

DENEYSSEL ÇALIŞMA

AKSİAL KOMPRESYONLU İNTRA MEDULLER MODİFİYE BİR ÇİVİ (İnvitro Deneysel Çalışma)

A MODIFIED INTRA MEDULLARY NAIL WITH AXIAL COMPRESSION (Invitro Experimental Study)

Yavuz KIRANYAZ

SUMMARY

A modified intra medullary nail with axial compression for fractures of the long bones and a guide device for this procedure were introduced. Intra medullary nailing for appropriate fractures of the long bones is very popularized osteosynthesis technique. And osteosynthesis with compression plates and screws are used for a large field of traumatology. These two systems of osteosynthesis and their applications have innumerable advantages for fracture healing individually. But they have also some disadvantages for repairing of fractures. For example, intra medullary nailing requires reaming of the medullary canal of the long bones for stability and rigidity of osteosynthesis procedure. It is well known that intramedullary reaming disturbs to endosteal vessels. And this means that fracture union will be delayed. On the other hand, osteosynthesis with the compression plates and screws also damage to periosteal blood circulation. An intra medullary nail with axial compression minimizes these disadvantages and so rigid fixation, good alignment, rapid primary bone healing are obtained.

The implants and equipment presented here were designed and produced for this study. They were applicated on some wooden models, cow's long bones and some disarticulated upper extremities of human. During this study, current literature about intra medullary nailing, reaming of medullary canal of bone and osteosynthesis with using compression effects were reviewed.

(Keywords: Intra medullary nailing, Axial compression.)

ÖZET

Uzun kemik kırıklarının cerrahi tedavisinde amaç, tam redüksiyon ve sağlam bir sentez sağlamaktır. Bunun için travmatoloji alanında belirli prensipler içeren cerrahi teknikler kullanılır. İntra meduller çivileme ve kompresyon plaklı osteosentez yöntemleri halen geniş kullanım alanı bulmaktadırlar. Yararlılığı ve tedavi etkinlikleri kabul edilmiş bu iki yöntemin

avantajlarını birarada içeren aksial kompresyonlu intra meduller çivi ve ekipmanlarının tanıtımı amacıyla 4 grup çalışma sunulmuştur. Ağaç modeller, hayvan kemikleri, insan kadavra kemikleri ve insana ait dezartiküle üst ekstremitte humerusu üzerindeki kırık sentezi çalışmaları tanıtılmıştır. Bu çalışmalarda aksial kompresyon yapabilen intra meduller çivi kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Uygulama kolaylığı, stabil bir osteosentez elde edilmesi ve güçlü kompresyonun kırık çizgisini etkilemesi bu tekniğin avantajlarıdır. Meduller kanalın oyulmasına gerek duyulmaması kırık kaynaması yönünden olumlu bir durumdur. Kırık kaynamasını ve hastanın rehabilitasyonunu çabuklaştıracığı düşüncesiyle klinik kullanılabilirlik özellikleri taşımaktadır.

(Anahtar Kelimeler: İntrameduller çivi, Aksial kompresyon)

Bir uzun kemik kırığının çabuk ve sağlam kaynaması, kırık diziliminin mükemmelliği ve hastanın erken rehabilite edilebilmesi gibi kriterleri içeren modifiye bir implantın tanıtılması amaçlanmıştır. İntra meduller çivilemenin ve kompresyonlu osteosentezin kırık kaynaması üzerindeki avantajlarının tek bir implant ile elde edilebileceğini göstermek amacı ile bir prototip çivi kullanılmıştır.

Kırık kaynamasına aksial kompresyonun olumlu etkilerini ilk olarak Key tarafından bildirilmiş ve Charnley tarafından popularize edilmiştir. Aksial kompresyonla ilgili çalışmalar Eggers, Danis, Stuck ve AO grubu tarafından geliştirilmiştir. Aksial kompresyon kırık çizgisinde daha rijid fiksasyon sağlar ve kırık fragmanları arasındaki boşluğu minime indirir. Post operatif immobilizasyon gerekliliğini ortadan kaldırır veya immobilizasyon süresini kısaltır. kırık tamirini primer kaynama şeklinde sağlar. Halen travmatoloji alanında yaygın olarak kullanılan AO grubunun osteosentez tekniklerinin amacı da bu olumlu faktörlere yöneliktir (1, 2). Deneysel hayvan araştırmalarında canlı kemiğin oldukça yüksek statik kompresyon basınçlarına dayanabildiği anlaşılmıştır. Perren, 300 kp/cm² lik basıncın canlı kemik yüzlerinde nekroz oluşturmadığını göstermiştir (3).

İntra meduller çivileme ile kırık fiksasyonu ilk kez 1918 yılında Hey Groves tarafından yapılmış ve 1940 tan sonra Küntscher tarafından popularize edilmiştir (4). Bu tek-

nik uzun kemik kırıklarında halen yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak uzun kemiklerin distal ve proksimal segmentlerine ait kırıklarında distal fragmanın stabilize edilmesi zor olmaktadır. Bunun nedeni metafizer bölgelerde meduller kanalın genişlemesidir (1). Bu olumsuz etkeni gidermek için kilitli çiviler geliştirilmiştir. Kilitli çivi fikri ilk kez Küntscher tarafından ortaya atılmıştır (5). Sonraları 1952 de Camargo, 1972 de Klemm ve Schelmann, 1974 de Kempe kilitli çiviler ile çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Bu yöntemin son yıllarda kapalı çivileme tekniği şeklinde uygulandığı bildirilmektedir (6). Ülkemizde ve yurt dışında kilitli çivi uygulamaları ile ilgili olgu serileri gün geçtikçe artmaktadır (7, 8). Dinamik tip kilitli çivileme ile kırık yerinde hastanın yüklenmesine bağlı olarak kompresyon etkisi olmaktadır. Statik tip çivilemede ise kırık fragmanlarının düzgülüğü amaçlanır (7, 9, 10). İntra meduller çivilemenin başlıca avantajları; kırığın düzgülü redüksiyonu, hastanın erken mobilize edilmesi, geç ve kötü kaynama riskinin azaltılması, kas ve kemik atrofilerinin önlenmesi, eklem sertliklerinden kaçınma, hospitalizasyon süresinin kısaltılması ve ameliyat tekniğinin kolaylığıdır (4, 8).

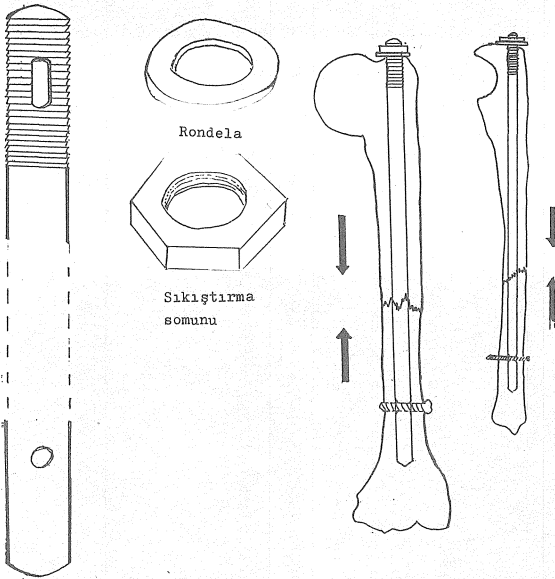
Bu bilgiler ışığında intra meduller çivilemenin ve aksial kompresyon olayının kırık kayması üzerindeki avantajlarını birarada içeren modifiye bir implant ile deneysel araştırmalar yapılmıştır. Ve kırık yerinde elde edilen stabilize dereceleri gözlenmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada değişik çap ve uzunluklarda özel sipariş ile hazırlanan implantlar kullanılmıştır. Ayrıca bu implantların skopi gerektirmeden kullanılabilmesi için özel bir kılavuz yaptırılmıştır.

A- İmplantlar:

1) Kompresyon yapabilen modifiye Küntscher çivisi: Klasik Küntscher çivisinin proksimal tarafına 4 cm lik bir bölüme yiv açılmış ve bu yivlere uygun bir sıkıştırma somunu ile bir rondela hazırlanmıştır. Çivinin distal ucuna 3 cm yakın, 6 mm çaplı bir delik vardır. Bu delik bir kortikal vidanın rahatça geçmesine uygundur. Bu materyel özel SMO 316 implant çeliğinden yapılmıştır (Şekil 1, 3).

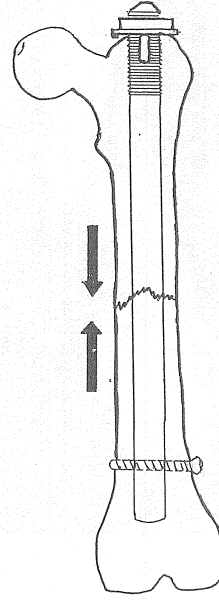


Şekil 1 - Kompresyonlu intra meduller çivinin proksimal ve distal uçları

Şekil 2 - Modifiye çivinin humerus ve ulnada uygulanışı.

2) Kompresyon yapabilen modifiye Steinman çivisi: Bir Steinman çivisine yukarıda belirtilen değişiklikler yapılmıştır. Distal uca yakın olan vida deliği 4 mm çaptadır. Ve bir Sherman vidası veya yivli bir çivinin geçmesine izin verecek genişlikte-

dir. Doğal olarak sıkıştırma somunu ve rondelanın boyutları kullanılan çivi ile uyumlu olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 3 - Modifiye çivinin femurda uygulanışı.

B- Ekipmanlar:

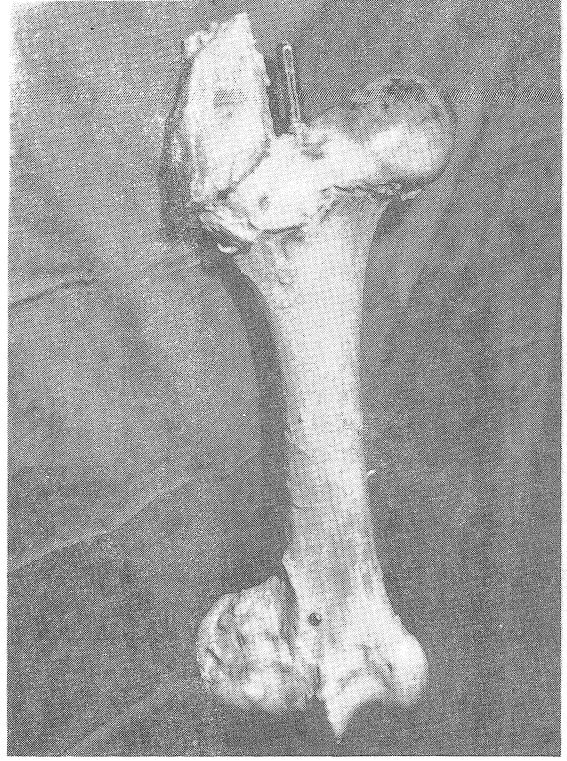
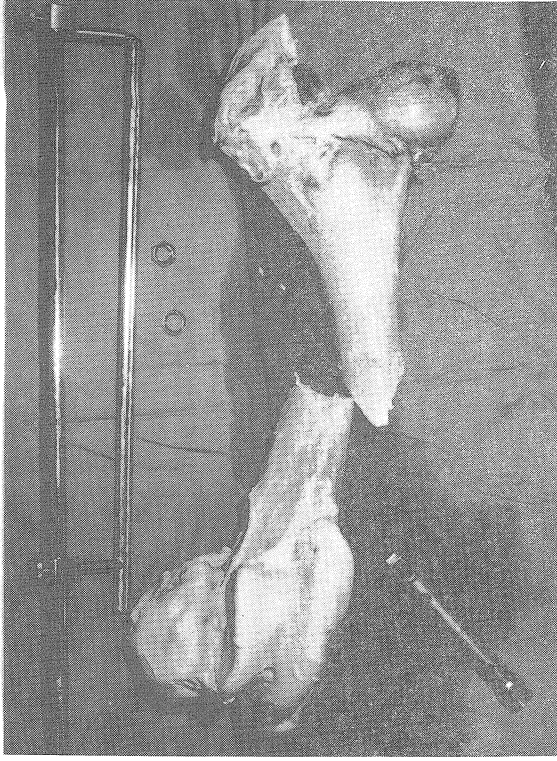
1) Kırık kemik içine yerleştirilen kompresyonlu çivinin distal ucundaki vida deliğini skopi gerekmeden bulabilmek için tasarlanıp yaptırılan özel kılavuz: Sağlam bir çelik çubuk üzerinde hareket edebilen ve gerektiğinde istenilen konumda fikse edilebilen iki ek parçadan ibarettir. Bunlardan proksimal tarafta olanı, çakılan çiviye tesbit eder. Distal taraftaki parça ise, çivide bulunan deliği işaret eden drill kılavuzudur (Resim 1, 3).

2) Kırık çizgisindeki kompresyonu sağlayacak olan somunu sıkıştıran anahtar: Bu çalışmada 14 ve 15 no kullanıldı (Resim 1).

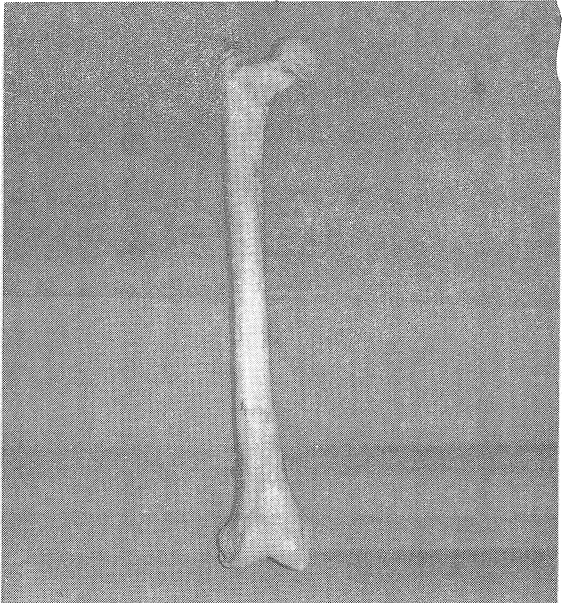
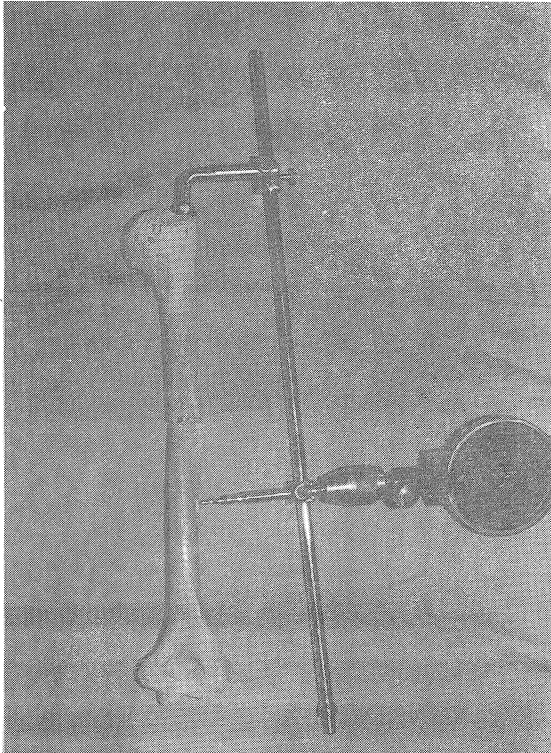
C- Çalışmada kullanılan materyeller:

1) Ağaç modeller: Uzun silindirik şekilde tahta çubukların içi tornada oyularak hazırlanmıştır.

2) Sığır femurları: Yeni kesilmiş danalardan alınmıştır (Resim 1, 2).



Resim 1, 2: Siğir femurunda kompresyonlu intra meduller çivi uygulaması.



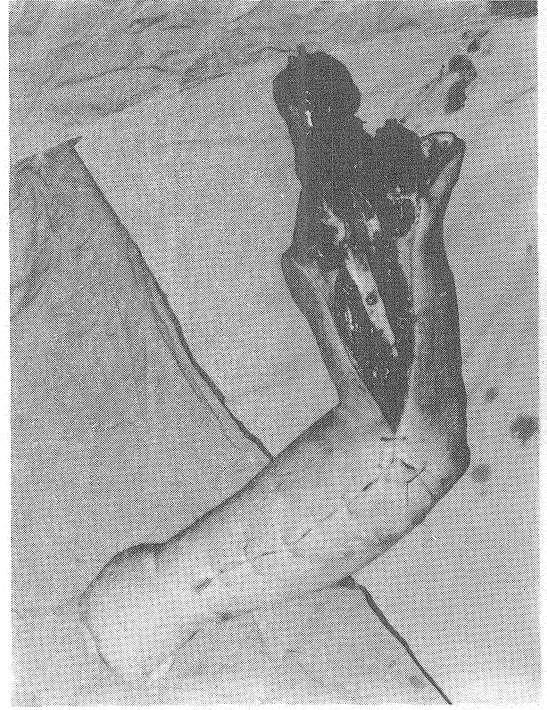
3) İnsan kadavra kemikleri: Femur, Humerus ve Ulna kullanılmıştır. (Resim 3, 4).

Resim 3, 4: Kadavra kemiklerinde aksial kompresyonlu intra meduller çivileme.

4) Dezartikule edilmiş insan üst ekstremitesi: Osteojenik Sarkom nedeniyle dezartiküle edilen sol üst ekstremitenin humerusunda çalışılmıştır (Resim 5, 6).



denemelerde proksimal taraftaki somun ve rondelanın kemik içine gömüldüğü izlenmiştir. Bu arada distal tarafa konulan vidanın da büküldüğü görülmüştür.



Resim 5, 6: Malignite nedeniyle dezartiküle edilen üst ekstremitte humerusunda modifiye çivinin uygulanışı.

D- Uygulanan Metod:

Çalışmada kullanılan tüm materyellerde matkap yardımıyla transvers veya kısa oblik kırıklar oluşturulmuş veya elektrikli alçı testeresi kullanılarak düzgün yüzeyli transvers kesiler yapılmıştır. İntrameduller çiviler anterograd veya retrograd olarak çakıldıktan sonra çivilerin distal taraflarındaki vida delikleri hem skopi yardımı ile, hem de özel kılavuz kullanılarak saptanmıştır. Uygun vida veya yivli çivi distaldeki deliğe yerleştirildikten sonra kırık redükte edilmiştir. Deneyin son aşamasını sıkıştırma işlemi oluşturmamaktadır. Sıkıştırma işlemi, kırık çizgisi direkt görüş altında iken yapılmıştır. Ve kırık hattında yeterli stabilite ve kompresyon elde edilinceye kadar sürdürülmüştür.

BULGULAR

Kompresyon gereğinden fazla yapıldığı

Sağlamlığını ve doğal direncini yitirmiş kadavra kemikleri ile yapılan çalışmalarda bazı komplikasyonlarla karşılaşmıştır. Karşılaşılan ilk zorluk bu kemiklerin uygun şekilde kırılmayışı olmuştur. Kırık oluşturma sırasında parçalanma ve ufalanmalar olduğundan, kadavra kemiklerine testere ile osteotomi yapılarak deneme yapılabilmiştir. Ayrıca proksimal tarafta sıkılan somun kemik içine kolayca gömüldüğünden yeterli kompresyon da elde edilemedi.

Sağlam ve dayanıklı materyellerde ise böyle komplikasyonlar söz konusu olmadığı için mükemmel derecelerde kompresyon ve stabilite elde edilmiştir. Bu materyeller; ağaç modeller, hayvan kemikleri ve operasyon materyeli olan dezartikule kolun humerusudur.

Dikkat çeken önemli bir nokta da kırık fragmanları arasında elde edilen stabilitenin kesilen fragmanlar arasında elde edilebilenden çok daha iyi ve güvenilir olduğudur.

Çünkü kırık olgusunda parçaların yüzleri düzensiz ve dişlidir. Bu da stabiliteyi arttıran en önemli etkidir. Oysa testere ile kesili parçaların yüzeyleri düz ve dişlenmeye uygun değildir. Böylece rotasyonel stabilite sağlamak güçleşir.

Sonuç olarak bu bulgular, kompresyonlu intra meduller çivinin insan kırık kemiklerinin sentezinde kullanılabileceği doğrultusunda görülmektedir.

TARTIŞMA

İntra meduller çivileme ile veya plak vida sistemleri ile osteosentez metodları travmatoloji alanında etkinlikleri bilinen tedavi şekilleridir. Bu metodların kendilerine özgü üstünlükleri veya bazı sakıncaları da bilinmektedir. Örneğin, intra meduller çivilemede kemiğin endosteal dolaşımı oyma işlemi nedeniyle yatrogenik olarak bozulmaktadır. Plak vida osteosentezlerinde ise periosteal dolaşım önemli ölçüde zarar görmektedir. Bu iki durum da kırık kaynamasını geciktiren faktörler olarak bilinir. Bu olumsuz noktaları giderme konusunda intra meduller çivileme ile kompresyonun aynı anda elde edilebilmesi cesaret vericidir.

Uzun kemik metafizer bölge kırıklarında intra meduller çivileme yeterli stabiliteyi sağlayamaz. Çünkü meduller kanal bu bölgede genişler. Bu nedenle plak vidalı veya intra meduller kilitli çivileme uygulamak gerekir (7, 11, 12). Böylece periosteal veya endosteal dolaşımın önemli derecede hasara uğratılması kaçınılmazdır. Metafize yakın kırıklar eklemlere de yakınlık gösterdiklerinden konservatif tedavi yöntemleri ile birçok komplikasyonlar görülmektedir. Eklem sertlikleri, yumuşak doku atrofisi ve tedavi süresinin uzaması en sık görülenlerdir. Bu nedenle daha dinamik yöntemlere gerek vardır (6,7,9,10,11,13,14).

Femur subtrokantrik veya suprakondiller kırıklarında kırık yerine büyük stressler yüklenmektedir. Nitekim bu kırıklara uygulanan plak ve vidalar sıklıkla bükülmekte veya kırılmaktadır. İntra meduller kilitli çivileme bu komplikasyonlara karşı bir al-

ternatif gibi görünmektedir. Ancak hem çiviye, hem kemiğe multipl deliklerin açılması refraktür riskini taşır (8). Burada tanımlanan çivide sadece bir vida deliği vardır. Ve çivinin sağlamlığı maksimum ölçüde korunmuştur. Kilitli çivilerden farklı olarak çivi ile kemiğin birbirine sıkıca tutunması birçok vida yardımıyla değil, kırık çizgisinde sağlanan mükemmel kompresyonla elde edilebilmektedir. Başka bir deyişle; kırık çizgisine yüklenen stressler çivi ve kemiğe paylaştırılmaktadır. Elde edilen kompresyon ile kemik ve çivi stresslere karşı tek bir ünite olarak dayanmaktadır. Kırık parçalarının dizilimi de her intra meduller çivilemede olduğu gibi kusursuz olmaktadır. Kompresyon etkisinin bir avantajı da kırığın primer kaynamasını sağlamasıdır. Aynı zamanda fragmanların rotasyonuna engel olması da intra meduller çivileme tekniğinin en aranan özelliğidir (1). Kompresyonun kırık kaynamasına olan olumlu etkileri deneysel olarak kanıtlanmıştır (3, 15).

Kırık çizgisindeki rotasyonel zorlamalara karşı plak vida sentezi güvenilir bir methodur. Anguler zorlamalara karşı ise intra meduller çivileme daha güvenli bir yoldur (16). Refraktür komplikasyonunun plaklı sentezlerdeki en önemli nedeni bükülme streslerinin plak deliklerinde yoğunluk kazanmasıdır (17, 18).

Klasik intra meduller çivilemede kırık çizgisinde mutlak hareketsizlik sağlanamadığından ve intra meduller oyma işleminden dolayı periosteal kallus oluşumuyla kaynama olur (15). Oysa aksial kompresyonlu intra meduller çivilemede oyma prosedürü minimaldir veya hiç gerekmez. Böylece sağlam kalan endosteal damarlar ve kırık çizgisindeki kompresyon etkisi nedeniyle primer kemik kaynaması elde edilebilir. Kırığın stabilitesini sağlayan en önemli faktör kompresyonun yarattığı dişleme ve fragmanların birbirine kenetlenmesidir. Bilindiği gibi intra meduller çivileme tekniğinde yapılan medullayı oyma işlemi kırık kaynamasını olumsuz etkiler. Organizmanın bu işleme doğal yanıtı revaskülarizasyon şeklinde görülür. Ve belirli bir zaman alır (19). Kompresyon plağı ile yapılan sentezde

ise kırık yerinde rijid fiksasyon sağlanarak kaynama elde edilmektedir (13, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26). Meduller oyma sırasında ortaya çıkan kemik yongaları mikro sekestrler olarak infeksiyon riskini arttırabilirler (2). Gene meduller oyma işlemi kemiğin korteks kalınlığının 2/3 ünde 8-12 hafta süren dolaşım bozukluğu yapmaktadır. Meduller oyma prosedürünün bu sakıncaları burada tanıtılan modifiye implantın sağladığı kompresyon etkisi ile önlenabilir. Çünkü kompresyonun sağladığı stabilite, oyma işleminin sağlayacağı stabilitenin yerini alacaktır. Kemik korteks kalınlığının % 50-70 inde nekroz yapabilen meduller oyma işlemine gerek kalmaz (27, 28). Bu çalışmada herhangi bir çivi yerine femur için Küntscher çivisinin seçilerek modifiye edilmesinin nedeni, yonca yaprağı şeklinde bir kesite sahip olmasındandır. Yonca yaprağı kesitine sahip bir çivi canlı kemiğe çakıldığında, çivi ile kemik yüzeyleri arasındaki boşluklarda damarların zarar görmediği veya zarar gördüyse revaskülarizasyonun kolay sağlandığı bilinmektedir (2).

Bu çalışmada kullanılan çivilerin rijid materyelden seçilmesindeki amaç, kırık yerindeki hareketliliğin önlenmesine yöneliktir. Çünkü hayvan deneyleri kırık yerindeki hareketliliğin aşırı miktarda kallus oluşturduğunu göstermiştir (29, 30, 31).

SONUÇ

Uzun kemiklerin transvers veya kısa oblik kırıklarında iyi bir stabilite sağlanması, kırık yerinde kompresyon oluşturması, meduller oymaya gerek kalmayışı ve kolay uygulanabilir olması gibi avantajlar taşıdığından, bu implantların travmatoloji alanında kullanılabileceği izlenimine varılmıştır. İn vitro olarak izlenen bu üstünlüklerin ne ölçüde yeterli ve yararlı olacağını saptayabilmek için invivo hayvan deneyleri bu

çalışmaların ikinci aşamasını oluşturacaktır. Çalışmada kullanılan implantlar ve ekleri kompresyonlu intra meduller çivileme amacıyla kullanılan prototip malzemeler olarak düşünülmüş olup, geliştirilmeye ve daha kullanışlı hale getirilmeye adaydır.

KAYNAKLAR

1. Sisk D T. *General principles of fracture treatment*. In: Crenshaw A H. *Campbells Operative Orthopaedics*. v.3. St Louis: C.V Mosby; 1987: 1575-9.
2. Kessler SB, Hallfeldt KKJ, Perren SM. *The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing*. *Clin Orthop*. 1986; 212: 18-25.
3. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H, eds. *Manual of Internal Fixation Technics*. Berlin: Springer-Verlag; 1979: 12.
4. Tarr RR, Wiss DA. *The mechanics and biology of intra medullary fracture fixation*. *Clin Orthop*. 1986; 212: 10-3.
5. Klemm K, Schellmann WD. *Dynamische und statische Verriegelung des Marknagels*. *Unfall Heilk*. 1972; 75: 568.
6. White GM. *The treatment of fractures of the femoral shaft with the brooker wills distal locking intra medullary nailing*. *J Bone Joint Surg*. 1984; 68 A: 865-7.
7. Çakmak M, ve ark. *Küntscher endikasyonu dışında kalan femur kırıklarında vidalı Küntscher uygulaması*. *Acta Orthop Trauma Turc*. 1982; 17 (2): 93.
8. Caniklioğlu M, Yalaman O, Parmaksızoğlu AS, Kıran U, Yiğit A. *Çok parçalı femur cisim kırıklarında vidalı Küntscher uygulaması*. *Acta Orthop Trauma Turc*. 1990; 24 (3): 148-52.
9. Brumback R, et al. *Intramedullary nailing of femoral shaft fractures part 1. Decision making errors with interlocking fixation*. *J Bone Joint Surg*. 1988; 70A: 1441-2.
10. Brumback R, et al. *Intramedullary nailing of femoral shaft fractures part 2. Fracture healing with static interlocking fixation*. *J Bone Joint Surg*. 1988; 70A: 1453.
11. Kempe I. *Closed locked intramedullary nailing*. *J. Bone Joint Surg*. 1985; 67A: 7098.
12. Winquist RA, Hansen ST. *Comminuter fractures of the femoral shaft treated by intramedullary*

nailing. *Ort Clin North Amer.* 1980; 11: 633-4.

13. Johnson KD, Jonston DWC, Parker B. Comminuted femoral shaft fractures: Treatment by roller traction, cerclage wires and an intramedullary nail or an interlocking intramedullary nail. *J Bone Joint Surg.* 1984; 66A: 1222.

14. Johnson KD, Greenberg M. Comminuted femoral shaft fractures. *Ort Clin North Amer.* 1987; 18 (1): 133-5.

15. Perren SM. Physical and biological aspects of fracture healing with special reference to internal fixation. *Clin Orthop.* 1979; 138: 175-6.

16. Barron SE, Robb RA, Taylor WF, Kelly J. The effect of fixation with intramedullary rods and plates on fracture site blood flow and bone remodeling in dogs. *J Bone Joint Surg.* 1977; 59A: 376-8.

17. Frankel VH, Burstein AH. The biomechanics of refracture of bone. *Clin Orthop.* 1968; 60: 221-3.

18. Laurence M, Freeman MAR, Swanson SAV. Engineering considerations in the internal fixation of fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg.* 1969; 51B: 754.

19. Rand JA, An KN, Chao EYS, Kelly PJ. A comparison of the effect of open intramedullary nailing and compression plate fixation on fracture site blood flow and fracture union. *J Bone Joint Surg.* 1981; 63A: 427-9.

20. Allen WC, Heiple KG, Burstein AH. A fluted femoral intramedullary rod. *J Bone Joint Surg.* 1978; 60A: 506.

21. Allen WC, Piotrowski G, Burstein AH, Frankel VH. Biomechanical principles of intramedullary fixation. *Clin Orthop.* 1968; 60: 13-5.

22. Donald G, Seligson D. Treatment of tibial shaft fractures by percutaneous Küntscher nailing. *Clin Orthop.* 1983; 178: 64-7.

23. Heiple KG, Brooks DB, Sampson BL, Burstein AH. A fluted intramedullary rod for subtrochanteric fractures. *J Bone Joint Surg.* 1979; 61A: 730-1.

24. Hunter SG. Deformation of femoral intramedullary nails. *Clin Orthop.* 1982; 171: 83.

25. Weinstein AM, Clemow AJT, Starkebaum W. Retrieval and analysis of intramedullary rods. *J Bone Joint Surg.* 1981; 63A: 1443.

26. Zimmerman KW, Klasen HJ. Mechanical failure of intramedullary nails after fracture union. *J Bone Joint Surg.* 1983; 65B: 274-6.

27. Eitel F. Indikation zur operativen Fraktur-Ent-
behandlung. *Unfall Heilk.* 1981; 154: 27-8.

28. Rhinelander FW. Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop.* 1974; 105: 34.

29. Molster A, Gjerdet N R, Raugstad T S. Effect of instability on experimental fracture healing. *Acta Orthop Scand.* 1982; 53: 521.

30. Terjesen T, Johnson E. Effects of fixation stiffness on fracture healing. *Acta Orthop Scand.* 1986; 57: 146.

31. Wang G J, Dunstan J C, Reger S I. Experimental femoral fracture immobilised by rigid and flexible rods. *Clin Orthop.* 1981; 154: 286.