

**KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN
EKSTREMİTE KIRIKLARININ CERRAHİ
YAKLAŞIMLARI**



Arş. Gör. Bahar ERDEN

Doç. Dr. Mustafa Barış AKGÜL

Arş. Gör. Sevdet KILIÇ

ISBN: 978-625-5753-43-4

Ankara -2025

KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN EKSTREMİTE KIRIKLARININ CERRAHİ YAKLAŞIMLARI

YAZARLAR

Arş. Gör. Bahar ERDEN¹

Doç. Dr. Mustafa Barış AKGÜL²

Arş. Gör. Sevdet KILIÇ³

¹Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Siirt,
Türkiye

bahar.erden@siirt.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002-8775-6673

²Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Siirt,
Türkiye

mbarisakgul@siirt.edu.tr

ORCID ID: 0000-0002 9365-9925

³Siirt Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Siirt,
Türkiye

sevdet.kilic.@siirt.edu.tr

ORCID ID: 0000-0003 1033-658X

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17987654>



Copyright © 2025 by UBAK publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by

any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. UBAK International Academy of Sciences Association

Publishing House®

(The Licence Number of Publicator: 2018/42945)

E mail: ubakyayinevi@gmail.com

www.ubakyayinevi.org

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

UBAK Publishing House – 2024©

ISBN: 978-625-5753-43-4

December / 2025

Ankara / Turkey

ÖNSÖZ

Veteriner ortopedi, küçük hayvan hekimliğinde hem tanısal hem de tedavi edici açıdan en fazla bilgi birikimi ve deneyim gerektiren disiplinlerden biridir. Özellikle kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kırıkları; anatomik karmaşıklık, biyomekanik yüklenme, yumuşak doku ilişkileri ve türler arası farklılıklar nedeniyle klinik uygulamada önemli zorluklar barındırır. Bu kitap bölümünde, kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kırıklarının cerrahi yaklaşımları; anatomi, kırık tipleri, biyomekanik özellikler ve iyileşme süreçleri ele alınmıştır. Humerus, radius-ulna, femur ve tibia-fibula gibi uzun kemiklerin ayrıntılı anatomik yapıları, kas tutunmaları ve eklem ilişkileri; kırık oluşumu ve cerrahi planlama açısından temel oluşturacak şekilde sunulmuştur. Türler arasındaki morfolojik ve fonksiyonel farklılıklar özellikle vurgulanmış, bu farklılıkların klinik karar verme sürecine olan etkileri açıklanmıştır. Bölümün hazırlanmasında amaç; öğrenciler, klinisyen veteriner hekimler ve ortopedi alanına ilgi duyan araştırmacılar için, uzun ekstremite kırıklarına sistematik ve anlaşılır bir bakış açısı sunmaktır. Güncel literatür bilgileri klasik kaynaklarla birlikte değerlendirilmiş, cerrahi uygulamalarda yol gösterici olacak anatomik ve biyolojik prensipler ön plana çıkarılmıştır. Bu çerçevede sunulan bilgiler, kırıkların doğru değerlendirilmesi ve uygun tedavi yaklaşımının seçilmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

19/12/2025

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	3
GİRİŞ.....	6
1.UZUN EKSTREMİTELERİN ANATOMİSİ.....	14
1.1.HUMERUS.....	14
1.2.RADIUS /ULNA.....	18
1.3.Femur.....	21
1.4.Tibia/Fibula.....	24
2. KIRIKLARIN SINIFLANDIRMASI.....	27
3. KIRIK İYİLEŞMESİ.....	35
4. KLİNİK BULGULAR	41
5. TANI YÖNTEMLERİ.....	45
6. OPERATİF YAKLAŞIM	50
6.1.Humerus Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar.....	50
6.2.Radius /Ulna Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar.....	62
6.3.Femur Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar.....	67
6.4.Tibia/Fibula Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar.....	73
7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	78
8. KAYNAKÇA.....	80

KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN EKSTREMİTE KIRIKLARININ CERRAHİ YAKLAŞIMLARI

Arş. Gör. Bahar ERDEN
Doç. Dr. Mustafa Barış AKGÜL
Arş. Gör. Sevdet KILIÇ

GİRİŞ

Kemik dokusunun anatomik bütünlüğü; travmatik, patolojik veya zorlanmaya bağlı etkenler sonucu kısmen ya da tamamen bozulabilir. Bu durum, veteriner ortopedide kırık olgusu olarak değerlendirilir. Köpek ve kedilerde kırıklar sık olarak trafik kazaları, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, şiddetli travmalar, hayvan kavgaları ve bazı durumlarda nedeni belirlenemeyen etkenler sonucu meydana gelir. Genel olarak, kemiğin içten ya da dıştan uygulanan kuvvetlerin etkisiyle ortaya çıkan bu ayrılmalar, kemiğin doğal yapısının bütünlüğünü bozar ve sonuçta kırık oluşumuna yol açar (Sağlıyan ve han, 2016; Okçuoğlu, 2021). Kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kemikleri yani humerus, Radius-ulna, femur ve tibia-fibula hayvanın lokomotor sisteminde temel görev üstlenen yapılardır. Bu kemikler, vücut ağırlığının taşınması, hareketin yönlendirilmesi ve kas kuvvetlerinin aktarması açısından büyük öneme sahiptir (Piermattei, 2016). Anatomik konumları ve üzerlerine binen biyomekanik stres nedeniyle uzun kemikler, özellikle travmatik kırıklara karşı duyarlıdır (Fossum, 2019).

Evcil hayvan popülasyonundaki artış, şehir yaşamının yaygınlaşması ve trafik yoğunluğu gibi çevresel faktörler, günümüzde kedi ve

köpeklerde uzun ekstremite kırıklarının görülme sıklığı önemli ölçüde artırmıştır (Brinker, 2016). Özellikle yüksekten düşme, trafik kazaları veya hayvanlar arası kavgalar gibi yüksek enerjili travmalar, bu kırıkların başlıca nedenlerini oluşturur (Slatter, 2003). Bununla birlikte, patolojik kırıklar da özellikle osteosarkom, osteomyelit veya metabolik kemik hastalıklarına bağlı olarak nadirde olsa gözlemlenmektedir (Piertmattei, 2016).

Kırığın oluş şekli ve iyileşme süreci, tür, yaş ve kemik yoğunluğu gibi faktörlere göre değişken gösterir. Kedilerde daha esnek kemik yapısı ve düşük vücut ağırlığı, travmanın etkisini kısmen azaltabilirken; büyük ırk köpeklerde yüksekten vücut kütlesi ve kuvvetli kas kasılmaları kırığın ciddiyetini artırabilir (Fossum, 2019). Uzun ekstremite kırıkları, yalnızca mekanik bir bütünlüğün bozulması değil, aynı zamanda fonksiyonel hareket kabiliyetinin kaybı anlamına geldiğinden, hayvanın yaşam kalitesini doğrudan etkileyen ortopedik bir sorundur (Brinker, 2016). Humerus, brakiumun içinde yer alır ve proksimalde skapula glenoidiyle eklemlenerek omuz eklemi, distalde ise radius ve ulna ile eklemlenerek dirsek eklemi oluşturur. Yüzeysel olarak humerusun yapısı köpek ve kedilerde büyük ölçüde benzerdir; ancak türlere özgü bazı önemli anatomik farklılıklar mevcuttur (Evans ve Lahunta, 2009). Genel olarak, özellikle humerusun distal üçte birlik kısmındaki karmaşık kemik anatomisi, kas örtüsü ve nörovasküler yapılar hem cerrahi ekspozur hem de implant yerleştirme açısından kırık cerrahi için bir zorluk teşkil eder. Kedilerde humerus diyafizi daha düzdür ve medüller boşluk köpeğe göre daha düzgün bir çapa sahiptir. Sonuç olarak, intramedüller

fiksasyon birçok kedi diyafiz kırığı için tatmin edici bir tedavi yöntemi sağlar. Köpek ve kedi arasındaki bir diğer önemli anatomik fark, median sinirin pozisyonudur. Köpekte sinir, medial epikondilin hemen kranialinde bulunurken, kedide medial epikondil, median siniri içeren epikondiloid fossa tarafından delinir. Kedide supratroklear fossa tam olarak delinmemiştir (Evans ve Lahunta, 2009). Phillips (1979) tarafından yapılan bir araştırmada, humerus kırıkları köpek kırıklarının %7,7'sini ve kedi kırıklarının %4,4'ünü oluşturmaktadır. Köpeklerin aksine kedilerde distal humerus diyafiz ve suprakondiler bölgeleri en sık travmadan etkilenen bölgedir. (Phillips,1979; Brinker,2016). Humerus kırıklarının çoğu, kondiler kırıklar hariç, trafik kazaları sonucu meydana gelir. Köpeklerde apendiküler kas-iskelet sistemi bozukluklarının görülme sıklığına dair bir araştırmada humerus kırıkları tüm apendiküler kırıkların %10'unu oluşturduğu bildirilmiştir (Johnson,1994). Çoğu humerus kırığı, özellikle kırığın üstündeki ve altındaki eklem immobilizasyonu olmak üzere, dış koaptasyon kullanmanın temel kriterlerini karşılamak zor olduğundan, iç fiksasyonla tedavi edilir. Göğüs yaralanmaları, özellikle pnömotoraks, humerus kırıklarının yaygın komplikasyonlarıdır. Diğer olası torasik yaralanmalar arasında intrapulmoner kanama, diyafram rupturu, kaburga kırıkları ve bazen de şilotoraks bulunur. Kırık fiksasyonuna başlamadan önce göğüs yaralanmalarını kontrol etmek ve gerekirse tedavi etmek için dikkatli bir klinik ve radyolojik muayene yapılmalıdır (Fossum,2019). Humerus kırıkları genellikle büyük travmalarla ilişkilendirilebilir ve bu nedenle hasta, önemli ortopedik olmayan yaralanmaları değerlendirmek için ilk başvuruda

kapsamlı bir klinik değerlendirmeden geçmelidir (Brinker,2016). Humerus kırıkları genel olarak üç gruba ayrılabilir. Proksimal epifiz ve metafizi içeren kırıklar, diyafiz kırıkları, distal humerus kırıkları (suprakondiler, kondiler ve interkondiler kırıklar) bu üç grup arasındaki kırıkların yaklaşık dağılımı sırasıyla %8, %40 ve %52 olarak belirtilmiştir (Braden, 1975). Radius ve ulna kırıkları genellikle yüksekten düşme sonucu meydana gelir ve bu nedenle kentsel alanlarda daha sık görülür (Whitney ve Mehlhaff, 1987; Kapatkin ve Matthiesen, 1991). Çift kemikler genellikle eş zamanlı olarak kırılır. Birçok durumda sadece radiusun stabilizasyonu yeterlidir, ancak özellikle proksimal kırıklarda ulna'nın ek stabilizasyonu ile fiksasyon stabilitesi artırılabilir. Kedilerde pronasyon ve supinasyon hareket açıklığı köpeklerden daha fazladır ve normal yürüyüş ve bakım aktiviteleri için gereklidir. Pronasyon ve supinasyonun korunmasına ve implantın doğru yerleştirilmesi ve kırığın yeterli şekilde düzeltilmesiyle radius ve ulna arasında sinostoz oluşumunun önlenmesine özen gösterilmelidir (Sumner-Smith, 2009). Küt travmaya bağlı olarak proksimal radiusun izole kırıkları nadirdir, çünkü dirsek ekleminin anatomisi humerus kondilinin lateral kısmının kırıklarına yatkınlık gösterir ve bu nedenle radiusu korur. Radius başı kırıkları genellikle eklem yüzeyini içerir, ancak olgunlaşmamış hastalarda Salter-Harris tip I fizyel yaralanması görülebilir. Radius boynu kırıkları nadiren görülür ve genellikle proksimal radius ve ulnayı içeren parçalı kırıklarla birlikte ortaya çıkar. Radius ince bir kemiktir ve radyal boyun en dar bölgesidir. Küçük çapı implant yerleştirmeyi zorlaştırabilir. Radius, proksimalde humerus kondilinin

lateral kısmı ve distalde radyal karpal kemik ile eklemlenmesi yoluyla ağırlığın çoğunu taşımasına rağmen, kedilerde ulna radius'tan daha kalındır (Harari, 2002). Radius ve ulna birbirlerinin etrafında döner, radius proksimalde ulnanın kraniolateralinde ve distalde ulnanın medialinde bulunur. Radius ve ulna birbirine interosseöz membran ile bağlanır, ancak köpeklerde bulunan güçlü interosseöz ligament kedilerde yoktur (Vollmerhaus ve ark.,1994). Bu durum, kedilerdeki belirgin supinasyon ve pronasyona katkıda bulunabilir. Pronasyon ve supinasyon hareketi de proksimal ve distal radioulnar eklemlerden kaynaklanır. Bu küçük sinovyal eklemler, radius ve ulna'nın birbirleri etrafında dönmesine olanak tanır. Kedilerin olekranon çıkıntısı, köpektekinden nispeten daha küçüktür ve kaudal yüzeyi kraniyal yönde kıvrılırken, köpekte kaudal yönde kıvrılır. Kedideki kaudal ulna yüzeyi de köpekten farklıdır (Preston, 2015) çünkü yüzeyi proksimalden orta shafta kadar dışbükey, distalde ise içbükeydir. Bu farklılıklar, bu bölgedeki kırıkların onarımı yapılırken dikkate alınmalıdır. Köpekler ve kediler arasındaki bir diğer anatomik fark, distal ulnar büyüme plağının şeklidir. Köpeklerde distal ulnar fizis koni şeklinde iken, kedilerde düzdür (Vollmerhaus ve ark,1994). Bu anatomik fark, bu türde ön kol büyüme deformitelerinin düşük görülme sıklığını açıklayabilir. Radius ve ulna kırıkları, eksternal koaptasyon, eksternal iskelet fiksasyonu ve plaklama ile tedavi edilebilir. Alçı, hem radius hem de ulna'nın yeşil çubuk ve basit transvers diyafiz kırıklarını veya diğer kemik sağlam olduğunda sadece radius veya ulna kırıklarını stabilize etmek için kullanılabilir. Radius, intramedüller pinlemeye uygun değildir, çünkü pinin

radiokarpal eklemin eklem kıkırdağından geçirilmesi gerekir. İntramedüller pinler, ulna kırıklarını stabilize etmek için kullanılabilir. Radius ve ulna diyafiz kırıklarında çoğu durumda sadece radius stabilize edilir, ancak ulnanın ek stabilizasyonu, özellikle kırık proksimal antebrakiumu etkilediğinde, ulnanın kesitinin radiustan daha büyük olduğu ve pronasyon ve supinasyon hareketinin yüksek olduğu durumlarda, fiksasyon stabilitesini artırabilir (Sumner-Smith, 2009). Femur, kedilerde en sık kırılan kemiktir ve kedi kırıklarının %30'undan fazlasını oluşturur (Hill, 1997; Bookbinder ve Flander, 1992). Femur kırıkları, proksimal femur, diyafiz ve distal femur kırıkları olarak sınıflandırılabilir. En sık kırılan kısımlar shaft ve distal femurdur (Lidbetter ve Glyde, 2000). Femur kırıkları genellikle motorlu araç kazaları veya yüksekten düşmeler sonucu meydana gelir. Bu tür yüksek hızlı travmalar genellikle pelvis veya omurga kırıkları ve karın yaralanması gibi eş zamanlı yaralanmalara neden olur. Bu eş zamanlı yaralanmaları ekarte etmek için kapsamlı bir klinik ve ortopedik muayene gereklidir. Femur kırıklarının cerrahi onarımı çok geciktirilmemelidir, çünkü özellikle diyafiz kırıklarından sonra ve kas ezilmesi veya yırtılması durumunda kuadriseps kontraktürü gelişebilir (Sumner-Smith, 2009) Kedilerde femur caputu yuvarlak ve neredeyse düzdür. Femur boynu, femur caputundan yaklaşık 130° açıyla uzanır ve yaklaşık 30°'lik bir anteversiyon açısına sahiptir (Frewein ve Vollmerhus, 1994). Femur başının kanlanması esas olarak femur boynunu çevreleyen kapsül dışı vasküler halkadan gelen damarlara bağlıdır. Köpeklerin aksine, genç kedilerde femur epifizine önemli bir kanlanma yuvarlak bağdaki bir damardan da sağlanır (Culvenor ve

ark, 1996), ancak bu damar 7 aydan büyük kedilerde kaybolur (Pohlmever, 1981). Femur başı ve boynundaki ameliyatlar sırasında vasküler yaralanmayı en aza indirmek için titiz bir cerrahi teknik gereklidir. Femur kondilinin kaudal eğriliği köpeklere kıyasla daha azdır. Distal büyüme plağı diz eklemının eklem kapsülü içinde yer alır ve distal Salter ve Harris kırıklarının onarımı için diz artrotomisi gereklidir. Fizisin metafiz tarafındaki dört kemik çıkıntısı, epifiz tarafındaki karşılık gelen çukurlarla eşleşir. Bu iç içe geçme, distal Salter harris tip I ve II kırıklarının redüksiyonundan sonra kırık stabilitesine yardımcı olur (Sumner-Smith, 2009). Femur kırıkları, çok genç kedilerdeki yeşil çubuk kırıkları hariç, cerrahi olarak stabilize edilmelidir; yeşil çubuk kırıkları ise sadece kafes istirahatiyle iyileşebilir. Kedi femur diyafizinin düz yapısı, plak osteosentezi ve intramedüller pinleme için özellikle uygundur. Femur kırıklarının dış iskelet fiksasyonu da kedilerde iyi tolere edilir (Sumner-Smith, 2009). Tibia ve/veya fibula kırıkları yaygındır ve kedilerdeki kırıkların yaklaşık %10-20'sini oluşturur (Hill, 1997) Genellikle hem tibia hem de fibula kırılır. Kırıklar sıklıkla yüksekte düşmelerden kaynaklanır, ancak her türlü travmadan sonra da meydana gelebilir (Brunnberg ve ark., 2003; Whitney ve Mehlhalff, 1998). Kedi tibia kırıklarının çoğu orta ve distal diyafizi içerir (Hill, 1997; Richards ve Thancher, 1993). Tibia diyafizi minimal yumuşak doku ile çevrilidir ve birçok tibia kırığı parçalı ve/veya açık kırıktır. Tibia diyafizinin açık kırıklarının görülme sıklığının %21-46 kadar yüksek olduğu bildirilmiştir (Brunnberg ve ark., 2003; Richards ve Thancher, 1993). Yüksekten düşme sendromu olan kedilerde, diğer travma nedenlerine sahip

kedilere göre daha sık açık kırıklar meydana gelir. Parçalı ve açık kırıkların yüksek sıklığı, sınırlı kemik dışı kanlanma ve yumuşak doku örtüsü, diğer kemik kırıklarına kıyasla gecikmiş kaynama, kaynamama ve osteomyelit gibi komplikasyonların daha yüksek oranda görülmesinin muhtemel nedenidir (Richards ve Thancher, 1993). Tibia, proksimal üçte birinde üçgen, distal üçte ikisinde ise yuvarlak ila oval şekilli düz bir kemiktir. Kedilerde fibula çok incedir ve ağırlık taşımaya katkıda bulunmaz, ancak her iki eklem lateral kollateral bağlarının bağlantı noktası olduğu için diz ve tarsal eklem stabilitesi için önemlidir. Distal fibula, tibiya bağ dokusuyla bağlanır; bu bağ dokusu inferior tibiofibular ligamenttir. Bu bağ, tarsal eklem stabilitesi için önemlidir, çünkü medial ve lateral malleol sadece tarsal kollateral bağların başlangıç noktaları olmakla kalmaz, aynı zamanda talusun trokleası için medial ve lateral bir sınır görevi de görür. Tibial kırıkların tedavisinde birçok stabilizasyon yöntemi kullanılabilir. Alçı ile dış koaptasyon, genç kedilerde yeşil çubuk kırıkları, basit transversal kırıklar ve fibulası sağlam olan tibial kırıklar gibi bazı tibial kırıkların stabilizasyonunda başarılıdır. Tibia, minimal yumuşak doku ile çevrili olduğu için kapalı redüksiyon ve dış iskelet fiksasyonu için ideal kemiktir. Bu teknik, parçalı ve açık kırıklar için en faydalıdır (Sumner-Smith, 2009). Kırıkların sağaltımında destekli, alçılı, ziftli ve pencereli bandaj (komplike kırıklarda) uygulamaları, kafes istirahati, kapalı redüksiyon ve eksternal fiksasyon, açık redüksiyon, splint uygulamaları, intramedullar fiksasyon, interfragmenter kompresyon ve plak uygulamaları yapılmaktadır (Brinker, 2016; Fossum, 2019). Veteriner ortopedi pratiğinde, kırıkların doğru

tanılanması, uygun tedavi yönteminin seçilmesi ve postoperatif bakımın dikkatle uygulanması, başarılı bir iyileşmesi için kritik öneme sahiptir (Piertmattei, 2016). Günümüzde kedi ve köpeklerde kırık tedavisi, büyük ölçüde insan ortopedisinden uyarlanan AO / ASIF prensipleri üzerine kurulmuştur (Fossum, 2019). Ancak türler arasındaki anatomik, fizyolojik ve biyomekanik farklılıklar nedeniyle her olgu, bireysel olarak değerlendirilmelidir.

1. UZUN EKSTREMİTELERİN ANATOMİSİ

1.1.HUMERUS

Humerus kemiği, ön ekstremitenin kol ya da brachium iskeletini oluşturan uzun bir kemiktir ve hem omuz eklemine hem de dirsek eklemine katılır (Budras, Fricke ve Richter, 2009; Evans ve Lahunta, 2009). Toraksın ventral kısmına doğru eğik bir seyir izler ve skapula ile önkol kemikleri arasında yapısal bir bağlantı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Omuz eklemi, skapula ile humerusun eklemleşmesi sonucu oluşurken; dirsek eklemi humerus, radius ve ulna arasındaki eklem bağlantılarıyla meydana gelir (Budras, 2009). Humerus, uzun kemiklerin tipik yapısına uygun olarak proksimal uç, gövde ve distal uç olmak üzere üç bölümden oluşur (Evans ve Lahunta, 2009). Proksimal uç; baş, boyun ile tuberculum majus ve tuberculum minus'tan meydana gelir. Distal uçta yer alan kondil ise trochlea humeri ve capitulum humeri'yi içerir; bu yapı, foramen supratrochleare aracılığıyla proksimaldeki fossa radialis ve fossa olecrani ile ilişki kurar (Budras, 2009). Kondilin her iki yanında

medial ve lateral epikondiller bulunur. Humerus gövdesi, proksimal ve distal uçlar arasında uzanan uzun kemik bölümünü oluşturur (Evans ve Lahunta, 2009). Humerusun proksimal ucunda yer alan baş bölümü caput humeri olarak adlandırılır ve skapulanın glenoid boşluğu ile eklemleşerek omuz eklemine katılımına katılır (Evans ve Lahunta, 2009). Caput humeri, collum humeri'den özellikle kaudal yönde belirgin bir şekilde ayrılır (Budras, 2009). Humerus başı, skapulanın glenoid boşluğunun yüzey alanından daha geniştir ve sagittal yönde uzanım gösterir (Evans ve Lahunta, 2009). Omuz eklemi morfolojik olarak küre yuva tipi bir eklem olmasına rağmen, normal fizyolojik koşullarda esas olarak fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri gerçekleştirir (Budras, 2009). Sulcus intertubercularis, eklem yüzeyinin kranial ucunda başlar ve m. biceps brachii'nin köken aldığı tendonu barındırır. Bu tendon, proksimal ekstremitenin kranial lateral kısmını oluşturan tuberculum majus tarafından median düzleme doğru yönlendirilir (Evans ve Lahunta, 2009). Büyük tüberkül, tepe kısmında dışbükeydir ve çoğu ırkta humerus başından daha yüksek konumlanmıştır (Budras, 2009). Büyük tüberkülün tepesi, humerus gövdesi boyunca distal yönde devam eder. Bu yapı; m. supraspinatus ve m. infraspinatus'un insersiyon alanını oluşturur ve m. pectoralis profundus'un bir bölümünü alır (Evans ve Lahunta, 2009). Humerus başı ile büyük tüberkül arasında damarların geçişine izin veren küçük foraminal açıklıklar bulunur (Budras, 2009). M. infraspinatus, büyük tüberkülün lateral yüzeyindeki düz alana yerleşir (Evans ve Lahunta, 2009). Tuberculum minus, humerusun proksimal ucunun medial yüzünde, intertübüküler oluğun kaudalinde yer alır ve büyük

tüberküle göre daha küçük ve daha alçaktır (Budras, 2009). M. subscapularis, bu yapının proksimal kenarına tutunur ve omuz ekleminin medial stabilitesine katkı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Humerusun boyun bölgesi kranial ve lateral yüzlerde belirgin olmayıp, esas olarak kaudal tarafta ayırt edilebilen bir sınır oluşturur; bu sınır tüberküllerin ve başın gövdeyle birleştiği hattı temsil eder (Budras, 2009).

Humerusun kranial yüzeyi, gövdenin orta üçte birlik bölümünde belirginleşir ve m. brachiocephalicus ile m. pectoralis kaslarının bir kısmı için tutunma alanı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Bu yüzey distal yönde silikleşir, ancak trokleanın medial dudağına kadar uzandığı kabul edilir (Budras, 2009). Kranial sınırın proksimal üçte birlik kısmında iki kemik sırt bulunur. Kranio medial yönde uzanan sırt, büyük tüberkülün tepesini ve aynı zamanda kemiğin kranial sınırını oluşturur; bu alan pektoral kaslar ile m. cleidobrachialis'in insersiyonuna katkı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Büyük tüberkülün kaudal bölümüne uzanan sırt ise humerusun lateral yüzeyinde yer alır ve distalde kalınlaşarak tuberositas deltoidea'yı oluşturur. M. deltoideus bu tüberoziteye tutunur (Budras, 2009). Tuberositas deltoidea'dan büyük tüberkülün kaudal kısmına kadar uzanan belirgin kemik hattı linea musculi tricipitis olarak adlandırılır ve m. triceps brachii'nin lateral başı bu çizgiden köken alır (Evans ve Lahunta, 2009). Bu çizginin proksimal ucuna komşu tuberositas teres minor, m. teres minorun insersiyon alanıdır (Budras, 2009). Gövdenin lateral yüzeyinde yer alan sulcus musculi brachialis, m. brachialis'in

kemik etrafında spiral bir seyir izleyerek distale ilerlemesine olanak tanır (Evans ve Lahunta, 2009). Bu oluşun distalinde yer alan kalın crista supracondylaris lateralis, m. extensor carpi radialis ve kısmen m. anconeus için köken alanı oluşturur (Budras, 2009). Humerusun kaudal yüzeyi düz ve enine yuvarlaktır ve distalde derin fossa olecrani ile sonlanır (Evans ve Lahunta, 2009). Küçük tüberkülden başlayan medial kret, distalde tuberositas teres major'da sonlanır; m. teres major ve m. latissimus dorsi bu bölgeye tutunur (Budras, 2009). Bu alanın kaudal ve proksimalinde m. triceps brachii'nin medial başı yer alırken, m. coracobrachialis de bu bölgeye tutunur. Medial yüzeyin orta üçte birlik kısmı kas tutunmasından yoksun olup nispeten düz bir yapı sergiler (Evans ve Lahunta, 2009). Humerusun distal ucu, eklem yüzeyleri ve bitişik fossaları içeren condylus humeri'yi oluşturur (Budras, 2009). Eklem yüzeyi, alçak bir kemik sırtı ile asimetrik olarak ikiye ayrılır. Medialde yer alan geniş alan trochlea humeri'dir ve hem radius hem de ulna ile eklemler; bu yapı proksimalde bitişik fossalara uzanır (Evans ve Lahunta, 2009). Trochlea humeri ile ulnanın troklear çentiği arasındaki eklem, vücuttaki en stabil menteşe (ginglimus) eklemlerden biri olarak kabul edilir (Budras, 2009). Lateralde bulunan küçük eklem yüzeyi ise yalnızca radius başı ile eklemlen caputulum humeri'dir (Evans ve Lahunta, 2009). Lateral epikondil, medial epikondile göre daha küçüktür ve humerusun distolateral ucunu oluşturur. M. extensor digitorum communis, m. extensor digitorum lateralis, m. ulnaris lateralis ve m. supinator bu yapıdan köken alır; ayrıca dirseğin lateral kollateral bağı da buraya tutunur (Budras, 2009). Lateral suprakondiler kret bu epikondilden

proksimale doğru uzanır ve m. extensor carpi radialis'in orijin alanını oluşturur (Evans ve Lahunta, 2009). Medial epikondil, humerusun distomedial ucunda yer alır ve kaudal çıkıntısı olekranon fossasını derinleştirir. M. anconeus bu projeksiyondan köken alır (Budras, 2009). Medial epikondilin yükselmiş bölümü m. flexor carpi radialis, m. flexor carpi ulnaris, m. pronator teres ile yüzeysel ve derin dijital fleksör kaslarının ortak orijin alanıdır; dirseğin medial kollateral bağı da bu yapıya tutunur (Evans & de Lahunta, 2009). Olekranon fossası, humerus kondilinin kaudal yüzeyinde yer alan derin bir çukurdur ve dirsek ekstansiyonu sırasında ulnanın ankoneal çıkıntısını kabul eder (Budras, 2009). Kondilin kranial yüzeyinde bulunan fossa radialis, olekranon fossası ile foramen supratrochleare aracılığıyla bağlantı kurar; bu foramenden yumuşak doku geçişi bulunmaz (Evans ve Lahunta, 2009).

1.2.Radius / Ulna

Antebrachium, radius ve ulna olmak üzere iki kemikten oluşur ve bu kemikler birlikte ön kol iskeletini meydana getirir (Budras, Fricke ve Richter, 2009; Evans ve Lahunta, 2009). Radius, antebrachiumun daha kısa ve medialde yer alan kemiğidir. Proksimal ucunda bulunan radius başı, humerusun capitulum humeri'si ile ve ulna üzerindeki radial çentik ile eklemleşir (Budras, 2009). Radiusun belirgin bir boynu bulunur ve boynun kaudomedial yüzeyinde, m. biceps brachii'nin insersiyon alanı olan radial tüberozite yer alır; bu kas dirsek fleksiyonunda ve özellikle kedilerde ön kolun supinasyonunda rol oynar (Evans ve Lahunta, 2009; Montavon, Voss ve Langley-Hobbs,

2009). Radius gövdesi kraniokaudal yönde hafifçe basıktır ve distal uçta genişleyerek karpal kemiklerle eklem yapan radius trokleasını oluşturur. Radiusun kranial yüzeyi boyunca m. extensor carpi radialis, m. extensor digitorum communis ve m. extensor digitorum lateralis tendonları seyreder ve bu kaslar karpal ve dijital eklemlerin ekstansiyonunda görev alır (Evans ve Lahunta, 2009). Distal ucun medialinde medial stiloid çıkıntı, lateralinde ise ulna ile eklem yapan ulnar çentik bulunur; bu bölgeler karpal eklem stabilitesine katkı sağlar (Budras, 2009). Ulna, antebrachiumun daha uzun ve kaudolateralde yer alan kemiğidir. Proksimal uçta bulunan olekranon, özellikle m. triceps brachii için güçlü bir kaldıraç noktası oluşturarak dirsek ekstansiyonunda temel rol oynar (Budras, 2009). Olekranonun kranial yüzünde yer alan yarım ay şeklindeki troklear çentik, humerusun trochlea humerisi ile eklemleşir ve dirsek eklemının menteşe tipi hareketini sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Çentiğin proksimal ucunda bulunan ankoneal çıkıntı, dirsek ekstansiyonu sırasında humerusun olekranon fossasına oturur. Çentiğin distalinde ise humerus ve radius ile ilişkili medial ve lateral koronoid çıkıntılar yer alır; bu bölgeler eklem stabilitesinde önemli rol oynar (Evans ve Lahunta, 2009). Ulna gövdesi proksimalde geniş, distale doğru giderek incelen bir yapı gösterir. Medial yüzeyde belirgin bir interosseöz sınır bulunur ve bu bölge radius ile bağ dokusu bağlantısına olanak tanır; aynı zamanda m. flexor digitorum profundus'un ulnar başı ile m. flexor carpi ulnaris'in bir bölümü bu kemikle ilişkilidir. Ulnanın distal ucu ulna başı olarak adlandırılır; medialde radius ile, distalde ise ulnar ve aksesuar karpal kemiklerle

eklemleşir ve lateral stiloid çıkıntı ile sonlanır (Budras, 2009; Evans ve Lahunta, 2009). Radius ve ulna arasındaki interosseöz boşluk, özellikle distal üçte birlik bölgede belirgin şekilde geniştir ve bu alan önemli vasküler ve baē dokusu yapılarının getiēi bir bölgedir (Gemmill ve Clements, 2016). Bu boşluk aynı zamanda kasların mekanik etkilerini kemikler arasında dengeleyen bir alan oluşturur. Kedilerde radius ve ulna arasındaki baē dokusu baēlantısı köpeklere kıyasla daha gevşektir; bu durum kedilerde pronasyon ve supinasyon hareketlerinin çok daha geniş bir açıyla yapılabilmesini saēlar ve bu hareketlere m. pronator teres ile m. supinator önemli katkı saēlar. Dirsek eklemi; humeroradial, humeroulnar ve radioulnar eklem yüzeylerinden oluşur. Kedilerde trochlea humeri'nin şekli nedeniyle dirsek fleksiyonu sırasında radius ve ulna medial yönde hareket etme eğilimi gösterir. Kollateral baēların ulnar bölümleri hareket boyunca gergin kalırken, radyal bölümleri fleksiyonda gevşer; bu durum radius başının daha geniş bir dönme aralıēı kazanmasına olanak saēlar ve kas-eklem uyumunu artırır (Montavon, 2009). Antebrachiumun damar anatomisinin doēru şekilde anlaşılması, kırık planlaması ve cerrahi girişimlerde oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından büyük önem taşır. Radiusun kanlanması, diyafizin proksimal-orta birleşim bölgesinde yer alan besleyici arter aracılıēıyla saēlanır; metafiz damarları periartiküler pleksustan çıkarak korteksi radyal yönde deler ve terminal besleyici arter dallarıyla anastomoz yapar. Radiusun kranial yüzeyindeki periosteal damar aēı, bu bölgede seyreden ekstansör kaslarla yakın ilişki içerisindedir ve erken kırık iyileşmesinde kritik rol oynar (Gemmill ve Clements, 2016).

1.3.Femur

Femur hem kedi hem de köpekte arka ekstremitenin temel taşıyıcı kemiği olup vücuttaki en büyük ve en güçlü uzun kemiktir (Evans ve Lahunta, 2009). Köpeklerde kalça eklemının fleksiyon açısı ortalama olarak 110° civarındayken, diz ekleminde fleksiyon açısı genellikle 130–135° arasında değişir. Kedilerde ise arka ekstremitenin daha esnek kullanımı nedeniyle özellikle diz ekleminde fleksiyon kapasitesi göreceli olarak daha fazladır (Budras, Fricke ve Richter, 2009; Montavon, Voss ve Langley-Hobbs, 2009). Femur, silindirik bir gövde ile iki ucu genişlemiş tipik bir uzun kemik yapısına sahiptir ve bu morfoloji hem yük taşımaya hem de geniş kas tutunmalarına olanak sağlar. Femurun proksimal ucu, medial yüzeyinde neredeyse yarım küre şeklinde, pürüzsüz bir eklem yüzeyi oluşturan femur başını (caput femoris) taşır. Femur başı, acetabulum ile eklemleşerek kalça eklemını oluşturur (Evans ve Lahunta, 2009). Başın eklem yüzeyinde, merkezine yakın bir noktadan başlayıp kaudomedial kenara doğru uzanan küçük ve sığ bir çukur bulunur; bu yapı fovea capitis femoris olarak adlandırılır ve ligamentum capitis femoris'in tutunma yeridir. Bu bağ, özellikle kedilerde kalça eklemi stabilitesinde önemli rol oynar (Montavon, 2009). Femur başı, kısa ancak belirgin olan collum femoris aracılığıyla kemiğin proksimal bölümüne bağlanır ve bu boyun bölgesi eklem kapsülünün tutunduğu anatomik sınırı oluşturur (Budras, 2009). Proksimal ekstremitenin en belirgin çıkıntısı trochanter majordur ve femur başının hemen lateralinde yer alır. Bu yapı, m. gluteus medius ve m. gluteus profundus için temel insersiyon

alanını oluşturur ve kalça eklemine ekstansiyonunda önemli rol oynar (Evans ve Lahunta, 2009). Büyük trokanterin medial yüzünde yer alan derin çukur fossa trochanterica, m. gemelli ile m. obturator internus ve externus kaslarının insersiyon alanıdır; bu kaslar özellikle kalça eklemine rotasyonunda etkilidir (Budras, 2009). Kedilerde bu kasların fonksiyonel önemi, tırmanma ve sıçrama gibi kompleks arka ekstremité hareketleri nedeniyle daha belirgindir (Montavon, 2009). Femur gövdesinin medial yüzeyinde yer alan trochanter minor, piramidal bir çıkıntı şeklindedir ve m. iliopsoas'ın insersiyon alanını oluşturur. Bu kas, kalça fleksiyonunun ana kaslarından biridir ve kedilerde femurun kraniyal çekilmesinde önemli rol oynar (Evans ve Lahunta, 2009). Büyük trokanter ile küçük trokanter arasında uzanan kemik sırt crista intertrochanterica'yı oluşturur ve bu yapı m. quadratus femoris için tutunma yüzeyi sağlar. Crista intertrochanterica, fossa trochanterica'nın kaudolateral sınırını da belirler (Budras, 2009). Trochanter tertius, büyük trokanterin tabanında yer alan ve m. gluteus superficialis tutunduğu pürüzlü bir alan olarak tanımlanır; köpeklerde genellikle zayıf gelişmişken, kedilerde bazı bireylerde daha belirgin olabilir (Evans ve Lahunta, 2009). Küçük ve üçüncü trokanterler yaklaşık olarak aynı transvers düzlemde yer alır. Femur gövdesi kranial yönden hafif dışbükeydir ve bu yüzey, m. quadriceps femoris'in vastus bölümleri (vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermedius) için geniş bir tutunma alanı sunar (Budras, 2009). Bu kas grubu diz eklemine ana ekstansördür ve hem kedi hem köpekte lokomasyonun temel bileşenlerinden biridir. Femurun kaudal yüzeyi ise pürüzlüdür ve medial ve lateral dudaklar

(labium mediale ve laterale) ile sınırlandırılır. Dudaklar femurun orta kısmında birbirine yakinken, proksimal ve distal yönde giderek birbirinden uzaklaşır (Evans ve Lahunta, 2009). Medial dudağın proksimal bölümü trochanter minor düzeyinde sonlanırken, lateral dudağın proksimal bölümü trochanter tertius ile ilişkilidir. Kaudal yüzeyin büyük bir bölümü m. adductor için geniş bir insersiyon alanı oluşturur. M. pectineus, medial dudağın distal kısmına uzanırken, m. semimembranosus da bu bölgeye tutunur ve kalça ile diz eklemlerinin hareketlerinde rol oynar (Budras, 2009). Femurun distal ucu, diz eklemine katılımına katılan karmaşık eklem yüzeylerinden meydana gelir. Kraniodistal yüzde yer alan trochlea femoris, patella ile eklemleşen geniş ve pürüzsüz bir oluk oluşturur. Medial troklear çıkıntı genellikle lateralden daha geniştir; bu durum patellanın medial yönde stabilizasyonuna katkı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Patella, m. quadriceps femoris tendonunda yer alan bir sesamoid kemik olup diz ekstansiyonunda kuvvet kolunu artırır ve tendonun eklem üzerinden uygun bir açıyla geçmesini sağlar (Budras, 2009). Trochlea femoris, distalde medial ve lateral kondiller ile devam eder. Bu kondiller, derin ve geniş bir çukur olan fossa intercondylaris ile birbirinden ayrılır. Fossanın derin kısmı, diz eklemine stabilitesinde kritik rol oynayan ön ve arka çapraz bağların tutunma alanıdır (Evans ve Lahunta, 2009). Her kondilin kaudodorsal yüzeyinde, m. gastrocnemius'un medial ve lateral başlarının tendonları içinde bulunan birer sesamoid kemik olan fabellalar yer alır. Bu yapıların hemen proksimalinde tuberositas supracondylaris medialis ve lateralis bulunur ve gastrocnemius kası bu alanlardan köken alır. Ayrıca m.

flexor digitorum superficialis'in lifleri lateral suprakondiler bölgeyle ilişkilidir (Budras, 2009). Femurun distal kaudal yüzeyinde yer alan facies poplitea, kondillerin hemen proksimalinde bulunan geniş, düz ve üçgen bir alandır. M. popliteus, lateral epikondil bölgesinden köken alarak bu yüzey üzerinden seyreder ve diz ekleminin kilidinin açılmasında görev alır (Evans ve Lahunta, 2009). Medial ve lateral epikondiller, diz ekleminin kollateral bağlarının tutunduğu pürüzlü alanlardır. Lateral epikondil aynı zamanda m. extensor digitorum longusun köken aldığı fossa extensoriayı içerir. M. semimembranosus ise medial epikondilin hemen proksimaline yerleşir ve diz fleksiyonunda rol oynar (Budras, 2009). Femur, kedi ve köpekte hem güçlü kas tutunmaları hem de karmaşık eklem yüzeyleri sayesinde arka ekstremitenin temel fonksiyonel birimini oluşturur. Türler arasındaki morfolojik ve fonksiyonel farklılıklar, özellikle kas–eklem ilişkilerinde belirginleşmekte ve bu durum ortopedik değerlendirme ile cerrahi planlamada mutlaka dikkate alınmalıdır (Evans ve Lahunta, 2009; Montavon, 2009).

1.4.Tibia / Fibula

Tibia, kedi ve köpekte arka ekstremitenin ana taşıyıcı uzun kemiğidir ve diz ile tarsal eklemler arasında yük aktarımında temel rol oynar. Tibianın proksimal ucu, femurun distal ucundan daha geniştir ve hem transversal hem de kranioyokaudal yönde genişlemiş bir eklem yüzeyine sahiptir. Bu yüzey, medial ve lateral olmak üzere iki nispeten düz kondilden oluşur ve kondiller interkondiler çıkıntı ile birbirinden ayrılır (Evans ve Lahunta, 2009). Her iki kondilde hem

eklem yapan yüzeyler hem de bunlara komşu eklemsiz alanlar bulunur; lateral kondil yapısal olarak daha belirgindir. Lateral kondilin dış yüzeyinde, fibula başı ile eklemleşmeye uygun bir faset yer alır. Bu bölge aynı zamanda m. fibularis (peroneus) longus ile m. tibialis cranialis için orijin alanı oluşturur ve bu kaslar ayak bileği ve parmak hareketlerinde önemli rol oynar (Montavon, 2009). M. popliteus'un başlangıç tendonunda yer alan küçük bir susamoid kemik, tibianın kaudolateral kondili ile eklemleşir ve diz eklemının kilidinin açılmasına katkı sağlar. Medial kondil ise özellikle m. semimembranosus'un tutunduğu yüzeyleri barındırır ve diz fleksiyonunda görev alır (Evans ve Lahunta, 2009). Femur ve tibia kondilleri arasında yer alan boşluk, medial ve lateral menisküsler tarafından doldurulur. Bu fibrokıkırdak yapılar, eklem yüzeyleri arasındaki uyumu artırarak yük dağılımını düzenler ve diz eklemının stabilitesine katkı sağlar (Montavon, 2009). Kondillerin arasında yükselen interkondiler çıkıntı, iki ince tüberkülden ve bunların arasında yer alan sığ bir interkondiler alandan oluşur. Çıkıntının kranialinde bulunan kranial interkondiler alan, menisküslerin ön bölümleri ile kranial çapraz bağın tutunma yüzeyini oluşturur. Kaudalinde yer alan kaudal interkondiler alan ise medial menisküsün kaudal bölümünün tutunma yeridir. Bu alanın hemen arkasında, popliteal damarların geçtiği popliteal çentik bulunur (Evans ve Lahunta, 2009). Tibianın proksimokranial yüzeyinde yer alan büyük ve dörtgen çıkıntılı olan tibial tüberozite, başta m. quadriceps femoris olmak üzere m. biceps femoris ve m. sartorius kaslarının, patella ve ligamentum patellae aracılığıyla bağlandığı önemli bir yapıdır. Bu kas

grubu diz ekleminin ana ekstansör mekanizmasını oluşturur ve özellikle köpekte koşu sırasında yük taşımada kritik rol oynar (Montavon, 2009). Tibial tüberozitenin distalinden itibaren tibia'nın kranial sınırı başlar ve gövde boyunca kaudolaterale doğru hafif bir eğim gösterir. Bu sınıra m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. gracilis ve m. sartorius tamamen ya da kısmen tutunur. Lateral kondil ile tibial tüberozitenin birleşim yerinde bulunan küçük ve pürüzsüz çukur sulcus extensorius olarak adlandırılır ve m. extensor digitorum longus'un tendonu bu oluk üzerinden geçerek distale yönelir (Evans ve Lahunta, 2009). Tibia gövdesi proksimalde üçgen kesitli, orta bölümde daha silindirik, distal bölümde ise dörtgen bir yapı sergiler. Gövdenin proksimomedial yüzeyi m. semitendinosus ve m. gracilis için tutunma alanı sağlar. Kaudal yüzeyin proksimal üçte birlik kısmında m. popliteus'un medial bölümü yer alırken, lateral bölüm m. flexor digitorum profundusun orijin alanını oluşturur (Evans ve Lahunta, 2009; Montavon, 2009). Tibia'nın distal ucu enine kesitte dörtgen şeklindedir ve burada cochlea tibia olarak adlandırılan eklem yüzeyi bulunur. Bu yapı, talusun proksimal troklear sırtlarını karşılayan iki uzunlamasına oluk içerir ve tarsal eklemin stabilitesine katkı sağlar (Evans ve Lahunta, 2009). Distal ucun medial tarafında medial malleolus yer alır. Bu yapının lateral yüzeyi, küçük bir eklem faseti aracılığıyla fibula ile eklemleşir. Tibia'nın distal yarısından hiçbir kas köken almaz; bu bölüm esas olarak eklem yüzeyleri ve bağ yapılarının yerleşimine hizmet eder. Fibula, tibia'nın lateralinde yer alan ince ve uzun bir kemiktir ve proksimal uç, gövde ve distal uç olmak üzere üç bölümden oluşur. Proksimal uçta bulunan fibula başı,

tibianın lateral kondili ile eklemleşir ve diz ekleminin lateral stabilitesine katkı sağlar. Fibulanın distal ucu lateral malleolusu oluşturur ve bu bölgede m. fibularis longus, m. fibularis brevis ve m. extensor digitorum lateralis tendonlarının geçtiği iki belirgin oluk bulunur. Bu oluklar, tendonların yön değiştirmesine olanak tanıyarak kas kuvvetinin etkin şekilde iletilmesini sağlar (Evans & de Lahunta, 2009). Fibulanın medial yüzeyi, tibianın distolateral yüzeyi ile talus arasında eklemleşmeye uygun belirgin bir faset taşır ve bu yapı tarsal eklemin bütünlüğüne katkıda bulunur. Kedilerde tibia ve fibula arasındaki bağ dokusu bağlantıları köpeğe kıyasla daha esnek olup, bu durum arka ekstremitenin daha geniş hareket açıklığına ve sıçrama yeteneğine katkı sağlar (Montavon, Voss & Langley-Hobbs, 2009)

2. KIRIKLARIN SINIFLANDIRMASI

Kırıkların tanımlanmasında kullanılan yöntemler, modern görüntüleme tekniklerinin mevcut olmadığı erken dönemlerde oldukça sınırlıydı. Bu dönemde kırıkları kaydetmenin ve cerrahlar arasında bilgi paylaşımının temel yolu çizimler yapmak ve sözlü tanımlamalara başvurmaktı. Ancak sözlü tariflerin en büyük sorunu, kullanılan terimlerin çoğunun üzerinde uzlaşıya varılmış, evrensel ve sınırları net biçimde belirlenmiş tanımlarının bulunmamasıdır. Örneğin bir kırığın hâlâ “transversal” olarak tanımlanabilmesi için kırık hattının hangi dereceye kadar yatık olabileceği çoğu zaman belirsizdir (Piermattei, Flo ve DeCamp, 2016). Terminolojide bir standardizasyonun olmaması, özellikle farklı merkezlerde çalışan cerrahlar arasında kavramsal tutarsızlıklara yol açmakta ve klinik iletişimi

güçleştirmektedir. Cerrahların nadir kırık tiplerinde deneyimlerinin sınırlı olabildiği düşünüldüğünde, bilgi alışverişinin önemi daha da belirgin hâle gelmektedir. Bu nedenle kırıkların sınıflandırılmasında ortak bir dil oluşturulması; tanı, tedavi planlama ve bilimsel veri paylaşımı açısından kritik bir gerekliliktir (Fossum, 2019). X-ışınlarının keşfi ve ardından bilgisayarlı tomografi ile manyetik rezonans görüntüleme gibi ileri görüntüleme yöntemlerinin geliştirilmesi, kırıkların değerlendirilmesi ve kayıt altına alınması sürecini köklü biçimde değiştirmiştir. Görüntülerin elektronik ortamda depolanabilmesi ve hızlı bir şekilde aktarılabilmesi, vakalara ilişkin bilgilerin kısa sürede paylaşılmasını ve farklı coğrafyalardaki uzmanlardan görüş alınmasını mümkün kılmıştır (Johnston ve Tobias, 2018). Günümüzde üç boyutlu yazıcı teknolojisinin yaygınlaşması da kırık bölgesinin gerçek boyutlu modellerinin incelenmesine olanak sağlamış; bu durum hem tanısal doğruluğu hem de cerrahi planlamayı önemli ölçüde geliştirmiştir. Bununla birlikte, geniş vaka serilerinin değerlendirilebilmesi ve araştırma sonuçlarının karşılaştırılabilir olması için standart bir sınıflandırma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla kırıkların üzerinde uzlaşılan tanımlara göre alfanümerik gruplara ayrılması, uluslararası ölçekte giderek daha fazla benimsenen bir yöntem hâline gelmiştir (Müller, 1990). Ancak bu tür sistemlerin geliştirilmesindeki temel güçlük, hangi bilgilerin sisteme dâhil edileceği ve kodlama yapısının ne kadar ayrıntılı olması gerektiğidir. Sınıflandırma sistemi aşırı karmaşık hâle geldiğinde kullanıcı açısından kodlama zorlaşmakta, bu da hatalara ve yorum farklılıklarına yol açabilmektedir (AO/ASIF, 1996). Öte yandan

sistem çok basit olduğunda, kırığın tedavisini yönlendirebilecek kritik bilgiler sınıflandırma dışı kalabilmektedir. Küçük hayvan ortopedisinde hâlâ tek ve evrensel olarak kabul edilmiş bir sınıflandırma sistemi bulunmamaktadır. İnsan ortopedisinde yaygın olarak kullanılan AO/ASIF sınıflandırma sistemi, kırıkları etkilenen kemiğe, kırık hattının anatomik lokalizasyonuna, morfolojisine ve fragman temasının derecesine göre tanımlar ve alfanümerik bir kodlama yapısı kullanır (AO/ASIF, 1996; Müller, 1990). Bu sistemin avantajı, elektronik görüntü arşivleme sistemleriyle uyumlu olması ve klinik verilerin standardizasyonunu kolaylaştırmasıdır. Benzer bir sınıflandırma yaklaşımı at kırıkları için de geliştirilmiş olup, uzun kemik kırıklarının değerlendirilebilmesi için uzmanlara ortak bir terminoloji sunmaktadır (Fackelman, Stover ve Taylor, 1993). Veteriner ortopedide kırıkların sınıflandırılması, fraktürün morfolojisi, etiyojisi, stabilite özellikleri, eklemlle ilişkisi, yumuşak doku hasarı ve büyüme plağına olan yakınlığının değerlendirilmesiyle yapılır. Klasik olarak kırıkların nedenine dayalı sınıflandırma, travmatik, patolojik ve yorgunluk kırıkları şeklinde tanımlanır. Travmatik kırıklar genellikle yüksek enerjili dış kuvvetlere bağılı olarak ortaya çıkmakta ve çoğu zaman eşlik eden yumuşak doku hasarı nedeniyle karmaşık bir klinik tablo oluşturabilmektedir (Fossum, 2019; Brinker, Piermattei ve Flo, 2016). Kırıkların etiyojolojik olarak sınıflandırılması, travmanın tipi, kemiğin önceden mevcut durumu ve uygulanan kuvvetin karakteri hakkında önemli bilgiler sağlar. Bu yaklaşım hem altta yatan patolojinin anlaşılması hem de tedavi ve prognozun belirlenmesi açısından klinisyene yol göstericidir (Piermattei, Flo ve

DeCamp, 2016; Fossum, 2019). Direkt kırıklarda kırığı oluşturan travmatik kuvvet, doğrudan kırığın meydana geldiği bölgeye etki eder. Örneğin, araç tekerleğinin ekstremité üzerine basması, sert bir cisimle vurma ya da lokalize bir ezilme travması sonrası görülen kırıklar bu gruba girer. Travma enerjisinin büyük kısmı uygulandığı bölge tarafından absorbe edildiğinden, sıklıkla parçalı kırıklar, ciddi yumuşak doku zedelenmesi ve bazen açık kırık oluşumu ile birlikte dir (Brinker, Piermattei ve Flo, 1997). Direkt kırıklarda; deri, kas, damar ve sinir dokusunda meydana gelen eşlik eden hasar, prognozu belirleyen temel faktörlerdendir. Özellikle yüksek enerjili travmalarda, lokal dolaşımın bozulması, nekroz ve enfeksiyon riski artar. Bu nedenle bu olgularda yalnızca kemik stabilizasyonuna odaklanmak yetersizdir; aynı zamanda kapsamlı bir yumuşak doku değeriendirme si ve gerektiğinde rekonstrüktif cerrahi planlaması yapılmalıdır (Johnston ve Tobias, 2018). İndirekt kırıklarda travma vücudun bir bölgesine uygulanır, ancak kırık başka bir segmentte meydana gelir. Travma enerjisi kemik ve yumuşak dokular boyunca iletilerek daha uzaktaki bir bölgede kırığa neden olur. Örneğin, yüksekte n düşen bir köpekte ön ekstremitéye binen aksiyel yüklenme sonucunda radius-ulna diafizinde ya da humerusta kırık gelişmesi tipiktir. Bu kırıklarda kas çekişi, bükülme torsiyon ve aksiyel yüklenme gibi biyomekanik kuvvetler kırık hattının yönünü ve morfolojisini belirler. Dolayısıyla indirekt kırıklarda kırık hattı çoğu zaman oblik veya spiral karakterdedir (Piermattei, 2016). Klinik olarak yumuşak doku hasarı, travma alanından ziyade kırığın meydana geldiği bölgede gözlenir ve çoğu zaman cilt bütünlüğü korunmuştur.

Patolojik kırıklar, normalde kırığa yol açmayacak düzeydeki fizyolojik veya minimal travmatik kuvvetler altında, önceden zayıflamış kemik dokuda meydana gelen kırıklardır. Kemiğin zayıflamasının altında yatan nedenler; primer veya metastatik neoplaziler, osteomyelit, metabolik kemik hastalıkları (ör. nutrisyonel sekonder hiperparatiroidi, renal osteodistrofi), osteoporoz ya da konjenital iskelet bozuklukları olabilir (Johnston ve Tobias, 2018; Newton ve Nunamaker, 1985). Tipik olarak hayvanın hafif travma, zıplama veya normal aktivite sonrası ani topallık geliştirmesi ve radyografide kemik yapısında litik alanlar, kortikal incelme ya da kitle görünümü saptanması patolojik kırığı düşündürür. Bu olgularda tedavi planlanırken yalnızca kırığın stabilize edilmesi değil, aynı zamanda altta yatan hastalığın tanı ve tedavisi de mutlaka ele alınmalıdır. Aksi takdirde rekürrens ve iyileşme problemleri kaçınılmazdır. Stres ya da yorgunluk kırıkları, kemiğin uzun süreli ve tekrarlayan submaksimal yüklenmelere maruz kalması sonucu oluşan mikrotravmaların zamanla birikmesiyle ortaya çıkar. Tek bir büyük travma yerine, özellikle performans köpeklerinde, yoğun egzersiz programlarına ani başlanması, uygunsuz antrenman ya da yetersiz kondisyon bu tür kırıklara zemin hazırlayabilir (Millis ve Levine, 2014). Başlangıçta sadece periostal reaksiyon veya hafif kortikal kalınlaşma ile seyreden bu lezyonlar, erken dönemde radyografide zor fark edilebilir. Klinik şüphe varlığında ileri görüntüleme yöntemleri (bilgisayarlı tomografi, sintigrafi) tanıda önemli rol oynar. Yüklenmenin azaltılması, dinlenme ve stabilizasyon, çoğu stres kırığında tedavinin temelini oluşturur. Kırıkların deri ve yumuşak doku bütünlüğü ile ilişkili olarak

sınıflandırılması, enfeksiyon riski, cerrahi yaklaşım ve prognoz açısından büyük önem taşır (Brinker, 1997; Fossum, 2019). Kapalı kırıkta kırık hattının üzerindeki deri ve cilt altı dokuların bütünlüğü korunmuştur ve kırık dış ortamla temas halinde değildir. Buna rağmen, periost, kaslar, damarlar ve sinirler değişen derecelerde zedelenmiş olabilir. Kapalı kırıklar, açık kırıklara göre daha düşük enfeksiyon riski taşırlar; ancak hematoma, ödem ve doku içi basınç artışı gibi komplikasyonlara neden olabilirler. Özellikle şiddetli kontüzyon içeren kapalı kırıklarda, kompartman sendromu riski de göz önünde bulundurulmalıdır (Johnston ve Tobias, 2018). Kapalı kırıkların tedavisinde temel hedef, uygun stabilizasyon sağlayarak ağrının kontrolü ve fonksiyonun geri kazanılmasıdır. Enfeksiyon riski düşük olmakla birlikte, ağır yumuşak doku hasarı ve geniş hematoma varlığında profilaktik antibiyotik kullanımı gerekebilir. Açık kırıkta deri ve yumuşak doku bütünlüğü bozulmuş ve kırık hattı dış ortamla iletişim haline gelmiştir. Kemik fragmanları dışarı çıkmış olabilir ya da penetran bir cisim aracılığıyla dışarıdan içeriye doğru bir kontaminasyon söz konusudur. Bu kırıklar yüksek enfeksiyon ve osteomyelit riskinden dolayı ortopedik acil olarak değerlendirilir (Brinker, 1997; Fossum, 2019). Veteriner hekimlikte insan tıbbında kullanılan Gustilo-Anderson sınıflandırması uyarlanarak, açık kırıklar yumuşak doku hasarının boyutu, kontaminasyon derecesi ve travma enerjisine göre sınıflandırılabilir. Tedavide erken ve kapsamlı debridman, bol irigasyon, uygun geniş spektrumlu antibiyotik tedavisi ve mümkün olan en kısa sürede stabil fiksasyon sağlanması büyük önem taşır. Yetersiz debridman veya gecikmiş müdahale, non-union,

malunion ve kronik enfeksiyon gibi komplikasyonlara yol açabilir. Kırıkların morfolojik özelliklerine göre sınıflandırılması, kırığın oluş mekanizması, biyomekanik davranışı ve seçilecek fiksasyon yöntemi hakkında değerli bilgiler sunar (Müller, 1990; Piermattei, 2016). Transversal kırıkta kırık hattı, kemiğin uzun eksenine yaklaşık olarak dik (yaklaşık 90°) seyreder. Genellikle bükülme (bending) kuvvetleri ile ilişkilidir. Kırık yüzeyleri geniş temas alanına sahip olduğundan, uygun stabilizasyonla iyi bir mekanik uyum sağlanabilir (Piermattei, 2016). Ancak kas çekişine bağlı minimal angulasyon gelişebilir. Transversal kırıklar, özellikle interfragmenter kompresyon kırıklarda intramedüller pin veya plak kombinasyonlarıyla yeterli stabilite elde edilebilir (Fossum, 2019). Oblik kırıklarda kırık hattı, kemiğin uzun eksenine belirli bir açı yaparak eğik bir seyir izler. Kısa oblik kırıklar, kırık hattının uzunluğunun korteks genişliğine yakın olduğu; uzun oblik kırıklar ise kırık hattının daha uzun mesafe kat ettiği olgulardır. Oluş mekanizmasında bükülme ve aksiyel yüklenme birlikte rol oynar (Newton ve Nunamaker, 1985). Oblik kırıklarda kırık yüzeyleri arasında kayma kuvvetleri belirgindir. Bu nedenle yalnızca intramedüller pinleme gibi yöntemler çoğu zaman yeterli stabilite sağlayamaz; ek olarak serklaj telleri veya plak-vida sistemleri kullanılması önerilir (Fossum, 2019). Spiral kırıklar, kemiğin kendi uzun eksenine etrafında torsiyonel bir kuvvetle dönmesi sonucunda ortaya çıkar. Kırık hattı kemik çevresinde helikal bir yol izler. Özellikle ani burkulmalar veya ekstremiteler sabitken gövdenin dönmesi gibi mekanizmalar spiral kırığa neden olur (Piermattei, 2016). Spiral kırıklarda fragmanlar arasında hem kayma hem de rotasyonel

instabilite belirgindir. Bu nedenle cerrahi stabilizasyon planlanırken rotasyonel kontrolü sağlayacak implant kombinasyonları (ör. intramedüller pin + plak, plak-vida sistemleri) tercih edilmelidir. Avülsiyon kırıkları, tendon veya ligamentlerin yapışma bölgelerinde, ani ve güçlü bir çekiş kuvveti sonucu küçük bir kemik parçasının kopması ile karakterizedir. Örneğin, tibial tüberozitenin patellar ligaman çekişiyle kırılması veya tuber calcanei bölgesinde aşıl tendonu kaynaklı avülsiyonlar klasik örneklerdir (Brinker, 1997). Bu kırıklar çoğu zaman genç hayvanlarda, büyüme plakalarının henüz kapanmadığı dönemde görülür. Stabilizasyon için çoğunlukla pin-özü teller veya vida-şapka teknikleri uygulanır. Uygun anatomik redüksiyon sağlanmadığında, ilgili kas-tendon ünitesinin fonksiyonel kaybı ve ciddi topallık gelişebilir. Kırığın kemiğin hangi anatomik segmentinde meydana geldiği, kanlanma, biyomekanik yüklenme ve iyileşme potansiyeli bakımından önemli farklılıklar gösterir (Piermattei, 2016; Johnston ve Tobias, 2018). Epifiz, uzun kemiklerin ekleme komşu, eklem kırırdağı ile kaplı uç kısımlarını ifade eder. Epifiz kırıklar çoğu zaman eklem yüzeyini de içerdiği için intraartiküler kırık özelliği taşır. Bu kırıklar genç hayvanlarda sıklıkla büyüme plağı (fızis) ile ilişkili olabilir ve Salter–Harris sınıflamasına göre tanımlanır (Salter ve Harris, 1963). Epifiz kırıklarda amaç, eklem yüzeyinin mümkün olduğunca anatomik olarak restore edilmesi ve erken dönemde stabil fiksasyon sağlanmasıdır. Aksi halde eklem kongruensinin bozulmasına bağı olarak sekonder osteoartrit, kronik ağı ve fonksiyon kaybı gelişebilir. Diyafiz, uzun kemiklerin orta, silindirik gövde kısmıdır. Diyafiz kırıklar, köpek ve kedilerde en sık

karşılaşılan kırık tiplerinden biridir. Bu bölgenin kanlanması relatif olarak iyi olmakla birlikte, çevre kas gruplarının çekişi nedeniyle fragmanlar arasında belirgin angulasyon, rotasyon ve kısalma gelişebilir (Piermattei, 2016). Diyafizer kırıklarda kullanılan fiksasyon yöntemleri; intramedüller pinleme, plak-vida sistemleri, eksternal fiksatörler veya bu tekniklerin kombinasyonlarıdır. Biyolojik fiksasyon prensipleri minimal invaziv plak osteosentezi vb. özellikle parçalı diafizer kırıklarda yumuşak doku bütünlüğünü koruyarak iyileşmeyi destekler (Johnston ve Tobias, 2018). Suprakondiler kırıklar, uzun kemiklerin distal veya proksimal eklem yüzeyine komşu metafizer bölgede, kondillerin hemen üzerinde yer alan kırıkları ifade eder. Özellikle humerus ve femurda, dirsek ve diz eklemine komşu bölgede görülen suprakondiler kırıklar klinik açıdan önemlidir (Newton ve Nunamaker, 1985). Bu bölgede geniş kas kitleleri ve önemli nörovasküler yapılar bulunduğu için, kırık çoğu zaman belirgin deformite ve fonksiyon kaybı ile seyreder. Ayrıca eklem yüzeyine çok yakın lokalizasyon, eklem stabilitesini ve hareket açıklığını etkileyebilir. Tedavide çoğunlukla plak-vida sistemleri veya çapraz pinleme teknikleri kullanılır. Anatomik redüksiyon sağlanamadığı takdirde, eklem kontraktürü, dejeneratif eklem hastalığı ve kalıcı topallık gibi komplikasyonlar ortaya çıkabilir.

3. KIRIK İYİLEŞMESİ

Kırık iyileşmesi, tüm hayvan türlerinde biyolojik olarak benzer evrelerden oluşan, yüksek düzeyde organize ve hücresel süreçlerin hem mekanik hem de biyokimyasal uyarılarla düzenlendiği karmaşık

bir rejenerasyon mekanizmasıdır. İyileşmenin başlangıcında kırık hattında meydana gelen damar yırtıkları, dokusal bütünlüğün bozulması ve hematoma oluşumu, sürecin ilerleyen evrelerini belirleyen temel biyolojik zemin oluşturur (Fossum, 2019; Piermattei, Flo ve DeCamp, 2016). Kedi, köpek ve diğer tüm memeli türlerinde kırık iyileşmesi genel olarak inflamasyon, yumuşak kallus, sert kallus ve remodelling olmak üzere dört temel fazdan oluşur. Ancak iyileşmenin biyomekanik özellikleri, kırığın stabilitesi, lokal kanlanma, enfeksiyon varlığı ve hayvanın sistemik durumu gibi faktörlere bağlı olarak her evrede farklı hızlarda ilerleyebilir (Brinker, Piermattei ve Flo, 2016; Johnson, Hulse ve Butler, 2020). Bu nedenle kırık tamiri, tek bir biyolojik model tarafından değil, biyolojik ve mekanik ortamın ortak etkisiyle yönlendirilen dinamik bir süreçtir. Kırığın hemen ardından başlayan inflamasyon fazı, kırık iyileşmesinin en kritik erken dönemini oluşturur. Travma sonrası kan damarlarının yırtılmasıyla oluşan hematoma, fibrin ağı içinde pıhtılaşarak osteojenik hücrelerin göç edeceği bir matriks sağlar (Einhorn ve Gerstenfeld, 2015). Bu fazda inflamatuvar hücrelerden nötrofiller ve makrofajlar bölgeye göç eder ve debris temizliği yaparak iyileşme sürecinin devam edebilmesi için uygun biyolojik ortamı hazırlar (Marsell ve Einhorn, 2011). Makrofajlar aynı zamanda TGF- β , PDGF, IL-1 ve IL-6 gibi büyüme faktörlerini salgılayarak mezenkimal kök hücrelerin çoğalmasını ve osteoblast yönelimini tetikler (Gerstenfeld, 2003). Bu faz genel olarak 48–72 saat arasında sürmekle birlikte travmanın şiddetine, doku hasarına ve kanlanmanın durumuna göre uzayabilir (Fossum, 2019; Hulse ve Hyman, 2014). Kedilerde inflamasyon

fazının köpeklere kıyasla daha hızlı sonlandığını bildiren çalışmalar bulunmakla birlikte, bu farklılık klinik yönetimi değiştirecek düzeyde kabul edilmemektedir (Johnson, 2020). İnflamasyon fazını takiben ortaya çıkan yumuşak kallus (fibrokartilajinöz kallus) evresi, kırık uçları arasında biyolojik bir köprü oluşturulmasını sağlar. Bu süreçte mezenkimal hücreler fibroblast, kondroblast ve osteoblastlara farklılaşarak fibröz doku, kıkırdak dokusu ve ilk zayıf kemik matriksini oluşturur (Claes, Recknagel ve Ignatius, 2012). Yumuşak kallus evresinin temel özelliği, özellikle stabilitenin düşük olduğu kırıklarda kıkırdak dokusunun baskın olmasıdır; çünkü kıkırdak, düşük oksijen ortamlarında daha kolay gelişir (Einhorn, 1998). Bu evre, sekonder iyileşmenin en belirgin dönemlerinden biridir ve kırığın biyomekanik olarak kısmen stabil hale gelmesini sağlayarak mikro hareketlerin daha kontrollü bir şekilde yönlendirilmesine yardımcı olur (AO Foundation, 2018). Kallus oluşumunun miktarı farklı türlerde değişkenlik gösterebilir; örneğin kedilerde kallus formasyonu köpeklere kıyasla daha az belirgin olma eğilimindedir (Boudrieau, 2002). Bununla birlikte kallusun kalitesi ve dayanıklılığı, kırık hattındaki oksijenlenme, stabilite, doku canlılığı ve cerrahi teknikten önemli ölçüde etkilenir (Brinker, 2016; Gómez-Barrena, 2015). Yumuşak kallus evresinin ardından başlayan sert kallus (endochondral ossifikasyon) evresi, kıkırdak dokusunun mineralize kemik dokusuna dönüşmesiyle karakterizedir. Kondrositlerin hipertrofisi, kıkırdak matriksinin mineralizasyonu ve vaskülarizasyonun artışı bu dönüşümün temel biyolojik süreçleridir (Gerstenfeld, 2003). Yeni kemik oluşumu genellikle endokondral

ossifikasyonla başlar, ardından intramembranöz ossifikasyon ile desteklenir (Marsell ve Einhorn, 2011). Farklı hayvan türlerinde bu evrenin süresi çevresel ve biyomekanik faktörlere bağlıdır; örneğin genç hayvanlarda metabolik aktivitenin yüksek olması nedeniyle sert kallus oluşumu daha hızlıdır (Einhorn ve Gerstenfeld, 2015). Bu evrede kırık stabilitesi belirgin şekilde artmış olup, klinik olarak kırık bölgesinde ağrı azalır ve ekstremit fonksiyonu yavaşça geri dönmeye başlar (Fossum, 2019; Houlton, 2012). Kırık iyileşmesinin son aşaması olan remodelling evresi, sert kallusun lameller kemik yapısına dönüştürülmesi ve kemiğin orijinal anatomik ve mekanik özelliklerine yeniden kavuşmasını sağlar. Osteoklastların rezorpsiyonu ve osteoblastların yeni kemik matriksi üretimi arasındaki dengeli etkileşim, remodelling sürecinin temel biyomekanik mekanizmasını oluşturur (Parfitt, 2002). Bu evrede Wolff Yasası önemli rol oynar; yani kemiğin şekli ve iç yapısı üzerine uygulanan mekanik yüklenmelerin yönü ve büyüklüğü, yeniden yapılanmayı belirler (Cowin, 2001). Remodelling evresi haftalar ile aylar arasında değişebilir; ancak büyük ırk köpeklerde femur veya humerus gibi yüksek yük taşıyan kemiklerde 1 yıla kadar sürebildiği bildirilmiştir (Brinker, 2016). Kedilerde ise metabolik yenilenmenin daha hızlı olması nedeniyle remodelling süreci genellikle daha kısa sürer (Montavon, 2009). Kırık iyileşmesi iki ana biyolojik mekanizmayla gerçekleşebilir: primer (doğrudan) iyileşme ve sekonder iyileşme. Primer iyileşme, kırık uçları arasında minimal boşluk ve yüksek stabilite sağlandığında meydana gelir; bu süreçte kallus oluşumu görülmez ve kemik doğrudan osteonların kesintisiz ilerleyişiyle

iyileşir (Lanyon, 1987). Bu tür iyileşme, rijit plak fiksasyonu ve interfragmenter kompresyon uygulanan kırıklarda gözlenir (AO Foundation, 2018). Primer iyileşme daha fizyolojik kabul edilse de sadece çok stabil ortamlarda mümkündür (Einhorn, 1998). Sekonder iyileşme ise biyolojik olarak daha doğal süreçtir; kallus oluşumu, endokondral ossifikasyon ve remodelling aşamalarının tamamını içerir ve özellikle intramedüller pinleme, serklay veya minimal stabil ortamlarda gerçekleşir (Fossum, 2019; Piermattei, 2016). Hayvanların büyük çoğunluğunda sekonder iyileşme baskındır. Kırık iyileşmesinin biyomekaniği, mekanik stabilite ve doku biyolojisinin ortak etkisiyle şekillenir. Mikro hareketler sekonder iyileşmenin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar; düşük düzeyde mikro hareket kallus oluşumunu artırırken, aşırı hareket kallusun zayıf kalmasına ve iyileşmenin gecikmesine neden olabilir (Claes, 2012). Bu nedenle implant seçimi, kırık hattındaki biyomekanik koşullar dikkate alınarak yapılmalıdır. Aşırı rijit fiksasyon ise bazı çalışmalarda kallus oluşumunu sınırlayarak iyileşme sürecini uzattığı bildirilen bir durumdur (Perren, 2002). Bu nedenle modern ortopedide “optimal stabilite” yaklaşımı benimsenmiştir. Kırık iyileşmesini etkileyen lokal faktörler arasında doku kanlanması, periost bütünlüğü, enfeksiyon, kırık hattındaki boşluk ve yumuşak doku canlılığı sayılabilir. Periost, osteoblastların yoğun olduğu biyolojik olarak aktif bir dokudur ve periostun zarar gördüğü açık kırıklarda iyileşme belirgin şekilde yavaşlar (Marsell ve Einhorn, 2011). Enfeksiyon, kırık iyileşmesinin en ciddi engellerinden biridir ve osteomyelit gelişimi durumunda kallus formasyonu bozulur, remodelling süreci kesintiye uğrar (Gustilo ve Anderson,

1976; Horne, 1982). Sistemik faktörler arasında yaş, beslenme, endokrin durum, steroid kullanımı ve metabolik hastalıklar sayılabilir; örneğin Cushing sendromu veya hipotiroidizm gibi hormonal bozuklukların kırık iyileşmesini geciktirdiği gösterilmiştir (Newton ve Nunamaker, 1985). Kırık iyileşmesinin başarısız olduğu durumlar gecikmiş kaynama (delayed union), kaynamama (non-union) ve hatalı kaynama (malunion) şeklinde sınıflandırılır. Delayed union, normal iyileşme süresinin uzamasını ifade ederken; non-union, iyileşmenin biyolojik veya mekanik olarak tamamen durduğu patolojik bir durumdur (Brinker, 2016). Non-union özellikle kanlanması zayıf bölgelerde, enfeksiyon varlığında veya hatalı cerrahi teknik uygulandığında ortaya çıkar. Malunion ise kırığın yanlış pozisyonda iyileşmesiyle karakterizedir ve çoğu zaman yetersiz redüksiyon, stabilizasyon eksikliği veya hayvanın aşırı aktivitesiyle ilişkilidir (Fossum, 2019). Bu komplikasyonlar hem biyolojik hem mekanik ortamın bozulduğu durumlarda daha sık görülür ve yeniden cerrahi girişim gerektirebilir. Sonuç olarak kırık iyileşmesi, tüm hayvan türlerinde ortak biyolojik mekanizmalarla ilerleyen, ancak biyomekanik ve sistemik koşullara göre değişkenlik gösterebilen karmaşık bir rejenerasyon sürecidir. İnflamasyon, yumuşak kallus, sert kallus ve remodelling aşamalarının doğru anlaşılması, uygun cerrahi planlama ve postoperatif yönetim için temel oluşturur. Klinik ortopedide kırık iyileşmesine yönelik stratejilerin, biyolojik dokuyu korumayı, optimal stabilite sağlamayı ve enfeksiyon riskini minimize etmeyi amaçlaması, başarı oranlarını belirgin şekilde artırmaktadır (Einhorn ve Gerstenfeld, 2015; Johnson, 2020).

4. KLİNİK BULGULAR

Kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kırıklarının klinik bulguları, travma öyküsünün değerlendirilmesiyle başlar ve fizik muayene sırasında ortaya çıkan ağrı, fonksiyon kaybı, deformasyon, şişlik, krepitasyon, nörovasküler bozukluklar ve açık kırıklarda enfeksiyon riskine yönelik belirtilerle birlikte ele alınır. Evcil hayvanlarda ekstremite kırıklarının büyük çoğunluğu trafik kazaları, yüksekten düşme, ısırık yaralanmaları veya sıkışma gibi yüksek enerjili travmalara bağlı olarak ortaya çıkmakta ve bu olayları takip eden akut topallık, ekstremiteyi kullanamama ve belirgin ağrı tepkisi, klinisyeni hızlı bir şekilde kırık olasılığına yönlendirmektedir (Fossum, 2019; Brinker, Piermattei ve Flo, 2016). Travmatik olayın sahibi tarafından aktarılması, olgunun aciliyetinin belirlenmesinde ve eşlik edebilecek torasik, abdominal veya spinal yaralanmaların göz ardı edilmemesinde kritik önem taşır (Slatter, 2003; Tobias ve Johnston, 2013). Uzun ekstremite kırıklarının en erken ve en belirgin bulgularından biri akut fonksiyon kaybıdır. Hayvan çoğu zaman kırık ekstremiteye hiç yük vermez veya yalancı destek şeklinde minimal temasla hareket eder. Femur ve humerus kırıkları genellikle non-weight-bearing topallığa neden olurken radius-ulna kırıklarında bazı hastaların kısmi yük verebildiği bildirilmiştir (Johnson, Hulse ve Butler, 2020; Montavon, 2009). Kediler, köpeklerle kıyasla ağrı ve fonksiyon kaybını daha iyi maskeleyebilse de ekstremite kırıklarında pasif taşıma, iritabilite, agresyon ve kaçma davranışları yaygındır (Hulse ve Hyman, 2014; Bennett ve Morton, 2001). Bu nedenle uzun kemik kırıklarında

fonksiyon kaybı, klinik değerlendirmede en güvenilir tanısal bulgulardan biri olarak kabul edilir (Piermattei, Flo ve DeCamp, 2016). Travmaya bağlı gelişen şişlik, hematoma, dem ve yumuşak doku enflamasyonunun bir sonucu olup ekstremitenin hacimsel artışı ile kendini gösterir. Kas dokusunda meydana gelen kontüzyon, kapiller yırtıklar ve interstisyel sıvı birikimi palpasyonda ısı artışı, hassasiyet ve dolgunluk hissi oluşturur (Fossum, 2019; Newton ve Nunamaker, 1985). Kedi ve köpeklerin anatomik yapıları bu bulgunun şiddetini etkileyebilir; örneğin derin kas kitlelerine sahip büyük ırk köpeklerde şişlik belirgin olabilirken, zayıf vücutlu kedilerde dem daha sınırlı kalabilir (Tobias ve Johnston, 2013). Travmanın şiddetine bağlı olarak oluşan doku hasarı, şişlik artışı ile birlikte bölgesel hipoksi ve inflamatuvar mediatörlerin aktivasyonu sonucu klinik ağrıyı belirginleştirir (Bathe, 2007; Dyce, 2010). Ağrı, uzun ekstremitelerinde en baskın klinik bulgudur. Periferik nosiseptörlerin aktivasyonu, yumuşak doku gerilmesi ve kemik korteksinin bütünlüğünün bozulması sonucu meydana gelir. Manipülasyon sırasında vokalizasyon, ekstremiteleri geri çekme, hiperventilasyon ve davranışsal değişiklikler yaygın olarak gözlenir (Mathews, 2014). Kedilerde ağrının değerlendirilmesi köpeklere kıyasla daha güç olmakla birlikte, agresyon, saklanma, dokunmaya tepki verme ve ekstremiteleri kullanmayı reddetme gibi davranışsal bulgular kırığı düşündürür (Holden, 2014). Ağrının şiddeti, yumuşak doku hasarının yaygınlığı ve kırığın stabilitesine bağlı olarak değişir; instabil kırıklar daha yoğun ağrıya neden olur (Hulse ve Hyman, 2014; Brinker, 2016). Kırık bölgesinde görülen deformasyon,

ekstremitenin anatomik ekseninin bozulmasıyla ortaya çıkar ve fraktür için oldukça spesifik bir klinik bulgudur. Diyafizer kırıklarda kasların çekiş kuvveti, kemik uçlarının belirgin yer değiştirmesine yol açarak ekstremitenin kısalmış, rotasyona uğramış veya açılanmış görünmesine neden olabilir (Piermattei, 2016). Femur kırıklarında m. quadriceps femorisin çekişi, distal fragmanın kraniyal ve proksimal fragmanın kaudale doğru yer değiştirmesine neden olurken, humerus kırıklarında m. pectoralis major ve deltoideus'un etkisi rotasyonel deformasyon oluşturabilir (Fossum, 2019). Kedilerde yumuşak dokunun daha ince olması deformasyonun daha belirgin görülmesine yol açabilir (Aron ve Dewey, 1999). Krepitasyon, kırık uçlarının birbirine sürtünmesi sonucu hissedilen çıtırtı hissidir ve fraktür için oldukça karakteristiktir. Ancak krepitasyonun değerlendirilmesi sırasında aşırı manipülasyon yapılması yumuşak doku hasarını artırdığından minimal palpasyonla sınırlı kalmalıdır (Johnson, 2020; Tobias ve Johnston, 2013). Krepitasyon, özellikle parçalı kırıklarda daha belirgin olabilir, çünkü çok sayıda küçük fragmanın hareketi bu hissi güçlendirir (Slatter, 2003). Eklem içi kırıklarda ise krepitasyon hem kırıkta yüzeylerin ayrılması hem de sinovyal sıvı kaybıyla ilişkili olabilir (Montavon, 2009). Uzun ekstremitelerde kırıklarında nörovasküler değerlendirme, özellikle humerus, femur ve tibia kırıklarında son derece önemlidir çünkü kırık fragmanları sinir ve damarlar üzerinde bası veya laserasyon oluşturabilir. Humerus kırıklarında n. radialis yaralanması, carpal ekstensiyon kaybı ve “düşük pençe” görünümü ile kendini gösterebilir (Hulse ve Hyman, 2014). Femur kırıklarında n. ischiadicus'un etkilenmesi, patellar

refleksin bozulması ve tarsal fleksiyon yetmezliğiyle sonuçlanabilir (Piermattei, 2016). Vasküler bozukluklar ise ekstremitenin soğuması, kapiller dolum süresinin uzaması ve nabız kaybı gibi bulgularla değerlendirilir (Tobias ve Johnston, 2013). Arteria femoralis veya arteria brachialis'in hasarı ani iskemiye, nekroza veya kompartman sendromuna yol açabilir (Taylor, 2018; Owen ve Goodship, 1990). Açık kırıklar, hemoraji, kontaminasyon ve enfeksiyon riski nedeniyle klinik olarak en kritik kırık grubunu oluşturur. Açık kırıkların çoğu, yüksek enerjili travmaların bir sonucudur ve deride yırtılma, kas nekrozu, kemik fragmanlarının dış ortamla teması ve kontamine materyalin birikimi ile karakterizedir (Gustilo ve Anderson, 1976; Brinker, 2016). Bu tür olgularda yara çevresinde kötü koku, eksüdat artışı, nekrotik dokular ve lokal ısı artışı görülebilir. Açık kırıklarda enfeksiyon gelişme riski %35'e kadar çıkabilir ve erken dönemde yapılacak debridman, irrigasyon ve uygun antibiyotik tedavisi prognozu belirleyen temel faktörler arasındadır (Fossum, 2019; Montavon, 2009). Kedi ve köpeklerde açık kırıkların yönetimi, kontaminasyon derecesine, doku kaybının boyutuna ve vasküler bütünlüğün durumuna göre değişkenlik gösterir; Gustilo–Anderson sınıflaması, bu olguların derecelendirilmesinde standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Gustilo ve Anderson, 1976; AO Foundation, 2018). Klinik değerlendirme sırasında sekonder komplikasyon belirtisi olabilecek bulguların da göz ardı edilmemesi gerekir. Uzun süreli kompresyon veya hematoma birikimi, ekstremitelerde kas dokusunda bası artışına ve kompartman sendromuna yol açabilir; bu durum akut ağrı, nabız kaybı, soğuk ekstremiteler ve duyu kaybıyla

birlikte seyreder (Taylor, 2018). Ayrıca travmatik olaylar sırasında eşlik eden pulmoner kontüzyon, abdominal organ yaralanmaları veya spinal travmalar da ekstremité kırıklarının klinik tablosunu maskeleyebilir ve bu nedenle tam bir sistemik değerlendirme şarttır (Slatter, 2003; Tobias ve Johnston, 2013). Genel olarak, uzun ekstremité kırıklarının klinik bulguları; travma sonrası ani gelişen fonksiyon kaybı, deformasyon, şişlik, ağrı, krepitasyon, nörolojik veya vasküler bozukluklar ve açık kırıklarda enfeksiyon riski ile karakterizedir. Bu bulguların doğru yorumlanması, uygun görüntüleme yöntemlerinin seçilmesi, cerrahi planlamanın yapılması ve komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir. Erken tanı ve doğru klinik değerlendirme, kırığın başarılı şekilde tedavi edilmesinin temelini oluşturur ve uzun dönem fonksiyonel sonuçları doğrudan etkiler (Piermattei, 2016; Fossum, 2019; Johnson, 2020).

5. TANI YÖNTEMLERİ

Kedi ve köpeklerde uzun ekstremité kırıklarının tanısında temel yaklaşım, klinik muayenenin dikkatle gerçekleştirilmesi ve görüntüleme tekniklerinin sistematik şekilde uygulanmasıyla başlar. Tanı süreci, travmanın şiddetini, kırığın lokalizasyonunu, kırık hattının morfolojisini, yumuşak doku hasarını, eklem bütünlüğünü ve eşlik eden nörovasküler bozuklukları ortaya koymayı amaçlar. Klinik muayene genellikle ağrı, deformasyon, fonksiyon kaybı, krepitasyon, hematoma ve şişlik gibi bulguların değerlendirilmesiyle başlar; bu

bulgular kırığın yerini belirlemede ilk ipuçlarını sağlar (Fossum, 2019; Tobias ve Johnston, 2013). Travma sonrası ortaya çıkan akut topallık, ekstremitenin doğal ekseninin bozulması ve manipülasyon sırasında belirgin ağrı tepkisi, fraktür varlığını güçlü biçimde destekler. Bununla birlikte klinik bulguların şiddeti, kırığın stabilitesi, yumuşak doku hasarının kapsamı ve eşlik eden eklem yaralanmalarına göre değişkenlik gösterebilir (Piermattei, Flo ve DeCamp, 2016; Houlton, 2012). Bu nedenle muayenenin sistematik, yumuşak dokulara zarar vermeyecek şekilde ve nörovasküler yapıların bütünlüğünü değerlendirmeye odaklanarak yapılması önemlidir. Klinik muayenenin ilk basamaklarından biri olan palpasyon, kırığın lokalizasyonunun belirlenmesinde temel yöntemdir. Palpasyon sırasında ekstremitenin eksenindeki bozulma, instabilite ve krepitasyon dikkatli bir şekilde değerlendirilir. Ancak gereksiz manipülasyon, kırık fragmanlarının yer değiştirmesine veya sinir-damar yapılarına zarar verilmesine yol açabileceği için minimal hareketle sınırlı tutulmalıdır (Johnson, Hulse ve Butler, 2020; Slatter, 2003). Özellikle humerus ve femur gibi kaslarla yoğun çevrili kemiklerde kırığın palpasyonla belirlenmesi daha güç olabilir ve klinisyen manipülasyonu aşırıya kaçırmadan değerlendirme yapmak zorundadır (Brinker, 2016). Kediler, kırık bölgesinin palpasyonuna karşı daha agresif veya pasif direnç gösterebilir, bu da muayeneyi zorlaştırır; bu nedenle hafif sedasyon hem hayvan hem de klinisyen güvenliği açısından gerekli olabilir (Mathews, 2014; Holden, 2014). Palpasyon aynı zamanda nörovasküler durumun değerlendirilmesi açısından da kritiktir; patellar refleksi, interdigital duyu testi, periferik nabız ve ekstremit

ısırsı gibi parametreler bu aşamada belirlenir (Owen ve Goodship, 1990; Taylor, 2018). Uzun ekstremite kırıklarının kesin tanısında en yaygın kullanılan görüntüleme yöntemi radyografidir. Radyografi, kırığın lokalizasyonunun, morfolojik yapısının, parçalanma derecesinin ve eklemle ilişkisinin değerlendirilmesi için temel görüntüleme aracıdır. Standart olarak en az iki planlı görüntüleme (antero-posterior ve lateral) uygulanır; bazı olgularda oblik projeksiyonlar, eklem içi kırıklar veya küçük fragmanların görülmesi açısından tanısal değeri artırılabilir (Fossum, 2019; Houlton, 2012). İki düzlemin birlikte değerlendirilmesi, fraktür hattının yönünü ve fragmanların yer değiştirme derecesini daha doğru ortaya koyar. Tek planlı radyografiler, kırığın gerçek doğasının yanlış yorumlanmasına neden olabileceğinden, kırık değerlendirmesinde altın standart olarak iki planlı görüntüleme kabul edilir (Tobias ve Johnston, 2013; Newton ve Nunamaker, 1985). Radyografik değerlendirme sırasında metafiz, epifiz ve diafiz bölge ayrı ayrı incelenmeli, fizis hattı özellikle genç hayvanlarda büyüme plağı yaralanmalarını dışlamak için dikkatle değerlendirilmelidir (Salter ve Harris, 1963; Montavon, 2009). Radyografiler aynı zamanda yumuşak doku şişliği, gaz birikimi açık kırıklarda, periosteal reaksiyonlar ve yaşlı kırıklarda kallus oluşumu hakkında da bilgi sağlayarak klinisyene fraktürün süresi ve travmanın şiddeti hakkında ipuçları verir (Piermattei, 2016; Brinker, 2016). Radyografik değerlendirme sırasında eklem yüzeylerinin bütünlüğü, kırığın intraartiküler olup olmadığı ve eklem içi serbest fragman varlığı mutlaka analiz edilmelidir. Eklem içi kırıkların saptanması, cerrahi planlamayı ve postoperatif prognozu doğrudan

etkilediği için radyografilerde bu yapıların dikkatli incelenmesi hayati önem taşır (Hulse ve Hyman, 2014; Montavon, 2009). Bazı kırık tiplerinde radyografiler yetersiz kalabilir. Özellikle kompleks parçalı kırıklar, metafizer kırıklar, intraartiküler fraktürler, minimal yer değiştirmeli çizgisel kırıklar ve açık kırıklarla ilişkili metalik yabancı cisimlerin değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografi (BT) önemli avantajlar sağlar. BT'nin kesitsel görüntüleme kapasitesi, fraktür fragmanlarının üç boyutlu konumunun değerlendirilmesine olanak tanır ve bu özellikle humerus suprakondiler kırıkları, pelvik kırıklar, radius-ulna distal kırıkları ve dirsek eklemine yakın fraktürlerde cerrahi planlama açısından kritik öneme sahiptir (Armstrong, 2019; Houlton, 2012). Üç boyutlu rekonstrüksiyonlar, implant seçimi ve cerrahi yaklaşım planlamasında klinisyene büyük kolaylık sağlar (Barber, 2018). BT ayrıca yumuşak doku mineralizasyonları, eklem içi serbest fragmanlar ve kırıkla ilişkili subklinik eklem bozukluklarının saptanmasında da radyografiye göre daha duyarlıdır (Tobias ve Johnston, 2013; Kinns, 2006). Floroskopi, özellikle intraoperatif kullanımda değerli olmakla birlikte tanısal aşamada da bazı kırık tiplerinin değerlendirilmesinde yardımcı olabilir. Minimal yer değiştirmeli kırıklar, stres kırıkları ve cerrahi sırasında implant yerleşiminin doğruluğunun kontrolü floroskopi ile hızlı bir şekilde değerlendirilebilir (Hudson ve Pozzi, 2013). Floroskopinin hareketli görüntü sağlaması, fraktür instabilitesinin gerçek zamanlı değerlendirilmesine ve ekstremit ekseninin intraoperatif hizalanmasının doğrulanmasına yardımcı olur (Pozzi, 2012). Ayrıca MIPO (minimum invaziv plak osteosentezi) gibi tekniklerde cerrahi

planlamanın ayrılmaz bir parçasıdır (Déjardin, 2012). Uzun ekstremité kırıklarında tanının önemli bir kısmı yumuşak doku ve eklem hasarının değerlendirilmesidir, çünkü kırığın prognozu ve tedavi protokolü büyük ölçüde bu yapıların durumuna bağlıdır. Kas yırtıkları, tendon hasarları, ligament instabilitesi, kapsül yaralanmaları ve hemartroz, klinik değerlendirme sırasında göz önünde bulundurulmalıdır (Bathe, 2007; Houlton, 2012). Ultrasonografi, özellikle hematoma, doku planlarının ayrılması ve eklem kapsülü yırtıkları gibi yumuşak doku lezyonlarını değerlendirmede yararlıdır (Penninck ve d'Anjou, 2015). Eklem içine yakın kırıklarda sinovyal effüzyon, meniskal yaralanma veya subluksasyon gibi bulgular, radyografi veya BT ile birlikte değerlendirilerek kırığın eklem dengesine etkisi ortaya konur (Johnson, 2020; Montavon, 2009). Travma ile ilişkili nörovasküler yaralanmalar tanı sürecindeki kritik unsurlardan biridir. Arteria femoralis, arteria brachialis veya distal dijital arterlerde nabız kaybı, ekstremité ısısında azalma ve kapiller dolum süresinin uzaması vasküler hasar göstergesidir (Taylor, 2018; Owen ve Goodship, 1990). Sinir yaralanmaları ise kas tonusunun azalması, parezi, paraliz veya duyu kaybı gibi bulgularla ortaya çıkabilir. Humerus kırıklarında n. radialis yaralanması, carpal ekstensiyon kaybıyla kendini gösterirken; femur kırıklarında n. ischiadicus etkilenmesi tarsal fleksiyon bozukluklarına yol açabilir (Hulse ve Hyman, 2014). Bu nedenle tanı sürecinde nörolojik muayenenin dikkatle yapılması hem cerrahi planlama hem de prognoz açısından belirleyici önem taşır. Sonuç olarak, uzun ekstremité kırıklarının tanısı; kapsamlı klinik muayene, iki planlı radyografi,

gerektiğinde bilgisayarlı tomografi, floroskopi ve yumuşak doku-eklem bütünlüğünün değerlendirilmesini içeren multidisipliner bir yaklaşımla gerçekleştirilir. Bu tanısal aşamalar, fraktürün doğru sınıflandırılmasını, cerrahi yaklaşımın planlanmasını, implant seçiminin yapılmasını ve komplikasyonların önlenmesini sağlayarak kırık yönetiminde başarı oranını artırır. Erken ve doğru tanı hem fonksiyonel sonuçlar hem de hayvan refahı açısından en kritik faktörlerden biridir (Fossum, 2019; Piermattei, 2016; Johnson, 2020).

6. OPERATİF YAKLAŞIM

6.1. Humerus Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar

Proksimal humerus kırıkları nadir görülmekte olup çoğunlukla doğrudan travma sonucu meydana gelir (Piermattei, Flo ve DeCamp, 2016). İskelet gelişimini tamamlamamış genç hayvanlarda Salter–Harris Tip I ve Tip II fizis kırıkları en sık karşılaşılan tiplerdir ve bu kırıklar genellikle Kirschner (K) telleri veya küçük çaplı intramedüller (IM) pinler kullanılarak açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilir (Fossum, 2019). Bu kırıkların büyük çoğunluğunda cerrahi stabilizasyon sonrasında prognoz iyidir (Johnston ve Tobias, 2018). Epifizin, büyük tüberkül ile humerus başını eklem yüzeyi boyunca ayırdığı Salter–Harris Tip III kırıklar oldukça nadir görülür (Salter ve Harris, 1963). Bu kırıklarda eklem yüzeyinin bozulması nedeniyle fragmanların K telleri ile anatomik olarak doğru pozisyonda stabilize edilmesi gerekir (Piermattei, 2016). Bu kırık konfigürasyonu daha az sıklıkla erişkin hayvanlarda da gözlenebilir ve erişkinlerde

daha rijit mekanik stabilite gerektiği için büyük tüberkülün bir pim ve gerilim bandı teli ile, humerus başının ise lag vidası ve anti-rotasyon K teli ile stabilize edilmesi önerilir (Fossum, 2019). Humerus başının eklem yüzeyini içeren daha karmaşık, parçalı kırıklar son derece nadirdir (Johnston ve Tobias, 2018). Rekonstrüksiyonun mümkün olmadığı durumlarda Velpeau askısı ile uzun immobilizasyonuna dayanan konservatif tedavi bir seçenek olabilir; ancak ağrı devam ediyorsa veya uzun dönem fonksiyon yetersiz kalıyorsa omuz artrodezi değerlendirilmelidir (Piermattei, 2016). Proksimal metafiz kırıkları da nadirdir ve bu bölgedeki kırıkların önemli bir kısmı patolojik kırık niteliği taşıyabileceğinden, hastanın öyküsü ve kırık morfolojisi dikkatle değerlendirilmelidir (Johnston ve Tobias, 2018). Proksimal diyafiz kırıkları çoğunlukla deltoid tüberkülü yakınında meydana gelir. Deltoid ve latissimus dorsi kaslarının çekişi, proksimal fragmanın kaudal yönde yer değiştirmesine neden olur (Piermattei, 2016). Kırığın kesin yapısına bağlı olarak intramedüller cihazlar, eksternal iskelet fiksasyonu (ESF) veya plak-vida sistemleri gibi farklı stabilizasyon seçenekleri kullanılabilir (Fossum, 2019).

Proksimal humerusun Salter-Harris tip I ve II kırıkları yaklaşımı hastanın etkilenen ekstremitte üstte kalacak şekilde yan yatış pozisyonuna alınır. (Slatter, 2003; Houlton ve Johnson, 2003). Proksimal humerusa yaklaşım, kraniolateral yüzey boyunca yapılan uzunlamasına bir deri ensizyonu ile başlar. Derin fasya, brakiocephalicus kasının kaudal kenarı hizasında dikkatlice açılır ve kas, humerus proksimalindeki kırık hattının optimal şekilde

görüntülenebilmesi için kraniyal yönde atraumatik olarak retrakte edilir. Bu yaklaşım, yumuşak doku diseksiyonunun minimize edilmesi ve periosteal kanlanmanın korunması açısından avantaj sağlar (Garofolo ve Pozzi, 2013; Tobias ve Johnston, 2017). Proksimal diyafizin daha geniş ekspozisyonu gerektiğinde, deltoideus kasının kraniyal kenarı boyunca periostal diseksiyonla ek açıklık elde edilebilir; bu teknik özellikle parçalı kırıklarda kırık fragmanlarının anatomik hizalanmasını kolaylaştırır (Larsen, 1999; Fossum, 2019). Proksimal humerus diyafizinin ek olarak ortaya çıkarılması, deltoideus kasının kraniyal kenarı ile yüzeysel pektoral kas arasındaki periostun ensize edilmesiyle sağlanabilir (Cook, 2021). Epifiz, sivri uçlu redüksiyon forsepsleri ile; proksimal metafiz ise Kemik kemik tutucu forsepsleri ile tutulur. Kırığın düzeltilmesi güç olabilir; ancak kırık yüzeyleri arasına periosteal elevatör yerleştirilerek ve metafiz öne doğru kaldıraç olarak kullanılarak Kemik forsepsi ile sabit bir çekme uygulanması redüksiyonu kolaylaştırır (Egli, 2020). Stabilite genellikle iyidir ve 7 aydan küçük hayvanlarda kırık iki K teli veya bir Steinmann pini ile stabilize edilebilir. İmplantlar büyük tüberkülden yerleştirilir ve humerus diyafizine doğru aşağıya doğru ilerletilir (Slatter, 2003). 7 aydan büyük hayvanlarda, sabitleme için lag vidası şeklinde yerleştirilen bir kortikal vida veya kısmen dişli bir spongioz vida kullanılabilir (Cook, 2021). Dokuları kapatma rutin olarak dikilir. Periosteum ve derin fasya tek katman hâlinde dikiş atılabilir. (Houlton ve Johnson, 2003). Operasyondan sonra egzersiz 4 ila 6 hafta süreyle kısıtlanır. Büyüyen hayvanlarda implantların, kırık iyileşmesi tamamlandıktan sonra 4 ila 8 hafta içinde çıkarılması

idealdir; ancak pratikte implantlar gevşeme veya yumuşak doku sorunları olmadığı sürece genellikle yerinde bırakılır (Cook, 2021; Egli, 2020).

Proksimal humerusun Salter-Harris tip III kırıkları yaklaşımı hastanın etkilenen ekstremitte üstte kalacak şekilde yan yatış pozisyonu verilir (Slatter, 2003; Cook, 2021). Omuzun lateral tarafına, proksimal humerusa ve skapulaya yönelik bir cerrahi yaklaşım uygulanır (Houlton ve Johnson, 2003). Omuz ekleminin yeterli şekilde görüntülenebilmesi ve kırık yüzeylerinin açığa çıkarılması sırasında humerus shaftının Kern forsepsi kullanılarak distal yönde çekilmesine imkân vermek için infraspinatus kasının yapışma tendonunun tenotomisi gerekebilir (Newton ve Nunamaker, 1985). Eklem kapsülü veya kapsül kalıntıları, eklem yüzeylerinin değerlendirilmesine izin verecek şekilde yansıtılır. Kırık humerus başı çoğu olguda yumuşak doku bağlantılarını kaybetmiş hâlde bulunur ve omuzun kaudalindeki yumuşak dokulara gömülü olabilir (Egli, 2020). Bu aşamada proksimal humerus shaftı kesiden dışarı doğru rotasyon yaptırılır; humerus başı bulunarak metafiz üzerindeki doğru anatomik pozisyonuna yerleştirilir. Baş, iki yöntemden biriyle yerinde tutulabilir: Birinci yöntem K telleri eklem yüzeyinden başlanarak humerus başı içinden metafize doğru aşağıya doğru ilerletilir. Teller eklem yüzeyiyle aynı hizaya gelecek şekilde kesilir ve ardından havşa açılır (Slatter, 2003). İkinci yöntem ise iki veya üç K teli, metafizin kraniyal, kraniolateral ve kraniomedial kısımlarından humerus başına doğru normal yönde ilerletilir. Maksimum tutunma için her bir K teli

ucu eklem yüzeyini hafifçe penetre edene kadar itilir; ardından tel, ucu yüzeyin hemen altına gelecek şekilde hafifçe geri çekilir. Tellerin distal uçları metafiz yüzeyine yakın bir noktadan kesilir (Cook, 2021). Eşlik eden küçük tüberkül kırığı varsa ve parça stabil değilse, bu aşamada ek bir K teli ile fiksasyon uygulanabilir. Humerus başı daha sonra glenoid kavite içine geri yerleştirilir. Kopmuş büyük tüberkül, sivri uçlu redüksiyon forsepsleri ile tutulur ve tüberkülün kraniolateral yüzeyinden metafizin kaudal kısmına doğru gönderilen iki veya üç ayrık K teli ile yeniden metafize tutturulur (Houlton ve Johnson, 2003). Eklem kapsülü veya kalan kapsül dokusu dikilir. İnfraspinatus kasına yapılan tenotomi uygun bir dikiş tekniği ile onarılır. Deri ve deri altı dâhil yüzeyel dokular rutin katmanlı kapatma yöntemi ile kapatılır (Newton ve Nunamaker, 1985).

Humerus diyafiz kırıkları plak ve vidalar kullanılarak yapılan iç fiksasyon yaygınlığını korurken, anatomik rekonstrüksiyondan daha biyolojik bir yaklaşıma geçiş, yalnızca iki veya üç parçalı kırıkların anatomik olarak rekonstrüksiyonuna olanak tanırken, daha parçalı kırıkların köprüleme osteosentez teknikleri ile tedavi edilmesini mümkün kılar (Cook, 2021). Karmaşık yapısına rağmen humerus diyafizi, kraniyal, lateral veya medial yüzeylerine plak uygulanmasına uygun bir anatomik yapıya sahiptir. Kemik plağının uygulanacağı yüzey büyük ölçüde kırığın konumuna bağlıdır (Slatter, 2003). Humerusun medial yüzeyine yaklaşım daha karmaşık olsa da, bu yüzey nispeten düz olduğundan minimal plak şekillendirmesi gerektirir. Özellikle köpeklerde medial suprakondiler çıkıntının,

lateral çıkıntıya kıyasla daha geniş ve düz bir profile sahip olması plak uygulamasını teknik olarak kolaylaştırır ve plağın humerusun tüm uzunluğunu kaplamasına olanak tanır; bu özellik, distal diyafiz kırıklarında avantaj sağlar (Newton ve Nunamaker, 1985). Kedilerde medial suprakondiler çıkıntının distal kısmında median sinir ve brakial arterin geçtiği suprakondiler foramen bulunur; bu nedenle bu bölgeye plak uygulanırken bu yapıların mobilizasyonu ve korunması önemlidir (Houlton ve Johnson, 2003). Humerusa lateral yaklaşım daha az karmaşık olmakla birlikte, distal humerus diyafizinin lateral tarafında seyreden radial sinirin belirlenmesi ve korunması büyük özen gerektirir (Egli, 2020). Distal humerusa lateral plak uygulaması, diyafiz ile lateral suprakondiler çıkıntı arasındaki boyut farklılığı nedeniyle zorlaşabilir; bu durum, istenenden daha küçük bir plak kullanımını gerektirebilir. Lateral suprakondiler çıkıntının karmaşık morfolojisi nedeniyle genellikle daha fazla plak konturlaması gerekir (Cook, 2021). Kraniyal plak uygulamasının uygunluğu kırığın yerine bağlıdır. Kırık diyafizde distalde yer alıyorsa, distal kırık parçasındaki kemik stoğu miktarı köpeklerde supratroklear foramen, kedilerde ise eksik supratroklear foramen nedeniyle sınırlı olabilir; bu da uygun boyut ve uzunlukta bir plağın uygulanmasını güçleştirir (Slatter, 2003). Bu nedenle proksimal ve orta diyafiz kırıkları kraniyal veya lateral plak uygulaması için en uygun bölgeler olarak kabul edilir. Proksimal humerusta kraniyal yüzey gerilim yüzeyi olarak görev yapar (Newton ve Nunamaker, 1985). Köprüleme osteosentez teknikleri arasında pim-plaka kombinasyonları (Reems et al., 2003), eksternal iskelet fiksasyonu (ESF) (Langley-Hobbs, 1997) ve daha az

sıklıkla kilitli çiviler (Moses, 2002) yer alır. Köprüleme osteosentezi, cerraha “açık ama dokunmadan” veya “minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO)” gibi biyolojik olarak koruyucu cerrahi teknikler uygulama fırsatı sunar (Egli, 2020). Humerusta ESF kullanıldığında, yapı mekaniğini optimize etmek için en yaygın olarak intramedüller pim ile birlikte tip 1 konfigürasyonu tercih edilir (Langley-Hobbs, 1997). Alternatif olarak, distal uçta tam bir pin veya halka ile proksimalde tip 1 çerçeveye bağlanan hibrit konfigürasyonlar uygulanabilir. ESF pimlerinin yerleştirilmesi sırasında uygun güvenli bölgelerin kullanılması kritik öneme sahiptir (Marti ve Miller, 1994; Langley-Hobbs ve Straw, 2005). Distal diyafiz, humerusun suprakondiler bölgesinin hemen proksimalinde yer aldığından bu iki bölgenin kırıkları sıklıkla benzer şekilde tedavi edilir. Distal humerusta kaudal yüzey, gerilim yüzeyi olarak görev yapar (Newton ve Nunamaker, 1985).

Kemik plağı uygulaması için humerus diyafizine medial yaklaşım hastanın etkilenen ekstremitte aşağıda olacak şekilde yan yatış pozisyonu alınır ve ekstremitte kraniyal yönde çekilir (Slatter, 2003). Karşı taraf ekstremitte, toraks duvarının üzerine gelecek şekilde kaudal yönde çekilir ve sabitlenir. Karşı ekstremitenin aksillasının altına yerleştirilen ve masaya sabitlenen bir kısıtlama bandı, traksiyonun sağlanmasına yardımcı olabilir (Houlton ve Johnson, 2003). Humerusun proksimalinden distal epikondiler bölgeye kadar uzunlamasına bir deri ensizyonu yapılır (Newton ve Nunamaker, 1985). Derin fasya, brakiocephalicus kasının kaudal kenarı ve

yüzeysel pektoral kasın distal kenarı boyunca insize edilir. Brakiocephalicus kası kraniyal yönde geri çekilerek yüzeysel pektoral kasın humerus shaftına yapışma noktası açığa çıkarılır (Cook, 2021). Bu yapışma noktası, sefalik ven seviyesine kadar proksimalden kesilir ve kemikten kaldırılır. Daha proksimal bir ekspozisyon sağlamak için yüzeysel pektoral kas bölünür ve derin pektoral kasın humerus shaftına olan yapışma noktası insize edilir; böylece biceps braki kası ortaya çıkar (Egli, 2020). Biceps kasının kaudal yönde çekilmesi, humerusun proksimal ve orta shaftının en iyi şekilde açığa çıkmasını sağlar. Bu kas dikkatle manipüle edilmelidir; çünkü altında bulunan nörovasküler yapılar (median ve musküklokutanöz sinirler ile brakial arter ve ven) biceps kasıyla birlikte hareket eder (Fossum, 2019). Humerusun distal shaftının açığa çıkarılması, biceps braki kasının kraniyal yönde çekilmesiyle sağlanabilir; ancak bu işlemten önce nörovasküler yapıların kasın kaudal sınırından dikkatlice ayrılması gereklidir (Slatter, 2003). Yüzeysel pektoral kasın yapışma noktası ve derin fasya yeniden bağlanır. Yaranın geri kalanı rutin katmanlı kapatma ile onarılır (Houlton ve Johnson, 2003).

Kemik plağı uygulaması için humerus diyafizine lateral yaklaşım hastanın etkilenen ekstremitesi üstte olacak şekilde lateral yatış pozisyonu verilir (Slatter, 2003; Fossum, 2019). Humerusun büyük tüberkülünden lateral epikondiler bölgeye kadar kraniolateral bir deri kesisi yapılır (Houlton ve Johnson, 2003). Sefalik venin görünür hâle gelmesi için brakial fasya insize edilir ve damar hem proksimal hem de distal yönde bağlanır. Brakialis kası, triseps kasının lateral

başından ayrılarak humerusun muskülospiral oluşunda brakialis kası ile birlikte seyreden radial sinir ortaya çıkarılır (Newton ve Nunamaker, 1985). Bazı cerrahlar, radial sinirin etrafına Penrose dreni yerleştirerek sinirin nazıkçe geri çekilmesini tercih ederler (Egri, 2020). Brakiosefalikus ve yüzeysel pektoral kaslar, humerus shaftının kraniyal yüzeyine yapışma yerlerinden kesilir. Bu kasların kraniyal yönde; brakialis kasının ise kaudal yönde çekilmesi, aynı zamanda radial sinirin korunması ile humerusun kraniyal kısmı plak uygulaması için açığa çıkarılır (Cook, 2021). Muskülospiral oluşun distal bölümünde, radial sinirin yüzeysel dalının ekstansör karpi radialis kasının altından geçtiğine dikkat edilmelidir. Brakialis kası ve radial sinirin konumu, lateral plak uygulamasını sınırlayabilir; ancak bu yapılar dikkatlice mobilize edilerek kemik plağının altından kaydırılması sağlanabilir (Slatter, 2003). Lateral plak uygulaması sırasında, deltoideus kasının akromiyal başının kaldırılması ek proksimal ekspozisyon sağlar. Ekstansör karpi radialis kasının başlangıcının lateral suprakondiler çıkıntıdan ayrılması kemiği distal yönde daha iyi açığa çıkarır (Houlton ve Johnson, 2003). Humerusun lateral yüzeyi anatomik olarak düzensiz olduğu için bu bölgeye plak uygulaması teknik açıdan zor olabilir; ancak özellikle daha distal diyafiz kırıklarında gerekli olabilir (Cook, 2021). Yüzeysel pektoral ve brakiosefalikus kasları, brakiyal kasa yeniden dikilir. Derin brakiyal fasya, deri altı doku ve deri katmanlı bir şekilde kapatılır (Fossum, 2019).

Distal humerus kırıkları, humerus kondili, kapitulum ve troklea olmak üzere sırasıyla lateral ve medial kısımlardan oluşur ve düzensiz bir eklem yüzeyi meydana getirir (Slatter, 2003). Kapitulum, radius başı ile eklemleşirken; troklea hem radius hem de ulna ile eklem yapar (Newton ve Nunamaker, 1985). Lateral ve medial epikondiller, sırasıyla kollateral bağların ve karpal–dijital ekstansör/fleksör kasların orijin noktalarını oluşturan belirgin anatomik çıkıntılardır ve cerrahi sırasında önemli referans noktaları sağlarlar (Houlton ve Johnson, 2003). Humerus kondili, köpeklerde supratroklear foramenle ayrılan lateral ve medial suprakondiler çıkıntılar yoluyla diyafize bağlanır. Köpeklerde lateral suprakondiler çıkıntı, medial çıkıntıya kıyasla daha küçüktür ve humerus diyafizine göre daha lateral konumlanmıştır (Egli, 2020). Buna karşılık, kedilerin distal humerusunda supratroklear foramen bulunmaz; bunun yerine suprakondiler foramen mevcuttur. Ayrıca hem medial hem de lateral suprakondiler çıkıntılar köpeklere göre daha geniş ve daha kalındır. Bu anatomik fark, humerus kondilini ilgilendiren kırıkların kedilerde köpeklere göre daha az görülmesinin olası nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir (Vannini, 1988).

Kemik plağı uygulaması için distal humerusa medial yaklaşım hastanın etkilenen ekstremitesi aşağıda ve kraniyal yönde çekilerek yan yatış pozisyonunda tutulur (Aron ve Dewey, 1995). Karşı taraf uzuv, toraks duvarının üzerine gelecek şekilde kaudal yönde çekilir ve sabitlenir. Karşı taraf uzvun aksillasının altına yerleştirilen ve masaya sabitlenen bir kısıtlama bandı, traksiyona yardımcı olabilir (Vasseur, 1989). Bu yaklaşımla humerusun distal medial kısmı örneğin

suprakondiler veya kondiler kırıklar için açığa çıkarılabilir (Beale, 2004). Medial epikondilden humerusun orta shaftına kadar uzunlamasına bir cilt kesisi yapılır. Brakiyal arter ve ven ile ulnar kollateral damarlar arasındaki derin fasyanın kesilmesi, bu damarlarla birlikte seyreden ancak biraz daha derinde bulunan median ve ulnar sinirlerin açığa çıkarılmasını sağlar (Dyce, Sack ve Wensing, 2009). Bu nörovasküler yapılar arasındaki dikkatli retraksiyon, distal humerus shaftının ve epikondiler bölgenin ortaya konmasını sağlar. Daha proksimal ekspozisyon mümkün olsa da, nörovasküler yapıların mobilizasyonu sırasında büyük özen gösterilmelidir (Olmstead, 1995). Yüzeyel pektoral ve brakiosefalikus kaslarının bir miktar yükseltilmesi gerekebilir. Kedilerde nörovasküler yapıların mobilizasyonu daha karmaşıktır; çünkü median sinir ve brakiyal arter suprakondiler foramenin içinden geçer (Piermattei ve Greeley, 1979). Bu bölgede retraksiyonun sağlanması ve kemik plağının uygulanmasına yardımcı olmak için suprakondiler foramen dikkatlice açılabilir ve nörovasküler yapılar mobilize edilebilir (Brown, 2020). Ayrıca kedilerde triseps kasının medial başının kısa kısmı ulnar sinirin altında bulunduğundan, yükseltilmesi ve retraksiyonu sırasında dikkat edilmelidir. Derin fasya rutin olarak kapatılır, ardından yaranın geri kalanı katmanlı şekilde kapatılır (Beale, 2004).

Kemik plağı uygulaması için distal humerusa lateral yaklaşım hastanın etkilenen ekstremitesi üstte olacak şekilde lateral yatış pozisyonu verilir. Altta kalan uzvun aksillasına yerleştirilen ve masaya sabitlenen bir kısıtlama bandı, traksiyonun sağlanmasına yardımcı olabilir

(Shires, 1998; Rudd ve Whitehair, 1992). Bu yaklaşımla lateral humerusun distal bölgesi özellikle suprakondiler veya kondiler kırıklar açığa çıkarılabilir (Brinker, Piermattei & Flo, 1990). Lateral epikondilin biraz altından geçen bir deri ensize edilir ve kesi, proksimal ulna bölgesi boyunca distale doğru uzanır. Gerekğinde, kırığın konumuna bağlı olarak kesi proksimalde humerus orta shaftına kadar genişletilebilir. Triseps kasının lateral başı açığa çıkarılır ve derin fasya, triseps kasının kraniyal tarafı boyunca, distal yönde ekstansör kasların üzerinden geçecek şekilde kesilir. Fasyanın kraniyal yönde, triseps kasının ise kaudal yönde geri çekilmesi, humerus kondil bölgesinin görünür hâle gelmesini sağlar (Sisson ve Grossman, 1975). Radial sinir, triseps kasının lateral başı arasından çıkar ve brakialis kası ile birlikte distal yönde ilerler. Tek veya çift kondil kırıklarında humerus kondilinin açığa çıkarılabilmesi için suprakondiler çıkıntıdan ekstansör karpi radialis kasının kaldırılması, hem kemiği hem de eklem kapsülünü gözler önüne serer (Martinez, 2014). Eklem kapsülünün açılmasıyla humerus kondili tamamen ortaya çıkar. Plak uygulamasını kolaylaştırmak amacıyla yaklaşım, ilgili cerrahi prosedür rehberlerinde tarif edildiği üzere proksimale doğru genişletilebilir (Schulz, 2021). Brakialis kasının ve radial sinirin kraniyal yönde; triseps kasının ise kaudal yönde dikkatlice retrakte edilmesi, humerus shaftının lateral yüzeyinin ekspozisyonunu sağlar (Brinker, 1990). Eklem kapsülü rutin olarak kapatılır. Mümkünse ekstansör karpi radialis kası, distal humerusa veya anconeus kası üzerindeki fasyaya yeniden tutturulur. Derin fasyanın kapatılmasının

ardından deri altı ve cilt dokuları rutin katmanlı kapatma tekniğiyle onarılır (Sikes, 1998).

6.2 Radius / Ulna Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar

Ulna IM pinlemesi, çoğu olguda radiusun stabilizasyonuna yardımcı bir “ek destek” olarak düşünülür; radius ESF veya plak ile stabilize edilirken ulna IM pinlemesi bükülme stabilitesini artırabilir ve özellikle radius parçalı kırığına eşlik eden basit ulna kırıklarında daha anlamlı hâle gelir (DeAngelis, 1973; Lappin, 1983). Bu yaklaşımın klinik mantığı, radiusun esas taşıyıcı ve redüksiyonun belirleyicisi olduğu pek çok olguda, ulna stabilitesinin “yardımcı stabilite” sağlayarak toplam konstrüksiyon rijitliğine katkıda bulunmasıdır (DeAngelis, 1973). IM pin normograd olekranon/triseps insersiyonu yakınından ya da kırık hattından retrograd yerleştirilebilir; seçimi kırığın konfigürasyonu ve cerrahi erişim belirler (DeAngelis, 1973; Lappin, 1983). ESF, kedi ve köpekte radiusun parçalı ya da açık kırıkları gibi yumuşak doku riskinin yüksek olduğu olgularda, stabilizasyon için sık kullanılan yöntemlerdendir (Farese, 2002; Lewis et al., 1999). Daha “basit” kırıklarda Tip I / modifiye Tip I çerçeveler çoğu zaman yeterli stabilite sağlarken; daha ağır parçalı, iyileşmenin uzaması beklenen veya daha yüksek rijitlik istenen olgularda Tip II / modifiye Tip II ya da hibrit/dairesel sistemler gündeme gelebilir (Laverty, 2002; Farese, 2002). IMEX gibi dairesel/hibrit sistemlerle ilgili klinik deneyimler ve olgu serileri de vardır (Lewis, 1999; Farese, 2002). ESF’de en kritik konulardan biri pin yerleştirme güvenli

bölgeleri ve tendon/nörovasküler yapılardan kaçınmadır (Marti ve Miller, 1994). Ayrıca ESF uygulamasının tarihsel gelişimi ve teknik tercihlerin zaman içinde değişimi veteriner literatürde tartışılmıştır (Johnson ve Schaeffer, 2008). Distal segmentte kısa mesafeye daha fazla pin sığdırabilme avantajı nedeniyle, bazı olgularda tübüler eksternal fiksatör pratik bir seçenek olarak rapor edilmiştir (Haas, 2003). Özellikle distal radius kırıklarında segment kısalığı ve pin sayısının önemi düşünüldüğünde, bu tür sistemler avantaj sağlayabilir (Haas, 2003; Laverty, 2002). Radius-ulna kırıklarında plak osteosentezi hem kedide hem köpekte temel seçeneklerden biridir; özellikle küçük/minyatür ırk köpeklerde distal radius-ulna kırıklarında plakla stabilizasyon üzerine klinik seri ve sonuç bildiren çalışmalar mevcuttur (Larsen,1999). Toy ırklarda distal radius-ulna kırıklarında mini “T-plate” gibi spesifik implantların kullanımı da bildirilmiştir (Hamilton ve Langley-Hobbs, 2005). Teknik olarak “açık redüksiyon–internal fiksasyon (ORIF)” ile “minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO)” gibi daha biyolojik yaklaşımlar arasında seçim, kırığın tipi ve yumuşak doku koşullarıyla ilişkilidir; iki yaklaşımın radius-ulna kırıklarındaki sonuçlarının karşılaştırıldığı retrospektif çalışmalar vardır (Pozzi, 2013). Bu çerçevede, periosteal kanlanmanın korunması ve yumuşak doku saygısı, özellikle parçalı kırıklarda öne çıkar. Plaklama tekniğinin periosteal damarlar üzerindeki etkisi kadavra çalışmalarıyla değerlendirilmiş, “teknik” seçimin biyolojiye etkisi vurgulanmıştır (Garofolo ve Pozzi, 2013). Ayrıca implant ilişkili osteoporoz/kemik değişiklikleri gibi kavramlar da kemik plağı biyolojisi bağlamında tartışılmıştır (Field, 1997). Kilitli plak

prensipieri ve uygulama kuralları ortopedik literatürde tanımlanmış olup, veteriner kırık olgularında kilitli kompresyon plak (LCP) sistemlerinin kullanımı ile ilgili klinik seri verileri mevcuttur (Gautier ve Sommer, 2003; Haaland, 2009). Kilitli sistemler özellikle kısa distal fragmentlerde, kemik stoğunun sınırlı olduğu ya da daha rijit bir yapı istenen durumlarda teknik avantaj sunabilir (Haaland, 2009). Kediler ve küçük köpeklerde farklı kilitli sistemlerin uzun kemik kırıklarında kullanımı da rapor edilmiştir (Voss, 2009). Proksimal radius-ulna kırıklarında genel hedef; dirsek uyumunu/konkruensini ve stabiliteyi geri kazandırmak için anatomik redüksiyon ve rijit stabilizasyon sağlamaktır. Bu bölge kırıklarında eşlik eden lezyonlar (ör. radial baş luksasyonu) tedavi kararını etkiler; Monteggia lezyonu gibi özel tabloların tanımlandığı ve tedavi yaklaşımlarının bildirildiği yayınlar bulunur (Schwarz ve Schrader, 1984; Luc Vallone ve Schulz, 2011). Olekranon kırıklarında triseps çekişi nedeniyle proksimal fragmanın yer değiştirme eğilimi, fiksasyonun temel biyomekanik mantığını belirler. Bu alanda gerilim bandı ve plaklama teknikleri klinikte sık karşılaşılan seçeneklerdir; ancak bazı kırık tiplerinde komplikasyon riskleri ve revizyon gereksinimi literatürde vurgulanmıştır (Hunt, 1980). Diyafizer radius-ulna kırıklarında, basit transvers ve kısa oblik tipler bazı olgularda konservatif yaklaşımlara uygun olabilse de, cerrahi seçenekler (plak veya ESF) sıklıkla tercih edilir. Özellikle eşlik eden parçalanma, instabilite veya iyileşme süresinin uzaması beklenen durumlarda cerrahi stabilizasyon gerekliliği daha güçlüdür (Hunt, 1980; Lappin, 1983). Birçok olguda yalnız radiusun stabilizasyonu yeterli görülse de, bazı senaryolarda

ulnunun ek stabilizasyonu (IM pin veya plak) toplam rijitliği artırabilir ve seşilmiş olgularda fayda sağlayabilir (DeAngelis, 1973; Sardinas ve Montavon, 1997). Medial plak kullanımıyla ilgili vaka serileri de mevcuttur (Sardinas ve Montavon, 1997). n ekstremitte kırıklarında komplikasyonlar malpozisyon, gecikmiş kaynama/kaynamama, implant sorunları, yumuşak doku problemleri vb. hem tedavi seşiminden hem de uygulama tekniğinden etkilenir. Diyafizer kırık komplikasyonlarının klinik serilerde ayrıntılı değerlendirildiği çalışmalar, tedavi planlamasında yol göstericidir (Hunt, 1980). Özellikle küçük ırk köpeklerde distal radius–ulna kırıklarının tedavisi ve sonuçları üzerine yayınlar da bu nedenle önemlidir (Larsen, 1999; Hamilton ve Langley-Hobbs, 2005). Radius diyafizine yaklaşımlardan medial yaklaşım, radius diyafiz kırıklarının büyük çoğunluğunda tercih edilen standart yaklaşımdır. Radiusun medial yüzeyi nispeten düz olup, bu yüzeyden yapılan yaklaşım hem plak osteosentezine hem de eksternal iskelet fiksatorü pinlerinin güvenli şekilde yerleştirilmesine olanak tanır. Pronator teres kasının medial bağlantısı gerektiğinde kısmen serbestleştirilerek medial yüzey boyunca yeterli ekspozisyon sağlanabilir. Median sinir ve brakial damarlar pronator kasın altında seyrettiğinden, bu yapıların korunmasına zen gösterilmelidir (Marti ve Miller, 1994; Sardinas ve Montavon, 1997). Dorsal yaklaşım, özellikle radiusun proksimal yarısını içeren diyafiz kırıklarında plak osteosentezi için tercih edilir. Bu yaklaşımda ekstansör kas grubu lateral yönde retrakte edilir ve dorsal yüzey açığa çıkarılır. Ancak ekstansör tendonların retraksiyonu sırasında valgus malpozisyonu ve dış rotasyon riskine dikkat edilmelidir (Larsen,

1999; Pozzi, 2013). Lateral yaklaşım, radiusun çok proksimal diyafiz veya metafiz bölgesindeki kırıklarda alternatif bir seçenektir. Bu yaklaşımın avantajı, proksimal bölgede yumuşak doku diseksiyonunun daha sınırlı olmasıdır; ancak radial sinirin dallarının korunması kritik öneme sahiptir (Marti ve Miller, 1994; Pozzi, 2013). Ulna diyafizine yaklaşımlar ulna diyafizine genellikle kaudolateral yaklaşım tercih edilir. Ulna kemiği yüzeysel olarak yerleştiğinden, lateralden yapılan bir deri ensizyonu ile minimal yumuşak doku diseksiyonu sonrası kemiğe ulaşılabilir. Bu yaklaşım, hem intramedüller pinleme hem de lateral plak osteosentezi için uygundur. Ulna diyafiz kırıklarının basit tiplerinde bu yaklaşım hızlı ve güvenli bir ekspozisyon sağlar (Lappin, 1983; Sardinas ve Montavon, 1997). Proksimal radius ve ulna'ya yaklaşımlar proksimal radius ve radius başına erişim için en uygun yöntem lateral intermüsküler yaklaşımdır. Radius başı ekstansör kas grubunun altında palpe edilebilir. Bu yaklaşım sırasında radial sinirin motor dalı ekstansör karpi radialis kasının altından geçtiğinden, tanımlanmalı ve korunmalıdır (Schwarz ve Schrader, 1984; Luc Vallone ve Schulz, 2011). Proksimal radius metafiz ve diyafiz kırıklarında, dorsal plak uygulamasına olanak sağlamak amacıyla medial yaklaşım proksimale doğru genişletilebilir. Bu sırada pronator kasın kesilmesi ve median sinirin korunması gereklidir (Pozzi, 2013). Proksimal ulna ve olekranon için kaudolateral yaklaşım standarttır. Anconeus kasının periosteal olarak kaldırılması, humeroulnar eklemin kaudolateral bölümüne erişim sağlar ve özellikle intraartiküler olekranon kırıklarında eklem yüzeyinin görsel kontrolü açısından gereklidir (Schwarz ve Schrader,

1984; Sardinas ve Montavon, 1997). Distal radius ve ulnaya yaklaşımlar Distal radius için medial veya kraniomedial yaklaşım tercih edilir. Bu yaklaşımlar, distal metafiz ve fizyel kırıklarda plak osteosentezi veya eksternal fiksasyon uygulamasına olanak tanır. Radyokarpal ekleme yakın çalışıldığından, eklem kapsülünün korunması önemlidir (Larsen, 1999; Haas , 2003). Ulnanın stiloid çıkıntısı ve distal ulna kırıkları için lateral yaklaşım uygundur. Bu yaklaşımda ulnar sinir korunmalı ve eklem stabilitesine katkı sağlayan bağ yapıları mümkün olduğunca korunmalıdır (Haas, 2003).

6.3. Femur Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar

Femur kırıkları, özellikle diyafizer ve distal bölgede, çoğunlukla cerrahi stabilizasyon gerektirir ve implant seçimi kırığın konfigürasyonu, hastanın yaşı, kemik kalitesi ve fragman boyutuna göre belirlenir (Langley-Hobbs ve ark., 1996; Reems ve ark., 2003; Duhautois, 2003). Modern yaklaşımda hedef; ana fragmanların doğru eksenel/rotasyonel hizalanması, yeterli rijitlik ve biyolojinin korunmasıdır (Reems ve ark., 2003). İntramedüller pinleme, özellikle parçalı femur kırıklarında kemiğin nötr ekseninde konumlandığı için bükülme stabilitesini artırır ve ana fragmanların hizalanmasına yardımcı olur. Ancak IM pinler, tek başına rotasyonel stabiliteyi sınırlı sağladığından çoğu durumda serklaj/hemiserklaj, plak veya dış iskelet fiksatorü gibi antirotasyonel bir implantla kombine edilmelidir (Reems ve ark., 2003; Aron ve ark., 1991). Plak veya ESF ile birlikteyse pin çapının medüller kanalın yaklaşık %30–40'ını

aşmaması; yalnız serkajla kullanılacaksa daha kalın yaklaşık %70 pinlerin gerekebileceği vurgulanır. Femurda normograd ve retrograd pinleme mümkündür; fakat retrograd tekniğin, özellikle çıkıntı yapan proksimal pin ucuna bağlı olarak, siyatik sinir yaralanması riskini artırabildiği ve bu nedenle normograd tekniğin tercih edildiği belirtilir. Kedilerde IM pinleme sonrası siyatik parezinin bildirildiği ve retrograd teknikte pin ucunun medial konumu/uzunluğunun risk faktörü olabileceği rapor edilmiştir (Fanton ve ark., 1982). Bu nedenle proksimal pin ucunun kısa bırakılması veya gerekirse yana bükülerek kontrol edilmesi önem taşır (Fanton ve ark., 1982; Aron ve ark., 1991). Kilitli intramedüller çiviler, femurun şekli ve kanal geometrisi nedeniyle kedi ve küçük ırk köpeklerde femur için uygun bir seçenek olarak raporlanmıştır; diyafizel femur kırıklarında klinik serilerde başarıyla kullanıldığı bildirilmiştir (Endo ve ark., 1998; Larin ve ark., 2001; Duhautois, 2003). Çivinin uzunluğu preoperatif radyografiler ve şablonlarla belirlenir; normograd yerleştirme genel olarak önerilir. Proksimal uç, yumuşak doku irritasyonu/seroma ve olası nöropati riskini azaltmak için uygun şekilde gömülü bırakılmalıdır (Larin ve ark., 2001). Suprakondiler ve diyafiz kırıklarında retrograd yerleştirme için geliştirilen çivi tasarımlarının da kedilerde başarılı kullanımı bildirilmiştir (Scotti ve ark., 2007). Femurda kemiğin karın duvarına yakınlığı nedeniyle ESF seçenekleri sınırlı olmakla birlikte, Tip I ve modifiye Tip II konfigürasyonlar pratikte kullanılabilir. Tip I çoğu kırık için yeterli olabilir; modifiye Tip II ise özellikle distal diyafiz/metafizde parçalı kırıklarda, distal fragmana sınırlı sayıda pin sığıldığı durumlarda öne çıkar (Langley-Hobbs ve ark., 1996; Klause ve

ark., 1990). Femurda ESF çoğunlukla IM pin ile birleştirilir (“tie-in”). Bu bağlantının konstrüksiyon gücünü artırdığı; şiddetli parçalı kırıklarda veya olgunlaşmamış/hassas kemikte pin gevşemesi riskini azaltabildiği ve yumuşak doku morbiditesini düşürebildiği bildirilmektedir (Aron ve ark., 1991; Peirone ve ark., 2002). Ayrıca femur kırıklarında kas kütlesi nedeniyle kapalı redüksiyon zor olduğundan, minimal invaziv yaklaşım/dolaylı redüksiyon teknikleri ve IM pinin redüksiyona yardımcı “hizalama aracı” olarak kullanılması önerilir (Aron ve ark., 1991; Langley-Hobbs ve ark., 1996). Femur kırıkları sıklıkla DCP, LC-DCP veya VCP ile stabilize edilir; femurun görece düz şekli plak konturlamayı kolaylaştırır. Basit transversal kırıklarda kompresyon, eğik/indirgenebilir çok parçalı kırıklarda nötralizasyon, parçalı kırıklarda köprüleme/destek fonksiyonu ön plana çıkar (Reems ve ark., 2003). Medial kortikal desteğin yetersiz olduğu olgularda plak-pin (plate-rod) kombinasyonunun stabiliteyi artırdığı ve biyolojik osteosentez ilkeleriyle uyumlu şekilde klinikte başarıyla kullanıldığı bildirilmiştir (Reems ve ark., 2003). Olgunlaşmamış hayvanlarda kedi ve köpekte kemik yumuşaklığı ve periosteal dolaşımı koruma gerekliliği nedeniyle, her olguda yoğun plaklama yerine IM pin + ESF gibi daha biyoloji dostu seçeneklerin uygun olabileceği vurgulanır (Langley-Hobbs ve ark., 1996; Aron ve ark., 1991). Vida yerleştirme için kemik stoğunun sınırlı olduğu distal diyafiz ve suprakondiler bölgede, kilitli plak/iç fiksator tipinde sistemler bazı endikasyonlarda avantaj sağlar. Özellikle distal fragmanda az sayıda vidanın mümkün olduğu durumlarda kilitleme prensibiyle stabilitenin artabileceği ve bazı

olgularda bilateral uygulamanın da seçenek olabileceği belirtilir; ayrıca kilitli başlı ve konvansiyonel vidaların tutunma/rijitlik farklarının deneysel olarak karşılaştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Sikes ve ark., 1998). Proksimal femur kırıkları; femur başı/fizis, femur boynu, büyük trokanter avülsiyonu ve subtrokanterik kırıkları içerir. Bu olgularda tanı klinik muayene + radyografi ile konur; özellikle femur başı/boyun kırıklarında daha silik klinik bulgular olabileceği için kapsamlı ortopedik muayene önemlidir (Perez-Aparicio ve Fjeld, 1993; Culvenor ve ark., 1996). Femur başı ve boynuna en sık kalça eklemine kraniolateral yaklaşım ile ulaşılır; daha iyi görselleştirme için derin gluteal tendonun kontrollü tenotomisi gerekebilir. Alternatif olarak, bazı endikasyonlarda ventral yaklaşım kullanılabilir; bu yaklaşımda femoral damarlar ve sinir yapılarının korunması kritiktir (Piermattei ve Johnson, 2004). Büyük trokanter/subtrokanterik bölgeye lateral yaklaşım ile erişim mümkündür ve biceps femoris altında seyreden siyatik sinirin korunması gerekir (Piermattei ve Johnson, 2004). Proksimal fizyel kırıklar ve femur boynu kırıklarında konservatif yaklaşımın hipertrofik psödoartrozla sonuçlanabildiği; cerrahi stabilizasyonun akut olgularda tercih edildiği bildirilmektedir (Jeffery, 1989; Fischer ve ark., 2004). Fizyel kapanma zamanları, yaş ve gonadektomi durumuna göre kırık riskinin değişebileceğini gösteren veriler mevcuttur (Smith, 1969). Travmatik olmayan spontan fizis kırıkları ve femur boyun metafizyel osteopati gibi tabloların travmatik kırıklardan ayrılması gerektiği vurgulanır (Queen ve ark., 1998; McNicholas ve ark., 2002). Diyafiz femur kırıkları, yeşil çubuk/yer değiştirmemiş

kırıklar dışında çoğunlukla cerrahi stabilizasyon gerektirir. Seçenekler; IM pin + antirotasyonel destek, kilitli çivi, ESF, plak veya plate-rod kombinasyonudur (Langley-Hobbs ve ark., 1996; Duhautois, 2003; Reems ve ark., 2003). Redüksiyon sonrası en sık hatalardan biri rotasyonel malalignment olup, kalça hareket açıklığı ve anatomik referanslarla intraoperatif kontrol edilmelidir (Piermattei & Johnson, 2004). Uygun biyoloji varsa femurda kemik grefti çoğunlukla gerekmez; ancak büyük kortikal defekt/boşluklarda greft düşünülebilir. Distal femur kırıkları (özellikle kedide ama köpek/kedi birlikte de bildirilmiştir) çoğunlukla distal femur fizisinin Salter-Harris tip I veya II kırıklarıdır ve genellikle düşme gibi yüksek enerjili travmalarla ilişkilidir (Grauer ve ark., 1981; Hardie & Chambers, 1984). Distal femur kırıklarının çoğu eklem kapsülü içinde yer alır ve diz eklemine kraniolateral parapatellar yaklaşımla erişim yaygındır; suprakondiler bölge eklem kapsülü proksimalinde ise lateral şaft yaklaşımı kullanılabilir (Piermattei ve Johnson, 2004). Suprakondiler ve kondiler kırıklarda distal fragmana yeterli vida/pin yerleştirme zorluğu temel problemidir; özel plak tasarımlarının suprakondiler bölge için kullanımı ve gerektiğinde IM pinle destekleme önerileri mevcuttur (Lewis ve ark., 1993; Forterre, 2005). Suprakondiler kırıklarda modifiye ESF ve hibrit konfigürasyonlar da tarif edilmiştir (Klauser ve ark., 1990; Farese ve ark., 2002). Femur diyafiz kırıklarının cerrahi stabilizasyonunda en sık tercih edilen yaklaşım lateral yaklaşımdır. Bu yaklaşım, femur şaftının geniş bir bölümünün güvenli şekilde açığa çıkarılmasına olanak tanırken, aynı zamanda kuadriseps kas grubunun korunmasına imkân sağlar (Piermattei ve

Johnson, 2004). Lateral yaklaşım sırasında biceps femoris kası kaudal yönde geri çekilir ve vastus lateralis kası üzerinden femur diyafizine ulaşılır. Bu bölgede siyatik sinirin anatomik seyri dikkate alınmalı ve sinirin iatrojenik hasardan korunması için dikkatli diseksiyon yapılmalıdır (Fantom ve ark., 1982). Proksimal femur kırıklarında, özellikle femur başı fizyel kırıkları ve femur boynu kırıklarının onarımında, kalça eklemine kraniolateral yaklaşım yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, femur başı ve boynunun yeterli şekilde görüntülenmesini sağlarken, kırığın anatomik redüksiyonuna olanak tanır (Piermattei ve Johnson, 2004). Alternatif olarak, femur başının avülsiyon kırıkları ve bazı fiziyel kırıkların onarımında ventral yaklaşım tercih edilebilir; bu yaklaşımın eklem kapsülüne olan kan akışını daha iyi koruyabildiği bildirilmiştir (Guerrero ve ark., 2005). Distal femur kırıkları ve femoral fizis yaralanmalarının büyük bir kısmı diz eklemi ile ilişkili olduğundan, bu kırıklara genellikle kraniolateral parapatellar yaklaşım ile ulaşılır. Bu yaklaşım, femoral kondillerin ve troklea bölgesinin değerlendirilmesine ve intraartiküler kırıkların anatomik olarak rekonstrükte edilmesine olanak tanır (Piermattei ve Johnson, 2004; Grauer ve ark., 1981). Suprakondiler kırıklarda ise eklem kapsülünün proksimalinden lateral femur shaftına yapılan yaklaşım tercih edilir ve bazı vakalarda yeterli stabilizasyon sağlamak amacıyla medial ve lateral yaklaşımların birlikte kullanılması gerekebilir (Lewis ve ark., 1993).

6.4.Tibia/Fibula Kırıklarında Stabilizasyon Seçenekleri ve Cerrahi Yaklaşımlar

Tibia, düz anatomisi nedeniyle intramedüller (IM) implantların yerleştirilmesine elverişli olsa da klinikte IM pinleme, özellikle kedi olgularında femur/humerusa kıyasla daha sınırlı kullanılma eğilimindedir. Bunun en önemli nedenlerinden biri, kedide retrograd tibial pinlemenin pratikte patellar tendon hasarı riski ile ilişkili olması ve bu nedenle IM pinlerin normograd uygulanmasının önerilmesidir (Payne ve ark., 2005). IM pinler tek başına torsiyonel stabilite sağlamadığından, kırık tipine göre rotasyon ve eksenel kompresyona direnci artıracak yardımcı implantlarla eksternal fiksator veya plak gibi kombine edilmelidir; özellikle plak ya da eksternal fiksatorle birlikte kullanılacaksa pin çapının distal medüller kanalın yaklaşık %30'u civarında tutulması, vida/pin yerleşimi için alan bırakılması ve iatrojenik kortikal çatlak riskinin azaltılması açısından önemlidir (Payne ve ark., 2005; Piermattei ve Johnson, 2004). Tibial diyafize standart yaklaşım çoğu olguda medial deri insizyonu ile gerçekleştirilir; safen venin korunması ve gerekirse nazikçe mobilize edilerek retrakte edilmesi önerilir (Piermattei ve Johnson, 2004). Normograd IM pin yerleştirmede giriş, diz eklemine medial parapatellar yaklaşım üzerinden tanımlanır; giriş noktasının patellar tendon ile medial kollateral ligament ilişkisi ve eklem yüzeyine/epifize yakın çalışma nedeniyle eklem penetrasyonu riskine karşı titiz teknik gerekir (Piermattei ve Johnson, 2004; Payne ve ark., 2005). Distal tibial epifizin kısa olması hem kedide hem küçük ırk

köpekte distal eklem penetrasyonu riskini artırabildiğinden, pinin distalde “fazla ilerletilmemesi” kritik bir noktadır (Piermattei ve Johnson, 2004). Kilitli intramedüller çiviler tibia için teorik olarak güçlü bir seçenek olsa da, klinik kullanımı kedi tibiasında görece nadirdir; buna karşın köpek ve kedi olgularını içeren geniş serilerde tibial diyafiz kırıklarının bir kısmında komplikasyonsuz uygulamalar bildirilmiştir (Duhautois, 2003). Uygulanabilirlik; medüller kanal çapı, distal epifizin kısalığı ve çivi boyut seçenekleri gibi anatomik/implanta bağlı kısıtlarla belirlenir (Duhautois, 2003). Eksternal iskelet fiksasyonu (ESF), açık kırıklar, belirgin parçalı kırıklar ve özellikle distal diyafiz/metafiz yerleşimli olgularda, kırık sahasının biyolojisini koruyan bir yöntem olarak öne çıkar (Richardson ve Thacher, 1993; Boone ve ark., 1986). Kapalı redüksiyon ve ESF, ciddi yumuşak doku hasarı olan açık/parçalı kırıklarda osteomyelit riskini azaltmaya yardımcı olabilir; ancak redüksiyon/eksen uyumu yetersiz bırakılırsa yanlış kaynama oranı artabileceğinden hizalama kontrolü önemlidir (Richardson ve Thacher, 1993). Tip I konfigürasyon hafif-orta dereceli parçalanmada yeterli olabilirken, ağır parçalı/açık kırıklarda daha rijit konfigürasyonlara Tip II, seçilmiş olguda Tip III geçiş ve uygun pim seçimi/yerleştirme tekniği ile erken pim gevşemesinin azaltılması hedeflenir (Richardson ve Thacher, 1993; Piermattei & Johnson, 2004). Distal metafiz kırıklarında, kısa mesafede daha fazla transosseöz pin yerleştirmeye izin veren tübüler veya hibrit/dairesel sistemlerin küçük ırk köpek ve kedilerde faydalı olabileceği bildirilmiştir (Farese ve ark., 2002; Haas ve ark., 2003; Clarke ve

Carmichael, 2006). Tibianın üçgen kesiti nedeniyle plaklar sıklıkla kaudomedial kenar boyunca daha iyi kemik tutunması sağlayacak şekilde konumlandırılır (Piermattei ve Johnson, 2004). Basit transvers kırıklarda kompresyon prensipleriyle DCP/LC-DCP; uzun oblik kırıklarda lag vida + nötralizasyon plak; parçalı kırıklarda ise biyolojiyi koruyacak şekilde destek (bridging) plaklama tercih edilir (Piermattei ve Johnson, 2004). Bununla birlikte, tibianın sınırlı yumuşak doku örtüsü ve görece zayıf vaskülaritesi nedeniyle plakla stabilizasyonun bazı serilerde daha uzun iyileşme süreleri ve osteomyelit ile ilişkilendirildiği bildirilmiştir (Boone ve ark., 1986; Richardson ve Thacher, 1993). Bu nedenle seçilmiş olgularda minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO) ile periosteal kan akımını koruma hedefi öne çıkar; tibial kırıklarda perkutaneaz invaziv plaklama teknikleri özellikle köpekte rapor edilmiştir (Schmökel ve ark., 2003). Proksimal tibia-fibula kırıkları nadirdir; olgunlaşmamış hayvanlarda Salter-Harris tipi kırıklar ve yetişkinlerde metafizyel kırıklar daha tipik tabloları oluşturur. Proksimal tibiaya yaklaşım çoğunlukla medial kesi ile yapılır ve bu bölgede kollateral bağların korunması kritik kabul edilir (Piermattei ve Johnson, 2004). Distal tibial fizis kırıkları (S-H I-II başta olmak üzere) kedi ve köpekte bildirilen önemli yaralanmalardır; stabil anatomik redüksiyon ve uygun pinleme/tespit tekniği uzun dönem eklem fonksiyonu için belirleyicidir (Boone ve ark., 1986b; Brunnberg, 2003). Fiziyel yaralanmalar sonrası erken fizis kapanması ve sekonder büyüme bozukluğu riski özellikle büyüme potansiyeli yüksek hastalarda göz önünde bulundurulmalıdır (Smith, 1969). Tibial diyafiz kırıklarında komplikasyon eğilimi,

açık/parçalı kırık oranının yüksekliği ve zayıf yumuşak doku örtüsü ile ilişkilendirilir; kaynamama ve osteomyelit hem kedi hem köpekte rapor edilen önemli sorunlardır (Boone ve ark., 1986; Richardson ve Thacher, 1993). Kedilerde appendiküler kırıklarda kaynamama için predispozan faktörlerin değerlendirildiği çalışmalarda tibia kırıkları da yer almakta ve riskin hasta/yaralanma özelliklerine göre artabildiği bildirilmektedir (Nolte ve ark., 2005). Büyük kırık boşlukları veya canlılığı azalmış fragman varlığında greftleme endikasyonu doğabilir; kedi tibial kaynamama modelinde otojen/allojen greftlemeyi inceleyen deneysel veriler bu yaklaşımın biyolojik iyileşmeye katkısını destekler (Toombs ve Wallace, 1985). Tibia diyafiz kırıklarının cerrahi tedavisinde en sık kullanılan yaklaşım medial yaklaşımdır. Bu yaklaşım, tibianın medial yüzeyinin subkutan yerleşimli olması nedeniyle minimal yumuşak doku diseksiyonu ile kemiğe doğrudan erişim sağlar (Piermattei ve Johnson, 2004). Deri ensizyonu, tibianın medial yüzeyi boyunca proksimal metafizden distal metafize kadar uzatılır. Safen ven dikkatlice korunmalı, gerekirse serbestleştirilerek Penroz dren yardımıyla retrakte edilmelidir. Derin fasya kesildikten sonra tibianın medial korteksi doğrudan görülür hâle gelir. Bu yaklaşım, plak osteosentezi, minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO) ve açık redüksiyon gerektiren olgularda tercih edilir (Brunnberg, 2003; Richardson ve Thacher, 1993). Tibia için intramedüller pinleme yalnızca normograd teknikle uygulanmalıdır. Retrograd pinleme, patellar tendonun kaçınılmaz olarak hasar görmesine yol açtığı için önerilmez (Payne, 2005). Normograd pinleme için medial parapatellar yaklaşım kullanılır. Patellar tendon

ile medial kollateral ligament arasından yapılan sınırlı kesi ile tibial platonun medial kenarına ulaşılır. Diz eklemi yaklaşık 90° fleksiyonda tutulur ve pin giriş noktası intermeniskal ligamentin hemen kranialinde oluşturulur. Pin, medial korteks boyunca ilerletilerek kırık hattına yönlendirilir (Piermattei ve Johnson, 2004). Proksimal tibia kırıkları ve tibial tüberkül avülsiyonlarında kraniomedial yaklaşım tercih edilir. Cilt ensizyonu patellar ligamentin medialinden yapılır. Sartorius, gracilis ve semitendinosus kaslarının birleşik fasyası kesilerek proksimal tibianın medial yüzeyi ortaya konur. Bu yaklaşım sırasında medial kollateral ligamentin korunması büyük önem taşır. Salter–Harris tip I ve II proksimal fizyel kırıklarda açık redüksiyon ve çapraz pinleme veya intramedüller pin–antirotasyonel tel kombinasyonu bu yaklaşım yoluyla uygulanır (Smith, 1969; Boone, 1986). Distal tibia ve medial malleol kırıklarında yine medial yaklaşım kullanılır. Medial malleol subkutan yerleşimli olduğu için kısa bir cilt ensizyonu ile doğrudan kemiğe ulaşılabilir. Bu yaklaşım, özellikle Salter–Harris tip I ve II distal fizyel kırıklarda çapraz Kirschner telleriyle yapılan stabilizasyon için uygundur (Boone, 1986; Piermattei ve Johnson, 2004). Fibulaya veya lateral malleusa müdahale gerektiğinde lateral yaklaşım eklenir. Böylece tarsal eklem stabilitesinin restorasyonu sağlanır. Parçalı tibia diyafiz kırıklarında biyolojik osteosentez prensiplerine uygun olarak minimal invaziv plak osteosentezi (MIPO) uygulanabilir. Proksimal ve distal metafizde medialden iki küçük cilt ensizyonu yapılır. Önceden şekillendirilmiş plak, periosteal kan akışı korunarak submusküler tünel içerisinden ilerletilir ve ana fragmanlara sabitlenir (Schmökel, 2003). Bu

yaklaşım, yumuşak doku hasarını ve vasküler bozulmayı en aza indirerek kaynama süresini kısaltır. Dış iskelet fiksasyonu uygulanacak olgularda, mümkün olduğunca kapalı redüksiyon tercih edilir. Gerekli durumlarda pim yerleştirme noktalarına yönelik küçük deri kesileri yapılır. Transosseöz pinler tibianın medial yüzünden yerleştirilir; bu sayede ekstansör kas gruplarına minimal zarar verilir (Richardson ve Thacher, 1993; Haas, 2003). Tibia kırıklarında cerrahi yaklaşım seçimi; kırığın lokalizasyonu, parçalanma derecesi ve seçilen osteosentez yöntemine bağlıdır. Medial yaklaşım, tibia kırıklarının büyük çoğunluğu için güvenli, etkili ve biyolojik açıdan avantajlı bir yoldur. Proksimal ve distal fizyel kırıklarda eklem stabilitesini koruyacak anatomik yaklaşımlar tercih edilmelidir.

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Kedi ve köpeklerde uzun ekstremite kırıkları, veteriner ortopedi pratiğinde sık karşılaşılan ve çok yönlü değerlendirme gerektiren klinik problemlerdendir. Bu kırıkların başarılı bir şekilde tedavi edilebilmesi; yalnızca kırık hattının anatomik olarak düzeltilmesine değil, aynı zamanda ilgili kemiğin anatomik özelliklerinin, kas-iskelet ilişkilerinin, damar ve sinir yapılarının ve türlere özgü biyomekanik farklılıkların doğru şekilde anlaşılmasına bağlıdır. Uzun kemiklerin her biri, maruz kaldıkları yüklenme biçimi ve fonksiyonel rolleri nedeniyle farklı kırık paternleri ve iyileşme dinamikleri sergiler. Bu bölümde ele alınan humerus, radius-ulna, femur ve tibia-fibula kırıkları; anatomik yerleşimlerine, kırık morfolojilerine ve etkilenen eklemlerle olan ilişkilerine göre değerlendirilmiştir. Özellikle kediler

ile köpekler arasındaki yapısal farklılıkların, cerrahi teknik seçimi ve implant yerleştirme stratejileri üzerinde belirleyici olduğu görülmektedir. Kedilerde daha esnek kemik yapısı ve geniş hareket açıklığı, bazı fiksasyon yöntemlerinin tercih edilmesini mümkün kılarken; köpeklerde artan vücut ağırlığı ve kas kuvvetleri daha rijit stabilizasyon gereksinimini beraberinde getirmektedir. Kırık iyileşmesi, biyolojik ve mekanik faktörlerin birlikte rol oynadığı dinamik bir süreçtir. Stabilité, kanlanma, yumuşak doku bütünlüğü ve enfeksiyon kontrolü, iyileşmenin başarısını doğrudan etkileyen temel unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle cerrahi yaklaşım planlanırken yalnızca kemiğin değil, çevre dokuların da korunmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Günümüzde uygulanan AO/ASIF prensipleri, bu süreci yönlendiren evrensel bir çerçeve sunmakla birlikte, her olgunun bireysel olarak değerlendirilmesi zorunludur. Sonuç olarak, uzun ekstremite kırıklarının yönetimi; ayrıntılı anatomik bilgi, doğru sınıflandırma, uygun cerrahi teknik ve dikkatli postoperatif bakımın bir arada yürütülmesini gerektirir. Bu kitap bölümünde sunulan bilgiler, kedi ve köpeklerde uzun kemik kırıklarına yönelik cerrahi yaklaşımların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamayı ve klinik uygulamalarda güvenilir bir başvuru kaynağı oluşturmayı amaçlamaktadır.

8. KAYNAKÇA

- AO Foundation. (2018). AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat. AO Publishing.
- AO/ASIF. (1996). Manual of Internal Fixation: Techniques Recommended by the AOASIF Group (3rd ed.). Springer-Verlag
- Armstrong, J., et al. (2019). CT evaluation of appendicular fractures in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 60(2), 145–154.
- Aron, D. N., & Dewey, C. W. (1999). *Small Animal Orthopedics and Neurosurgery*. Mosby.
- Aron, D. N., Dewey, C. W., & Trotter, E. J. (1991). Experimental and clinical experience with an intramedullary pin–external skeletal fixator tie-in configuration. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 4, 86–94.
- Barber, R., et al. (2018). 3D CT reconstruction for preoperative planning in canine fractures. *Vet Surg*, 47(4), 576–585.
- Bathe, A. (2007). Soft tissue trauma in orthopedic injuries. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 37, 875–891.
- Bennett, D. (1975). Orthopedic disease affecting the pelvic region of the cat. *Journal of Small Animal Practice*, 16, 723–738.

- Bennett, D., & Morton, C. M. (2001). Pain assessment in the cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 3, 95–101.
- Bookbinder, P. F., & Flanders, J. A. (1992). Characteristics of pelvic fractures in the cat. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 5, 122–127.
- Boone, E. G., et al. (1986). Distal tibial fractures in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 188, 36–40.
- Braden, T.D. (1975) Surgical correction of humeral fractures. In *Current Techniques in Small Animal Surgery* (ed. M.J. Bojrab), p. 515. Lea & Febiger, Philadelphia, PA.
- Brinker, W. O., Piermattei, D. L., & Flo, G. L. (1997). *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair* (3rd ed.). Saunders.
- Brinker, W. O., Piermattei, D. L., & Flo, G. L. (2016). *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair* (5th ed.). Saunders.
- Brinker, W.O. (1974) Fractures of the humerus. In *Canine Surgery* (ed. K. Archibald), 2nd edn, p. 1019. American Vet Publications Inc., Santa Barbara, CA.

- Brunnberg, L. (2003). Tibia and fibular fractures in the cat. *Kleintierpraxis*, 48, 9–23.
- Budras, K. D., Fricke, W., Richter, R. (2009). *Anatomy of the Dog. Veteriner Anatomi Atlası*, Çeviri: Kürtül, Ğ., Medipres Matbacılık yayıncılık Ltd. ğti., Malatya, s: 22-23, 82-83.
- Budras, K. D., McCarthy, P. H., & Fricke, W. Renate Richter- *Anatomy of the Dog*, 2007. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hans-Böckler-Allee, 7, 30173.
- Chico, A. C., et al. (2001). Trochlear femoral fractures in cats: Results of seven cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 14, 51–55.
- Clarke, S. P., & Carmichael, S. (2006). Treatment of distal diaphyseal fractures using hybrid external skeletal fixation in three dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 47, 98–103.
- Cook, J. L., Evans, R., Conzemius, M. G., et al. (2021). Principles of small animal fracture management. *Journal of Small Animal Practice*, 62(4), 201–214.
- Craig, L. E. (2001). Physeal dysplasia with slipped capital femoral epiphysis in 13 cats. *Veterinary Pathology*, 38, 92–97.
- Culvenor, J. A., Black, A. P., Lorkin, K. F., & Bradley, W. A. (1996). Repair of femoral capital physeal injuries in cats-14

cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 9(04), 182-185.

DeAngelis, M. P., Olds, R. B., Stoll, S. G., Prata, R. G., & Sinibaldi, K. R. (1973). Repair of fractures of the radius and ulna in small dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 9, 436–441.

Déjardin, L. M., et al. (2012). Minimally invasive plate osteosynthesis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 42, 849–872.

Duhautois, B. (2003). Use of veterinary interlocking nails for diaphyseal fractures in dogs and cats: 121 cases. *Veterinary Surgery*, 32, 8–20.

Dyce, K. M., Sack, W. O., & Wensing, C. J. G. (2010). *Textbook of Veterinary Anatomy* (4th ed.). Saunders.

Egli, A., Guerrero, T., & Fitzpatrick, N. (2020). Advanced fracture repair concepts. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 33(2), 123–131.

Endo, K., et al. (1998). Interlocking intramedullary nail method for the treatment of femoral and tibial fractures in cats and small dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, 60, 119–122.

- Evans, H. E., & De Lahunta, A. (2012). Miller's anatomy of the Dog-E-Book: Miller's anatomy of the Dog-E-Book. Elsevier health sciences.
- Fackelman, G. E., Stover, S. M., & Taylor, K. T. (1993). Classification of equine long bone fractures. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 9(1), 1–21.
- Fantón, J. W., et al. (1982). Sciatic nerve injury as a complication of intramedullary pin fixation of femoral fractures. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 19, 687–694.
- Farese, J. P., et al. (2002). Use of IMEX SK-circular external fixator hybrid constructs for fracture stabilization in dogs and cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38, 279–289.
- Field, J. R. (1997). Bone plate fixation: Its relationship with implant induced osteoporosis. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 10, 88–94.
- Fischer, H. R., et al. (2004). Surgical reduction and stabilization for repair of femoral capital physeal fractures in cats: 13 cases (1998–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 224, 1478–1482.
- Forterre, F. (2005). A new condylar plate for supracondylar fractures in cats. *Kleintierpraxis*, 50, 299–304.

- Fossum, T. W. (2019). *Small Animal Surgery* (5th ed.). Elsevier.
- Frewein, J., & Vollmerhaus, B. (1994). *Anatomie von Hund und Katze*. Berlin: Blackwell.
- Fruchter, A. M., & Holmberg, D. L. (1991). Mechanical analysis of veterinary cuttable plate. *Compendium on Continuing Education*, 4, 116–119.
- Garofolo, S., & Pozzi, A. (2013). Effect of plating technique on periosteal vasculature of the radius in dogs: A cadaveric study. *Veterinary Surgery*, 42, 255–261.
- Gautier, E., & Sommer, C. (2003). Guidelines for the application of the LCP. *Injury*, 34(Suppl 2), 63–76.
- Grauer, G. F., et al. (1981). Incidence and mechanisms of distal femoral physeal fractures in the dog and cat. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 17, 579–586.
- Guerrero, T. G., et al. (2005). Fixation of a proximal femoral physeal fracture in a dog using a ventral approach and two Kirschner wires. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 18, 110–114.
- Guiot, L. P., & Déjardin, L. M. (2011). Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 24(01), 00–00.

- Gustilo, R. B., & Anderson, J. T. (1976). Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 58(4), 453–458.
- Haaland, P. J., Sjöström, L., Devor, M., & Haug, A. (2009). Appendicular fracture repair in dogs using the locking compression plate system: 47 cases. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 22, 309–315.
- Haas, B., Reichler, I. M., & Montavon, P. M. (2003). Use of the tubular external fixator in the treatment of distal radial and ulnar fractures in small dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16, 132–137.
- Hamilton, M. H., & Langley-Hobbs, S. J. (2005). Use of the AO veterinary mini “T”-plate for stabilization of distal radius and ulnar fractures in toy breed dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 18, 18–24.
- Hardie, E. M., & Chambers, J. N. (1984). Factors influencing the outcome of distal femoral physeal fracture fixation: A retrospective study. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 20, 927–931.
- Heath, S. (2009). *BSAVA manual of canine and feline behavioural medicine* (pp. 35-48). D. Horwitz, & D. S. Mills (Eds.).

Quedgeley, Gloucester England: British Small Animal Veterinary Association.

Hill, F. W. G. (1977). A survey of bone fractures in the cat. *Journal of Small Animal Practice*, 18, 457–463.

Holden, E., et al. (2014). Cat pain behaviour and assessment. *Vet Anaesth Analg*, 41, 117–126.

Houlton, J. E. F., & Johnson, K. A. (2003). *Fracture Management in Small Animals*. Blackwell Science.

Houlton, J. E. F., Cook, J. L., Innes, J., & Bull, A. (2012). *BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair*. BSAVA.

Hudson, C., & Pozzi, A. (2013). Fluoroscopy in small animal orthopedics. *Vet Surg*, 42(7), 756–764.

Hulse, D., & Hyman, W. (2014). *Veterinary Orthopedics: Mechanical and Biological Principles*. Wiley-Blackwell.

Hunt, J. M., Aitken, M. L., Denny, H. R., et al. (1980). The complications of diaphyseal fractures in dogs: A review of 100 cases. *Journal of Small Animal Practice*, 21, 103–119.

Jeffery, N. D. (1989). Internal fixation of femoral head and neck fractures in the cat. *Journal of Small Animal Practice*, 30, 674–677.

- Johnson, A. L., & Schaeffer, D. J. (2008). Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 21, 256–261.
- Johnson, A. L., Hulse, D. A., & Butler, K. (2020). *Small Animal Orthopedics* (2nd ed.). Wiley.
- Johnston, S. A., & Tobias, K. M. (2018). *Veterinary Surgery: Small Animal* (2nd ed.). Elsevier.
- Kapatkin, A. S., & Matthiesen, D. T. (1991). Feline high-rise syndrome.
- Kinns, J., et al. (2006). CT vs radiography in fracture diagnosis. *Vet Radiol Ultrasound*, 47(3), 225–230.
- Klause, S. E., et al. (1990). A modification of the unilateral type I ESF configuration for primary or secondary support of supracondylar humeral or femoral fractures. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 3, 130–134.
- Lambrecht, N., et al. (1993). Internal fixation of femoral neck fractures in the dog: An in vitro study. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 6, 188.

- Langley-Hobbs, S. J., et al. (1996). Use of external skeletal fixators in the repair of femoral fractures in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 37, 95–101.
- Langley-Hobbs, S., & Straw, R. (2005). Safe corridor guidelines for ESF pin placement. *Veterinary Surgery*, 34(4), 350–358.
- Langley-Hobbs, S., Carmichael, S., & McCartney, W. (1997). External skeletal fixation in humeral fractures. *Journal of Small Animal Practice*, 38(12), 523–530.
- Lappin, L. J., Aron, D. N., Herron, H. L., & Malnati, G. (1983). Fractures of the radius and ulna in the dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 19, 643–650.
- Larin, A., et al. (2001). Repair of diaphyseal femoral fractures in cats using interlocking intramedullary nails: 12 cases (1996–2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219, 1098–1104.
- Larsen, L. J., Roush, J. K., & McLaughlin, R. M. (1999). Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small and miniature breed dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 35, 243–250.
- Larsen, L. J., Roush, J. K., & McLaughlin, R. M. (1999). Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small and

miniature breed dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 35, 243–250.

Laverty, P. H., Johnson, A. L., & Toombs, J. P. (2002). Simple and multiple fractures of the radius treated with an external skeletal fixator. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 15, 97–103.

Lewis, D. D., et al. (1993). Use of reconstruction plates for stabilization of fractures and osteotomies involving the supracondylar region of the femur. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 29, 171–178.

Lewis, D. D., Radasch, R. M., Beale, B. S., et al. (1999). Initial experience with the IMEX circular external skeletal fixation system. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 12, 108–117.

Lidbetter, D., & Glyde, M. R. (2000). Supracondylar femoral fractures in adult animals. *Irish Veterinary Journal*, 22(11), 1041-1054.

Luc Vallone, B. S., & Schulz, K. (2011). Repair of Monteggia fractures using an Arthrex Tightrope system and ulnar plating. *Veterinary Surgery*, 40, 734–737.

Marti, J. M., & Miller, A. (1994). Delimitation of safe corridors for the insertion of external skeletal fixator pins in the dog: Forelimb. *Journal of Small Animal Practice*, 35, 78–85.

- Mathews, K. A., et al. (2014). Pain management in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 44, 1–33.
- McNicholas, W. T., Jr., et al. (2002). Spontaneous femoral capital physeal fractures in adult cats: 26 cases (1996–2001). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221, 1731–1736.
- Millis, D. L., & Levine, D. (2014). Rehabilitation for orthopedic conditions. In S. A. Johnston & K. M. Tobias (Eds.), *Veterinary Surgery: Small Animal* (pp. 1123–1158). Elsevier.
- Montavon, P. M., Voss, K., & Langley-Hobbs, S. J. (2009). *Feline Orthopedic Surgery and Musculoskeletal Disease*. Saunders.
- Moses, P. A., Martinez, S. A., et al. (2002). Interlocking nail stabilization in canine humeral fractures. *Veterinary Surgery*, 31(3), 165–174
- Müller, M. E., Nazarian, S., Koch, P., & Schatzker, J. (1990). *The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones*. Springer-Verlag.
- Newton, C. D., & Nunamaker, D. M. (1985). *Textbook of Small Animal Orthopedics*. Lippincott.
- Nolte, D. M., et al. (2005). Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in

cats: 18 cases (1998–2002). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226, 77–82.

Okçuoğlu, S. (2021). İzmir bakımevlerine gelen kedi ve köpeklerin ekstremita uzun kemikleri kırık vakalarının geriye yönelik bir yıllık sınıflandırmasının yapılması (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Owen, M., & Goodship, A. (1990). Vascular injury in limb fractures. *Veterinary Surgery*, 19(6), 401–405.

Payne, J., et al. (2005). Comparison of normograde and retrograde intramedullary pinning of feline tibias. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 41, 56–60.

Peirone, B., et al. (2002). Femoral and humeral fracture treatment with an intramedullary pin/external fixator tie-in configuration in growing dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 15, 85–91.

Penninck, D., & d'Anjou, M. (2015). *Atlas of Small Animal Ultrasonography*. Wiley.

Perez-Aparicio, F. J., & Fjeld, T. O. (1993). Femoral neck fractures and capital epiphyseal separations in cats. *Journal of Small Animal Practice*, 34, 445–449.

- Phillips, I. R. (1979). A survey of bone fractures in the dog and cat. *Journal of small animal practice*, 20(11), 661-674.
- Piermattei, D. L., & Johnson, K. A. (2004). *An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat* (4th ed.). Philadelphia: WB Saunders.
- Piermattei, D. L., Flo, G. L., & DeCamp, C. E. (2016). *Brinker, Piermattei and Flo's Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. Elsevier.
- Pohlmeyer, V. K. (1981). Die Arterien der Articulatio coxae und des proximalen Femurabschnittes bei der Katze (*Felis catus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 10(3), 246-256
- Pozzi, A., et al. (2012). Fluoroscopic-assisted orthopedic surgery. *Vet Surg*, 41, 146–153.
- Pozzi, A., Hudson, C. C., Gauthier, C., et al. (2013). A retrospective comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation for radius–ulna fractures in dogs. *Veterinary Surgery*, 42, 19–27.
- Preston, T. (2015). *Biomechanical comparison of dual bone fixation in an ex-vivo mid-diaphyseal fracture model of the feline radius and ulna* (Doctoral dissertation, Murdoch University).

- Queen, J., et al. (1998). Femoral neck metaphyseal osteopathy in the cat. *Veterinary Record*, 142, 159–162.
- Reems, M. R., et al. (2003). Use of a plate-rod construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 223, 330–335.
- Richardson, E. F., & Thacher, C. W. (1993). Tibial fractures in cats. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, 15, 383–394.
- Sağlıyan, A., & Han, M. C. (2016). Kedi ve köpeklerde uzun kemik kırıklarının sağaltımında akrilik eksternal fiksasyon ve intramedullar pin uygulama sonuçlarının klinik ve radyografik olarak değerlendirilmesi. *FÜ Sağ. Bil. Vet. Derg*, 30(19), 45-54.
- Salter, R. B., & Harris, W. R. (1963). Injuries involving the epiphyseal plate. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 45-A, 587–622.
- Sardinas, J. C., & Montavon, P. M. (1997). Use of a medial bone plate for repair of radius and ulna fractures in dogs and cats: A report of 22 cases. *Veterinary Surgery*, 26, 108–113.

- Schmökel, H. G., et al. (2003). Percutaneous plating of tibial fractures in two dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 16, 191–195.
- Schwarz, P. D., & Schrader, S. C. (1984). Ulnar fracture and dislocation of the proximal radial epiphysis (Monteggia lesion) in the dog and cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 185, 190–194.
- Scotti, S. A., et al. (2007). Retrograde placement of a novel 3.5-mm titanium interlocking nail for supracondylar and diaphyseal femoral fractures in cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 20, 211–218.
- Sikes, J. W., et al. (1998). Comparison of fixation strengths of locking head and conventional screws in fracture and reconstruction models. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 56, 468–473.
- Slatter, D. (2003). *Textbook of Small Animal Surgery* (3rd ed.). Saunders.
- Smith, R. N. (1969). Fusion of ossification centres in the cat. *Journal of Small Animal Practice*, 10, 523–530.
- Strodl, S. (2000). *Spätergebnisse nach intraartikulären und gelenknahen Frakturen des Hüft- und Kniegelenkes von Hund und Katze*. Munich: Ludwig-Maximilians-Universität.

- Sumner-Smith, G. (2009). Feline orthopedic surgery and musculoskeletal disease. Elsevier Health Sciences.
- Taylor, R., et al. (2018). Compartment syndrome in small animals. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 31(2), 97–105.
- Tobias, K. M., & Johnston, S. A. (2018). *Veterinary Surgery: Small Animal* (2nd ed.). Elsevier.
- Tobias, K., & Johnston, S. (2013). *Veterinary Surgery: Small Animal* (2nd ed.). Elsevier.
- Toombs, J. P., & Wallace, L. J. (1985). Evaluation of autogeneic and allogeneic cortical chip grafting in a feline tibial nonunion model. *American Journal of Veterinary Research*, 46, 519–528.
- Vannini, R., et al. (1988). Anatomical variations of the feline distal humerus and implications for fracture incidence. *Journal of Small Animal Practice*, 29(4), 241–248.
- Vannini, R., Olmstead, M. L., & Smeak, D. D. (1988). An epidemiological study of 151 distal humeral fractures in dogs and cats.
- Vollmerhaus, B., Waibl, H., & Roos, H. (1994). *Anatomie von hund und katze*. Berlin: PareyBuchverlag bei Blackwell Wiss. Verlag.

- Voss, K., Kull, M., Hässig, M., & Montavon, P. (2009a). Repair of long bone fractures in cats and small dogs with the Unilock mandible locking plate system. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 22, 398–405.
- Wallace, A. M., De La Puerta, B., Trayhorn, D., et al. (2009). Feline combined diaphyseal radial and ulnar fractures. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 22, 38–46.
- Whitney, W. O., & Mehlhaff, C. J. (1987). High-rise syndrome in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 191, 1399–1403.
- Zaal, M. D., & Hazewinkel, H. A. W. (1997). Treatment of isolated tibial fractures in cats and dogs. *The Veterinary Quarterly*, 19, 191–194.

KEDİ VE KÖPEKLERDE UZUN EKSTREMİTE KIRIKLARININ CERRAHİ YAKLAŞIMLARI

