

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
VETERİNERLİK CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI**



**KÖPEKLERDE TORAKOLUMBAL VERTEBRALARDA
OPTİMAL GÜVENLİ İMPLANT KORİDORLARININ
BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ EŞİĞİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Doktora Tezi

Serap ABADAN

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Serap ABADAN tarafından, Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY danışmanlığında hazırlanan **KÖPEKLERDE TORAKOLUMBAL VERTEBRALARDA OPTİMAL GÜVENLİ İMPLANT KORİDORLARININ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ EŞLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Cenk YARDIMCI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Murat GÜZEL Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç. Dr. İrem ERGİN Ankara Üniversitesi Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf Sinan ŞİRİN Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

04 /01 / 2023
Serap ABADAN

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : KÖPEKLERDE TORAKOLUMBAL VERTEBRALARDA OPTİMAL GÜVENLİ İMPLANT KORİDORLARININ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ EŞLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 04.01.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 3

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

04 /01 / 2023
Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY

ÖZET

KÖPEKLERDE TORAKOLUMBAL VERTEBRALARDA OPTİMAL GÜVENLİ İMLANT KORİDORLARININ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ EŞLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Serap ABADAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı

Doktora, Ocak/2023

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY

Veteriner hekimlikte, vertebranın destabilizasyonuna ve patolojilerine sıklıkla rastlanılmaktadır. Vertebra instabilitesinde, çoğunlukla operatif tedavi uygulanmaktadır. Köpeklerde, vertebra kırık ve luksasyon olgularının büyük çoğunluğu, kolumna vertebralisin anatomik ve biyomekanik yapısı nedeniyle, torakolumbal bölgede meydana gelir. Görüntüleme ve implant teknolojilerinin ilerlemesi ile birlikte, stabilizasyon teknikleri de gelişme göstermiştir. Operasyonda, implantın stabil ve güvenli bir şekilde uygulanabilmesi için, preoperatif dönemde belirlenecek güvenli implant koridorları büyük önem taşımaktadır. Veteriner nöroşirürjide türler, hatta ırklar arasında bile anatomik farklılıkların bulunması, güvenli implant koridorlarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

Bu tez çalışmasında, 25 kg ve üzeri köpeklerde, torakolumbal vertebralarda, optimal güvenli implant koridorlarının bilgisayarlı tomografi eşliğinde değerlendirildi. Torakal ve lumbal vertebraların güvenli giriş noktaları, implantasyon koridorları ve uzunlukları değerlendirilerek, olgular arasında bireysel fark bulunup bulunmadığı ve bu değerlerin tutarlı olup olmadığını belirlemek amaçlandı. İmplantasyon koridorları oluşturulurken, önemli anatomik yapılar ve visseral dokular dikkate alındı. İmplantın uygulandığı yüzey ile orta sagittal düzlem arasındaki minimum ve maksimum güvenli açılar, maksimum implant uzunluğu ve implant giriş noktasının arasındaki uzunluklar değerlendirildi. Verilerin, normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için, Shapiro Wilk analiz testi kullanıldı. İstatistiksel analizler sonucunda, minimum güvenli açı değeri T6, T8, T12, T13 vertebralarında ve maksimum güvenli açı değeri T6, T9, T13 vertebralarında birbiriyle uyumlu bulunmuştur. ($p<0.05$) Çalışmada, her vertebra için Pearson Korelasyon testi ile minimum-maksimum açı arasında ve minimum-maksimum uzaklık değerleri arasında pozitif korelasyon görüldü.

Veteriner hekimlikte, ırk varyasyonunun fazla olması ve bireysel anatomik farklılıklar nedeniyle standart bir güvenli implant koridoru oluşturmak zordur. Çalışmamızın sonuçları, birbirine yakın ağırlıktaki bazı köpeklerde bile güvenli koridorların tutarlı olmadığını göstermektedir. Ancak, güvenli koridor çalışmalarının aynı ırk, yaş ve ağırlıktaki olgularla yapılması, elde edilen güvenli implantasyon bölgelerinin daha kapsamlı ve tutarlı olarak belirlenmesini sağlayabilir.

Anahtar Sözcükler: Vertebra, Güvenli implant koridoru, Köpek, Stabilizasyon

ABSTRACT

THE EVALUATION OF OPTIMAL, SAFE IMPLANT CORRIDORS IN THORACOLUMBAL VERTEBRAE IN DOGS WITH TO COMPUTERIZED TOMOGRAPHY

Serap ABADAN

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Veterinary Surgery

Ph.D., January/2023

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Taylan ÖNYAY

Vertebral destabilization and pathologies are common in veterinary medicine. Vertebral instabilities are mostly treated with surgery. Most vertebra fractures and luxations in dogs happen at the thoracolumbar area due to anatomical and biomechanical properties of this section. Better stabilization techniques were developed in accordance with improved imaging and implant technologies. Preoperative planning of implant corridors play a very important role in safe and stable implantation. The determination of safe implant corridors in veterinary neurosurgery is challenging because there are many varieties between species and breeds.

Safe implant corridors of thoracal and lumbar vertebrae of dogs weighing 25kg and above were evaluated using computed tomography. Safe entry points, implant corridors and lengths were evaluated and compared with each other for individual differences. Implant corridors were determined considering important anatomical and surrounding visceral structures. The angle between the implant and the sagittal mid section, maximum implant length and the distance of implant entry and the mid-section were evaluated. Shapiro-Wilk test was used to determine if the dispersion of data was normal. According to this test's results the minimum safe angle values of T6, T8, T12 and T13 and the maximum safe angle of T6, T9 and T13 were compatible with each other ($p<0,05$). According to Pearson correlation test, a strong correlation was found between minimum and maximum angles of each vertebra and a positive correlation was found between minimum and maximum implant distances.

The variations between breeds and individual anatomical differences it is quite difficult to standardize safe implantation corridors in veterinary medicine. The results of our study show that safe implant corridor values show differences even in dogs with similar body weights. Focusing future studies on cases that are of the same breed, race and age may yield more reliable and comprehensive results for safe implant corridors.

Keywords: Vertebrae, Safe implant corridor, Dog, Stabilization

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Doktora öğrenimim boyunca ve bu tez çalışmasında her türlü zorluğa rağmen desteğini esirgemeyen ve danışman kelimesine anlam katan sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Taylan ÖNYAY'a , tecrübesi ve bilgisi ile her zaman şefkatini ve desteğini gösteren sayın Prof. Dr. Özlem NİSBET'e öğrenimim boyunca birçok şey öğrendiğim, bilgisine ve becerisine sonsuz saygı duyduğum abim, hocam Dr. Öğr. Üyesi Kamil Serdar İNAL'a, çalıştığım süreçte her anımda yanımda olan, bilgisi ve tecrübesinden sıklıkla yararlandığım sevgili şefim Dr. Birsen Deniz ERSOY'a, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, birlikte çalışmaktan zevk ve gurur duyduğum sevgili arkadaşlarım Araş. Gör. Elif BAĞATIR, Vet. Hek. Deniz Korkmaz, Vet. Hek. Can NACAR, Vet Hek. Didem EROL, Araş. Gör. Melis GÖL'e, Vet. Hek. Ozan ADIYAMAN'a farklı anabilim dallarında olsak da her daim yanımda olan bütün İç Hastalıkları ve Doğum ve jinekoloji asistanlarına, bilgisi ve yardımı ile destek olan sayın Araş. Gör. Sinem İNAL'a desteğini ve emeğini esirgemeyen Rad. Tek. Hayrettin ARSLAN'a teşekkürlerimi borç bilirim.

Ayrıca öğrenimim boyunca çalışmalarını ve kişiliğini örnek aldığım, desteğini ve emeğini esirgemeyen, Prof. Dr. Serhan Serhat AY'a, doktora öğrenimim sırasında desteğini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Murat GÜZEL'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca bütün zorluklarda yanımda olan, sayesinde bugünlere gelebildiğim, ailem olmasından gurur duyduğum güçlü ve güzel annem Şerife ABADAN ve biricik ablam Senem ABADAN'a, bu günleri göremese de hiçbir zaman unutmadığım sevgili babam rahmetli Yaşar ABADAN'a ve rahmetli dedem İbrahim BAYRAM'a ve her anımda yanımda olan Halis ÇETİNER'e sonsuz teşekkürler...

Serap ABADAN

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Anatomi	3
2.2. Vertebra ve Medulla Spinalis Anatomisi	3
2.2.1. Servikal Vertebralar	4
2.2.2. Torakal Vertebralar	5
2.2.3. Lumbal Vertebralar	6
2.2.4. Sakral ve Kaudal Vertebralar	7
2.2.5. Medulla Spinalis Anatomisi	8
2.3. Kolumna Vertebralis Çevreleyen Kaslar	10
2.3.1. Servikal Bölgeyi Çevreleyen Kaslar	10
2.3.2. Torakal Bölgeyi Çevreleyen Kaslar	10
2.3.3. Lumbal ve Sakral Bölgeyi Çevreleyen Kaslar	10
2.4. Kolumna Vertebralis Yapısına Katılan Eklemler ve Ligamentler	11
2.4.1. İntervertebral Disk Anatomisi	11
2.4.2. Kolumna Vertebralis Ligamentleri	12
2.4.3. Atlantoaksipital ve Atlantoaksiyal Eklemler	13
2.5. Kolumna Vertebralis Yapısına Katılan Başlıca Sinirler	13
2.5.1. Spinal Sinirler	13
2.5.2. Servikal Spinal Sinirler	14
2.5.3. Torakal Spinal Sinirler	16
2.5.4. Lumbal Spinal Sinirler	16
2.5.5. Kaudal Spinal Sinirler	17
2.6. Vertebra İnstabilitesinde Etiyopatogenez	17
2.6.1. İki Kompartman Modeli	19
2.6.2. Üç Kompartman Modeli	20
2.7. Tanı	22
2.7.1. Fiziksel Muayene	22
2.7.2. Klinik ve Nörolojik Muayene	22
2.7.3. İleri Görüntüleme Teknikleri	23
2.8. Tedavi	27
2.8.1. Konservatif Tedavi	27
2.8.2. Cerrahi Tedavi	28
2.9. Veteriner Cerrahide Vertebra Güvenlik Koridorları Ölçümleri	41
3. MATERYAL VE METOT	45
3.1. Materyallerin Hazırlanması ve Saklanması	45
3.2. Tomografi Çekimi ve Ölçümlerin Planlanması	46
3.3. İstatiksel Değerlendirme	49
4. BULGULAR	50
4.1. Olguların Bilgileri	50
4.2. Verilerin Değerlendirilmesi	50
4.2.1. Minimum Açıların Değerlendirilmesi	50
4.2.2. Maksimum Açıların Değerlendirilmesi	51

4.2.3. Minimum Uzaklıkların Değerlendirilmesi.....	52
4.2.4. Maksimum Uzaklıkların Değerlendirilmesi.....	53
4.2.5. Vertebral Kanala Uzaklıkların Değerlendirilmesi	54
4.2.6. Açılar ve Uzaklıkların Değerlendirilmesi.....	56
5. TARTIŞMA.....	59
6. SONUÇ	65
KAYNAKÇA.....	71
ÖZGEÇMİŞ.....	79



SİMGELER VE KISALTMALAR

a.	: Arter
A.C.	: Akciğer
art.	: Artikülasyo
BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
DCP	: Dinamik Kompresyon Plağı
ESF	: Eksternal Fiksasyon
for.	: Foramen
HU	: Hounsfield Ünitesi
LCP	: Kilitli Kompresyon Plağı
Lig.	: Ligament
LP	: Kilitli Plak
m.	: Muskulus
mm.	: Muskuli
maks.	: Maksimum
min.	: Minimum
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
n.	: Nervus
p	: Olasılık Değeri
PMMA	: Polimetil Metakrilat
r	: Korelasyon Katsayısı
SOP	: İnci Dizisi Plak
v.	: Vena
Q1	: İlk Çeyrek
Q3	: Üçüncü Çeyrek

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Kolumna vertebralis bölümlerinin şematik görünümü (Acciani, 2017)	3
Şekil 2.2. Servikal vertebra anatomisinin lateralden görünümü (Sugiyama and Davies, 2022).....	4
Şekil 2.3. Atlasın dorsal arkı, 2: Atlasın ventral arkı, 3: Atlasın prosessus transversusu, 4: Kondülüs oksipitalis 5: Dens, 6: Aksisin prosessus spinosusu 7: Aksisin foramen vertebrası 8: Aksisin prosessus transversusu 9: Aksisin prosessus artikularis kaudalisi (Evan and De Lahunta, 2013)	5
Şekil 2.4. Yedinci servikal vertebra kaudalden görünümü (Evans and De Lahunta, 2013)5	
Şekil 2.5. Torakal vertebra kranial (A) ve kraniyolateral (B) görünümü 1: Pros. spinosus, 2: Pros. transversus, 3: Fovea kranialis kostalis 4: Fovea kaudalis kostalis, 5: Pros. artikularis kaudalis, 6: Korpus vertebra (Evans and De Lahunta, 2013).....	6
Şekil 2.6. A: Birinci lumbal vertebra kraniyolateralden görünümü, B: Beşinci lumbal vertebra kaudal lateralden görünümü. 1: Pros. spinosus, 2: Pros. mamillaris, 3: Pros. artikularis kaudalis 4: Pros. artikularis kaudalis (A), 5: Pros. transversus, 6: Korpus, 7: Pros. Aksesoryus, 8: For. Vertebra, 9: Pros. Artikularis kranialis (B). (Evans and De Lahunta, 2013).....	7
Şekil 2.7. A: Sakrumun ventralden görünümü, B: Sakrumun kraniyolateralden görünümü 1: Promontori, 2: Ala ossis ili, 3: Foramen sakrale, 4: Kaudal eklem yüzü, 5: Medial uç, 6: Eklem yüzü (Evans and De Lahunta, 2013).....	7
Şekil 2.8. Medulla spinalisin anatomisi 1: Dorsal görünüm, 2: Ventral görünüm (Neuroanatomy of the dog 2020'den uyarlanmıştır)	8
Şekil 2.9. Yedinci lumbal segmentin (luxol fast blue ve hematoksilin boyası) enine kesiti (De Lahunta et al., 2014).....	9
Şekil 2.10. Köpek diseksiyonu, 1: Muskulus serratus ventralis 2: Muskulus serratus vent. torasik 3: Muskulus serratus dorsalis 4: Muskulus romboideus (şekildeki kadavrada musculus latissimus dorsi kaldırılmış) (*) Epaksiyal kaslar (Veterinary anatomy Minnesota, 2021).....	10
Şekil 2.11. Dachshund ırkı sağlıklı bir köpekte, 9. ve 10. torakal vertebra hizasındaki, Mm. multifidi (M), M. longissimus (LD) ve M. spinalis ve semispinalis torasik (S) kaslarının . bilgisayarlı tomografik görüntüsü (Boström, 2018)	11
Şekil 2.12. İntervertebral disk anatomisi (Gilliam, 2017).....	11
Şekil 2.13. Servikal bölgedeki ligamentler (Evans and De Lahunta, 2013)	13
Şekil 2.14. Spinal siniri oluşturan yapıların şematik çizimi (Evans and De Lahunta, 2013). 14	
Şekil 2.15. Köpek L/L radyografisi üzerinde vertebraların ve spinal köklerin gösterimi. Servikal bölgede, 7 vertebra 8 spinal segment bulunduğu için her bir sinir kökü kendisinden önceki vertebradan çıkmaktadır. Torakal bölge ve sonrasında ise aynı segmentten çıkar.	14
Şekil 2.16. 1: Dura mater, 2: Lig. Dentale, 3: Medulla spinalisi çevreleyen anakroid membran ve piamater, 4: Sinir kökü (Şulla et al., 2018).....	15
Şekil 2.17. Köpekte lumbal ve sakral sinirlerin diseksiyonu (Neuroanatomy of the dog 2020'den uyarlanmıştır)	16

Şekil 2.18. Farklı kuvvetlere maruz kalan kolumna vertebralis hasarları A: Aksiyel kompresyon kuvvetine maruz kalan vertebrada intervertebral diskteki bası B: Rotasyon kuvveti sonucu pros. artiküleriste kırılma C: Hiperfleksiyon ve kompresyon kuvvetleri sonucunda kırıkdağın son plağı kırığı ve subluksasyonu D: Hiperfleksiyon, kompresyon ve rotasyonel kuvvetlerin kombinasyonu sonucu pros. Artiküleriste ve kırıkdağın son plağında kırık ve subluksasyonu (Shores and Brisson, 2017).....	18
Şekil 2.19. İki kompartman modeline göre dorsal ve ventral kompartmanı oluşturan yapılar (McKee, 2016).....	20
Şekil 2.20. Shores tarafından modifiye edilen 3 kompartman modeline göre dorsal, orta ve ventral kompartmanları oluşturan yapılardan ikisinde hasar oluştuğunda instabilite kararı verilir (Biedrzycki, 2018)	21
Şekil 2.21. Lumbal vertebrada üç kompartman modelinin bilgisayarlı tomografi görüntüsü, A: Vertebra kesntervertebral boşluk.....	21
Şekil 2.22. Bilgisayarlı tomografi cihazının bölümleri (MEB, 2011).....	24
Şekil 2.23. Hounsfield skalasına göre gri tonların (hava, su, kemik) dağılımı (MEB, 2011) 25	
Şekil 2.24. Hastenemize farklı bir tıbbi nedenle getirilip, bilgisayarlı tomografisi çekilen 4 yaşlı Golden Retriever ırkı köpeğinin 5. torakal vertebra ve diğer visseral organların görünümü. (Beyaz ok; Latissimus dorsi, Şeffaf ok; Muskulus multifidus, A: Aorta Desendens, T: Trakea.....	26
Şekil 2.25. 10 aylık, erkek, melez bir kedide, yüksekten düşmeye bağlı T13-L1 seviyesinde fleksiyon kırığı ve atel destekli bandaj uygulaması.....	28
Şekil 2.26. Dorsal laminektomi uygulaması (Fossum, 2012)	30
Şekil 2.27. Torakal vertebrada A: Funquist A , B: Funquist B ve C: modifiye dorsal laminektominin gösterimi (Fossum, 2012).....	30
Şekil 2.28. (a) Torakolumbal hemilaminektominin şematik görünümü, (b) L2–L3'te hemilaminektominin intraoperatif görünümü (Platt and Olby, 2014)	31
Şekil 2.29. 1. ve 2. lumbal vertebraında instabilite bulunan 8 yaşında, kısırlaştırılmış erkek Chihuahua'nın (A) Pin ve serklaj kullanılarak yapılan stabilizasyonun intraoperatif görüntüsü (B) Postoperatif lateral radyografisi (Platt and Olby, 2014).....	32
Şekil 2.30. Lumbal 2. ve 3. vertebraların prosessus spinosuslarına Lubra plağının yerleştirilmesi (Krauss et al., 2012).....	33
Şekil 2.31. Dejeneratif lumbosakral stenoz bulunan 5 yaşında Labrador retriever ırkı bir köpekte A: Postoperatif laterolateral kontrol radyografisi, B: Postoperatif 4. Senede laterolateral kontrol radyografisi (Tellegen et al., 2015)	33
Şekil 2.32. Torakal ve B: Lumbal vertebralara pinlerin uygulanma şekilleri C: Torakolumbal vertebrada birleşim yerinin lateralden görünümü (Fossum, 2012) . 34	
Şekil 2.33. A: C4 kaudal görünüm, pin intervertebral boşlukta, ancak medulla spinalise penetrasyon yok B: T12 kaudal görünüm, penetrasyon yok (siyah ok) C: L4 kaudal görünüm, pin intervertebral kanala tamamen penetre olmuş. (siyah ok) (Tobias and Johnston, 2013).....	35
Şekil 2.34. L4 vertebra enine kesitleri, basivertebral vena (sarı ok) (Tobias and Johnston, 2013).....	35
Şekil 2.35. T12-T13 arasında eksternal fiksatorün pinlerinin yerleşimini gösteren (siyah ok) gösteren lateral radyografi (Lanz et al., 2000)	36

Şekil 2.36. Köpek kadavrasında lumbal vertebralarda sekiz tane pin kullanılarak oluşturulan eksternal fiksasyonun A: Kraniyal ve B: Dorsal görünümü (Walker et al., 2002).....	36
Şekil 2.37. Modifiye edilmiş Zdichavsky sınıflandırmasına göre, pedikül vida yerleştirilmesini gösteren illüstrasyon (Elford et al., 2020)	37
Şekil 2.38. Bir köpekte torako-lumbal bölgede T13-L3 arasında stabilizasyonda 3,5 mm 10 delikli SOP plak uygulaması. 1: İntervertebral disk aralıklarını tanımlamak için turuncu hipodermik iğneler kullanılmıştır. 2: Plak vertebranın fizyolojik şekline uyacak biçimde şekillendirilmiştir. 3: İlk vida deliği kraniyal yönde açılmış ve desteklemek için iki adet Kirschner teli kullanılmış ve vida yerleştirmiştir. 4: Kaudal vida deliği açılmış. Kirschner teli çıkarılmış, kaudal kısma vida yerleştirilmiştir. 5: Toplamda 7 vida yerleştirilmiştir ve intervertebral disk aralıkları korunmuştur (Barnhart and Maritato, 2018)	38
Şekil 2.39. İki taraflı SOP plak kullanılarak diskospondilite bağlı L3-L4 luksasyonunun stabilizasyonu A: Lateral, B: Dorsoventral radyografik görüntüsü (Schwarz and Saunders, 2011)	39
Şekil 2.40. Lumbal vertebralarda pros. transversus tabanına oluşturulan ventral plak oluşu (Fossum, 2012).....	40
Şekil 2.41. Bir köpek vertebra modelinde L1-L5 arasına 10 delikli 3,5 mm LCP plak uygulaması. 1: İki küçük Kirschner teli plağı sabit tutmak için yerleştirilmiş. 2: Kraniyaldeki kısım 2,8 mm matkap ucu ile istenilen açıda delinmiş. 3: Derinlik ölçer ile ölçüm 4: Kaudal kısım istenilen açıda delinmiş. 5: Derinlik ölçer ile ölçüm 6: Kaudale vida yerleştirdikten sonra Kirschner telleri çıkarılmış. 7: Kraniyal ve kaudal vidalar yerleştirilmiş. 8: Kraniyal ve kaudal kısma en fazla iki vida yerleştirilmiş. 9: İntervertebral aralığa çok yakın yerleştirilmiş dört adet vida deliğine (*) dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiş. 10: LCP plak uygulanmasının dorsal görünümü (Barnhart and Maritato, 2018).....	41
Şekil 2.42. Farklı bir patoloji ile hastanemize başvuran 3 yaşında, erkek, Alman çoban ırkı bir köpeğin A: T12 seviyesindeki doku ve organlar, B: L2 seviyesindeki doku ve organlar. A: Aorta, VC: Kaudal vena cava, Yıldız: Epaksiyel kaslar, Beyaz ok: Paraspinal kaslar, Siyah ok: Fasya superfasiyalis.....	42
Şekil 2.43. Çalışmadaki bir köpeğin 5. torakal vertebraının güvenli implantasyon açısının ölçümü (Schmitt et al., 2021)	43
Şekil 2.44. A: T13 transversal BT görüntüsü, B: L4 transversal BT görüntüsü, C: T11 transversal BT görüntüsü D: L1 transversal BT görüntüsü L: Koridor uzunluğu, W: Koridor genişliği, α: Koridor ile sagittal düzlem arasındaki açı, 1: Aorta, 2: Vena Azygos, dAo: Aort ve vertebral gövde arasındaki mesafe, dcvc: Kaudal vena kava ve vertebral gövde arasındaki mesafe (Watine et al., 2006).....	44
Şekil 3.1. Olgu no 7'nin çalışma segmentinin kolumna vertebralisten uzaklaştırılması ve saklanması (fizyolojik tuzlu su ile ıslatılarak -80°C' de saklanmıştır.	46
Şekil 3.2. Olgu no 4'ün, A: Transversal, B: Sagittal ve C: Dorsal düzlemde bilgisayarlı tomografi pilot görüntüsü	47
Şekil 3.3. Yedinci olgunun A: 9. torakal vertebraı, B: 2. lumbal vertebraının yumuşak dokulardan temizlenmiş hali. Minimum güvenli açı, Maksimum güvenli açı ve X: Minimum uzaklık, Y: Maksimum uzaklık, Z: Kanala uzaklık değerlerinin görselde şematize edilmiş hali.....	47

Şekil 3.4. A: 9 numaralı olgunun T10 güvenli implant koridor ölçümleri (min. açı: 22.1, maks. açı: 26.1, min. uzaklık: 1.05 cm maks. uzaklık: 1.37 cm, vertebral kanala uzaklık 2.15 mm), B: 10 numaralı olgunun L4 transversal güvenli koridor ölçümleri (min. açı : 34.6, maks. Açı: 40.8, min uzaklık: 1.22 cm, maks. uzaklık: 1.42 cm, vertebral kanala uzaklık: 5.06 mm)	48
Şekil 3.5. Yedi numaralı olgunun 2. lumbal vertebraşının yumuşak dokulardan temizlenmiş hali. İ: İmplant uzunluğu, t: vertebral kanala uzaklık ve açının şematize edilmiş hali. B: Bir numaralı olgunun implant uzunluğu, açısı ve vertebral kanala uzaklığının ölçümü.....	49
Şekil 4.1. Minimum güvenli açıların T7, T10 ve L2 için dağılımını gösteren grafikler.....	51
Şekil 4.2. Maksimum güvenli açıların T10, L2, L4, L6 için dağılımını gösteren grafikler ...	52
Şekil 4.3. Güvenli minimum uzaklıkların L3, L4, L5 vertebraları için dağılımını gösteren grafikler	53
Şekil 4.4. Güvenli maksimum uzaklıkların L3, L4, L5 vertebraları için dağılımını gösteren grafikler	54
Şekil 4.5. Çalışmaya katılan tüm olgular için T6 vertebraşında, maksimum açı ve minimum açı arasındaki korelasyon saçım grafiğı. Her bir yuvarlak nokta bir olguyu ifade etmektedir. Açılar arasındaki korelasyon pozitif ($r=0.96$).....	58
Şekil 4.6. Çalışmaya katılan tüm olgular için T10 vertebraşında, maksimum uzaklık ve minimum uzaklık arasındaki korelasyon saçım grafiğı. Her bir yuvarlak nokta bir olguyu ifade etmektedir. Uzaklıklar arasında korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r= 0.617$)	58

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen köpeklerin ırk, yaş, cinsiyet, kilo ve ölüm nedenleri.....	50
Tablo 4.2. Minimum güvenli açıların normal dağılımının incelenmesi.....	51
Tablo 4.3. Maksimum güvenli açıların normal dağılımının incelenmesi	52
Tablo 4.4. Minimum uzaklıkların göre normal dağılımının incelenmesi	53
Tablo 4.5. Maksimum uzaklıkların göre normal dağılımının incelenmesi	54
Tablo 4.6. Vertebral kanala uzaklıkların normal dağılımının incelenmesi	55
Tablo 4.7. İmplant uzunluğu S-W testi	55
Tablo 4.8. Güvenli implantasyon açısı S-W testi.....	56
Tablo 4.9. Vertebral kanala uzaklık S-W testi	56
Tablo 4.10. Minimum ve maksimum açıların değerlendirilmesi	56
Tablo 4.11. Vertabralara göre minimum ve maksimum uzaklık değerleri arasında ilişki	57

1. GİRİŞ

Medikal teknoloji alanındaki gelişmeler ile birlikte, özellikle kedi ve köpeklerde ileri görüntüleme yöntemleri ve vertebra stabilizasyon teknikleri hızla gelişme göstermiştir. Bu sayede daha önce uygulanması mümkün olmayan operasyonlar yeni implant teknolojileri ile birlikte kullanılabilir hale gelmiştir. Vertebra stabilizasyonu operasyonlarında implantın güvenle uygulanabileceği alanın belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Veteriner nöroşirürji alanında sadece farklı türler arasında değil, aynı tür içerisinde bile çok fazla anatomik varyasyon bulunması nedeniyle hala vertebralardaki güvenli implant koridorlarıyla ilgili yeterli veri bulunmamaktadır (Leblond et al., 2016, 2017; Moran et al., 2017).

Vertebraların anatomik yapısı, medulla spinalisin sınırlı olarak hareket edebilmesine ve dış etkenlerden korunmasına izin verir. Bu yapının bozulması için vertebralaların veya eklem yüzlerinin dayanabileceklerinden daha fazla kuvvete maruz kalmaları gerekir (Bagley, 2000; Bali et al., 2009). Vertebra kırık ve luksasyonlarının nedenleri arasında, en yüksek insidensi trafik kazaları oluşturur. Bunu yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, nadiren dejeneratif hastalıklar ve tümöral oluşumlara bağlı patolojik kırıklar takip eder (Bali et al., 2009; Jeffery, 2010). Travma sırasında kanalis vertebralis daralır veya hizası bozulursa medulla spinalis değişik derecelerde bası ve hasara maruz kalır. Medulla spinalis hasarının derecesi, başlangıçta hasarı oluşturan kuvvete, lezyonun şekillenme hızına ve üzerinden ne kadar süre geçtiğine bağlı olarak değişiklik gösterir (Gemmil and Clements, 2016).

Vertebra kırıkları ve luksasyonları için tedavi seçenekleri, büyük ölçüde hastanın nörolojik durumuna ve bölgedeki destabilizasyon derecesine bağlıdır. Medulla spinaliste bası olan veya kolumna vertebraliste destabilizasyon bulunan lezyonlar için cerrahi tedavi endikedir (Johnston and Tobias, 2017). Vertebra üzerinde yapılan operasyonlar deneyim ve uzmanlık gerektirir, ayrıca hastanın prognozu her zaman olumlu değildir. Vertebra üzerinde hasar alan yapılar genellikle proses spinosuslar, fasies artikularisler ve korpus vertebralardır (Butterworth and Denny, 1991; Dyce et al., 2009). Köpeklerde, vertebra kırık ve luksasyon vakalarının yaklaşık olarak yarısı torakolumbal bölgede meydana gelir (Feeney and Oliver, 1980; Bali et al., 2009). Bunun nedeni, torakal vertebraların kostalarla ve kaslarla korunmuş olması buna ek olarak lumbal bölgeye geçildiğinde lumbal vertebralarda biyomekanik yapıların harekete daha fazla izin vermesidir (Jeffery, 2010; Zotti et al., 2011).

Medulla spinalis hasarı başlangıçta şekillenen travma ve sonrasında oluşan dejeneratif değişiklikleri içerir. “Primer hasar” doğrudan travmanın etkisiyle oluşur, “sekonder hasar” ise travmadan sonraki süreçte başlayan biyokimyasal olaylar sonucu şekillenir. Kolumna vertebralisin yapısı değiştiğinde, medulla spinalisin dolaşımı bozulduğundan hipoksi oluşur ve yapılar kısa süre içerisinde normal anatomik konumlarına getirilmezse geri dönüşümsüz hasar şekillenebilir (Dewey et al., 2016).

Spinal stabilizasyon operasyonlarında preoperatif planlama, hazırlık ve yaklaşım çok büyük önem taşımaktadır. Redüksiyon sırasında medulla spinalisin hasar görme olasılığı varsa tam anatomik redüksiyon tercih edilmeyebilir (Gemmil and Clements, 2016). Vertebra anatomisinin ve güvenli giriş koridorlarının bilinmesi, operasyon esnasında iatrojenik hasar oluşturma ihtimalini azaltır. İleri görüntüleme teknikleri sayesinde hasarın yeri kolayca belirlenmekte ve tedavi buna göre şekillendirilmektedir (Gemmil and Clements, 2016). Operasyon öncesinde bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonans görüntülerinin alınması implantların uzunluğu ve implantların yerleştirileceği açının belirlenmesi için yardımcı olur (Park et al., 2012).

Hayvanlarda, güvenli implantasyon koridorları ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, canlı ağırlığı 25 kilogram ve üzerinde, yaşları 10 ay ve 12 yaş arasında değişen köpeklerden oluşturulan bir örnekleme, torakal ve lumbal vertebraların güvenli giriş aralıkları, implant koridorları ve uzunlukları değerlendirilerek olgular arasında bireysel fark bulunup bulunmadığı ve bu değerlerin tutarlı olup olmadığını belirlemek amaçlandı. Çalışmada, dorsal ve dorsolateral tip 1 implantasyon yapılacak şekilde ölçüm yapılarak vertebraların güvenli giriş açıları ve güvenli implant koridorları oluşturuldu.

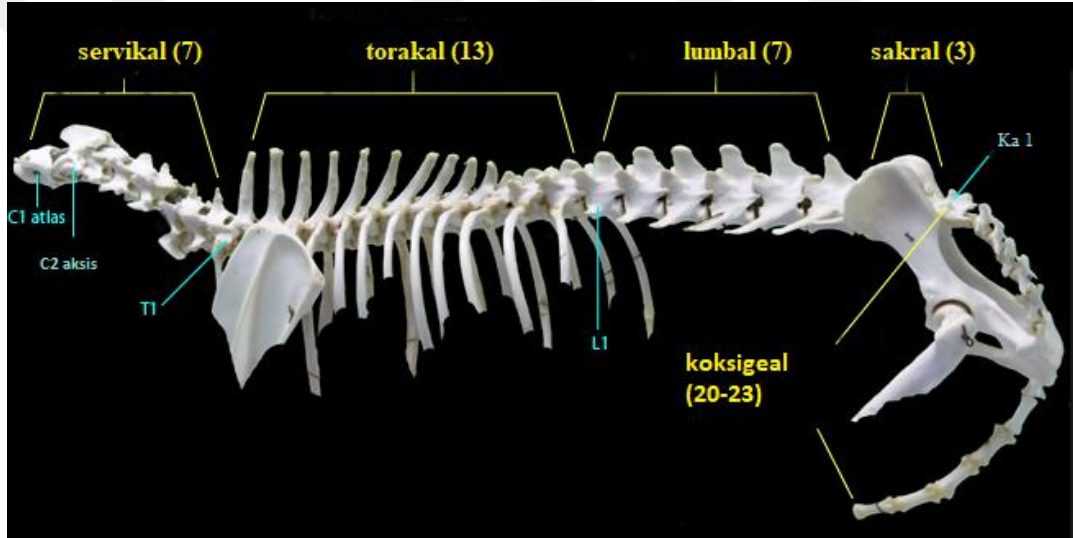
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomi

2.2. Vertebra ve Medulla Spinalis Anatomisi

Köpeklerde kolumna vertebralis 7 servikal, 13 torakal, 7 lumbal, 3 sakral ve değişik sayılarda kaudal vertebradan oluşmaktadır (Şekil 2.1). Vertebra birbirlere, diartroidal (prosesus artikularis) ve amfiartroidal (intervertebral disk) eklemler ve çok sayıda ligamentle bağlanırlar (Dyce et al., 2009).

Her vertebra'nın korpusu ile arkusu arasında foramen intervertebrale bulunur. Tüm vertebra'nın foramen vertebra'ları bir araya gelerek kanalis vertebralis oluşturur (Dursun, 2008).



Şekil 2.1. Kolumna vertebralis bölümlerinin şematik görünümü (Acciani, 2017)

Vertebralardaki Önemli Anatomik Oluşumlar

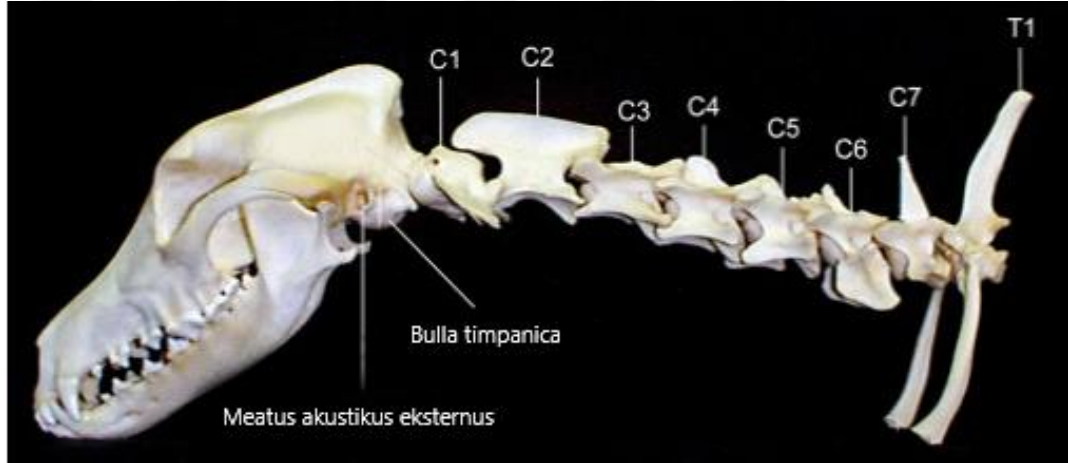
Her bir vertebra'nın (atlas hariç) korpus vertebra ve arkus vertebra olmak üzere iki ana bölümü vardır. Korpus vertebra, vertebra'nın tabanını oluşturur. Ön ucunda kaput vertebra denilen dışbükey, arka ucunda fossa vertebra denilen içbükey bir kısım görülür. İki korpus vertebra birbirlerine diskus intervertebralis denilen fibrokartilaginöz yapı ile birbirine bağlanmıştır. Korpus vertebra'nın iç yüzeyinin orta hattında keskin, krista ventralis adı verilen bir yapı bulunur. Arkus vertebra ise sağ ve sol pedikülleri ve laminaları içerir (Dursun, 2008; Evans and De Lahunta, 2013).

Korpus vertebra ve arkus vertebra birleşerek foramen intervertebraleyi şekillendirir. Bu deliklerden sinirler, arterler ve venler geçer. Tüm foramen vertebra'lar

birleşerek kanalis vertebralis oluşturur. Arkus vertebranın dorsal kısmı, üst orta çizgide birleşerek processus spinosus oluşturur. Korpus vertebra ve pediküllerin birleştiği noktada yanal olarak çıkıntı yapan düzensiz şekilli processus transversus bulunur. Pedikül ve laminaların birleştiği yerde ise vertebranın hem kranial hem kaudal yüzlerine bitişik processus artikularisler bulunur (Evans and De Lahunta, 2013).

2.2.1. Servikal Vertebralar

Servikal vertebralar genel olarak baş ve boyunun ağırlığını taşımakla görevlidir. Evcil memeli hayvanlarda 7 adet servikal vertebra vardır. Birinci (atlas), ikinci (aksis), altıncı ve yedinci servikal vertebralar anatomik şekil bakımından farklı özelliklere sahiptir. Üçüncü, dördüncü ve beşinci boyun vertebraları ise benzer özellikler taşımaktadır (Dursun, 2008) (Şekil 2.2).

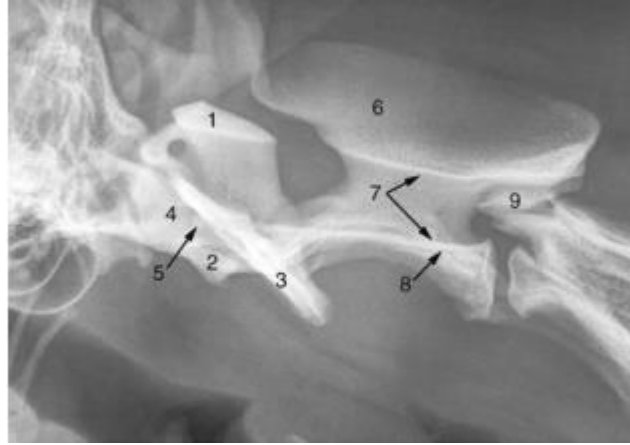


Şekil 2.2. Servikal vertebra anatomisinin lateralinden görünümü (Sugiyama and Davies, 2022)

Servikal vertebraların korpusları uzundur. Bu uzunluk torakal bölgeye doğru giderek azalır. Servikal vertebraların processus transversuslarının kısmen kaynamış kostaları temsil ettiği düşünülmektedir (Cave, 1975). Her bir processus transversus hizasında foramen transversus vardır. Bu yapılar bir araya gelerek kanalis transversus oluşturur. Bu kanallardan arteria vertebralis, vena vertebralis, nervus vertebralis gibi önemli yapılar geçer (Evans and De Lahunta, 2013).

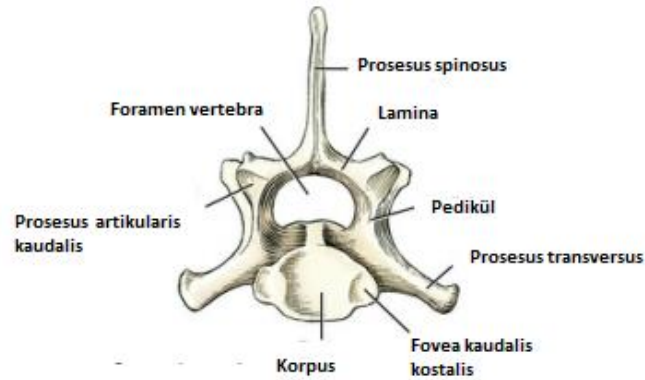
Processus transversusların kanat şeklide olması atlasın en belirgin özelliklerinden birisidir. Önde oksipital kemiklerin kondülleri ile arkada aksis ile eklemlenen fovea artikularis kranialis ve kaudalis barındırır. Aksisin en belirgin özelliği ise, korpusun ucunda öne doğru uzanan dens denilen bir çıkıntıya sahip olmasıdır (Şekil 2.3). Bu çıkıntının alt yüzü atlasın densi ile eklemler. Processus

spinosus yüksektir ve önden arkaya doğru uzar (Dursun, 2008).



Şekil 2.3. 1: Atlasın dorsal arkı, 2: Atlasın ventral arkı, 3: Atlasın prosesus transversusu, 4: Kondülüs oksipitalis 5: Dens, 6: Aksisin prosesus spinosusu 7: Aksisin foramen vertebrası 8: Aksisin prosesus transversusu 9: Aksisin prosesus artikularis kaudalisi (Evan and De Lahunta, 2013)

İlk iki servikal vertebra hariç, diğer servikal vertebralarda ise, prosesus artikularis kaudalisin dorsal yüzünde prosesus muskularis adı verilen bir çıkıntı bulunur. Yedinci servikal vertebrada buna ek olarak fovea kostalis kaudalis bulunur (Evans and De Lahunta, 2013) (Şekil 2.4).



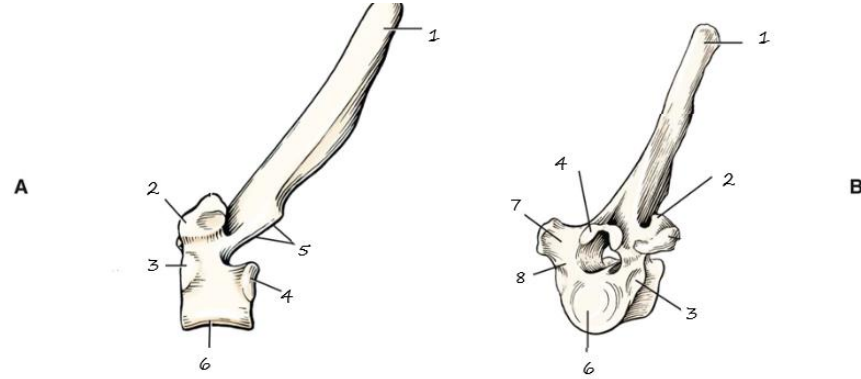
Şekil 2.4. Yedinci servikal vertebranın kaudalden görünümü (Evans and De Lahunta, 2013)

2.2.2. Torakal Vertebralar

En belirgin özellikleri korpus vertebranın yanında, ön ve arka yüzlerinde fovea kostalis kranialis ve kaudalis bulunuşudur. Korpus vertebraları daha kısadır. Prosesus spinosusları ince ve dardır (Şekil 2.5). Uçları küt ve ovaldir. Son iki veya üç torakal vertebrada prosesus aksesoryus bulunur. Torakal vertebralarda gövdeye ventralden giren arterler bulunur. Torakal vertebraların pedikülleri kısadır (Dursun, 2008).

On birinci torakal vertebra antiklinal vertebra olarak isimlendirilir. On ikinci ve

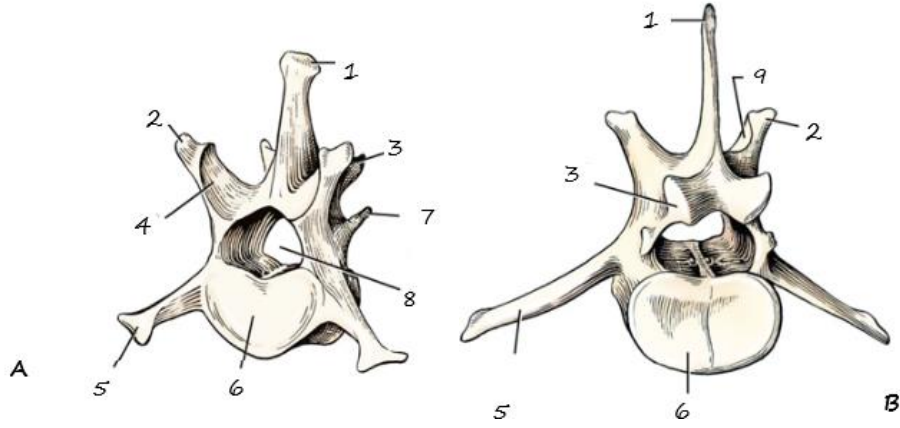
on üçüncü vertebraların gerisindeki tüm prosessus spinosuslar kraniale, on birinci vertebranın ilerisindeki tüm vertebralar ise kaudale doğrudur (Evans and De Lahunta, 2013).



Şekil 2.5. Torakal vertebranın kranial (A) ve kraniyolateral (B) görünümü 1: Pros. spinosus, 2: Pros. transversus, 3: Fovea kranialis kostalis 4: Fovea kaudalis kostalis, 5: Pros. artikularis kaudalis, 6: Korpus vertebra (Evans and De Lahunta, 2013)

2.2.3. Lumbal Vertebralar

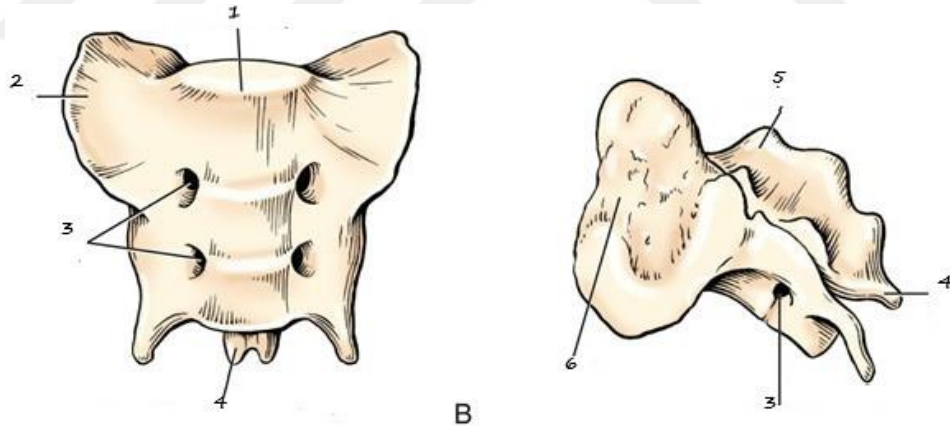
Lumbal vertebraların en belirgin özelliği prosessus transversuslarının çok uzun olmasıdır. Kedi ve köpeklerde ise diğer hayvanlardan farklı olarak prosessus mamillaris ve prosessus aksesoryusa sahip olmasıdır. Yedinci lumbal vertebrada prosessus spinosus yüksekliği korpus vertebranın yüksekliğinden daha kısadır ve foramen transversus bulunmaz. Yedinci lumbal vertebra hariç çoğu vertebra kansellöz kemikten oluşur. Yedinci lumbal vertebra ve sakrum arasında spasyum interarkuale lumbosakrale adı verilen aralık bulunur (Dursun, 2008) (Şekil 2.6). Prosessus artikularis kaudalisler lateral düzlemde bulunur. Arkasındaki vertebraların kranial pros. artikularisleri arasında yer alır ve fleksiyon hareketini kısıtlar. Medulla spinalis genellikle son iki lumbal vertebra arasında biter (Evans and De Lahunta, 2013).



Şekil 2.6. A: Birinci lumbal vertebranın kraniyolateralden görünümü, B: Beşinci lumbal vertebranın kaudo lateralden görünümü. 1: Pros. spinosus, 2: Pros. mamillaris, 3: Pros. artikülaris kaudalis 4: Pros. artikülaris kraniyalis (A), 5: Pros. transversus, 6:Korpus, 7: Pros. Aksesoryus, 8: For. Vertebra, 9: Kraniyal artiküler yüzey (B). (Evans and De Lahunta, 2013)

2.2.4. Sakral ve Kaudal Vertebralar

Şekil olarak üçgene benzeyen ön tarafta son lumbal vertebraya, arka tarafta ilk kuyruk vertebraına eklemlenen 3 bitişik kemikten oluşur. Pelvis boşluğunun tavanını oluşturur. Dorsal bölgesinde krista sakralis mediyana adı verilen çizgi görülür. Pelvise bakan yüzü ventrale doğru dışbükeylik gösterir (Dursun, 2008) (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. A: Sakrumun ventralden görünümü, B: Sakrumun kraniyolateralden görünümü 1: Promontori, 2: Ala ossis ili, 3: Foramen sakrale, 4: Kaudal eklem yüzü, 5: Medial uç, 6: Eklem yüzü (Evans and De Lahunta, 2013)

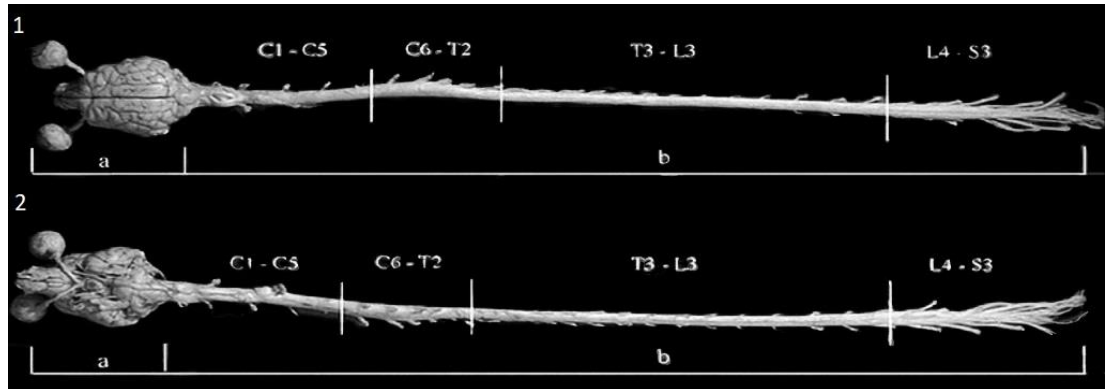
Kaudal vertebralar (koksigea) kuyruğun kemiksel çatısını oluşturan yapılardır. Arkus vertebra en net olarak ilk kaudal segmentte görülür. İlk 2 ya da 3 vertebradan sonrakiler, çoğu anatomik özelliğini kaybederler. Korpus küçülür ve silindir şeklini alır.

Prosessus spinosus, prosessus artikularis ve arkus geriye gidildikçe küçülerek kaybolur. Kanalis vertebralisin kaudal kısmı, kuyruk yapılarını besleyen kaudal spinal sinirleri içerir (Evans and De Lahunta, 2013).

2.2.5. Medulla Spinalis Anatomisi

Medulla spinalis kanalis vertebralis içinde yer alan dorso-ventral basık, kordon şeklinde bir organdır. Foramen magnum düzeyinde, medulla oblongatanın arka sınırından başlar, genellikle 5. lumbal vertebra düzeyinde son bulur. Küçük ırk köpeklerde bitiş sınırı bir segment kraniyale, büyük ırk köpeklerde bir segment kaudale doğru yönlenebilir. Medulla spinalisin uzunluğu kanalis vertebralisin uzunluğundan daha kısadır. Kaudale doğru daralır ve konik şeklini alır, bu kısma konus medullaris adı verilir (De Lahunta et al., 2014).

Medulla spinalis dıştan içe doğru dura mater, araknoidea ve pia mater adında meninkslerle kaplıdır. Piamater ve araknoid membran arasında beyin-omurilik sıvısı (BOS) bulunur. Pia materin devamında, içinde sinir demeti bulunmayan ve fibröz bağ dokudan oluşan filum terminale adında yapı vardır. Filum terminale intervertebral boşluktan geçerek kanalis vertebralisi terkederken, her iki yanında arkaya uzanan lumbal ve sakral sinir kökleriyle birlikte bir at kuyruğu görünümünü alır. Bu yapıya da kauda ekuina adı verilir (Dursun, 2008) (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Medulla spinalisin anatomisi 1: Dorsal görünüm, 2: Ventral görünüm (Neuroanatomy of the dog 2020'den uyarlanmıştır)

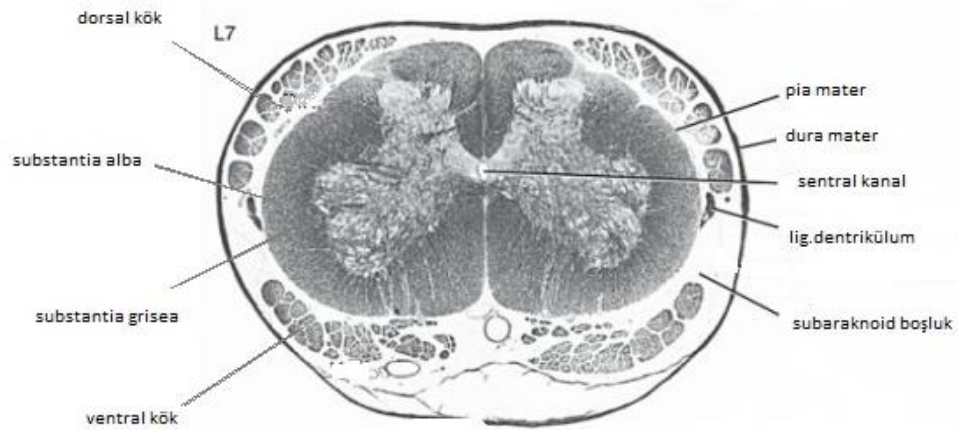
Medulla spinalis kanal içerisinde seyrederken eşit kalınlıkta değildir. İki yerde kalınlaşma gösterir. Bu kalınlaşmalardan birincisi olan intumesensiya servikalis 6. servikal vertebra başlar ve ikinci torakal vertebra son bulur. Bu bölümde ön ekstiremiteyi, göğüsün yan ve ön duvarlarını innerve eden pleksus brakialis bulunmaktadır. İkinci kalınlaşma olan intumesensiya lumbalis ise 4.lumbal vertebra

başlar ve 4. lumbal vertebra hizasında son bulur. Bu bölümden de arka ekstremitelerin innervasyonunu sağlayan pleksus lumbosakralisi oluşturan sinirler başlangıç alır (De Lahunta et al., 2014).

Medulla spinalisin alt yüzünde, tam ortada fissura mediana adında bir yarık bulunur. Bu yapının iki tarafında paralel olarak sulkus lateralis ventralis yer alır. Üst yüzünde tam ortada ise sulkus medianus bulunur. Medulla spinalis bu sulkuslar aracılığı ile üç kordona (funikuli) ayrılır. Bunlar funikulus dorsalis, funikulus lateralis ve funikulus ventralistir (Dursun, 2008).

Medulla spinalisin enine kesitlerinde iki farklı renkte olduğu görülür. Bunlardan birincisi gri renkte substantiya griseadır. Miyelinsiz sinir lifleri, sinir hücreleri ve kan damarlarını içerir. Gri madde substantiya alba adı verilen beyaz madde tarafından sarılıdır. Bu katmanın beyaz renkli olmasının nedeni, içinde çok sayıda miyelinli akson bulunmasıdır. Substantiya grisea, medulla spinalisin merkezinde yer alır. ‘‘H’’ harfi şeklindeki bu yapının üst kısmına kornu dorsale alt kısmına ise kornu ventrale denir. Substantiya alba ise medulla spinalisin dış kısmını oluşturur. Substantiya albada medulla spinalis boyunca duysal ve motor yolları içeren funikulus dorsalis, funikulus lateralis ve funikulus ventralis bulunur. Funikuluslar, periferdeki afferent yolları merkeze iletmek için özelleşmiş yolları içerir (Dursun, 2008) (Şekil 2.9).

Medulla spinalisin tam ortasında makroskobik olarak görülebilen kanalis sentralis bulunur. Bu yapı, ventrikulus kuartusun arka ucuna açılır. Kanalis sentralis, konus medullaris düzeyinde üçgen ya da mekik şeklinde ventrikulus terminalis adında bir genişleme yapar (Dursun, 2008).



Şekil 2.9. Yedinci lumbal segmentin (luxol fast blue ve hematoksilin boyası) enine kesiti (De Lahunta et al., 2014)

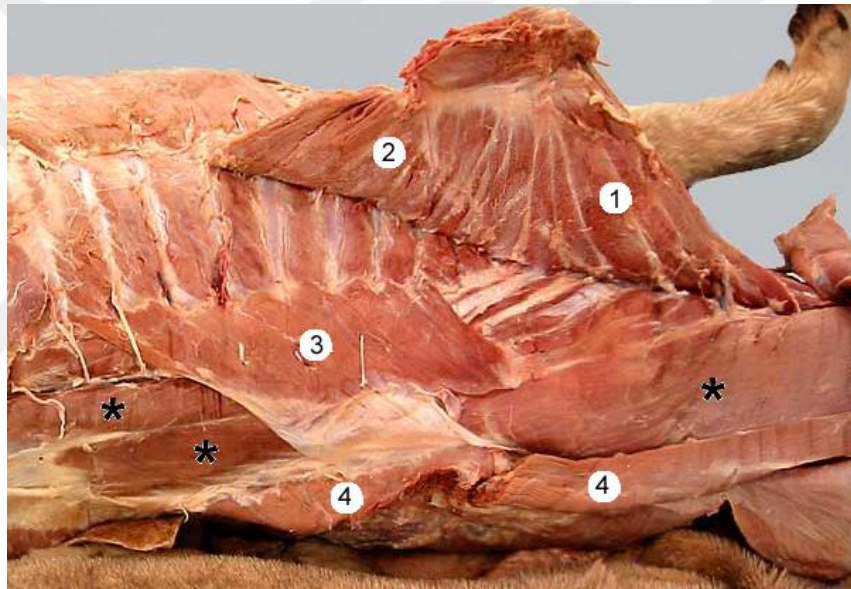
2.3. Kolumna Vertebralis Çevreleyen Kaslar

2.3.1. Servikal Bölgeyi Çevreleyen Kaslar

Servikal bölgeyi çevreleyen kaslar sırasıyla, musculus sternosefalikus, musculus longus kolli, musculus rektus kapitis ventralis ve dorsalis, musculus rektus lateralis, musculus spinalis servisis, musculus biventer servisis ve bunları saran fibröz fascia servikalisten oluşmaktadır (Dursun, 2008).

2.3.2. Torakal Bölgeyi Çevreleyen Kaslar

Torakal bölgeyi çevreleyen kaslar sırasıyla, musculus trapezius, musculus romboideus musculus spinalis, musculus serratus, musculus longissimus dorsi, musculus semispinalis toraxis olarak sıralanır (Dursun, 2008) (Şekil 2.10).

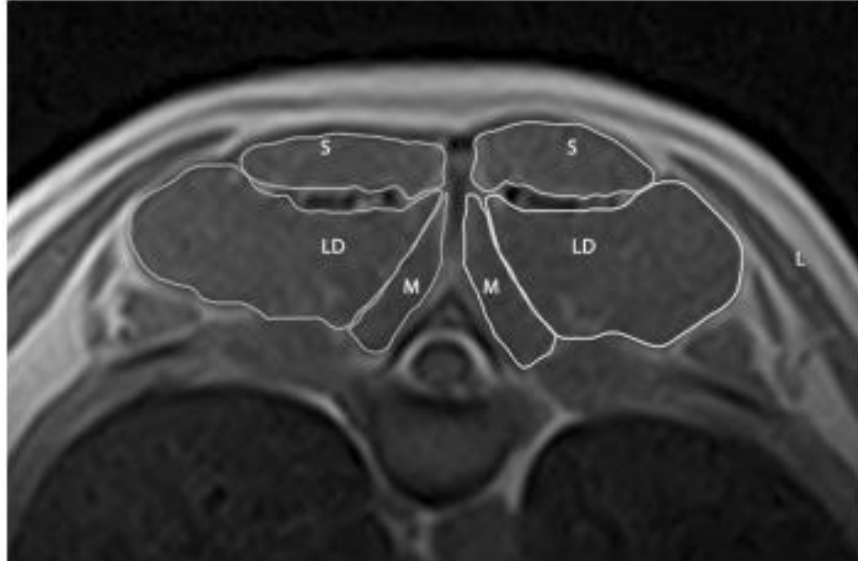


Şekil 2.10. Köpek diseksiyonu, 1: Musculus serratus ventralis 2: Musculus serratus vent. torasik 3: Musculus serratus dorsalis 4: Musculus romboideus (şekildeki kadvrada musculus latissimus dorsi kaldırılmış) (*) Epaksiyal kaslar (Veterinary anatomy Minnesota, 2021)

2.3.3. Lumbal ve Sakral Bölgeyi Çevreleyen Kaslar

Lumbal bölgeyi saran kaslar; musculus longissimus lumborum, musculus multifidus, musculus latissimus dorsi, musculus intertransversus lumborum, musculus kutaneus turunsi ve bunları saran fasya torakolumbalisten oluşur (Dursun, 2008) (Şekil 2.11).

Sakral bölgeyi çevreleyen kaslar musculus koksigeus ve musculus sakrokaudalistir (Dursun, 2008).

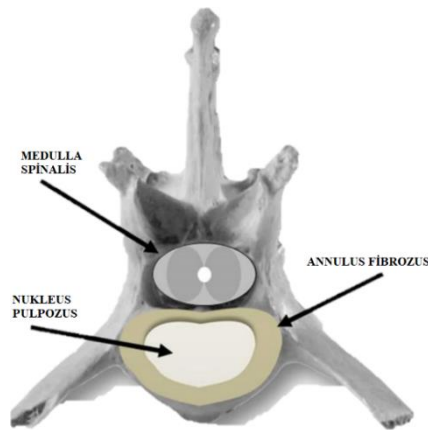


Şekil 2.11. Dachshund ırkı sağlıklı bir köpekte, 9. ve 10. torakal vertebra hizasındaki, Mm. multifidi (M), M. longissimus (LD) ve M. spinalis ve semispinalis torasis (S) kaslarının . bilgisayarlı tomografik görüntüsü (Boström, 2018)

2.4. Kolumna Vertebralis Yapısına Katılan Eklemler ve Ligamentler

2.4.1. İntervertebral Disk Anatomisi

İntervertebral diskler eklemler arasında mobilite sağlayan, vertebralar arası bağlantı oluşturan ve kolumna vertebralis üzerine binen aşırı yükün taşınmasına yardımcı olan oluşumlardır. Köpeklerde toplamda 26 intervertebral disk bulunur. Kolumna vertebralisin ilk iki eklemi (C1-C2) ve sakral vertebralar hariç tüm intervertebral aralıklarda bulunurlar. Sağlıklı bir diskin yapısında anulus fibrozus, nükleus pulpozus, geçiş bölgesi ve kıkırdağın son plağı olmak üzere 4 temel unsur vardır (Dursun, 2008) (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. İntervertebral disk anatomisi (Gilliam, 2017)

Anulus fibrozus nukleus pulpozusu sınırlayan fibrokartilajinoz bir dokudur. Anulus fibrozusun ventral ve lateral kenarları dorsal kenardan 2-3 kat daha kalındır. İntervertebral disk çoğunlukla kıkırdak, az miktarda fibröz yapıdan oluşmuştur. Nukleus pulpozus viskoelastik yapıdadır ve korpus vertebralara binen yükü taşır. Kıkırdağın son plağı, diskin kranial ve kaudal kenarlarında bulunur. Görevi ise korpus vertebralara koruma, disk ile korpus vertebra arasındaki sıvı değişimi sağlamaktır (Sikoryn and Hukins, 1988).

2.4.2. Kolumna Vertebralis Ligamentleri

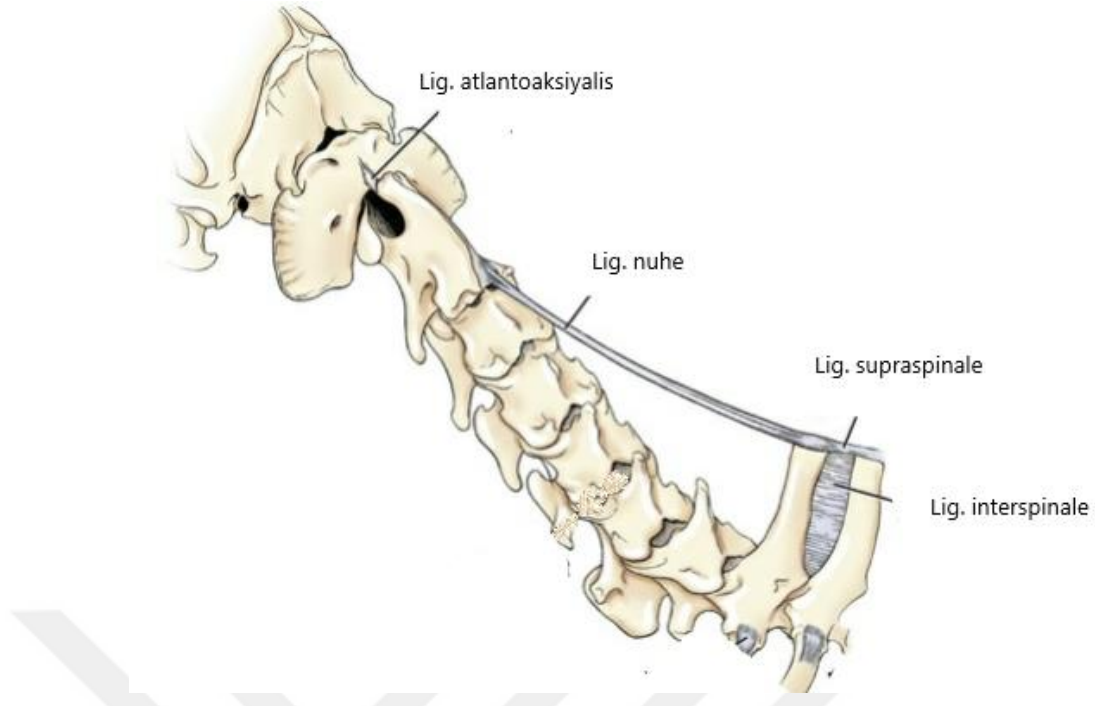
Ligamentum longitudinale dorsale, kanalis vertebralis içinde yer alır ve onun tabanını örten sakruma kadar uzanan, fibröz, beyaz renkte, parlak bir banttır. Bu ligamentin üst yüzü bağ doku aracılığı ile dura materden ayrılır (Dursun, 2008).

Ligamentum longitudinale ventrale, torakal bölgeden sakruma kadar uzanan yassı fibröz, beyaz renkte bir banttır. Korpus vertebraların ventral yüzünde yer alır. Torakal bölgede geniş, ince iken lumbal bölgede kalın ve dardır (Dursun, 2008).

Ligamentum flavum, komşu iki arkus vertebrayı birbirine bağlayan sarı, elastik yapıda fibröz bir bağıdır (Dursun, 2008).

Ligamentum interspinale, komşu iki prosesus spinosus aralığını dolduran sarı renkli, elastik yapıda bir bağıdır. Özellikle boyun bölgesinde daha uzundur. Lumbal bölgede ise daha kısa olarak bulunur. Ligamentum supraspinale ise ilk torakal vertebradan sakruma kadar uzanan kuvvetli fibröz bir bağıdır. Prosesus spinosusların serbest uçlarını birbirine bağlar (Dursun, 2008).

Ligamentum nuhe, kafanın aşağıya düşmemesi için vertebralara bağlayan sarı renkte, elastik yapıda önemli bir fibröz bağıdır. Funikulus ve lamina nuhe olmak üzere iki kısımda incelenir. Funikulus nuhe beşinci ya da altıncı servikal vertebradan başlar regiyo interskapulariste genişleme yapar. Bu genişlemeden sonra daralır, prosesus spinosusların serbest uçları üzerinde ligamentum supraspinale adıyla sakrumun sonuna kadar uzanır. Lamina nuhe, funikulus nuhe ile servikal vertebraların prosesus spinosusları arasında kalan sagittal bölmedir. Lamina nuhe kraniyalde ikinci veya üçüncü servikal vertebralar düzeyinde, kaudalde ise ilk torakal vertebraların prosesus spinosuslarına yapışır (Baum, 1936; Dursun, 2008) (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Servikal bölgedeki ligamentler (Evans and De Lahunta, 2013)

2.4.3. Atlantookspital ve Atlantoaksiyal Eklemler

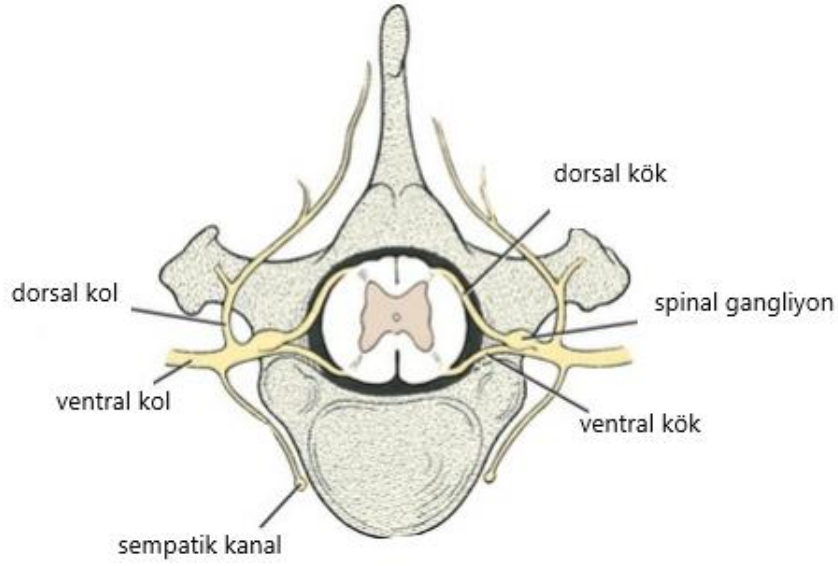
Atlantookspital eklem, oksipital kemiğin kondulus oksipitalisleri ile atlasın massa lateralis üzerinde bulunan fovea artikularis kranialis arasındadır. Kafatası ile atlas arasında bulunur ve çok fazla hareket yeteneği yoktur (Dursun, 2008).

Atlantoaksiyal eklem, atlas ile aksis arasındaki eklemdir. Başın dönme hareketleri ile doğrudan ilgilidir. Bu atlantoaksial eklemin lig. transversum atlantis, lig. apikis dentis, lig. alarya olmak üzere 3 tane bağı vardır. Bütün vertebralar arasında hareket yeteneği en yüksek olan eklemdir (Dursun, 2008).

2.5. Kolumna Vertebralis Yapısına Katılan Başlıca Sinirler

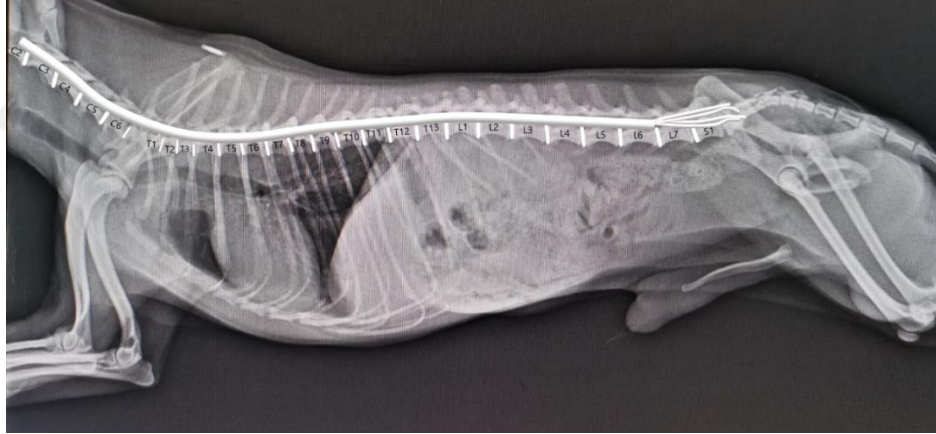
2.5.1. Spinal Sinirler

Spinal sinirler proksimalden distale doğru; kökler, ana gövde, iki çift ana dal ve çok sayıda yan kollar olmak üzere 4 bölümden oluşur (Evans and De Lahunta, 2013) (Şekil 2.14).



Şekil 2.14. Spinal siniri oluşturan yapıların şematik çizimi (Evans and De Lahunta, 2013)

Spinal sinirler bölgelere göre, servikal spinal sinirler, torakal spinal sinirler, lumbal spinal sinirler, sakral spinal sinirler ve koksigeal spinal sinirler olarak isimlendirilir (Dursun, 2008) (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Köpek L/L radyografisi üzerinde vertebraların ve spinal köklerin gösterimi. Servikal bölgede, 7 vertebra 8 spinal segment bulunduğu için her bir sinir kökü kendisinden önceki vertebradan çıkmaktadır. Torakal bölge ve sonrasında ise aynı segmentten çıkar.

2.5.2. Servikal Spinal Sinirler

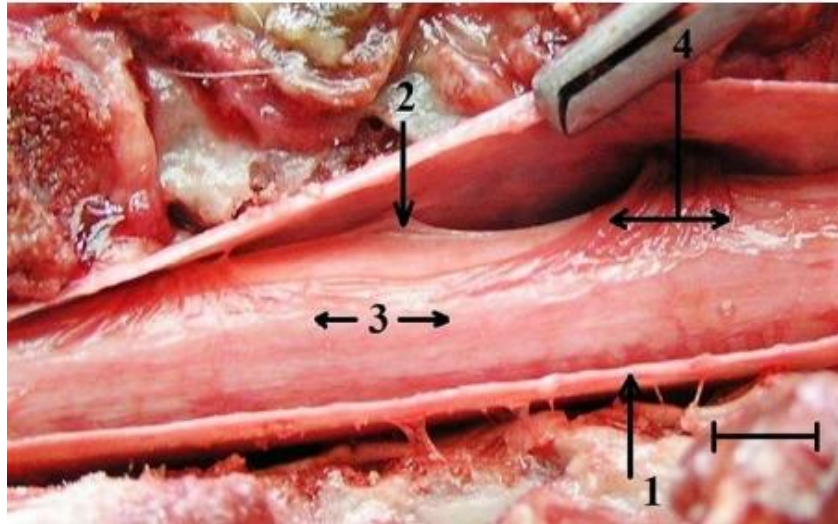
Servikal bölge dışındaki spinal sinirler, kolumna vertebralis, pediküller arasında oluşan intervertebral foramen aracılığıyla terk eder. Yedi tane servikal vertebra bulunmasına rağmen sekiz çift servikal spinal sinir vardır. Bundan dolayı sinirler bir önceki vertebranın kraniyalinden çıkar. Servikal spinal sinirin her biri kanalis vertebralis çıkışından hemen sonra ramus dorsalis ve ramus ventralis olarak ikiye

ayrılır (Dursun, 2008) (Şekil 2.16).

Birinci servikal sinirin ramus dorsalisine n. suboksipitalis denir. Atlasın foramen vertebrasından geçip kanalis vertebralisini terk eder. Boyun bölgesini innerve eder. İkinci servikal sinirin ramus dorsalis, aksisin foramen vertebrasından geçip kanalis vertebralisini terk eder. Lateral ve medial dal olarak ikiye ayrılır. Lateral dalı m. kapitis kaslarını innerve eder. Medial dalına ise n. oksipitalis major denir. Üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı servikal siniri medial kolu deriyi, lateral kolu ise spleniyus ve semispinalis kaslarını innerve eder. Yedinci ve sekizinci servikal spinal sinirlerin lateral dalı, longissimus kapitis ve iliokostalis servicis, medial dalı ise deriyi innerve eder (Dursun, 2008).

Servikal spinal sinirlerin ramus ventralislerinde ise ilk dört bazen beş servikal spinal sinir birbiri ile birleşerek pleksus oluşturur. Pleksus servikalis, n. aurikularis magnus, n. transversus kolli, n. suprasklavikularis, n. frenikus oluşturur. Son üç servikal spinal sinirin ventral dalları ile ilk iki torakal spinal sinirlerin ventral dallarının birleşmesi ile oluşur (Dursun, 2008).

Pleksus brakialis ise n. supraskapularis, n. supskapularis, n. muskulokutaneus, n. aksillaris, n. pektoralis kranialis, n. torasisslongus, n. torakadorsalis, n. torakalis lateralis, n. pektoralis kaudalis, n. radialis, n. medianus, n. ulnaris oluşturur (Dursun, 2008).



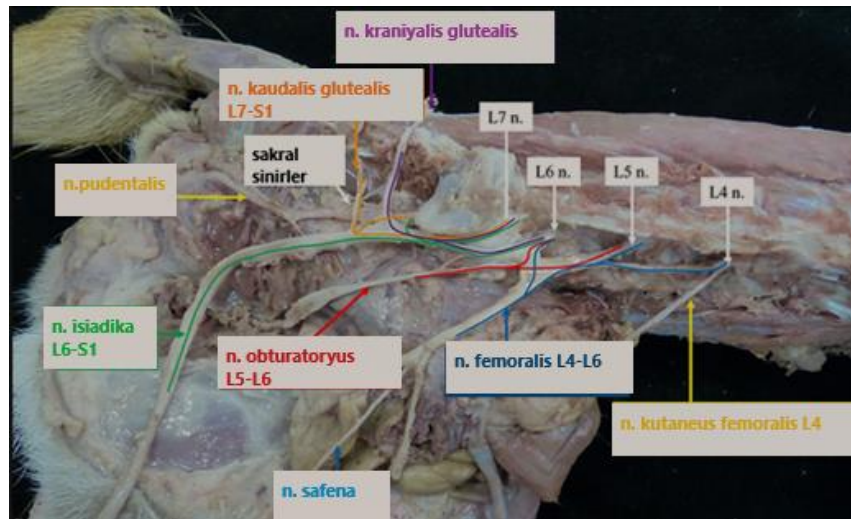
Şekil 2.16. 1: Dura mater, 2: Lig. Dentale, 3: Medulla spinalisi çevreleyen anakroid membran ve piamater, 4: Sinir kökü (Şulla et al., 2018)

2.5.3. Torakal Spinal Sinirler

On üç çift torakal spinal sinir bulunur ve her bir çifti, kraniyalindeki vertebra aynı hizadan çıkar. Her bir sinir, dorsal ve ventral kola ayrılır. Dorsal kol ise mediyal ve lateral dallar içerir. Mediyal dallar multifidus torasis, longissimus dorsi ve spinalis ve semispinalis torasis kaslarını innerve eder. Lateral dallar ise m. longissimus dorsi ile m. iliokostalis arasında seyrederek m. serratus dorsalis innerve eder. Torakal sinirlerin ventral kolları ise birinci ve on üçüncü sinirler hariç, çoğunlukla interkostal sinirler olarak bilinir (Evans and De Lahunta, 2013).

2.5.4. Lumbal Spinal Sinirler

Yedi çift lumbal spinal sinir vardır. Ramus dorsalis ve ramus ventralis olarak ikiye ayrılır. Ramus dorsalis, medial ve lateral olarak iki kola ayrılır. Lateral kolları sensorik lifleri, medial kolları motor lifleri kapsar. Ramus ventralis kolunda 1. lumbal spinal sinir ve 2. lumbal spinal sinire n. iliohipogastrikus denir. Üçüncü lumbal spinal sinire ise n. ilioinguinalis denir. Dördüncü, beşinci, altıncı, yedinci lumbal spinal sinirler tarafından plexus lumbalis oluşturulur. Plexus lumbalis, n. iliohipogastrikus, n. ilioinguinalis, n. genitofemoralis, n. kutaneus femoralis, n. femoralis, n. obturatorius oluşturur (Dursun, 2008) (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. Köpekte lumbal ve sakral sinirlerin diseksiyonu (Neuroanatomy of the dog 2020'den uyarlanmıştır)

Sakral spinal sinirlerin sayısı sakral omurların sayısı kadardır. Ramus dorsalis ve ramus ventralis olarak ikiye ayrılır. Ramus dorsalis, medial ve lateral olarak ikiye ayrılır. Lateral dalları sensorik lifleri, medial dalları motor lifleri kapsar. Ramus ventralisleri ise birleşerek plexus sakralisi oluşturur. Plexus sakralisi, n. gluteus

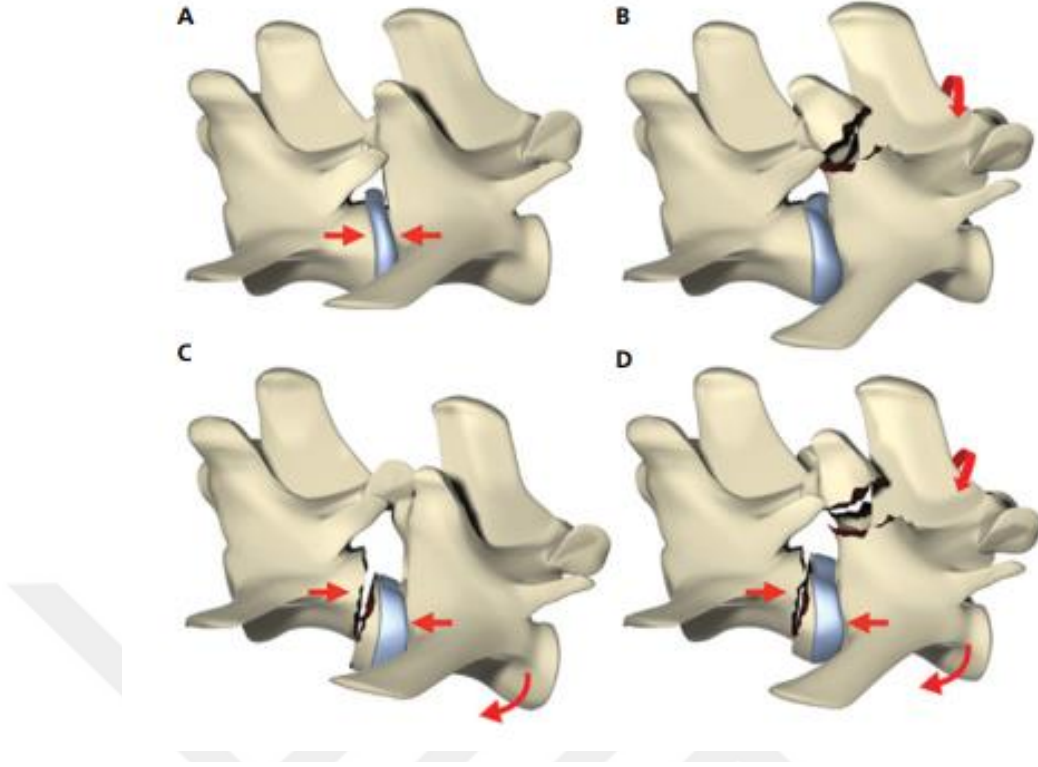
kranialis ve kaudalis, n. kutaneus femoris, n. işiadikus, n. pudendus, n. rektalis kaudalis oluşturur.

2.5.5. Kaudal Spinal Sinirler

Kaudal spinal sinirler sayısına göre değişmekle birlikte, genellikle 4-8 arasında değişir. Kuyruk sinirlerinin dorsal kolları kendi arasında birleşerek pleksus kaudalis dorsalis, ventral dalları kendi arasında birleşerek pleksus kaudalis ventralisi oluştururlar.

2.6. Vertebra İnstabilitesinde Etiyopatogenez

Vertebral kırık ve luksasyonların etiolojisinde genellikle trafik kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları ve patolojik kırıklar yer alır. Yapılan araştırmalara göre kedi ve köpeklerde oluşan spinal travmaların %40 ile %60'nın trafik kazaları sonucu olduğu görülmüştür; yüksekten düşmenin daha çok kedilerde olduğu görülmüş ve ateşli, havalı silah yaralanmaları da diğer nedenler arasında gösterilmiştir (Shores, 1992; Hawthorne et al., 1999; Bali et al., 2009; Jeffery, 2010). Vertebra kırıklarında sınıflandırma, etkiyen kuvvete göre yapılmaktadır (Bradford, 1987; Shores, 1992). Kırıklar ve luksasyonlar kompresyon, rotasyon, hiperfleksiyon ve hiperekstansiyon kuvvetleri nedeniyle meydana gelir (Shores and Brisson, 2017) (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Farklı kuvvetlere maruz kalan kolumna vertebralis hasarları A: Aksiyel kompresyon kuvvetine maruz kalan vertebrada intervertebral diskteki bası B: Rotasyon kuvveti sonucu pros. artiküleriste kırılma C: Hiperfleksiyon ve kompresyon kuvvetleri sonucunda kıkırdağın son plağı kırığı ve sublüksasyonu D: Hiperfleksiyon, kompresyon ve rotasyonel kuvvetlerin kombinasyonu sonucu pros. artiküleriste ve kıkırdağın son plağında kırık ve sublüksasyonu (Shores and Brisson, 2017)

Küçük hayvanlarda, vertebra kırık ve luksasyonlarına torakolumbal bölgede daha çok rastlanılmaktadır. Bunun nedeni olarak, torakal vertebraların kostalarla ve kaslarla çevrili iken, lumbal bölgedeki mekanik yapıların nispeten azlığı ve daha az korunaklı olması söylenebilir. Böylece bu bölge travmaya daha açık hale gelmektedir (Bruce et al., 2008).

Bazı cerrahi prosedürlerin uygulanması sırasında iatrojenik olarak hasar oluşabilir. Yapılan bir çalışmada dorsal laminektomi uygulanan bir köpekte, uygulamayı takiben fasya artikülerislerde kırık görülmüştür (Moens and Runyon, 2002).

Medulla spinalis yaralanmaları genel olarak primer ve sekonder olarak tanımlanır. Primer yaralanmalar, mekanik olaylar sonucu oluşan kompresyon, konküzyon, laserasyon ve tansiyon (gerilme) olarak isimlendirilebilir. Medulla spinaliste travma anında meydana gelen ilk hasardan sonra, vertebra stabilizasyonun bozulması ve kompresyona maruz kalmasıyla birden çok primer hasar oluşabilir. Medulla spinalisteki bası, sinirsel iletimin engellenmesine, nöronların aksoplazma

akışının durmasına, aksonal dejenerasyona, vasküler perfüzyonun azalmasına ve dokuların nekrozuna neden olabilir. Mekanik hareket, doğrudan sinirlere zarar vermesiyle hemoraji, iskemi ve ödem gibi sekonder değişikliklere yol açar. Böylece vasküler ve moleküler bir dizi olay indüklenir. Sitokinler, inflamasyon hücreleri, katekolaminler ve serbest radikaller sekonder olarak değişikliklere yol açar. Meydana gelen sekonder hasar, medulla spinalisi primer hasar kadar etkileyebilir (Olby, 1999; Hurlbert, 2006; Rowland et al., 2008).

Vertebral instabilitenin sınıflandırılması için iki ve üç kompartman modeli geliştirilmiştir.

2.6.1. İki Kompartman Modeli

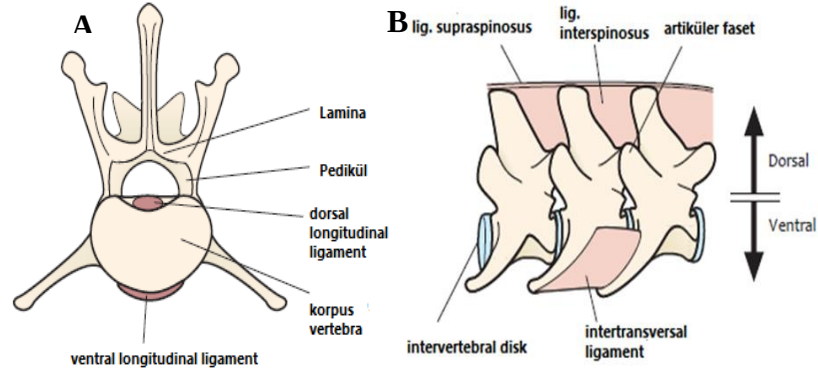
Sağlıklı bir kolumna vertebralise destek sağlayan yapılar dorsal ve ventral kompartman olarak sınıflandırılabilir (McKee, 2016) (Şekil 2.19).

Dorsal kompartmanda bulunan yapılar:

- Fasya artikülaris / Eklem kapsülleri
- Vertebranın lamina ve pedikülleri
- Supraspinöz ligament
- Interspinöz ligament

Ventral kompartmanda bulunan yapılar:

- Korpus vertebra
- İntervertebral disk
- Dorsal longitudinal ligament
- Ventral longitudinal ligament
- İntertransversal ligament



Şekil 2.19. İki kompartman modeline göre dorsal ve ventral kompartmanı oluşturan yapılar (McKee, 2016)

2.6.2. Üç Kompartman Modeli

Üç kompartman kavramı tıpta ilk olarak retrospektif bir radyoloji çalışması ile Francis Denis tarafından tanımlanmıştır (Denis, 1983). Bu kavram, daha sonra veteriner cerrahiye uyarlanmıştır (Shores et al., 1990). O zamandan beri, köpeklerde ve kedilerde vertebra kırıklarının ana sınıflandırma sistemlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Jeffery, 2010; Dewey et al., 2016; Weh and Kraus, 2018).

Dorsal kompartmanı;

- Pros. artikularis
- Lamina dorsalis
- Pediküller
- Pros. spinosus

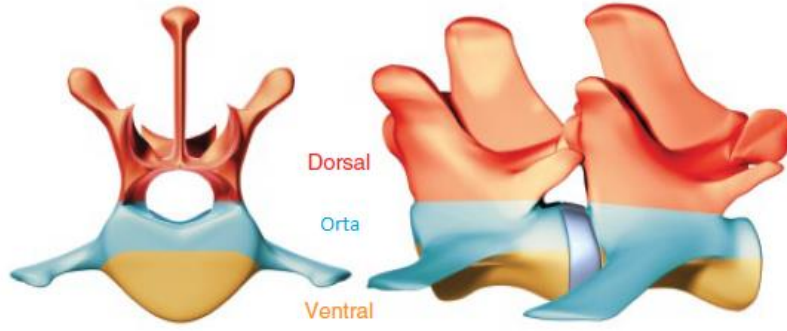
Orta kompartmanı;

- Dorsal longitudinal ligament
- Korpus vertebra'nın dorsali
- Anulus fibrosuslar

Ventral kompartmanı ise,

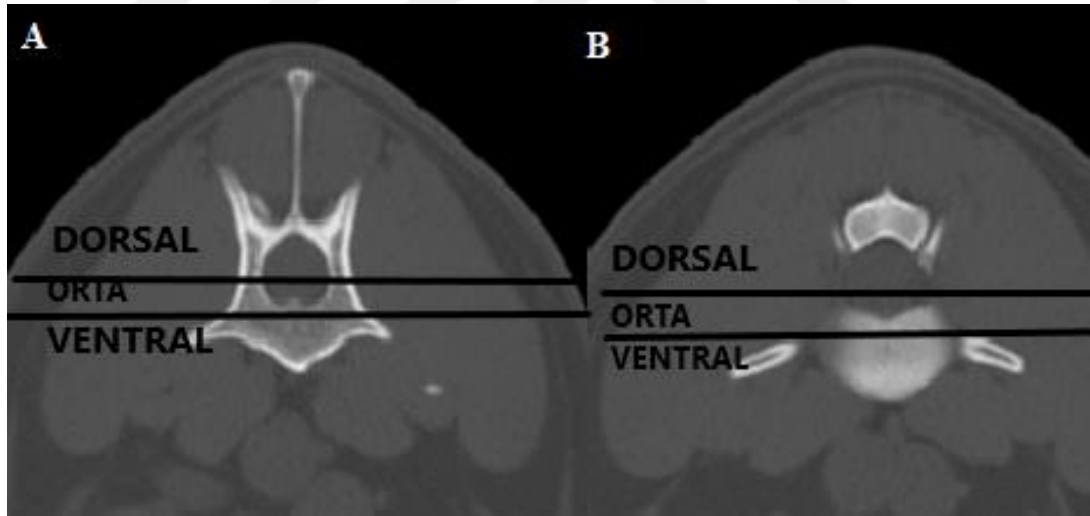
- Ventral longitudinal ligament
- Nukleus pulposus
- Korpus vertebra ve anulus fibrosusun ventralde kalan kısımları oluşturur (Şekil 2.20 ve Şekil 2.21).

Buna göre bu üç bölümden ikisinde hasar olduğu zaman kolumna vertebraliste instabilite oluşmaktadır (McKee, 2016).



Şekil 2.20. Shores tarafından modifiye edilen 3 kompartıman modeline göre dorsal, orta ve ventral kompartmanları oluşturan yapılardan ikisinde hasar oluştuğunda instabilite kararı verilir (Biedrzycki, 2018)

Korpus vertebra, intervertebral diskler ve fasiyes artikülarisler vertebranın stabilizasyonu için en önemli yapılardır. Korpuslar ve fasiyes artikülarisler bükülme ve aksiyal kuvvetlere karşı koyarken, ligamentler ve eklem kapsülleri esneme gücü sağlar (Smith and Walter, 1988; Patterson and Smith, 1992). Lateral bükülme ve rotasyonel stabilitede intervertebral diskler ve fasiyes artikülarisler tarafından karşılanır (Shores et al., 1991; Schulz et al., 1996).



Şekil 2.21. Lumbal vertebrada üç kompartman modelinin bilgisayarlı tomografi görüntüsü

A: Kraniyal görünüm, B:Kaudal görünüm

Üç kompartmanın ikisinde veya tamamında hasar görülmesi sıklıkla görülür ve vertebral instabilite olarak değerlendirilir (McKee, 2016). Kompartman hasarları arasında, en çok kombine kompartman hasarı gözlenmektedir. Kırıkların en önemlisi; bükülme, rotasyon ve makaslama kuvvetlerine izin veren ve aksiyal düzlemde çökmeye neden olan, korpus vertebraı içine alan dorsal kompartman kırıklarıdır.

Ventral bölgenin daha sağlam yapılardan oluşması nedeniyle, dorsal kompartman hasarı daha az risk taşır (McKee, 2016).

2.7. Tanı

Tanıda anamnez, fiziksel muayene, klinik nörolojik muayene, röntgen ve laboratuvar bulgularının yanı sıra bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi ileri görüntüleme tekniklerinden yararlanılmalıdır (Fossum, 2012).

2.7.1. Fiziksel Muayene

Travmatik vertebra hasarı bulunan köpeklerde, korku ve belirgin ağrı bulguları olduğundan nazikçe taşınmaları ve muayene esnasında sert manipülasyonlardan kaçınılması gerekir. Hastanın taşınması sırasında geçici bir atel uygulanabilir ve hasta düz bir sedyeye sabitlenerek taşınabilir. Dört ekstremitesi üzerine kalkamayan hayvanlarda, yanlış değerlendirmelerden kaçınmak adına dikkatli olunmalı ve gerekirse ilerleyen zamanlarda tekrar nörolojik muayene yapılmalıdır. Vertebrada kırık veya lüksasyon oluşturacak kadar şiddetli travmalarda eş zamanlı başka patolojilerin de (toraks patolojileri gibi) olabileceği unutulmamalıdır (Garosi and Lowrie, 2013).

2.7.2. Klinik ve Nörolojik Muayene

Nörolojik muayeneyi, mental durum/davranış, duruş ve yürüyüş, postural reaksiyonlar, spinal refleksler, kas tonusu, kranial sinirlerin muayenesi ve derin ağrı duyumunun varlığı olmak üzere altı bölümde inceleyebiliriz. Doğru bir nöroanatomik lokalizasyon, hekime uygun ayırıcı tanıları geliştirmede yardımcı olacaktır. Detaylı bir nörolojik muayene, medulla spinalisteki hasarın düzeyinin belirlenmesini ve hasarın şiddetinin anlaşılmasını sağlayacaktır. Travmaya bağlı olarak, vertebra düzeyindeki seviye farklılıkları bazen palpasyonla, hatta bazen görsel olarak anlaşılabilir, bölgede travmaya dair renk değişiklikleri, şişlik, hematoma gibi diğer bulgular da olabilir (Tobias and Johnston, 2013).

Ayrıca spinal hasarı doğrulanmayan ancak derin ağrı duyu kaybı olan hastalarda, konservatif tedavi uygulandığında yürüme yeteneklerini tekrar kazandığı görülmüştür (Cabassu and Moissonnier, 2007; Bruce et al., 2008).

2.7.3. İleri Görüntüleme Teknikleri

Beşerî hekimliğin yanı sıra veteriner hekimlikte de ileri görüntüleme yöntemlerinden oldukça sık yararlanılmaktadır. Geçmiş zamanlarda röntgen ve ultrasonografi daha yaygın ve ulaşılabilir olarak kullanılırken artık ülkemizde de bilgisayarlı tomografi (BT), kontrast bilgisayarlı tomografi (kontrast BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ulaşılabilir ve yaygın hala gelmektedir.

2.7.3.1. Radyografi

Vertebrada, çeşitli nedenlerle oluşan kırık ve luksasyonlarının tanısında çoğunlukla radyolojik muayene yeterlidir. Radyografi çekimi sırasında, hastaya sert manipülasyonlardan kaçınmak gerekir. Lateral radyografik görüntüler kimi zaman yeterli olsa da, çeşitli açılardan görüntülerin alınması faydalıdır. Ventrodorsal radyografinin, eğer mümkünse hayvan lateral pozisyonda iken alınması tavsiye edilir. Şüpheli durumlarda miyelografi ile kompresyon bölgesinin belirlenmesi gerekebilir (Jeffery, 2010).

Lateral radyografilerde bakılacak alan nörolojik muayenede belirlenen alan olmalıdır ancak muayene sırasında birden fazla bölgeden şüphelenilirse tüm kolumna vertebralis görüntülenmelidir. Eğer direkt grafiler tanı, sağaltım ve prognoz belirlemek için yeterli veya güvenilir bilgi vermiyorsa, öncelikle miyelografi ve epidurografi gibi kontrast tekniklere, ya da imkanlar ölçüsünde bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans (MR) görüntülemeye başvurmak gerekir (Coates, 2000; Jeffery, 2010).

2.7.3.2. Miyelografi

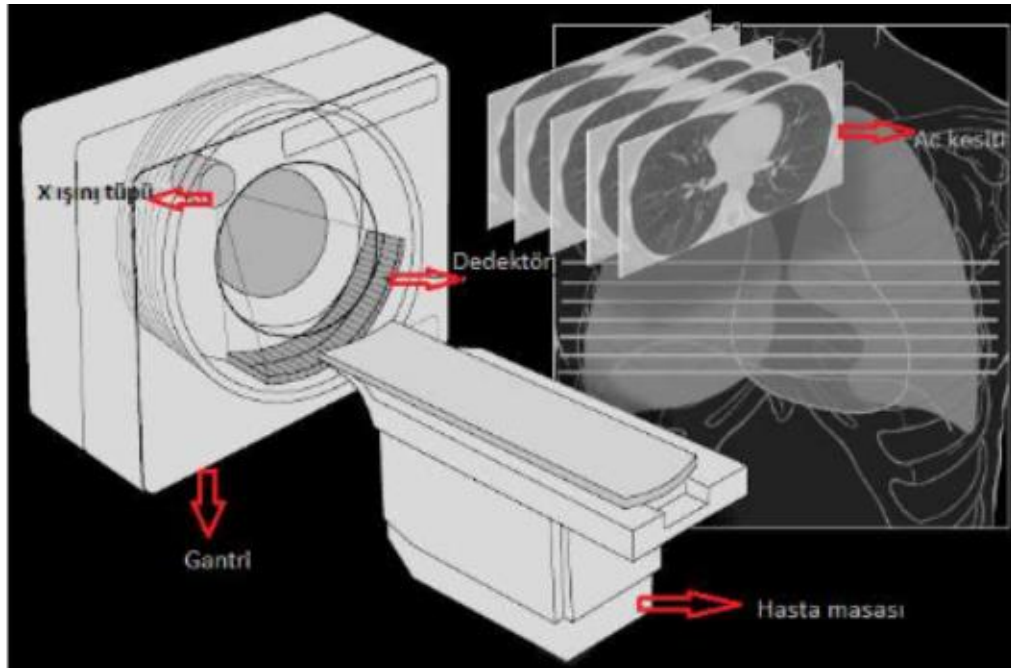
Miyelografi, iyotlu kontrast maddenin subaraknoid boşluğa enjekte edilmesinden sonra medulla spinalis ve vertebral kolonun radyografik görüntülenmesidir. Miyelografi ile kemik fragmentleri, kanama veya disk materyaline bağlı olarak şekillenen baskı ortaya çıkartılabilir. Böylece preoperatif planlama yapılabilir. Örneğin, baskının ortadan kaldırılması için dekompresyon yapılmasının gerekli olup olmadığına karar verilebilir. Ayrıca travmadan bağımsız disk hernilerinin tanısında da kullanılmaktadır. Günümüzde miyelografi yerine, BT ve MRG gibi daha az invazif olan ileri görüntüleme teknikleri tercih edilmektedir (Fossum, 2012). Bu teknik, kontrast maddenin medulla spinalise verilmesi sırasında oluşan baskıyı daha da arttırarak hasarı daha da arttırdığı için günümüzde pek önerilmemektedir. Miyelografi,

önceden var olan nörolojik belirtilerin artması ile ilişkili olduğundan, MRG veya BT'ye nazaran daha az endikasyonu vardır (Widmer and Blevins, 1991; Lewis and Hosgood, 1992; da Costa et al., 2011). Özellikle, disk hastalıkları veya medulla spinalisin basısına yol açan patolojilerde spinal kanalın çevresini net bir şekilde görmek önemlidir. Bu durumlarda miyelografik görüntüleme, tomografi eşliğinde yapılabilir (De Decker et al., 2011; Tobias and Johnston, 2013).

2.7.3.3. Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Bilgisayarlı tomografi, X-ışınları ve bilgisayarlar kullanılarak, yüksek seviyede iyonize radyasyon ile kesitsel görüntülerin işlenmesidir. Tomografi kelimesi, ‘‘tomo’’ (dilim) ve ‘‘grafi’’ (çizim) kelimelerinden oluşur. Bilgisayarlı tomografinin temelleri 1950-1960’lı yıllara dayanmaktadır. Bilgisayarlı tomografi, 1972 yılında Godfrey Hounsfield tarafından icat edilmiştir (Cipone et al., 2003; Jiang, 2009; Schwarz and Saunders, 2011).

Bilgisayarlı tomografi cihazında, tarayıcı, bilgisayar sistemleri ve görüntüleme ünitesi olmak üzere 3 bölüm vardır. Tarayıcı, hasta masası ve gantriden oluşur. Gantri, X ışını tüpü, X ışını kollimatörü ve X ışını dedektörlerini içerir (Hathcock and Stickle, 1993; Cipone et al., 2003; Jiang, 2009; Schwarz and Saunders, 2011; L. Romans, 2018) (Şekil 2.22).

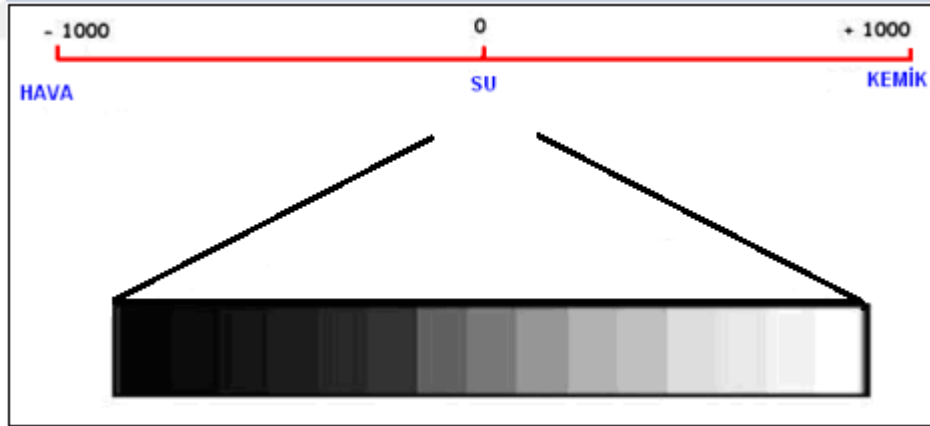


Şekil 2.22. Bilgisayarlı tomografi cihazının bölümleri (MEB, 2011)

Çekim yapılırken hasta, BT masasının gantri açıklığına yerleştirilir. Görüntü

alma sırasında t p hareket ettirilir. Bu sayede dokuyu, r ntgendeki gibi 2 boyutlu olarak değil; 0° ile 180° arasında değişen 3 boyutlu görüntü şeklinde bilgisayara iletilir (Buzug, 2011). Görüntüler, genellikle aksiyal (transversal) düzlemlerde elde edilir. Son olarak görüntüler, piksel adı verilen birden çok küçük görüntü karesinden (voksel) oluşur. Bu görüntü karelerinin (voksellerin) kalınlığı, dokunun kalınlığına göre belirlenir. Kesit kalınlığı, hastanın boyutuna ve incelenecek bölgeye bağlı olarak değişmektedir. Kedi ve köpekler için genellikle 4-5 mm kalınlıktaki kesitler uygundur. X ışın demetinin kalınlığı belirlenir ve kesitin dilim kalınlığı, kollimat r tarafından kontrol edilir. Işın demeti hassas bir dedektör zincirine ulaşır. Dedekt rlere ulaşan ışınlar, dokulardan geçerken, farklı oranlarda zayıflatılmaya uğrar (Hathcock and Stickle, 1993; Cipone et al., 2003; Diana et al., 2006; Jiang, 2009; Schwarz and Saunders, 2011; L. Romans, 2018).

Bilgisayar, zayıflatılma değerlerine göre dokularda gri tonlamalı ''Hounsfield skalası'' oluşturur. R ntgendeki gibi kemik doku beyaz, hava siyah ve sıvı gri renkte görünür. Bu dokular için karşılık gelen Hounsfield sayıları, sırasıyla +1000, -1000 ve 0'dır. Yağ dokusu ve hava skalası negatif yönde iken, yumuşak dokular, kan ve kemik pozitif yönde yer alır (E. G. Johnson and Wisner, 2007; Jiang, 2009) (şekil 2.23).



şekil 2.23. Hounsfield skalasına göre gri tonların (hava, su, kemik) dağılımı (MEB, 2011)

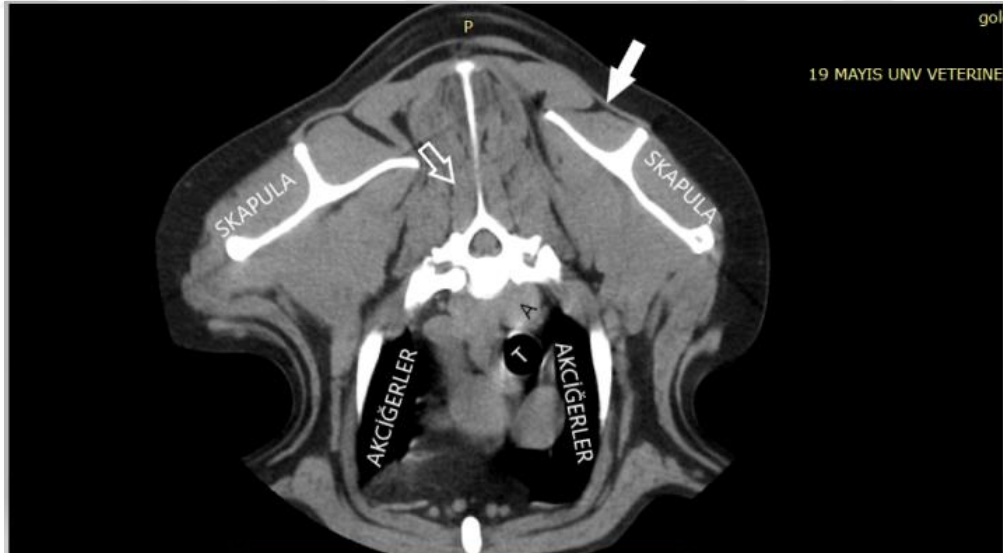
Bilgisayarlı tomografi, kullanım alanı açısından temelde, yüksek rezolüsyonlu BT, spiral tomografi, toraks anjiyo BT ve dinamik BT olmak üzere 4 ana grupta toplanabilir (L. E. Romans, 2011).

Görüntü kalitesini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar, tüpün potansiyel farkı (kV), akım, dedektör kalınlığı ve kesit kalınlığı, kesit genişliği (FOV), tüpün dönüş süresi, pitch faktörü, dönüştürülen kesitin kalınlığı, intervali ve rekonstrüksiyon algoritmaları olarak sıralanabilir. Görüntü kalitesinin ana elemanları,

uzaysal ve kontrast çözünürlüktür. Uzaysal çözünürlük ile birbirine yakın iki noktanın kolayca ayırt edilebilmesini, kontrast çözünürlük ile ise birbirine yakın dansitede iki noktanın net görülebilmesi ifade edilmektedir (Ataç ve İnal, 2020).

Bilgisayarlı tomografi konvansiyonel radyografiye göre çok daha iyi yumuşak doku kontrastı sağlar (ekil 2.24). Bilgisayarlı tomografi, MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme)’den daha hızlı görüntüleme yöntemi olup mineralize olmuş sert-kemiksi dokular ve kanamalar MRG’den daha iyi görüntülenir. Bu nedenle kafa travmasında BT kullanımı daha akıllıca olmaktadır. Bilgisayarlı tomografinin diğer avantajlarından birisi ise doku kontrastını değiştirmek için veriler alındıktan sonra pencere ayarlarının değitirilebilmesidir. Tomografi çekiminden alınan veriler, 2 boyutlu ve 3 boyutlu alınarak rekonstrüksiyonu tekrar yapılabilmektedir. Bu sayede ortopedik implantlar kullanıldıktan sonra post operatif süreçte bile dokuyu ayrıntılı görmeyi mümkün kılmaktadır (Fossum, 2012).

Tomografinin aksine MRG, iyonize radyasyon samadığından daha güvenlidir. Manyetik rezonans görüntüleme BT’ye nazaran çok daha hassas ve detaylı yumuşak doku incelemesi yapabildiği için bazı tümörleri veya farklı patolojileri (rn; granülomatöz odaklar) BT’de görmek mümkün olmayabilir (Fossum, 2012).



Şekil 2.24. Hastenemize farklı bir tıbbi nedenle getirilip, bilgisayarlı tomografisi çekilen 4 yalı Golden Retriever ırkı köpeğinin 5. torakal vertebra ve diğer visseral organların görünümü. (Beyaz ok; Latissimus dorsi, şeffaf ok; Muskulus multifidus, A: Aorta Desendens, T: Trakea

2.7.3.4. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntülemede dokular hakkında bilgi bir elektrik sinyali ile iletilir. Bu sinyaller, dokularda su ve lipid molekülleri şeklinde, son derece bol bulunan

hareketli hidrojen atomları tarafından üretilir. Pozitif yüklü hidrojen atomu (proton), molekülün rastgele salınımıyla hareket etmesine ek olarak, kendi eksenini etrafında döner ve zıt kutuplu küçük bir manyetik alan oluşturur. Sonuç olarak MRG sinyalini oluşturan ve dolayısıyla görüntü oluşumundan sorumlu olan, bu manyetik alandır (Tobias and Johnston, 2013).

Manyetik rezonans görüntüleme, medulla spinalis parankiminin ve vertebral stabiliteye katkısı olan, paraspinal kasların, intervertebral disklerin ve ligament yapılarının görüntülenmesi için mükemmel bir tekniktir (P. Johnson et al., 2012; Trampus et al., 2018). Myelomalasi ve sirinks oluşumuna bağlı medulla spinalis hasarlarını değerlendirmek için yararlı olduğu gibi, travmatik disk ekstrüzyonlarının tanısında da ilk tercihtir. Bunun yanı sıra, MRG'deki kemik görüntüsü diğer tekniklere göre zayıf olduğundan vertebralardaki kırık hatlarının değerlendirilmesi ve implant yerleşiminin planlanması güçtür. Ayrıca MRG'nin çekim zamanı diğer tekniklere göre daha uzun sürer dolayısıyla bu da hastanın anestezi süresini uzatmaktadır (Fossum, 2012). Ayrıca, eğer hastada implant varsa, implantlar artefakt oluşturabilmekte ve hareket edebilmektedir (Diana et al., 2006).

Kemik yapılarını değerlendirmek için BT ve yumuşak doku yapılarını değerlendirmek için MRG'yi birleştirmek, spinal travmaların değerlendirmesi için önerilmiştir (Gallastegui et al., 2019).

2.8. Tedavi

Tedavi yöntemleri konservatif ve cerrahi olarak iki ana başlıkta toplamak mümkündür. Tedavi seçenekleri hayvanın genel durumuna, nörolojik muayene bulgularına, kırık veya luksasyonların biyomekanik özelliklerine ve meydana gelen kompresyona göre seçilir (Tobias and Johnston, 2013). Bunun yanı sıra seçilecek tedavi seçeneği hastaya, instabilite durumuna, cerrahın bireysel tercihi ile tecrübesine ve hasta sahibinin maddi imkanlarına bağlıdır (Bruce et al., 2008).

Vertebra kırık ve luksasyonlarında, medulla spinalis hasarının en kısa sürede önlenmesi ve sekonder hasarın en aza indirilmesini sağlamak tedavinin temelini oluşturur (Tobias and Johnston, 2013).

2.8.1. Konservatif Tedavi

Akut spinal travma hastalarında öncelikli amaç medulla spinalis dokusunu, travmadan sonra oluşacak sekonder hasarlara karşı korumaktır (Park et al., 2012). Atelli bandaj, kafes istirahati, egzersiz kısıtlama ve ilaç uygulamaları konservatif

tedavi seçenekleri arasında yer alır (Şekil 2.25).



Şekil 2.25. 10 aylık, erkek, melez bir kedide, yüksekten düşmeye bağlı T13-L1 seviyesinde fleksiyon kırığı ve atel destekli bandaj uygulaması

Spinal travmada, medulla spinalisin perfüzyonu ve oksijenizasyonu oldukça önemlidir. Hipoksi ve iskemi dokudaki hasarı önemli ölçüde olumsuz olarak değiştirebilir. Sistemik kan basıncı intravenöz kristaloid veya kolloid sıvı tedavisinin kombinasyonları, kan transfüzyonu ve vazopresörler ile korunabilir. Glikokortikoidler, medulla spinalis travmalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, etki mekanizması ve yararlılığı tartışmalıdır (Tobias and Johnston, 2013).

Vertebra travmaları olan hastaların çoğunlukla şiddetli ağrıları vardır. Hastaların düzenli olarak kontrol edilmesi ve ağrı skorlarının belirlenmesi gereklidir. Analjezik kullanımına mümkün olan en kısa sürede başlanması ve operasyon sonrası ağrı kesici kullanımını azaltmak için operasyon öncesinde uygulanması gereklidir. Ağrı kontrolünde birden çok ilacın bir arada kullanımı; multimodal analjezi en etkin yöntemdir (Platt and Olby, 2014).

2.8.2. Cerrahi Tedavi

Vertebra kırıkları ve luksasyonları medulla spinalis hasarının en önemli nedenlerindendir. Tedavide temel prensip, vertebrayı stabilize ederek medulla spinaliste oluşan hasarı en aza indirmektir. Girişimi etkileyen faktörler arasında, travmanın şiddeti, travmadan tedaviye kadar geçen süre ve operatörün deneyimi bulunmaktadır. Kolumna vertebralisin stabilizasyonu için şimdiye kadar birçok teknik tanımlanmıştır. Vertebra segmentlerinin anatomik farklılığı stabilizasyon çeşitliliğini doğurmuştur (Bruecker, 1996; Krauss et al., 2012). Stabilizasyon seçenekleri arasında pin-serklaj, pin-polimetilmetakrilat (PMMA) kombinasyonu, vida-PMMA kombinasyonu, eksternal fiksasyon, pedikül vida-rod sistemi ve plak gibi birçok

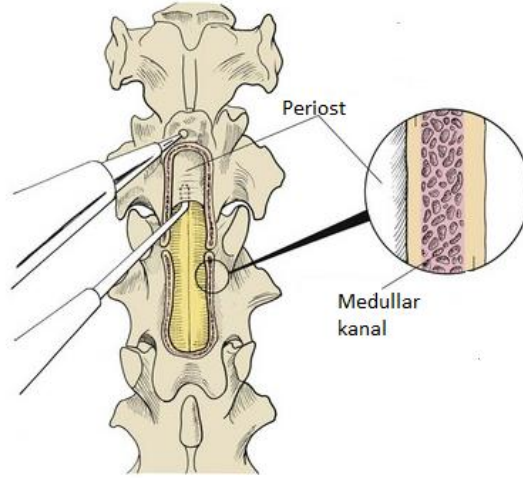
yöntem kullanılmaktadır. Tedavi seçenekleri, hayvanın genel durumuna, nörolojik muayene bulgularına, kırık veya luksasyonların biyomekanik özelliklerine ve oluşan kompresyona göre belirlenir (Tobias and Johnston, 2013). Bunun yanı sıra, seçilecek tedavi yöntemi; hastaya, instabilite durumuna, cerrahın bireysel tercihi ile tecrübesine ve hasta sahibinin maddi imkanına bağlıdır (Bruce et al., 2008).

Veteriner cerrahideki birçok operasyon gibi medulla spinalisin stabilizasyon operasyonlarında da preoperatif planlama, hazırlık ve yaklaşım oldukça önemlidir. Operatörün temel amacı, operasyon alanındaki önemli dokulara, damarlara, sinirlere ve medulla spinalise mümkün olduğunca az zarar vererek operasyonu tamamlamaktır. Operasyonda, vertebra segmentlerinin redüksiyonu, medulla spinalisin dekompresyonu ve medulla spinalisin rijit stabilizasyonunu sağlamak hedeflenir. Buna ek olarak, medulla spinalis kompresyonu ve kötüye giden nörolojik belirtiler, cerrahi tedavinin gerekliliğinin bir göstergesidir. (Dulisch and Withrow, 1979; Bruce et al., 2008; Park et al., 2012).

2.8.2.1. Dekompresyon ve Destabilizasyon

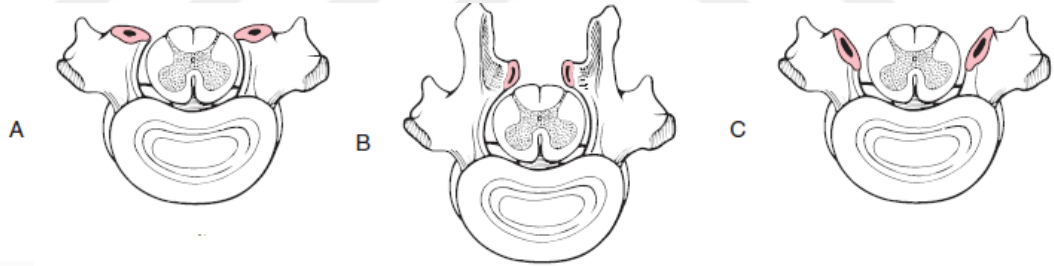
Dorsal laminektomi

Vertebraların dorsal laminalarının değişik oranlarda uzaklaştırılmasıyla, medulla spinalis üzerindeki basıyı kaldırmayı amaçlayan operasyon tekniğidir (Scott and McKee, 1999; Laitinen and Puerto, 2005). Dorsal laminektomi, geniş dekompresyon sağlamanın yanı sıra medulla spinalisin dorsal yüzeylerine erişim olanağı da sağlar. Ayrıca pros. artikularis ve pediküllerin uzaklaştırılmasıyla medulla spinalisin köklerinin ve lateral yüzünün açığa çıkartılmasını sağlar (Tobias and Johnston, 2013) (Şekil 2.26).



Şekil 2.26. Dorsal laminektomi uygulaması (Fossum, 2012)

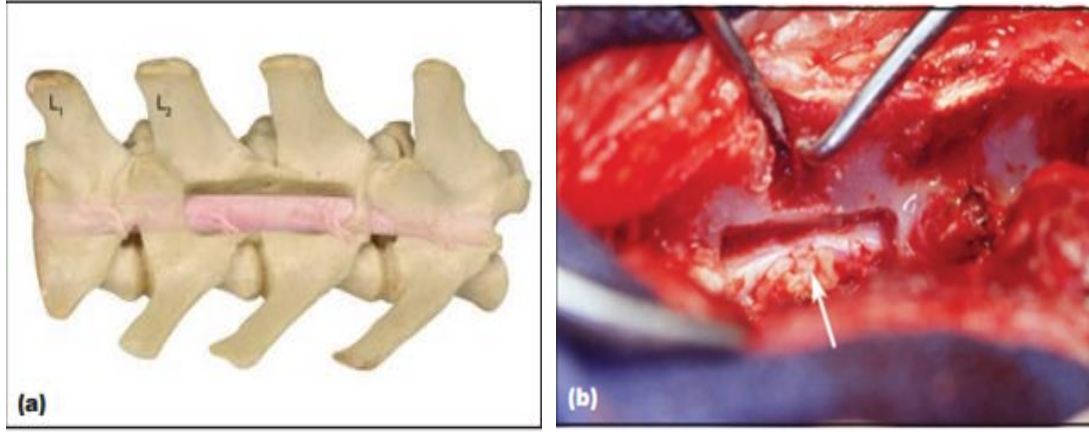
Laminektomide uzaklaştırılan kemiğin miktarına göre, Funquist A, Funquist B ve modifiye dorsal laminektomi gibi teknikler bulunmaktadır. Funquist A tekniğinde dorsal lamina, pros. artikularis ve pros. spinosus uzaklaştırılır. Funquist B, tekniğinde ise pros. artikularis ve pediküle dokunulmaz ancak pros. spinosus ve lamina kaldırılır. Modifiye dorsal laminektomide ise pros. spinosus, pros. artikularis kaudalis ve lamina kaldırılır (Funkquist, 1970) (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. Torakal vertebrada A: Funquist A , B: Funquist B ve C: modifiye dorsal laminektominin gösterimi (Fossum, 2012)

Hemilaminektomi

Kedi ve köpeklerde vertebralar arası kanalı açığa çıkarmak için özellikle de intervertebral disk hastalarında sıklıkla kullanılır (Hoerlein, 1953; Jeffery and Freeman, 2018). Vertebraların pros. artikularislerinin üst sınırından, foramen intervertebralelerin alt sınırına kadar uzanan alanda vertebraların her birinin yaklaşık yarısı kadar büyüklükte kemik doku uzaklaştırılmasıdır (Gage, 1975; Griffin et al., 2009; Lockwood et al., 2014) (Şekil 2.28).



Şekil 2.28. (a) Torakolumbal hemilaminektominin şematik görünümü, (b) L2–L3'te hemilaminektominin intraoperatif görünümü (Platt and Olby, 2014)

Hemilaminektomi varyasyonları arasında; pedikülektomi, minimal hemilaminektomi ve dorsolateral hemilaminektomi vardır. Bir taraftaki dorsal laminanın uzaklaştırılması genellikle foraminotomi ile bir arada yapılır ve buna dorsolateral hemilaminektomi denir (Fossum, 2012). Pedikülektomi; modifiye lateral dekompresyon olarak da adlandırılır (Lubbe et al., 1994; Dewey et al., 2016). Bu yöntemle pros. artikülarisler sağlam bırakılır ve lamina üzerinde mümkün olduğunca küçük defekt oluşturulur (McCartney, 1997).

Disk fenestrasyonu

Disk materyalini uzaklaştırmak için, anulus fibrozusda bir pencere oluşturulması işlemidir. Fenestrasyon hem koruyucu hem de tedavi amaçlı yapılmaktadır. Dekompresyonsuz fenestrasyon, profilaksi amacı ile hafif olgularda uygulanmaktadır (Gage, 1975; Butterworth and Denny, 1991).

Dekompresyon uygulamaları ile medulla spinalisteki bası ortadan kalkar. Birden fazla ardışık vertebrada, dekompresyon yapıldıysa vertebrada stabilizasyon uygulamasına da ihtiyaç vardır (Fossum, 2012).

2.8.2.2. Torakal ve Lumbal Vertebralarda Stabilizasyon Teknikleri

Torakolumbal bağlantı bölgesi, diğer bölgelere göre daha serbest yapıda olduğundan vertebral instabilite daha sık gözlenir (Bruce et al., 2008; Bali et al., 2009; Jeffery, 2010). Bölgenin stabilizasyonunda en sık kullanılan yöntemler korpus vertebra plakları, eksternal fiksatörler, pin ile PMMA kullanımı ve segmental pin-serklaj uygulamasıdır (Fossum, 2012).

Ancak torakal vertebradaki anatomik farklılıklar nedeniyle plak uygulaması daha zordur (Barnhart and Maritato, 2018). Bununla birlikte geçmiş çalışmalara

bakıldığında torakolumbal bölgede kullanılan en yaygın teknik pin ile PMMA yöntemidir (Platt and Olby, 2014).

Dorsal Kompartman Stabilizasyon Teknikleri

Pin ve Serklaj ile Stabilizasyon

Pin ve serklaj ile stabilizasyon, kedi ve küçük ırk köpeklerin özellikle de torakal vertebra kırık ve luksasyonlarında kullanılmaktadır. Kirschner teli veya steinman pini kolumna vertebralise paralel olarak yerleştirilir ve serklaj teli ile vertebra üzerindeki farklı anatomik bölgelerden (örn: pros. spinosus, pros. artikülarisler) bağlanır. (McAnulty et al., 1986). Bu cerrahi teknikte stabilizasyon sağlanır ancak torsiyon kuvveti engellenemez. Bazı olgularda Kirschner teli kostalara bağlanarak stabilizasyon güçlendirilebilir (Voss and Montavon, 2004; Platt and Olby, 2014) (Şekil 2.29).



Şekil 2.29. 1. ve 2. lumbal vertebraında instabilite bulunan 8 yaşında, kısırlaştırılmış erkek Chihuahua'nın (A) Pin ve serklaj kullanılarak yapılan stabilizasyonun intraoperatif görüntüsü (B) Postoperatif lateral radyografisi (Platt and Olby, 2014)

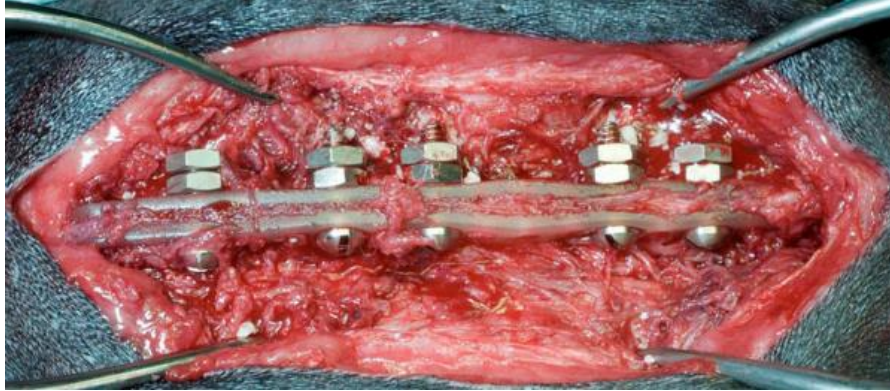
Segmental Spinal Stabilizasyon

Bu yöntem genellikle kraniyal veya orta torakal vertebralara dorsal yaklaşımla uygulanır. Yöntemde implant olarak Steinmann pini ve Kirschner teli kullanılır. Uygulanacak vertebraaların pros. spinosus tabanlarına delik açılarak teller geçirilir ve uygun boyuttaki pinler, pin bükücüler kullanılarak pros. spinosusların etrafına yerleştirilebilecek şekilde bükülür. Bazı operatörler pinleri zıt yöne bakan (biri diğerini içine alacak) şekilde yerleştirmeyi tercih etmektedir (Fossum, 2012).

Lubra Plağı ile Stabilizasyon

Yöntem ilk olarak Lumb ve Brasmer tarafından tanımlanmıştır (Lumb and Brasmer, 1970; Brasmer and Lumb, 1972). Bu teknik, diğer tekniklere nazaran daha kolay ve ucuzdur. Lubra plakları, vertebra kırıklarında ve luksasyonlarında kullanılabilir (Dulisch and Withrow, 1979). Özellikle torakal ve torakolumbal bölgede kullanılan, plastik, esnek ve şekil verilebilir. Lubra plakları, pros. spinosuslara

uygulanır. En büyük dezavantajı plağın uygulanacağı pros. spinosusların yeterli uzunlukta ve sağlam olması gerekir (Dulisch and Withrow, 1979; Tobias and Johnston, 2013) (Şekil 2.30).

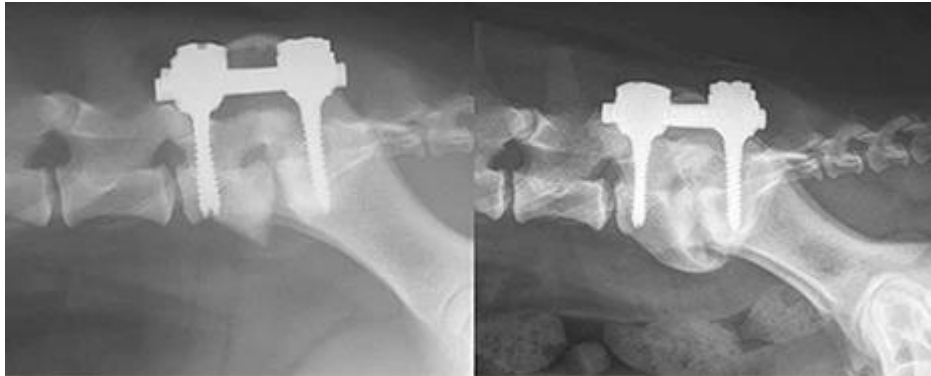


Şekil 2.30. Lumbal 2. ve 3. vertebraların prosesus spinosuslarına Lubra plağının yerleştirilmesi (Krauss et al., 2012)

Ventral Kompartman Stabilizasyon Teknikleri

Pedikül Vida/Rod Sistemi ile Stabilizasyon

Pediküler implantasyon için, daha az invaziv olması sebebiyle dorsal yaklaşım daha çok önerilir (Weh and Kraus, 2007; Jeffery, 2010). Köpeklerde pediküler implantasyon için cerrahi teknikler çeşitli çalışmalarda L7 ve S1 için tanımlanmıştır (Meheust et al., 2000; Meij et al., 2007; Weh and Kraus, 2007) (Şekil 2.31).



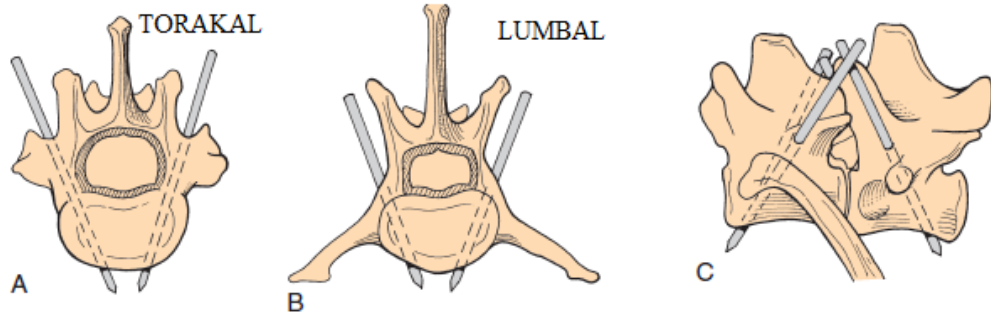
Şekil 2.31. Dejeneratif lumbosakral stenoz bulunan 5 yaşında Labrador retriever ırkı bir köpekte A: Postoperatif laterolateral kontrol radyografisi, B: Postoperatif 4. yıl laterolateral kontrol radyografisi (Tellegen et al., 2015)

Pedikül vida-rod sisteminin orta büyüklükteki köpek ırklarında başarı ile uygulandığı bildirilmektedir. Tekniğin dezavantajları; sistemin maliyeti, güvenli koridor aralığının değişkenliği ve vida boyutları sınırlı olduğu için her hastada kullanılamamasıdır (Fossum, 2012). Özellikle beşeri hekimlikteki çalışmalarda, pedikül vidasının komplikasyonu olarak, epidural perforasyon, pleural efüzyon, pedikül kırıkları, enfeksiyon, implantın gevşemesi gibi komplikasyonlara

rastlanılmıştır. Bu nedenle özellikle torakolumbal bölge travmalarında, alttaki visseral dokulara ve medulla spinalise zarar vermemek amacıyla doğru implantasyon koridorlarını ve güvenli implant açılarını preoperatif olarak belirlemek gerekmektedir (Suk et al., 2001; Li et al., 2010).

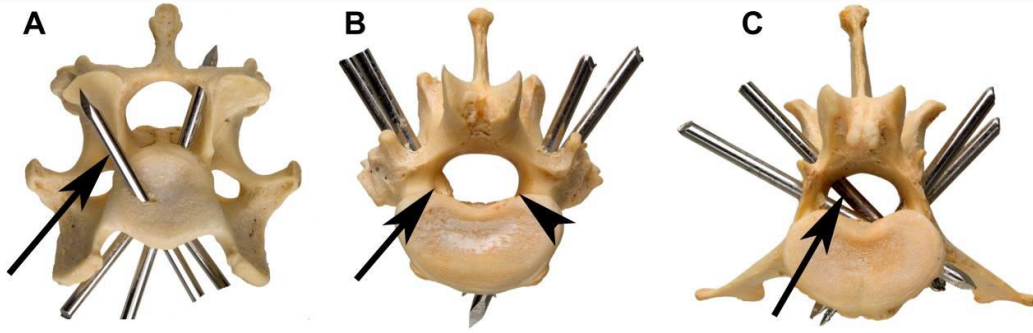
Pin ve PMMA ile Stabilizasyon

Pin-PMMA kombinasyonu vertebra stabilizasyonlarında sıklıkla tercih edilir. Bunun sebebi kolay uygulanabilir olması ve yeterli stabilizasyon oluşturmastır. Bu uygulamanın dezavantajları, enfeksiyon riski ve uygulama sonrası sertleşince şeklinin bir daha değiştirilememesidir. Uygulamada pozitif profil pinler daha sık tercih edilir. Nedeni gevşemeye ve kırılmaya diğer pinlerden daha dirençli olmasıdır (Tobias and Johnston, 2013). Pinlerin bölgelere göre giriş açıları anatomik farklılıklardan dolayı değişkenlik gösterir (Şekil 2.32).



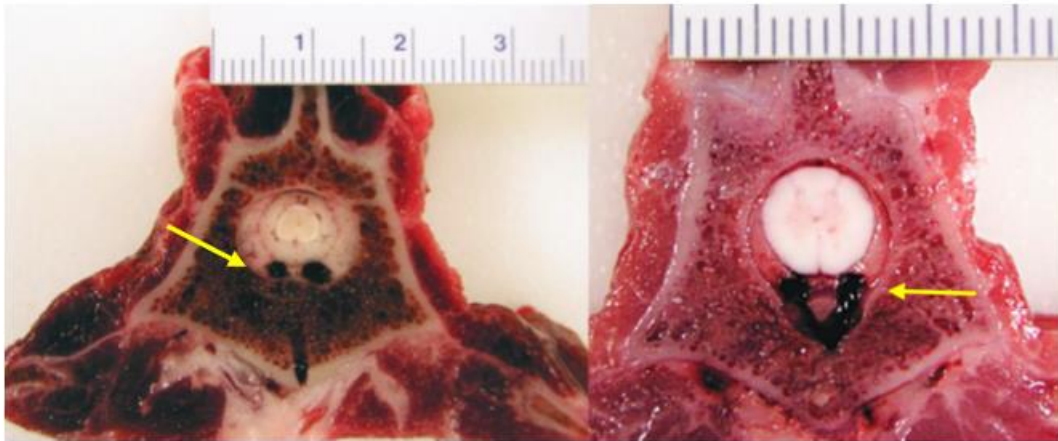
Şekil 2.32. Torakal ve B: Lumbal vertebralara pinlerin uygulanma şekilleri C: Torakolumbal vertebrada birleşim yerinin lateralden görünümü (Fossum, 2012)

Pinlerin uygulaması esnasında, doğru açı ve giriş koridoru belirlenemez ise iatrojenik yaralanmalar ve medulla spinaliste ve sinir köklerinde hasar görülebilir. Özellikle torakolumbal bölgede vertebranın ventralinde, visseral organlar, torakal ve abdominal aorta yer aldığından implantasyon esnasında operatör bu yapılara dikkat etmelidir. Köpeklerde bazı vakalarda, torakal bölgede pinler yerleştirirken hemoraji veya pnömotoraks bildirilmiştir. Bu nedenle her hastaya, preoperatif BT ile görüntüleme önerilmektedir. Bu sayede tomografi ile hastaya özgü anatomik farklılıklar, uygulanacak implant sayısı, implantasyon açısı, tek taraflı ya da çift taraflı implant uygulama ve güvenli koridor izin veriyorsa maksimum implantasyon uzunluğu belirlenir. Bu sayede de intraoperatif ve postoperatif komplikasyonların önüne geçilmiş olur (Şekil 2.33). Ayrıca implantasyonda, PMMA kullanılmaz ise post operatif olarak implant gevşemesi görülebilir (Tobias and Johnston, 2013; B. Hettlich, 2017).



Şekil 2.33. A: C4 kaudal görünüm, pin intervertebral boşlukta, ancak medulla spinalise penetrasyon yok B: T12 kaudal görünüm, penetrasyon var (siyah ok) C: L4 kaudal görünüm, pin intervertebral kanala tamamen penetre olmuş. (siyah ok) (Tobias and Johnston, 2013)

İmplantasyon esnasında vertebral arter ve venada kanama görülebilir (Şekil 2.34). Tüm pinler yerleştirildikten sonra 90°'lik açılarla bükülür ve çaprazlanır. Bu çaprazlama PMMA'nın merkezi olarak yerleştirilmesine olanak sağlar (Tobias and Johnston, 2013).



Şekil 2.34. L4 vertebra enine kesitleri, basivertebral vena (sarı ok) (Tobias and Johnston, 2013)

Eksternal Fiksasyon ile Stabilizasyon

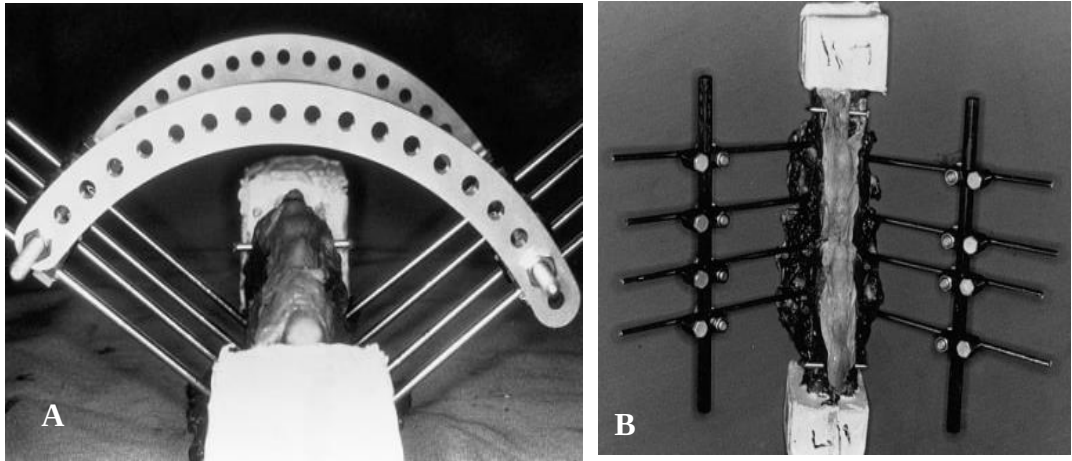
Bu stabilizasyon yöntemi ile ilişkili sınırlı sayıda klinik çalışma bulunmaktadır. Açık yöntem kullanılarak stabilizasyon yapılırken, pin ve PMMA ile stabilizasyon tekniğindeki prensipler uygulanır. Kapalı teknikte ise, floroskopi ile uygulama yapılsa dahi, pinleri doğru açıyla visseral dokulara ve medulla spinalise zarar vermeden uygulamak oldukça zordur (Tobias and Johnston, 2013).

Pinler tip 1 veya tip 1b konfigürasyonunda uygulanabilir (Şekil 2.35).



Şekil 2.35. T12-T13 arasında eksternal fiksatorün pinlerinin yerleşimini gösteren (siyah ok) lateral radyografi (Lanz et al., 2000)

Biyomekanik testlerde, tip1 b konfigürasyonun sekiz pin-PMMA stabilizasyonu kadar kuvvetli olduğu görülmüştür. Ayrıca bilateral tip 1 konfigürasyonunun, dört pin-PMMA stabilizasyonundan daha kuvvetli olduğu bildirilmektedir (Lanz et al., 2000) (Şekil 2.36).

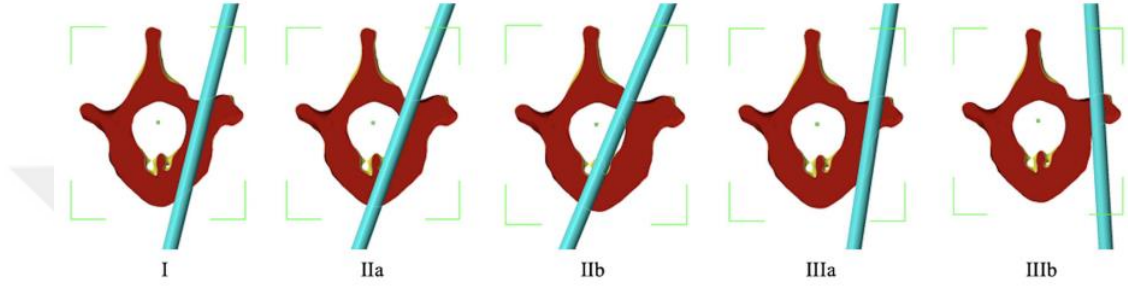


Şekil 2.36. Köpek kadavrasında lumbal vertebralarda sekiz tane pin kullanılarak oluşturulan eksternal fiksasyonun A: Kraniyal ve B: Dorsal görünümü (Walker et al., 2002)

Eksternal fiksatorün dezavantajı post-operatif pin dibi bakımı, akıntı ve enfeksiyon riskidir. Bu hasta sahibi için oldukça zor ve zahmetli bir süreçtir. Yapılan bir klinik çalışmanın sonuçlarına göre fiksatorün çıkarılma süresi ortalama 105 gün olarak bulunmuştur (J. L. Wheeler et al., 2007).

Vida ve PMMA ile stabilizasyon

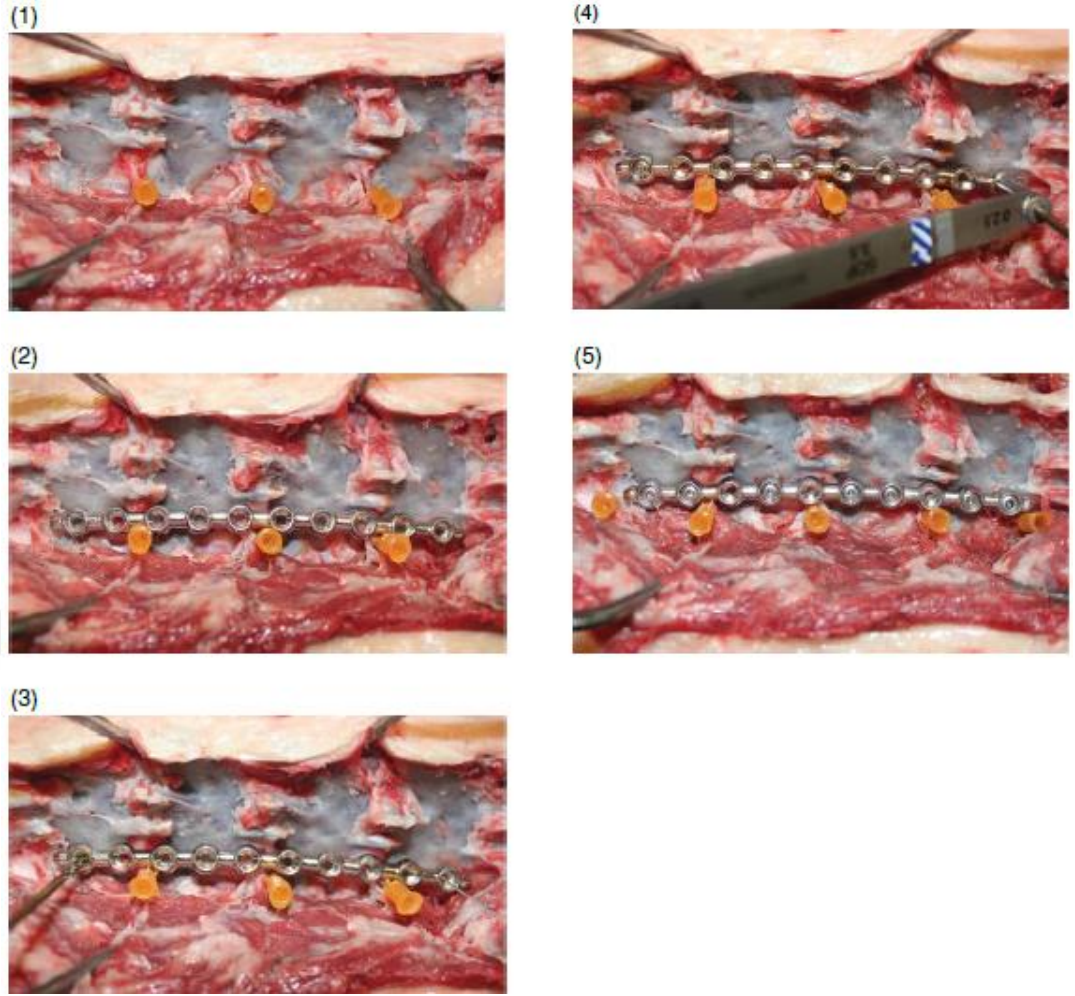
Torakal ve lumbal vertebra kırıklarında, pediküler fiksasyon sıklıkla tercih edilmektedir. Pediküler vida fiksasyonu, instabilitesi bulunan vertebrada yeterli stabilizasyon sağlar (Zdichavsky et al., 2004). Torakolumbal vertebra kırık ve luksasyonlarının stabilizasyonunda, pin veya vida uygulamasının bilateral yapılması gerektiği önerilmektedir (Jeffery, 2010). Pedikül vidalarının korpus vertebraya yerleşimi, bir skorlama sistemi ile değerlendirilmiştir (Zdichavsky et al., 2004; Elford et al., 2020) (Şekil 2.37).



Şekil 2.37. Modifiye edilmiş Zdichavsky sınıflandırmasına göre, pedikül vida yerleştirilmesini gösteren illüstrasyon (Elford et al., 2020)

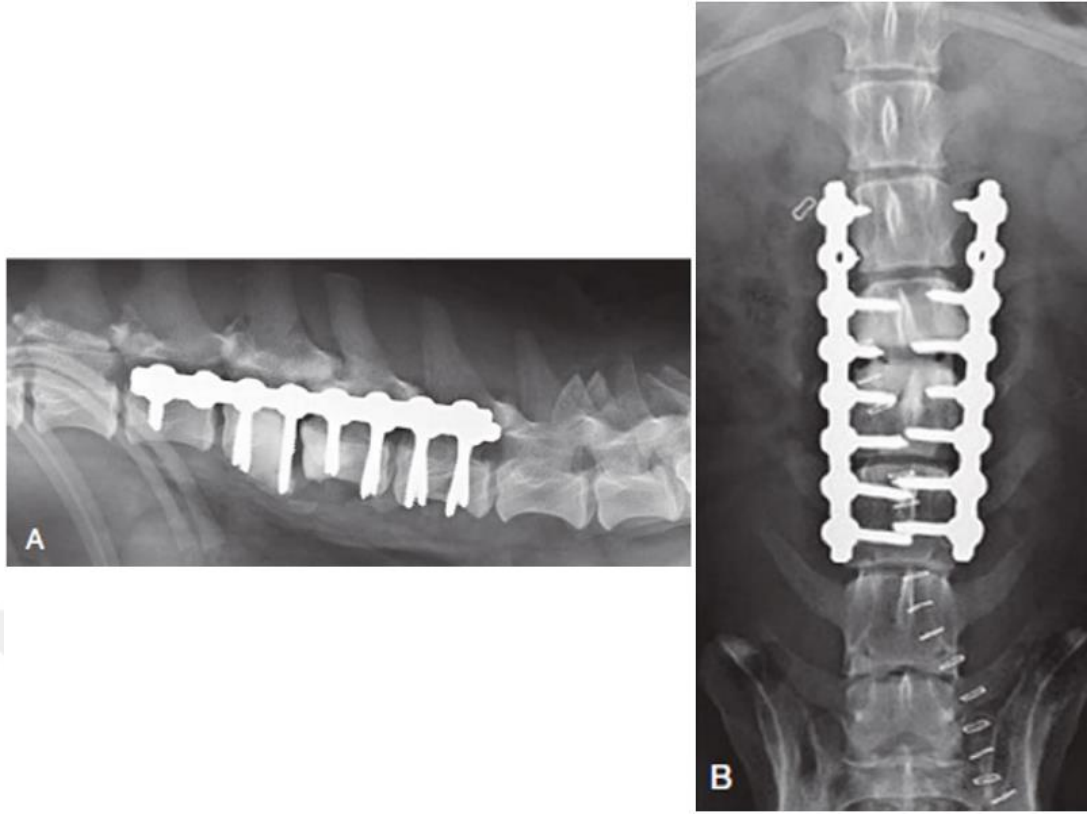
Plak ile Stabilizasyon

Uzun kemiklerin kırık stabilizasyonu amacıyla kullanılan “İnci Dizisi” (String of Pearls) (SOP) plakları, 3 düzlemde şekil verilebilen, paslanmaz çelikten yapılmış kilitli bir kemik plağıdır (Şekil 2.38).



Şekil 2.38. Bir köpekte torako-lumbal bölgede T13-L3 arasında stabilizasyonda 3,5 mm 10 delikli SOP plak uygulaması. 1: İntervertebral disk aralıklarını tanımlamak için turuncu hipodermik iğneler kullanılmıştır. 2: Plak vertebranın fizyolojik şekline uyacak biçimde şekillendirilmiştir. 3: İlk vida deliği kranial yönde açılmış ve desteklemek için iki adet Kirschner teli kullanılmış ve vida yerleştirilmiştir. 4: Kaudal vida deliği açılmış. Kirschner teli çıkarılmış, kaudal kısma vida yerleştirilmiştir. 5: Toplamda 7 vida yerleştirilmiştir ve intervertebral disk aralıkları korunmuştur (Barnhart and Maritato, 2018)

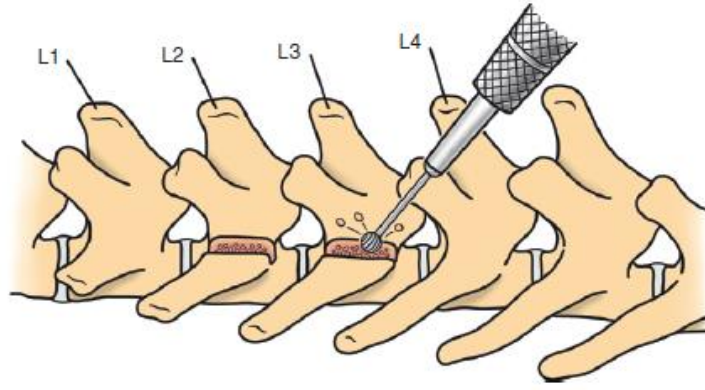
Torakolumbal bölgenin kaudali ve lumbal bölgenin kranialine SOP uygulandığında, plağa 6 ° kadar açı verilebildiği ve bu sayede vida deliklerinin rahat konumlandırılabilirdiği bildirilmektedir. Yeterli stabilizasyon sağlayabilmek amacıyla SOP uygulaması mutlaka bilateral yapılmalıdır (Barnhart and Maritato, 2018) (Şekil 2.39).



Şekil 2.39. İki taraflı SOP plak kullanılarak diskospondilite bağlı L3-L4 luksasyonunun stabilizasyonu A: Lateral, B: Dorsoventral radyografik görüntüsü (Schwarz and Saunders, 2011)

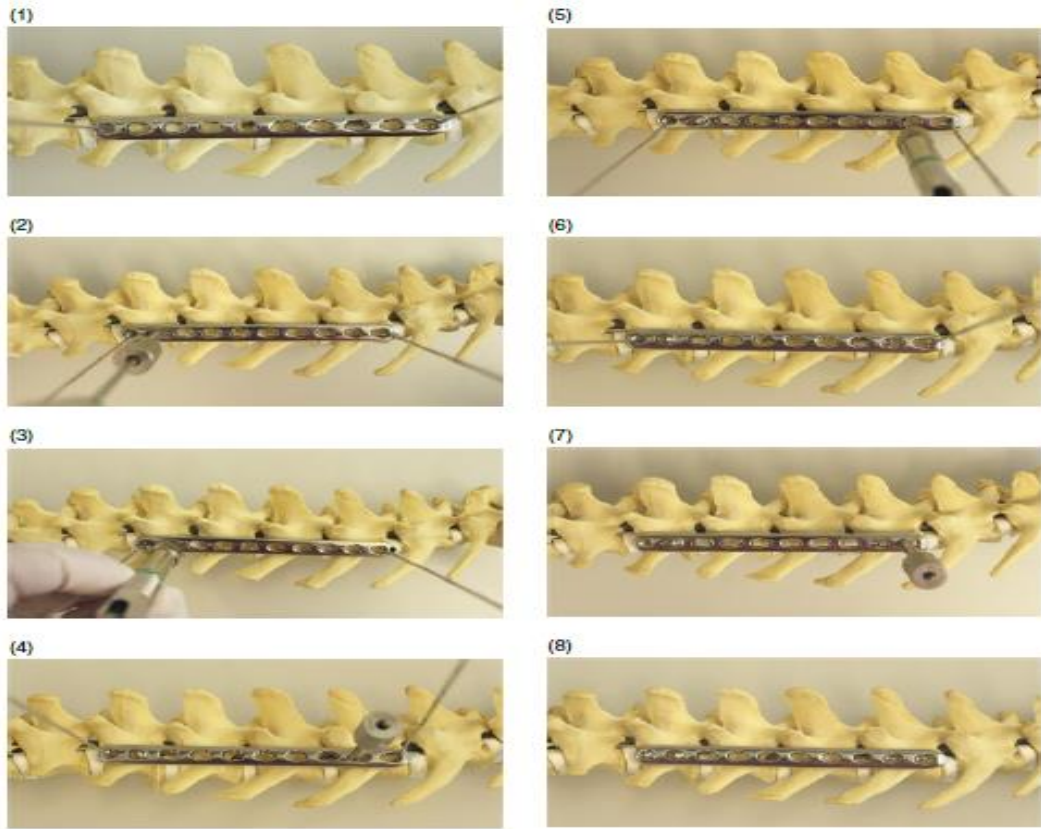
Veteriner ortopedide sıkça kullanılan DCP (Dinamik Kompresyon Plağı) spinal stabilizasyon seçenekleri arasındadır. Torakolumbal bölgede plak uygulamaları iyi stabilizasyon sağlamasına rağmen, korpus vertebra boyu ile gereken vida boyu karşılaştırıldığında, uygun boyuttaki vidanın yerleştirilmesi teknik olarak zor olabilir (Jeffery, 2010).

Kilitli plaklar (Locking Plate-LP), lumbal vertebralarda giriş açıları birbirine yakın olduğu için, bu bölgedeki kırık ve luksasyonlarda tercih edilmektedir (Tobias and Johnston, 2013). Lumbal vertebralara plak uygulanırken, plağın vertebraya tam uyabilmesi için pros. transversus tabanına, ventral plak oluğu açılır (Slatter, 2003) (Şekil 2.40).



Şekil 2.40. Lumbal vertebralarda pros. transversus tabanına oluşturulan ventral plak oluğu (Fossum, 2012)

Ayrıca, lumbal vertebralarda kırıklarda ve luksasyonlarda unilateral LCP plak kullanılarak stabilizasyon sağlanabilir. Bilateral LCP uygulamasında, lezyondan iki vertebra kranial ve kaudale gidilerek plak uygulamak fiksasyon stabilitesini arttırılabileceği bildirilmektedir (Barnhart and Maritato, 2018) (Şekil 2.41).



Şekil 2.41. Bir köpek vertebra modelinde L1-L5 arasına 10 delikli 3,5 mm LCP plak uygulaması. 1: İki küçük Kirschner teli plağı sabit tutmak için yerleştirilmiş. 2: Kranialdeki kısım 2,8 mm matkap ucu ile istenilen açıda delinmiş. 3: Derinlik ölçer ile ölçüm 4: Kaudal kısım istenilen açıda delinmiş. 5: Derinlik ölçer ile ölçüm 6: Kaudale vida yerleştirdikten sonra Kirschner telleri çıkarılmış. 7: Kranial ve kaudal vidalar yerleştirilmiş. 8: Kranial ve kaudal kısma en fazla iki vida yerleştirilmiş. 9: İntervertebral aralığa çok yakın yerleştirilmiş dört adet vida deliğine (*) dikkat edilmesi gerektiği bildirilmiş. 10: LCP plak uygulanmasının dorsal görünümü (Barnhart and Maritato, 2018)

Korpus vertebraya plak uygulamasında, kırık ve luksasyonun her iki tarafında en az 4 kortekse vida uygulanması önerilmektedir. Dördüncü lumbal vertebra kaudalinde yer alan n. femoralise iatrojenik hasar vermemek için, bu vertebra kaudaline plak uygulanması önerilmemektedir. Buna ek olarak, L4 vertebra seviyesinden kaudaldeki vertebralara plak uygulamasında, ala ossis ilium ile çakışma olacağı için teknik olarak zorlanılabilir (Slatter, 2003).

Lumbal vertebralarda da plak uygulamasında önerilen açılı pin-PMMA kombinasyonundaki açılıya benzerdir (Slatter, 2003).

2.9. Veteriner Cerrahide Vertebra Güvenlik Koridorları Ölçümleri

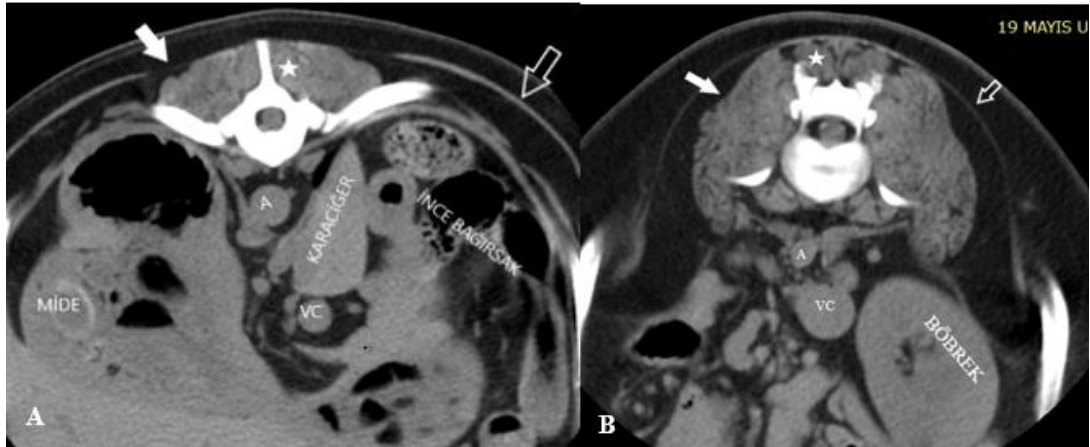
Torakal ve lumbal vertebralarda stabilizasyonun en önemli komponenti ventral kompartman olduğundan, sağlam fiksasyon oluşturmak için pedikülü ve korpusu içine alan implantasyon yöntemleri tercih edilmektedir. İmplant yüzeyinin kemikle teması

ile oluşan stabilizasyonun kuvveti doğru orantılıdır (Blass, 1984; S. J. Wheeler and Sharp, 1994). İmplant uygulanırken, iatrojenik hasar vermeden, mümkün olan en geniş implant temasını sağlayabilmek için, vertebraların güvenli implant koridorlarının bilinmesi önem taşımaktadır.

Operasyon öncesi ileri görüntüleme yöntemleri ve planlama, komplikasyon riskini en aza indirerek operatörlere büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu tür çalışmaların asıl amacı, ileri görüntüleme yöntemleri ile önemli anatomik yapıları netleştirmek, bireysel farklılıkları tespit etmek ve optimum güvenli implant koridorlarının sınırlarını tanımlamaktır.

İmplantlar uygulanırken, dikkat edilmesi gereken anatomik yapıların konumu bireysel farklılıklar içerebilmektedir (Corlazzoli, 2008). Ayrıca bireysel anatomik farklılıklar dışında, operasyonda kullanılacak implantın çeşitliliği, uzunluğu, genişliği operatörün tercihin ve hastaya göre değişebilir. Operatörler, güvenli koridorun yanı sıra, implantın kemiğin içinde alacağı maksimum yolu da göz önünde bulundurmalıdır. Bu maksimum implant yolu sayesinde, stabilizasyonun kuvveti artmaktadır (Corlazzoli, 2008).

Güvenli implant koridorunun sadece kanalis vertebralis ile sınırlı olmadığını vertebra korpusundaki ve implantın çıktığı noktadaki vital yapıların da güvenli implant koridoruna dahil olduğunu unutmamak gerekir. Özellikle vertebra stabilizasyonu operasyonlarında, implantların güvenli koridordan çıkması ile medulla spinalis, aorta ve vena cava gibi hayati dokuların hasar görebileceği gösterilmiştir (Şekil 2.42).



Şekil 2.42. Farklı bir patoloji ile hastanemize başvuran 3 yaşında, erkek, Alman çoban ırkı bir köpeğin A: T12 seviyesindeki doku ve organlar, B: L2 seviyesindeki doku ve organlar. A: Aorta, VC: Kaudal vena cava, Yıldız: Epaksiyel kaslar, Beyaz ok: Paraspinal kaslar, Siyah ok: Fasya superfasiyalis

Güvenli implant koridorları konusunda, insan dahil olmak üzere birçok türde

çeşitli bölgelerde, çeşitli implantlar ve yöntemler kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. Bu koridorlar belirlenirken hayvanın türü, ırkı, canlı ağırlığı, seçilen bölge, kullanılan implant ve ölçüm yöntemleri hakkında farklı kombinasyonlarda, çalışmalar bulunmaktadır (Leblond et al., 2016, 2017; Moran et al., 2017).

Köpeklerde vertebra implant koridorları ile ilgili yapılan çalışmalar, ırka özgü ve bireysel farklılıkların bulunmasına karşın vertebraların güvenli giriş açılarının benzer olduğunu düşündürmektedir. Irk ve bireysel anatomik farklılıklar nedeniyle, güvenli implant koridorlarının değişken olduğunu söyleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Corlazzoli, 2008; Samer et al., 2021). Köpeklerde, aynı tür içerisinde çok fazla ırk çeşitliliği bulunduğu için, güvenli implant koridorları bireysel değişiklik göstermektedir (B. F. Hettlich et al., 2010).

Beşinci ve dokuzuncu torakal vertebralar arasında, ırk ve canlı ağırlığın dikkate alınmadığı bir güvenli implantasyon koridoru çalışmasına göre, güvenli açının istatistiksel olarak benzer olduğu ve ortalama değerin yaklaşık 23° olduğu bildirilmiştir (Schmitt et al., 2021) (Şekil 2.43).

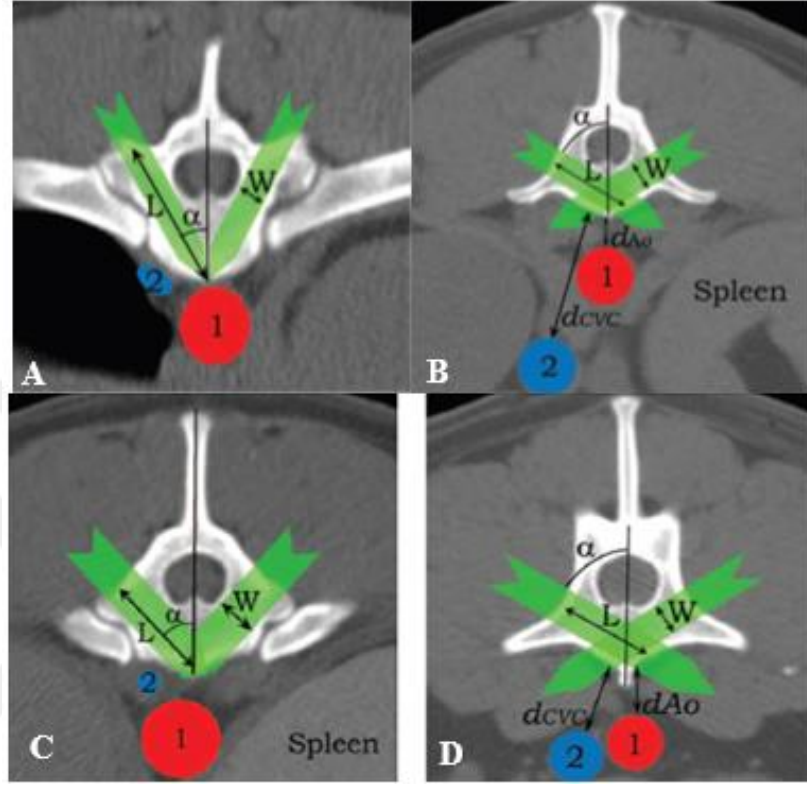


Şekil 2.43. Çalışmadaki bir köpeğin 5. torakal vertebraasının güvenli implantasyon açısının ölçümü (Schmitt et al., 2021)

İmplantasyon koridor genişliklerinin ölçüldüğü bir çalışmada ise, farklı ağırlıklardaki köpeklerde, T10-T13 vertebraları arasında, ortalama genişlikler sırası ile; 3,4, 3,6, 4,2 ve 5,3 mm olarak kaydedilmiştir (Watine et al., 2006).s

Yirmi yedi köpek ile yapılan bir çalışmada, son dört torakal vertebrada, dorsal implant koridorları daha dar bulunmuş ve önemli anatomik yapıların oldukça yakın olduğu görülmüştür. İlk 6 lumbal vertebranın dorsal implantasyon koridorları daha geniş olup son lumbal vertebrada ve sakrumda implant yerleştirmek için daha geniş

bir pedikül alanı ve dolayısıyla geniş bir implant koridoru gözlenmiştir. Dorsal implantasyon uygulanırken, korpusun distalinde aorta ve akciğerler gibi tehlikeli anatomik yapılar bulunduğu için, uygulamanın tehlikeli olduğu bildirilmiştir (J. L. Wheeler et al., 2002; Watine et al., 2006) (Şekil 2.44).



Şekil 2.44. A: T13 transversal BT görüntüsü, B: L4 transversal BT görüntüsü, C: T11 transversal BT görüntüsü D: L1 transversal BT görüntüsü L: Koridor uzunluğu, W: Koridor genişliği, α : Koridor ile sagittal düzlem arasındaki açı, 1: Aorta, 2: Vena Azygos, dAo: Aort ve vertebral gövde arasındaki mesafe, dcvc: Kaudal vena kava ve vertebral gövde arasındaki mesafe (Watine et al., 2006)

Domuzlarla yapılan başka bir klinik çalışmada ise, tüm olgularda, antiklinal vertebra seviyesine karşılık gelen, T10 ve T11 arasındaki güvenli implant açısında ani bir değişiklik gözlenmiştir (Cachon et al., 2017).

İmplantları güvenli kemik koridorlarına yerleştirmek, yalnızca vertebranın morfolojik yapısı değil, eşlik eden patolojiler nedeniyle de güç olabilir. Bireysel farklılıklar, önemli anatomik yapılar (sinir kökleri, medulla spinalis, damarlar vs.), konjenital malformasyonlar veya patolojik kırıklar uygulamayı zorlaştıran faktörler arasındadır (Jeffery, 2010; Guevar et al., 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyallerin Hazırlanması ve Saklanması

Bu tez çalışmasında, çalışma materyalini, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi Eğitim Uygulama ve Araştırma Hastanesine getirilen, farklı patolojiler sonucu ölen veya ötenazi yapılan ve herhangi bir vertebra veya medulla spinalis patolojisi bulunmayan 25 kg ve üzeri 18 köpek oluşturmuştur. Çalışmada, köpeklerin 6. torakal vertebraından 6. lumbal vertebralarına kadar olan segmentler değerlendirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen her olgunun ölüm nedeni, yaş, cinsiyet ve vücut ağırlıkları kaydedildi. Çalışmada kullanılacak kolumna vertebralis segmentleri ölüm veya ötenaziye takip eden 8 saat içerisinde diseke edilerek depolandı.

Dorsal yaklaşımda ilk olarak, torakolumbal fasya prosessus spinosus üzerinde bilateral olarak ensize ve ekarte edildi. Muskulus longissimus dorsi ekarte edildikten sonra paraspinal kaslar elevatör yardımıyla periost sınırından uzaklaştırıldı, benzer şekilde epaksiyel kaslar subperiostal olarak kaldırıldı. Geri kalan kas ve bağ dokular uzaklaştırıldı. Kostalar, vertebra bağlantılarından en az 6 cm uzunlukta kalacak şekilde kostatom ile kesildi. Vertebra korpusunun ventral yüzündeki yumuşak dokular, bölgedeki periost ve kemiğe zarar vermeyecek şekilde diseke edilerek ayrıldı. Beşinci ve altıncı torakal vertebralar ile altıncı ve yedinci lumbal vertebraların pros. artikülarisler arasındaki bağlantılar kemiğe zarar vermeden ayrıldı ve intervertebral diskler kesilerek istenilen segment uzaklaştırıldı.

Segment uzaklaştırıldıktan sonra, vertebralar tüm açılardan tümör, anomali veya dejeneratif değişiklikler açısından makroskopik olarak değerlendirildi (Şekil 3.1).

Elde edilen materyaller, 1 ay içerisinde tomografi çekilecek ise -20°C’de, daha uzun süre saklanacak ise, -80°C’ de yapısını koruyacak şekilde, fizyolojik tuzlu su ile ıslatılarak kalın bir naylon poşete sarılarak bilgisayarlı tomografi çekilmek üzere depolandı.



Şekil 3.1. Olgu no 7'nin çalışma segmentinin kolumna vertebralisten uzaklaştırılması ve saklanması (fizyolojik tuzlu su ile ıslatılarak -80°C' de saklanmıştır.

3.2. Tomografi Çekimi ve Ölçümlerin Planlanması

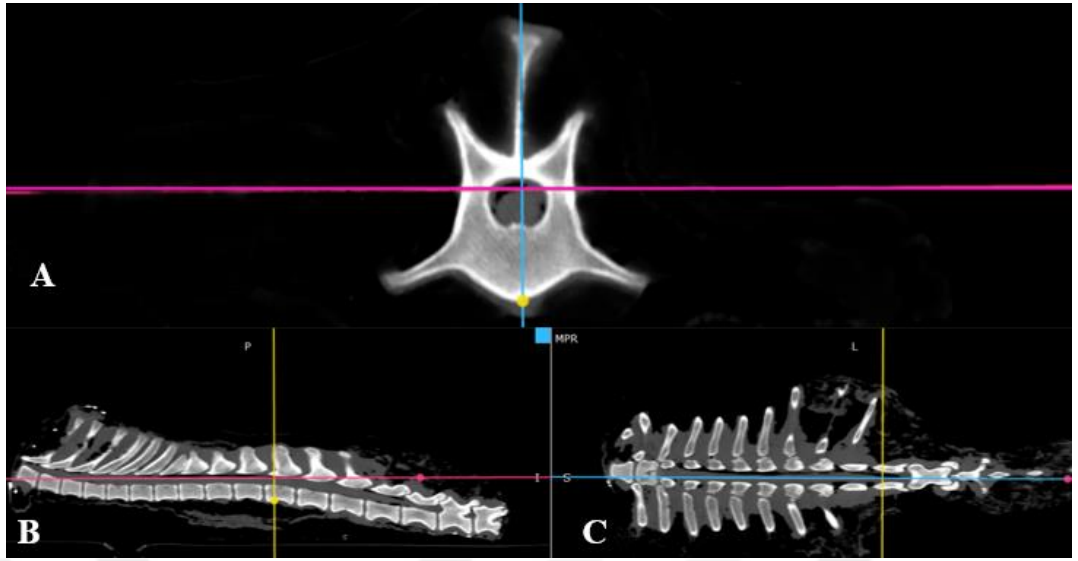
Çalışmada, 8 kesitli bilgisayarlı tomografi cihazı (General Electrics, Light Speed) kullanıldı. Tomografi çekilirken, tez materyalleri BT masası üzerinde gantri açıklığına simetrik olarak prosessus spinosusları dorsale bakacak şekilde yerleştirildi.

Kesit kalınlığı hastanın büyüklüğü ve incelenecek bölgeye göre değişmekle birlikte 1,25- 5 mm arasında olacak şekilde ayarlandı. Kesit alınırken her vertebranın orta 1/3'lük kısmından en az bir kesit alınmasına dikkat edildi. Işınlama 40 - 60 saniye, 120 kv, 100 - 150 mA/s, pencere seviyesi -100 HU, pencere genişliği 2000 HU, dedektör kapsama alanı 40 mm, kapsama zamanı 6,3 sn, kapsama hızı 34,37 mm/sn ve pitch-hız değeri 0,516:1 , 20.62 olarak ayarlandı.

Çalışmanın tomodansitometrik ölçümleri ve güvenli giriş açılarının ve implant koridorlarının ölçümleri Radiant Dicom Viewer 2022.1.1 görüntüleme programı kullanılarak yapıldı. Ölçümlerde, implantın vertebral kanal ile yaptığı minimum ve maksimum güvenli açı ile implantın yerleştirildiği yerden spinal kanalın merkezine minimum ve maksimum uzaklıkları değerlendirildi. Kanalis vertebralise olan uzaklıklar, vertebranın orta hattını oluşturan pros. spinosus üzerinden belirlendi.

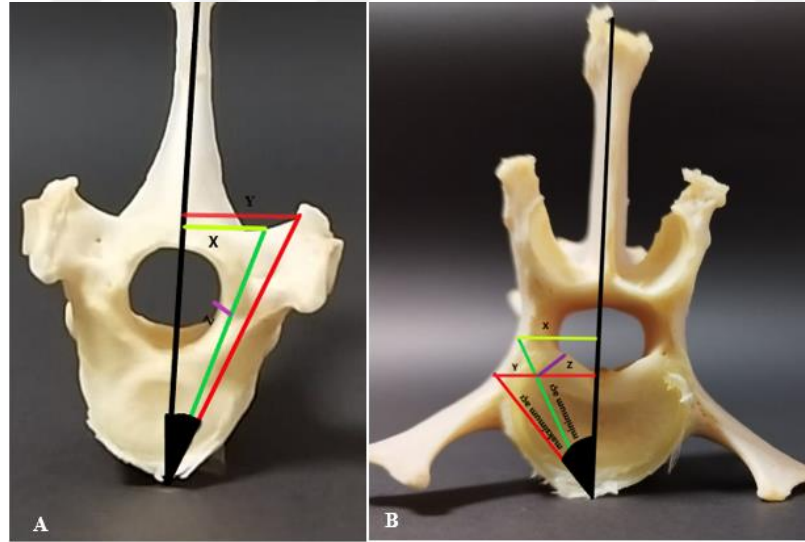
Referans alınan diğer çalışmalar gibi, bu tez çalışmasında da ölçümler yapılırken görüntüler çalışma kolaylığı açısından her bir korpus vertebrayı transversal düzlemde hizalayacak şekilde konumlandırıldı. Görüntüler, dorsal, sagittal ve transversal düzlemde eşzamanlı pilot görüntüler kullanılarak hizalandı (J. L. Wheeler et al., 2002;

Watine et al., 2006) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Olgu no 4'ün, A: Transversal, B: Sagittal ve C: Dorsal düzlemde bilgisayarlı tomografi pilot görüntüsü

Çalışmada, optimal güvenli implant koridoru belirlenirken 3 ölçüm kriteri göz önüne alındı. İmplantın pedikülde uygulandığı yüzey ile orta sagittal düzlem arasındaki minimum ve maksimum açılar, maksimum implant uzunluğu ve implantın orta düzlemle arasındaki uzunluklar değerlendirildi (Şekil 3.3).



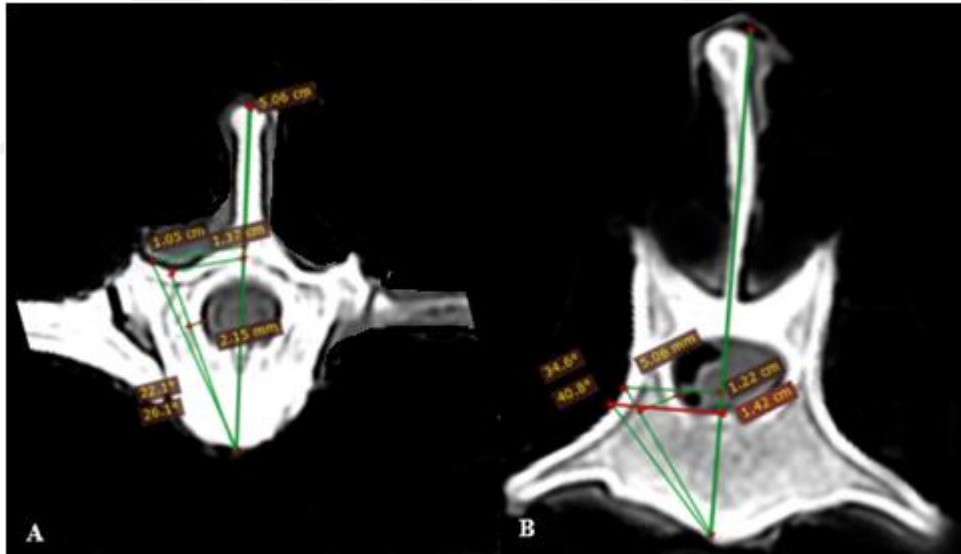
Şekil 3.3. Yedinci olgunun A: 9. torakal vertebra, B: 2. lumbal vertebra'sının yumuşak dokulardan temizlenmiş hali. Minimum güvenli açı, Maksimum güvenli açı ve X: Minimum uzaklık, Y: Maksimum uzaklık, Z: Kanala uzaklık değerlerinin görselde şematize edilmiş hali

İmplantasyon koridorları değerlendirilirken, dorsal lamina üzerinde giriş yapılabilecek laterale en yakın noktadan, orta sagittal hatta, korpus vertebra'nın en distal noktasına geçen bir doğru çizildi. Çalışmada, minimum güvenli açı, medulla

spinalise, damarlara ve diğer visseral dokulara zarar vermeyecek, implantın çapı düşünülerek, vertebrada pedikülden korpus vertebraya gönderilen implantın sagittal düzleme en yakın güvenli açısı olarak tanımlandı. Maksimum güvenli açı, pedikülden korpus vertebraya gönderilen implantın orta sagittal düzleme en uzak güvenli açısı olarak tanımlandı. Açı belirlenirken, implant koridoru, implantın genişliği, vasküler yapılar ve kanalis vertebralis dikkate alındı. Kanala uzaklık, minimum güvenli açı düşünülerek belirlenen implant noktasından vertebral kanalın iç korteksine olan uzaklık olarak tanımlandı.

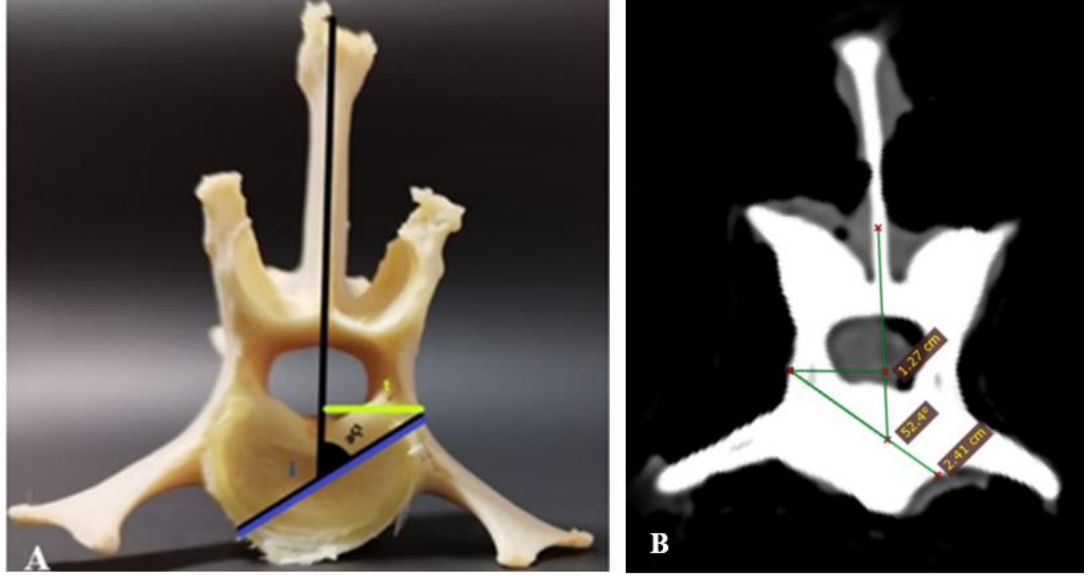
Dorsal implantasyon için, minimum ve maksimum uzunluklar, implant çapı göz önünde bulundurularak, operasyonda en net görülen kemik yapı, yani operatöre rehber olabilecek pros. spinosustan giriş noktasına uzanan dikme ile ölçüldü.

İmplant koridorları, vertebra üzerinde bulunan vasküler yapılar dikkate alarak planlandı ve güvenli koridor bu bölgelerden mümkün olduğunca uzak olacak şekilde işaretlendi. Güvenli implant koridoru en az 4 mm genişlikte olacak şekilde belirlendi (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. A: 9 numaralı olgunun T10 güvenli implant koridor ölçümleri

Ayrıca çalışmada, lumbal vertebralarda dorsal implantasyon koridorlarının yanı sıra girilebilecek tip1 güvenli açısı; güvenli giriş mesafesi, implantın uzunluğu ve vertebral kanala olan uzaklıklar değerlendirildi (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. A: Yedi numaralı olgunun 2. lumbal vertebraşının yumuşak dokulardan temizlenmiş hali. İ: İmplant uzunluğu, t: vertebral kanala uzaklık ve açının şematize edilmiş hali. B: Bir numaralı olgunun implant uzunluğu, açısı ve vertebral kanala uzaklığının ölçümü

3.3. İstatiksel Değerlendirme

Çalışma kapsamında ölçümleri yapılan 8 torakal ve 6 lumbal vertebraya ait verilere, tanımsal istatistikler özetlenirken; ortalama $\pm$ standart, ortanca (Q_1 - Q_3), minimum ve maksimum değerleri olarak verildi. Normal dağılıma uygunluklarını incelemek amacıyla analitik yöntem olarak Shapiro-Wilk Testi ve grafiksel yöntem olarak kutu grafiğinden yararlanıldı. Kutu grafiğinde; Q_1 ve Q_3 'e göre, çeyrekler açıklığının 1,5 katının altında ve üstünde yer alan aralığın dışındaki değerlerin aykırı değer olarak gösterimi sağlandı (Schwertman et al., 2004). Her bir vertebra için, minimum uzaklık ve maksimum uzaklık ile minimum açı ve maksimum açı arasındaki ilişkilerin anlamlılığını ve gücünü görmek amacıyla Pearson Korelasyon Analizi uygulandı. İstatistiksel analizler, SPSS v26 (Chicago, Illinois, USA, SPSS Inc.) istatistik paket programı ile yürütüldü. Kullanılan tüm analizlerde anlamlılığ kriteri olarak $p < 0.05$ kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Olguların Bilgileri

Tez çalışmasının materyalini, tez çalışmasından bağımsız nedenlerle ölen veya ötenazi yapılan 25 kg ve üzeri, yaşları 10 ay ile 12 yaş arasında değişen, 18 köpeğin torakolumbal vertebraları (T6-L6) oluşturdu (Tablo 4.1).

Çalışmaya dahil edilen köpeklerin ırk dağılımının; 6 Kangal, 4 melez, 1 Kurzhaar, 2 Golden retriever, 2 Staffordshire terrier, 1 Alman çoban köpeği, 1 Drahthaar ve 1 Kopay olduğu belirlendi.

Tablo 4.1. Çalışmaya dahil edilen köpeklerin ırk, yaş, cinsiyet, kilo ve ölüm nedenleri

OLGU NO	IRK	YAŞ (AY)	CİNSİYET	AĞIRLIK (KG)	ÖLÜM NEDENİ	ÖTENAZI
1	Kangal	12	Erkek	56,5	Septisemi	+
2	Melez	12	Dişi	25	Pnömotoraks	
3	Drahthaar	24	Erkek	26	Diyafram Fıtığı	
4	Kangal	10	Dişi	46	Septisemi	
5	Alman Çoban	15	Erkek	28	Perineal Kitle	+
6	Kangal	63	Dişi	32	Septisemi	
7	Kangal	18	Dişi	48	Toksikasyon	
8	Kurzhaar	42	Erkek	27	Dalak Adenokarsinom	
9	Golden Retriever	144	Dişi	27,5	Meme Tümörü, A.C. Metastaz	+
10	Melez	60	Dişi	42	Pulmoner Emboli	
11	Melez	15	Erkek	37,2	Hepatomegali	
12	Staffordshire Terrier	24	Erkek	38,2	Hemotoraks	
13	Kopay	27	Erkek	27,3	Penil üretra rupturu	+
14	Staffordshire Terrier	26	Erkek	42,6	Hemotoraks	
15	Golden Retriever	84	Dişi	47	TVT, Metastaz	
16	Melez	24	Erkek	51,8	Hemotoraks	
17	Kangal	28	Erkek	48,6	Sağ Kalp Yetmezliği	
18	Kangal	10	Erkek	32	Böbrek Yetmezliği	

A.C.: Akciğer, TVT: Transmissible venereal tümör

4.2. Verilerin Değerlendirilmesi

4.2.1. Minimum Açıların Değerlendirilmesi

Vertebralardaki minumum güvenli açıların birbirlerine göre uyumluluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildiğinde, T6, T8, T12 ve T13 vertebralarında birbirleri ile uyumlu olduğu ($p < 0,05$) gözlemlendi. Diğer vertebralarda ise, açıların

normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.2).

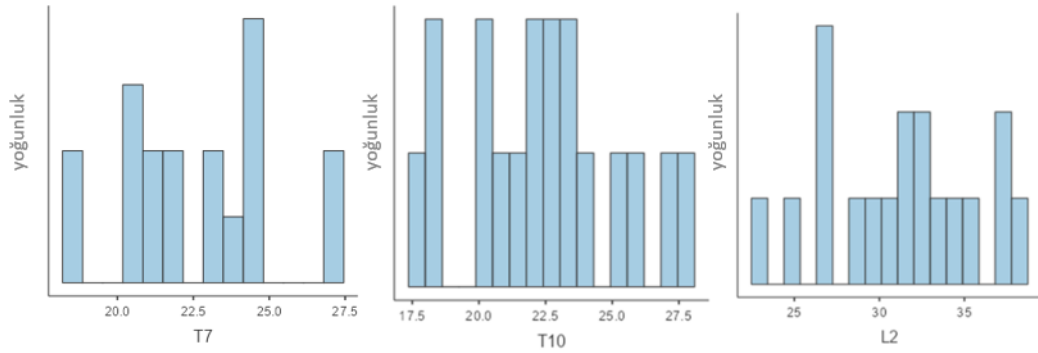
Tablo 4.2. Minimum güvenli açılarının normal dağılımının incelenmesi

	N	Ortalama $\pm$ SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
T6	18	22.3 $\pm$ 3.47	0,817	21,6	18,8	31	19,8	23,6	0,008
T7	18	22.7 $\pm$ 2.47	0,582	22,6	18,8	27,4	20,8	24,2	0,611
T8	18	21.8 $\pm$ 2.31	0,544	21,7	18,4	25,4	19,8	23,6	0,02
T9	18	21.6 $\pm$ 1.99	0,469	21,2	18,9	26,9	20	22,8	0,091
T10	18	22.5 $\pm$ 2.89	0,68	22,5	17,9	28	20,5	24,1	0,868
T11	18	25.4 $\pm$ 2.83	0,666	24,6	21,3	32,2	23,4	26,9	0,26
T12	18	24.1 $\pm$ 3.14	0,74	22,6	19,5	30,9	22,2	26,2	0,023
T13	18	25.6 $\pm$ 3.87	0,912	24,3	20,5	37,6	23,6	26,2	0,004
L1	18	31.4 $\pm$ 3.72	0,876	32	23,9	38,6	29,2	33,9	0,953
L2	18	31.1 $\pm$ 4.53	1,069	31,4	23	38,3	27,1	33,9	0,75
L3	18	30.5 $\pm$ 3.89	0,918	30,3	25	36,2	27,6	33,8	0,121
L4	18	31.1 $\pm$ 3.43	0,808	31,4	25,2	35,3	28,5	34,5	0,069
L5	18	32.4 $\pm$ 3.94	0,93	32,8	24,2	38,1	30,9	34,5	0,211
L6	18	32.8 $\pm$ 2.9	0,684	33,7	26,3	38,6	31,4	34,2	0,186

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi,

Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Minimum güvenli açılarının dağılımının incelenmesinde, T7, T10 ve L2'nin normal dağılım dışında olduğunu gösteren grafikler örnek olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Minimum güvenli açılarının T7, T10 ve L2 için dağılımını gösteren grafikler

4.2.2. Maksimum Açılarının Değerlendirilmesi

Bu tez çalışmasında, vertebralardaki maksimum güvenli açılarının birbirlerine göre uyumluluğu değerlendirildiğinde, T6, T9, T13 vertebralarında değerlerin birbirleri ile uyumlu olduğu ($p < 0,05$) gözlemlendi. Diğer vertebralardaki açılar ise, normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.3).

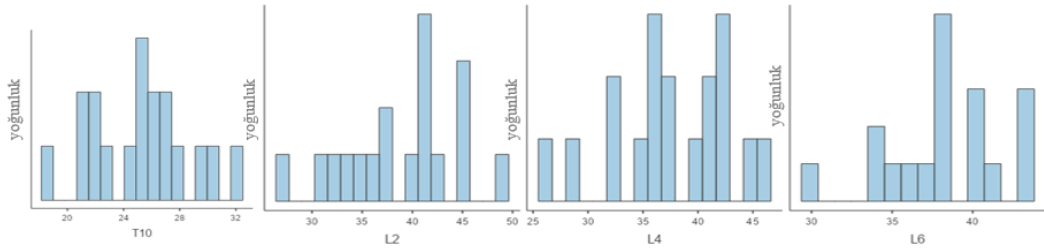
Tablo 4.3. Maksimum güvenli açılar normal dağılımının incelenmesi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
T6	18	25,4±4,04	0,953	25,1	20,7	34,7	23,6	26,6	0,013
T7	18	26±2,73	0,644	26,1	21,8	32,6	24,6	26,9	0,24
T8	18	25,3±2,76	0,651	25,2	20,7	29,3	23,3	27,8	0,208
T9	18	24,8±2,81	0,662	24,4	21,7	34	23,9	25,1	< .001
T10	18	25,2±3,54	0,835	25,5	18,6	32,1	22,4	27	0,959
T11	18	29,9±3,3	0,777	30,6	25,2	36,9	27,3	31,2	0,209
T12	18	29,3±3,19	0,751	29,8	24,3	36,3	26,6	30,4	0,28
T13	18	30,3±4,22	0,994	29,7	25,2	44	28,1	31,7	0,003
L1	18	38,6±4,22	0,995	39,3	30,6	46,6	37,1	40,8	0,239
L2	18	39±5,68	1,339	40,2	27,3	49,2	35,4	42,2	0,955
L3	18	38,3±4,73	1,114	38,2	29,1	45,4	36,9	42,2	0,427
L4	18	37,5±5,44	1,282	37,2	26,3	46,2	34,7	41,9	0,818
L5	18	38,9±4,82	1,136	39	28,8	45,7	37,4	41,9	0,168
L6	18	38,3±3,58	0,844	38,6	30,3	43,7	36,1	40,5	0,686

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi,

Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Maksimum güvenli açılar normal dağılımının incelenmesinde, T10, L2, L4, L6'nın normal dağılım dışında olduğunu gösteren grafikler örnek olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Maksimum güvenli açılar T10, L2, L4, L6 için dağılımını gösteren grafikler

4.2.3. Minimum Uzaklıkların Değerlendirilmesi

Minimum uzaklık değerinde T6, T11, T12 ve T13 vertebralarında değerlerin birbirleri ile uyumlu olduğu ($p < 0,05$) gözlemlendi. Diğer vertebralarda ise, ölçümlerin normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.4).

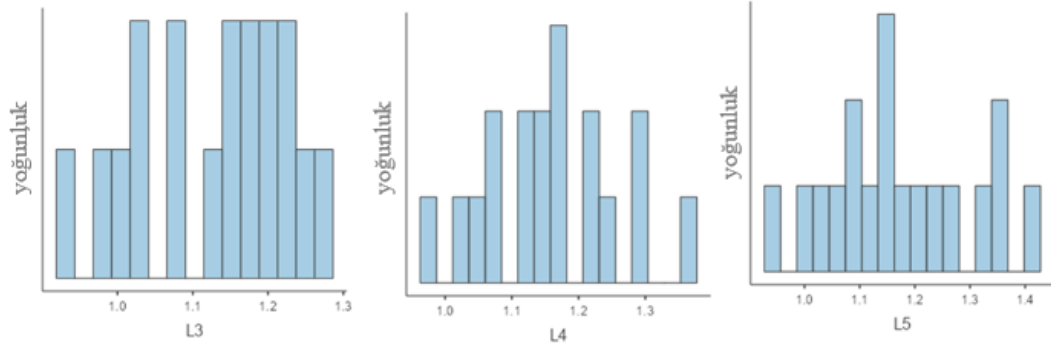
Tablo 4.4. Minimum uzaklıkların normal dağılımının incelenmesi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
T6	18	1,08±0,17	0,0393	1	0,902	1,54	0,978	1,14	0,003
T7	18	1,12±0,16	0,0377	1,09	0,861	1,47	0,995	1,23	0,22
T8	18	1,13±0,18	0,0413	1,1	0,865	1,61	1,013	1,2	0,069
T9	18	1,08±0,13	0,0311	1,04	0,903	1,41	0,996	1,11	0,052
T10	18	1,13±0,13	0,0295	1,14	0,939	1,44	1,042	1,18	0,18
T11	18	1,17±0,2	0,046	1,1	0,984	1,64	1,06	1,18	< .001
T12	18	1,05±0,13	0,0314	1,02	0,799	1,44	0,996	1,08	0,008
T13	18	1,08±0,11	0,0267	1,06	0,892	1,42	1,018	1,14	0,046
L1	18	1,14±0,13	0,0307	1,15	0,934	1,47	1,063	1,23	0,609
L2	18	1,14±0,12	0,0283	1,13	0,982	1,4	1,04	1,22	0,396
L3	18	1,13±0,1	0,0232	1,15	0,937	1,28	1,052	1,21	0,514
L4	18	1,16±0,1	0,0239	1,15	0,97	1,36	1,088	1,22	0,999
L5	18	1,17±0,13	0,0314	1,15	0,949	1,42	1,085	1,26	0,848
L6	18	1,27±0,15	0,0344	1,25	1,03	1,49	1,183	1,38	0,352

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi,

Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Güvenli minimum uzaklıkların dağılımının incelenmesinde, L3, L4, L5'in normal dağılım dışında olduğunu gösteren grafikler örnek olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Güvenli minimum uzaklıkların L3, L4, L5 vertebrae için dağılımını gösteren grafikler

4.2.4. Maksimum Uzaklıkların Değerlendirilmesi

Maksimum uzunluk değerinde, T11 ve T13' te değerlerin birbirleri ile uyumlu olduğu ($p < 0,05$) gözlemlendi. Diğer vertebraelerde ise, ölçümlerin normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.5).

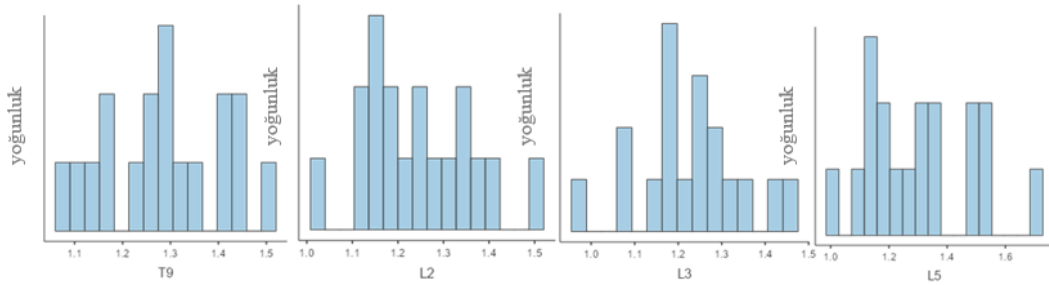
Tablo 4.5. Maksimum uzaklıkların normal dağılımının incelenmesi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
T6	18	1,31±0,21	0,0498	1,29	1,04	1,78	1,11	1,44	0,259
T7	18	1,34±0,21	0,0488	1,35	1,03	1,74	1,14	1,46	0,414
T8	18	1,38±0,22	0,0513	1,36	1,11	1,93	1,21	1,46	0,131
T9	18	1,29±0,12	0,0293	1,29	1,09	1,52	1,18	1,39	0,701
T10	18	1,31±0,15	0,0343	1,31	1,13	1,63	1,17	1,4	0,234
T11	18	1,33±0,21	0,0484	1,33	1,03	1,97	1,22	1,39	0,012
T12	18	1,25±0,15	0,0346	1,25	0,983	1,64	1,17	1,3	0,356
T13	18	1,22±0,16	0,037	1,19	0,95	1,7	1,13	1,29	0,015
L1	18	1,24±0,13	0,031	1,23	1	1,59	1,18	1,31	0,481
L2	18	1,24±0,12	0,0287	1,23	1,01	1,49	1,15	1,33	0,99
L3	18	1,22±0,12	0,0287	1,23	0,974	1,46	1,17	1,28	0,933
L4	18	1,26±0,13	0,0299	1,24	1,05	1,6	1,18	1,32	0,286
L5	18	1,3±0,18	0,0433	1,29	1	1,7	1,15	1,44	0,727
L6	18	1,39±0,21	0,0491	1,36	1,05	1,71	1,24	1,56	0,44

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi

Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Güvenli maksimum uzaklıkların dağılımının incelenmesinde, T9, L2, L3, L5'in normal dağılım dışında olduğunu gösteren grafikler örnek olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Güvenli maksimum uzaklıkların L3, L4, L5 vertebraları için dağılımını gösteren grafikler

4.2.5. Vertebral Kanala Uzaklıkların Değerlendirilmesi

Vertebral kanala uzaklık değerlerinde, özellikle torakal vertebralarda ölçüm yapılırken, bu değerin 2 mm'den az olmamasına dikkat edildi (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Vertebral kanala uzaklıkların normal dağılımının incelenmesi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
T6	18	1,94±0,66	0,1558	2,04	0,85	2,96	2	2,33	0,006
T7	18	2,09±0,23	0,0537	2,04	1,68	2,64	2,01	2,16	0,06
T8	18	2,07±0,4	0,0949	2,11	1,32	2,69	2,01	2,2	0,008
T9	18	2,16±0,24	0,0568	2,04	2	2,93	2,02	2,19	< .001
T10	18	2,05±0,42	0,0996	2,08	1,05	2,87	2	2,16	0,001
T11	18	2,23±0,67	0,1577	2,07	1,89	4,86	2	2,17	< .001
T12	18	2,16±0,54	0,1276	2,16	1,32	3,99	2,01	2,23	< .001
T13	18	2,21±0,65	0,1521	2,06	1,85	4,76	2,01	2,15	< .001
L1	18	4,02±1,31	0,3087	3,73	2,2	6,31	2,96	5,3	0,111
L2	18	4,11±1,22	0,287	4,05	2,1	6,8	3,57	4,77	0,79
L3	18	4,16±1,17	0,2747	4,22	2,07	6,8	3,7	4,67	0,591
L4	18	3,7±0,88	0,2075	3,8	2,2	5,48	2,96	4,1	0,774
L5	18	3,39±1,02	0,2412	3,47	2,03	5,28	2,35	4,14	0,183
L6	18	3,63±1,2	0,2836	3,85	2,03	5,61	2,45	4,46	0,083

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi, Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

4.2.6. Lumbal Vertebralarda İmplant Koridorlarının Değerlendirilmesi

Lumbal vertebralarda giriş açısının, implant uzunluğunun ve vertebral kanala uzaklık değerlerinin normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için, aynı şekilde Shapiro Wilk analiz testi kullanıldı.

İmplant uzunluğu değerinde, 4. lumbal vertebraların uyumlu olduğu ($p < 0,05$) görüldü. Diğer vertebralarda ise, uzunlukların normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.7).

Tablo 4.7. İmplant uzunluğu S-W Testi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
L1	18	2,3983	0,06846	2,4	1,85	3,07	2,17	2,5925	0,944
L2	18	2,375	0,06317	2,3	1,83	2,68	2,1575	2,645	0,098
L3	18	2,3728	0,06156	2,3	1,84	2,77	2,17	2,62	0,689
L4	18	2,3547	0,09956	2,4	0,99	2,86	2,2025	2,6725	0,003
L5	18	2,4917	0,05729	2,5	2,02	2,87	2,2975	2,6875	0,779
L6	18	2,6756	0,06807	2,6	2,22	3,1	2,425	2,975	0,199

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi, Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Tip 1 güvenli implantasyon açısının değerlendirilmesinde, tüm vertebraların normal dağılımın dışında ($p > 0,05$) olduğu görüldü (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Güvenli implantasyon açısı S-W testi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
L1	18	57,73	1,173	57,8	48,6	67,8	48,6	53,8	0,999
L2	18	57,25	1,111	56,3	51,4	67,3	51,4	56,3	0,111
L3	18	59	1,162	58,1	49,6	69,7	52,93	58,15	0,941
L4	18	57,86	1,124	58,5	47,8	64,4	51,94	58,55	0,46
L5	18	55,56	1,669	54,2	41,1	65,6	45,33	54,2	0,591
L6	18	54,33	1,184	54,5	45,1	61	46,36	54,5	0,134

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi, Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

Vertebral kanala uzaklığın ölçümlerinin değerlendirilmesinde, 3. ve 4. lumbal vertebra ların normal dağılım gösterdiği izlendi. Diğer vertebralarda ise, ölçümlerin normal dağılım göstermediği ($p > 0,05$) belirlendi (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Vertebral kanala uzaklık S-W testi

	N	Ortalama±SS	SH	Ortanca	Minimum	Maksimum	Q1	Q3	S-W
L1	18	1,2417	0,03505	1,22	1,04	1,53	1,04	1,135	0,162
L2	18	1,2086	0,02538	1,21	0,99	1,41	1,0264	1,21	0,2
L3	18	1,2602	0,07509	1,19	0,97	2,44	1,0514	1,19	0,002
L4	18	1,3022	0,07405	1,25	1,06	2,46	1,06	1,255	0
L5	18	1,2294	0,03917	1,23	1,01	1,53	1,019	1,225	0,2
L6	18	1,3311	0,02949	1,31	1,1	1,6	1,172	1,305	0,2

N: Olgu sayısı, SS: Standart sapma, SH: Ortalamanın standart hatası, S-W: Shapiro-Wilk testi, Q1: İlk çeyrek, Q3: Üçüncü çeyrek

4.2.6. Açılar ve Uzaklıkların Değerlendirilmesi

Çalışmada, dorsal implantasyon koridoru için, her vertebrada, Pearson Korelasyon testi ile minimum ve maksimum açı değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Minimum ve maksimum açıların değerlendirilmesi

	r	p
T6	0,718	<0.001
T7	0,722	<0.001
T8	0,878	<0.001
T9	0,671	<0.001
T10	0,617	0,006
T11	0,603	0,008
T12	0,84	<0.001
T13	0,944	<0.001
L1	0,945	<0.001
L2	0,901	<0.001
L3	0,825	<0.001
L4	0,876	<0.001
L5	0,941	<0.001
L6	0,789	<0.001

r: Korelasyon katsayısı, p: Olasılık değeri

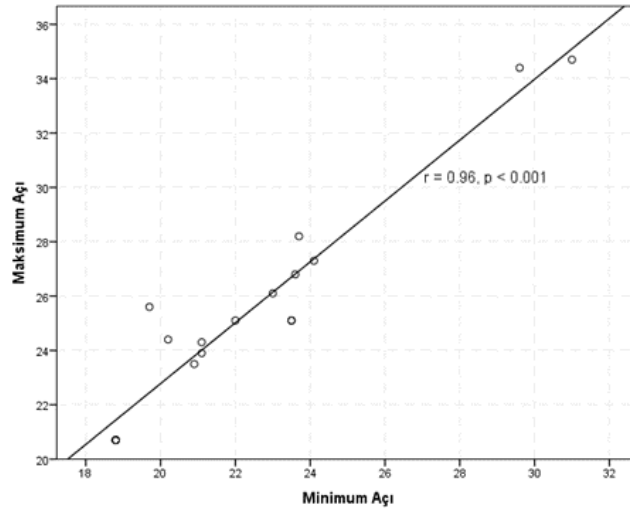
Çalışmada, aynı şekilde her vertebra için minimum ve maksimum uzaklık değerleri arasındaki ilişki değerlendirildi (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Vertebra'lara göre minimum ve maksimum uzaklık değerleri arasında ilişki

	r	p
T6	0,96	<0.001
T7	0,856	<0.001
T8	0,848	<0.001
T9	0,867	<0.001
T10	0,907	<0.001
T11	0,863	<0.001
T12	0,857	<0.001
T13	0,911	<0.001
L1	0,823	<0.001
L2	0,928	<0.001
L3	0,917	<0.001
L4	0,783	<0.001
L5	0,955	<0.001
L6	0,919	<0.001

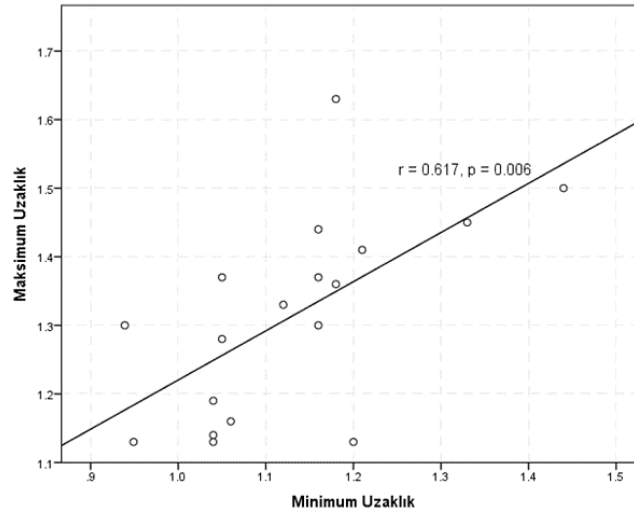
r: Korelasyon katsayısı, p: Olasılık değeri

İstatistiksel analizler, bu verilerin birbirleriyle ilişkilerinin yönü ve bu ilişkinin gücü belirlenmektedir. Testteki p değeri istatistiksel anlamlılığı, r değeri ise korelasyon ilişkisinin yönünü ve kuvvetini ifade etmektedir. Çalışmanın anlamlılığı $p < 0.05$ ile, r değeri ise (r değeri 1'e yakınsa pozitif) korelasyon gücü ve yönü ile alakalıdır (Schwertman et al., 2004). Vertebra'ların birbirleriyle maksimum-minimum açı değerleri ve maksimum-minimum uzaklık değerleri arasında pozitif bir korelasyon bulundu (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Çalışmaya katılan tüm olgular için T6 vertebraında, maksimum açı ve minimum açı arasındaki korelasyon saçım grafiği. Her bir yuvarlak nokta bir olguyu ifade etmektedir. Açılar arasındaki korelasyon pozitif ($r=0.96$)

Maksimum ve minimum uzaklıkla ilgili olarak grafikteki düz çizgi üzerinde ne kadar çok örnek varsa korelasyon o kadar pozitif yöndedir (Schwertman et al., 2004). Çalışmada genel anlamda bu değerlerde, korelasyon pozitif ancak bazı değerlerde uyum daha az görülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Çalışmaya katılan tüm olgular için T10 vertebraında, maksimum uzaklık ve minimum uzaklık arasındaki korelasyon saçım grafiği. Her bir yuvarlak nokta bir olguyu ifade etmektedir. Uzaklıklar arasında korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r=0.617$)

5. TARTIŞMA

Veteriner cerrahide, vertebranın destabilizasyonuna ve patolojilerine oldukça sık rastlanılmaktadır. Yapılan retrospektif bir çalışmada, köpeklerde vertebra kırık ve luksasyonların tüm nörolojik olguların yaklaşık %7'sini kapsadığı bildirilmiştir (Fluehmann et al., 2006; Bali et al., 2009; Jeffery, 2010). Farklı bir çalışmada, 235 travma olgusundan %10'unun vertebra kırığı olduğu bildirilmiştir (Simpson et al., 2009).

Kedi ve köpeklerde retrospektif yapılan bir çalışmada, vertebral kırık ve luksasyonların etiopatogenezi ve insidensi incelenmiştir. Çalışmada, torakolumbal bölgenin, kedilerde %49, köpeklerde ise %58 oranında etkilendiği bildirilmiştir (Bali et al., 2009). Diğer bir klinik çalışmada ise, kedi ve köpeklerde travmaya bağlı vertebra kırık ve luksasyonlarının %52 ile 58'inin torakolumbal bölgeyi etkilediği bildirilmiştir (Bali et al., 2009; Mendes and Arias, 2012). Torakal vertebraların özellikle kraniyal bölgesinde vertebranın çevre bağlantıları çok sıkı, güçlü ve hareketsiz olduğundan bu bölgede stabilite daha fazladır. Bu vertebralardaki (T1-T9), kırıkların nadir görüldüğü ve genellikle kırık sonrasında vertebral kanalda daralma oluşmadığı bildirilmiştir (Feeney and Oliver, 1980). Ayrıca özellikle brakiosefalik ırklarda karşımıza çıkan konjenital vertebra anomalisine bağlı, spinal instabilite 7. ve 9. torakal vertebra aralığında daha sık görülmektedir (Cachon, et al., 2017). Bu bilgiler doğrultusunda, tez çalışması planlanırken, kırık görülme insidensi daha yüksek olan torakal vertebralar tercih edilmiştir. Ayrıca yedinci lumbal vertebra, giriş açısının geniş olması ve birçok araştırmacı tarafından implantasyon açısının bildirilmesi nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi (Meheust et al., 2000; Watine et al., 2006).

Spinal stabilizasyon operasyonlarında asıl amaç, implant uygulamalarında iatrojenik hasardan kaçınarak, sağlam bir stabilizasyon oluşturmaktır. Operasyonda, önemli anatomik yapıların zarar görmemesi için, implantların doğru konumlandırılması ve yerleştirilmesi düşüncesi, güvenli implantasyon koridorlarının belirlenmesi gereksinimini doğurmuştur. İmplant koridorları, yerleştirilme noktası, açı (orta sagittal düzlemle, implantın yaptığı açı), genişlik, uzunluk, ve implantın çıkış noktası ile korunacak anatomik yapılar arasındaki mesafe olarak tanımlanmıştır (Heini et al., 1998; Watine et al., 2006). Ayrıca bu koridorlar oluşturulurken, vertebral kanalın iç korteksine, dolayısıyla medulla spinalise zarar vermemek için, preoperatif planlamada implantın çapı da hesaba katılmalıdır. İmplantın varyasyonları ve çapını

planlanmadan yapılan operasyonlarda, intervertebral kanala kısmi ya da tam perforasyon şekillenebilir. Ayrıca, implantın çapına bağlı olarak iç kortekste oluşabilecek küçük kemik fragmentleri medulla spinalise iatrojenik hasar verilebilir (Hoerlein, 1956).

Köpeklerde, güvenli implantasyon koridorları ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmalarda, implant seçimi, implantasyon giriş açısı ve stabilizasyon tekniği operatörün seçimine bağlı olarak değişebilmektedir. Klinik olarak yapılan implantasyon koridoru çalışmalarında çoğunlukla, patolojilerin daha sık görüldüğü bölgeler ele alınmaktadır (Elford et al., 2020). Patolojilerin daha nadir görüldüğü bölgelerde ise sınırlı sayıda veri bulunmaktadır. Bu nedenlerle, güvenli implantasyon koridoru çalışmalarında, kolumna vertebralisin morfolojisinin ve güvenli implantasyon açısı varyasyonlarının, kapsamlı bir şekilde ele alınabilmesi için, prospektif kadavra çalışmalarına ve klinik çalışmalara ihtiyaç bulunduğu düşünülmektedir.

Güvenli implant koridorlarının belirlenmesinde yalnızca güvenli açığa değil, implantın uzunluğuna ve hedef aldığı noktaya da dikkat edilmesi gerekmektedir. Preoperatif planlamada, implant uzunluğunun hesaba katılmaması, intraoperatif süreçte operatörün ventralde yer alan visseral yapılara iatrojenik hasar verme ihtimalini artırabilir. Torakal bölgede uygulanan iatrojenik implantasyon uygulamaları, medulla spinalisin yanı sıra özellikle aorta, vena azigos ve vena cava gibi önemli vasküler yapılara ve akciğer, pleura gibi önemli visseral dokulara kalıcı hasarlar verebilir (Bitterli et al., 2022). Lumbal bölgedeki implantasyon koridorları, torakal bölgeye nazaran daha geniş ve güvenlidir. Bunun nedeni ise, vertebranın morfolojik yapısı, psoas ve kuadratus lumborum kasları sayesinde vasküler yapılara olan mesafenin daha fazla olmasıdır (Watine et al., 2006). Çeşitli bölgelerde ve farklı ağırlıktaki 35 köpek ile yapılan bir çalışmada, 25 kg ve üzerinde 4 köpekte, farklı torakal segmentler değerlendirilmiştir. Çalışmadaki bazı olgular ile bu tez çalışması karşılaştırıldığında, yalnızca 10. torakal vertebradaki açılar benzerlik göstermektedir. Aynı çalışmada, son 3 torakal vertebrada, azigos ven penetrasyon riski yüksek bir anatomik yapı olarak belirtilmiş ve bu bölgede visseral organların yakınlığı nedeniyle operatörün daha dikkatli olması gerektiği bildirilmiştir (Watine et al., 2006).

Atlantoaksiyal eklemden, güvenli implant koridorlarını ele alan bir çalışmada, sadece bir implant koridoru belirlenerek, koridorun bütün detayları ele alınmıştır. Çalışma sonucunda, atlantoaksiyal implantasyon koridoru ile ilgili, çok daha kapsamlı

veriler elde edilmiştir (Leblond et al., 2016). Güvenli implantasyon koridoru çalışmalarında, belirli bir implant ile çalışılacak aralığın sınırlı tutulması ve tüm yönleriyle değerlendirilmesi sonuçların daha tutarlı ve güvenilir olmasını sağlayabilir. Çalışmaların, farklı parametreler ile sınırlandırılmadan yapılması ise veri sayısını artırır ancak sonuçların tutarlılığını ve güvenilirliğini değiştirebilir.

İleri görüntüleme yöntemleri ve implantasyon teknolojilerinin de gelişmesiyle birlikte, spinal stabilizasyon operasyonlarında çok fazla yaklaşım ve stabilizasyon tekniği geliştirilmiştir. Stabilizasyon tekniklerinin çeşitliliği ve implant skalasının genişliği nedeniyle, güvenli koridorların belirlenmesi oldukça güçtür. Ayrıca, operatörün tercihinine bağlı olarak, implant koridorları ve implantasyon noktası seçimi değişebilmektedir. Çalışmalarda, ırk, yaş ve vücut ağırlığı gibi parametrelerin, mümkün olduğunca benzer tutulması ile daha bir örnek sonuçlar elde edilecektir. Örneğin, aynı ırk, farklı vücut ağırlığı ya da bu durumun tersi örnekler ile çalışıldığında elde edilecek veriler, tutarlı ve güvenilir olmayabilir. Bu nedenle, çalışmalardaki bütün değişkenlerin (ırk, yaş, canlı ağırlık) birbirine oldukça yakın tutulması gerekmektedir.

Spinal stabilizasyon olgularında, özellikle de torakal vertebralarda, yaklaşımın nispeten daha kolay olması nedeniyle sıklıkla dorsal implantasyon tercih edilir. Örneğin; stabilizasyon seçenekleri arasında sıklıkla kullanılan pin-PMMA kombinasyonu için dorsal yaklaşım tercih edilmektedir. Ayrıca dorsal implantasyon, operatörün tercihinine bağlı olarak, implantın bilateral yerleştirilmesine de izin vermektedir. Lumbal vertebraların stabilizasyonunda ise plak veya vida uygulamaları tercih edilebilmektedir. Plak uygulamasında, lumbal vertebralar arasındaki güvenli açıların belirgin farkı nedeniyle, implanta istenilen rotasyonu vermek mümkün olmayabilir. Özellikle, kilitli plak uygulamaları gibi, implant açısını değiştirmeye izin vermeyen tekniklerde, optimal güvenli koridoru kullanmak mümkün olmayabilir. Bu nedenlerle bazı stabilizasyon tekniklerinde, farklı yaklaşım yöntemleri kullanılmaktadır. Köpeklerde yapılan çoğu implant koridoru çalışmasında, giriş noktası implantı pedikülden korpuse yönlendirecek şekilde tasarlanmıştır. Ancak köpeklerde, implant koridorları ile ilgili standart veriler bulunmamaktadır (Cabassu et al., 2007).

Kırığın şekli, hastanın ihtiyacı, maliyet ve operatörün tercihi nedeniyle uygulanacak stabilizasyon yöntemi değişebilmektedir. Örnek olarak, yapılan bir klinik çalışmada, patolojik (diskospondilit) vertebra kırığı olan bir köpeğe, enfekte bölgeye

daha rahat ulaşabilmek amacıyla, 10. 11. ve 12. torakal vertebra korpuslarına interkostal aralıktan lateral yaklaşım uygulandığı bildirilmiştir. Bu çalışmada görüldüğü gibi, bazı durumlarda, operatörün tercihi, kırığın şekli, eşlik eden patolojiler ve ırka bağlı değişiklikler güvenli koridorun konumunu ve implantasyon noktalarını değiştirebilmektedir (Cabassu and Moissonnier, 2007). Türlerde vertebraya göre, standart bir optimal giriş açısı belirlemek oldukça zordur.

Tez çalışmasına katılan bütün olgularda, dorsal güvenli implantasyon koridoru ve tüm lumbal vertebralarda, dorsolateral güvenli tip 1 implantasyon koridoru çalışılmıştır. Dorsal implantasyon koridor ölçümleri için değerlendirilen, minimum ve maksimum açı, minimum, maksimum uzaklık ve vertebral kanala uzaklık değerleri bazı torakal vertebra haricinde, normal dağılımın dışında görülmüştür. Torakal bölgedeki veriler değerlendirildiğinde, bazı vertebralarda değerlerin normal dağılım göstermesi ve bu vertebralarda ırk varyasyonunun daha düşük olabileceğini düşündürmektedir. Dorsal ve dorsolateral tip 1 implantasyon koridorları incelendiğinde ise, lumbal vertebralardaki değerlerin çoğunlukla uyumsuz görülmesinin nedeni, vertebra şekil değişikliği olabilir. Çalışmada elde edilen materyaller, kolumna vertebralisten ayrıldıktan sonra makroskopik olarak değerlendirildiğinde, benzer ağırlıktaki köpeklerde dahi vertebra yapısının birbirinden farklı olduğu gözlemlendi. Ölçümler ve istatistiksel değerlendirmeler sonucunda elde edilen aykırı sonuçların, vertebra morfolojisindeki farklılıklar (basık, geniş uzun vb. gibi) ve kas oranı gibi bireysel anatomik varyasyonlar nedeniyle olabileceği düşünüldü. Ölçümler ve istatistiksel değerlendirmeler esnasında, özellikle lumbal vertebralardaki bu değişiklikler, daha belirgindi. Olgularda, lumbal vertebra tip 1 güvenli giriş koridoru değerlendirildiğinde, implant uzunluğunun sadece L4 vertebra larında, vertebral kanala uzaklık değerinin ise L3 ve L4 vertebra larında normal dağılım gösterdiği görüldü. Tip 1 güvenli açı değerinin ise, hiçbir vertebrada normal dağılım göstermediği gözlemlendi. Bu sonuçlar, preoperatif planlamada güvenli koridor belirlenirken, hastaya özel değerlendirme yapılması gerektiğini düşündürmektedir.

Stabilizasyonun güvenliği açısından, ileri görüntüleme teknikleri yardımıyla, komşu anatomik yapıları, medulla spinalisi ve nörovasküler yapıları korumak ve implantasyon koridorlarını görselleştirmek mümkündür (Heini et al., 1998; Ludders et al., 1998). Preoperatif ölçümler ve planlama sayesinde, iatrojenik hasarı minimuma indirmek, intraoperatif komplikasyon riskini azaltmak ve bu sayede hastanın post operatif süreçte refahını sağlamak mümkündür. Ayrıca, PMMA uygulamalarının, geri

dönüşümsüz olması nedeniyle, riskin operasyon öncesinde minimuma indirilmesi daha güvenilir olabilir.

Preoperatif BT planlaması, implantın uygulanacağı yüzey ve giriş açısının belirlenerek, implantın kemik üzerinde alacağı maksimum yolun belirlenmesine yardımcı olur. İmplantlar yerleştirilirken, stabilizasyonun güvenli ve yeterli olması için, implantın kemik üzerinde en uzun yolu alması gerekir ancak, bu uygulanırken vertebral kanala girilmemeli ve vasküler yapılara zarar verilmemelidir. Operatör, güvenli implant koridorlarının ölçümünün değerlendirilmesi ve uygulamasında, implantın giriş noktasını değiştirebileceğinden, tüm bu ölçüm ve değerlere subjektif bakılmalıdır. Ayrıca, bu veriler BT görüntülerini ve ölçümlerini değerlendirilen kişinin deneyimi ve operasyon bilgisi ile doğru orantılı olduğundan, değerlendirmeler bireysel olmaktadır. (Corlazzoli, 2008; Kinns et al., 2006) Ayrıca operasyon sonrası alınan BT’de metal artefaktı nedeniyle implantın konumu tam olarak belirlenemeyebilir. Röntgen görüntüsünde ise, süperimpozisyon ve magnifikasyon nedeniyle implantın konumu doğrulanamayabilir. Bu gibi durumlar, stabilizasyonun ve operasyonun başarısını şüpheye düşürebilir (Shores and Brisson, 2017).

İmplant koridorları belirlenirken, birden fazla implantasyon noktası seçilebilir. Güvenli implant koridorlarının değerlendirilmesinde, stabilizasyon yöntemi, implantın uzunluğu ve çapı, implantın uygulanacağı yüzey gibi faktörler güvenli implant koridorunun belirlenmesinde rol oynamaktadır. Konjenital vertebra anomalisi bulunan köpeklerde yapılan bir çalışmada, vertebraanın stabilizasyonu için, birden fazla implantasyon noktası seçilmiştir. Özellikle brakiosefalik ırklarda sık görülen konjenital anomalilerde, 3 boyutlu görüntü oluşturan BT yazılımları ile vertebral anomaliler ve implantasyon koridorları hakkında daha doğru ve geniş bilgiler edilebilir (Aikawa et al., 2007). Güvenli implant koridorunun belirlendiği başka bir çalışmada, implantasyon noktası olarak, anatomik bir hedef nokta seçilerek ölçüm yapılmıştır. Aynı çalışmada, güvenli implant koridorlarının, intraoperatif süreçte, müdahale için hastaya verilen farklı anatomik pozisyonlar nedeniyle de değişebileceği ve bu riskin göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır (Corlazzoli, 2008). Bu veriler sonucunda, hastanın preoperatif tomografisi çekilirken, intraoperatif anatomik pozisyonu göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, hastanın operasyon sırasındaki pozisyonu, implant konulacak vertebraanın sagittal düzlemdeki açısının değişmesi implant koridorunun açısını değiştirebilir. Bundan kaçınmak için anatomik hedef noktalarının kullanımı büyük önem taşımaktadır.

İntraoperatif ve postoperatif iatrojenik komplikasyonların en aza indirilmesi amacıyla preoperatif dönemde, BT eşliğinde operasyon planlanması önerilmektedir. Operatörün tercihinine bağlı olarak, intraoperatif süreçte, implantın konumunu ve güvenliğini belirlemek için floroskopi kullanılabilir (Wheeler et al., 2002; 2007). İmplant teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte veteriner nöroşirurjide, insanlardaki gibi hastaya özel 3B matkap kılavuzlarının kullanımı gündeme gelmiştir (Sturges et al., 2016). Ancak veteriner hekimlikte 3B matkap kılavuzlarının kullanımı ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu teknolojinin kullanımı ulaşılabilirlik ve maliyet nedeniyle yaygın değildir. Üç boyutlu matkap kılavuzları bireye özel tasarlandığı ve üretildiği için ırk ve bireysel anatomik farklılıklar gibi faktörler bu uygulamada önem taşımamaktadır. Ancak acil müdahale edilmesi gereken nöroşirurji vakalarında, 3B matkap kılavuzlarının basımı ve kullanımı uzun sürebilmektedir (Hamilton-Bennett et al., 2018; Guevar et al., 2021).

Bu teknolojiler dışında, beşeri hekimlikte sıklıkla kullanılan stereotaktik nöronavigasyon, veteriner hekimlikte değerlendirilmemiştir. Beşeri hekimlikte kullanılan bu teknoloji ile intraoperatif süreçte implantın konumu, yönü ve açısı üç boyutlu olarak doğrulanabilmektedir. Bu sayede olası implantasyon hataları ve komplikasyonlar minimuma indirilebilmektedir (Gelalis et al., 2012; Rahmatulla, 2014). Günümüzde veteriner hekimlikte, iatrojenik hasarları ve komplikasyonları en aza indirebilmek için, her hastada preoperatif BT planlaması, nöronavigasyon ve 3B kılavuz teknolojilerine nazaran daha ulaşılabiliridir.

Bilgisayarlı tomografinin tüm avantajlarına rağmen, görüntülemekten elde edilecek sonuç, değerlendirmeyi yapan gözlemcinin bilgisi ile sınırlıdır. Daha önce yapılan bir çalışmada, vertebra kırıklarının BT ile görüntülenmesinin değerlendirilmesinde, deneyimli gözlemcilerin değerlendirmelerinin daha tutarlı olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada alınan görüntülerde, bazı olgularda ventral kompartman kırıklarının gözden kaçırıldığı görülmüştür. Ayrıca, vertebra kırıklarında oluşan ve vertebradan ayrılan bazı kemik fragmentlerinin de gözden kaçabileceği bildirilmiştir. Bu çalışma, hekimin deneyiminin ve tercih edilen görüntüleme yönteminin sonuçları doğrudan etkilediğini göstermektedir (Kinns et al., 2006).

6. SONUÇ

Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde, bireysel anatomik farklılıkların fazla olması sebebiyle, bireysel preoperatif BT ile implant koridorlarının belirlenmesi, hata payını minimuma indirebilir. Bu planlama sayesinde, bireysel anatomik farklılıklar dahil olmak üzere, operasyon esnasında meydana gelebilecek iatrojenik perforasyon, implant hataları ve stabilizasyon güvenliği gibi birçok komplikasyonun da önüne geçilebilir.

İrk çeşitliliğinin fazla ve örneklem sayısının az olduğu bu tez çalışmasında, birçok vertebrada birbirine uyumsuz sonuçlar bulunmuştur. Ancak bazı vertebralarda, istatistiksel benzerlik görülmesi, bu tip çalışmaların, örneklem çeşitliliğinin sınırlandırılması halinde daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar verebileceğini düşündürmektedir.

Bu tez çalışmasında, bir örnek materyal bulma zorluğu, veri fazlalığı, çalışma süresinin kısıtlı olması ve değişkenlerin (ırk, yaş, canlı ağırlık) farklılığı nedeniyle, olgular arasında sadece canlı ağırlık aralığının sınırlandırılması yapılabildi. Çalışmada, 25 kg ve üzeri şeklinde sınırlandırılma ile örneklem oluşturuldu. Ancak bu sınırlamanın da verilerin daha kapsamlı ve tutarlı olması için yeterli olmadığı belirlendi.

Çalışmada elde edilen verilerin dağılımı, birçok vertebra için farklılık göstermiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar, bireysel farklılıklar nedeniyle, standart bir implant koridoru belirlemenin mümkün olamayacağını göstermektedir. Elde edilen verilerin, olgular arasında çok büyük varyasyon göstermesi ve sadece sınırlı sayıda korelasyon gözlenmiş olması, veri aralığını sınırlandırmadan (aynı ırk, yaş grubu vs.) tutarlı sonuç elde etmenin mümkün olmadığını düşündürmektedir.

Bu tarz güvenli implant koridoru çalışmaları, implantın giriş yönünün güvenliği ve implantın alacağı maksimum yol hakkında fikir vermek için yardımcı olabilir.

Güvenli implant koridorlarının veri sınırlandırılması ile incelenecek bölgenin, tüm stabilizasyon yöntemleri ve implant giriş noktalarının her türlü varyasyonu hesaba katılarak oluşturulması daha akıllıca olabilir. Böylece, sınırlanmış bir bölgede daha kapsamlı, tutarlı ve klinik olarak yararlanılabilir implant koridorları ortaya koymak mümkün olacaktır.

Bu çalışmada, sınırlı bir örneklem içerisinde değerlendirilen güvenli implant koridorlarının farklılıkları ve açılardaki varyasyonlar preoperatif olarak bireysel değerlendirme yapılmasının gerekli olduğunu düşündürmektedir. İmplant giriş noktaları, implantasyon açıları, implant uzunlukları vb. parametrelerin değerlendirilmesiyle, klinik olarak uygulanabilir bir açı bulunabilmesi için; değerlendirilen profillerin (ırk, yaş, ağırlık) bir örnek tutulması veya tek bir implant koridorunun, çok sayıda olguda her yönüyle çalışılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarabilir.



KAYNAKLAR

- Acciani, R (2017). Select manual therapy techniques for canine cervical spine dysfunction. https://www.orthopt.org/uploads/content_files/files/Select%20Manual%20Therapy%20Techniques.pdf
- Aikawa, T., Kanazono, S., Yoshigae, Y., Sharp, N. J. H., and Muñana, K. R. (2007). Vertebral stabilization using positively threaded profile pins and polymethylmethacrylate, with or without laminectomy, for spinal canal stenosis and vertebral instability caused by congenital thoracic vertebral anomalies. *Veterinary Surgery*, 36(5), 432–441.
- Ataç, G. K., and İnal, T. (2020). *BT İncelemelerde Görüntü Kalitesi ve Artefaktlar*.
- Bali, M. S., Lang, J., Jaggy, A., Spreng, D., Doherr, M. G., and Forterre, F. (2009). Comparative study of vertebral fractures and luxations in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 22(01), 47–53.
- Barnhart, M. D., and Maritato, K. C. (2018). *Locking Plates in Veterinary Orthopedics*. John Wiley and Sons.
- Baum, H., Zietzschmann, O. (1936). *Handbuch der Anatomie des Hundes*, 2nd ed. Berlin: Paul Parey.
- Biedrzycki, A. H. (2018). Dynamic Compression vs. Locking Plating Is One “Better”? A Review of Biomechanical Principles and in vitro Testing. *Locking Plates in Veterinary Orthopedics* (ss. 25–39).
- Bitterli, T., Mund, G., Häußler, T. C., Farke, D., Kramer, M., Schmidt, M. J., and Peppler, C. (2022). Minimal invasive fluoroscopic percutaneous lateral stabilization of thoracolumbar spinal fractures and luxations using unilateral uniplanar external skeletal fixators in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 35(01), 64–70.
- Blass, C. E., and III, H. B. S. (1984). Spinal fixation in dogs using Steinmann pins and methylmethacrylate. *Veterinary Surgery*, 13(4), 203–210.
- Boström, A. (2018). Evaluation of epaxial muscle structure in dogs with spinal disease. *Ph.D. thesis*, University of Helsinki, Faculty of Veterinary Sciences, Department of Equine and Small Animal Medicine
- Bradford, D. S. (1987). Juvenile kyphosis. Moe's textbook of scoliosis and other spinal deformities. Bradford DS, Lonstein JE, Moe JH, Winter RB. Philadelphia.
- Brasmer, T. H., and Lumb, W. V. (1972). Lumbar vertebral prosthesis in the dog. *Amer J Vet Res*.
- Bruce, C. W., Brisson, B. A., and Gyselinck, K. (2008). Spinal fracture and luxation in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 21(03), 280–284.
- Bruecker, K. A. (1996). Principles of vertebral fracture management. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)*, 11(4), 259–272.
- Butterworth, S. J., and Denny, H. R. (1991). Follow-up study of 100 cases with thoracolumbar disc protrusions treated by lateral fenestration. *Journal of Small Animal Practice*, 32(9), 443–447.
- Buzug, T. M. (2011). Computed tomography. *Springer Handbook Of Medical Technology* (ss. 311–342). Springer.
- Cabassu, J., and Moissonnier, P. (2007). Surgical treatment of a vertebral fracture associated with a haematogenous osteomyelitis in a dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 20(03), 227–230.

- Cachon, T., Pillard, P., Odent, T., Carozzo, C., and Viguier, E. (2017). Safe corridor for the implantation of thoracolumbar pedicle screws in growing pigs: A morphometric study. *Plos One*, 12(10), e0184857.
- Cachon, T., Pillard, P., Odent, T., Carozzo, C., Viguier, E., Wheeler, S. J., Sharp, N. J. H., Leblond, G., Gaitero, L., Moens, N. M. M., Zur Linden, A., James, F. M. K., Monteith, G. J., Runciman, J., Guevar, J., Penderis, J., Faller, K., Yeamans, C., Stalin, C., Kraus, K. H. (2017). Small animal spinal disorders, diagnosis and surgery. *Veterinary Surgery*, 47(5), 468–474.
- Cave, A. J. E. (1975). The morphology of the mammalian cervical pleurapophysis. *Journal of Zoology*, 177(3), 377–393.
- Cipone, M., Diana, A., Gandini, G., Fava, D., and Trenti, F. (2003). Use of computed tomography in thoracic diseases of small animals. *Veterinary Research Communications*, 27(1), 381–384.
- Coates, J. R. (2000). Intervertebral disk disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 30(1), 77–110.
- Corlazzoli, D. (2008). Bicortical implant insertion in caudal cervical spondylomyelopathy: a computed tomography simulation in affected Doberman Pinschers. *Veterinary Surgery*, 37(2), 178–185.
- da Costa, R. C., Parent, J. M., and Dobson, H. (2011). Incidence of and risk factors for seizures after myelography performed with iohexol in dogs: 503 cases (2002–2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(10), 1296–1300.
- De Decker, S., Gielen, I. M. V. L., Duchateau, L., Corzo-Menéndez, N., van Bree, H. J. J., Kromhout, K., Bosmans, T., and Van Ham, L. M. L. (2011). Intraobserver, interobserver, and intermethod agreement for results of myelography, computed tomography-myelography, and low-field magnetic resonance imaging in dogs with disk-associated wobbler syndrome. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 238(12), 1601–1608.
- De Lahunta, A., Glass, E. N., and Kent, M. (2014). *Veterinary Neuroanatomy And Clinical Neurology-e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Denis, F. (1983). The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine*, 8(8), 817–831.
- Dewey, Curtis W., Ronaldo C. da Costa, and William B. Thomas. (2016) Performing the neurologic examination. *Practical Guide to Canine and Feline Neurology* 3: 9-28.
- Diana, A., Pivetta, M., and Cipone, M. (2006). Imaging evaluation of the small animal mediastinum. *Veterinary Research Communications*, 30, 145.
- Dulisch, M. L., and Withrow, S. J. (1979). The use of plastic plates for fixation of spinal fractures in the dog. *The Canadian Veterinary Journal*, 20(11), 326.
- Dursun, N. (2008). Veteriner anatomi I, 4. Baskı. *Medisan Yayınevi, Ankara, TR*, 59, 65.
- Dyce, K. M., Sack, W. O., and Wensing, C. J. G. (2009). *Textbook Of Veterinary Anatomy e-book*. Elsevier Health Sciences.
- Elford, J. H., Oxley, B., and Behr, S. (2020). Accuracy of placement of pedicle screws in the thoracolumbar spine of dogs with spinal deformities with three-dimensionally printed patient-specific drill guides. *Veterinary Surgery*, 49(2), 347–353.
- Evans, H. E., and De Lahunta, A. (2013). *Miller's Anatomy Of The Dog-E-Book*. Elsevier health sciences.
- Feeney, D. A., and Oliver, J. E. (1980). Blunt spinal trauma in the dog and cat: insight into radiographic lesions. *Journal American Animal Hospital Association*.

- Fluehmann, G., Doherr, M. G., and Jaggy, A. (2006). Canine neurological diseases in a referral hospital population between 1989 and 2000 in Switzerland. *Journal of small animal practice*, 47(10), 582–587.
- Fossum, T. W. (2012). *Small Animal Surgery Textbook-E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Funkquist, B. (1970). Decompressive laminectomy in thoraco-lumbar disc protrusion with paraplegia in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 11(7), 445–451.
- Gage, E. D. (1975). Modifications in dorsolateral hemilaminectomy and disc fenestration in the dog [Intervertebral disc herniations]. *Journal American Animal Hospital Association*.
- Gallastegui, A., Davies, E., Zwingenberger, A. L., Nykamp, S., Rishniw, M., and Johnson, P. J. (2019). MRI has limited agreement with CT in the evaluation of vertebral fractures of the canine trauma patient. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 60(5), 533–542.
- Garosi, L., and Lowrie, M. (2013). The neurological examination. *BSAVA Manual Of Canine And Feline Neurology* (ss. 1–24). BSAVA Library.
- Gelalis, I. D., Paschos, N. K., Pakos, E. E., Politis, A. N., Arnaoutoglou, C. M., Karageorgos, A. C., Xenakis, T. A. (2012). Accuracy of pedicle screw placement: a systematic review of prospective in vivo studies comparing free hand, fluoroscopy guidance and navigation techniques. *European Spine Journal*, 21(2), 247–255.
- Gilliam S.(2017, 1 Haziran) Intervertebral Disc Herniation. Today's Veterinary Nurse. <https://todaysveterinarynurse.com/neurology/intervertebral-disc-herniation/>
- Griffin, J. F., Levine, J., Kerwin, S., and Cole, R. (2009). Canine thoracolumbar intervertebral disk disease: diagnosis, prognosis, and treatment. *Compendium (Yardley, PA)*, 31(3), E3–E3.
- Guevar, J., Penderis, J., Faller, K., Yeaman, C., Stalin, C., and Gutierrez-Quintana, R. (2014). Computer-assisted radiographic calculation of spinal curvature in brachycephalic “screw-tailed” dog breeds with congenital thoracic vertebral malformations: reliability and clinical evaluation. *Plos one*, 9(9), e106957.
- Guevar, J., Bleedorn, J., Cullum, T., Hetzel, S., Zlotnick, J., Mariani, C. L. (2021). Accuracy and safety of three-dimensionally printed animal-specific drill guides for thoracolumbar vertebral column instrumentation in dogs: Bilateral and unilateral designs. *Veterinary Surgery*, 50(2), 336–344.
- Hathcock, J. T., and Stickle, R. L. (1993). Principles and concepts of computed tomography. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 23(2), 399–415.
- Hamilton-Bennett, S. E., Oxley, B., Behr, S. (2018). Accuracy of a patient-specific 3D printed drill guide for placement of cervical transpedicular screws. *Veterinary Surgery*, 47(2), 236–242.
- Hawthorne, J. C., Blevins, W. E., Wallace, L. J., Glickman, N., and Waters, D. J. (1999). Cervical vertebral fractures in 56 dogs: a retrospective study. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 35(2), 135–146.
- Heini, P., Schöll, E., Wyler, D., and Eggli, S. (1998). Fatal cardiac tamponade associated with posterior spinal instrumentation: a case report. *Spine*, 23(20), 2226–2230.
- Hettlich, B. (2017). *Vertebral fracture and luxation repair*. John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, USA.
- Hettlich, B. F., Fosgate, G. T., Levine, J. M., Young, B. D., Kerwin, S. C., Walker, M., Griffin, J., and Maierl, J. (2010). Accuracy of conventional radiography and computed tomography in predicting implant position in relation to the vertebral canal in dogs. *Veterinary surgery*, 39(6), 680–687.

- Hoerlein, B. F. (1953). Intervertebral disc protrusions in the dog. I. Incidence and pathological lesions. *Am J Vet Res*, 14, 260–269.
- Hoerlein, B. F. (1956). Methods of spinal fusion and vertebral immobilization in the dog. *American journal of veterinary research*, 17(65), 695–709.
- Hurlbert, R. J. (2006). Strategies of medical intervention in the management of acute spinal cord injury. *Spine*, 31(11S), S16–S21.
- Jeffery, N. D. (2010). Vertebral fracture and luxation in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 40(5), 809–828.
- Jeffery, N. D., and Freeman, P. M. (2018). The role of fenestration in management of type I thoracolumbar disk degeneration. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 48(1), 187–200.
- Jiang, H. (2009). Computed tomography: principles, design, artifacts, and recent advances. *Bellingham, Washington USA (Published by SPIE and John Wiley and Sons, Inc.): SPIE*.
- Johnson, E. G., and Wisner, E. R. (2007). Advances in respiratory imaging. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 37(5), 879–900.
- Johnson, P., Beltran, E., Dennis, R., and 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.
- Kinns, J., Mai, W., Seiler, G., Zwingenberger, A., Johnson, V., Cáceres, A., Valdés-Martínez, A., and Schwarz, T. (2006). Radiographic sensitivity and negative predictive value for acute canine spinal trauma. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 47(6), 563–570.
- Krauss, M. W., Theyse, L. F. H., Tryfonidou, M. A., Hazewinkel, H. A. W., and Meij, B. P. (2012). Treatment of spinal fractures using Lubra plates. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 25(04), 326–331.
- Laitinen, O. M., and Puerto, D. A. (2005). Surgical decompression in dogs with thoracolumbar intervertebral disc disease and loss of deep pain perception: a retrospective study of 46 cases. *Acta veterinaria scandinavica*, 46(2), 1–7.
- Lanz, O. I., Jones, J. C., and Bergman, R. (2000). Use of an External Fixator to Correct Spinal Fracture/Luxation and Instability in Three Dogs. *Veterinary Neurology and Neurosurgery*.
- Leblond, G. (2015). Canine Atlantoaxial Ventral Stabilization: Computed Tomography Analysis of Optimal Safe Implantation Corridors and Comparison of the Technical Outcome and Biomechanical Properties of 3 Surgical Techniques. University of Guelph.
- Leblond, G., Gaitero, L., Moens, N. M. M., Zur Linden, A., James, F. M. K., Monteith, G. J., and Runciman, J. (2017). Computed Tomographic Analysis of Ventral Atlantoaxial Optimal Safe Implantation Corridors in 27 Dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 30(06), 413–423.
- Leblond, G., Gaitero, L., Moens, N. M., Zur Linden, A., James, F. M. K., Monteith, G., and Runciman, J. (2016). Canine atlantoaxial optimal safe implantation corridors—description and validation of a novel 3D presurgical planning method using OsiriX™. *BMC Veterinary Research*, 12(1), 1–14.
- Lewis, D. D., and Hosgood, G. (1992). Complications associated with the use of iohexol for myelography of the cervical vertebral column in dogs: 66 cases (1988-1990). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 200(9), 1381–1384.
- Li, G., Lv, G., Passias, P., Kozanek, M., Metkar, U. S., Liu, Z., Wood, K. B., Rehak, L., and Deng, Y. (2010). Complications associated with thoracic pedicle screws in spinal deformity. *European Spine Journal*, 19(9), 1576–1584.

- Lockwood, A. A., Griffon, D. J., Gordon-Evans, W., Matheson, J. A., Barthélémy, N., and Schaeffer, D. J. (2014). Comparison of two minimally invasive approaches to the thoracolumbar spinal canal in dogs. *Veterinary Surgery*, 43(2), 209–221.
- Lubbe, A. M., Kirberger, R. M., and Verstraete, F. J. M. (1994). Pediculectomy for thoracolumbar spinal decompression in the dachshund. *The Journal of the American Animal Hospital Association (USA)*.
- Ludders, J. W., Ekstrom, P. M., and Linn, K. A. (1998). Anesthesia case of the month. Complications during surgery for a spinal fracture in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 213(5), 612–614.
- Lumb, W. V., and Brasmer, T. H. (1970). Improved spinal plates and hypothermia as adjuncts to spinal surgery. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 157(3), 338–342.
- MEB, 2011. Bilgisayarlı Tomografi Yönteminin Tanımı ve Önemi Radyoloji. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Bilgisayarlı%20Tomografi%20Cihazları.pdf
- McAnulty, J. F., Lenehan, T. M., and Maletz, L. M. (1986). Modified segmental spinal instrumentation in repair of spinal fractures and luxations in dogs. *Veterinary surgery*, 15(2), 143–149.
- McCartney, W. (1997). Partial pediculectomy for the treatment of thoracolumbar disc disease. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 10(02), 117–121.
- McKee, M. (2016). *BSAVA manual of canine and feline fracture repair and management* (ss. 166–187). BSAVA Library.
- Meheust, P., Mallet, C., and Marouze, C. (2000). A new surgical technique for lumbosacral stabilization: arthrodesis using the pedicle screw fixation. Anatomical aspects. *Pratique Médicale and Chirurgicale de l'Animal de Compagnie*, 35(3), 193–199.
- Meij, B. P., Suwankong, N., Van der Veen, A. J., and Hazewinkel, H. A. W. (2007). Biomechanical flexion–extension forces in normal canine lumbosacral cadaver specimens before and after dorsal laminectomy–discectomy and pedicle screw–rod fixation. *Veterinary Surgery*, 36(8), 742–751.
- Mendes, D. S., and Arias, M. V. B. (2012). Traumatismo da medula espinhal em cães e gatos: estudo prospectivo de 57 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 32, 1304–1312.
- Moens, N. M. M., and Runyon, C. L. (2002). Fracture of L7 vertebral articular facets and pedicles following dorsal laminectomy in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221(6), 807–810.
- Moran, C. E., Harper, T. A. M., Joslyn, S. K., Whittington, J. K., Hague, D. W., Mitchell, M. A., and Schaeffer, D. J. (2017). Computed tomographic study of safe implantation corridors in rabbit lumbar vertebrae. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 30(05), 357–363.
- Neuroanatomy of the dog (2020, 20 Mayıs). <https://static.wixstatic.com/media/jpg>
- Neuroanatomy of the dog (2020, 30 Haziran). https://www.neuroanatomyofthedog.com/spinal-nerves?lightbox=image_15fh
- Olby, N. (1999). Current concepts in the management of acute spinal cord injury. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 13(5), 399–407.
- Park, E. H., White, G. A., and Tieber, L. M. (2012). Mechanisms of injury and emergency care of acute spinal cord injury in dogs and cats. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 22(2), 160–178.

- Patterson, R. H., and Smith, G. K. (1992). Backsplinting for treatment of thoracic and lumbar fracture/luxation in the dog: principles of application and case series. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 5(04), 179–187.
- Platt, S. R., and Olby, N. J. (2014). *BSAVA Manual Of Canine And Feline Neurology*. (Sayı Ed. 4). British Small Animal Veterinary Association.
- Rahmathulla, G., Nottmeier, E. W., Pirris, S. M., Deen, H. G., Pichelmann, M. A. (2014). Intraoperative image-guided spinal navigation: technical pitfalls and their avoidance. *Neurosurgical Focus*, 36(3), E3.
- Romans, L. (2018). *Computed Tomography for Technologists: A comprehensive text*. Lippincott Williams and Wilkins.
- Romans, L. E. (2011). *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text* (Sayı 1. böl.). Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins. <https://books.google.com.tr/books?id=wlOuPwAACAAJ>
- Rowland, J. W., Hawryluk, G. W. J., Kwon, B., and Fehlings, M. G. (2008). Current status of acute spinal cord injury pathophysiology and emerging therapies: promise on the horizon. *Neurosurgical Focus*, 25(5), E2.
- Samer, E. S., Forterre, F., Rathmann, J. M. K., Stein, V. M., Precht, C. M., and Guevar, J. (2021). Accuracy and Safety of Image-Guided Freehand Pin Placement in Canine Cadaveric Vertebrae. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 34(05), 338–345.
- Schmitt, E. M., Early, P., Bergman, R., Riedesel, E. A., Yuan, L., Mochel, J. P., and Kraus, K. H. (2021). Computed tomography evaluation of proposed implant corridors in canine thoracic vertebrae. *Veterinary Surgery*, 50(7), 1427–1433.
- Schulz, K. S., Waldron, D. R., Grant, J. W., Shell, L., Smith, G., and Shires, P. K. (1996). Biomechanics of the thoracolumbar vertebral column of dogs during lateral bending. *American Journal Of Veterinary Research*, 57(8), 1228–1232.
- Schwarz, T. and Saunders, J. (Eds.). (2011). *Veterinary computed tomography book*. John Wiley & Sons
- Schwertman, N. C., Owens, M. A., and Adnan, R. (2004). A simple more general boxplot method for identifying outliers. *Computational Statistics and Data Analysis*, 47(1), 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2003.10.012>
- Scott, H. W., and McKee, W. M. (1999). Laminectomy for 34 dogs with thoracolumbar intervertebral disc disease and loss of deep pain perception. *Journal Of Small Animal Practice*, 40(9), 417–422.
- Shires, P. K., Waldron, D. R., Hedlund, C. S., Blass, C. E., and Massoudi, L. (1991). A biomechanical study of rotational instability in unaltered and surgically altered canine thoracolumbar vertebral motion units. *Progress In Veterinary Neurology (USA)*.
- Shores, A. (1992). Spinal trauma: pathophysiology and management of traumatic spinal injuries. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 22(4), 859–888.
- Shores, A., Braund, K. G., and Brawner Jr, W. R. (1990). Management of acute spinal cord trauma. *Veterinary Medicine*, 85(7), 724–739.
- Shores, A., and Brisson, B. A. (2017). *Current Techniques in Canine And Feline Neurosurgery*. John Wiley and Sons.
- Sikoryn, T. A., and Hukins, D. W. L. (1988). Failure of the longitudinal ligaments of the spine. *Journal of materials science letters*, 7(12), 1345–1349.
- Simpson, S. A., Syring, R., and Otto, C. M. (2009). Severe blunt trauma in dogs: 235 cases (1997–2003). *Journal of Veterinary Emergency And Critical Care*, 19(6), 588–602.

- Slatter, D. H. (2003). *Textbook Of Small Animal Surgery* (C. 1). Elsevier health sciences.
- Smith, G. K., and Walter, M. C. (1988). Spinal decompressive procedures and dorsal compartment injuries: comparative biomechanical study in canine cadavers. *American Journal of Veterinary Research*, 49(2), 266–273.
- Sturges, Beverly K., et al. (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.
- Sugiyama, T., and Davies, H. M. S. (2022). *Case 3.8 - Cervical Intervertebral Disc Disease* (J. A. Orsini, N. S. Grenager, and A. B. T.-C. V. A. de Lahunta (ed.); ss. 170–180). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91015-6.00018-2>
- Suk, S.-I., Kim, W.-J., Lee, S.-M., Kim, J.-H., and Chung, E.-R. (2001). Thoracic pedicle screw fixation in spinal deformities: are they really safe? *Spine*, 26(18), 2049–2057.
- Šulla, I., Balik, V., Horňák, S., and Ledecký, V. (2018). Spinal cord injuries in dogs part I: a review of basic knowledge. *Folia Veterinaria*, 62(2), 35–44.
- Tellegen, A. R., Willems, N., Tryfonidou, M. A., and Meij, B. P. (2015). Pedicle screw-rod fixation: a feasible treatment for dogs with severe degenerative lumbosacral stenosis. *BMC veterinary research*, 11(1), 1–13.
- Tobias, K. M., and Johnston, S. A. (2013). *Veterinary Surgery: Small Animal-e-book 2-volume set*. Elsevier Health Sciences.
- Trampus, P., Goepfert, C., Welle, M., Henke, D., Forterre, F., and Schweizer-Gorgas, D. (2018). Magnetic resonance imaging signal alterations in paraspinal muscles in dogs with acute thoracolumbar intervertebral disk extrusion. *Frontiers in Veterinary Science*, 5, 16.
- Veterinary Anatomy Minnesota (2021 Ocak) <http://vanat.cvm.umn.edu/carnLabs/Lab02/Img2-11.html>
- Voss, K., and Montavon, P. M. (2004). Tension band stabilization of fractures and luxations of the thoracolumbar vertebrae in dogs and cats: 38 cases (1993–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 225(1), 78–83.
- Walker, T. M., Pierce, W. A., and Welch, R. D. (2002). External fixation of the lumbar spine in a canine model. *Veterinary Surgery*, 31(2), 181–188.
- Watine, S., Cabassu, J. P., Catheland, S., Brochier, L., and Ivanoff, S. (2006). Computed tomography study of implantation corridors in canine vertebrae. *Journal Of Small Animal Practice*, 47(11), 651–657.
- Weh, J. M., and Kraus, K. H. (2007). Use of a four pin and methylmethacrylate fixation in L7 and the Iliac body to stabilize lumbosacral fracture–luxations: a clinical and anatomic study. *Veterinary Surgery*, 36(8), 775–782.
- Weh, J. M., and Kraus, K. H. (2018). Vertebral fractures, luxations, and subluxations. *Veterinary Surgery: Small Animal. 2nd ed. St Louis: Elsevier*, 529–548.
- Wheeler, J. L., Cross, A. R., and Rapoff, A. J. (2002). A comparison of the accuracy and safety of vertebral body pin placement using a fluoroscopically guided versus an open surgical approach: an in vitro study. *Veterinary Surgery*, 31(5), 468–474.
- Wheeler, J. L., Lewis, D. D., Cross, A. R., and Sereda, C. W. (2007). Closed fluoroscopic-assisted spinal arch external skeletal fixation for the stabilization of vertebral column injuries in five dogs. *Veterinary Surgery*, 36(5), 442–448.
- Wheeler, S. J., and Sharp, N. J. H. (1994). *Small Animal Spinal Disorders, Diagnosis And Surgery*. Mosby-Wolfe Publishers.

- Widmer, W. R., and Blevins, W. E. (1991). Veterinary myelography: a review of contrast media, adverse effects, and technique. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 27(2), 163–177.
- Zdichavsky, M., Blauth, M., Knop, C., Lotz, J., Krettek, C., and Bastian, L. (2004). Accuracy of pedicle screw placement in thoracic spine fractures. *European Journal of Trauma*, 30(4), 241–247.



ÖZ GEÇMİŞ

Afyonkarahisar Cumhuriyet Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nden 2017 tarihinde mezun oldum. 2018 yılında OMÜ Veteriner Fakültesi Veterinerlik Cerrahisi Ana Bilim Dalı Doktora programına başladım.

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0003-1456-4838

Yayınlar:

1. Özbakır BD, Bağatır E, **Abadan S**, Semerci Z, Şen TÜ, Altın Y, Nisbet HÖ: Kedi ve Köpeklerde Oküler Ultrasonografi. 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 493-499, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
2. Altın Y, Semerci Z, Özbakır BD, **Abadan S**, Nacar C, Şen TÜ. Bir Kedide Termal Nekroz Sağaltımı. 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
3. Adıyaman O, İnal KS, Özbakır BD, Yılmaz MS, **Abadan S**, Şen TÜ. Bir Köpekte Kolesteatomaya Bağlı Vestibüler Sendrom Olgusu. 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 534, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
4. İnal KS, Yılmaz MS, Bağatır E, Adıyaman O, **Abadan S**, Özbakır BD. Bir Köpekte Meydana Gelen Hiperekstensiyon Deformitesinin Pankarpal Artrodez Yöntemi İle Tedavisi, 4. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 8-10 Nisan, Burdur, 2021
5. İnal KS, Yılmaz MS, Bağatır E, Adıyaman O, **Abadan S**, Özbakır BD. Gelişim Dönemindeki Kedi Ve Köpeklerde Epifiz Kırıkları (45 Olgu) 4. Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 8-10 Nisan, Burdur, 2021
6. Yılmaz MS, İnal KS, Bağatır E, **Abadan S**, Semerci Z, Nacar C. Kedi ve Köpeklerde Eksternal Fiksasyon Komplikasyonları 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
7. Özbakır BD, Bağatır E, Adıyaman O, **Abadan S**, Şen TÜ, Nacar C. Kedilerde Simblefaron 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
8. Semerci Z, İnal KS, Adıyaman O, **Abadan S**, Şen TÜ, Nacar C. British Sorthair Irkı Bir Kedide Stenotik Burun Deliği Rezeksiyonu, 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
9. **Abadan S**, Özbakır BD, Bağatır E, Yılmaz MS, Adıyaman O, Semerci Z. İntervertebral Disk Fıtığı Olan Bir Köpekte Görüntülemenin Önemi, 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
10. **Abadan S**, Adıyaman O, Özbakır BD, Yılmaz MS, Bağatır E. Golden Retriever Irkı Bir Köpekte Üretral Ektopi 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.
11. Adıyaman O, **Abadan S**, Yılmaz MS, Bağatır E, İnal KS. Bir Köpekte Renal Neoplazi Olgusunun Radyografi ve Tomografi İle Tanısı 4.Uluslararası Sağlık Bilimleri ve Yaşam Kongresi, 562, 8-10 Nisan, Burdur, 2021.

12. Özbakır BD, **Abadan S**, Nacar C, Esin Ç, Nisbet HÖ. Kuşlarda Ultrasonografi ile Oküler Biyometrik Ölçüm ve Normal Gözyaşı ve Göz İçi Basıncı Değerlerinin Belirlenmesi. Sözlü Sunum. II.Ulusal Yaban Hayvanları Kongresi, 21, 26-28 Mayıs, Van, 2022
13. **Abadan S**, Nacar C, Özbakır BD, Nisbet HÖ. Humerus ve Radius Ulna Kırığı Bulunan Üç Şahinin Cerrahi Tedavisi ve Rehabilitasyonu 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, 24-25 Aralık, İstanbul, 2022
14. **Abadan S**, Özbakır BD, Bağatır E, Önyay T. Bir Kedide Travmatik Femoral Herni Olgusu, 4. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, 24-25 Aralık, İstanbul, 2022
15. **Abadan S**, Özbakır BD, Bağatır E, Nacar C. Travma Hastası Bir Köpekte Trakeal Ruptur ve Tedavisi, Çukurova 8. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi, 15-17 Nisan, Adana 2022

