta kalma oranı %50 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada, paraplejisi olan ve derin ağrı algısı olmayan kedilerin hiçbirinde fonksiyon geri kazanılmamıştır (Grasmueck ve Steffen, 2004).

Vertebra kırıkları ve çıkıkları, kedilerde sıklıkla teşhis edilen yaralanmalardır ve bölge olarak lumbal vertebraların etkileniminin tüm travma hastalarının yaklaşık dörtte birini oluşturduğu bildirilmektedir (Beer, 2018). 92 kedide omurilik yaralanması insidansını gözden geçiren yeni bir çalışmada, vakaların %24-32'sinin servikal omurgayı kapsadığını ve vakaların %8'inin travmatik bir etiolojiye sahip olduğu bildirilmiştir (Espadas, 2018). Torakolomber omurga, spinal travmaların en sık görüldüğü yerdir ve stabil olan torasik omurga ile esnek olan lomber omurga arasında bir arayüz oluşturarak bu bölgede doğal bir basınç yükselticisi olduğundan en çok T13-L1 etkilenir (Shores ve Brisson, 2023). Torakolomber kırıkları ve luksasyonları olan kedilerde kaudal segmentin dorsale doğru yer değiştirme eğilimi varken, köpeklerde kaudal segmentin ventrale doğru yer değiştirmesi daha sık görülür (Bali, 2009). Vertebra kırığı/luksasyonu olan kedilerin %30-83'ünde yaşamı tehdit edebilecek eşzamanlı yaralanmalar vardır. Politravmatik yaralanmaları olan kediler, tek yaralanması olan kedilere göre daha fazla ölüm riski altındadır (Hernon, 2018).

Vertebral kırıklar, tek başına veya luksasyonlarla birlikte köpek ve kedilerde omurilik yaralanmasına neden olur. Tedavi seçenekleri hastanın nörolojik durumuna ve vertebral fraktur-luksasyonun biyomekanik ve kompresif özelliklerine bağlıdır (Vallefuoco, 2013).

Modern biyomedikal görüntüleme teknikleri ile tıbbi görüntülerin elde edilmesinde en yaygın ve bilinen görüntüleme tekniği röntgen (X-ray) görüntülemedir. Bununla birlikte standart radyografi ile istenen vücut bölgesinin görüntüsü tek bir projeksiyon olarak elde edilir. Bu durum üst üste binen dokuların tek bir projeksiyonda anlaşılabilir bir şekilde görüntülenmesini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle farklı açılardan alınmış birkaç projeksiyonun işlenmesi sonucu, yapıların kesitler halinde görüntülenmesini sağlayan teknolojiler geliştirilmiştir. Kesit görüntüleme teknikleri kullanılarak, morfolojik özelliklerin katman katman ayırt edilebilir şekilde görüntülenmesi ve hayati derecede önemli bilgilerin çıkarılması mümkün olmaktadır (Kumrular ve Polat, 2021). Bu tekniklerden biri olan bilgisayarlı tomografinin (BT) kesit görüntü sağlama özelliği ile standart radyografiye olan üstünlüğü daha önce yapılmış çalışmalarda bildirilmiştir. BT'nin kırıkların ve sublüksasyonların saptanmasında radyografiden daha hassas olduğu bulunmuştur (Johnson, 2012).

Evcil hayvanlarda vertebral stabilizasyon; kırıklar ve luksasyonlar, konjenital deformiteler, diskospondilit veya neoplazi gibi potansiyel olarak instabiliteye neden olan çeşitli hastalıklar için gerçekleştirilir (Goffart, 2022). Cerrahi tedavi, omurganın redüksiyonu ve stabilizasyonu ile spinal dekompresyonundan oluşur (Vallefuoco, 2013). Vertebral stabilizasyon, travmatik vertebral kırıklar/çıkıklar ve vertebral instabilite gibi vertebral bozukluklarının tedavisinde endikasyon bulmaktadır (Espadas, 2018). Küçük hayvanlarda vertebral segmentleri stabilize etmek için polimetilmetakrilat (PMMA)'lı pinler ve vidalar, spinoz prosesler ve vertebral gövdeye plak uygulaması, germe bandı tekniği, modifiye segmental vertebral enstrümantasyon ve eksternal fiksasyon dahil olmak üzere çeşitli cerrahi teknikler kullanılabilir (Vallefuoco, 2013). Pin/vida ve PMMA kullanımı ilk tercih edilen tedavi yöntemi olmaya devam etmektedir. Vertebral stabilizasyonun etkinliği ve çok yönlülüğü sayesinde her boyuttaki köpekte tüm vertebraların stabilizasyonu için kullanılabilir (Espadas, 2018a).

Kedilerde vertebral instabiliteler için en yaygın iki fiksasyon tekniği; PMMA ve pin veya vidalı kompozit fiksasyon yoluyla gerilim bandı stabilizasyonunu ve vertebral gövde stabilizasyonunu kapsamaktadır (Beer, 2018). Kedilerde, pin/ vida veya PMMA uygulamalarında sadece 1.5-2 mm çap tercih edilmelidir (Espadas, 2018). Kedilerde spinal stabilizasyon teknikleri için benzer veriler eksiktir. Vida ve PMMA vertebral stabilizasyona kıyasla teknik olarak basit, düşük maliyetli, daha az invaziv ve hızlı olması nedeniyle germe bandı stabilizasyon tekniği bazı cerrahlar tarafından tercih edilmektedir (Beer, 2020). Güvenli vida yerleştirmenin, vida yerleştirme doğruluğunu optimize etmek için çeşitli yöntemler gerektiren anatomik noktalara dayalı standart kılavuzlara bağlı kalınarak sağlanamayacağı vurgulanmıştır (Beer, 2020). Ventral yaklaşım yoluyla servikal spinal dekompresyonu, kedilerde köpeklerle göre daha zordur ve kedilerde ventral slot prosedürünü takiben vertebral stabilizasyon gerektirebileceği öne sürülmüştür (Espadas, 2018). Vertebra kanalına veya foramenlere nüfuz etmekten ve vertebral nörovasküler yapıları zarar vermektan kaçınmak için, bikortikal implantların vertebra gövdelerine hassas bir şekilde yerleştirilmesi gerekir. İmplant konumlandırma için güvenli koridorlar köpek servikal vertebraında tanımlanmıştır. Ancak, kedi servikal vertebraında implant yerleştirme için güvenli koridorlara ilişkin bilgi eksiktir (Espadas, 2018). Vertebral bozuklukları olan hastaların güvenli ve başarılı tedavisi için implantların vertebral kanalı ihlal edip etmediğine dair postoperatif değerlendirme gereklidir. Vertebral kanala penetrasyon nöral ve vasküler yapıların iatrojenik yaralanmasına yol açarak hastanın kötüleşmesine ve hastanın iyileşme süresinin uzamasına neden olabilir. İmplantların konumlandırması için koridorlar ve açılar önerilmesine rağmen postoperatif süreçte mutlaka implantların konumu değerlendirilmelidir (Goffart, 2022). Komplikasyonlar arasında iatrojenik nörovasküler bozulma, implant başarısızlığı ve enfeksiyon yer alır (Hamilton-Bennett, 2018). Ne yazık ki önerilen 30–40° açılarda bikortikal pin yerleştirme bile nörovasküler yapılarda büyük bir iatrojenik travma ve kabul edilemeyecek kadar yüksek bir vertebral kanal ihlali riski taşımaktadır (Hettlich, 2013). Pinler veya vidalar ve PMMA, vertebral gövde plakası ve diğer birçok implant, vertebra gövdesinin ventral bölgesine yerleştirilir ancak vida veya pin gevşemesi ve migrasyonu, enfeksiyon ve çimento kırılması bildirilen komplikasyonlardandır. Ayrıca torakolumbal vertebra gövdelerinin ventralinde bulunan ana damarlar, periferik sinirler ve toraks boşluğu yaralanma riski altındadır. İatrojenik yumuşak doku hasarını

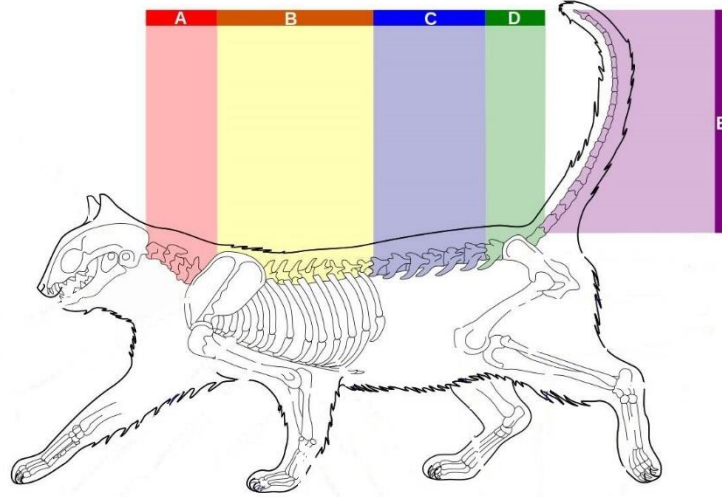
en aza indirmek ve implantların güvenli bir şekilde yerleştirilmesini sağlamak için floroskopi kullanılmaktadır (Knell, 2011). İmplantların yalnızca doğru açıyla yerleştirilmesiyle maksimum güvenlik ve iyi bir kemik stabilizasyonu sağlamaktadır (Vallefuoco, 2013).

Sunulan tez konusu önerisi ile ilgili olarak henüz literatürde sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu tezin amacı kedilerin omurlarında yapılacak ameliyatlarda, BT verileri ile yapılacak ameliyat öncesindeki planlamanın cerrahi işlem üzerindeki başarısının değerlendirilmesi ve omurga cerrahisi planlanan kedilerde güvenli implantasyon koridorlarının tanımlanmasıdır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Columna Vertebralis'in Anatomisi

Kediler ve köpeklerde kafatası ve columna vertebralis'in anatomisi, insanlara oldukça benzerdir. İnsanlarda olduğu gibi, columna vertebralis ağırlığı destekler ve medulla spinalis'i çevreler. Columna vertebralis (Şekil 2.1), vücudun dorsali boyunca yer alır ve başın tabanından kuyruğun ucuna kadar uzanır. Servikal (7 adet), torasik (13 adet), lumbal (7 adet), sakral (3 adet) ve kaudal (türlere göre değişken) olmak üzere beş bölgeye ayrılır (Thomas, 2022).



**Şekil 2.1.** Kedide columna vertebralis.

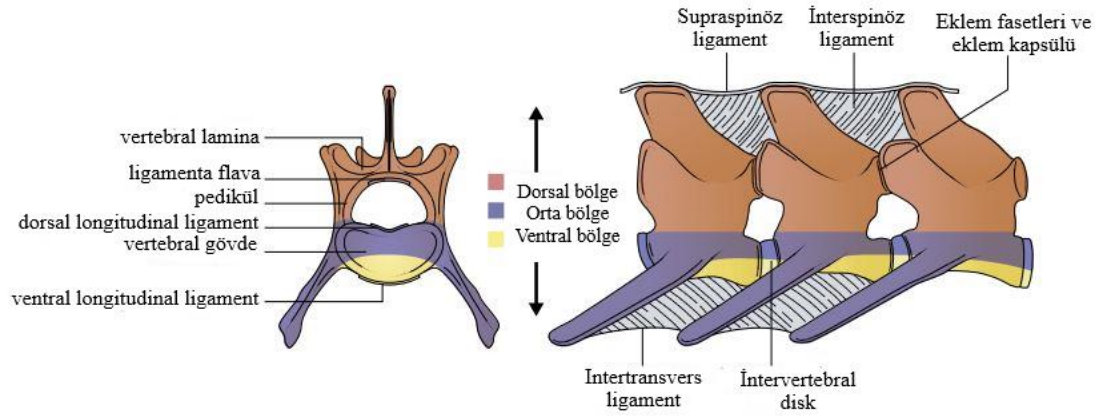
A: Servikal (boyun) vertebralar, B: Torakal (sırt) vertebralar, C: Lumbal (bel) vertebralar, D: Sakral vertebralar, E: Kaudal (kuyruk) vertebralar

([https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skeleton\\_diagram\\_of\\_a\\_cat.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skeleton_diagram_of_a_cat.svg))

#### 2.1.1. Vertebraların Özellikleri

Vertebralar, medulla spinalisin ventralinde bulunan corpus vertebra'ya sahip olup aralarında intervertebral diskler yer alır. Corpus vertebra, merkezde spongiyöz ve çevresinde ise sert bir kortikal tabaka halindedir. Her vertebra süngerimsi yapıda bir

arkus vertebra'ya (lamina) sahiptir. Küçük ırk köpeklerde laminalar oldukça incedir. Vertebraların çoğu (Şekil 2.2), corpus vertebra'dan lateral olarak çıkan; processus transversusa ve laminadan dorsal olarak çıkan; processus spinosusa sahiptir. Ayrıca burada eklem komponentleri ve kasların bağlandığı birer çift processus articularis bulunur. Vertebralar arasında, spinal sinir ve kan damarlarının yerleştiği dorso-lateral foramen intervertebralis bulunmaktadır (Dursun, 2008).



**Şekil 2.2.** Üç komşu lomber vertebrada gösterilen vertebral kolonun üç kompartmanı.

(Scott, 2022)

### 2.1.2. Servikal Vertebralar

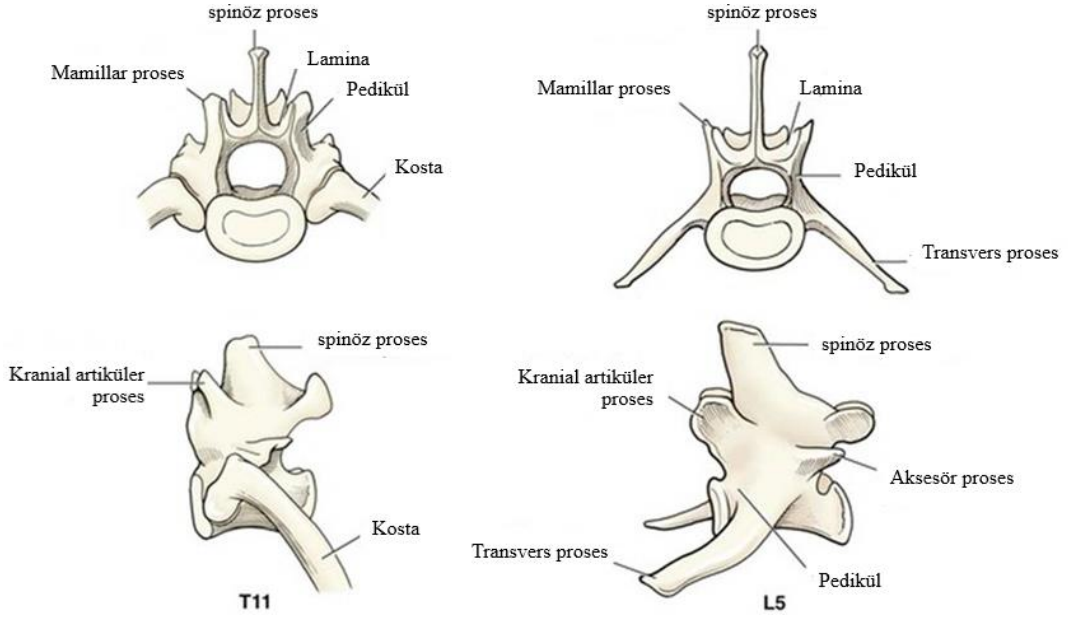
C1 (atlas) ve C2'nin (aksis) anatomik yapıları karmaşıktır ve omurganın geri kalanından büyük ölçüde farklıdır. C1 iyi gelişmiş prosesus articularislere sahiptir, belirgin gövdesi, uç plakaları veya prosesus spinosusları yoktur ve kranial ve kaudal prosesus articularisleri dışbükeydir. C1 oksipital kondüllerle kranial olarak atlantookspital eklemi, kaudal olarak C2 ile atlantoaksiyel eklemi oluşturur. C1'in kanatları, servikal kasların yapışması için çok sayıda çıkıntılı yapı barındırır. Lateral ve transversal foramina vertebral arterleri içerir. C2, uzun bir omur gövdesine ve büyük bir prosesus spinosusa sahiptir. Dens axis, C2'nin vertebra gövdesinden vertebral kanalın kranioventral yönüne doğru kranial olarak uzanan bir çıkıntıdır. C2'de küçük bir prosesus transversus, atlasın foveasıyla eklemlenen iki kranial

prosesus artikülerise ve bir kaudal uç plakasına sahiptir (Bartling, 2007; Sharp ve Wheeler, 2005; Thomas, 2022).

Boyun omurlarının tümünde ventro-lateral seyreden proc.transversus'lar C6'da daha ventrale yönelmiş ve oldukça belirgin bir görünüm kazanmıştır. Bu durum servikal omurlarda ventralden yapılacak cerrahi girişimler için belirleyici bir unsurdur (Devecioğlu, 1999).

### **2.1.3. Torakal ve Lumbal Vertebralar**

Bu vertebraların tümü benzer bileşenlere sahiptir (vertebra gövdesi, lamina, pedikül, eklem çıkıntıları, transversal çıkıntılar, dorsal spinosus çıkıntısı), ancak bu bileşenlerin boyutu ve şekli vertebral kolon boyunca büyük ölçüde farklılık gösterir (Şekil 2.3). Cerrah için özellikle önemli olan, ilk 10 ile son 3 torakal vertebra arasındaki farklar ve bunların birbirleriyle olan eklemleridir. Torakal vertebralar birçok yönden diğer omurlardan farklıdır. Torakal vertebra karşılık gelen kosta ile eklem yapar. Her torakal vertebranın kısa bir gövdesi, kısa prosesus articularisleri, uzun bir prosesus spinosusu olup, proc. transversusları küçüktür. Torasik omurların kaudal prosesus artikülerisleri ventrale bakar ve prosesus spinosusun tabanında bulunur (Bartling, 2007; Sharp ve Wheeler, 2005; Thomas, 2022).



**Şekil 2.3.** Torakal (T11) ve lumbal (L5) vertebra anatomisi.

(Evans, 2012)

İlk on torakal vertebra’da proc.spinosus’lar kaudal olarak, son iki vertebra da ise kranial olarak eğimlidir. T11’de proc.spinosus nispeten küçük ve dik olarak çıkar. Bu vertebra “antiklinial vertebra” olarak da bilinir. Bu durum torako-lumbal bölgenin radyografilerinde gözlenen önemli bir özelliktir (Dursun, 2008).

Lumbal vertebralar, torakal vertebralardan daha düzgün ve daha uzundur. Lumbal vertebralarda proc. spinosuslar, küt, kısa ve kraniyale doğru eğimlidir. Proc. transversuslar cranio-lateral çıkarlar. Lumbal vertebra’nın birincisinin proc. transversusu oldukça kısadır ve operasyonda torako-lumbal birleşme yerinin belirlenmesinde rol alır. Ancak son kostayla örtüldüğünden palpe edilmesi zordur. L7’nin proc. spinosusu kısa, proc. transversusu daha uzun ve dardır. Proc. articularisler, dorso-lateral yön alır (Dursun, 2008). Lumbal vertebralar, columna vertebralis’in fleksiyonuna ve ekstansiyonuna izin verir. Yanal fleksiyon ve rotasyon, özellikle L4-L5’te intertransvers eklemler nedeniyle çok sınırlıdır (Bartling, 2007; Sharp ve Wheeler, 2005; Thomas, 2022).

#### 2.1.4. Sakrum ve Kaudal Vertebralar

Sakrum morfolojik olarak diğer omurlardan çok farklıdır. Aksiyal düzlemde geniştir, kaynaşmış üç omurdan oluşur ve kraniyal olarak yedinci lumbal vertebra ile, kaudal olarak birinci kaudal vertebra ile ve lateral olarak ilium ile eklem yapar ve sakroiliak eklemi oluşturur. Dorsalde ve pelvik yüzey boyunca çoklu foramenler bulunur ve spinal sinirlerin ve kan damarlarının geçişine izin verir (Dursun, 2008; *The Canine and Feline Vertebrae*, 2023).

#### 2.1.5. Medulla Spinalis

Medulla spinalis; servikal ve lumbal (lumbosakral) genişlemeleri olan uzun bir sinir dokusu silindiri olarak tanımlanır. Spinal kordda; 8 servikal, 13 torasik, 7 lumbal, 3 sakral ve 5 kaudal segment bulunur. Medulla spinalis ve rootlar meninkslerle çevrili olarak vertebral kanal içinde yer alır. Vertebral kanalın duvarı ile spinal dura mater arasında yer alan epidural boşluk, değişken miktarda yağ içerir. Dura mater içinde, medulla spinalis iki taraflı dentikülat ligamentlerle asılır ve beyin omurilik sıvısı (BOS) ile dolu subaraknoid boşlukla çevrilidir. Dorsal ve ventral spinal rootlar, vertebral kanaldan intervertebral foramenlerde çıkan spinal sinirleri oluşturmak üzere birleşirler (Bartling, 2007; Sharp ve Wheeler, 2005; Thomas, 2022).

Medulla spinalis'in ve vertebraların farklı büyümesinin bir sonucu olarak, çoğu medulla spinalis segmenti, nominal olarak karşılık gelen omurlarına kraniyal olarak konumlandırılır. Ancak, memelilerde spinal segment uzunluğu omurilik boyunca değişkendir. Segmentler, C3'ten T2'ye giderek kısalır. Daha sonra torakolumber bileşkedeki segmentler nominal olarak karşılık gelen omurlar içinde olacak şekilde uzarlar. Bundan sonra, segmentler, kordon bir glia terminal filamentinde sona erene kadar kademeli olarak kısalır. Kauda ekina terimi, sakrum ve kuyrukta intervertebral foramenlere uzanan kaudal olarak ilerleyen spinal rootları ifade eder. Kauda ekinadaki hasar pelvik organları ve kuyruğu etkiler. Vertebralar palpe edilebildiği ve sıradan radyografilerde görüntülenebildiği için, vertebralara göre medulla spinalis segmentlerinin yerlerinin bilinmesi klinik olarak yararlıdır. Tipik olarak (çoğu köpek için) servikal genişleme C6-7 intervertebral diskte ortalanır; torakolumbal kavşağın

spinal segmentleri nominal olarak karşılık gelen omurlar içindedir; sakral segmentler omur L5 içindedir ve fonksiyonel omurilik L6-7 vertebral bileşkesinde sonlanır (Bartling, 2007; Sharp ve Wheeler, 2005; Thomas, 2022).

### **2.1.6. Meninksler**

Meninksler, sentral sinir sistemini saran zarlardır. Dıştan içe doğru duramater, araknoid ve piamater olmak üzere üç tabaka halindedir. Duramater, sık bağ dokudan oluşur. Piamater, direkt olarak omuriliği saran ince bir tabakadır. Piamater ve araknoid arasında subaraknoid boşluk vardır ve bu boşluğu beyin omurilik sıvısı (BOS) doldurur. Serebellomedüller ve lumbal sistemden punksiyonla subaraknoid boşluğa anestetik madde, radyoopak madde ya da gaz enjekte edilir (intrathecal enjeksiyon), buradan BOS alınabilir (Jeffery, 1995; McClure, 1964).

### **2.1.7. İntervertebral Diskler**

C1 ve C2 vertebralar ve kaynaşmış, sakral vertebralar haricinde, her korpus vertebra arasında intervertebral disk bulunur. Karnivorlarda 26 adet bulunmaktadır. İntervertebral diskler, vertebra için amortisör görevi görür ve columna vertebralisin bükülebilmesini sağlar. Damarsal bağlantısı güçsüzdür. Difüzyon ile merkezi kısmın beslenmesi sağlanır. Disk; merkezde jelatinöz yapıda olan nucleus pulposus ile kollajen fibrillerden oluşmuş olan annulus fibrozus ve periferal kısımdan oluşur (Devecioğlu, 1999).

### **2.1.8. Ligamanetler**

Vertebral kanalın iç ve dış yüzündeki ligamentler vertebranın stabilitesi için önemlidir. Atlanto-axial eklemin stabilizasyonunda oldukça faydalı olan lig. nuchae C2'nin proc. spinosusu ile T1'in aynı çıkıntısı arasında seyreder. T1'den sonraki supraspinöz ligament, tüm vertebraların proc. spinosuslarının uçları boyunca uzanmaktadır. Her vertebranın proc. spinosusları arasında interspinöz ligament

bulunur ve lumbo-sakral bölgede lumbo-dorsal fasya ile devam eder. Lumbal vertebraların proc. transversusları arasında intertransversal ligamentler bulunur. T2 ile T11 arasında intervertebral disk ekstruzyonunu intercapital ligament ile en aza indirgenir (Devecioğlu, 1999; Meşe, 2022).

## **2.2. Columna Vertebralis'in Muayenesi**

### **2.2.1. Fiziksel Muayene**

Fiziksel muayene başlangıcında, sorunun spinal kökenli olup olmadığını belirlemek önemlidir. Etkilenen bölge tespit edilmeli, nörolojik hasarın şiddeti değerlendirilmeli ve prognozu tahmin edilmelidir. Genel fiziksel muayene tüm hastalarda yapılmalıdır. Travmaya maruz kalan bölge muayene ile belirlenmeli ve mümkün olduğu kadarıyla buraya odaklanılmalıdır. Bununla birlikte, medulla spinalis patolojisi şüphesi olan bazı hastalarda eşlik eden diğer bozuklukların da (travmatik şok, pulmonal ve plevral lezyonlar, hernia diyaframatika, travmatik kardiyomyopati, üriner sistem bozuklukları) var olabileceği unutulmamalı ve muayene bu kapsamda dikkatli yapılmalıdır (Braund, 1990; Fossum, 2012; Sharp ve Wheeler, 2005).

### **2.2.2. Nörolojik Muayene**

Nörolojik muayene; inspeksiyon, palpasyon, postural reaksiyonların muayenesi, spinal refleksler, kranial sinir cevapları ve sensorik muayeneyi kapsar. Bu değerlendirmede üst motor nöron ve alt motor nöron fonksiyonlarının bilinmesi önemli bir yer tutmaktadır. Medullar segmentlerden köken alan sinirler “Alt Motor Nöron” (AMN) ve “Üst Motor Nöron” (ÜMN) sistemleri vasıtasıyla merkezi sinir sistemine bağlanırlar. AMN, kasları innerve eden, onlara motor impulslar taşıyan ve merkezi sinir sistemine bağlanan efektör nöronlar sistemidir. ÜMN ise beyinden köken alır, medulla spinalisin beyaz maddesinde devam eder ve AMN ile sinaps yaparak onun aktivitesini baskılar. ÜMN sistemleri, yer çekimine karşı vücuda destek sağlayan extensor kaslarda tonusun sürekliliğinden ve normal hareketlerin

başlatılmasıyla devam ettirilmesinden sorumludur (Fossum, 2012; Sharp ve Wheeler, 2005).

### **2.2.3. Laboratuvar Muayenesi (BOS Analizi)**

BOS analizi, nörolojik hastaların incelenmesinde önemli bir kriterdir. BOS'da rutin olarak; fiziksel, kimyasal (protein vs.) ve sitolojik muayeneler yapılmalıdır. Örnekler, sitolojik muayene için heparinli ya da EDTA'lı, glukoz tayini için florürlü ya da oksalatlı, mikrobiyolojik muayene için steril tüplere alınmalıdır. BOS'daki değişiklikler, büyük ölçüde nörolojik bir bozukluğa işaret eder. Ancak bu değişimler genelde nonspesifik kabul edilir. Yangısal durumlarda ve neoplazi olgularında BOS analizi tanıya yardımcıdır (Bartling, 2007; Fossum, 2012; Sharp ve Wheeler, 2005).

## **2.3. Columna Vertebralis'in Görüntüleme Yöntemleri**

### **2.3.1. Radyografi**

Medulla spinalis ve columna vertebralis hasarlarının tanısında en sık başvurulan muayene yöntemidir. Nörolojik ve klinik muayenelerle medulla spinalis veya vertebra hasarı belirlendikten sonra, vertebranın radyografik değerlendirilmesi yapılır. Genellikle direkt radyografiyle vertebra kırıkları, luksasyonlar, doğmasal anomaliler, neoplaziler ve vertebral enfeksiyonlar belirlenir ancak gerektiğinde kontrastlı grafiler ile medulla spinalis bütünlüğü değerlendirilebilir (Bertolini, 2017).

Hareketi en aza indirmek ve doğru konumlandırmaya izin vermek için hasta sedasyon veya genel anestezi altındayken lateral ve ventrodorsal (VD) pozisyonlarda grafiler alınmalıdır. Servikal vertebralarda oblik görünümün intervertebral foramenlerin, denslerin ve oksipital kondillerin görünürlüğü artırır. Ciddi instabilite veya spinal kırıklardan şüphelenildiğinde, hastanın manipülasyonunda ek yaralanmayı önlemek için horizontal VD çekimler yapılır. Detay yoğunlaştırıcı ekranlar tercih edilmeli, doku kalınlığı 10 cm'den fazla ise grid kullanılmalıdır. Yakın

kolimasyon, saçılan radyasyon üretimini azaltarak görüntüyü iyileştirecektir. Nörolojik kayıp varsa veya disk hastalığından şüpheleniliyorsa, primer ışın şüphelenilen lezyon seviyesine odaklanmalıdır (*Spine*, 2023).

Spinal radyografilerin optimal yorumlanması, radyografik kalite ve tekniğin, ekstravertebral yumuşak doku yapılarının, osseöz vertebral yapıların, disk boşluklarının ve bitişik vertebral son plakların, intervertebral foramenlerin ve eklem fasetlerinin değerlendirilmesini içeren sistematik bir değerlendirme gerektirir. Her vertebra, disk aralığı ve intervertebral foramen bitişik olanlarla karşılaştırılmalıdır. Primer X-ışını demetinin sapmasından dolayı disk boşlukları normalde filmin periferine doğru daha dar görünür. Vertebral physis'ler 38. haftaya kadar, kraniyal physis'ler kaudal physis'lerden önce kapanmış olmalıdır. Dens'in gövdesi ve apex'i, ayrı kemikleşme merkezlerine sahiptir ve 25. haftada tamamen kemikleşir (*Spine*, 2023).

### **2.3.2. Miyelografi**

Subaraknoid boşluğa radyografik kontrast maddenin enjeksiyonu ile medulla spinalisin değerlendirilmesine olanak sağlayan görüntüleme tekniğidir. Miyelografide kullanılan kontrast maddeler; radyo opak, BOS ile karışabilme, suda çözünebilme, toksik olmayan ve subaraknoid boşluktan hızlı absorbe olabilme özelliklerine sahip olmalıdır. Bu amaçla en sık kullanılan maddeler; iohexol ve iopamidol'dür. Sisternal veya lumbal punksiyon ile genel anestezi altında gerçekleştirilir. Miyelografi sonrası, nörolojik hasarlarda artış, kardiyopulmoner değişimler, nöbet ve ölüm gibi komplikasyonlar görülebilir (Bertolini, 2017; Wisner ve Zwingenberger, 2015).

Miyelografi, medulla spinalis'in veya kauda ekinanın değerlendirilmesinde en sık kullanılan kontrast madde tekniği olmakla beraber, birçok kuruluştaki yerini kesitsel görüntüleme teknikleri almıştır. Aynı şekilde epidurografi, diskografi ve lomber sinüs venografi bazen hala kauda ekinanın değerlendirilmesinde kullanılan, ancak aynı zamanda modası geçmiş olan ek tekniklerdir (*Spine*, 2023).

### **2.3.3. Manyetik Rezonans (MR) Görüntüleme**

Kas-iskelet sistemi yumuşak doku bozuklukları manyetik rezonans (MR) ile araştırılabilir. Farklı kas patolojileri, ödem, yağ infiltrasyonu, kitle lezyonları ve benzerleri gibi görüntü paternleri ile ayırt edilebilir ve paternler arasında önemli örtüşmeler olabilir. Kas atrofisi ve hacmi de değerlendirilebilir. Daha büyük bağlar ve tendonlardaki sorunlar da teşhis edilebilir. Yine de MR teknolojisinin kedilerde ana kullanım alanı intrakraniyal hastalıkların ve ikinci olarak da spinal hastalıkların araştırılmasıdır (Scott, 2022). MR cihazının görüntülemeye kullandığı enerji radyo dalgalarıdır. Radyo-frekans (RF) olarak isimlendirilen bu enerji elektromanyetik spektrum içerisinde yer alır. MR görüntülemenin ilk aşamasında, normalde RF enerjisine duyarsız olan canlı vücudu güçlü bir manyetik alana maruz bırakılarak RF dalgasına duyarlı hale getirilir. Bu güçlü manyetik alan vücutta bulunan hidrojen (H) atomlarının hizalanmasına neden olur. Kesit görüntüsü alınacak bölgeye RF dalgası gönderilir ve bu enerjiyi alan H atomları, aldıkları enerji miktarına göre hizalandıkları konumlarından saparlar. RF enerjisi kesildiğinde H atomlarının eski konumlarına geri dönme sürecinde yaydıkları RF dalgaları, alıcı tarafından toplanarak bilgisayarda görüntü oluşturulur. Farklı protonlar, protonun bulunduğu dokuya bağlı olarak farklı sinyaller gönderdiğinden MR görüntülerinde gri tonların oluşmasına neden olmaktadır. Bu gri tonların anlamı incelemenin türüne göre değişmekle beraber, genel olarak beyaz-açık tonlar alınan sinyalin fazla olduğunu, koyu-siyah alanlar ise alınan sinyalin az olduğunu göstermektedir. MR görüntüleme yumuşak doku kontrast çözümlenme gücü en yüksek radyolojik görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir (Brown ve Semelka, 2011).

### **2.3.4. Bilgisayarlı Tomografi (BT)**

Bilgisayarlı tomografi kemiğin değerlendirilmesinde yumuşak doku yapılarından çok daha hassastır, bu nedenle kas-iskelet sisteminin değerlendirilmesinde kullanıldığında, bu yöntem radyografilerde çok ince veya hiç görünmeyen erken veya kesin olmayan kemik değişikliklerinin (örneğin, neoplastik hastalıkta kemik erimesi veya radyografilerde görülmeyen yer değiştirmemiş kırıklar veya fissürler) tespiti için kullanılır. Ayrıca, bu yöntem neoplastik süreç gibi bir kemik

lezyonundaki yıkımın boyutunu değerlendirmede çok yararlıdır. Bu genellikle üç boyutlu rekonstrüksiyonlar ve ekranda etkilenen eklem 'sanal' dezartikülasyonlarını gerçekleştirme yeteneği ile desteklenir. Bu uzaysal çözünürlük, BT'nin bir başka ilginç kullanımını, yani kırık fiksasyonunun (uzun kemikler, pelvis, omurga) planlanmasını sağlar, böylece cerrah kırığı üç boyutlu bir ortamda değerlendirebilir ve uygun cerrahi implantlar seçilebilir (Scott, 2022).

BT görüntülemenin temel ilkesi, hastanın çevresinde tam bir dairesel taramayla farklı açılardan alınan iki boyutlu X-ışını projeksiyonları kullanılarak görüntü geri çatma algoritmalarıyla kesitsel görüntüleme yapabilmesine dayanmaktadır. Bir BT'nin temel üç bileşeni, X-ışını tüpü, hasta ve bir dedektör sistemidir (Smith ve Webb, 2010).

BT uygulaması esnasında hasta, dedektör ve X-ışını kaynağı arasına yerleştirilir. X-ışını kaynağı ve dedektör belirlenen açılarla sarmal bir tarama yolunu izleyerek hasta etrafında tam bir tur döndürülür. BT ile vücudun kesit şeklinde görüntüleri oluşturulduğundan, doku ve organların süperpoze olmaları söz konusu değildir. BT, vücudun her bölgesinde kullanılabilir. Veteriner spinal cerrahide en çok vertebral tümörler ve kaudal servikal spondilomiyelopati'nin teşhisinde kullanılmaktadır (Bartling, 2007; Bertolini, 2017; Ohlerth ve Scharf, 2007; Schwarz ve Saunders, 2011; Smith ve Webb, 2010; Wisner ve Zwingenberger, 2015).

Lineer tomografi, sırasıyla kostaların ve ilial kanatların üst üste binmesini ortadan kaldırmak için torakal ve lumbosakral bölgelerde yararlıdır. Kesitsel görüntüler BT ve MRG ile elde edilebilir; BT, kemik ve eklem anormalliklerinin daha iyi tanımlanmasını sağlarken, MR yüksek yumuşak doku kontrastı sağlar ve spinal tümörler, erken enfeksiyon ve ligament patolojisi için idealdir. Kord büyüklüğündeki değişiklikler hakkında verilen bilgileri artırmak için BT miyelografi yapılabilir. Sintigrafi bazen enflamatuar veya neoplastik süreçlerin yerini belirlemek için kullanılır, ancak çok az anatomik ayrıntı verir (Spine, 2023).

Bununla birlikte bir BT taraması ile hastaya verilen radyasyon dozu, standart bir radyografi ile verilen radyasyon dozundan 100 ile 1000 kat daha fazla olduğu kabul edilmektedir. Bu durum, BT taramasında maruz kalınan radyasyon kaynaklı DNA

yaralanmalarına ve böylece kanser riskinin artmasına neden olmaktadır (Kumrular ve Polat, 2021).

BT’de görüntü kalitesi olabileceği en üst sınırlara ulaşmıştır. Günümüzdeki modern aygıtlar vücudu kesit kesit değil bir blok halinde ve çok hızlı bir şekilde taramaktadır. Böylece hareketin istenmeyen etkileri ortadan kalkar, ayrıca inceleme süresinin kısalmasının diğer bir yararlı etkisi de kullanılan kontrast miktarının azaltılabilesidir. Helikal (spiral) BT ’de tüp inceleme sırasında devamlı döner, hasta masası ise devamlı kayar. Bir defada 40-80 cm’lik bir alan bir nefes tutma süresinde taranabilir. Çok kesitli BT’de ise helikal teknolojiye ek olarak tek dedektör halkası yerine yan yana sıralanan dedektör halkaları bir dedektör bloğu oluşturur. Bu dedektör bloklarında halka sayısı 64’e kadar çıkar. Böylece aygıtın aynı anda taradığı hacim artar (Boztok ve Özgermen, 2014; Coates ve Wininger, 2010; Kahraman, 2010).

## **2.4. Omurganın Stabilizasyonu**

Omurganın stabilizasyonu konservatif ya da operatif olarak sağlanabilir. Cerrahi durumları arasında omurga kırıkları ve luksasyonları, disk hastalığı, omurga tümörleri ve subaraknoid kistler veya epidural ampiyem gibi çeşitli durumlar yer alır (Voss ve Montavon, 2009). Travma geçiren 100 kedinin radyografilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, omurga yaralanmaları sağkalım ile negatif korelasyon göstermiştir (Zulauf, 2008).

### **2.4.1. Konservatif Sağaltım**

Kafes istirahati ve/veya atel ve alçı uygulaması, omurganın belirli kırık ve luksasyonları için birincil tedavi seçeneği olarak yararlı olmakla kalmaz, aynı zamanda internal fiksasyon tekniklerine ek olarak da yararlı bir stabilizasyon tekniğidir (Prasad, 2023). Uygun konservatif tedavi uygulanan bir kedide nörolojik durumun kötüleşmesi genellikle spinal instabilitenin bir işaretidir ve cerrahi müdahale için bir endikasyondur (Scott, 2022).

## 2.4.2. Operatif Sağaltım

Omurga kırıklarının/luksasyonlarının cerrahi fiksasyonunun amaçları omuriliğin dekompresyonu ve omurga segmentlerinin redüksiyonu ve immobilizasyonudur. Dekompresyon, vertebral arka dorsal veya lateral bileşenlerini çıkararak omurilik üzerindeki baskıyı hafifletmek anlamına gelir (Prasad, 2023).

### 2.4.2.1. Columna Vertebralisin Dekompresif Prosedürleri

Anatomik olarak yeniden hizalama ve kırık/luksasyonların stabilizasyonu için dekompresyonu uygulanmalıdır. Bununla birlikte, etkilenen uzuvlarda istemli hareket olmadığında ve kanalda kemik parçaları, hematoma veya ekstrüde intervertebral disk kanıtı olduğunda omuriliğin ek dekompresyonu düşünölmelidir (Tablo 2.1) (Scott, 2022).

**Tablo 2.1.** Omurilik dekompresyon teknikleri ve endikasyonları.

Dekompresif prosedür	Lokalizasyon	Endikasyonlar	Yorumlar
Ventral slot tekniği	Cervical	Servikal disk	Stabilizasyon tavsiye edilir
Hemilaminektomi	Cervical Torakolomber	Servikal disk Torakolomber disk Spinal kanalda kırıklar/çıkıklar Tümörler	Ventral kompartmanın eş zamanlı yaralanması ile instabiliteye neden olabilir, cerrahi stabilizasyon gerektirir
Pedikülektomi	Torakolomber	Spinal kanalda kırıklar/çıkıklar Torakolomber disk	İnstabilite yaratmaz; spinal kanala sınırlı maruziyet

**Tablo 2.1. (devamı)**

Dorsal laminektomi	Lumbosakral Torakolomber	Lumbosakral disk Dorsal kırıkları Tümörler	Faset eklemleri sağlam ise kırıklarda cerrahi stabilizasyon düşünülmelidir
Durotomi	Torakolomber	Miyelomalazi teşhisi Ek dekompresyon ağır defisiti olan hastalar İntradural veya subdural tümörler	Durotomi yapmak için geniş bir hemilaminektomi gereklidir

(Voss ve Montavon, 2009)

### ***Ventral Slot Tekniği***

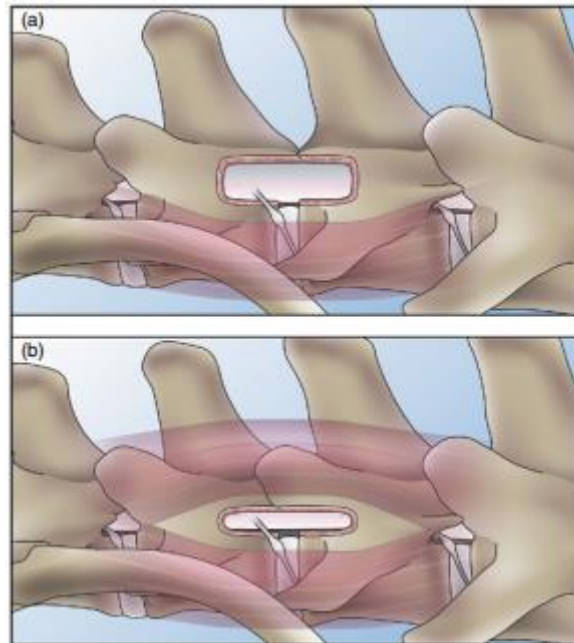
Bu teknik servikal vertebralar için kullanılan bir yöntemdir. Kedi, boyun uzatılmış ve dorsal olarak desteklenmiş ve ön bacaklar geri çekilmiş ve geriye doğru bağlanmış olarak dorsal yatar pozisyonda konumlandırılır. Ventral orta hat yaklaşımı gerçekleştirilir. Disk boşluğunun kraniyalindeki ventral tüberkül rongeur ile çıkarılır ve ventral anulusun merkezi kısmı bir bistüri bıçağı ile eksize edilir. Daha sonra yuvayı oluşturmak için çok küçük boyutlu yüksek hızlı pnömatik bir matkap veya elektrikli frez kullanılır. Disk boşlukları kaudalden kraniale doğru bir açıyla yönlendirilir, böylece yuvanın merkezi disk boşluğunun kranialinde yer alır. İç kortikal tabaka frez ile delinir ve iç kortikal tabaka delindikten sonra kalan ince kemik küçük kemik küreleri veya kazıyıcılarla çıkarılır. Dorsal anulus ve çıkıntı yapan disk materyali ince rongeurlar ile çıkarılır. Dorsal longitudinal ligament daha sonra görünür hale gelir ve gerekirse kısmen eksize edilebilir. Vertebral kanal açıldıktan sonra venöz sinüslere zarar vermektan kaçınılmalıdır. Özellikle yuva genişse instabilite oluşacağı için internal fiksatörler veya vidalar ve kemik çimentosu kullanılarak ventral stabilizasyon yapılmalıdır (Voss ve Montavon, 2009).

### ***Hemilaminektomi***

Hemilaminektomi (Şekil 2.4), torakolomber vertebral kolonu, omuriliği ve sinir köklerini etkileyen çoğu patolojik durum için en iyi yaklaşımdır.

Hemilaminektomi, omurilik ve sinir köklerinin ventral ve lateral yönlerinin iyi görüntülenmesini sağlar. Vertebral kolonun stabilitesi, spinöz proses ve ilişkili ligamentöz yapıların yanı sıra kontralateral artikülasyonlar korunduğu için önemli ölçüde etkilenmez (Olby ve Platt, 2014).

Bu yöntem için omurgaya dorsolateral veya lateral yaklaşımla yaklaşılabilir. Yaralanma bölgesinin hemen üzerinden yapılan bir cilt insizyonu ile kas, omurların transvers çıkıntılarına ulaşmak için aşağı doğru diseke edilir. L1'in transvers prosesi ve 13. kosta kılavuz olarak alınarak, şüpheli kırık/luxation veya intervertebral disk protrüzyonu bölgesi belirlenir. İlgili omurlar tespit edildikten sonra, eklem çıkıntıları bir kemik matkabı veya rongeur kullanılarak çıkarılır (Şekil 2.4). Etkilenen bölgenin hemen kranialindeki vertebranın dorsal spinöz prosesi bir klemp kullanılarak intervertebral boşluk artırılabilir. Omuriliğe maruziyet, bir Lempert rongeur kullanılarak boşluk genişletilerek daha da artırılabilir. Hemilaminektominin uzunluğu, yaralı bölgenin kranial ve kaudalinde bir vertebra boyu veya en azından kordun normal görünümüne kadar uzanmalı ve ventralde spinal kanalın tabanına kadar uzanmalıdır (Prasad, 2023).



**Şekil 2.4.** (A) Hemilaminektomi, (B) mini-hemilaminektomi veya pedikülektomi veya foraminotomi yaklaşımını ve kemik defektini gösteren çizimler.

(Shores ve Brisson, 2023)

### ***Pedikülektomi***

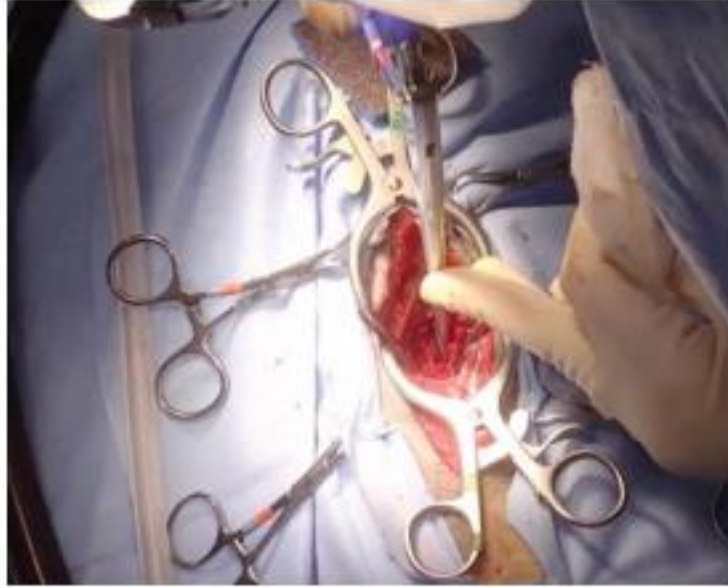
Pedikülektomi olarak da adlandırılan mini hemilaminektomi, eklem çıkıntılarını korurken mevcut intervertebral forameni genişletmek için iki komşu omurun pedikül kemiğinin bir kısmının çıkarılmasından oluşur (Shores ve Brisson, 2023).

Kedi ventral yatış pozisyonuna getirilir ve torakolomber hemilaminektomide olduğu gibi dorsal yaklaşım uygulanır. Eklem fasetleri sağlam bırakılır. İntervertebral foramenleri açmak için Kocher forsepsi ile spinöz prosesler kaldırılır. Küçük bir rongeur aksesuar proses üzerinden spinal kanala sokulur. Aksesuar proses bu ilk atılımla tamamen çıkarılır. Daha sonra açıklık ince rongeurlarla kranial ve kaudal yönde, ancak eklem fasetlerinin altında kalacak şekilde dikkatlice genişletilir. Görselleştirme yetersiz kalırsa pedikülektomi hemilaminektomiye dönüştürülebilir (Voss ve Montavon, 2009).

### ***Dorsal Laminektomi***

Dorsal laminektomi için cerrahi hazırlık hemilaminektomi ile aynıdır. Hasta sternal yatış pozisyonuna getirilerek, yaralı bölgenin kranial ve kaudalindeki iki vertebra arasında uzanan dorsal bir orta hat cilt insizyonu yapılır. Gelpi retraktörü kullanılarak, torakolomber kaslar transvers proseslerin tabanına kadar ulaşacak şekilde vertebraların her iki tarafından retrakte edilir. İlgili vertebraların dorsal spinal prosesleri ile bir kranial ve bir kaudal vertebra daha sonra kemik rongeurları kullanılarak çıkarılır (Şekil 2.5). Dorsal laminalar çok ince olduğundan, cerrahi bir matkap kullanılarak da kolayca çıkarılabilirler. Dorsal laminektomiyi takiben, skarlaşma nedeniyle omuriliğin sıkışması ve cerrahi bölgedeki dorsumun şekil bozukluğu gibi komplikasyonlar gelişebilir. Bu sorunları önlemek için, 20-22 G ortopedik tel, kranial ve kaudal vertebraların dorsal spinöz prosesleri etrafında dönerek yaralı bölgeyi sabitlemek için kullanılabilir. Tel halkası sekiz şeklinde uygulanabilir ve instabilite bölgesinde destek sağlamak için hafifçe sıkılabilir. Daha sonra torakolomber kaslar, fasya ve cilt telin üzerine dikilir. Vertebra

kırığı/luksasyonu vakalarında, instabilite bölgesini sabitlemek için cerrahi sabitleme tekniklerinden (pin, plak, PMMA) herhangi biri kullanılabilir (Prasad, 2023).



**Şekil 2.5.** Dorsal Anulusu ve kemiğin iç kortikal tabakasının kalan ince tabakasını çıkarmak için kullanılan Mikro-Kerrison (1mm) Rongeurlar. (Shores ve Brisson, 2023)

### ***Durotomi***

Durotomi, hemilaminektomiye ek olarak tanısal veya terapötik bir prosedür olarak kullanılabilir (Voss ve Montavon, 2009). Durotomi, miyelomalazi varlığını belirlemek için omurilik parankiminin görüntülenmesini sağlar (Olby ve Platt, 2014).

Durotomi yapmak için geniş ve uzun bir hemilaminektomi gereklidir. Miyelomalazi, 5. derece nörolojik defisiti olan akut omurilik basısı geçiren hastalarda şüphelenilmelidir. Durotomi insizyonunun kranial ve kaudal yönleri hemilaminektomi uçlarının birkaç milimetre yakınına kadar uzanmalıdır. Miyelomalazi varlığında omurilik renksiz veya hemorajiktir, şişmiştir ve önemli ölçüde daha yumuşaktır. Ağır vakalarda durotomi insizyonundan dışarı bile akabilir (Voss ve Montavon, 2009).

### 2.4.2.2. Redüksiyon ve Cerrahi Fiksasyon

Omurgadaki kırıkları/luksasyonları immobilize etmek için vertebra gövdelerinin veya dorsal spinöz proseslerin plak fiksasyonu, pin ve PMMA fiksasyon kombinasyonu, çapraz pinleme, stapler tekniği, transilial pinleme vb. dahil olmak üzere birçok cerrahi teknik tanımlanmıştır (Shores ve Brisson, 2023). Tekniğin seçimi, ilgili spinal yapıların türüne ve kapsamına bağlıdır. Spinal yaralanmalar dorsal yapıları, ventral yapıları veya hem dorsal hem de ventral bileşenleri içerebilir. Dorsal yönden stabilize edici yapıların kaybı aynı yönden yapılacak bir uygulamayla fiksasyon uygulanarak tedavi edilirken, vertebra gövdesini içeren kırıklarda, ventral stabilize edici unsurun kırılması ve kaybı vertebra gövdesine plak uygulanarak yönetilebilir. Hem dorsal hem de ventral parçaların hasar görmesi ve çökmesi, açılmalı, rotasyonel ve translasyonel yer değiştirmelere neden olarak aşırı instabiliteye yol açabilir ve genellikle spinal kanalın yoğun şekilde daralmasına ve omuriliğin sıkışmasına neden olur. Bu gibi durumlarda, hem dorsal lamina/omurgaların hem de ventral vertebra gövdelerinin cerrahi fiksasyonu endikedir (Tablo 2.2) (Prasad, 2023).

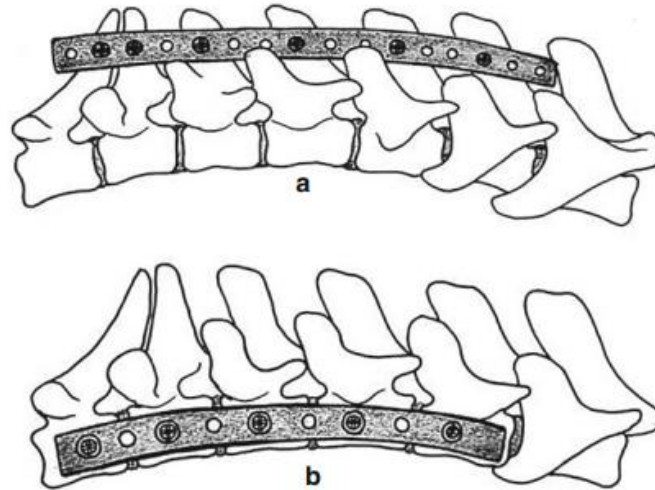
**Tablo 2.2.** Omurga kırıklarının ve luksasyonlarının lokalizasyonu, tipleri ve stabilizasyon yöntemleri.

Lezyonun lokalizasyonu	Lezyon tipi	Tedavi seçenekleri
Servikal omurga	Tüm stabil olmayan kırık/Luksasyonlar	Ventral internal fiksator Ventral plaka Vidalar ve PMMA
Torakolomber omurga	Tüm anstabil kırık/Luksasyonlar	Spinal stapling Gergi bandı onarımı Dorsal internal fiksator
Lomber omurga	Tüm stabil olmayan kırık/Luksasyonlar	Gergi bandı onarımı Dorsal internal fiksator
Lumbosakral omurga	L7 kırıkları	Lumbosakral luksasyon Transilial pin Dorsal internal fiksator Eksternal fiksator Dorsal sütür askısı
Sakrokoksigeal omurga	S2/S3 kırığı	S3 uç plak kırığı ve sakrokoksigeal luksasyon Dorsal hemiserkalay teli Dorsal sütür askısı

(Voss ve Montavon, 2009)

## *Spinal Prosesus Fiksasyonu*

Spinal prosesin plak ve vida ile fiksasyonu muhtemelen spinal stabilizasyon için kullanılan en eski yöntemdir. Plaklar genellikle spinal proseslerin her iki tarafına çift olarak uygulanır (tek bir plağın dorsal spinöz proseslere tek taraflı fiksasyonu yeterli stabilite sağlamaz) ve kırık/luksasyon bölgesinin en az iki ila üç vertebra ötesine uzanır (Şekil 2.6). Standart cerrahi yaklaşım, dorsal lomber bölgede bir cilt insizyonu ve orta hattın her iki tarafındaki derin fasya boyunca bilateral paralel derin insizyonları içerir. Dorsal omurgalara bağlı kaslar (multifidus, interspinalis ve longissimus kasları), kasların eklem süreçlerine olan bağlantılarını korumaya özen göstererek, eklem fasetlerinin bulunduğu noktaya kadar dikkatlice ayrılır. Dorsal lamina, optimum plak-kemik temasını sağlamak ve omurgaların tabanına yakın plakların yerleştirilmesine izin vermek için bir matkap veya rongeur ile yiv açılabilir. Komşu vertebra yeterince redükte edilip stabilize edildikten sonra, kırık segmentler ortopedik tellerin (18-20 G) fiksasyonu kullanılarak plağa sabitlenebilir. Fasya ve subkutan doku plağı örtecek şekilde dikilir ve cilt rutin şekilde kapatılır. Plak stabilizasyonu sonrası, 3-4 hafta boyunca atel veya alçı şeklinde yardımcı fiksasyon sağlayarak yaralı omurganın korunması tavsiye edilir (Shores ve Brisson, 2023).

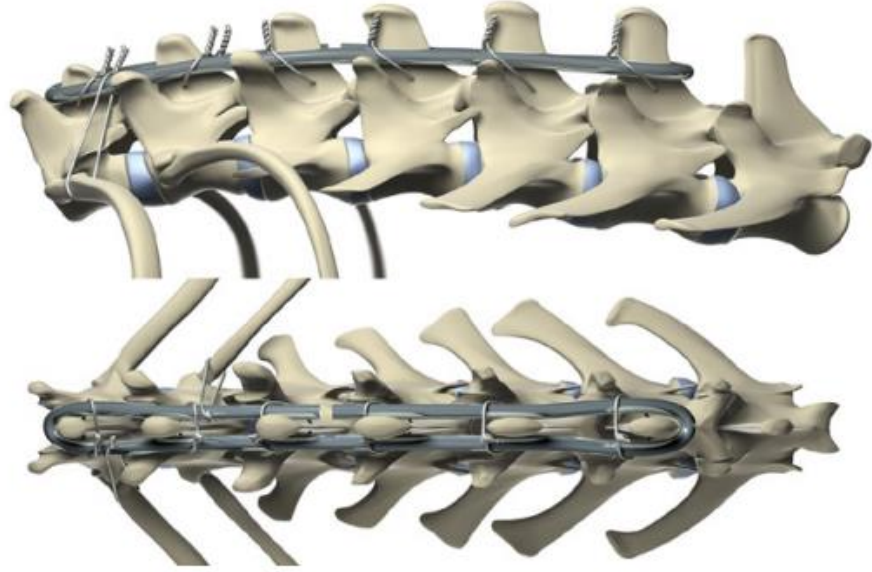


**Şekil 2.6.** Spinal plak uygulamasının şematik gösterimi.

(A) Spinal Proseslere plak uygulanması, (B) Vertebra gövdesine plak uygulanması

(Prasad, 2023)

Spinal proseslerin stabilizasyonu spinal stapler tekniği kullanılarak da yapılabilir. Spinal stapler tekniği, dorsal spinöz çıkıntılara ve omurların artiküler çıkıntılarına veya transvers çıkıntılarına U şeklinde bir pinin bağlanması içerir (Şekil 2.7) (Shores ve Brisson, 2023). Bu teknik, servikal bölge hariç omurganın tüm bölgelerindeki lezyonları stabilize etmek için kullanılabilir. Uygulanması nispeten kolaydır ve özel ekipman gerektirmez. Bununla birlikte, pin migrasyonu ve fiksasyon kaybı potansiyel komplikasyonlardır. Bilateral dorsal yaklaşımı takiben, 1,0-1,6 mm çapında bir K teli (veya küçük intramedüller pin) cilt ve epaksiyel kas içinden geçirilir ve lezyona komşu bir vertebranın dorsal laminasından sokulur. Telin tüm uzunluğu karşı taraftan geçirilir ve daha sonra telden kurtarmak için epaksiyel kas geri çekilirken yarısı geri çekilir. Tel daha sonra bükme pensesi kullanılarak U şeklinde bükülür ve spinöz ve artiküler süreçler arasındaki dorsal lamina boyunca oturacak şekilde dikkatlice şekillendirilir. Tel, karşı ucundaki vertebranın dorsal laminasında açılan bir delikten geçirilen bir hemiserklaj teli ile yerinde tutulur. Kırık/lüksasyon, lezyon bölgesindeki omurların dorsal laminalarından geçirilen ve lezyonu yaymak için K telinin dorsaline yerleştirilen bir sekiz rakamı teli ile stabilize edilir (Voss ve Montavon, 2009). Dorsum üzerindeki fasya, subkutan doku ve cilt rutin olarak kapatılır. Atel veya alçı uygulayarak 2-3 hafta boyunca harici bir destek endikedir. Bu teknik küçük köpek ve kedilerde spinal instabilitenin stabil fiksasyonunu sağlayabilir (Shores ve Brisson, 2023).



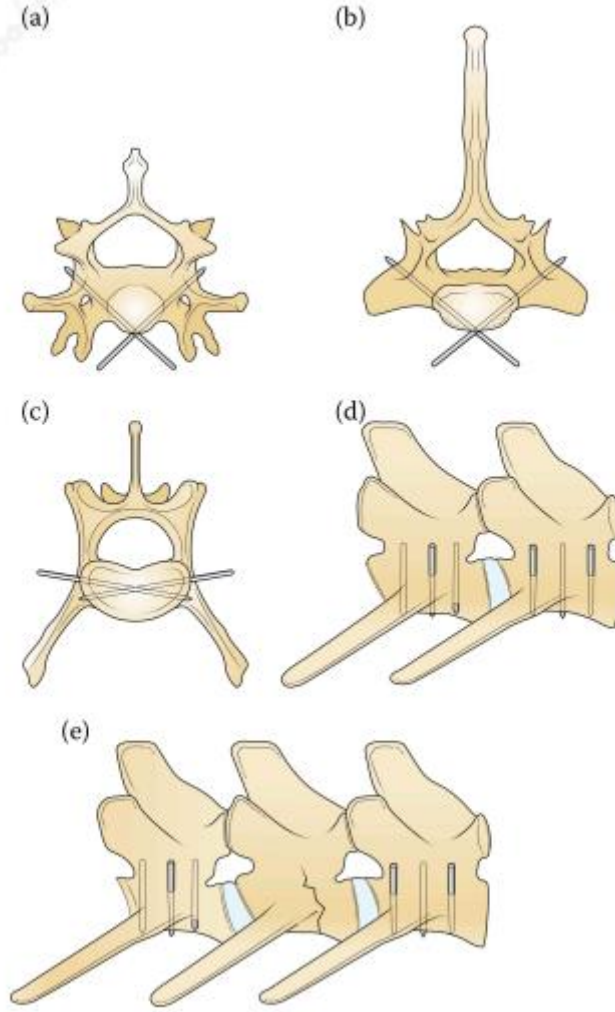
**Şekil 2.7.** Torakolomber omurganın spinal stapler uygulamasının lateral (a) ve dorsoventral (b) radyografik projeksiyonları.  
(Shores ve Brisson, 2023)

### ***Vertebral Gövde Fiksasyonu***

Vertebral gövdenin çapraz pin uygulaması tekniğinde, instabilite bölgesi boyunca vertebra gövdelerine yerleştirilen küçük paslanmaz çelik pinler kullanılarak kırık omurga hareketsiz hale getirilir. Kırık bölgesine dorsum üzerinde yapılan dorsolateral bir kesi ile yaklaşılr. Dorsal prosesler boyunca kas bağlantıları küt bir şekilde diseke edilir ve transvers prosesler kosta başları seviyesine kadar ulaşmak için lateral olarak geri çekilir, derin diseksiyon sırasında spinal sinirlere ve damarlara zarar vermemeye dikkat edilir (Prasad, 2023). Pin ve vida boyutu 1,0-2,0 mm çapında olmalıdır (Scott, 2022).

Pinlerin yerleştirilmesi yaralanmanın niteliğine göre belirlenir (Şekil 2.8). İntervertebral boşluktaki veya yakınındaki yaralanmalar, instabilite bölgesinin kranial ve kaudalindeki vertebra gövdelerinden çapraz olarak iki pin geçirilerek stabilize edilir. Omur gövdesi kırıklarında, pinler kırık omur ve her iki taraftaki komşu iki omur dahil kırık vertebranın hemen kranialindeki vertebradan sokulur ve kaudale doğru itilir, diğer pin ise kaudal vertebradan kraniale doğru yönlendirilir. Her iki durumda da pinler vertebra gövdesinin ortasından (lomber vertebrada lateral çıkıntının hemen

dorsalinden, torasik vertebrada kostanın dorsalinden) çapraz ve ventral olarak (venöz sinüslere zarar vermemek için) eğimli bir şekilde instabilite bölgesine yerleştirilir. Ekstra uzunluktaki pinler daha sonra omur gövdesine yakın kesilir. Cerrahi insizyon rutin olarak kapatılır (Prasad, 2023).

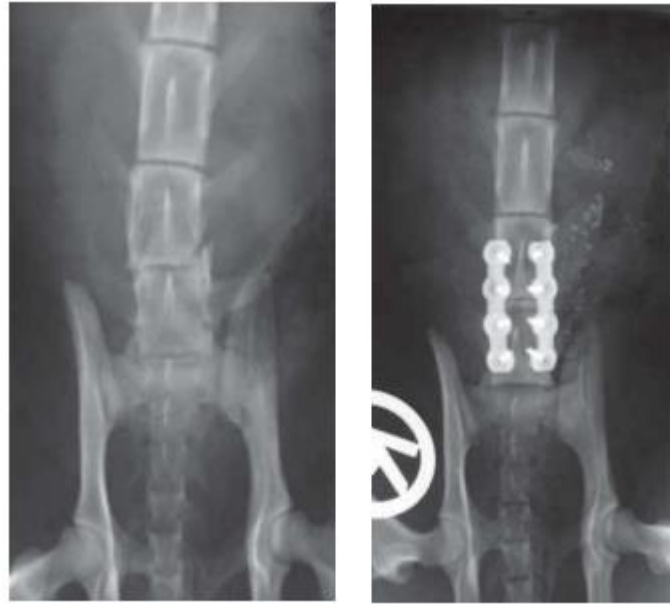


**Şekil 2.8.** Omurga kırıkları ve luksasyonlarının onarımı için pin ve kemik çimentosu kullanımı.

(a) Servikal vertebralarda pinlerin optimum yerleşimi. (b) Torasik vertebralarda pinlerin optimum yerleşimi. (c) Lomber vertebralarda pinlerin optimum yerleşimi. (d) İki komşu omurda pinlerin optimum yerleşimi. (e) Omur gövdesinde kırık varsa, pinler lezyonu kapsayacak şekilde lezyonun kranial ve kaudalindeki omur gövdelerine yerleştirilir.

(Scott, 2022)

Bir başka teknik vertebra gövdesine plak uygulanmasıdır. İntervertebral foramenlerden çıkan hayati sinir köklerini ve spinal damarları izole etmek ve korumak için son derece dikkatli olunmalıdır. Gerekirse hemilaminektomi yapılabilir. Lomber bölgede plak, vertebra gövdelerinin dorsolateral yüzeyine fazla zorluk çekmeden kolayca ve hassas bir şekilde uygulanabilir. Torasik bölgede ise kosta başlarının etkileşimi nedeniyle vertebra gövdesine plak uygulaması daha zordur. Öncelikle, torakolomber omurgada plak ve vida fiksasyonu prensipleri uzun kemik kırıklarında uygulananla aynıdır. İdeal olarak, her bir vertebra gövdesinin dört korteksi, ikiden fazla vertebra segmentini içeren iki vida ile sabitlenmelidir. Vidalar vertebra gövdesinin dorsolateral yüzeyinden delinir, spinal eksene dik olarak yönlendirilir ve ventrolateral yüzeyde karşı korteksten çıkacak şekilde biraz ventrale doğru yerleştirilir (Prasad, 2023). Çoğu vakada kırığın/luksasyonun konfigürasyonuna bağlı olarak 2,0 mm veya 2,4 mm plak veya 2,0 mm veteriner kesilebilir plak (VCP) uygulanabilir (Scott, 2022).

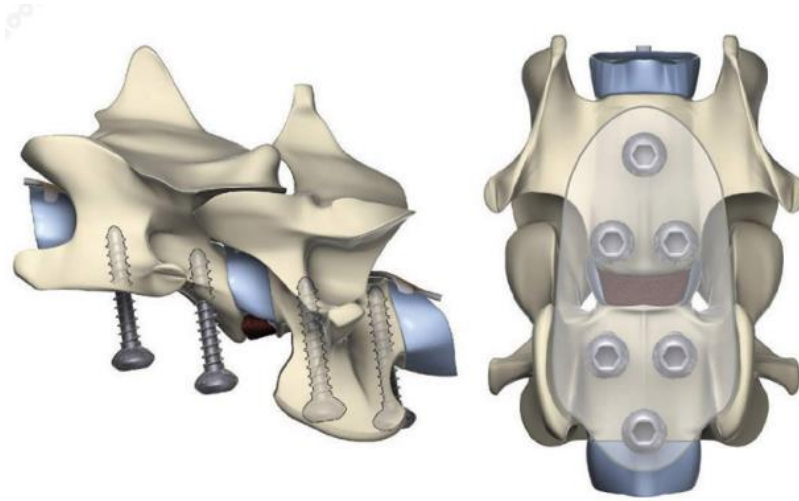


**Şekil 2.9.** L6 kırığı olan bir kedi.

a) L6-L7 kırığı ile birlikte L6 dorsal lamina kırığı ve uç plak kırığını gösteren ameliyat öncesi radyografi. b) Kırık, ventral yaklaşım kullanılarak L6-L7 vertebra gövdelerine uygulanan iki adet 2,0 mm Unilock plak ile stabilize edildi.

(Voss ve Montavon, 2009)

Omur gövdelerinden geçirilen pinlerin PMMA ile birlikte kullanılmasıyla oluşan spinal stabilizasyon yöntemi ise başka bir seçenek olabilir (Şekil 2.10). Uygulaması kolaydır ve her yere adapte edilebilir. Kırık ya da lükse bölgeye ilk olarak standart bir dorsal yaklaşımla erişilir. Spinal kompresyon durumlarında dorsal laminektomi yapılabilir. Fiksasyon tekniği, dorsolateral yüzeye iki adet bilateral pinin kranial ve kaudal vertebra gövdelerine sabitlenerek (çapraz pinlemeye benzer şekilde) instabilite bölgesini kapsayacak şekilde açısız olarak yerleştirilmesini içerir. Yaralanma bölgesi yeterince açığa çıkarılır ve kırık/luxation azaltılır ve hizalanır. Omurilik, salinle ıslatılmış gazlı bezle kaplanarak dikkatlice korunur. PMMA karıştırılır (4-5 dakika) ve sertleşmeye bırakılır (10-12 dakika) ve hamur aşamasındayken 1-1,5 cm çapında uzun bir silindir şeklinde kalıplanır ve pinler dahil olmak üzere instabilite bölgesi boyunca döşenir. PMMA kalıbı, eklem süreçleri de dahil edilerek omurga kolonunun şekline göre şekillendirilir. Soğuk normal solüsyon ile irrigasyon yapılarak PMMA'nın polimerizasyonu sürecinde ekzotermik reaksiyondan kaynaklanan termal hasar ve çevre dokuların nekrozunu önlemek için özen gösterilir. Cerrahi insizyon daha sonra rutin şekilde kapatılır (Prasad, 2023).



**Şekil 2.10.** Monokortikal Vida/PMMA yapısının gösterimi.

Omur başına üç vida yerleştirilir ve 2 vida uç plaklara en yakın metafizyel kemiğe yerleştirilir. Vidalar, disk boşluğuyla etkileşimi önlemek için vertebral uç plak yönelimine paralel olarak yerleştirilir

(Shores ve Brisson, 2023)

Yakın zamanda yapılan bir biyomekanik çalışmada, köpek kadavralarının lomber omurgasında monokortikal vidalı tek taraflı kilitleme plağı ile bilateral bikortikal pozitif profilli pinler ve PMMA kullanımı karşılaştırılmıştır. Şaşırtıcı olmayan bir şekilde bilateral yapı daha fazla vertebral sertliğe sahipti ancak her iki yapı da sağlam örneklerden daha güçlü bulundu (Sturges, 2016). Uygulama özel ekipman gerektirir ve pin ve kemik çimentosu tekniğinde olduğu gibi vertebral anatomi hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmak şarttır. Mümkünse ameliyat öncesi ve sonrası BT çekimi yapılmalıdır (Scott, 2022).

Pediküllü vida uygulaması ve rod fiksasyonu (PSRF), ventral sublüksasyonu azaltmak için vertebra gövdelerini yeniden hizalamak ve kaynaştırmak için yararlı olabilir (Şekil 2.11). Bu işlem dorsal laminektomilerle eş zamanlı olarak gerçekleştirilebilir ve füzyonun da yapılması gerekir. Titanyum vidalar floroskopi ile yerleştirilir ve konturlu titanyum çubuklarla bağlanır. Bu sistem, implant yorgunluğu ve ardından implant yetmezliği riskinin azalmasını sağlar. PSRF sistemi beşeri hekimlikte daha sık kullanılmaktadır (Voss ve Montavon, 2009).

Pediküllü vidalar guide yardımı ile kullanılabilmesi gibi "free hand" olarak da bilinen serbest el tekniği; uzman bir cerrah tarafından kişisel tecrübeye dayalı olarak da uygulanabilir (Xu, 2009). Köpeklerin torakolomber omurgasında uygulanmış 640 pediküllü vida kullanılan bir çalışmada ameliyat öncesi görüntülemenin gözden geçirilmesinin ardından serbest el tekniği ile pediküllü vida yerleştirilmesi, torakolomber omurgaya vidaların yerleştirilmesi için doğru ve güvenli bir yardımcı uygulama olarak tanımlanmıştır (Karapinar, 2008).



**Şekil 2.11.** Lomber omurgada pediküllü vida sisteminin bilateral uygulamasını gösteren model.

(Shores ve Brisson, 2023)

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Sunulan çalışma, Balıkesir Üniversitesi Hayvan Denepleri Etik Kurulunun 2023/4-1 karar numaralı onayı sonrasında yürütüldü.

#### 3.1. Gereç

Çalışma materyalini, herhangi bir neden ile ölen ya da ötenazi edilen farklı ırk ve cinsiyetteki, erişkin 12 kedi kadavrasına ait torakal (T12-13) ve lumbal (L4-5) omurlar oluşturdu (Şekil 3.1). Çalışma materyali rastgele iki gruba (n=6) ayrıldı. Grup 1: Vida klavuzu grubu, Grup 2: Serbest el tekniği grubu olarak düzenlendi. Kadavralar uygun saklama koşullarında tutulmalarına rağmen beden bütünlüğünün korunmasının zorluğu sebebiyle bekletilecek kadavra grubunun (Grup 1) yerine 3D printer ile baskısı alındı ve üretimi sağlandı (Tablo 3.1).

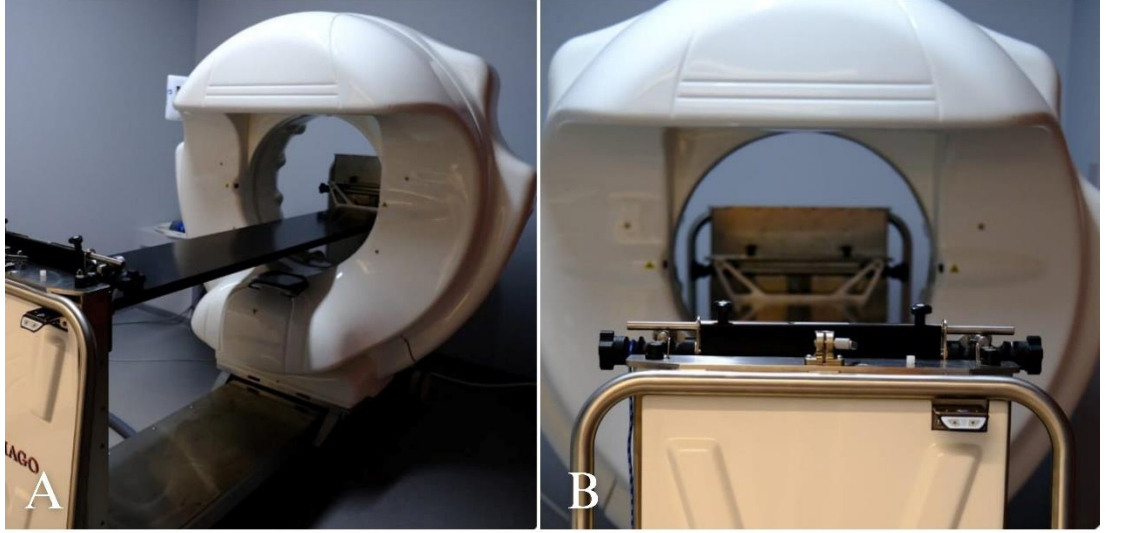


Şekil 3.1. Tez çalışmasında kullanılan örnek bir kadavrada tomografi çekimi (Olgu No: 5).

**Tablo 3.1.** Çalışma sürecinde kullanılan kadavraların eşkal bilgileri.

Olgu no	Grup no	Tür	İrk	Yaş	Cinsiyet
1	1	Kedi	Melez	4 yaş	Erkek
2	1	Kedi	Melez	4 yaş	Erkek
3	1	Kedi	Melez	2 yaş	Erkek
4	1	Kedi	bengal	6 yaş	Erkek
5	1	Kedi	Scottish Short Hair	1.5 Yaş	Kastre Edilmiş Erkek
6	1	Kedi	Melez	9 yaş	Kısırlaştırılmış Dişi
7	2	Kedi	Melez	1 yaş	Erkek
8	2	Kedi	Melez	1,5 yaş	Dişi
9	2	Kedi	Melez	2 yaş	Dişi
10	2	Kedi	Melez	6 ay	Erkek
11	2	Kedi	Melez	1 yaş	Dişi
12	2	Kedi	Melez	8 ay	Erkek

Çalışmada kullanılan kediler tek dedektörlü çok kesitli bir BT cihazında (Şekil 3.2) (Şekil 3.3) (Vimago ® TM GT30) tüm kedilerin sternal pozisyonda ve simetrik olarak kolumna vertebralis çekimleri yapıldı ve tomografi görüntüleri elde edildi. Elde edilen tomografi görüntülerin değerlendirilmesi aynı yazılımla (Vimago ® TM GT30) aynı monitörde (EIZO flexscan ev2450, 23,8 inç, çözünürlük 1,920 \* 1,080 piksel, nokta aralığı 0,27 mm, maksimum parlaklık 250 cd/m, maksimum kontrast 1000:1) yapıldı.

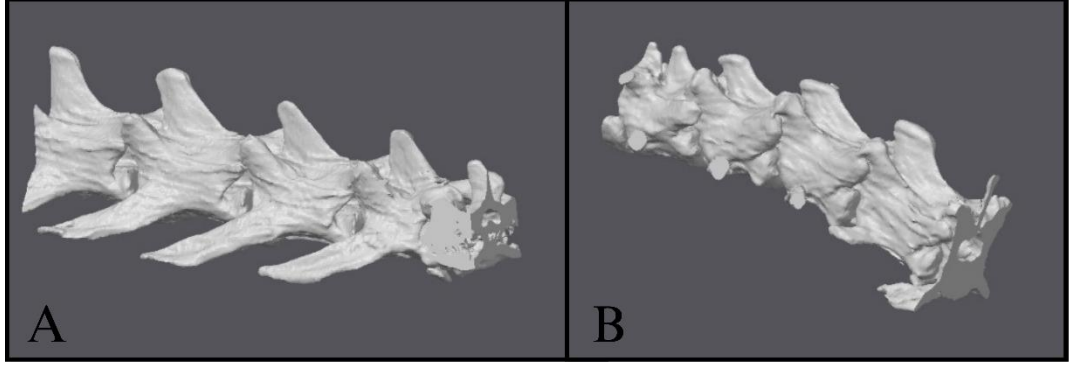


**Şekil 3.2.** Çalışmada kullanılan tek dedektörlü (A) çok kesitli (B) bir BT cihazı.



**Şekil 3.3.** Tomografi muayenesinde kullanılan bilgisayarlı görüntüleme sistemi.

BT görüntüleme yöntemi ile aksiyal, sagittal ve coronal kesitlerden elde edilen 2 boyutlu (2B) görüntüler DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) formatında stoklandıktan sonra kayıt altına alındı ve ayrıca aksiyal incelemede kesitlerden elde edilen veriler ile Grup 1'e ait (Şekil 3.4) kolumna vertebralislerin 3 boyutlu (3B) rekonstrüksiyonu oluşturuldu.



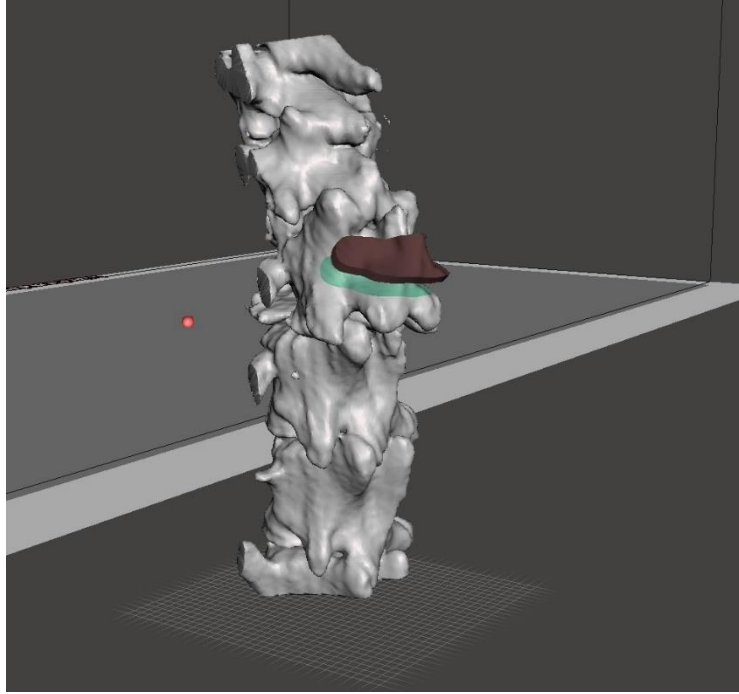
**Şekil 3.4.** Baskısı alınacak lumbal (A) ve torakal (B) vertebraların örnek bir rekonstrüksiyonu (Olgu No: 3).

Grup 1 için kayıt edilen tomografi görüntüleri Bambu Lab markasının A1 modeli ile (yapı hacmi; 256\*256\*256 mm<sup>3</sup>, nozul çapı; 0,2 mm, 0,4 mm, 0,6 mm, 0,8 mm ) Esun pla marka poliaktik asit içerikli filament ile işlev gösterebilen 3D printer kullanılarak baskı alındı ve vidalama işlemi için hazır hale getirildi (Şekil 3.5).



**Şekil 3.5.** Omurgaların basılması için kullanılan filament bazlı 3D printer yazıcı.

Grup 1 için kullanılacak Klavuz ise tomografi ölçümleri sonucu belirlenen ideal implant pozisyonu doğrultusunda Meshmixer markalı programı üzerinden tasarımı sağlanarak aynı markalı 3D printer ile baskısı alınarak üretildi (Şekil 3.6).



**Şekil 3.6.** Örnek bir klavuz tasarımı (Olgu No: 3).

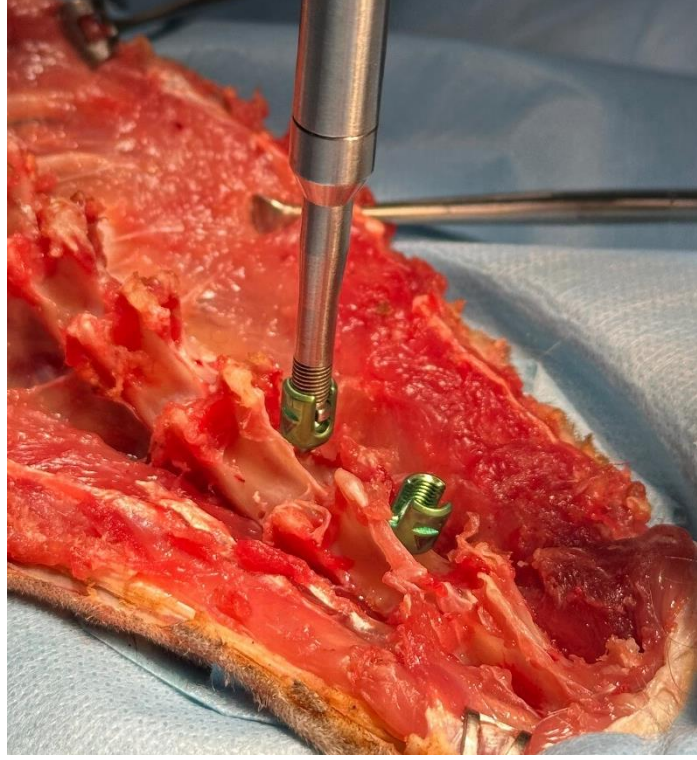
Vidalama işlemi için Vertebral Stabilizasyon Seti kullanıldı (Travmavet, Vesta Set, Hasvet, Türkiye) kullanıldı (Şekil 3.7). Sette bulunan 1.6 mm çaptaki 12 mm uzunluğunda olan spinal polyaxial vida standart olarak kabul edilip 12 olgunun tamamına uygulandı (Şekil 3.9). Uygulama için 1.5 mm çaplı cerrahi ortopedik şarlı drill kullanıldı (Safir, Hasvet, Türkiye) (Şekil 3.8).



Şekil 3.7. Çalışmamızda kullanılan Vesta Vertebral stabilizasyon seti.



Şekil 3.8. Çalışmamızda kullanılan cerrahi şarlı drill.



**Şekil 3.9.** Çalışmamızda kullanılan pediküllü vidalar.

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. BT Görüntülerin Elde Edilmesi**

Çalışmada kullanılan tüm kedilerin sternal pozisyonda ve simetrik olarak BT cihazında kolumna vertebralis çekimleri yapıldı ve tomografi görüntüleri elde edildi. Aksiyal, sagittal ve koronal kesitlerden elde edilen 2 boyutlu (2B) görüntüler DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) formatında kayıt altına alındı ve aksiyal incelemede kesitlerden elde edilen veriler ile kolumna vertebralis'in 3 boyutlu (3B) rekonstrüksiyonu oluşturuldu. BT görüntüleri 3 farklı gözlemci tarafından değerlendirildi (ÇB, MÇ, ZAE).

### 3.2.2. Tomografik ölçümler

Belirlenen her bir vertebra için çeşitli ölçümler yapıldı (Şekil 3.10 ve 3.11). Bu ölçümlerin her biri, implant yerleştirme planlaması sırasında gerekli olan hassasiyet ve anatomik uyumu sağlamak için kritik bir öneme sahiptir (Espadas, 2018).

**Aksiyal düzlemde implant yerleştirme noktası ile vertebral pedikül arasındaki mesafe ( $L$ )**, aksiyal düzlemde implantın yerleştirileceği nokta ile vertebral pedikül boyunca uzanan mesafeyi ifade etmektedir. Bu mesafe, güvenli koridor uzunluğu olarak tanımlanmış ve implantın doğru konumlandırılmasına rehberlik eden önemli bir parametre olarak ölçülmüştür.

**Spinal kanal ile aksiyal foramen arasındaki mesafe ( $W$ )**, P çizgisine dik olarak ölçülen bir mesafedir ve spinal kanal ile transvers foramen arasındaki güvenli koridor genişliğini belirtmektedir. Bu mesafe, potansiyel implant yerleşim bölgesindeki nörovasküler yapıların korunması ve stabilite sağlanması açısından kritik önem taşır.

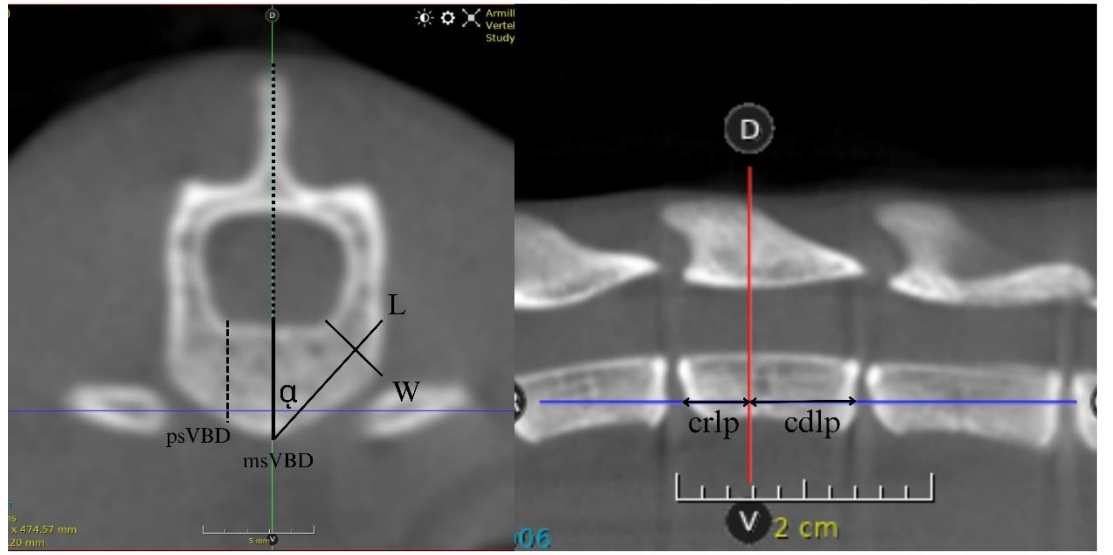
**Optimal insertion açısı ( $\alpha$ )**, P çizgisi ile sagittal düzlem arasındaki açı olarak tanımlanmış ve implant yerleşiminin en uygun açısının belirlenmesi için ölçülmüştür. Bu açının hesaplanması, implantın doğru bir yönlendirme ile yerleştirilmesi ve stabilizasyon sağlanması açısından önemlidir.

**İmplant yerleştirme noktasına mediolateral mesafe ( $MLIP$ )**, köpeklerde önceki kılavuzlar doğrultusunda transvers görüntü üzerinde ölçülmüş, vertebral gövde orta hattı ile P çizgisinin ventral vertebral korteks ile kesişimi arasındaki mesafe olarak tanımlanmıştır. Bu ölçüm, mediolateral yönlendirme ve doğru yerleştirme için önemli bir rehberlik sunar. Torakal vertebra için bu ölçüm anatomik sebeplerle yapılamamaktadır.

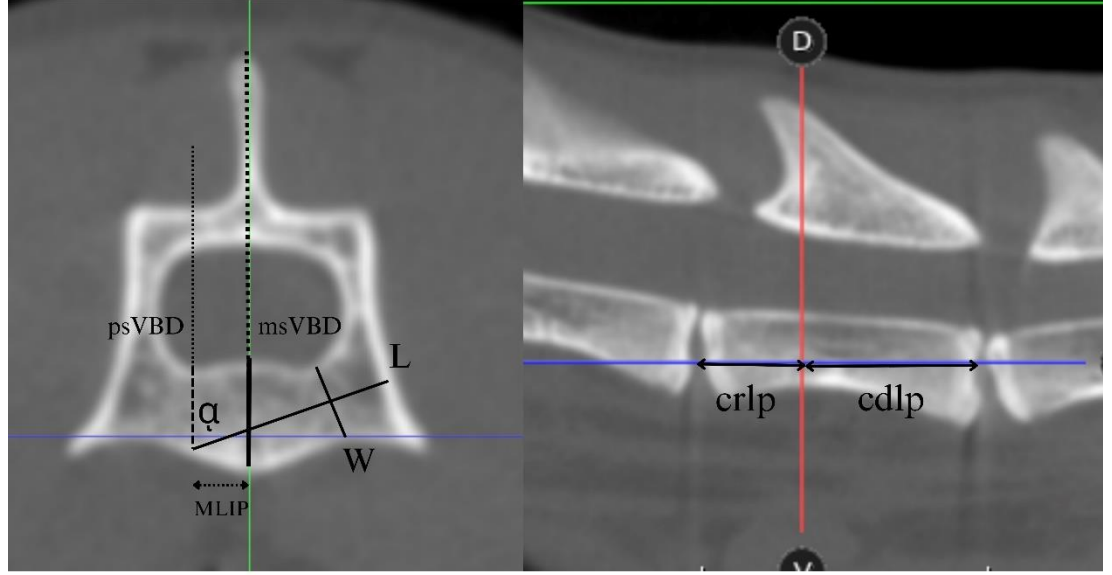
**Midsagittal vertebral gövde derinliği ( $msVBD$ )**, midsagittal düzlemde spinal kanal ile vertebra gövdesinin ventral yönü arasındaki mesafeyi temsil eder. Bu ölçüm, en büyük omur gövdesi derinliğine karşılık gelmekte ve implant yerleştirme sırasında önemli bir referans noktası olarak kullanılmaktadır.

**Parasagittal vertebral gövde derinliği (psVBD)**, parasagittal düzlemde spinal kanal ile vertebra gövdesinin ventral yönü arasındaki mesafe olarak tanımlanmış ve en küçük omur gövdesi derinliğini göstermektedir. Bu ölçüm, omur gövdesinin geometrik sınırlarını ve olası implant yerleştirme seçeneklerini belirlemek açısından önemlidir.

**İmplant yerleştirme noktasına kraniokaudal (CrIP) ve kaudal mesafe (CdIP) ölçümleri**, sagittal düzlemde hesaplanmış ve kaudal uç plakalardan yerleştirme noktasına olan mesafeler milimetre cinsinden belirlenmiştir. Bu değerler, vertebra gövdesi uzunluğunun oranları olarak kaydedilmiş ve implantın koronal yerleşimini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.



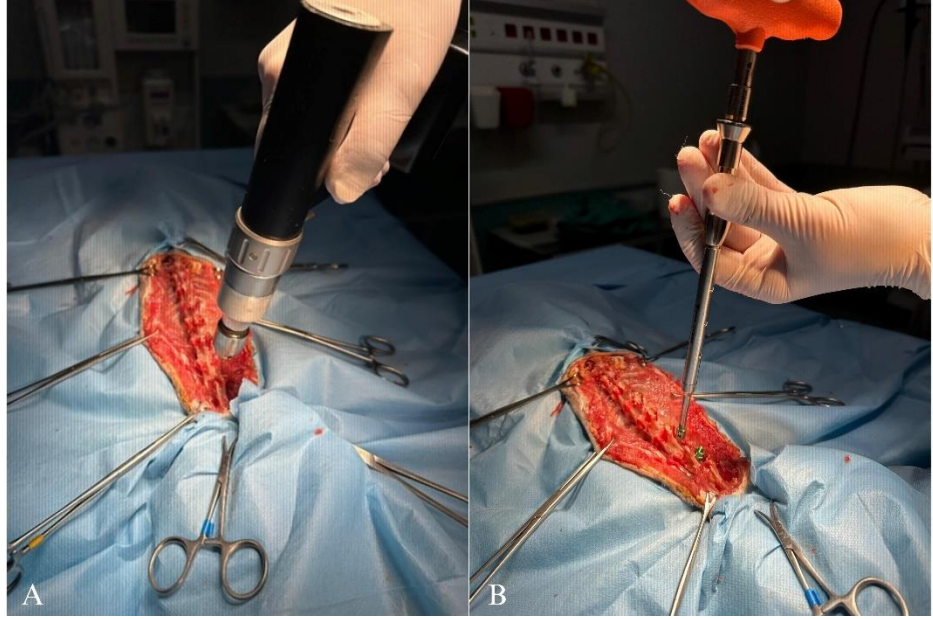
**Şekil 3.10.** T12 ve T13 vertebra için optimum güvenli implantasyon koridorları. Aksiyal kesitte kısaltmalar şu şekilde tanımlanmıştır: güvenli koridor uzunluğu (L), güvenli koridor genişliği (W), optimal yerleştirme açısı ( $\alpha$ ), midsagittal vertebra gövdesi derinliği (msVBD) ve parasagittal vertebra gövdesi derinliği (psVBD). Sagittal görünüm diyagramında kısaltmalar şu şekildedir: implant yerleştirme noktasına kraniokaudal mesafe (CrIP) ve implant yerleştirme noktasına kaudal mesafe (CdIP)



**Şekil 3.11.** L4 ve L5 vertebra için optimum güvenli implantasyon koridorları. Aksiyal kesitte kısaltmalar şu şekilde tanımlanmıştır: güvenli koridor uzunluğu (L), güvenli koridor genişliği (W), optimum yerleştirme açısı ( $\alpha$ ), implant yerleştirme noktasına mediolateral mesafe (MLIP), midsagittal vertebra gövdesi derinliği (msVBD) ve parasagittal vertebra gövdesi derinliği (psVBD). Sagittal kesitte: implant yerleştirme noktasına kraniokaudal mesafe (CrIP) ve implant yerleştirme noktasına kaudal mesafe (CdIP)

### 3.2.3. İmplant

Grup 2’de 6 adet kedinin (Olgu No: 7,8,9,10,11,12) seçilmiş vertebralarında (T12-13 ve L4-5) her bir vertebraya 2’şer adet olacak şekilde serbest el tekniği ile vidalama yapıldı (Şekil 3.12).



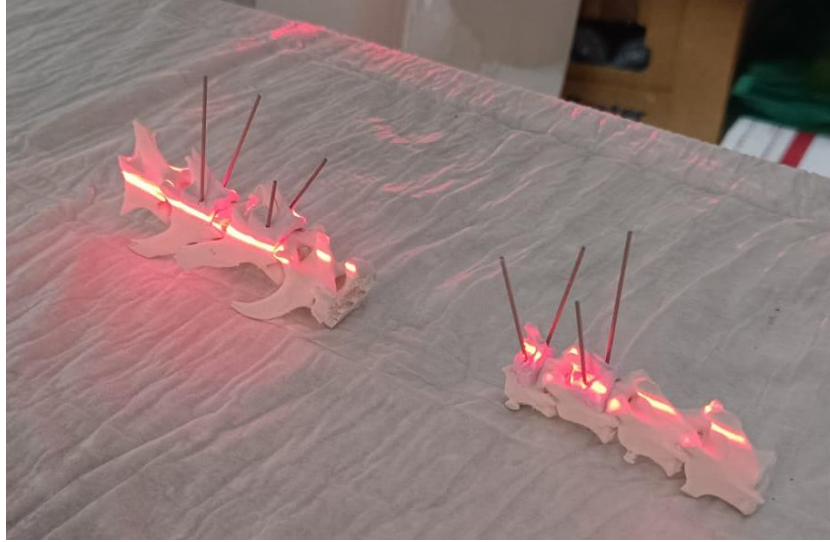
**Şekil 3.12.** Serbest el vida uygulaması (Olgu No: 7).

A) Drill ile vertebranın delinmesi B) Pediküllü vida uygulaması

Diğer 6 kedide (Grup 1) ise BT çekimleri üzerinde yapılan tomografik ölçümler sonucu belirlenen ideal implant pozisyonu L çizgisi olarak gösterildi. Bu doğrultuda hazırlanan prototip vertebralara, vertebraya özel bir klavuz rehberliğinde vidalama işlemi gerçekleştirildi (Şekil 3.13 ve 3.14). Vida yerleştirilmesi tek bir kişi tarafından (ÇB) yapıldı. Takiben her iki grup için BT çekimleri uygulama sonrası tekrarlandı. BT çekimi sonrasında uygulama bölgesi makroskopik olarak incelendi ve fotoğrafiye edildi.



**Şekil 3.13.** 3D yazıcı ile üretilmiş torakal vertebra ve klavuz (Olgu No: 3).



**Şekil 3.14.** Tomografisi alınan torakal ve lumbal vertebralar.

### 3.2.3.1. Uygulama Sonrası İmplant Değerlendirmesi

Grup 1 ve Grup 2'de yerleştirilen vidaların doğruluğunu değerlendirmek için bir dizi parametre kullanıldı (Allen, 2015; Yu, 2020). İlk olarak, vidanın pedikül içerisindeki konumu ve kortikal duvarlarla teması dikkate alındı. Vidanın pedikül duvarlarını aşmaması ve tamamen pedikül içinde kalması, doğru yerleşimin temel göstergelerinden biri olarak kabul edildi. Bu değerlendirme, tomografi görüntüleri üzerinde vidanın sınırlarının belirlenmesiyle gerçekleştirildi.

İkinci olarak, vidanın vertebra gövdesindeki doğrultusu dikkate alındı. Vidaların çok kısa ya da çok uzun yerleşmesi, stabilizasyonu riske atabileceğinden dolayı işlem öncesi tomografi görüntüleri üzerinden vidanın corpus vertebranın dışına çıkması dikkate alındı. Ayrıca, doğrulamak için L uzunluğu yeniden ölçülerek sağlanması alınmıştır.

Vidanın sagittal ve aksiyal kesitlerdeki açı doğruluğu, omurganın doğal anatomisine uygun bir yerleşim açısından büyük öneme sahip kabul edildi. Bu parametreyi doğrulamak için alfa açısı her bir vertebra için vidalama sonrasında yeniden ölçüldü.

Paralel ve eşzamanlı vidaların simetrik yerleşimi değerlendirildi. Spongiyöz kemikte vida stabilitesi ve yumuşak doku ile komşu organlara olan mesafe kontrol edildi.

Grup 1'de yerleştirilen vidaların doğruluğu, planlanan yerleşim arasındaki uyum üzerinden değerlendirildi. Bu yöntem, önceden belirlenen vidalama açılarının ve konumlarının hassas bir şekilde uygulanmasını hedeflediği için tomografi görüntüleri üzerinden vidaların önceden planlanan pozisyonla ne kadar uyumlu olduğu analiz edildi.

Pedikül içindeki konum ve kortikal duvar temasına ilişkin değerlendirmede, vidaların tam olarak pedikül içinde yer alması ve kortikal duvarların delinmemesi dikkate alındı. Grup 1'de yerleştirilen vidaların vertebra gövdesindeki derinliği tomografi ölçümleri üzerinde alınmış ölçümler ile karşılaştırıldı. Vidaların sagittal ve aksiyal açılarda doğru yerleşmesi, cerrahinin başarısını etkileyen bir diğer önemli faktör olarak kabul edildi. Ayrıca, spinal kanal invazyonu ve sinir yapılarıyla ilişki, Klavuz tekniği ile yapılan işlemlerde de nörolojik komplikasyonları önlemek adına göz önünde bulunduruldu. Vidanın kortikal kemiğe uygun temasının sağlanıp sağlanmadığı incelendi. Grup 1'de; vidaların simetri ve paralellik açısından yerleşimi dikkate alındı ve omurga stabilitesi değerlendirildi.

#### **3.2.4. Verilerin İstatistiksel Analizi**

Tomografi çekimlerinin değerlendirilmesi ve ölçümler “Vimago” programı ile yapıldı. Daha sonra 3 farklı gözlemci (Ç.B., M.Ç., Z.A.E) önceden belirlenen vertebra ölçümleri üzerinden çalışmadaki kedilerin vertebralarının ortalama değerlerini belirledi. Ölçümler kendi aralarında karşılaştırıldı. Ölçümlerin normalliği Shapiro-Wilk testi (n=6) kullanılarak kontrol edilirken, gözlemciler arası korelasyon ise Pearson testi kullanılarak arandı.

Gözlemciler arası korelasyon ölçüm sonuçları kullanılarak değerlendirildi ve Grup 1 (n=6) için 3D Klavuz üretildi.

Bulunan sonuçlar SPSS 20 (SPSS, IBM®, Armonk, NY, USA) sisteminde istatistiksel olarak değerlendirildi. P değerinin 0,05 den küçük olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bağımlı (sonuç) değişkenler kaydedilen vertebra parametreleriydi: msVBD (mm), psVBD (mm), MLIP (mm), sağ ve sol W (mm), sağ ve sol L (mm), sağ ve sol  $\alpha$  (mm), CrIP (mm ve oran olarak ifade edildi), CdIP (mm ve oran olarak ifade edildi). Değerlendirilen bağımsız değişkenler arasında kediyle ilgili olanlar (cinsiyet, yaş) ve ölçümlerin yapıldığı omur gövdesi yer almış, Tanımlayıcı istatistikler uygun şekilde hesaplanmıştır; sürekli veriler medyan değerler olarak özetlenmiştir

## 4. BULGULAR

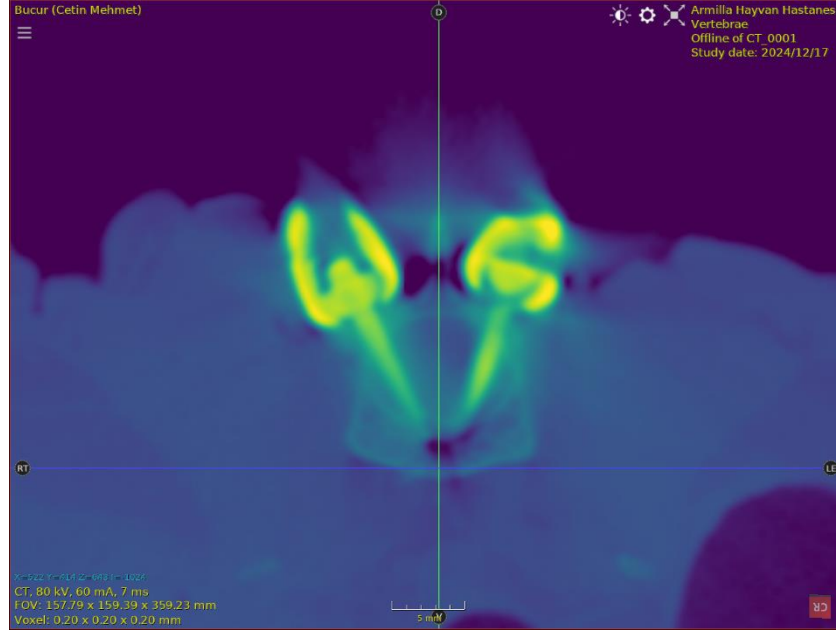
### 4.1. Hayvanların Tomografi Görüntülerinin Elde Edilmesi

Tomografik görüntüler elde edilirken herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmadı (Şekil 4.1). Yetersiz teknik kalite nedeniyle bir olgu için alınan görüntü tez kapsamından çıkarılmıştır. Elde edilen görüntüler (n=6) iki grup için de tek seferde çekilmiş olup tekrar edilmemiştir.



Şekil 4.1. Tomografi alınan vertebra spinalisin 3D görünümü (Olgu No: 1).

Tez kapsamında çekimi gerçekleştirilen grafipler ile birlikte tüm vakalar için yeterli teknik kalitede tomografi görüntüleri elde edildi. Tomografi ile pediküllü vida yerleşiminin değerlendirilmesi sırasında oluşan artefakt, görüntülemeyi olumsuz etkileyebilecek düzeyde gözlemlenmiştir. Ancak, termal haritalama (thermal map) yöntemi kullanılarak bu artefaktların elimine edilmesi sağlanmış ve daha net bir görüntüleme elde edilmiştir (Şekil 4.2).



**Şekil 4.2.** Termal haritalama (Thermal Map) yöntemi kullanılarak incelenen vidalar (Olgu No: 12).

#### 4.2. Vertebraların Ortalama Ölçümlerinin Belirlenmesi

Gözlemciler arası uyum tüm parametreler için sıfırdan anlamlı derecede farklıydı. T12 vertebra seviyesinde gerçekleştirilen ölçümlerde, gözlemciler arası korelasyon değerleri genellikle yüksek düzeyde bir uyum göstermiştir. En yüksek korelasyon değerleri VBL ve CdIP ölçümlerinde görülmekte olup, bu parametrelerde gözlemciler arası mükemmel tutarlılık olduğu anlaşılmaktadır (ICC değerleri yaklaşık 0.997 ve 0.983).

T13 vertebra seviyesindeki ölçümlerde, korelasyon değerlerinde bazı dalgalanmalar gözlemlenmiştir. (L/sol) ölçümünde ICC değeri 0.323 olarak bulunmuş ve bu değer anlamlı bir korelasyon sağlamamıştır ( $p > 0.05$ ). Ancak, (L/sağ) ölçümünde korelasyon değerleri 0.651 düzeyinde olup  $p < 0.05$  seviyesinde anlamlılık göstermiştir. Öte yandan, (W/sol) ve (W/sağ) ölçümlerinde ICC değerleri sırasıyla 0.954 ve 0.867 ile oldukça yüksek bir korelasyon göstermektedir ( $p < 0.01$ ). VBL, CrIP ve CdIP gibi ölçümlerde de yüksek uyum gözlenmiştir; VBL ölçümü için ICC değeri 0.987 ile mükemmel düzeyde bir uyumu işaret etmektedir. Bununla birlikte, bazı ölçümlerde,

özellikle msVBD gibi parametrelerde, daha düşük korelasyon değerleri gözlenmiş ve bu durum bu ölçümlerin gözlemciler arası daha az tutarlı olduğunu göstermiştir.

L4 vertebra seviyesinde yapılan ölçümler, genel olarak yüksek bir korelasyon değerine sahiptir. (L/sol) ve (L/sağ) parametrelerinde ICC değerleri sırasıyla 0.928 ve 0.750 olup,  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı bir korelasyon göstermektedir. Bununla birlikte, (W/sol) ölçümünde korelasyon düşük olup anlamlı bir uyum sağlayamamıştır ( $p > 0.05$ ). (W/sağ) ölçümünde ise düşük korelasyon görülmüştür. VBL, CrIP ve CdIP gibi parametrelerde ise ICC değerleri sırasıyla 0.999, 0.953 ve 0.994 ile oldukça yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmada L5 vertebra seviyesinde yapılan ölçümlerin gözlemciler arası korelasyon değerleri değerlendirildiğinde, genel olarak yüksek bir ölçüm tutarlılığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.1). Özellikle (L/sol), (L/sağ), (W/sol), (W/sağ), ( $\alpha$ /sol) ve ( $\alpha$ /sağ) parametreleri için elde edilen interklas korelasyon katsayıları (ICC) 0.85'in üzerinde olup, bu değerler  $p < 0.01$  düzeyinde anlamlı bulunmuştur. VBL, CrIP ve CdIP gibi ölçüm parametreleri, 0.985 ve üzeri ICC değerleri ile çok yüksek bir gözlemci uyumu sergilemiştir. Ancak, msVBD parametresinde ICC değeri negatif bir değer almış ve korelasyon anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 4.1.** Gözlemciler arası korelasyonlar.

Kriterler	ICC (%95 GA)	alt sınır-üst sınır
<b>T12</b>		
L/sol	0.776**	0.363-0.961
L/sağ	0.782**	0.379-0.962
W/sol	0.918**	0.716-0.987
W/sağ	0.826**	0.470-0.971
$\alpha$ /sol	0.833**	0.481-0.972
$\alpha$ /sağ	0.941**	0.780-0.991
msVBD	0.914**	0.705-0.986
psVBD	0.979**	0.920-0.997
CrIP	0.823**	0.442-0.971
CdIP	0.985**	0.939-0.998
VBL	0.997**	0.989-1.000
<b>T13</b>		
L/sol	0.323	-0.112-0.827
L/sağ	0.651*	0.202-0.932
W/sol	0.954**	0.834-0.993
W/sağ	0.867**	0.497-0.979
$\alpha$ /sol	0.867**	0.562-0.978
$\alpha$ /sağ	0.707*	0.240-0.947
msVBD	0.451*	-0.023-0.876

**Tablo 4.1. (devamı)**

psVBD	0.855**	0.560-0.976
CrIP	0.024	-0.048-0.351
CdIP	0.983**	0.933-0.997
VBL	0.987**	0.950-0.998
<b>L4</b>		
L/sol	0.928**	0.738-0.989
L/sağ	0.750**	0.312-0.956
W/sol	-0.020	-0.350-0.636
W/sağ	0.166	-0.262-0.761
$\alpha$ /sol	0.943**	0.784-0.991
$\alpha$ /sağ	0.795**	0.397-0.965
Ml1p/sol	0.572*	0.057-0.915
Ml1p/sağ	0.614*	0.108-0.925
msVBD	0.965**	0.864-0.995
psVBD	0.943**	0.786-0.991
CrIP	0.953**	0.820-0.993
CdIP	0.994**	0.976-0.999
VBL	0.999**	0.994-1.000
<b>L5</b>		
L/sol	0.922**	0.717-0.988
L/sağ	0.858**	0.539-0.977
W/sol	0.972**	0.888-0.996
W/sağ	0.939**	0.772-0.990
$\alpha$ /sol	0.930**	0.742-0.989
$\alpha$ /sağ	0.938**	0.767-0.990
Ml1p/sol	0.875**	0.582-0.980
Ml1p/sağ	0.900**	0.652-0.984
msVBD	-0.030	-0.354-0.627
psVBD	0.918**	0.704-0.987
CrIP	0.991**	0.963-0.999
CdIP	0.985**	0.938-0.998
VBL	0.995**	0.980-0.999

ICC: İnterklas korelasyon GA: Güven Aralığı \*\*: P<0,01 ve \*: P<0,05

#### 4.2.1. Torakal Vertebraların Ortalama Değerleri

Torakal vertebralardan elde edilen ölçüm oranları için minimum ve maksimum değerler, ortalamalar ve standart sapma Tablo 4.2 ve 4.3.'de verilmiştir. Değişkenlerin standart sapma, minimum ve maksimum aralıkları ile ortalama değeri rapor edildi.

**Tablo 4.2.** Torakal 12. omur değerlendirilmesi için elde edilen ölçümler (N=6).

	<b>Ortalama</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
L/sol	8.51	0.54	8.45	8.58
L/sağ	8.37	0.52	8.33	8.45
W/sol	3.12	0.53	3.08	3.17
W/sağ	3.16	0.65	2.98	3.34
$\alpha$ /sol	40.86	2.20	40.63	41.10
$\alpha$ /sağ	39.61	2.82	39.41	39.86
msVBD	5.74	0.62	5.70	5.80
Ps VBD	4.14	0.78	4.09	4.20
CrIP	2.94	0.52	2.93	2.95
CdIP	7.56	1.51	7.53	7.58
VBL	17.34	3.46	17.26	17.42

**Tablo 4.3.** Torakal 13. omur değerlendirilmesi için elde edilen ölçümler (n=6).

	<b>Ortalama</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
L/sol	8.12	0.39	7.95	8.37
L/sağ	7.86	0.65	7.66	8.17
W/sol	3.36	1.16	3.28	3.50
W/sağ	3.45	1.19	3.09	3.75
$\alpha$ /sol	41.82	3.37	41.21	42.66
$\alpha$ /sağ	41.72	2.16	41.33	42.21
msVBD	5.36	0.69	5.04	5.65
psVBD	3.90	0.78	3.75	3.98
CrIP	4.64	0.95	3.01	7.92
CdIP	8.00	2.28	7.92	8.10
VBL	16.97	3.27	16.89	17.14

Torakal 12. vertebrada (L/sol) ve (L/sağ) uzunluk ölçümlerinin ortalamaları sırasıyla 8.51 mm ve 8.37 mm olarak bulunmuş; bu ölçümler düşük bir standart sapma göstererek (0.54 ve 0.52) ölçümler arasında yüksek bir tutarlılık sergilemiştir. Benzer şekilde (W/sol) ve (W/sağ) parametreleri için ölçülen değerlerde, ortalama değerler (3.12 mm ve 3.16 mm) ile standart sapmanın düşük olması (0.53 ve 0.65), bu verilerin gözlemciler arasında tutarlılık gösterdiğini belirtmektedir. Ayrıca, VBL (Vertebral Body Length) ölçümünün ortalaması 17.34 mm olup, geniş bir varyasyon aralığı (SD=3.46) ile dikkat çekmektedir.

Torakal 13. vertebrada, (L/sol) ve (L/sağ) ölçümlerinin ortalamaları sırasıyla 8.12 mm ve 7.86 mm olarak tespit edilmiştir. Bu ölçümler, nispeten düşük bir standart sapma (0.39 ve 0.65) ile güvenilirlik açısından tatmin edici bulunmuştur. (W/sol) ve

(W/sağ) parametreleri de dikkate alındığında, bu değerler arasında belirli bir değişkenlik gözlenmiştir. VBL ölçümünde, ortalama değer 16.97 mm olup, SD=3.27 ile değerlerin geniş bir aralıkta dağıldığını göstermektedir.

#### 4.2.2. Lumbal Vertebraların Ortalama Değerleri

Lumbal vertebralardan elde edilen ölçüm oranları için minimum ve maksimum değerler, ortalamalar ve standart sapma Tablo 4.4. ve 4.5.'te verilmiştir. Değişkenlerin standart sapma, minimum ve maksimum aralıkları ile ortalama değeri rapor edildi.

**Tablo 4.4.** Lumbal 4. omur değerlendirilmesi için elde edilen ölçümler (n=6).

	<b>Ortalama</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
L/sol	8.64	0.87	8.48	8.88
L/sağ	8.65	0.74	8.54	8.73
W/sol	3.49	0.74	3.21	4.04
W/sağ	3.47	0.87	3.15	4.03
$\alpha$ /sol	62.67	4.40	62.25	63.35
$\alpha$ /sağ	64.67	3.47	64.38	65.16
Ml <sub>1p</sub> /sol	1.87	0.59	1.77	1.99
Ml <sub>1p</sub> /sağ	1.64	0.51	1.47	1.82
msVBD	5.82	1.03	5.79	5.86
psVbd	3.47	0.73	3.45	3.50
CrIP	6.33	1.57	6.09	6.52
CdIP	10.86	2.89	10.86	10.86
VBL	19.03	3.97	18.99	19.06

**Tablo 4.5.** Lumbal 5. omur değerlendirilmesi için elde edilen ölçümler (n=6).

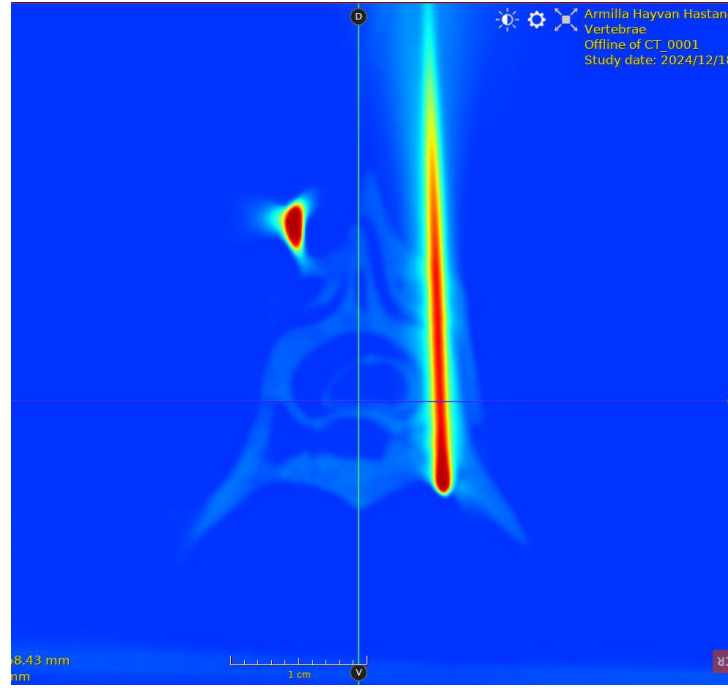
	<b>Ortalama</b>	<b>SD</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
L/sol	8.91	0.68	8.84	8.96
L/sağ	9.00	0.80	8.84	9.20
W/sol	3.01	0.46	3.01	3.02
W/sağ	2.87	0.54	2.85	2.89
$\alpha$ /sol	62.77	4.67	62.61	62.96
$\alpha$ /sağ	64.41	4.76	64.13	64.80
Mlıp/sol	1.73	0.61	1.62	1.89
Mlıp/sağ	1.49	0.64	1.42	1.54
msVBD	5.58	0.47	5.20	6.09
psVbd	3.36	0.53	3.31	3.42
CrIP	6.94	2.19	6.88	7.01
CdIP	11.68	2.30	11.61	11.76
VBL	19.71	3.65	19.64	19.81

Lumbal 4 vertebra için ölçümlerin ortalama değerleri, standart sapma değerleri ile birlikte oldukça geniş bir yelpazeyi kapsıyor. Örneğin, implant yerleştirme noktasından vertebral pediküle olan mesafenin (L/sol) ortalama değeri 8.64 mm olarak kaydedilmiş ve bu değer 8.44 mm ile 8.83 mm arasında değişmektedir. Aynı zamanda aksiyal genişlik ölçümü (W/sol) 3.47 mm ortalama değeriyle ve 3.21 mm - 3.65 mm arasında bir dağılım göstermektedir. Güvenli koridor uzunluklarının yanı sıra açı ( $\alpha$ ) ölçümleri de oldukça değişken olup, MLIP ve diğer mesafe parametreleri de vertebral yapının farklı bölgelerinde heterojenlik sergilemektedir.

Lumbal 5 vertebraında ölçüm değerleri daha büyük ortalama mesafeler göstermekte ve geniş bir standart sapma aralığı sunmaktadır. Örneğin, L/sol ölçümünün ortalama değeri 8.91 mm ve 8.44 mm ile 9.26 mm arasında değişim göstermektedir. Bu vertebra segmentinde güvenli koridor genişlikleri ve implant yerleştirme açısı ( $\alpha$ ) gibi parametrelerde kaydedilen değerler Lumbal 4 ile kıyaslandığında bazı farklar gözlenmektedir, örneğin  $\alpha$  ölçümü daha büyük bir açı sunabilmektedir. Diğer ölçümler de benzer şekilde yükseklik ve genişlik bakımından değişim göstermekte ve uygulama sırasında anatomik farklılıkların göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır.

### 4.3. Uygulama Sonrası İmplant Değerlendirmesi

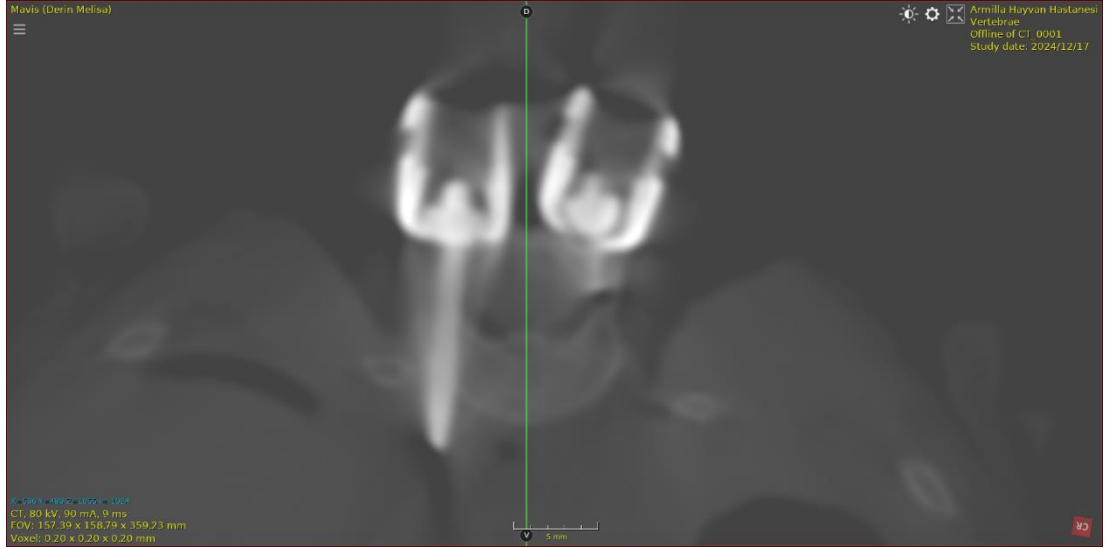
Bu tez çalışmasında kullanılan kadavralarda Klavuz eşliğinde uygulanan vidalama işleminde önceden belirlenen herhangi bir parametre ihlaline rastlanmamıştır (Şekil 4.3). Ancak serbest el tekniği pediküllü vida tekniği ile T12, T13, L4 ve L5 vertebralarında yapılan pediküllü vida uygulamaları sırasında farklı komplikasyonlar ile karşılaşıldı.



**Şekil 4.3.** Klavuz kullanılarak uygulanan vidanın Thermal Map ile değerlendirilmesi (Olgu No: 4).

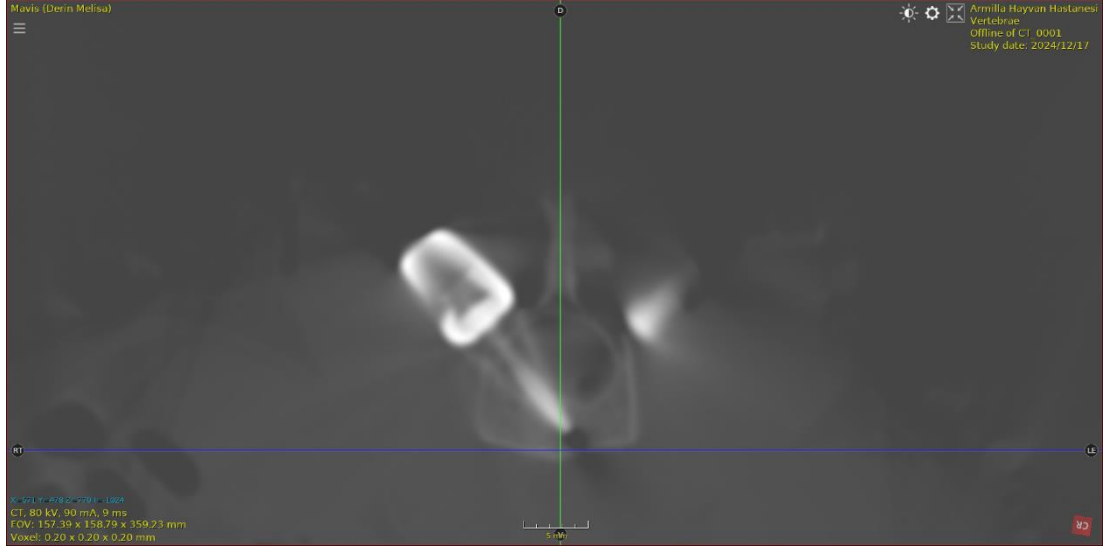
Elde edilen verilere göre Grup 2’de yalnızca Olgu No: 11’de yapılan işlem sırasında herhangi bir komplikasyon oluşmadı. Diğer kalan 5 olguda ise benzer komplikasyonlar geliştiği görüldü. Serbest el tekniğiyle pediküllü vida uygulanan işlemler sonrası komplikasyonlar, vidanın yerleştirildiği tarafa göre kategorize edildiğinde, sağ taraftan yerleştirilen vidalarda daha sık ve ciddi komplikasyonlar gözlemlendiği şeklinde idi. Sağ taraftan yerleştirilen vidalar arasında en yaygın komplikasyon, medulla spinalis veya spinal kanala invazyon olmuştur. Örneğin, T12

sağ vidanın medulla spinalis içine yerleştiği (Olgu No: 7) ve T13 sağ vidanın corpus vertebrayı aşarak distale ilerlediği (Olgu No: 10 ve Olgu No: 12) tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4.** Corpus vertebra'nın ön sınırını aşan pediküllü vida (Olgu No: 10).

Sol taraftan yerleştirilen vidalar incelendiğinde, spinal kanal invazyonunun daha yaygın bir komplikasyon olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.5). L4 vertebrada karşılaşılan komplikasyon olarak; sol taraftan gönderilen vidanın spinal kanalda bulunduğu olgularda (Olgu No: 8 ve Olgu No: 9) sol tarafta doğru açısal kontrol sağlanamadığı görülmüştür. Ayrıca, L5 vertebrada bulunan sol taraftan gönderilen vidanın spinal kanala invazyon (Olgu No: 10 ve Olgu No: 12) tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5.** Spinal kanala invaze olan pediküllü vida (Olgu No: 12).

Pediküllü vidaların uygulandığı olgularda, L uzunluğu ve alfa açısı yeniden değerlendirilmiştir. Tüm olgularda aynı uzunluktaki pediküllü vidaların kullanılması nedeniyle L ölçümleri standart ve tutarlı sonuçlar vermiştir. Ancak, vidaların yerleştirilme açıları incelendiğinde, özellikle paralellik açısından serbest el tekniği ile klavuz tekniği arasında belirgin bir fark gözlenmiştir. Klavuz yönteminde ölçülen alfa açıları birbirine oldukça yakın değerler göstermiş, bu da tekniğin yönlendirme doğruluğunu ve tutarlılığını ortaya koymuştur. Öte yandan, serbest el tekniğinde, ölmümü yapılan verilere göre uygulanan vidalama sonucunda alfa açılarında ciddi sapmalar tespit edilmiştir. Sol ve sağ yönlü vida uygulamalarında, Olgu No: 7’de T12’de sırasıyla 24.9° ve 10.28°, L4’te 28° ve 24.2°; Olgu No: 8’de T12’de 24.3° ve 11.4°, L4’te 17.4° ve 25°, L5’te ise 29° ve 18.4, Olgu No: 9’da L4’te 23.0° ve 36.6°, L5’te 39.2° ve 21.7°, Olgu No: 10’da T13’te 5.8° ve 18.7°, L5’te 10.8° ve 31° olarak ölçülen farklılıklar tespit edilmiştir. Olgu No: 11’de ise tüm açı değerlerinin 3°’yi aşmayan bir uyum sergilediği görülmüştür. Olgu No: 12’de T12’de 13.3° ve 39.6°, L4’te 22.6° ve 32° arasında sırasıyla sol ve sağ yönde vida uygulamalarında farklılıklar tespit edilmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda kedi omurgasında gerçekleştirilen analizlerin temeli, kedilerin travmatik omurga yaralanmalarına olan yatkınlıklarının köpeklere kıyasla farklı bir klinik tablo sunduğunu gösteren literatürle desteklenmektedir. Kedilerde travmatik omurga yaralanmalarının, özellikle genç hayvanlarda, omurilikte ciddi hasarlara ve yüksek ölüm oranlarına neden olabildiği bildirilmiştir. Sevk edilen bir popülasyonda yapılan postmortem bir çalışmada, omurga bozukluğu olan kedilerin %7'sinde vertebra kırığı ve/veya luksasyonu olduğu tespit edilmiştir (Marioni-Henry, 2010; Marioni-Henry, 2004). 100 kedi travma hastası üzerinde yapılan bir çalışmada, tüm vücut radyografileri vakaların %26'sında spinal yaralanma olduğunu göstermiştir (Zulauf, 2008).

Kedilerin vücut büyüklüğü, anatomik özellikleri ve torakolomber omurgaya olan travmatik eğilimleri, bu türün araştırmamız için tercih edilmesinin başlıca nedenlerini oluşturmaktadır. Köpekler, literatürde sıkça çalışılan bir grup olmakla birlikte, kedilerdeki omurga kırıkları ve luksasyonlarının anatomik ve biyomekanik özellikleri yeterince incelenmemiştir (Bali, 2009).

Kedilerin, köpeklere kıyasla daha küçük pediküler koridorlara ve daha narin vertebral yapılaraya sahip olmaları, cerrahi stabilizasyon sırasında farklı tekniklerin uygulanmasını gerektirmektedir. Bu durum, çalışmamızın sonuçlarının yalnızca tür-spesifik bilgiler sunmasını değil, aynı zamanda cerrahi uygulamalara rehberlik edecek türlere özgü protokoller geliştirilmesine katkıda bulunmasını sağlamaktadır (Vallefuoco, 2013). Bununla birlikte, kedi omurlarına implant yerleştirilmesi için güvenli koridorlar dardır ve bu nedenle hastalar arasındaki bireysel farklılıkların ve hatta aynı hastada sağ ve sol taraflar arasındaki farklılıkların dikkate alınması tavsiye edilir (Espadas, 2018b; Vallefuoco, 2013). Literatür verilerine paralel olarak gerçekleştirdiğimiz ölçümler sayesinde bölgesel farklılıkların verdiği açı farkları elimine edilmesi amaçlanmıştır. Torakolomber bölgenin seçilmesindeki bir diğer önemli neden, bu bölgenin sagittal düzlemde sınırlı hareketlilik göstermesi ve yaralanmalara karşı yapısal olarak daha savunmasız olmasıdır (Bagley, 2000). Ayrıca, torakolomber bölgede meydana gelen travmatik yaralanmaların, stabilizasyonu

sağlamak için genellikle pediküllü vida veya pim implantasyonlarıyla tedavi edilmesi gerekmesi, çalışmamızın odak noktasını desteklemiştir (Espadas, 2018; Vallefucio., 2014).

Omurga kırıkları ve luksasyonları genellikle vertebral kolonun esnek ve nispeten esnek olmayan bir bölgesi arasındaki bağlantılarda, kafatası, toraks ve pelvise bitişik olarak meydana gelir. Vertebral kolon üzerindeki normal kuvvetler fleksiyon, ekstansiyon, torsiyon, kompresyon ve traksiyon şeklindedir. Yaralanmanın türü, omurganın etkilenen bölgesinin spesifik anatomisi ile ilgili kuvvetlerin boyutu ve yönü arasındaki etkileşimle ilişkilidir (Bagley, 2000). Servikal vertebra kırıkları kedilerde köpeklerle kıyasla daha nadirdir; toplam 98 kediyi kapsayan üç çalışmada servikal lezyon görülmezken 69 kediyi kapsayan bir çalışmada sadece iki servikal lezyon bildirilmiştir. Türler arasındaki farkın nedenleri belirsizdir ancak etioloji ve vücut büyüklüğü ile ilgili olabilir (Beşaltı, 2002). Servikal bölge normalde tüm düzlemlerde geniş bir hareket aralığına izin verirken, torasik ve lomber bölgelerdeki hareket büyük ölçüde sagittal düzlemlerle sınırlıdır ve bu da servikal kırıkların düşük sıklığını kısmen açıklayabilir. Atlas ve aksis kırığı kedilerde nadiren bildirilmiştir ve sadece birkaç atlantoaksiyal instabilite raporu vardır (Vedrine ve Maurin, 2017). Bununla birlikte, torakolomber bölge, travma sonrası yaralanmalarda sık etkilenen bir bölge olup, kedilerde omurga yaralanmalarının yaklaşık %50'sinin T10 ile L2 arasında meydana geldiği gösterilmiştir (Jeffery, 2010). Bu bölgeyi çalışma alanı olarak seçmemizin nedeni, torakolomber omurganın, kırık ve luksasyonların stabilizasyonu için uygun bir cerrahi hedef olmasıdır.

Serbest el vidalama tekniği ilk olarak köpeklerde ve vertebra kırığı / luksasyonu olan kedilerde tanımlanan çok yönlü bir spinal stabilizasyon yöntemidir. Çok fazla özel ekipman gerektirmez ve omurganın tüm bölgelerinde uygulanabilir. Bununla birlikte, vertebral anatomi hakkında kapsamlı bir bilgi ve aseptik tekniğe sıkı bir dikkat gerektirir. Pinleri veya vidaları yerleştirirken çok az hata payı vardır ve anatomik işaretler omurganın bir bölgesinden diğerine değişir, bu nedenle işlem sırasında referans için anatomik bir numunenin mevcut olması yararlıdır (Bruce, 2008b). İmplant yerleşiminin doğruluğu, ameliyat öncesi BT bilgisayarlı tomografi ile büyük ölçüde artırılabilir. Ayrıca, acil olmayan vakalar için BT taramasından elde

edilen hastaya özel üç boyutlu delme kılavuzlarının kullanılması önerilir (Vallefuoco, 2013; Watine, 2006).

İmplant yerleştirilmesi için optimum güvenli koridorlar kedilerde servikal omurga için tanımlanmıştır. Torakolomber omurgada, bikortikal implant yerleştirilmesi için güvenli marjlarla en fazla kemik alımı, vertebra gövdesine ya medyan düzleme dik olarak ya da dikten küçük bir sapma açısıyla ( $<10^\circ$ ) yerleştirilerek elde edilir. Köpeğin aksine, L7 için optimum güvenli implantasyon koridorları diğer lomber vertebralarinkine aynı bulunmuştur (Vallefuoco, 2013, 2014). Ancak çalışmamızın hassasiyetinin artırılması amacı ile lomber omurlarda ayrı ayrı ölçülmüştür.

Ameliyat sonrası BT'nin implantların vertebral kanal ihlalini belirlemede konvansiyonel radyografiden daha doğru olduğu gösterilmiştir ve mevcut olduğunda implant konumlandırmasının doğruluğunu değerlendirmek için her zaman yapılmalıdır (Vallefuoco, 2013, 2014).

Köpek kadavralarında simüle edilmiş lomber kırık/luksasyon biyomekanik çalışmasında (Hettlich, 2013) vidalar ve kemik çimentosu ile pinler ve kemik çimentosu karşılaştırılmış ve vida fiksasyonlarının vida bükülmesiyle başarısız olduğu ve başarısızlıkta ilgili pin konfigürasyonundan daha az sert ve daha zayıf olduğu bulunmuştur. Ancak, küçük vücut boyutları nedeniyle bu hususların kedilerde daha az önemli olması muhtemeldir. Literatür verilerine uygun olarak pediküllü vida uygulanan kedilerde herhangi bir konfigürasyona rastlanmamıştır.

Çoğu servikal lezyon için rutin ventral yaklaşım kullanılırken, torasik ve lomber lezyonlar için dorsolateral veya lateral yaklaşım kullanılır. Dorsal yaklaşım için, epaksiyel kaslar omurganın bir veya her iki tarafından, eğer lomber omurga tutulmuşsa transvers proses seviyesine kadar yansıtılır. Torasik bölgede, plevral boşluğa girmemeye dikkat ederek diseksiyona kostal foveaya kadar devam edilir. Dekompresif cerrahi uygulanacaksa, önce bu yapılır. Daha sonra kırığın/luksasyonun her iki tarafındaki omurlara en az iki veya tercihen üç pin veya vida yerleştirilir. Uygulanan pin ve vida boyutu 1,0-2,0 mm çapında olmalıdır (Garcia, 1994; Scott, 2022). Sunulan tez çalışmasında uygulanan vidalar 1.6 mm çapında tercih edilerek

literatür verileri ile örtüşmüştür. Ancak kadavrada çalışıldığı için her bir tarafa sadece bir vida uygulanması uygun görülmüştür.

Kılavuz tasarımına yönelik yapılan değerlendirmeler sonucunda, vertebraların spinöz çıkıntılarına yerleşen kılavuzların yeterli dayanıklılık göstermesinin kritik öneme sahip olduğu belirlenmiştir. İlk aşamada kullanılan daha ince kılavuz modellerinde, özellikle uygulama sırasında kırılmalar gözlemlenmiş ve bu durum cerrahi prosedürü olumsuz etkileyerek komplikasyon riskini artırmıştır. İnce yapıli kılavuzların, kemik yüzeyine tam olarak oturamadığı ve stabilite kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, sonraki aşamalarda üretilen kılavuz modelleri, daha dayanıklı ve kalın olacak şekilde yeniden tasarlanmıştır. Kalınlaştırılmış ve güçlendirilmiş kılavuzların kullanımıyla, operasyon sırasında kırılmaların önüne geçilmiş ve cerrahi süreçte daha stabil bir yönlendirme sağlanmıştır. Böylece, implant yerleştirme doğruluğunun artırıldığı ve cerrahi uygulamanın güvenli hale getirildiği sonucuna varılmıştır.

Korelasyon değerlendirmesi üzerine yapılan analizler, T12, T13, L4 ve L5 vertebraları arasında ölçüm güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini anlamak adına değerli bulgular sunmuştur. Üç farklı gözlemci tarafından yapılan ölçümlerin analizi, interklas korelasyon katsayısı (ICC) kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar, güvenilirlik düzeyinin ölçüm parametrelerine ve vertebral seviyelere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

T12 ve T13 vertebraları, aksiyal düzlemdeki ölçümlerde (örneğin, L ve W) genellikle yüksek ICC değerleri göstermiştir. Özellikle T12'deki L ölçümleri için ICC değerinin 0.85'in üzerinde olması, ölçümlerin gözlemciler arasında tutarlı bir şekilde yapıldığını işaret etmektedir. Bununla birlikte, belirli açısai ölçümlerde ve vertebral gövde derinliği (msVBD ve psVBD) gibi parametrelerde daha düşük ICC değerleri gözlenmiştir. Bu durum, ölçüm protokollerindeki yorum farklılıklarından veya vertebral yapıya özgü anatomik değişkenliklerden kaynaklanabilir.

L4 vertebraındaki korelasyon değerlendirmesi de genel olarak yüksek güvenilirlik göstermektedir. Aksiyal düzlemde yapılan L ve W ölçümleri için ICC değerleri genellikle yüksek bulunmuş, bu da ölçümlerin tekrarlanabilir olduğunu

ortaya koymuştur. Ancak, msVBD gibi parametrelerde daha düşük korelasyon değerleri gözlenmiştir. Bu, özellikle midsagittal düzlemdeki ölçümlerin yorumlanmasının karmaşıklığından kaynaklanabilir.

L5 vertebraındaki ölçüm parametreleri de benzer bir tablo sergilemiş ve aksiyal düzlemdeki güvenli koridor uzunluğu (L) ve genişliği (W) gibi ölçümlerde oldukça yüksek ICC değerleri elde edilmiştir. Bu, ölçümlerin doğruluğunu ve tekrarlanabilirliğini vurgularken, özellikle implant planlaması ve cerrahi prosedürlerde kritik bir avantaj sunmaktadır. Bununla birlikte, msVBD ölçümlerinde diğer parametrelere kıyasla daha fazla değişkenlik gözlenmiş ve bu parametrenin standardizasyonunun iyileştirilmesi gerektiği anlaşılmıştır. Dört vertebral seviyede de yapılan ölçümler, genel olarak yüksek güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik sergilemiş; ancak, belirli parametrelerde daha düşük korelasyon değerleri gözlenmiştir. Bu durum, ölçüm protokollerinin revizyonu ve anatomik varyasyonlara yönelik daha standart hale getirilmiş metodolojilerin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Yüksek ICC değerlerinin elde edildiği parametreler, cerrahi planlamanın güvenilirliğini artırmakta ve gelecekte yapılacak çalışmalar için rehber niteliğinde olabilmektedir.

Bu çalışmada elde edilen ölçümler (L, W,  $\alpha$ , MLIP, msVBD, CrIP ve CdIP), Vallefucoco ve arkadaşlarının (2013) kedilerde transpediküler vida yerleştirme üzerine yaptığı çalışmanın verileriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, birçok parametrede yüksek bir uyum gösterirken, bazı ölçümlerde farklılıklar gözlenmiştir. Aksiyal düzlemde implant yerleştirme noktası ile vertebral pedikül arasındaki mesafe (L), çalışmamızda T12 vertebra için ortalama 8.51 mm (SD=0.54), T13 vertebra için ise 8.12 mm (SD=0.39) olarak hesaplanmıştır. Vallefucoco ve arkadaşlarının çalışmasında bu değerler sırasıyla 8.85 mm ve 8.74 mm olarak rapor edilmiştir. Çalışmamızdaki daha düşük değerler, kullanılan hayvanların daha küçük anatomik yapılarından kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, spinal kanal ile aksiyal foramen arasındaki mesafe (W), T12 vertebra için 3.12 mm (SD=0.53) ve T13 vertebra için 3.16 mm (SD=0.65) olarak ölçülmüş, literatürde bildirilen değerlerle uyumlu bulunmuştur (T12: 3.25 mm; T13: 3.20 mm).

Midsagittal vertebral gövde derinliği (msVBD), Vallefucoco ve arkadaşlarının çalışmasındaki vertebral gövde yüksekliği (VBH) ile karşılaştırılabilir bir

parametredir. Çalışmamızda msVBD ortalama 10.34 mm (SD=0.98) olarak bulunmuş, literatürde bildirilen VBH değeri (10.42 mm) ile uyum göstermiştir.

Kraniokaudal mesafeler (CrIP ve CdIP), çalışmamızda toplamda vertebral gövde uzunluğu (VBL) ile eşdeğer bir değere ulaşmıştır. CrIP için 5.02 mm (SD=0.32), CdIP için ise 4.88 mm (SD=0.29) olarak ölçülmüş ve bu iki değer toplamı, Vallefucoco ve arkadaşlarının rapor ettiği VBL (10.00 mm) ile uyum göstermiştir. Bu durum, ölçüm metodolojisinin doğruluğunu desteklemektedir ve implant yerleştirme planlamasında önemli bir referans noktası oluşturmaktadır.

Optimal implantasyon açısı ( $\alpha$ ), bireysel anatomik varyasyonlar ve cerrahi planlama sırasında kullanılan metodolojilerdeki küçük farklar, ölçümlerde bazı farklılıklar yaratmıştır bu yüzden alfa değeri karşılaştırılmamış olup kedilerde ölçülen ( $\alpha$ /sol) ve ( $\alpha$ /sağ) değerleri, Watine ve arkadaşlarının (2006) köpeklerde yaptığı çalışmada bildirilen benzer verilerle karşılaştırılmıştır. Bu iki tür arasında gözlemlenen anatomik farklılıklar, ölçüm sonuçlarında belirgin farklılara yol açmıştır.

Çalışmamızda T12 vertebra için ( $\alpha$ /sol) değeri ortalama 40.6° (min: 40.63°, max: 41.10°) ve ( $\alpha$ /sağ) değeri ortalama 39.61° (min: 39.41°, max: 39.86°) olarak ölçülmüştür. Watine ve arkadaşlarının köpeklerdeki T12 için rapor ettiği değerler ise ( $\alpha$ /sol) için 30.5° (25°-35° aralığında), ( $\alpha$ /sağ) için de benzer bir aralıktadır. Kedilerde daha yüksek açılar gözlenmesi, pediküler koridorların köpeklerde daha yatay bir yapıya sahip olmasından kaynaklanabilir. Bu fark, kedilerin omurga yapısının, implant yerleşimi sırasında daha dik açılar gerektirdiğini göstermektedir.

Çalışmamızda T13 vertebra için ( $\alpha$ /sol) ortalama 41.82° (min: 41.21°, max: 42.66°) ve ( $\alpha$ /sağ) ortalama 41.72° (min: 41.33°, max: 42.21°) olarak belirlenmiştir. Watine ve arkadaşlarının köpeklerde T13 vertebra için rapor ettiği değerler, sol ve sağ için 40.0° (37°-43° aralığında) ve 41.0° (38°-44° aralığında) olarak bildirilmiştir. Bu değerlerin oldukça yakın olduğu görülmektedir, bu da bu vertebra seviyesinde türler arasında daha az anatomik fark olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda L4 vertebra için ( $\alpha$ /sol) ortalama 62.67° (min: 62.25°, max: 63.35°) ve ( $\alpha$ /sağ) ortalama 64.67° (min: 64.38°, max: 65.16°) olarak ölçülmüştür.

Watine ve arkadaşlarının (2006) çalışmasında L4 vertebra için rapor edilen değerler ise ( $\alpha$ /sol) için  $60.0^\circ$  ( $55^\circ$ - $65^\circ$  aralığında) ve ( $\alpha$ /sağ) için  $62.0^\circ$  ( $57^\circ$ - $67^\circ$  aralığında) olarak belirtilmiştir. Bu değerler, kedilerde ve köpeklerde bu vertebra seviyesinde benzer implant açılarının mümkün olduğunu ortaya koymaktadır.

L5 vertebra için çalışmamızda ( $\alpha$ /sol) ortalama  $62.77^\circ$  (min:  $62.61^\circ$ , max:  $62.96^\circ$ ) ve ( $\alpha$ /sağ) ortalama  $64.41^\circ$  (min:  $64.13^\circ$ , max:  $64.80^\circ$ ) olarak bulunmuştur. Köpeklerde L5 için rapor edilen değerler, ( $\alpha$ /sol) için  $62.0^\circ$  ( $58^\circ$ - $66^\circ$  aralığında) ve ( $\alpha$ /sağ) için  $63.0^\circ$  ( $59^\circ$ - $67^\circ$  aralığında) olarak belirtilmiştir. Bu, kedilerde ve köpeklerde L5 vertebraasında ölçülen açılar arasında oldukça yakın bir uyum olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma, klavuz eşliğinde uygulanan vidalama tekniği ile serbest el tekniği ile pediküllü vidalar karşılaştırılmış ve elde edilen bulgular, literatürdeki benzer araştırmalarla uyumlu olarak klavuz kullanımının omurga cerrahisinde doğruluğu artırdığını göstermiştir. Klavuz kullanılarak yapılan vidalamalarda herhangi bir parametre ihlaline rastlanmazken, serbest el tekniği ile uygulanan işlemler sonrası özellikle T12, T13, L4 ve L5 vertebraalarında çeşitli komplikasyonlar tespit edilmiştir.

Klavuz kullanımının doğruluk üzerindeki olumlu etkisi, literatürdeki çalışmalarla desteklenmektedir. Örneğin, üç boyutlu yazıcıyla üretilen Klavuz'ların serbest el tekniğine göre vidaların "mükemmel" yerleştirilme olasılığını artırdığı ve komplikasyon oranlarını azalttığı daha önceki çalışmalarda rapor edilmiştir (Wang ve ark., 2020). Benzer şekilde, kadavra çalışmaları da Klavuz kullanımının yanlış yerleştirilme oranını anlamlı ölçüde düşürdüğünü ortaya koymuştur (Fan ve ark., 2023).

Serbest el tekniğinde gözlemlenen komplikasyonlar, bu tekniğin yönlendirme desteği olmaksızın gerçekleştirildiğinde açılarda daha yatkın olduğunu göstermektedir. Yanlış açılarda yerleştirilen vidalar, stabiliteyi ve güvenliği olumsuz etkileyebileceğinden kortikal kemiğe temas ve vidanın bu kemikte sağlam bir tutuşa sahip olması, stabilizasyonu desteklerken, kortikal yapının delinmesi veya kırılması istenmeyen sonuçlar doğurabilir. Pediküllerin uzunluğu kritik bir öneme sahip olduğundan çok kısa veya çok uzun vidalar, stabiliteyi riske atabileceği için planlanan

uzunlukla karşılaştırıldı. Ayrıca, spinal kanal invazyonu veya sinir kökleriyle olası temasın değerlendirilmesi, nörolojik komplikasyonların önlenmesi açısından kritik bir öneme sahip olduğu kanısına ulaşıldı. Çalışmamızda, sağ taraftan yerleştirilen vidalarda komplikasyonların daha sık gözlenmesi, bu teknik ile sağlanan doğruluğun anatomik taraf farklılıklarından etkilenebileceğini düşündürmektedir. Bu bulgu, serbest el tekniği ile vidaların doğru açıda yerleştirilmesinin cerrahın deneyimi ve anatomik yapıların (yaş, ırk, cinsiyet) bireysel değişkenliği gibi faktörlerden etkilenebileceğine işaret eden diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir (Shen ve ark., 2023).

Ayrıca, sol taraftan yerleştirilen vidalar arasında spinal kanal invazyonunun daha yaygın olduğu görülmüştür. Bu durum, çalışmamızda Olgu No: 8, 9, 10 ve 12’de L4 ve L5 vertebralarında gözlemlenmiş ve açısal kontrolün yetersizliğine bağlanmıştır. Literatürde yer alan 3D yazıcıyla üretilen Klavuz şablonlarının, özellikle açısal doğruluğun sağlanmasında serbest el tekniğine göre üstünlük sağladığı rapor edilmektedir (Lu ve ark., 2019). Çalışmamızda Klavuz kullanımında komplikasyona rastlanmaması, bu bulguları desteklemektedir.

Serbest el pediküllü vida tekniği ile yapılan uygulamalarda, alfa açıları arasında belirgin farklılıklar tespit edilmiş ve bu durum cerrahi doğruluk açısından önemli sonuçlar doğurmuştur. Pediküllerin paralelliği cerrahi dengeyi sağlar ve simetri açısından yapılan değerlendirmeler, başarılı bir cerrahi sonuç için önem taşımaktadır. Son olarak, spongiyöz kemikte vida stabilitesi ve yumuşak doku ile komşu organlara olan mesafe kontrol edilerek, cerrahinin güvenliğini artıracak parametreler gözden geçirildi. Özellikle T12, L4 ve L5 vertebralarında kaydedilen açısal tutarsızlıklar, bazı olgularda ciddi anatomik komplikasyonlara yol açmıştır. Örneğin, Olgu No: 7’de T12’de ölçülen açıların  $24.9^\circ$  ve  $10.28^\circ$  arasında farklılık göstermesi, L4’teki açıların  $28^\circ$  ve  $24.2^\circ$  olması ve T12 sağ vidanın spinal kanal invazyonu ile ilişkilendirilmesi dikkat çekicidir. Benzer şekilde, Olgu No: 8’de T12’de  $24.3^\circ$  ve  $11.4^\circ$ , L4’te  $17.4^\circ$  ve  $25^\circ$ , L5’te ise  $29^\circ$  ve  $18.4^\circ$  arasında farklılıklar gözlemlenmiş; bu durum vidaların spinal kanala yerleşmesine neden olmuştur. Olgu No: 9’da L4’te  $23.0^\circ$  ve  $36.6^\circ$ , L5’te  $39.2^\circ$  ve  $21.7^\circ$  arasında belirgin farklılıklar, cerrahi stabilitenin olumsuz etkilendiğini göstermektedir. Olgu No: 10’da ise T13’te  $5.8^\circ$  ve  $18.7^\circ$ , L5’te  $10.8^\circ$  ve  $31^\circ$  arasında farklılıklar görülmüş, cerrahi yönlendirme yetersizliği komplikasyonlarla

sonuçlanmıştır. Bunun aksine, Olgu No: 11’de tüm açı farklılıklarının 3°’yi aşmaması, serbest el tekniğinin doğru uygulandığında başarılı olabileceğini ortaya koymaktadır. Ancak Olgu No: 12’de T12’de 13.3° ve 39.6°, L4’te 22.6° ve 32° arasında farkların kaydedilmesi, uygulama sırasındaki hataların komplikasyon riskini artırabileceğini doğrulamaktadır. Bu bulgular, açı tutarsızlıklarının cerrahi doğruluk ve komplikasyonlar üzerindeki kritik etkisini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, Klavuz tekniği, cerrahi doğruluğu artırarak komplikasyon oranlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Bunun aksine, serbest el tekniği daha fazla komplikasyon riski taşımakta ve anatomik yapıların doğru yorumlanmasında deneyim gerektirmektedir. Ancak, literatürdeki bazı çalışmalarda Klavuz kullanımının komplikasyon oranlarını anlamlı şekilde azaltmadığı belirtilmiştir (Basso ve ark., 2021), bu da yöntemin etkinliğinin vaka bazında değişebileceğini göstermektedir. İleriye dönük çalışmalarda daha büyük örneklemelerle iki tekniğin karşılaştırılması, bu konuda daha net çıkarımlar yapılmasını sağlayacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde travmatik yaralanma, kedilerde omurga hastalıklarının yaygın bir nedenidir. Vertebra kırığı/luksasyonu olan kedilerin çoğunda yaşamı tehdit edebilecek eşzamanlı yaralanmalar da mevcuttur. Bu yaralanmalar motorlu araç kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, küt travmalar, kapı aralığına sıkışma, ısırık yaraları gibi şiddetli travmalar sonucu ortaya çıkmaktadır. Köpeklerle karşılaştırıldığında, kediler spinal travmalara daha yatkındır. Pet hayvanlarının refahını korumak için uygulanan teşhis ve tedavi metotları özellikle kedilerin omurga yaralanmalarında hayvanın yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi, olası olan en kısa sürede eski fonksiyonel kullanımının sağlanması, ağrı ve acısının dindirilmesi şeklinde nedenler ile sağaltım seçenekleri devamlı geliştirilebilir bir yapıdadır.

Sunulan bu tez çalışması ile yapılan tüm değerlendirmeler sonucunda verilebilecek öneriler şu şekilde özetlenebilir:

Klavuz tekniği, cerrahi işlemlerde doğruluk ve hassasiyet açısından önemli bir avantaj sunar. Rehber sistemler, vidaların doğru konumlandırılmasını sağlarken cerrahi hataları azaltır. Ancak bu doğruluk, deneyimli cerrahlar için serbest el tekniği ile de sağlanabilir; uzun süreli tecrübe ve anatomi bilgisiyle doğru yerleştirme sağlamak mümkündür. Bu nedenle, hangi yöntemin seçileceği cerrahın uzmanlığı ve vaka zorluklarına bağlıdır.

Serbest el tekniği cerrahın becerisine daha fazla bağımlıdır. Bu, cerrahi beceriye dayalı esneklik ve hızlı uyum sağlama avantajı sunarken, deneyim eksikliği halinde komplikasyon riskini artırır. Buna karşılık Klavuz tekniği, rehberler aracılığıyla daha standartlaştırılmış ve güvenli bir süreç sunarak yeni başlayan cerrahlar için bir güvence sağlar. Dolayısıyla, optimal sonuçlar için bu iki teknik birleştirilebilir, yani deneyimli cerrahlar rehber kullanarak doğruluklarını artırabilir veya rehber sistemlerden tecrübeli cerrahlara mentorluk yapmak amacıyla faydalanılabilir.

Klavuz tekniğinin donanım ve hazırlık süreçleri, maliyeti artırabilir ve gelişmiş cerrahi merkezlerde daha kolay uygulanabilir. Buna karşılık serbest el tekniği, ek cihazlar gerektirmediği için daha ekonomik bir çözümdür. Kaynakların kısıtlı olduğu bölgelerde serbest el tekniği ön planda olsa da, teknolojik imkanların gelişmesiyle Klavuz tekniğinin kullanımının yaygınlaşması uzun vadede cerrahi başarıyı artırabilir. İdeal durumda, her iki tekniğin avantajları birleştirilerek uygun maliyetli, doğruluk ve güvenliği yüksek yaklaşımlar geliştirilebilir.

Serbest el tekniği, vidaların doğruluğunu sağlamak amacıyla sıkça görüntüleme cihazları kullanır. Bu, cerrah ve hasta açısından daha fazla radyasyon maruziyetine yol açabilir. Buna karşın, Klavuz tekniği ile yapılan planlama sırasında daha az görüntüleme gerektiğinden radyasyon maruziyeti azalır. Klinik pratiği optimize etmek amacıyla her iki yöntemin hibrit kullanımı, gereksiz radyasyon maruziyetini önlerken doğruluğu artırabilir.

Serbest el tekniği, anatomik varyasyonlara ve beklenmedik cerrahi zorluklara uyum sağlama açısından yüksek esneklik sunar. Bu durum, cerrahın hızlı karar verme ve ayarlama yapabilmesine imkan tanır. Buna karşın Klavuz tekniği, önceden belirlenmiş planlara daha sıkı bağlıdır, bu da ani değişikliklere hızlıca uyum sağlamayı zorlaştırabilir. Hibrit bir yaklaşımda, serbest el tekniği ile rehber kullanımının birlikte uygulanması, daha karmaşık vakalarda esneklik ile doğruluğu bir araya getirebilir.

Klavuz tekniği, cerrahi prosedürlerin daha standart hale gelmesine yardımcı olarak, eğitimde ve tecrübesiz cerrahların yetiştirilmesinde değerli bir araç sunar. Bu yöntem, cerrahi hataları azaltabilir ve öğrenme eğrisini hızlandırabilir. Buna karşılık, serbest el tekniğinin eğitimi ve uygulanması, cerrahın bireysel yeteneklerini geliştirmesi açısından önemlidir. Eğitim süreçlerinde her iki yöntemin bir arada kullanılması, yeni cerrahların daha güvenli ve etkili bir şekilde yetiştirilmesini sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

Allen, J., Akpolat, Y. T., Kishan, S., Peppers, T., Asgarzadie, F., ve Cheng, W. K. (2015). Comparison between gearshift and drill techniques for pedicle screw placement by resident surgeons. *International Journal of Spine Surgery*, 9. <https://doi.org/10.14444/2023>

Bagley, R. S. (2000). Spinal fracture or luxation. In *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* (Vol. 30, Issue 1, pp. 133–153). W.B. Saunders. [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(00\)50006-0](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(00)50006-0)

Bali, M. S., Lang, J., Jaggy, A., Spreng, D., Doherr, M. G., ve Forterre, F. (2009). Comparative study of vertebral fractures and luxations in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 22(1), 47–53. <https://doi.org/10.3415/VCOT-08-02-0018>

Bartling, S. H., Stiller, W., Semmler, W., ve Kiessling, F. (2007). Small Animal Computed Tomography Imaging. *Current Medical Imaging*, 3(1), 45–59.

Basso, M., Rossetti, S., ve Lombardi, G. (2021). Effectiveness of navigation and drill guide techniques in spinal surgery: A review of clinical outcomes. *Journal of Orthopaedics*, 18(2), 113-120.

Beer, P., Kneel, S. C., Steffen, T., Pozzi, A., ve Park, B. H. (2018). An ex-vivo biomechanical comparison of tension band stabilization and screws and polymethylmethacrylate fixation for lumbar vertebral fractures and luxations in cats.

Beer, P., Park, B. H., Steffen, F., Smolders, D. L. A., Pozzi, A., ve Knell, S. C. (2020). Influence of a customized three-dimensionally printed drill guide on the accuracy of pedicle screw placement in lumbosacral vertebrae: An ex vivo study. *Veterinary Surgery*, 49(5), 977–988. <https://doi.org/10.1111/vsu.13417>

Bertolini, G. (2017). *Body MDCT in Small Animals Basic Principles, Technology, and Clinical Applications*.

Beşalti, Ö., Özak, A., ve Tong, S. (2002). Management of spinal trauma in 69 cats. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 109(7), 315–320.

Boztok Özgermen, D. B. (2014). Köpeklerde akciğer hastalıklarının tanısında bilgisayarlı tomografi ve torasik radyografi bulgularının karşılaştırılması.

Braund, K. G., Shores, A., ve Brawner, W. R. , Jr. (1990). The etiology, pathology, and pathophysiology of acute spinal cord trauma. *Veterinary Medicine*, 85(7), 684–691.

Brown, M., ve Semelka, R. (2011). MRI: Basic Principles and Applications (3rd ed.). John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.1118/1.1636163>

Bruce, C. W., Brisson, B. A., ve Gyselinck, K. (2008a). Spinal fracture and luxation in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 21(03), 280–284. <https://doi.org/10.1055/S-0037-1618862>

Bruce, C. W., Brisson, B. A., ve Gyselinck, K. (2008b). Spinal fracture and luxation in dogs and cats A retrospective evaluation of 95 cases. In *Vet Comp Orthop Traumatol* (Vol. 21).

Coates, J. R., ve Wininger, F. A. (2010). Canine Degenerative Myelopathy. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(5), 929–950. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.05.001>

Devecioğlu, Y. (1999). Köpeklerde Kolumna Vertebralis ve Medulla Spinalis Lezyonlarının Klinik Değerlendirmesi [Doktora Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Dursun, N. (Ed.). (2008). *Veteriner Anatomi I* (12th ed.). Medisan Yayınevi.

Espadas, I., Maddox, T. W., ve de Vicente, F. (2018). Optimal safe implantation corridors in feline cervical vertebrae (C2–T1): CT study in 16 domestic shorthair cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 20(12), 1149–1157. <https://doi.org/10.1177/1098612X18757592>

Evans, H. E., ve de Lahunta, A. (2012). *Miller's anatomy of the dog* (4. Baskı). St. Louis: Saunders.

Fan, Y., Wu, X., Guo, J., ve Zhang, M. (2023). Comparison of a novel facet-based lateral mass drill guide with freehand technique for pedicle screw placement in a cadaver study. *The Spine Journal*, 23(3), 320–328. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2023.01.027>

Fossum, T. W. (2012). *Small Animal Surgery* (4th ed.).

Goffart, L. M., Precht, C., Fosgate, G. T., Maiolini, A., ve Hettlich, B. F. (2022). Accuracy of end-on fluoroscopy in predicting implant position in relation to the vertebral canal in dogs. *Frontiers in Veterinary Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.982560>

Grasmueck, S., ve Steffen, F. (2004). Survival rates and outcomes in cats with thoracic and lumbar spinal cord injuries due to external trauma. *Journal of Small Animal Practice*, 45, 284–288.

Hamilton-Bennett, S. E., Oxley, B., ve Behr, S. (2018). Accuracy of a patient-specific 3D printed drill guide for placement of cervical transpedicular screws. *Veterinary Surgery*, 47(2), 236–242. <https://doi.org/10.1111/vsu.12734>

Hernon, T., Gurney, M., ve Gibson, S. (2018). A retrospective study of feline trauma patients admitted to a referral centre. *Journal of Small Animal Practice*, 59(4), 243–247.  
<https://doi.org/10.1111/jsap.12815>

Hettlich, B. F., Allen, M. J., Pascetta, D., Fosgate, G. T., ve Litsky, A. S. (2013). Biomechanical Comparison Between Bicortical Pin and Monocortical Screw/Polymethylmethacrylate Constructs in the Cadaveric Canine Cervical Vertebral Column. *Veterinary Surgery*, 42(6), 693–700.  
<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2013.12040.x>

Jeffery, N. D. (1995). Investigation of Spinal Disease. In N. D. Jeffery (Ed.), *Handbook of Small Animal Spinal Surgery* (1st ed., pp. 24–44). WB Saunders Co.

Jeffery, N. D. (2010). Vertebral fracture and luxation in small animals. In *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* (Vol. 40, Issue 5, pp. 809–828).  
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.05.004>

Johnson, P., Beltran, E., Dennis, R., ve Taeymans, O. (2012). MAGNETIC RESONANCE IMAGING CHARACTERISTICS OF SUSPECTED VERTEBRAL INSTABILITY ASSOCIATED WITH FRACTURE OR SUBLUXATION IN ELEVEN DOGS. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 53(5), 552–559. <https://doi.org/10.1111/J.1740-8261.2012.01959.X>

Kahraman, S. A. (2010). Bilgisayarlı Tomografi Prensipleri ve Uygulamadaki Yenilikler. *ADO Klinik Bilimler Dergisi*, 3(4), 481–489. <https://dergipark.org.tr/en/pub/adoklinikbilimler/issue/54047/728996>

Karapinar, L., Erel, N., Ozturk, H., Altay, T., ve Kaya, A. (2008). Pedicle Screw Placement With a Free Hand Technique in Thoracolumbar Spine: Is It Safe?

Knell, S. C., Kircher, P., Dennler, M., Montavon, P. M., Voss, K., ve Hurter, K. (2011). Angle of insertion and confirmation of angles measured after in vitro implantation during laminar vertebral stabilization in vertebral columns obtained from canine cadavers. *American Journal of Veterinary Research*, 72(12), 1674–1680. <https://doi.org/10.2460/ajvr.72.12.1674>

Kumrular, R. K., ve Polat, A. (2021). Klinik Uygulamalarda İleri Biyomedikal Görüntüleme Teknolojileri. *European Journal of Science and Technology*, 23, 207–221.  
<https://doi.org/10.31590/EJOSAT.840321>

Lu, S., Li, Z., Zhao, Z., ve Zhang, Y. (2019). Accuracy of pedicle screw placement with patient-specific 3D printed drill templates: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 14(1), 155. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1510-5>

Marioni-Henry, K. (2010). Feline spinal cord diseases. In *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* (Vol. 40, Issue 5, pp. 1011–1028). <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.05.005>

Marioni-Henry, K., Vite, C. H., Newton, A. L., ve Van Winkle, T. J. (2004). Prevalence of Diseases of the Spinal Cord of Cats. In *J Vet Intern Med* (Vol. 18).

McClure, R. C. (1964). The spinal cord and meninges . In M. E. Miller, G. C. Christensen, ve H. E. Evans (Eds.), *Anatomy of the Dog* (pp. 533–543). WB. Saunders Co.

Meşe, S. (2022). Balıkesir Bölgesi Sokak Hayvanlarında Görülen Vertebra Lezyonlarının Radyografik Görüntülerinin Değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Nathaniel Garcia, J. P., Milthorpe, B. K., Russell, D., Johnson, K. A., ve Acvs, D. (1994). Biomechanical Study of Canine Spinal Fracture Fixation Using Pins or Bone Screws With Polymethylmethacrylate.

Ohlerth, S., ve Scharf, G. (2007). Computed tomography in small animals – Basic principles and state of the art applications. *The Veterinary Journal*, 173(2), 254–271. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.12.014>

Olby, N. J., ve Platt, S. R. (2014). *BSAVA manual of canine and feline neurology* (4th ed.). British Small Animal Veterinary Association.

Prasad, H., Amar, A., Prakash, P., Abhijit, K., ve Pawde, M. (2023). *Textbook of Veterinary Orthopaedic Surgery*. springer.

Schwarz, T., ve Saunders, J. (2011). *Veterinary Computed Tomography* (1st ed.).

Scott, H., Marti, J., ve Witte, P. (2022). *Feline Orthopaedics* (2nd ed.). CRC Press.

Sharp, N., ve Wheeler, S. (2005). *Small Animal Spinal Disorders Diagnosis and Surgery* (2nd ed.).

Shen, W., Zhao, H., Liu, J., ve Tang, S. (2023). Freehand versus navigated pedicle screw placement: A systematic review of accuracy and complication rates. *Clinical Spine Surgery*, 36(4), 251-259.

Shores, A., ve Brisson, B. A. (2023). *Advanced Techniques in Canine and Feline Neurosurgery*. Wiley blackwell.

Smith, N. B., ve Webb, A. (2010). *Introduction to medical imaging: physics, engineering and clinical applications*. Cambridge university press.

Spine. (2023). Veterian Key. <https://veteriankey.com/spine/#s0015>

Sturges, B. K., Kapatkin, A. S., Garcia, T. C., Anwer, C., Fukuda, S., Hitchens, P. L., Wisner, T., Hayashi, K., ve Stover, S. M. (2016). Biomechanical Comparison of Locking Compression Plate versus Positive Profile Pins and Polymethylmethacrylate for Stabilization of the Canine Lumbar Vertebrae. *Veterinary Surgery*, 45(3), 309–318. <https://doi.org/10.1111/vsu.12459>

The Canine and Feline Vertebrae. (2023). Veterian Key. <https://veteriankey.com/the-canine-and-feline-vertebrae/>

Thomas, W. B. (2022). Degenerative Diseases of the Spinal Column and Cord in Animals. *MSD Manual Veterinary Manual*. <https://www.msdsmanual.com/nervous-system/diseases-of-the-spinal-column-and-cord/inflammatory-and-infectious-diseases-of-the-spinal-column-and-cord-in-animals>

Vallefuoco, R., Bedu, A. S., Manassero, M., Viateau, V., Niebauer, G., ve Moissonnier, P. (2013). Computed tomographic study of the optimal safe implantation corridors in feline thoraco-lumbar vertebrae. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 26(05), 372–378. <https://doi.org/10.3415/VCOT-12-10-0127>

Vallefuoco, R., Manassero, M., Leperlier, D., Scotti, S., Viateau, V., ve Moissonnier, P. (2014). Surgical repair of thoraco-lumbar vertebral fracture-luxations in eight cats using screws and polymethylmethacrylate fixation. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 27(4), 306–312. <https://doi.org/10.3415/VCOT-13-08-0098>

Vedrine, B., ve Maurin, M. P. (2017). Dorsal surgical stabilisation using tension bands for treatment of traumatic atlanto-occipital instability in a cat. *Australian Veterinary Journal*, 95(12), 469–473. <https://doi.org/10.1111/avj.12651>

Voss, K., ve Montavon, P. M. (2009). The spine. In P. M. Montavon, K. Voss, ve S. J. Langley-Hobbs (Eds.), *Feline Orthopedic Surgery and Musculoskeletal Disease* (pp. 407–422). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-2986-8.00002-1>

Wang, H., Zhang, Z., Liu, Y., ve Li, C. (2020). Comparison of three-dimensional printing-assisted pedicle screw placement with freehand technique: A systematic review and meta-analysis. *Spine Journal*, 45(6), 1085-1094. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2020.05.010>

Watine, S., Cabassu, J. P., Catheland, S., Brochier, L., ve Ivanoff, S. (2006). Computed tomography study of implantation corridors in canine vertebrae. In *Journal of Small Animal Practice* (Vol. 47).

Wisner, E. R., ve Zwingerberger, A. L. (2015). *Atlas of Small Animal CT and MRI* (1st ed.).

Xu, R. ming, Ma, W. hu, Wang, Q., Zhao, L. jun, Hu, Y., ve Sun, S. hua. (2009). A free-hand technique for pedicle screw placement in the lower cervical spine. *Orthopaedic Surgery*, 1(2), 107–112. <https://doi.org/10.1111/j.1757-7861.2009.00023.x>

Yu, C., Ou, Y., Xie, C., Zhang, Y., Wei, J., ve Mu, X. (2020). Pedicle screw placement in spinal neurosurgery using a 3D-printed drill guide template: A systematic review and meta-analysis. In *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* (Vol. 15, Issue 1). BioMed Central. <https://doi.org/10.1186/s13018-019-1510-5>

Zulauf, D., Kaser-Hotz, B., Hässig, M., Voss, K., ve Montavon, P. M. (2008). Radiographic examination and outcome in consecutive feline trauma patients. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 21(1), 36–40. <https://doi.org/10.3415/VCOT-07-01-0012>

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
<b>Adı Soyadı</b>	Çetin Bozkurt
<b>Eğitim</b>	
<b>Lise</b>	Keçibolu Anadolu Lisesi (2006)
<b>Lisans</b>	Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi (2006-2013)
<b>Yüksek Lisans</b>	Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veteriner (Cerrahi) Anabilim Dalı (2021-2024)
<b>Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar</b>	
<b>Kuruluş Adı</b>	Bursa Veteriner Hekimler Odası
<b>Kuruluş Adı</b>	Özel Hayvan Hastaneleri Derneği

## **EKLER**

**EK-1** Etik Kurulu Onay Formu



T.C.  
**BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ**  
**HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU**  
**Çağış Yerleşkesi, (Bigadiç yolu üzeri 17. km) 10145, BALIKESİR-TÜRKİYE**  
**ARAŞTIRMA BAŞVURUSU DEĞERLENDİRME FORMU**

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN ADI	"Kedilerde üç boyutlu bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile vertebral implant konumunun belirlenmesinin cerrahi öncesi planlama üzerine etkileri"	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ KURUMU	Prof. Dr. Göksen AYALP BAÜN Veteriner Fakültesi Cerrahi AD.	
	YARDIMCI ARAŞTIRICILAR	YL Öğr. Çetin BOZKURT Balıkesir Üniversitesi	
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	Yüksek Lisans	
	ARAŞTIRMANIN SÜRESİ	15/06/2023 – 15/01/2024	
	KULLANILACAK HAYVAN TÜRÜ VE SAYISI	KEDİ – 12 ADET	
<b>DEĞERLENDİRİLEN İLGİLİ BELGELER</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	
	HADYEK BAŞVURU FORMU	18/05/2023	
<b>KARAR BİLGİLERİ</b>	<b>Karar No : 2023/4-1</b>	<b>Tarih :23/05/2023</b>	
	Yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma projesi gerekçe, amaç ve yöntemler dikkate alınarak görüşüldü ve ilgili belgeler incelendi. Görüşme Sonunda; proje dosyasının Hayvan Deneyleri Etik Kurullarının Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmeliğin 8.Maddesi, 8. Fıkrası'nın (k) bendi kapsamınca HADYEK iznine tabi olmadığına oy birliği ile karar verilmiştir.		

**ETİK KURUL BİLGİLERİ**

**ÜYELER**

Unvanı / Adı / Soyadı EK Üyeliği	Uzmanlık Dalı	Kurumu	İlişki (*)	İmza
Prof. Dr. Erdoğan UZLU Başkan	Veterinerlik İç Hastalıkları	Veteriner Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Sinan SARAÇLI Başkan Vekili	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Cengiz CEYLAN Üye	Veterinerlik Cerrahisi	Veteriner Fakültesi	<input type="checkbox"/> E <input checked="" type="checkbox"/> H	