

KÖPEKLERDE HUMERUS VE TİBİA KIRIKLARININ AKRİLİK EKSTERNAL FİKSATÖR İLE SAĞALTIMLARININ KLİNİK VE RADYOGRAFİK YÖNTEMLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ASSESSMENT OF ACRYLIC EXTERNAL FIXATOR APPLICATION FOR THE TREATMENT OF HUMERUS AND TIBIA FRACTURES BY CLINIC AND RADIOGRAPHIC METHODS IN DOGS

ARAŞTIRMA YAZISI

2013; 23: 192—202

Ünal YAVUZ¹, Gültekin ATALAN²

¹Dr., JAKEM Komutanlığı, Hayvan Hastanesi, Nevşehir – TÜRKİYE

²Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Kayseri - TÜRKİYE

Özet

Sunulan çalışmada, köpeklerde humerus ve tibia kırıklarının sağaltımında akrilik eksternal fiksator uygulamalarının klinik ve radyografik bulguları değerlendirilerek, iyileşme sonuçları ve karşılaşılan komplikasyonların araştırılması amaçlandı.

Çalışmada, Jandarma At ve Köpek Eğitim Merkezi Komutanlığı (JAKEM Komutanlığı) hayvan hastanesine özel kliniklerden kırık şüphesiyle sevk edilen ve Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi kliniklerine kırık şüphesiyle getirilen değişik ırk, yaş ve cinsiyetteki 14 hasta kullanıldı. Humerus kırığı bulunan altı olgu (olgu 2, 4, 5, 8, 9, 10) ve tibia kırığı bulunan sekiz olguya (olgu 1, 3, 6, 7, 11, 12, 13, 14) akrilik eksternal fiksator uygulandı. Olguların operasyon sonrası en az 35 gün süreyle klinik ve radyografik muayeneleri gerçekleştirilerek sağaltım sonuçları karşılaştırıldı.

Akrilik eksternal fiksator uygulanan humerus kırıklarının tümünde (olgu 2, 4, 5, 8, 9, 10) fonksiyonel iyileşme tespit edilirken, tibia kırıklarından altı olguda (olgu 6, 7, 11, 12, 13, 14) fonksiyonel iyileşme, iki olguda (olgu 1, 3) hafif topallık belirlendi.

Sonuç olarak akrilik eksternal fiksator uygulamalarının humerus ve tibia kırıklarında etkin bir sağaltım seçeneğini oluşturduğu, ekonomik ve ulaşım kolaylığı açısından klinik pratikte yaygın olarak uygulanabileceği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: Akrilik eksternal fiksator, humerus, kırık, köpek, tibia

GİRİŞ

Kemik dokunun bütünlüğünün bozulmasıyla ortaya çıkan lezyonlara genel olarak kırık adı verilmektedir (1). Kırığa neden olan faktörler incelendiğinde trafik kazaları, küt travmalar, yüksekten düşmeler, keskin cisimlerle yaralanmalar, ateşli

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the clinical and radiographic findings of acrylic external fixator applications for the treatment of humerus and tibia fractures in dogs, and to assess treatment results and complications encountered.

In this study, 14 dogs were used from various breeds, ages and gender referred by private clinics in suspicion of broken leg to Genderma Horse and Dog Training Commandership (JAKEM Commandership) Animal Hospital and Erciyes University, Faculty of Veterinary Medicine. Acrylic external fixator technique was applied to six patients (patients 2, 4, 5, 8, 9, 10) suffering from humeral fracture and eight patients (patients 1, 3, 6, 7, 11, 12, 13, 14) from tibial fracture. Postoperative clinic and radiographic examinations for each patient were carried out for at least 35 days and treatment result compared.

Acrylic external fixator technique was applied to the patients with humeral fractures (patients 2, 4, 5, 8, 9, 10). Functional recovery for all animals was observed. Functional recovery was gained in six patients with tibial fractures (patients 6, 7, 11, 12, 13, 14). Slight lameness was observed in two patients (patients 1, 3).

As a result, it was deduced that acrylic external fixator applications might be used widely in clinical practice because of economical considerations and easy access in humerus and tibial fractures treatment

Key words: Acrylic external fixator, dog, fracture, humerus, tibia

silah yaralanmaları, hayvanların birbirleriyle olan kavgaları ve belirlenemeyen birçok neden bunlar arasında sayılabilir. En yaygın görülen travmatik etkinin trafik kazaları olduğu bildirilmektedir (2-5).

Makale Geliş Tarihi : 08.02.2013

Makale Kabul Tarihi:02.12.2013

Corresponding Author: Dr. Ünal YAVUZ

JAKEM Komutanlığı, Hayvan Hastanesi, Nevşehir – TÜRKİYE
Tel: 0 505 311 43 10 (Gsm)

Veteriner ortopedide kırık sağaltımında ilk hedeflenen nokta, hayvana normal ekstremitte fonksiyonlarını en kısa sürede kazandırarak yürümesini sağlamaktır (6-8). Bu nedenle günümüze kadar birçok fiksasyon tekniği geliştirilmiş (9-12) ve hala bu alanda çalışmalar devam etmektedir. Irk farklılıkları, yaş, kırığın bulunduğu bölge, kırığın şekli ve tipi farklı osteosentez yöntemlerinin geliştirilmesine sebep olmuştur (13,14). Ancak bütün kırık tiplerine uygulanabilir bir fiksasyon yöntemi bulunmamaktadır. Kırık fiksasyonunda kullanılacak olan yöntemin ya da materyalin seçimi; kırığın yeri ve şekline, kırık hattının büyüklüğüne, hayvanın yaşı ile mizacına ve hasta sahibinin ekonomik gücüne göre olmalıdır (13,15). Hiçbir materyal ya da teknik kırık sağaltımında mükemmel değildir. Değişik kırık fiksasyon yöntemlerinin kendilerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (16).

Kırık onarımında bir çok sağaltım yöntemi kullanılmaktadır (9,12,17-20). Bu yöntemler arasında, klasik kafes istirahati (1), bandaj (21-23), serklaj teli uygulamaları (11,24) intramedüller pin uygulamaları (12,13,25,26), vida uygulamaları, çeşitli plak uygulamaları (10,25,27,28) ve eksternal fiksator uygulamaları sayılabilir (6,29-31).

Eksternal fiksator, kemik fragmentlerinden ya da eklemlerden geçirilen pinleri, bir dış çerçeve ile sabitlemek için kullanılır. Linear eksternal fiksatorlerde kemik fragmentlerinin fiksasyonu, yarım veya tam pinlerin kullanılması ile gerçekleştirilir. Burada perkutan fiksasyon pini olarak daha çok schanz, steinman ve kirschner pinleri kullanılmaktadır (24,32).

Linear fiksasyon uzun kemik kırıklarında özellikle tibial ve radial kırıklarda çoğunlukla kullanılan tek yöntemdir. Ekstremitte deformitelerinin tedavisi için eksternal fiksator sıklıkla kullanılır. Basit kırıklar ve osteotomiler için tek fiksasyon yöntemi olduğu için, fiksasyon gövdesi ağırlık taşıyıcı bir alet gibi fonksiyon yapar (32). Eksternal fiksatorler özellikle parçalı kırıklarda anatomik olarak redüksiyonun zor olduğu durumlarda intramedüller pinlere destek vermek ve nötralizasyon sağlayarak fiksasyonu kuvvetlendirmek amacıyla kullanılabilirler (33).

Veteriner ortopedide akrilik eksternal fiksator uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır (34). Akrilik eksternal fiksator değişik boyutlardaki hastalarda, birçok kırık tiplerinin sağaltımında uygulanabilen ucuz bir yöntemdir. Akrilik gövde için değişik çaplı şekil verilebilen spiral borular kullanılabilir. Kemiğe yerleştirilen pinler bu boru içerisinden geçirilerek akrilik ile pinlerin gövdeye tespiti sağlanır. Daha kompleks fiksator gövdeler

(bilateral, uniplanar, bilateral biplanar ya da quadrilateral) gerektiğinde, cerrah çoklu akrilik gövdeleri kullanma ya da akrilik kolonlarla birleşen hibrit çerçeveler ve demir bağlayıcı çubuklar kullanma seçeneğine sahiptir (35).

Akrilik eksternal fiksator tüm kemik kırıklarında uygulanabilmesinin yanında mandibula kırıkları (34,36), küçük ırk köpeklerin uzun kemik kırıkları ve karpus ile tarsus'un transartiküler uygulamalarında özellikle kullanılabilirler. Bunun yanında akrilik eksternal fiksatorler, küçük hayvanların transartiküler kırıklarında (37), kedi ve kuşlarda çeşitli kırıkların onarımında kullanılmıştır (38). Bu tip fiksatorler, klempsiz kullanılabilirliklerinden ve bu da maliyeti düşürdüğünden dolayı veteriner ortopedide çok tercih edilmektedirler (24,39).

Bu çalışmada, köpeklerde humerus ve tibia kırıklarının sağaltımında akrilik eksternal fiksator uygulamalarının klinik ve radyografik bulguları değerlendirilerek, iyileşme sonuçları ve karşılaşılan komplikasyonların araştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinikleri ile JAKEM Komutalığı Hayvan Hastanesinde yürütülen bu çalışma Erciyes Üniversitesi Deneysel Hayvanları Etik Kurul Başkanlığı 09/61 nolu karar izniyle gerçekleştirilmiştir.

Çalışma materyali, JAKEM Komutanlığı hayvan hastanesine özel kliniklerden kırık şüphesiyle sevk edilen köpekler ile Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinikleri'ne kırık şüphesiyle getirilen hastalardan oluştu. Bu kapsamda klinik ve radyografik incelemeler sonucu kırık tanısı konulan değişik ırk, yaş ve cinsiyetteki 14 köpek oluşturdu.

Detaylı bir anamnez bilgisinden sonra, olgular ağrı, topallık, hematoma, anormal oynaklık, lokal duyarlılık, krepitasyon, fonksiyon kaybı ve deformasyon yönünden değerlendirildi. Ardından anterior-posterior (A/P) ve mediolateral (M/L) olmak üzere iki yönlü radyografileri alınarak kesin tanı koyuldu. Operasyon öncesi planlamada, radyografik muayene bulguları ışığında uygun çap ve sayıda Schanz ve Steinman pin sayıları ile bükülebilir gövde çapı belirlendi.

Operasyondan 30 dk önce bütün olgulara 0,04 mg/kg dozda atropin sülfat (Atropin % 2, Vetas) SC yolla uygulandı. Premedikasyon 2 mg/kg dozda ksilazin HCl'nin (Alfazine % 2, Egevet) İM uygulanmasıyla gerçekleştirildi. Anestezi induksiyonu 10 mg/kg dozda ketamin HCl'nin (Alfamine % 10, Egevet) İM enjeksiyonuyla sağlandı. Bütün olgularda operasyon bölgesi, kırığın bulunduğu

kemiğin alt ve üst eklemine içine alacak şekilde traş ve dezenfekte edilerek hazırlandı. Köpekler humerus kırıklarında lateral pozisyonda operasyon masasına alınırken tibia kırıklarında bilateral eksternal fiksator uygulamaları için ilgili ekstremite yukarıya asıldı (hanging limb position).

Humerus Kırıklarında Akrilik Eksternal Fiksator Uygulanması

Humerus kırığı bulunan altı olguya akrilik eksternal fiksator uygulaması yapıldı. Humerus kırıklarının onarımında 2-4 mm çapında schanz pinleri kullanıldı ve akrilik eksternal fiksator, unilateral-uniplanar (Tip-IA) olarak kemiğe yerleştirildi. Kraniolateral insizyonla operasyon bölgesi açığa çıkarıldı (24,40). Kırık bölgesine ulaşıldıktan sonra kırık uçları redükte edilerek schanz pinlerinin gönderileceği aı belirlendi. Bistüri ucu ile deriye kısa bir insizyon yapılarak Schanz pininin ucu buradan geçirildi. Pinler kemiğe yerleştirilirken pin ile kemik arasında belirli bir aı olmasına özen gösterildi. Kırığın şekline göre her iki fragmente en az iki adet schanz pini olacak şekilde pinler gönderildi.

Hayvanın yaşı ve vücut ağırlığı ile fiksator gövdesinin çapı değerlendirilerek deri ve fiksator gövdesi arasında 2-4 cm mesafe bırakıldı. Akrilik doldurulan gövdenin operasyon sonunda uzun olan pinlerinin dışta kalan kısımları pin kesme makası ile uzaklaştırıldı. Fiksator gövdesinin üzeri sargı bezi ve flaster sarılarak kapatıldı.

Tibia Kırıklarında Akrilik Eksternal Fiksator Uygulanması

Tibia kırığı bulunan sekiz olguya akrilik eksternal fiksator uygulaması yapıldı. Tibia'ya akrilik eksternal fiksator uygulanırken, bacağın manipülasyonu ve medial krusun açığa çıkarılması daha kolay olduğu için hayvan ventrodorsal pozisyonda yatırıldı ve bacak yukarıya asıldı (hanging limb position). Tibia'ya akrilik eksternal fiksator bilateral-uniplanar (Tip-II) olarak yerleştirildi. Tibia'ya ulaşımda kranio-medial deri insizyonu uygulandı. Bölgeye ulaşıldıktan sonra pinler medialden laterale doğru gönderildi. Daha sağlam bir fiksasyon sağlaması için fiksator bilateral olarak yerleştirildi. Pinlerin hareketsiz bir şekilde fiksator gövdesine tespit edilmesi için alt ve üst fragmentlere en az bir adet ortası yivli Schanz pinleri uygulandı. Kemiğin ekleme en yakın bölgelerine schanz pinleri, kırık hattına yakın olan bölgelerine ise steinman pinleri gönderildi. Bu sayede kırığın redüksiyonu kolaylaştırılarak kırık daha stabil hale getirildi. Humerus kırıklarında anlatıldığı şekilde pinlerin uçları akrilik eksternal

fiksator gövdelerine tespit edildi. Akrilik polimerize olduktan sonra bölge rutin cerrahi kurallara göre kapatıldı.

Akrilik eksternal fiksator gövdesi olarak, kemiğin büyüklüğüne göre 5-8 numara entübasyon tüpleri veya farklı çaplarda spiral borular kullanıldı. Akrilik doldurulan gövdenin operasyon sonunda uzun olan pinlerinin dışta kalan kısımları pin kesme makası ile uzaklaştırıldı. Fiksator gövdesinin üzeri önce sargı bezi ve üzerinden flaster sarılarak kapatıldı. Fiksatorün medial gövdesi karşı bacağa temas ederek zarar verebileceği için gövdenin sarılmasına dikkat edildi.

Humerus ve tibia'ya akrilik eksternal fiksator uygulanan hiçbir olguda postoperatif bandaj uygulanmadı. Akrilik eksternal fiksatorlerin çıkarılma zamanı yapılan klinik ve radyografik muayene ve olguların ekstremite fonksiyonundaki bulgulara göre belirlendi.

Olguların tamamına postoperatif olarak yedi gün süreyle sefazolin sodyum (Sefazol® 1g, Mustafa Nevzat) ve üç gün süreyle meloksikam (Maxicam®, Sanovel) enjeksiyonu yapıldı. Pin dibi enfeksiyonlarından korunmak için pin diplerinden geçecek şekilde sargı beziyle sarılarak günde iki kez pinlerin deri ile temas halinde olan kısımları % 10 povidon iyodür (Biokadin®, Adeka) ile temizlendi. Gerekli durumlarda Elizabeth yakalığı kullanıldı.

Olguların tümü postoperatif bir hafta boyunca hospitalize edildi. Daha sonra olgular hayvan sahiplerine teslim edildi. Postoperatif radyografik kontrollerin yapılabilmesi için bütün olgular 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerde tekrar çağrıldı. Olgularda uygulanan fiksatorler humerus'dan ortalama 42. günde, tibia'dan ortalama 37. günde uzaklaştırıldı.

Operasyon sonrası en az 35 gün süreyle yapılan kontrollerde Bergmann ve ark. (41)'lerinin bildirdiği topallık skorlaması yapılarak değerlendirildi (Tablo I).

Tablo I. Topallık değerlendirme skalası (41)

SKOR	DEĐİŐKEN
0	Normal şekilde kalkıp yürür
1	Normal şekilde kalkar, yürürken hafif topallık vardır
2	Normal şekilde kalkar, yürürken belirgin topallık vardır
3	Normal şekilde kalkamaz, yürürken hafif veya belirgin topallık vardır
4	Ağırlık verilmeyen topallık vardır

Tablo II. Akrilik eksternal fiksator ile sagaltım yapılan olguların dağılımı

Olgu no	İrk	Yaş	Cinsiyet	Kırık nedeni	Kırığın yeri ve şekli	Sonuç
1	Mélez	3 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Diáfizer Obólik Tibia Kırığı	Hafif Topallık
2	Rottweiler	3 Aybık	Erkek	Direkt Travma	Diáfizer Obólik Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
3	Mélez	4 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Diáfizer Obólik Açık Tibia Kırığı	Hafif Topallık
4	Mélez	5 Aybık	Erkek	Trafik Kazası	Diáfizer Transversal Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
5	Terrier	6 Aybık	Erkek	Trafik Kazası	Diáfizer Transversal Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
6	TÇK	6 Aybık	Erkek	Yüksekten Düşme	Diáfizer Transversal Tibia Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
7	Mélez	4 Aybık	Erkek	Bilişmiyor	Diáfizer Obólik Tibia Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
8	Mélez	6 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Diáfizer Obólik Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
9	Mélez	6 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Diáfizer Transversal Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
10	TÇK	5 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Suprakondüler Transversal Humerus Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
11	Akbaş	3 Aybık	Dişi	Bilişmiyor	Diáfizer Transversal Tibia Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
12	Pointer	3 Aybık	Dişi	Trafik Kazası	Diáfizer Obólik Tibia Kırığı	Fonksiyonel iyileşme
13	TÇK	6 Yaş	Dişi	Bilişmiyor	Diáfizer Transversal Tibia Kırığı, Distal Fragmentten Kama Şeklinde Parça Ayrılmış Mercur	Fonksiyonel iyileşme
14	Mélez	18 Aybık	Erkek	Direkt Travma	Diáfizer Transversal Tibia Kırığı	Fonksiyonel iyileşme

TÇK: Türk Çoban Köpeği

Tablo III. Olguların topallık skorlama sonuçlarının günlere göre dağılımı

Olgular	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7. gün	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14. gün	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
21. gün	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
28. gün	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Radyografik 35. gün	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0: Normal şekilde kalkıp yürür, 1: Normal şekilde kalkar, yürürken hafif topallık vardır, 2: Normal şekilde kalkar, yürürken belirgin topallık vardır, 3: Normal şekilde kalkamaz, yürürken hafif veya belirgin topallık vardır, 4: Ağırılık verilemeyen topallık vardır (41)

değerlendirmede operasyondan hemen sonra alınan radyografi ile kemiğin düzlemi, redüksiyonun yeterliliği ve implantın uygulama şekli ele alındı. Postoperatif 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerde hatalı kaynama, kırık uçlarının keskinliği, redüksiyon kaybı, kallus oluşumu, kortikal devamlılık, kırık çizgisi ve yeniden şekillenme ile muhtemel postoperatif komplikasyonlar yönünden değerlendirildi.

BULGULAR

Olguların ırk, yaşı, cinsiyet, kırık nedeni, kırığın yeri ve şekli ile sağaltım sonuçlarına göre dağılımı Tablo II'de, olguların topallık skorlama sonuçlarının günlere göre dağılımı ise Tablo III'de verilmiştir.

Tibia kırığı bulunan sekiz olgudan tamamına fibula kırığı da eşlik etti. İyileşme döneminde tibia ile fibula arasında şekillenmiş olan sinostozisin (kemik köprülenmesi) ekstremite fonksiyonlarına herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı görüldü.

Açık kırık bulunan bir olguda (olgu 3) eksternal fiksator 46. günde uzaklaştırıldığında tibia'da dışı doğru açılanma ve hafif topallık gözlemlendi.

Akrilik eksternal fiksator uygulanan tibia kırıklarından altı olguda (olgu 6, 7, 11, 12, 13, 14) fonksiyonel iyileşme, iki olguda (olgu 1, 3) hafif topallık şekillendi. Humerus kırıklarının tümünde (olgu 2, 4, 5, 8, 9, 10) fonksiyonel iyileşme sağlandı.

Üç olguda (olgu 1, 11 ve 12) gecikmiş pin dibi enfeksiyonu ile karşılaşıldı. Pin dibi enfeksiyonları, yoğun antibiyotik kullanımı ve lokal antiseptik uygulamaları ile tedavi edildi. Tüm pin dibi enfeksiyonları ekleme en yakın pinde şekillendi. Üç olguda da topallık yok veya çok hafifken, pin dibi enfeksiyonunun başlamasıyla topallığın başlama-

olgularda postoperatif süreçte, özellikle pinlerin kemiğe girdiği kısımlarda periosteal üremeye karşılaşıldı. Oluşan bu periosteal üremelerin uzun dönemde remodelizasyona bağlı olarak ortadan kaybolduğu gözlemlendi. Akrilik eksternal fiksator uzaklaştırıldıktan sonra pinlerin deriden kemiğe girdikleri yerde oluşturduğu delikler, pansumanla korunarak fiksatorün uzaklaştırılmasından sonraki dört-yedi gün içinde kapandı.

Uygulamanın yapıldığı 14 olgunun da fiksatorü çok iyi şekilde tolere ettiği ve fiksatorün yürürken zorlamaya neden olmadığı gözlemlendi. Tibia medialinde yer alan fiksator gövdesinin yürümede engel teşkil etmediği ve diğer bacağa temas etmediği gözlemlendi.

Akrilik eksternal fiksator sertleştikten sonra hiçbir vakada yapısının bozulmadığı ve dış etkenlere (travma, soğuk vb) çok dayanıklı olduğu gözlemlendi. Fiksator gövdesine sabitlenen pinlerin hiçbirinde eğilme, kırılma veya açılanma ile karşılaşılmadı. Uygulamanın yeterli stabilite ve immobilite sağladığı tespit edildi.

Akrilik eksternal fiksatorün uzaklaştırılması için preoperatif planlama yapılmış olsa da uzaklaştırma zamanına, olguların klinik ve radyografik değerlendirme sonuçları göz önünde bulundurularak karar verildi. On dört olgu da fiksator uzaklaştırıldıktan sonra tekrar kırık vakasıyla karşılaşılmadı.

Uygulamanın yapıldığı hem tibia hem de humerus kırığı bulunan olguların ortalama bir-üç gün içerisinde ekstremiteye yük vererek ekstremitesini kullanmaya başladıkları tespit edildi. Genç hayvanlarda epifiz plağında erken kapanmaya yönelik olumsuz etki gözlenmedi.

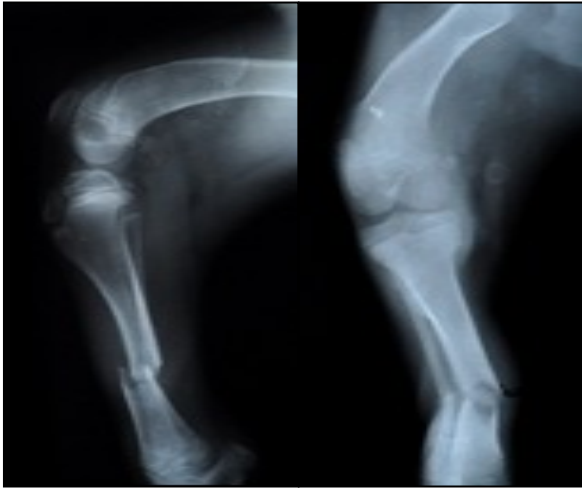
Olgu 11 ve olgu 12'nin operasyon öncesinde alınan radyografileri sırası ile Resim I ve Resim

IV'de verilmiştir. Olgu 11'in postoperatif 28 (Resim II) ve 35. günlerde alınan radyograflerinde redüksiyonun kaybolmadığı ve yeterli düzeyde kallus oluştuğu gözlenmiştir. Olgu 11'in 45. günde fiksatorü uzaklaştırılmıştır (Resim III). Olgu 12'nin postoperatif 21. gün alınan radyografisinde (Resim V) kırık çizgisinin belirgin olduğu ancak 28.günde kırık çizgisinin kaybolduğu ve yeterli düzeyde kallus varlığı gözlenmiştir. Olgu 12'in 28. günde fiksatorü uzaklaştırılmıştır (Resim VI). Akrilik eksternal fiksator uygulaması yapılan bu olgularda iyi bir fonksiyonel iyileşme sağlanmıştır.

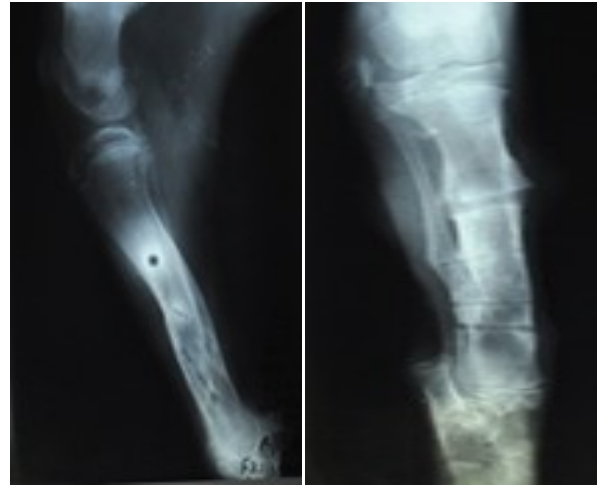
Olgulardan birinde (olgu 3) hatalı kaynama (hafif

açılanma) tespit edildi. Olgu 2, 3 ve 5'te hafif redüksiyon kaybı şekillendi. Kırık uçlarının keskinliğinin ve kırık çizgisinin yaklaşık olarak 28. günde kaybolduğu belirlendi. Fiksator uygulamalarında kallus oluşumunun 14. günde yeterli düzeyde olduğu 21. günde yoğunlaştığı gözlendi. Remodelizasyonun 28 ve 35. günlerde başladığı görüldü.

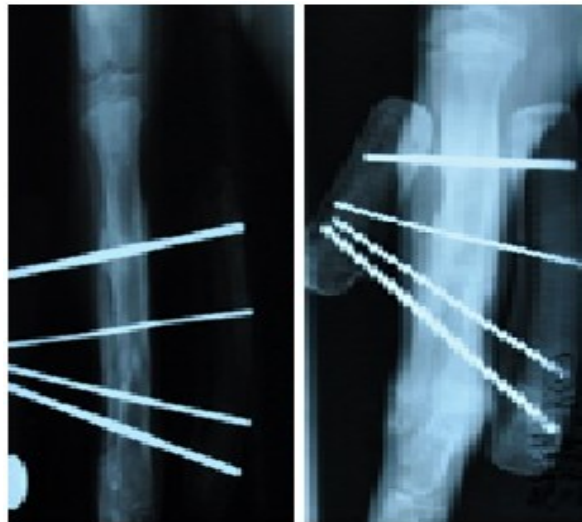
Humerus için kırık iyileşme süresi yaklaşık 35-52. günlerde şekillenirken tibia için yaklaşık 28-42. günlerde şekillendi. Fiksatorler humerus'dan ortalama 42. günde tibia'dan ortalama 37. günde uzaklaştırıldı.



Resim I. Olgu 11'in preoperatif radyografik görünümü (M/L ve A/P)



Resim III. Olgu 11'in postoperatif 45. gün fiksator uzaklaştırıldıktan sonraki radyografik görünümü (ML ve A/P)



Resim II. Olgu 11'in postoperatif 28. gün radyografik görünümü (A/P) ve oblik



Resim IV. Olgu 12'nin preoperatif radyografik görünümü (M/L)



Resim V. Olgu 12'nin postoperatif 21. gün radyografik görünümü (A/P ve oblik)



Resim VI. Olgu 12'nin postoperatif 28. gün fiksator uzaklaştırdıktan sonraki radyografik görünümü (M/L)

TARTIşMA VE SONUÇ

Çalışmada, akrilik eksternal fiksator yöntemi kullanılarak değişik ırk, yaş ve cinsiyetteki on dört olgunun klinik ve radyografik değerlendirmelerine göre kırık sağaltımı yapılmıştır. Çalışma materyalinin altısını humerus, sekizini tibia kemiklerine ait kırıklar oluşturdu.

Humerus kırıklarında bölgeye ulaşım yeri kemiğin kranialaterali, tibia'da ise kemiğin mediali olarak bildirilmiştir (24,40,42). Çalışmamızda, humerus'a kranialateral yaklaşımın kolay olması ve bölgeye güvenli bir ulaşım sağlaması nedeniyle

bu bölge tercih edildi. Tibia'da ise lateralde v. *saphena parva* bulunduğu için medial yaklaşım uygulandı. Hiçbir olguda kırık fragmentlerine yaklaşım konusunda güçlükle karşılaşılmadı. Uygulanacak yöntem ve ulaşılacak olan bölgenin kemik üzerindeki lokalizasyonuna göre anatomik redüksiyonu kolaylaştırması bakımından en uygun yaklaşımın yukarıda bildirildiği gibi olabileceği düşünöldü.

Eksternal fiksatorlerde, tek taraflı linear gövde (Tip-IA) uygulamalarında, gövdenin karşı tarafındaki kırık hattında tam bir aksiyal ve dinamik kompresyon oluşmadığı bildirilmektedir (43).

Bu çalışmada da akrilik eksternal fiksator uygulamalarında istenilen düzeyde aksiyal ve dinamik kompresyon oluşmadığı için indirekt iyileşme gerçekteşti.

İntramedöller çiviler kırık hattına etki eden bükölme kuvvetlerini nötralize ederken rotasyonel kuvvetlere karşı koyamamaktadırlar. Ancak intramedöller çivilerin bu dezavantajı interlocking çivilerin kullanımı ile engellenmiştir (44,45). İntramedöller çivi uygulamalarında, kırık bölgesinin minimal hareketlerine bağlı olarak kırık stabilizasyonunun bozulduğu bildirilmekle birlikte (19), düzensiz kas hareketlerine de yol açtığı ve oblik, spiral ve parçalı kırıklarda fiksasyonun başarısız olduğu tespit edilmiştir (19,46). Çalışmada akrilik eksternal fiksator uygulanan olgularda, postoperatif süreçte alt ve üst kırık fragmentinin uzunlamasına düzlemde sağa veya sola doğru dönmediği belirlendi. Parçalı veya oblik kırık olgularında akrilik eksternal fiksatorün başarı ile uygulanabileceği gözlemlendi.

İlizarov'un sirköler eksternal fiksatorünün uygulaması iyi bir deneyim gerektirmektedir. Ayrıca uygulama yapılmadan önce çok iyi preoperatif planlama yapılmalı pin sayısı, pinlerin geçiş pozisyonu önceden belirlenmelidir (29,47). İlizarov'un sirköler eksternal fiksatorü aynı zamanda maliyeti yüksek bir osteosentez yöntemidir (47,48). Yine ortofiks tipi dinamik aksiyal eksternal fiksatorlerin maliyetinin yüksek olduğu ve tecrübe gerektirdiği bildirilmektedir (49,50). Bütün eksternal fiksator uygulamalarında olduğu gibi bu çalışmada da alınan radyografiler üzerinde preoperatif planlama yapıldı. Ancak diğer eksternal fiksator uygulamalarında olduğu gibi akrilik eksternal fiksator uygulamalarının fazla deneyim gerektirmediği ve maliyetinin diğer fiksator tiplerine göre oldukça düşük olduğu gözlemlendi.

Sirköler eksternal fiksator veya diğer linear tip eksternal fiksator uygulamalarında pin gövde

bağlantı noktalarında bulunan klemlerde zamanla gevşeme şekillenmekte ve klemlerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve sıkılması gerekmektedir. Gövdelerin bakımına özen gösterilmezse, kırığın stabilizasyonunda bozulmalar meydana gelebilmektedir (35,47). Bu çalışmada, akrilik eksternal fiksator uygulaması yapılan herhangi bir olguda pin-gövde bağlantılarında gevşeme veya kırılma görülmedi. Bu duruma bağlı olarak hiçbir olguda stabilizasyon bozulmadı. Akrilik eksternal fiksator gövdeleri ile pinler arasında gevşeme görülmemesinde, akriliğin polimerize olduktan sonra çok dayanıklı bir hal almasının etkili olduğu düşünüldü.

Pin dibi enfeksiyonu eksternal fiksator uygulamalarında en sık karşılaşılan komplikasyonlardan birisidir. Bu komplikasyonun önüne geçmek için günlük pin dibi bakımı yapılarak pin-deri ara yüzeyi korunmaya çalışılmalıdır (51-54). Kraus ve ark. (55) yaptıkları çalışmada eksternal fiksator uygulamalarında en yaygın görülen problemlerden birisinin de pin gevşemesi olduğunu bildirmektedirler. Bunun nedeninin de pin dibi enfeksiyonu, pinlerin yerleştirilmesi sırasında şekillenen kemiğin termal nekrozu, mikrokırıklar ve kemik-pin ara yüzlerinde meydana gelen hareketler olduğunu aktarmaktadırlar. McCartney (39), modifiye akrilik eksternal fiksator (pin-gövde bağlantısında klemp olarak akrilik kullanılan eksternal fiksator) kullanılması ile ilgili özellikle büyük ırk köpeklerde pin gevşekliğinin sık görüldüğünü ve bu durumun topallığa neden olduğunu aktarmaktadır. Büyük ırk köpeklerde pin gevşekliğinin yaygın olarak en uçtaki proksimal ve distal pinlerde şekillendiğini, kedilerde ise böyle bir problemle karşılaşmadığını vurgulamaktadır. Bu çalışmada akrilik eksternal fiksator uygulanan üç olguda (olgu 1, 11 ve 12) postoperatif süreçte pin dibi enfeksiyonu gelişti. Bu olguların ikisinde de pin dibi enfeksiyonunun en üst pinlerde şekillenmesi dikkat çekiciydi. Pin dibi enfeksiyonu oluşmasında, deri-gövde arası mesafenin çok yakın olması ve hayvan sahibinin operasyon sonrası bakım şartlarına uymamasının etkili olabileceği düşünüldü. Bu olguların ikisinde de kırık stabilizasyonu bozulmadı. Aynı zamanda termal kemik nekrozundan kaynaklanan halka şeklinde sekestr oluşumu ile karşılaşmadı. Akriliğin donması sırasında, termal kemik nekrozu oluşmaması için pinlerin serum fizyolojik ile soğutulmasının etkili olabileceği kanısına varıldı. Ancak serum fizyolojik ile pinleri sürekli ıslatma işleminin operasyon sırasında zaman kaybına neden olduğu belirlendi. Canpolat ve ark. (56), köpeklerde eksternal fiksator uygulamalarında gövde olarak dış alçısı, normal alçı ve akrilik kullanmışlar ve en güçlü seçeneğin akrilik olduğu kanısına varmış-

lardır. Alçının pinleri tutma gücünün zayıf olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan akriliğin her ne kadar termal nekroz yapma olasılığı olsa da, akrilik gövdenin soğuduktan sonra pinleri tutma gücünün yüksek olduğu gözlemlendi.

Steinman pinleri, ucu yivli schanz pinleri ile karşılaştırıldığında kortikal kemikte aksiyal kuvvetlere karşı daha az dirençlidirler (53). Bundan dolayı iyileşme periyodunda steinman pinleri gevşemeye daha yatkındır (57). Yapılan bir çalışmada, eksternal fiksator uygulamalarında en yüksek fiksasyon oranının büyük çaplı çiviler kullanılarak elde edilebileceği bildirilmiştir (58). Bu çalışmada rijit bir fiksasyon elde etmek için humerus'a akrilik eksternal fiksator uygulanan tüm olgularda fiksasyon pini olarak ucu yivli schanz pinleri, tibia'da ise alt ve üst fragmentlere en az birer tane ortası yivli schanz pinleri geri kalan bölgelerde ise steinman pinleri kullanıldı. Bu şekilde yapılan uygulamada kırık uçlarının yeterince sabitlendiği görüldü.

Canpolat ve ark. (57) akrilik eksternal fiksator uyguladıkları köpeklerin operasyondan 1 hafta sonra ekstremitelerini kullanmaya başladıklarını gözlemlemişlerdir. Özak ve ark. (31) uzun kemik kırığı bulunan 22 köpek ve 8 kedide akrilik eksternal fiksator uygulaması yapmışlar, 11 olgunun anesteziyenin uyandıktan sonra bacaklarını tam olarak kullanabildiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, akrilik eksternal fiksator uygulanan tüm olguların ekstremitelerini ortalama 1-3 gün içinde fonksiyonel olarak kullanabildikleri, yürüdükları ve normal hayatlarında aktivite gösterdikleri gözlemlendi.

Gül (59) eksternal fiksator olarak ortofiks tipi dinamik aksiyal eksternal fiksator uyguladığı olgularda, 15-30 kg canlı ağırlığında olan köpeklerin fiksatorü kolay taşıyabildiklerini, aygıtın ağırlığından kaynaklanan bacak konumunda bozulma gibi herhangi bir durumla karşılaşmadığını bildirmektedir. Diğer taraftan bir olgunun fiksatorü orta düzeyde taşıyabildiğini ve yürürken az zorlandığını belirtirken bir olgunun ise fiksatorü taşımada ve yürümede oldukça zorlandığını bildirmektedir. Akrilik eksternal fiksator aynı boyuttaki metal fiksatorlerden daha dayanıklı olup, her boyuttaki hayvana uygun şekilde hazırlanabilir özelliktedir (31). Çalışmada kullanılan akrilik eksternal fiksator hafif olmasından dolayı her boyuttaki hayvan tarafından kolayca taşınabildi ve hayvanların yürütmesinde zorluk gözlenmedi.

Akrilik eksternal fiksatorler diğer fiksatorlerden bazı üstün özelliklere sahiptir. Bunların en önemlisi maliyettir. Bu yöntemde cerrahın tercihine göre fiksasyon pinleri değişik düzlemlerde, farklı

bölgelere yerleştirilebilir (60). Aynı zamanda akrilik eksternal fiksator uygulamasında değişik çaplarda pinler kullanılabilir ve pinlerin gövdedeki bağlayıcı klemlere uyum zorunluluğu yoktur. Akrilik gövdelerin radyolüsent özelliğinden dolayı postoperatif kırık redüksiyonu ve iyileşmesinin değerlendirilmesinde kolaylık sağlar (56,60). Akrilik eksternal fiksatorün en önemli avantajlarından birisi de, pinlerin kemikte istenilen bölgeye yerleştirilebilmesidir. Diğer eksternal fiksatorlerde görülen pinlerin gövdeye tespitinde karşılan zorluklar akrilik eksternal fiksatorde yoktur (35,39). Literatür verilerine benzer olarak akrilik materyalin ve spiral boruların maliyetin düşük olduğu gözlemlendi. Kırık hattının postoperatif radyolojik kontrollerinde akriliğin radyolüsent özelliğinden dolayı değerlendirmenin kolay yapılabildiği belirlendi.

Özak ve ark. (31), akrilik eksternal fiksator uyguladıkları köpek ve kedilerin uzun kemik kırıklarının, yaklaşık 25-35. günlerde iyileştiklerini ve fiksatorü köpeklerde 42. günde kedilerde ise ortalama 29,5. günde uzaklaştırdıklarını aktarmaktadırlar. Özsoy ve Altunatmaz (6), eksternal fiksator uyguladıkları köpeklerde, kırıkların 16-40. günlerde iyileştiklerini belirtmektedirler. Bu çalışmada, akrilik eksternal fiksator uygulanan olgularda, humerus için kırık iyileşme süresi yaklaşık 35-52. günlerde şekillenirken tibia için yaklaşık 28-42. günlerde şekillendi. Akrilik eksternal fiksatorler humerus'dan ortalama 42. günde uzaklaştırılırken tibia'dan ortalama 37. günde uzaklaştırıldı. Humerus kırıklarının daha geç iyileşmesinde, akrilik eksternal fiksator gövdelerinin tek taraflı olarak yerleştirilmesinin etkili olabileceği düşünüldü. Fiksatorler uzaklaştırıldıktan sonra tekrar kırık oluşumu veya anguler deformite gibi herhangi bir komplikasyonla karşılaşılmadı.

Bach ve ark. (61), insanlarda açık kırıkların onarımında plak uygulamaları ile linear tip eksternal fiksasyon uygulamalarını karşılaştırmışlar ve her iki yöntemde kırık iyileşmesi bakımından mükemmel sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. Komplikasyon oranını eksternal fiksatorde plak uygulamalarına göre daha düşük olduğunu ve açık kırıklarda eksternal fiksatorün primer stabilizasyon yöntemi olarak tercih edilebileceğini aktarmışlardır. Bu çalışmada açık tibia kırığı bulunan bir olguya (olgu 7) akrilik eksternal fiksator uygulaması yapıldı ve kırık iyileşmesi sağlandı ancak hafif topallık devam etti.

Akrilik eksternal fiksator uygulanan tibia kırıklarında iyileşme süresi sonunda tibia ile fibula arasında sinostoz (kemik köprülenmesi) olduğu

fakat bu köprülenmenin ekstremitte fonksiyonlarına herhangi bir olumsuz etki oluşturmadığı görülmüş ve bu bulgu literatür verileriyle uyumlu bulunmuştur (62).

Kırık iyileşmesinin komplikasyonları; osteomyelit, kaynama gecikmesi, kaynama yokluğu, kötü kaynama, prematür epifiz kapanması ve kırığa bağlı sarkomadır (49,63-66). Johnson ve Schaeffer (67), değişik konfigürasyonlarda eksternal fiksator uyguladıkları 108 radius ve tibia kırığından 3üç olguda kaynama yokluğu, üç olguda gecikmiş kaynama, iki olguda osteomyelit şekillendiğini bildirmektedirler. Özak ve ark. (31), çeşitli uzun kemik kırığı bulunan 22 köpekten 2 olguda kaynama yokluğu ve bir olguda osteomyelit gözlemlendiğini aktarmaktadırlar. Çalışmamızda akrilik eksternal fiksator uygulanan olguların hiçbirinde kırık iyileşmesi ile ilgili bir komplikasyonla karşılaşılması.

Radyografik açıdan değerlendirildiğinde akrilik eksternal fiksator uygulamalarında kırık çizgisinin yaklaşık olarak 21. günden itibaren kaybolmaya başladığı belirlendi. Kallus oluşumu ortalama yedinci günden itibaren başlarken akrilik eksternal fiksator uygulamalarında eksternal kallusun fazla şekillendiği gözlemlendi. Bütün olgularda remodelizasyon yaklaşık olarak 35. günde başladı.

Sonuç olarak, akrilik eksternal fiksator uygulamasının, ekipman maliyetinin ucuz olduğu ve özellikle kas dokusu yönünden zayıf olan tibia kırıklarında minimal invaziv yaklaşımla uygulanabilir olduğu ancak deneyim ve tecrübe gerektirdiği ve operasyon sonrası özenli pin dibi bakımı gerektirdiği belirlendi. Akrilik eksternal fiksator uygulamalarının ekonomik ve elde edilebilme kolaylığı açısından klinik pratikte yaygın olarak kullanılabilmesi kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

1. Aslanbey D. Veteriner Ortopedi ve Travmatoloji. Özkan Matbaacılık, Ankara 2002, ss 1-150.
2. Bruce WJ. Radius and ulna In: Coughlan A, Miller A (eds), BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management. 1st ed. Bsava, United Kingdom 1998, pp 197-215.
3. Denny HR. The Humerus. In: Coughlan A, Miller A. (eds), BSAVA Manual of Small Animal Fracture Repair and Management. 1st ed. Bsava, United Kingdom 1998, pp 170-195.
4. Tomlinson JL. Fractures of the humerus. In: Slatter D (ed), Textbook of Small Animal Surgery, 3rd. ed. W.B. Saunder, Philadelphia 2003, pp 1905-1918.
5. Süer C, Sağlam M. Köpeklerde arka ekstremitte travmatik lezyonlarının dağılımı ve sağıltımı üzerine

- linik çalışmaları. Ankara Üniv Vet Fak Derg 2006; 53: 15-23.
6. Özsoy S, Altunatmaz K. Treatment of extremity fractures in dogs using external fixators with closed reduction and limited open approach. *Vet Med-Czech* 2003; 48(5): 133-140.
 7. Aron DN. Practical techniques for fractures. In: Bojrab M.J. (ed.): *Current Techniques in Small Animal Surgery*. 4th ed. Philadelphia, 1998, pp 934-941.
 8. Shahr R. Relative stiffness and stress of type I and type II external fixators: Acrylic versus stainless-steel connecting bars-a theoretical approach. *Vet Surg* 2000; 29: 59-69.
 9. Roush JK. Management of fractures in small animals. *Vet Clin Small Anim* 2005; 35: 1137-1154.
 10. Kaya Ü. Köpeklerde tibia kırıklarının minimal invaziv plak osteosentezi ile sağaltımı. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2003; 50: 19-23.
 11. Boudrieau RJ, Sinibaldi KR. Principles of long bone fracture management. *Semin Vet Med Surg (Small Anim)* 1992; 7: 44-62.
 12. McLaughlin R. Internal fixation, intramedullary pins, cerclage wires and interlocking nails. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999; 29: 1097-1116.
 13. Ünlüsoy İ, Bilgili H. Köpeklerde intrameduller çivileme teknikleri ve uygulama alanları. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2005; 52: 85-91.
 14. Bilgili H, Aslanbey D. Uzun kemiklerin epifizer bölge kırıkları: Bölüm II Kedi ve köpeklerde epifizer kırıkların sınıflandırma metodları. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 1999; 5: 78-84.
 15. Clements DN, Gemmill T, Cord SA, et al. Fracture of the proximal tibial epiphysis and tuberosity in 10 dogs. *J Small Anim Pract* 2003; 44: 355-358.
 16. Lillich JD, Roush JK, DeBowes RM, et al. Interlocking intramedullary nail fixation for a comminuted diaphyseal femoral fracture In An Alpaca. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1999; 12: 81-84.
 17. Beale B. Orthopedic clinical techniques femur fracture repair. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 134-150.
 18. Gül YN. Bioabsorbable ve biodegradable implantların özellikleri ve kırık sağaltımında kullanımı. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2000; 6: 108-111.
 19. Schrader SC. Complications associated with the use of Steinman intramedullary pins and cerclage wires for fixation of long-bone fractures. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21: 687-703.
 20. McCartney WT. Use of an acrylic external fixator with an intramedullary tie-in pin for the treatment of tibial fractures in 85 dogs. *Vet Rec* 2007; 27: 596-597.
 21. Milovancev M, Ralphs CS. Radius-ulna fracture repair. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 128-133.
 22. Weinstein J, Ralphs SC. External coaptation. *Clin Tech Small Anim Pract* 2004; 19: 98-104.
 23. Nispet ÖH, Çaptug Ö, Bilgili H. Uzun kemik kırıklarında sağaltım seçenekleri. Bölüm I: Bandajın endikasyonları, çeşitleri ve temel uygulama prensipleri. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2006; 13: 97-106.
 24. Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. Brinker, Piermattei and Flo's *Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*. 4th ed. Saunders Philadelphia 2006, pp 1-790.
 25. Yurdakul M, Sağlam M. Kedi ve Köpeklerde Ekstremitte Uzun Kemiklerinin Diyafizer Kırıklarının Sağaltımında Uygulanan Biyolojik Osteosentez Tekniklerinin Klinik Değerlendirilmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 2009; 56: 31-36.
 26. Court-Brown CM. Intramedullary nailing of open tibial fractures. *Curr Orthopaed* 2003; 17: 161-166.
 27. Necas A, Proks P, Urbanova L, et al. Radiographic assesment of implant failures 3.5 LCP vs. 4.5 LCP used for flexible bridging osteosynthesis of large segmental femoral diaphyseal defects in a miniature pig model. *Acta Vet Brno* 2010; 79: 599-606.
 28. Johnson K. Locking plates-The ultimate implant? *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 2: 1-2.
 29. Mutlu Z, Özsoy S. Köpeklerin Ekstremitelerinde İlizarov Eksternal Fiksator Uygulamaları Üzerine Klinik Çalışmalar. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 2003; 29: 119-135.
 30. Beck JA, Simpson DJ. Type 1-2 hybrid external fiksator with tied-in intramedullary pin for treating comminuted distal humeral fractures in a dog and a cat. *Aust Vet J* 1999; 77: 18-20.
 31. Özak A, Yardımcı C, Nisbet HÖ, ve ark. Treatment of long bone fractures with acrylic external fixation in dogs and cats: retrospective study in 30 Cases (2006-2008). *Kafkas Univ Vet Fak Derg* 2009; 15: 615-622.
 32. Marcellin-Little DJ. External skeletal fixation. In: Slatter D (ed), *Textbook of Small Animal Surgery*, 3rd. ed. W.B. Saunders Philadelphia, 2003, pp 1818-1835.
 33. Matthiesen DT. Fractures of the humerus. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 121-133.
 34. Owen MR, Langley Hobbs SJ, Moores AP, et al. Mandibular fracture repair in dogs and cats using epoxy resin and acrylic external skeletal fixation. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2004; 17: 189-197.
 35. Kraus KH, Toombs JP, Ness MG. *External Fixation in Small Animal Practice*. Blackwell, UK 2003; pp 1-215,
 36. Stampley AR, Lawrence D. Acrylic external skeletal fixation in the treatment of complex mandibular fractures. *Canine Pract* 1993; 18: 15-19.
 37. Toombs JP. Transarticular application of external skeletal fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 181-193.
 38. Tomlinson JL, Constantinescu GN. *Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 1991; 3: 235.
 39. McCartney W. Use of the modified acrylic external fixator in 54 dogs and 28 cats. *Veterinary Record* 1998; 143: 330-334.
 40. Denny HR, Butterworth SJ. *A Guide to Canine and*

- Feline Orthopaedic Surgery 4th Ed. Blackwell United Kingdom 2006, pp 299-600.
41. Bergmann HM, Nolte I, Kramer S. Comparison of analgesic efficacy of preoperative or postoperative carprofen with or without preincisional mepivacaine epidural anesthesia in canine pelvic or femoral fracture repair. *Vet Surg* 2007; 36: 623-632.
 42. Piermattei DL, Johnson KA. An Atlas of Surgical Approaches to the Bones and Joints of the Dog and Cat. Okumuş (4th ed) Çeviri: Okumuş Z, Kaya M. Kitap: Kedi ve Köpeklerde Kemik ve Eklemlere Cerrahi Yaklaşım Atlası. Medipres Matbaacılık, Malatya 2011; ss 149-390.
 43. Fossum TW. Small Animal Surgery. 3rd ed. Elsevier Philadelphia, 2007; pp 1583-1883.
 44. Endo K, Nakamura K, Maeda H, et al. Interlocking intramedullary nail method for the treatment of femoral and tibial fractures in cats and small dogs. *J Vet Med Sci* 1998; 60: 119-122.
 45. Çaptuğ Ö, Bilgili H. Treatment of long bone fractures by interlocking nailing fixation technique in 5 cats. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 2006; 12: 36-44.
 46. Hulse D, Hyman B. Biomechanics of fracture fixation failure. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21: 647-668.
 47. Johnston SA, Lancaster RL, Hubbard RP, et al. A biomechanical comparison of 7 hole 3,5 mm broad and 5 hole 4,5 mm narrow dynamic compression plates. *Vet Surg* 1991; 20: 235-239.
 48. Bilgili H, Olcay B. Ilizarov'un sirküler eksternal fiksasyon sistemi: Bölüm 1. Sistemin tarihçesi, bölümleri, endikasyonları ve prensipleri. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 1998; 4: 62-67.
 49. Dudley M, Johnson AL, Olmstead M, et al. Open reduction and bone plate stabilization, compared with closed reduction and external fixation, for treatment of comminuted tibial fractures: 47 cases (1980-1995) in dogs. *J Am Vet Assoc* 1997; 211: 1008-1012.
 50. Gül NY. Köpeklerde Ortofiksi Tipi Dinamik Aksiyal Eksternal Fiksator İle Tibia Kırıklarının Onarımı. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2003, ss 1-99.
 51. Boothe HW, Tangner CH. Clinical application of Kirschner apparatus in long bone fractures. *J Am Anim Hosp Assoc* 1983; 19: 679-686.
 52. Harari J. Complications of external skeletal fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 99-107.
 53. Hass B, Reichler IM, Montavon PM. Use of the tubular external fixator in the treatment of distal radial and ulnar fracture in small dogs and cats. A retrospective clinical study. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2003; 3: 132-140.
 54. Anderson GM, Lewis DD, Radasch RM, et al. Circular external skeletal fixation stabilization of antebrachial and crural fractures in 25 dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2002; 39: 479-498.
 55. Kraus KH, Wotton HM, Boudrieau RJ, et al. Type II external fixation, using new clamps and positive profile threaded pins, for treatment of fractures of the radius and tibia in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1998; 212: 1267-1270.
 56. Canpolat İ, Bulut S, Kılıç S, et al. Treatment of tibia and fibula fractures with full pin (bilateral) experimental external fixation method using acrylic, hard dental plaster and normal plaster in dogs. *Turkish J Vet Surg* 1997; 3: 14-18.
 57. Canpolat İ, Bulut S, Kılıç S ve ark. Kırıkların yarım pin yöntemi uygulanarak akrilik barlı eksternal fiksasyonla sağaltımında pin ve vida kullanımının karşılaştırılması. *Veteriner Cerrahi Dergisi* 1997; 3: 32-36.
 58. Chevalley F, Amsutz C, Bally A. Experimental study of external fixation of femoral fractures. Mechanical properties of different kinds of fixation. Clinical implications. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1992; 78: 423-429.
 59. Gül NY, Yanık K. Management of tibial fractures with orthofix axial external skeletal fixator in 15 dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 4(19): 228-235.
 60. Egger EL. Instrumentation for external fixation. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1992; 22: 19-43.
 61. Bach AW, Hansen ST. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin Orthopaedics* 1989; 241: 89-94.
 62. Özak A. Köpeklerin Antebrachium Kırıklarında Radius'un Osteosentezinde Dinamik Kompresyon Plağı (DCP) ve İntramedüller Çivileme Yöntemi İle Sağlanan Sonuçların Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2000, ss 1-88.
 63. Willson JW. Vascular supply to normal bone and healing fractures. *Semin Vet Med (Small Anim)* 1991; 6: 26-38.
 64. Olmstead ML. Complications of fractures repaired with plates and screws. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1991; 21: 669-686.
 65. Boudrieau RJ. Fractures of the Tibia and Fibula. In: Slatter D (Ed), *Textbook of Small Animal Surgery*, 3rd ed, WB Saunders, Philadelphia 2003, pp 2144-2157.
 66. Nolte DM, Fusco JV, Peterson ME. Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998-2002). *J Am Vet Med Assoc* 2005; 226: 77-82.
 67. Johnson AL, Schaeffer DJ. Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2008; 21: 256-261.