

Sirküler eksternal fiksatorlerle tibia uzatmaları

Circular external fixators in tibial lengthening

Mahir Gülşen

Adana Ortopedia Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Adana

Tibial uzunluk eşitsizliklerinin yönetiminde İlizarov tekniği ve diğer sirküler fiksatorler hâlen altın standarttır. Uzatma öncesi mevcut veya uzatma sırasında oluşabilecek deformitelerin kolaylıkla düzeltilmesi sirküler fiksatorlerin önemli avantajlarıdır. Bu derleme, erişkin ve pediatrik hastalarda endikasyonları, ameliyat öncesi planlamayı, cerrahi teknikleri, ameliyat sonrası bakım ve komplikasyonları özetlemeyi amaçlamaktadır. Doğru hasta seçimi, dikkatli planlama ve multidisipliner bakımla çoğu hastada tatmin edici kemik ve fonksiyonel sonuç elde edilmektedir ancak komplikasyon oranları hâlen dikkate değerdir.

Anahtar sözcükler: İlizarov; tibial uzatma; sirküler fiksator; uzuv uzatma komplikasyonları

The Ilizarov technique and other circular fixators remain the gold standard for the management of tibial length discrepancies. A key advantage of circular fixators is their ability to easily correct existing deformities or those that may develop during lengthening. This review aims to summarize the indications, preoperative planning, surgical techniques, postoperative care, and complications in adult and pediatric patients. Careful patient selection, meticulous planning, and multidisciplinary care can yield satisfactory results, although complication rates remain significant.

Key words: Ilizarov; tibial lengthening; circular fixator; limb lengthening complications

Bacak boyu eşitsizlikleri ve deformiteler hem pediatrik hem erişkin hasta grubunda sık görülür. Sirküler fiksatorler ve distraksiyon osteogenezi, İlizarov tarafından tanımlandığından beri tibial uzatma için en güvenilir yöntemlerden biridir.^[1,2] Uzatma öncesi mevcut veya uzatma sırasında oluşabilecek deformitelerin kolaylıkla düzeltilmesi sirküler fiksatorlerin önemli avantajlarıdır. Yeni teknolojiler (motorize intramedüller çiviler, kombine yöntemler, bilgisayarlı sistemler) gelişse de sirküler fiksatorler çok yönlülükleri ve özellikle kompleks deformitelerdeki avantajları nedeniyle kullanılmaya devam etmektedir.^[3-6]

Endikasyonlar

- Genellikle 2,5 santimetre (cm) üzeri kısıklıklarda uzatma gerekir.
- Konjenital deformiteler (fibular hemimeli, konjenital kısa tibia)^[7]
- Edinsel kısıklık (post-travmatik, enfeksiyon sonrası, büyüme plağı hasarı)^[1,4]

- Kaynamamalar^[8]
- Kozmetik uzatma (seçilmiş vakalarda, etik değerlendirmelerle)^[1,4]

Ameliyat Öncesi Değerlendirme

Klinik: Boy farkı ölçümü, eklem hareket açıklığı, kontraktürler (Şekil 1).

Görüntüleme: Bacak uzunluk grafileri, deformite analizi, bilgisayarlı tomografi üzerinden torsiyon ölçümleri (Şekil 2).^[1,3,4]

Laboratuvar: Enfeksiyon parametreleri, metabolik değerlendirme.

Psikososyal: Uzun tedavi süreci ve uyum için kritiktir.^[9]

İmmatür hastalarda erişkinlikte beklenen uzunluk farkı Paley'in çarpan katsayısı yöntemiyle hesaplanır ona göre uzatma miktarına karar verilir (Tablo 1).^[10]



Şekil 1. Sağ alt ekstremitede kısalığı olan hastanın blok testi ile değerlendirilmesi.



Şekil 2. Her iki alt ekstremitede bacak uzunluk grafisi.

Cerrahi İmplant Seçenekleri

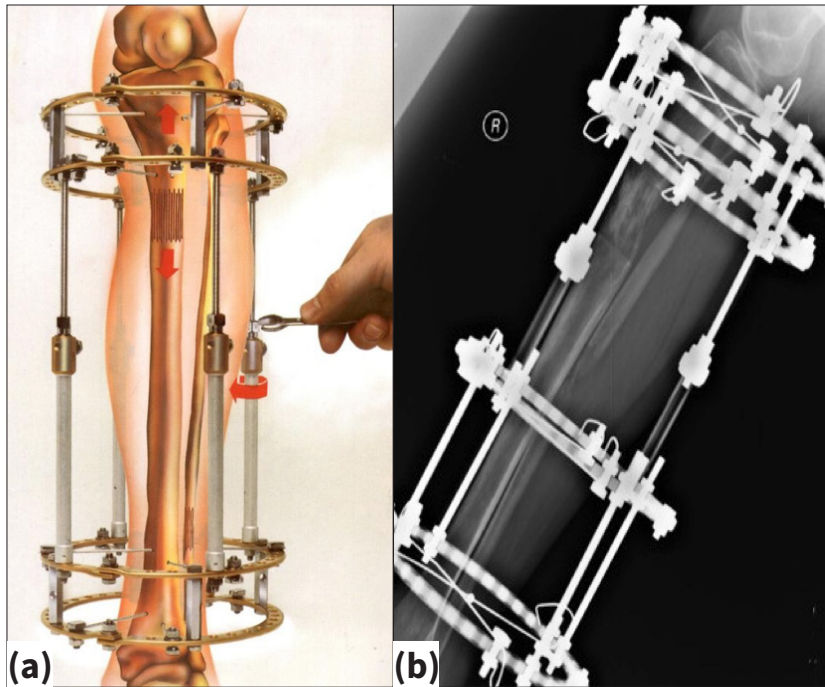
- Monolateral fiksatorler
- Sirküler fiksatorler
 - o İlizarov
 - o Bilgisayar destekli sistemler
- İntramedüller çivi-fiksator kombinasyonları
- Plak-fiksator kombinasyonları
- Mekanize ve motorize çiviler

Cerrahi Teknik

Halka sayısı ve pin yerleşimleri planlamayla belirlenir. Transosseöz tellerin gerilimi stabilite için kritik öneme sahiptir. Klasik olarak, osteotomi hattının üstünde ve altında ikişer halkadan oluşan birer blok, Kirschner (K) telleri ve Schanz vidalarıyla tibia ve fibulaya uygulanır. (Şekil 3). Sadece K telleri kullanılacaksa sistemin kemikte tam stabilizasyonunu sağlamak, kaymaları önlemek için her halkada birbirine ters istikamette zeytinli teller kullanılmalıdır. Schanz vidaları ile montajda zeytinli K tellerine genelde ihtiyaç olmaz.

Tablo 1. Eşitsizlik hesaplanmasında çarpanlar ve hesaplama formülleri.^[10]

Kızlar		Erkekler		Doğumsal eşitsizlik
Yaş	Çarpan	Yaş	Çarpan	$\Delta m = \Delta \times M$
0	5.08	0	4.63	Gelişimsel eşitsizlik
0.4	4.01	0.3	4.01	
1	3.24	1	2.97	$\Delta m = \Delta + I \times G$
1.3	2.99	2	2.39	
2	2.59	3	2.05	M: Çarpan
3	2.23	3.3	2.00	
4	2.00	4	1.83	İnhibisyon= I
5	1.83	5	1.66	
6	1.68	6	1.53	$\Delta I = 1 - (S - S^*) / (L - L^*)$
7	1.57	7	1.43	
8	1.47	8	1.33	Kalan büyüme= G
9	1.38	9	1.26	
10	1.31	10	1.19	G=L (M-1)
11	1.24	11	1.13	
12	1.18	12	1.07	$\Delta m =$ Büyüme sonundaki eşitsizlik
13	1.12	13	1.03	
14	1.07	14	1.00	$\Delta =$ Şu anki eşitsizlik
15	1.03	15	1.00	
16	1.01	16	1.00	L&S= Uzun ve kısa bacağın şimdiki uzunlukları
17	1.00			
18	1.00			L*&S*= Eşitsizliğin başladığı andan itibaren herhane bir tarihteki kısa ve uzun bacağın boyları

**Şekil 3.a,b.** İlizarov fiksatorü ile uzatma sisteminin şematik (a) ve radyolojik (b) görünümü.

Sistem her düzlemde kemiğin uzun eksenine dik monte edilmelidir. Bu amaçla öncelikle proksimal ve distale birer referans telleri yerleştirilir. Proksimal tel medialde diz eklemine 3 milimetre (mm) daha yakın olmalıdır. Distal tel ise ayak bileğine paralel yerleştirilir.

Bu tellerin konumu skopiyle kontrol edildikten sonra diğer tel ve vidalar yerleştirilerek uygulama tamamlanır (Şekil 4). Proksimalde fibula başından, distalde dış malleol üzerinden, sisteme dâhil edilen K telleri veya ayrı birer vidayla tibiofibular tespit yapılır. Deformite olgularında



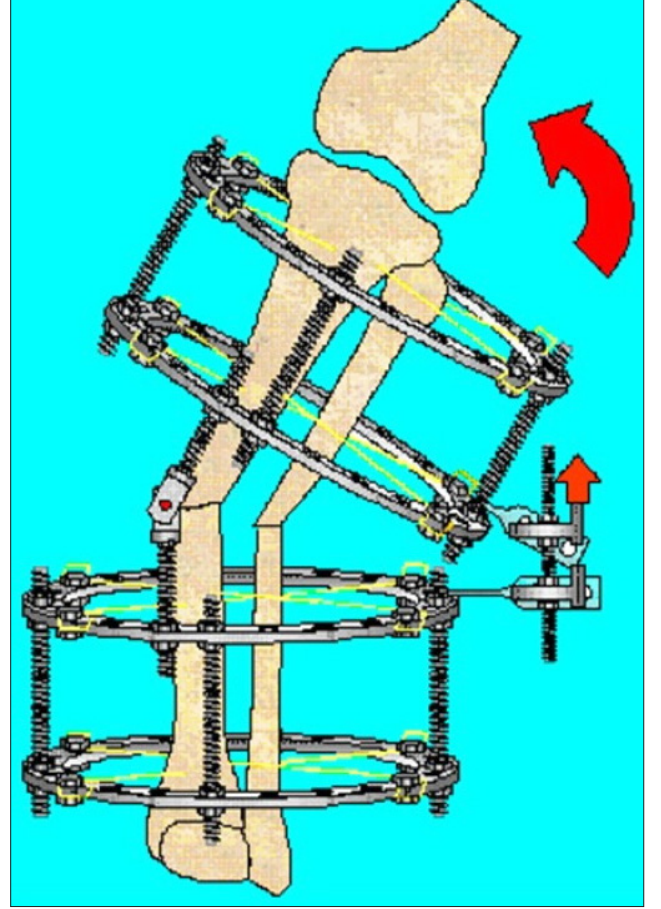
Şekil 4. İlizarov fiksatorü uygulaması.

da deformite analiziyle tepe noktası bulunur, sistem tepe noktasının üstünde ve altında anatomik aksa dik olarak yerleştirilir (Şekil 5).

Sistem kemiğe tespit edildikten sonra osteotomi yapılır. Deformite olmayan olgularda osteotomi proksimal metafizden yapılır. İki seviyeli uzatma yapılacak ise osteotomiler proksimal ve distal metafizlerden yapılır. İki seviyeli uzatmalarda tedavi süresinin kısaltılması amaçlanmakta ise de yumuşak doku ve özellikle kasların günde 2 mm'lik uzamayı tolere etmesindeki zorluklar sebebiyle tercih edilmemektedir. Deformite olgularında, deformite analizi, cildin, epifiz plağının konumuna göre osteotomi yerine karar verilir. Deformitelerde osteotomi yeri seçimi bu yazının dışında ele alınmalıdır.

Osteotomi mini bir kesiden multipl drilleme ile kemik zayıflatıldıktan sonra keskin ve ince bir osteotomla sadece korteksi kesmeye gayret ederek düşük enerjili olarak yapılır.^[9] Arzu edilirse Gigli testeresi ile de osteotomi yapılabilir.

Fibula osteotomisi fibula orta bölümünde aynı şekilde multiple drilleme sonrası yapılır. Deformite olgularında fibula osteotomisinin yerine deformite analizine göre karar verilir. Uzatma yapılacak deformite olgularında,



Şekil 5. Deformite olgularında İlizarov fiksatorü uygulaması (Prof. Dr. Mehmet Çakmak izniyle).

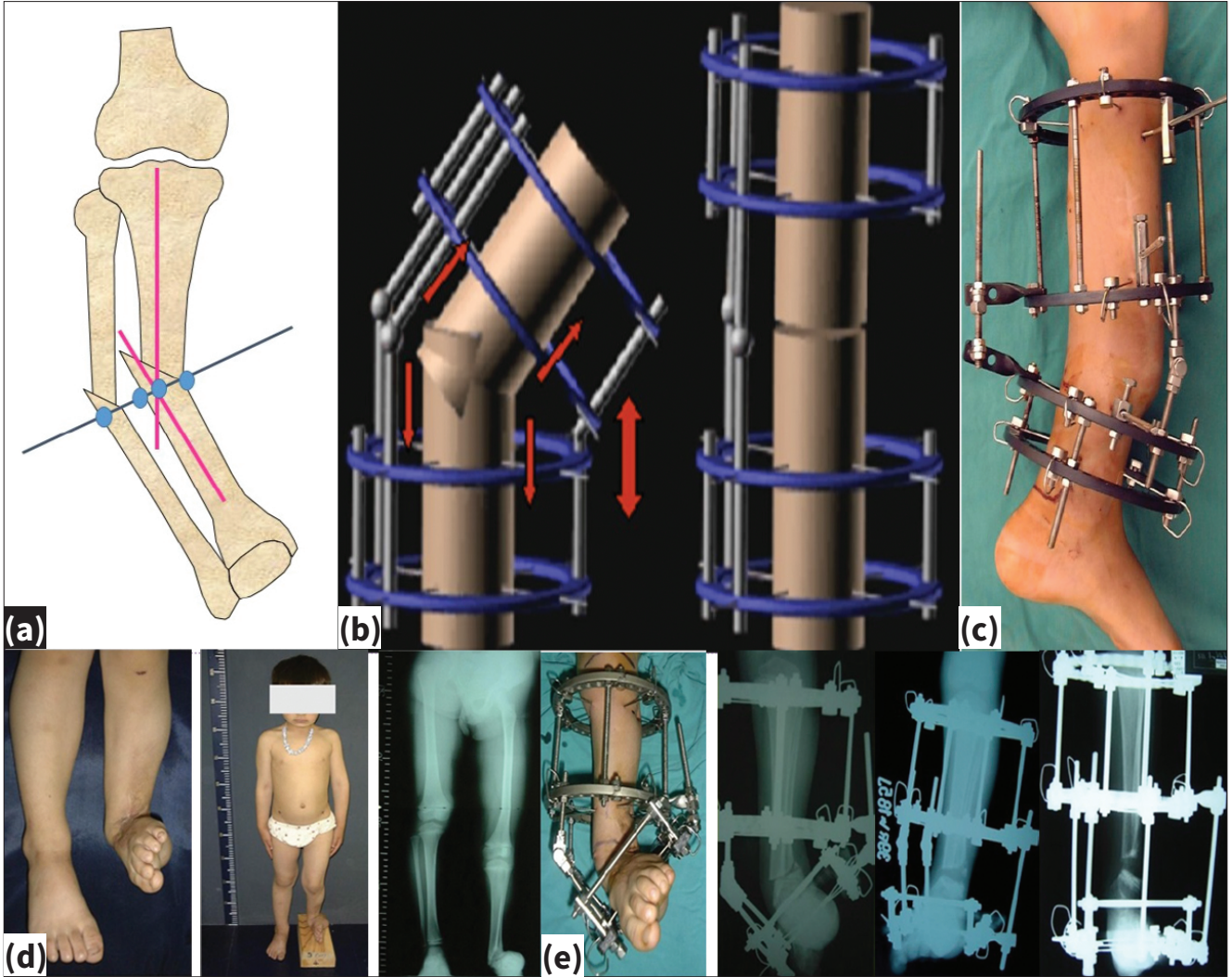
menteşe deformite tepe noktasından çizilen açığortay çizgisinin üzerinde dışbükey taraftan uzağa yerleştirilir (Şekil 6). Böylece hem angüler düzeltme hem de uzatma sağlanır.

Distraksiyon protokolü: Erişkinlerde 7-10 gün, çocuklarda 3-5 gün bekleme süresinden sonra 1 mm/gün (0,25 mm x 4) hızla distraksiyona başlanır.^[1-4] Deformite olgularında ise motor birimdeki distraksiyon miktarı benzer üçgen kuralıyla hesaplanır (Şekil 7). Genelde motor birimdeki 3 mm'lik distraksiyon osteotomi hattına 1 mm olarak yansır.

Ameliyat Sonrası Bakım

Çivi dibi bakımı: Enfeksiyon önlenmesinde en kritik basamaktır. Çivi dipleri her gün düzenli olarak antiseptiklerle temizlenir, çivi diplerinde kabuklanma engellenir ve drenaja izin verilir.

Fizik tedavi: Eklem hareket açıklığını korumak, kas kontraktürlerini önlemek için düzenli egzersizler yaptırılır. Ayağa sert tabanlı bir terlik giydirilip ayak bileğini



Şekil 6.a-e. Deformite olgularında düzeltme ve uzatma. Menteşe, açkırtay çizgisi üzerinde, dış büyük korteksten daha uzakta yerleştirilir (Prof. Dr. Mehmet Çakmak izniyle) (a), distraksiyon menteşesi (Op. Dr. Ercan Onaç izniyle) (b), klinik uygulama (c), kısıklık ve valgus deformitesi olan olgu (d), aynı olguda distraksiyon menteşesi uygulaması (e).

90°'de tutacak şekilde bir lastik bantla fiksatöre bağlanır. Özellikle ayak bileği dorsifleksiyon germe ve diz ekstansiyon germe egzersizleri çok önemlidir. Büyük miktarlarda uzatma yapılacaksa ayağın da halkayla sisteme dâhil edilmesi önerilir (Şekil 8).

Beslenme desteği: Yeterli kalsiyum, D vitamini, protein alımı kaynama için gereklidir.

Takip

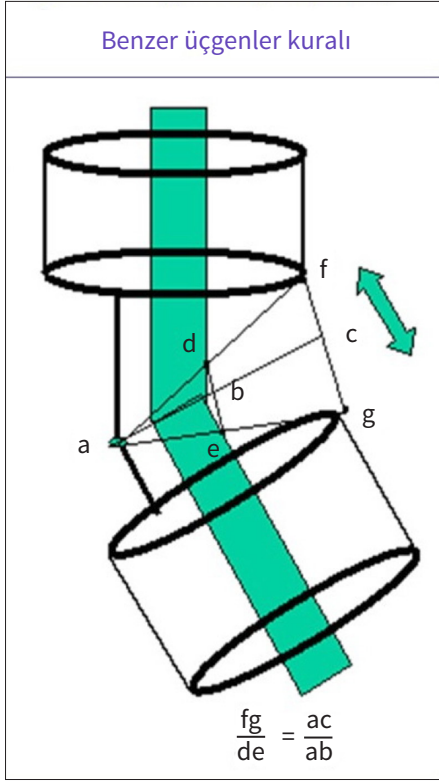
Ağrının izin verdiği ölçüde yük vererek yürümeye izin verilir. Egzersizler düzenli olarak yaptırılır.

Ameliyat sonrası erken dönemde ve distraksiyon başladıktan iki hafta aralıklarla uzatma miktarı, rejenerat

kalitesi ve deformite oluşup oluşmadığı takip edilir. Tibia uzatmalarında özellikle valgus ve prokurvatum deformiteleri sık görülür. Deformite saptandığında derhal menteşe sistemi kurularak düzeltme yapılmalıdır. Uzatma tamamlandıktan sonra yeni kemikte ön arka ve yan grafilerde üç korteks gelişene kadar beklenir. Daha sonra sistem dinamize edilir ve 4-6 hafta sonra fiksatör genel anestezi altında çıkarılır. Çıkarılma sonrası ya bir mold ya da alçı ile 4-6 hafta daha immobilizasyon uygun olur.

Komplikasyonlar

Paley, uzatma sırasında oluşabilecek komplikasyonları sınıflamıştır (Tablo 2).^[11]



Şekil 7. Benzer üçgenler kuralı.

Erken dönem komplikasyonlar;

- Çivi dibi enfeksiyonu (%30-80)^[12]
- Yumuşak doku kontraktürü, sinir irritasyonu

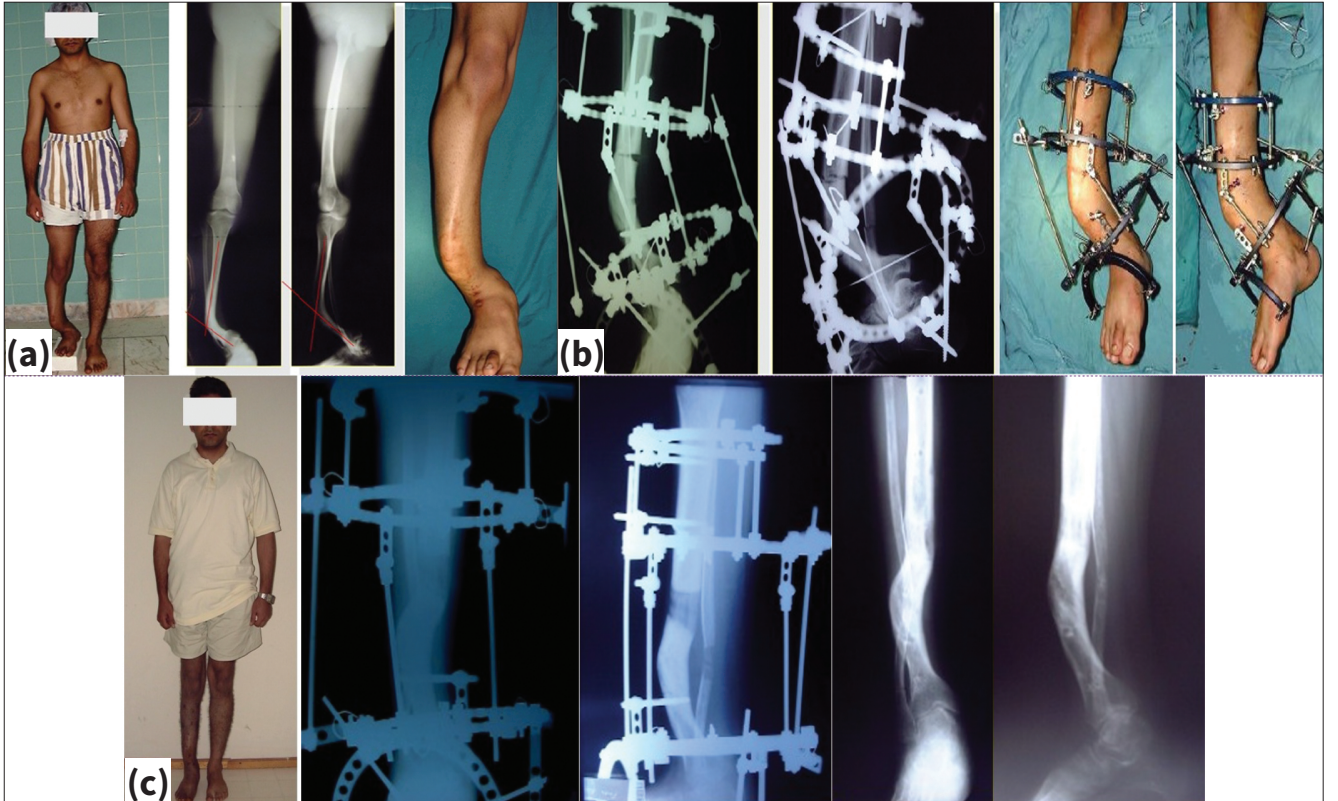
Geç dönem;

- Zayıf rejenerat, gecikmiş kaynama, nonunion, valgus ve prokurvatum deformiteleri (Şekil 9).^[13,14]
- Derin enfeksiyon/osteomyelit
- Eklem sertliği, diz subluksasyonu veya artroz^[15]

Prognoz

Başarılı uzatma: Üç-sekiz santimetre (cm) arası güvenli kabul edilir.^[1-4]

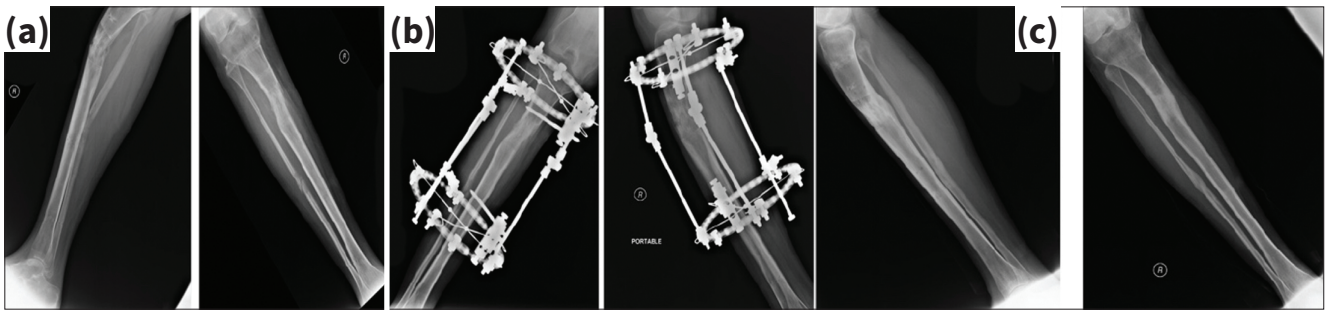
Çocuklarda iyileşme daha hızlıdır; erişkinlerde konsolidasyon süresi uzundur.^[1] Her 1 cm kaliteli uzatma için gereken süre ortalama altı haftadır. Uzun dönem fonksiyonel sonuçlar çoğunlukla tatmin edici ancak kozmetik endikasyonlarda psikososyal sonuçlar değişkendir.^[16]



Şekil 8.a-c. Oblik plan deformitesi ve kısalığı olan hastanın ameliyat öncesi klinik ve radyografi (a), ameliyat sonrası radyolojik ve klinik görüntüleri (ayak bileğinde kontraktürü önlemek için ayak sisteme dâhil edilmiştir) (b) deformite ve kısalık giderildikten sonraki klinik ve radyolojik görüntüler (c).

Tablo 2. Komplikasyon sınıflaması^[11]

Sorun	Distraksiyon veya tespit sırasında ortaya çıkan ve tıbbi tedaviyle iyileşen durumlar	Çivi dibi enfeksiyonları, Geçici eklem kontraktürleri
Engel	Distraksiyon veya tespit sırasında ortaya çıkan ve cerrahi tedaviyle iyileşen durumlar	Kaynama gecikmesi veya fiksator revizyonu gibi plan dışı cerrahi girişim gerektiren durumlar
Komplikasyon	Ameliyat sırasında veya sonrasında oluşan, tedaviyi güçleştiren veya engelleyen, tedavi bitiminde hâlâ çözülememiş lokal veya sistemik komplikasyonlar	Erken kaynama, uzatmayı tolere edeme, rejeneratta veya kemiğin başka yerinde kısalığa veya deformiteye yol açan kırıklar, eklem subluksasyonu dislokasyonu derin ven trombüsü gibi sistemik komplikasyonlar

**Şekil 9.a-c.** Fiksatorün erken çıkarılmasına bağlı rejeneratta kırık ve deformite oluşması (a), ilizarov fiksatorü ile deformite düzeltilmesi (b), fiksator çıkarılması sonrası radyografi (c).

Sonuç

Sirküler fiksatörlerle tibial uzatma, kompleks deformitelerin düzeltilmesi ve boy eşitsizliklerinin giderilmesinde hâlen güvenilir bir yöntemdir. Başarı, titiz planlama, hasta eğitimi, uygun cerrahi teknik ve multidisipliner bakımla mümkündür.

KAYNAKLAR

- Hosny GA. Limb lengthening history, evolution, complications and current concepts. J Orthop Surg Res 2020;15:1-12. [Crossref](#)
- Aronson J. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. J Bone Joint Surg Am 1997;79:1243-58. [Crossref](#)
- Paley D, Herzenberg JE. Principles of deformity correction. Berlin: Springer; 2002. [Crossref](#)
- Rozbruch SR, Birch JG, Dahl MT. Limb lengthening and reconstruction surgery. New York: CRC Press; 2007. [Crossref](#)
- Guichet JM, Casar RS. Mechanical characterization of motorized intramedullary nails for limb lengthening. Clin Orthop Relat Res 2005;(436):291-8.
- Herzenberg JE, Standard SC, Paley D. Lengthening over nails. Tech Orthop 1997;12:250-9. [Crossref](#)
- Segev E, Ezra E, Wientroub S. Limb lengthening in congenital and developmental deformities. J Child Orthop 2010;4:143-9.
- Catagni MA, Camagni M, Combi A. Management of infected tibial nonunion using the Ilizarov method. Clin Orthop Relat Res 2006;450:201-9.
- Burghardt RD, Herzenberg JE, Specht SC. Psychological aspects of limb lengthening. J Bone Joint Surg Am 2011;93:179-83. [Crossref](#)
- Paley D, Bhav A, Herzenberg JE, Bowen JR. Multiplier method for predicting limb-length discrepancy. J Bone Joint Surg Am 2000;82(10):1432-46. [Crossref](#)
- Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. Clin Orthop Relat Res 1990;(250):81-104. [Crossref](#)
- Davies R, Holt N, Nayagam S. The care of pin sites with external fixation. J Bone Joint Surg Br 2005;87:716-9. [Crossref](#)
- Simpson AH, Kenwright J. Fracture after distraction osteogenesis. J Bone Joint Surg Br 2000;82:659-65. [Crossref](#)
- Simpson AH, Cole AS. Regenerate bone and problems in tibial lengthening. J Bone Joint Surg Br 1996;78:613-16.
- Eldridge JC, Bell DF. Problems encountered with lengthening the tibia. Clin Orthop Relat Res 1991;(270):114-22.
- Giorgino R, Cornacchini J, Sillmann YM, Kostyra D, Berkane Y, Peretti GM, et al. Aesthetic lower limb lengthening techniques: a systematic review of efficacy, complications, and patient satisfaction. J Orthop Surg Res 2025;20(1):415. [Crossref](#)