

## Motorize intramedüller çivi ile alt ekstremitte uzatmasının işlevsel sonuçları

Hakan DİNÇYÜREK<sup>1</sup>, Mehmet KOCAOĞLU<sup>2</sup>, İ. Levent ERALP<sup>3</sup>, F. Erkal BİLEN<sup>2</sup>, Göksel DİKMEN<sup>3</sup>, İlker EREN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Burban Nalbantoğlu Devlet Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Lefkoşa, KKTC;

<sup>2</sup>Memorial Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Şişli, İstanbul;

<sup>3</sup>İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul

**Amaç:** Çalışmamızda alt ekstremitte kısıklığı nedeniyle motorize intramedüller çivi ile uzatma ameliyatı yapılan hastaların tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi amaçlandı.

**Çalışma planı:** Alt ekstremitte kısıklığı olan 14 hastanın (9 erkek, 5 kadın; ortalama yaş: 26.9; dağılım: 14-51 yıl) 11 femur ve 4 tibiasına motorize intramedüller çivi (Fitbone® TAA) ile uzatma yapıldı. Hastaların ameliyat öncesi ortalama kısıklığı 4.9 (dağılım: 2.5-7.5) cm idi. Ameliyat sonrası yedinci günde distraksiyona başlandı. Sonuçlar Paley'in kemik ve fonksiyonel skorlama sistemine göre değerlendirildi.

**Bulgular:** Hastaların ortalama takip süresi 33.5 (dağılım: 7-88) ay idi. Ortalama distraksiyon indeksi 1.2 gün/mm (dağılım 0.7-2.1 gün/mm) ve ortalama kemik iyileşme indeksi 43.7 (dağılım: 13.8-144) gün/cm olarak tespit edildi. Ortalama uzatma miktarı ise 51.7 (dağılım 25-75) mm olarak ölçüldü. İki hastada motorize intramedüller çivinin distraksiyon mekanizmasının çalışmaması nedeniyle farklı bir yonteme geçilmesi gerekti. Operasyon sonrasında 4 hastada geçici diz hareket kısıtlılığı, 4 hastada konsolidasyonun olgunlaşmasında gecikme, bir hastada valgus deformitesi, bir hastada intramedüller çivi anteni çevresinde yüzeysel enfeksiyon ve bir hastada çivinin proksimal ucunda kırık komplikasyonları ile karşılaşıldı. Kemik skoru 12 segmentte çok iyi, bir segmentte iyi olarak ve fonksiyonel skor 12 hastada çok iyi olarak değerlendirildi.

**Çıkarımlar:** Ekstremitte uzatma operasyonlarında, eksternal fiksator uygulamalarında görülebilen pin dibi enfeksiyon ve mobilizasyon güçlüğü gibi problemler gözlemlenmediği halde, motorize intramedüller çivi distraksiyon mekanizmasının çalışmaması gibi ekstra komplikasyonların da olabileceği unutulmamalıdır.

**Anahtar sözcükler:** Distraksiyon; eksternal fiksator; ekstremitte uzatma; intramedüller femur çivisi; komplikasyon.

Distraksiyon osteogenezi yöntemini kullanarak bacak kısıklık farkının giderilmesini sağlayan konvansiyonel sirküler veya monolateral eksternal fiksatorler, uzatma için en çok kullanılan ortopedik cihazlardır. Bununla beraber, eksternal fiksator ile yapılan uzatma operasyonlarına birçok komplikasyon eşlik etmektedir

ve literatürde hasta başına 1.0 ile 2.8 oranında komplikasyon bildirilmiştir.<sup>[1-6]</sup> Çivi dibi enfeksiyonları ve/veya derin yumuşak doku enfeksiyonları, Schanz çivileri ve Kirschner tellerinden kaynaklanan ağrı, pratikte en sık karşılaşılan ve operasyon sonrası hasta memnuniyetini azaltan problemlerdir. Kas ve eklem kontraktürleri

**Yazışma adresi:** Dr. Göksel Dikmen, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı, İstanbul.

Tel: +90 212 - 414 20 00 Dahili: 3154 e-posta: gdkmen@yahoo.com

**Submitted:** 28.11.2011 **Accepted:** 25.07.2011

©2012 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu  
www.aott.org.tr adresinde  
doi:10.3944/AOTT.2012.2671  
Karekod (Quick Response Code):



de karşılaşılan komplikasyonlar içinde yer alır. Eksternal fiksator ile yapılan uzatmalar sonucunda sekonder aksiyel deformiteler oluşabilmekte ve fiksator çıkarılması işlemi sonrasında yeni oluşan kemik dokusunda kırıklar görülebilmektedir.<sup>[1,7,8]</sup> Karşılaşılan sorunlar arttıkça, eksternal fiksatorün hasta üzerinde kalış süresi uzamaktadır. Bu da ameliyat sonrası rehabilitasyonun daha da zor yapılmasına sebep olmakta ve günlük yaşam aktivitelerine dönüş süresini uzatmaktadır.

Eksternal fiksatorün hasta üzerinde kalma süresini kısaltmak için son yıllarda yeni teknikler geliştirilmiştir. Bost ve Larsen, 1956 yılındaki eksternal fiksator uygulamaları sonrası, dizilim problemlerini önlemek için intramedüller çivi ile geçici olarak uyguladığı eksternal fiksatorü kombine etmiştir.<sup>[9]</sup> 1997 yılında Paley ve ark., tarif ettikleri intramedüller çivi üzerinde femur uzatma tekniği ile yapılan distraksiyon osteogenezi sonuçlarında, eksternal fiksator süresinde kısılma ve düşük enfeksiyon oranları bildirmişlerdir.<sup>[10]</sup> Kombine teknik olarak da anılan bu yeni yöntem ile sadece uzatma operasyonlarında değil, aynı zamanda kaynamama veya enfekte kaynamama, defektili kaynamama ve farklı endikasyonlarda da eksternal fiksator sürelerini kısaltmak ve çivi dibi enfeksiyon oranlarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır.<sup>[11-14]</sup> Böylece, tedavi sürecinde rehabilitasyon için hasta uyumu ve memnuniyeti

artmış, eklemlerde normal hareket açıklığına erken dönemde ulaşılmıştır.

Bu başlangıç adımlarından sonra tamamıyla intramedüller uzatma yöntemleri için araştırmalara başlanmıştır. Betz ve ark. cilt altında alıcısı olan, tamamı intramedüller motorize uzatma çivisini geliştirmişlerdir.<sup>[15]</sup> Baumgart ve ark. ise uygulama problemi olmadan 12 hastalık bir seri yayınlamakla majör komplikasyon olmadığını bildirmişlerdir.<sup>[16]</sup> Krieg ve ark., motorize intramedüller çivinin (İMÇ) 8 adolesan hastaya komplikasyonsuz uygulandığı bir seri sunmuş ve iyi hasta uyumu ile düşük enfeksiyon oranlarından bahsetmişlerdir.<sup>[17]</sup> Kenawey ve ark. İSKD (intramedullary skeletal kinetic distractor) kullanarak 57 hastalık bir seri yayınlamışlardır.<sup>[18]</sup> Fakat literatüre bakıldığında, İMÇ ile yapılan uzatmaların sonuçlarını, faydalarını ve komplikasyonlarını değerlendirmek için yeterli kadar çalışma ve bilgi halen bulunmamaktadır.

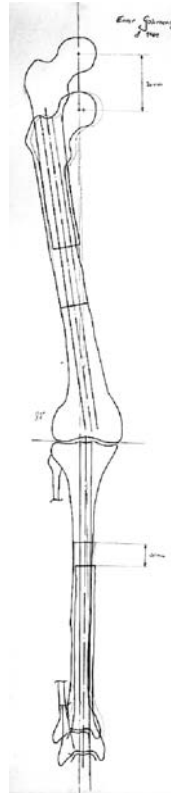
Bu çalışmada, alt ekstremité kısıklığı nedeniyle İMÇ ile femur ve/veya tibia uzatma ameliyatı yapılan hastaların, uzatma süreleri ve kemik iyileşme indeksleri, erken ve geç dönem komplikasyonları ve fonksiyonel durumlarını değerlendirmeyi amaçladık.

## Hastalar ve yöntem

Kliniğimizde, 2003-2010 tarihleri arasında, alt ekstremitéde kısıklık nedeniyle yaş ortalaması 26.9 (dağılım:



**Şekil 1.** Ateşli silah yaralanması sonrasında femur ve tibiada toplamda 9.4 cm kısıklığı olan 39 yaşındaki erkek hasta (Hasta no: 2, Tablo 1). [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]



**Şekil 2.** Operasyon öncesi planlanma ve operasyon sonrası tahmini uzatma miktarının şematize edilmesi.

14-51) olan 14 hastaya (9 erkek, 5 kadın) İMÇ (Fitbone® Telescope Active Actuator (TAA) çivi; Wittenstein intens GmbH, Igersheim, Almanya) kullanılarak 11 femur ve 4 tibia da uzatma operasyonu uygulandı. Bir hastada aynı tarafta olmak üzere tibia ve femur aynı seansta eş zamanlı olarak İMÇ ile uzatıldı. (Şekil 1-5) Hastaların ameliyat öncesi karşı alt ekstremitesine göre kısalığı ortalama olarak 4.9 (dağılım: 2.5-7.5) cm olarak tespit edildi. Beş hastada poliomyelit sekeline bağlı kısalık, iki hastada hemihipertrofi ve kısalık, iki hastada epifizit sekeline bağlı kısalık, iki hastada post-travmatik kısalık, iki hastada yapısal kısalık ve bir hastada da opere envetere gelişimsel kalça displazisine sekonder kısalık tespit edildi (Tablo 1).

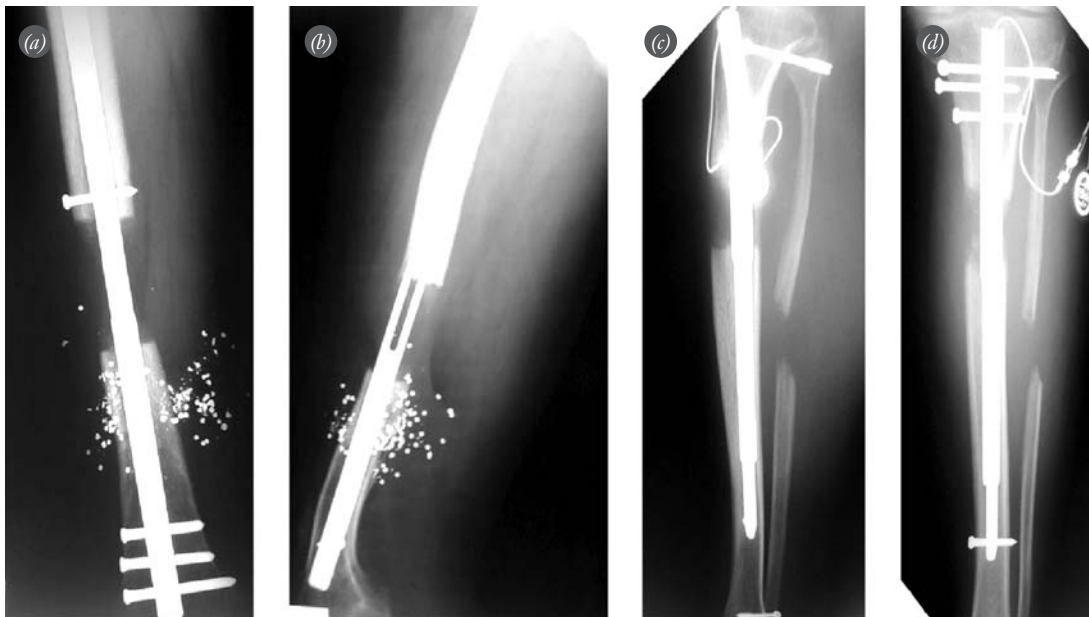
Hasta seçimi ölçütleri; kısalık farkının en az 2.5 cm en fazla 8 cm olması, son 2 yılda derin yumuşak doku veya osteomyelit geçirmemiş olması, uzatılacak segmentte kaynamama olmaması, uzatılacak segment için belirgin açısız veya translasyonel deformitesinin bulunmaması, metabolik kemik hastalığı olmaması, steroid veya sigara kullanımının olmaması, uzatılacak segmentin bir üst ve alt ekleminde instabilite olmaması, uzatılacak ekstremitedeki kas güçlerinin en az 4/5 olması, diz ekstansiyon defisiti bulunmaması ve özellikle cihaz kullanımı ile distraksiyon mekanizmasının hasta tarafından iyi anlaşılması olarak belirlendi.

Operasyon öncesinde hastaların kısalık farkları, dizilim kusuru ve eklem yönelim kusuru açısından ölçümleri yapıldı. Kullandığımız İMÇ (Fitbone® TAA) günümüzde

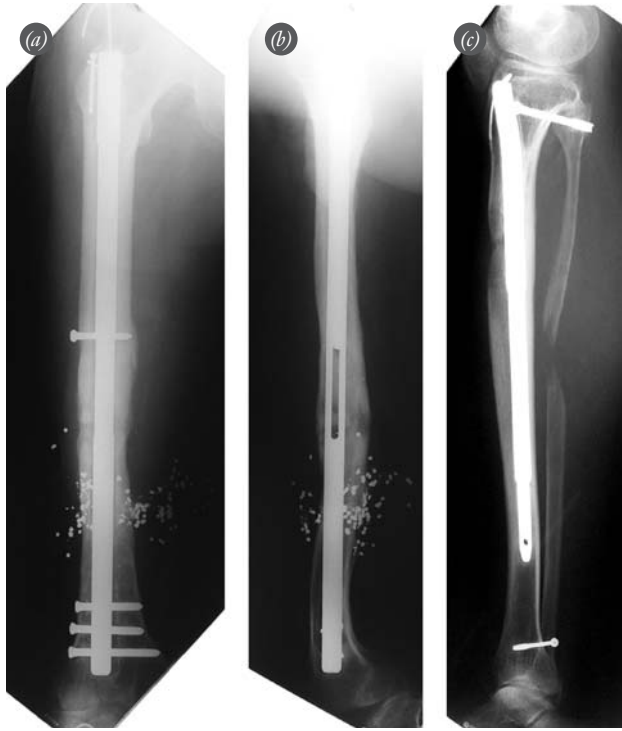


Şekil 3. Operasyon sonrasında erken dönemde ön-arka radyografilerde cilt altı anteni ile birlikte, (a) femur, (b) tibiaya uygulanan Fitbone® görülmekte.

kullanılan travma çivilerinden farklıydı ve düz olarak tasarlanmıştı.<sup>[16,19,20]</sup> Bu yüzden, ameliyat öncesi planlamanın önemi daha da yüksekti. Hastaların komplikasyonları minör (cerrahi girişim gerektirmeden tedavi edilebilen), majör (başka bir cerrahi girişim ile düzeltilebilen) ve gerçek komplikasyon (sekel) olarak üç grupta incelendi.



Şekil 4. Distraksiyon fazı bittiginde hastanın (a, b) femur ve (c, d) tibiasının ön-arka ve yan grafileri.



**Şekil 5.** Femur rejeneratının olgunlaşmasında gecikme ve diz hareket kısıtlılığı bulunan hastanın, hamstring gevşetme ile birlikte femur posterior korteks otogreft ile greftleme sonrasında (a, b) femurunda ve (c) tibiasında tam kaynama olduğunu gösteren ön-arka ve yan grafiler.

Hastalar ameliyat sonrası dönemde Paley'in intramedüller çivi üzerinde uzatma hastalar için kullandığı kemik ve fonksiyonel skor sistemi ile değerlendirildi.<sup>[10]</sup>

Uzatma operasyonlarında kullanılan İMÇ (Fitbone® TAA) femur ve tibia için farklı büyüklükte tasarlanmıştır.<sup>[21]</sup> Femur için kullanılan İMÇ düz olarak tasarlanmış ve paslanmaz çelik olup, maksimum distraksiyon miktarı 40 ile 80 mm arasındadır. Tibia için kullanılan İMÇ ise için düz veya proksimal angülasyonlu olabilir. Tibia İMÇ'lerinin proksimalinde motor ünite bulunmaktadır ve ince esnek bir tel ile cilt altındaki antene bağlanmaktadır. Eksternal bir dönüştürücü tarafından oluşturulan ve ciltten direkt olarak geçen yüksek frekanslı elektrik enerjisi motorun ana gücünü oluşturmaktadır. Hasta cilt altında palpasyonla hissettiği alıcı üzerine dönüştürücü anteni yerleştirir. Eksternal ünitiden sinyaller hasta tarafından istenilen sıklıkta verilebilir. Motor ünite, aldığı sinyalleri tek planda aksiyel harekete dönüştürür. Motorun sesi bir stetoskop yardımıyla eş zamanlı olarak kontrol edilebilir. Bu şekilde, hasta, motor ünitenin fonksiyonu ve yükü hakkında bilgi sahibi olur (Şekil 6). Çalışmamızda, hastaların uzatmaları ameliyat sonrası yedinci günde 0.75 mm/gün ya da 1 mm/gün hızında başlatıldı.

Kallus oluşumuna ve distraksiyonun miktarının hedeflenen düzeyde olup olmadığına göre günlük distraksiyon miktarı değiştirildi. Hasta grubumuzda sadece bir hastada istenilen distraksiyon miktarına istenilen sürede ulaşamaması üzerine günlük uzatma ritmi arttırıldı.

Operasyon öncesinde hasta radyolüsent masada hazırlandıktan sonra, osteotomi öncesinde floroskopi eşliğinde, rotasyonel dizilim kusuru oluşturmamak için proksimal ve distal segmentlere birer adet 5 mm'lik Schnaz vidası uygulandı. Daha sonra, belirlenen metafizer osteotomi sahasına çoklu delme tekniği kullanılarak osteotomi yapıldı. Frontal planda mekanik eksen sapması ve yönelim kusuru açısından radyolüsent bir gonyometre ile ölçüm yapılarak kontrol edildi, gereği halinde düzeltme yapılarak tekrar ölçüm yapıldı. Rijid oyuncaklar ile medüller kanal, planlanan İMÇ çivisinin diyafiz genişliğinden 0.5 mm fazla olacak şekilde oyuldu. İMÇ, mekanizmasının bozulmaması ve çivinin medulla içindeki dizilimini iyi olması için, intramedüller kanala nazik ve yavaşça bir şekilde yerleştirilmelidir. Tibialar için cilt altındaki alıcı anten ince esnek bir tel yardımıyla direkt olarak çivinin proksimalinde yer alan motor kısma bağlandı. Femur uygulamalarında ise antenin esnek tel motor yardımıyla lateral kortekste açılacak bir delikten geçirilerek diz eklemi içine kaçması engellenebildi.

Hastalar uzatma periyodu tamamlanana kadar çift koltuk değneği kullanılarak yük vermeden mobilize edildi. Radyolojik olarak kaynama bulgularının görülmesi ile yük miktarı kademeli olarak arttırılarak koltuk değnekleri bırakıldı. Hastalar uzatma süresince haftalık, konsolidasyon sürecinde iki haftalık aralıklarla takip edildi. Üç kortekste kaynama radyolojik olarak görüldükten sonra aylık kontrollere geçildi. Hastaların her kontrolünde kalça, diz ve ayak bileği eklem hareket açıklıkları ile problem ve/veya komplikasyonları kaydedildi. Distraksiyon bittikten sonra hastalar, kısalık farkları, eklem yönelim ve dizilim kusurları açısından ortoröntgenogram ile değerlendirildi. Distraksiyon indeksleri distraksiyon yapılan hedef sahanın milimetre başına düşen gün sayısı olarak hesaplandı (gün/mm). Kemik iyileşme indeksleri distraksiyon yapılan hedef bölge için konsolide olan cm başına düşen gün sayısı olarak hesaplandı (gün/cm).

### Bulgular

Hastaların ortalama takip süresi 33.5 (dağılım: 7-88) ay olarak tespit edildi. Hastaların ortalama distraksiyon indeksleri 1.2 (dağılım: 0.7-2.1) gün/mm ve ortalama kemik iyileşme indeksleri 43.7 (dağılım: 13.8-144) gün/cm olarak hesaplandı. Ortalama uzatma miktarı ise 51.7 (dağılım 25-75) mm olarak ölçüldü. Altı hastada

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri.

Hasta no/ Segment no	Cinsiyet/ Yaş	Etiyolojik kısıklık nedeni	Taraf/ segment	Takip süresi (ay)	Kısıklık (mm)	Distaksiyon indeksi (gün/mm)	Konsolidasyon indeksi (gün/cm)	Fonksiyonel skor	Kemik skoru	Komplikasyon
1/1	18/E	Hemihipertrofi	R femur	38	45	1.8	53.3	Çok iyi	Çok iyi	Anten yeri yüzeysel enfeksiyon
2/2 ve 3	39/E	Post-travmatik (Ateşli silah yaralanması)	R femur/ R tibia*	88	67 / 27*	1.2 / 1*	77/144*	Çok iyi/ iyi*	Çok iyi/ iyi*	Hamstring gevşetme + femur posterior korteks otogreft ile greftleme/ Aşıl gevşetme*
3/4	31/K	Poliomyelit	R femur	86	45	1.3	53.3	Çok iyi	Çok iyi	Yok
4/5	45/E	Yapısal	R femur	34	40	2.1	22.5	Çok iyi	Çok iyi	Yok
5/6	21/K	Poliomyelit	L tibia	34	40	1.1	73	Çok iyi	Çok iyi	Yok
6/7	14/K	Epifizit sekeli	R femur	31	30	1.1	29	Çok iyi	Çok iyi	Yok
7/8	21/E	Opere GKD (TKP)	R femur	16	75	1.2	16	Çok iyi	Çok iyi	Yok
8/9	13/K	Hemihipertrofi	R femur	36	65	1.52	14.2	Çok iyi	Çok iyi	Ameliyat sonrası 2. ayda düşme sonrası çivi proksimalinde subtrokanterik femur kırığı nedeniyle plak vida ile osteosentez
9/10	23/E	Poliomyelit	L femur	10	65	0.76	13.8	Çok iyi	Çok iyi	Yok
10/11	17/E	Yapısal	R femur	14	55	**	**	**	**	Ameliyat öncesi IMÇ'nin çalışmaması üzerine tırnak üstünde uzatma uygulaması
11/12	16/E	Epifizit sekeli (Purpura fulminans)	R tibia	7	70	1.07	17.4	Çok iyi	Çok iyi	Yok
12/13	34/E	Poliomyelit	R femur	7	35	1.42	25	Çok iyi	Çok iyi	Yok
13/14	51/E	Posttravmatik (AITK)	L femur	7	35	**	**	**	**	Ameliyat sonrası 16. gün IMÇ'nin çalışmaması üzerine tırnak üstünde uzatma uygulaması
14/15	34/K	Poliomyelit	R tibia	7	50	0.8	30	Çok iyi	Çok iyi	Yok

\* Aynı seansta tibia ve femura Fitbone® uygulanan hasta. \*\* Fitbone® mekanizması çalışmadığı için değerlendirilmeye alınmayan hasta.



**Şekil 6.** Hastanın, stetoskop yardımıyla distraksiyon sırasında eş zamanlı olarak mekanik uzamayı kontrol ettiğini gösteren fotoğraf. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

minör komplikasyon (cerrahi gerektirmeden tedavi edilebilen) ve altı hastada majör komplikasyon (cerrahi girişim ile düzeltilebilen) tespit edildi. Hiçbir hastada gerçek komplikasyon (sekel) görülmedi. Üç hastada distraksiyon sürecinde geçici diz hareket kısıtlılığı görüldü ve rehabilitasyonla birlikte normal hareket açıklığına ulaşıldı. Diğer üç hastada greftlemeye gerek duyulmadan takip edilen rejenerat olgunlaşmasında gecikme tespit edildi. Majör komplikasyon olarak; iki hastadan birincisi operasyon esnasında, ikincisi ameliyat sonrası 16. günde İMÇ mekanizmasının çalışmaması üzerine İMÇ çivi kullanılarak monolateral eksternal fiksatör ile uzatma yapıldı (Şekil 7). Diğer bir hastada ameliyat sonrası 11. ayda cilt altı yumuşak dokudaki anten bölgesinde yüzeysel enfeksiyon oldu. Bu hasta debridman, antenin çıkarılması ve kültür spesifik oral antibiyotikle birlikte 6 hafta takip edildi ve enfeksiyon tamamen tedavi edildi. Bir diğer hastada fizik tedavi ile konservatif takibe rağmen 20 derece ekstansiyon kaybı olması nedeniyle, hamstring kas grubu gevşetme yapıldı. Hamstring gevşetme sonrasında hasta tam diz eklem açıklığına fizik tedavi desteği ile birlikte ulaştı (Şekil 8). Aynı hastada rejeneratın olgunlaşmasında gecikme oldu ve hastaya hamstring gevşetme sırasında femur posterior korteksinde alınan otogreft ile greftleme yapıldı. Hastanın konsolidasyon süresindeki gecikme, travma sonrası osteotomi için seçilen bölgedeki periostun zedelenmesine ve buna bağlı geç yük vermesine bağlandı. Bir hastaya, ameliyat sonrası düşmesi üzerine, İMÇ proksimalinden subtrokanterik femur kırığı olması nedeniyle açık reduksiyon ve plak ile tespit yapıldı. Hastanın hem rejenerat bölgesinde hem de subtrokanterik kırık bölgesinde sorunsuz kaynama elde edildi. Hastalar Paley'in kemik



**Şekil 7.** (a) Fitbone® kullanılarak uzatma yapılan hastanın distraksiyon fazı ve (b) eksternal fiksatör çıkarıldıktan sonra kaynama elde edildiğini gösteren ön-arka radyografileri.

skorlama sistemine göre değerlendirildiklerinde, 12 segment çok iyi ve bir segment iyi bulundu. Paley fonksiyonel skorlamasına göre ise 12 hasta da çok iyi olarak tespit edildi. Operasyon esnasında ve operasyon sonrasında distraksiyon fazında İMÇ distraksiyon mekanizması çalışmayan iki hasta Paley skorlama sistemi değerlendirmesi dışında tutuldu.



**Şekil 8.** Pelvik eğim ve kısalık onarılmış. Majör komplikasyon olarak görülen diz hareket kısıtlılığının yapılan cerrahi ile giderildiği görülüyor. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

## Tartışma

Günümüzde İMÇ ile yapılan kallus distraksiyonu konvansiyonel uzuv uzatma yöntemlerine alternatif bir seçenek sunmaktadır ve popüleritesi giderek artmaktadır. Bu teknikte asıl amaç, hızlı rehabilitasyon ve düşük komplikasyon oranıyla birlikte istenilen kısalık farkının giderilmesidir. Bununla birlikte, İMÇ (Fitbone® TAA) kullanılarak yapılan uzatmaların klinik ve fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmek için literatürde yeteri kadar bilgi bulunmamaktadır. İMÇ mekanizmasının karmaşıklığı ve uygulanabilirliği için hasta seçiminin özenle yapılması gerekmektedir. Bu yüzden, literatürde bildirilen serilerdeki hasta sayısı sınırlı kalmıştır.

Erişkinlerde eksternal fiksator ile uygulanan distraksiyon osteogenezindeki ana komplikasyonlarının kemik uzama miktarı, ekstremitedeki pin sayısı ve hastanın yaşı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.<sup>[1-3,21]</sup> Ekstremitte uzatma için kullanılan konvansiyonel eksternal fiksator yöntemleri ile %literatürde %24-%119 oranları arasında (bir segmentte çoklu komplikasyon) komplikasyonlar bildirilmiştir.<sup>[3,7,10,22]</sup> Konvansiyonel eksternal fiksasyon yöntemleri ile İMÇ sistemleri kombine edildiğinde, eksternal fiksator süresi kısalmasına rağmen halen yüksek oranlarda komplikasyonlardan bahsedilmektedir.<sup>[12,13]</sup> Pediatrik hasta grubunda ise kombine teknik uygulamalarında komplikasyon riskinin erişkinlere göre daha düşük olduğu görülmüştür.<sup>[23]</sup> Komplikasyonlar sadece eksternal fiksatorün hasta üzerinde kaldığı süre ile ilişkili değildir. Fiksator çıkarıldıktan sonra dizilim kusurları ve yeni kırıklar gibi ek komplikasyonlar görülebilmektedir.<sup>[8,24,25]</sup> Bununla birlikte, çalışmamızda kombine teknik uygulamalarının dizilim kusuru ve yeniden kırık oluşma riskini azalttığı gösterilmiştir, fakat yine de, enfeksiyon oranlarında konvansiyonel yöntemlere göre anlamlı azalma tespit edilmemiştir.<sup>[10, 26]</sup>

Tamamıyla intramedüller distraksiyon osteogenez için günümüzde kullanılan ürünler Albizzia (DePuy, Villeurbanne, Fransa), Fitbone® TAA ve ISKD® (Orthofix Inc., Lewisville, TX, ABD) çivileridir. Fitbone®'un diğer iki cihazdan en önemli farkı, motorize olarak distraksiyon yapan ünitesinin olmasıdır. Diğer iki cihaz ise mekanik olarak uzama sağlar.<sup>[16,19,20,27-29]</sup> Albizzia ve ISKD® çivileri ile uzatma sırasında %22-39 oranında distraksiyonun değişik aşamalarında genel veya epidural anestezi altında mobilizasyon ve çivi rotasyonu tekrar ayarlanması gibi ikinci bir operasyona ihtiyaç duyulabilir.<sup>[27,28]</sup> Bu durum, hasta konforunu azaltmakta ve komplikasyon oranını arttırabilmektedir. Literatürde ISKD® için bildirilen komplikasyon oranı %11-47 ve Albizzia çivisi için bildirilen komplikasyon oranı %20 oranındadır, fakat bu çalışmalar hasta sayıları düşük olan çalışmalardır.<sup>[29,30]</sup>

Fitbone® için en geniş hasta sayılı (n=150) çalışmada komplikasyon oranı %13 oranında bildirilmiştir.<sup>[31]</sup> Bizim çalışmamızda, 6 minör ve 6 majör komplikasyon tespit edildi. Minör komplikasyonlar konservatif yöntemlerle, majör komplikasyonlar ise sekonder cerrahi ile tedavi edildiler. Bunlara ek olarak, iki hastada İMÇ distraksiyon mekanizmasının çalışmaması üzerine monolateral eksternal fiksator yardımıyla uzatma yapıldı. Fakat hiçbir hastada gerçek komplikasyon (sekel) tespit edilmedi.

Konsolidasyon indekslerine bakıldığı zaman, sadece İMÇ kullanılarak yapılan uzatma çalışmalarında Albizzia çivisi ile 35.2 gün/cm, ISKD® çivisi ile 29 gün/cm ve Fitbone® ile 26 ile 42 gün/cm arasında bildirilmiş konsolidasyon indeksleri mevcuttur.<sup>[17,27,30,32]</sup> Bizim çalışmamızda ise, literatürle uyumlu olarak, kemik iyileşme indeksi 43.7 (dağılım: 13.8-144) gün/cm olarak tespit edildi. Bizim çalışmamızda konsolidasyon indeksi aralığının geniş olması, bir hastadaki kaynama gecikmesi nedeniyleydi. Bu hastada (no. 2) konsolidasyon indeksi yüksekliğinin osteotomi sahasındaki periostun travmaya bağlı zedelenmesine ve geç yük vermesine bağlı olduğu düşünüldü. Konsolidasyonun daha hızlı olduğu pediatrik hastalarda kemik iyileşme indeksleri 43.6 gün/cm olarak bildirilmiştir.<sup>[22]</sup> Bu veriler ve bizim çalışmamız, uygun hasta seçimiyle birlikte konvansiyonel eksternal fiksator uygulamalarında görülebilen plastik deformasyon gibi sekonder dizilim bozukları, rejenerat kırığı ve pin dibi enfeksiyonu gibi problemler olmadan benzer sürelerde konsolidasyon sağlanabildiğini göstermektedir.

Hızlandırılmış fizyoterapi İMÇ'ler tarafından mümkün kılınmakta, bu da eklem hareket açıklığının normal seviyeye gelmesini hızlandırmaktadır. Bu nedenle, hızlı rehabilitasyona ve normal eklem hareket açıklığının erken kazanılmasına izin veren İMÇ'ler ekstremitte kısalık farklarının giderilmesinde uygun bir tedavi seçeneği olabilir. Fakat hasta seçimindeki demografik özellikler de mutlaka akılda tutulmalıdır. İMÇ uygulamalarının cerrahi tecrübe ve teknik bilgi gerektirdiği, operasyon esnasında veya distraksiyon safhasında İMÇ distraksiyon mekanizmasının çalışmaması gibi ekstra komplikasyonların da olabileceği unutulmamalıdır. Cerrahın, bu gibi durumların telafisi için fiksator yardımcı çivi üzerinden uzatma gibi kombine tekniklerle ilgili tecrübeye sahip olması gerekmektedir. Sonuç olarak, İMÇ uygulamalarının uygun hasta seçimiyle birlikte yüksek hasta memnuniyeti sağlayabileceğini düşünüyoruz.

**Çıkar Örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

## Kaynaklar

- Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res* 1990;(250):81-104.
- Noonan KJ, Leyes M, Forriol F, Canadell J. Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. A study of two hundred and sixty-one femora and tibiae. *J Bone Joint Surg Am* 1998;80:793-806.
- Kocaoglu M, Eralp L, Kilicoglu O, Burc H, Cakmak M. Complications encountered during lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A: 2406-11.
- De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, Trivella G. Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop* 1987;7:129-34.
- Faber FW, Keessen W, van Roermund PM. Complications of leg lengthening. 46 procedures in 28 patients. *Acta Orthop Scand* 1991;62:327-32.
- Tjernström B, Olerud S, Rehnberg L. Limb lengthening by callus distraction. Complications in 53 cases operated 1980-1991. *Acta Orthop Scand* 1994;65:447-55.
- Young N, Bell DF, Anthony A. Pediatric pain patterns during Ilizarov treatment of limb length discrepancy and angular deformity. *J Pediatr Orthop* 1994;14:352-7.
- Simpson AH, Kenwright J. Fracture after distraction osteogenesis. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:659-65.
- Bost FC, Larsen LJ. Experiences with lengthening of the femur over n intramedullary rod. *J Bone Joint Surg Am* 1956; 38-A:567-84.
- Paley D, Herzenberg JE, Paremian G, Bhave A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79:1464-80.
- Eralp L, Kocaoglu M. Distal tibial reconstruction with use of a circular external fixator and an intramedullary nail. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90 Suppl 2 Pt 2:181-94.
- Kocaoglu M, Eralp L, Rashid HU, Sen C, Bilsel K. Reconstruction of segmental bone defects due to chronic osteomyelitis with use of an external fixator and an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:2137-45.
- Tsuchiya H, Tomita K, Minematsu K, Mori Y, Asada N, Kitano S. Limb salvage using distraction osteogenesis. A classification of the technique. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:403-11.
- Vidyadhara S, Rao SK. A novel approach to juxta-articular aggressive and recurrent giant cell tumours: resection arthrodesis using bone transport over an intramedullary nail. *Int Orthop* 2007;31:179-84.
- Betz A, Baumgart R, Schweiberer L. First fully implantable intramedullary system for callus distraction--intramedullary nail with programmable drive for leg lengthening and segment displacement. Principles and initial clinical results. [Article in German] *Chirurg* 1990;61:605-9.
- Baumgart R, Betz A, Schweiberer L. A fully implantable motorized intramedullary nail for limb lengthening and bone transport. *Clin Orthop Relat Res* 1997;(343):135-43.
- Krieg AH, Speth BM, Foster BK. Leg lengthening with a motorized nail in adolescents : an alternative to external fixators? *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:189-97.
- Kenaway M, Krettek C, Liodakis E, Wiebking U, Hankemeier S. Leg lengthening using intramedullary skeletal kinetic distractor: results of 57 consecutive applications. *Injury* 2011;42:150-5.
- Baumgart R, Bürklein D, Hinterwimmer S, Thaller P, Mutschler W. The management of leg-length discrepancy in Ollier's disease with a fully implantable lengthening nail. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:1000-4.
- Baumgart R, Krammer M, Winkler A, Hinterwimmer S, Muensterer O, Mutschler W. Reduction of high dislocation of the hip using a distraction nail before arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:565-7.
- Singh S, Lahiri A, Iqbal M. The results of limb lengthening by callus distraction using an extending intramedullary nail (Fitbone) in non-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88:938-42.
- Donnan LT, Saleh M, Rigby AS. Acute correction of lower limb deformity and simultaneous lengthening with a monolateral fixator. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85:254-60.
- Saraph V, Roposch A, Zwick EB, Linhart WE. Tibial lengthening over nails in children using modified Ender nails: preliminary results of a new treatment. *J Pediatr Orthop B* 2004; 13:383-8.
- Leyes M, Noonan KJ, Forriol F, Cañadell J. Statistical analysis of axial deformity during distraction osteogenesis of the tibia. *J Pediatr Orthop* 1998;18:190-7.
- Simpson AH, Cole AS, Kenwright J. Leg lengthening over an intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:1041-5.
- Kocaoglu M, Bilen FE, Sen C, Eralp L, Balci HI. Combined technique for the correction of lower-limb deformities resulting from metabolic bone disease. *J Bone Joint Surg Br* 2011; 93:52-6.
- García-Cimbrelo E, Curto de la Mano A, García-Rey E, Cordero J, Marti-Ciruelos R. The intramedullary elongation nail for femoral lengthening. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84: 971-7.
- Guichet JM, Deromedis B, Donnan LT, Peretti G, Lascombes P, Bado F. Gradual femoral lengthening with the Albizzia intramedullary nail. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A:838-48.
- Hankemeier S, Gösling T, Pape HC, Wiebking U, Krettek C. Limb lengthening with the Intramedullary Skeletal Kinetic Distractor (ISKD). *Oper Orthop Traumatol* 2005;17:79-101.
- Leidinger B, Winkelmann W, Roedel R. Limb lengthening with a fully implantable mechanical distraction intramedullary nail. [Article in German] *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2006;144:419-26.
- Baumgart R, Hinterwimmer S, Krammer M, Hierl T, Mutschler W. A fully implantable, programmable distraction nail (Fitbone) - new perspectives for corrective and reconstructive limb surgery. In: Leung KS, Taglang G, Schnettler R, editors. Practice of intramedullary locked nails. New developments in techniques and applications. Heidelberg: Springer; 2006. p. 189-190.
- Hankemeier S, Pape HC, Gosling T, Hufner T, Richter M, Krettek C. Improved comfort in lower limb lengthening with the intramedullary skeletal kinetic distractor. Principles and preliminary clinical experiences. *Arch Orthop Trauma Surg* 2004;124:129-33.