

T.C.  
İstanbul Üniversitesi  
Cerrahpaşa Tıp Fakültesi  
Ortopedi ve Travmatoloji  
Anabilim Dalı

# ALT EKSTREMİTE UZATMA OSTEOTOMİLERİ

(Klinik Sonuçlar)

Uzmanlık Tezi

Dr.Devrim ÖZER

İstanbul - 1995

## ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Traumatoloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresinde yetişmemde emeği geçen, başta Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Macit Üzel olmak üzere bütün öğretim üyelerine;

Tez çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Tuncay Centel'e,

Eğitimime olan katkıları nedeni ile Sayın Doç.Dr. Işık Akgün'e, kliniğimiz başasistanları Op.Dr. Önder Aydıngöze ve Op.Dr. Fahri Erdoğan'a;

Tezimin yazılması esnasındaki yardımlarından dolayı Sayın Dr.M.Sefa Özel'e, Dr. Ramin Poursani'ye ve tüm asistan arkadaşlarıma;

Teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

<b>I. GENEL BİLGİLER</b>	<b>1</b>
1. Giriş ve Tarihçe	1
2. Alt Ekstremitede Uzunluk Farkı Yapan Nedenler	10
3. Uzun Kemiklerin Boyuna Büyümesi	12
4. Büyüme Hızı	13
5. Ekstremitte Kısaldığı Olan Hastanın Değerlendirilmesi	15
. Klinik Değerlendirme	15
. Radyolojik Değerlendirme	17
6. İskelet Yaşının Belirlenmesi	22
7. Gelecekteki Ekstremitte Uzunluk Farkının Tahmin Edilmesi	22
8. Uzatmanın Biyolojik Prensipleri	24
9. Alt Ekstremitte Uzatma Osteotomisi İndikasyonları	34
Ekstremitte Uzatılması Yapılmadan Önce Dikkat Edilecek	35
Özellikler	
. Kontrendikasyonlar	35
10. Ekstremitte Uzatma Yöntemleri	37
. Ilizarov Tekniği	39
. De Bastiani'nin Tekniği (Kallus Distraksion Tekniği)	46
11. Uzatma Osteotomilerinde Karşılaşılan Problemler ve Komp- likasyonlar	54

Ek 1. Mosoley'nin Straight Line Graph (Düz Çizgi Grafiği) ile 72

Gelecekteki Kısıklık Farkının Tesbiti

**II. GEREÇ VE YÖNTEM** 80

. Teknik 82

**III. BULGULAR VE SONUÇLAR** 86

**IV. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER** 90

**V. TARTIŞMA** 96

1. Etiyoloji 96

2. Uzatma Yaşı 97

3. Uzatma Tekniği ve Fiksatorün Seçimi 98

4. Osteotomi Seviyesi 100

5. Osteotomiden Sonra Uzatma Öncesi Bekleme Dönemi 101

6. Uzatma Hızı ve Ritmi 102

7. İki Seviyeli Uzatma 103

8. Eş Zamanlı Tibial ve Femoral Uzatma 105

9. Fiksator Ne Zaman Çıkarılmalı? 105

10. Fizyoterapi Hakkında 108

11. Komplikasyonlar 110

**VI. SONUÇ** 114

**VII. ÖZET** 116

**VIII. KAYNAKLAR** 117

# I - GENEL BİLGİLER

## 1. GİRİŞ ve TARİHÇE

Ekstremitedeki bir ve ya daha fazla kemikte oluşan kısıklık ya da aşırı büyümenin sonucunda oluşan ekstremitre uzunluk farklılıkları az karışılmayan bir ortopedik problem olmuştur. Tedavisi; geçmişten son yıllara kadar oldukça tartışılmış, komplikasyonların çok sık görülmesi nedeniyle cerrahları, biyomekanikçileri ve mühendisleri yeni ve daha güvenli metodlar geliştirmeye zorlamıştır.

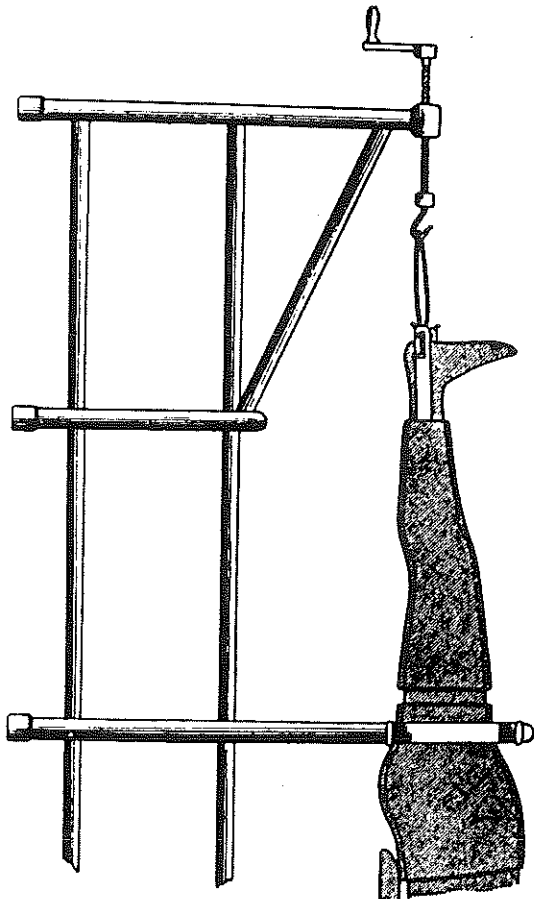
Sovyetler Birliği'nin duvarlarını yıkıp batıya açılmasıyla dünya; İlizarov'la tanışmış ve İlizarov'un çok geniş bir araştırmacı kadrosu ve geçmiş metodları çok iyi etüd ederek uzun yıllarını alan çalışmaları sonucunda, kısa ekstremitelerin uzatılmasının büyük bir sorun olmaktan nasıl çıkarıldığına şahit olmuştur.

Literatürdeki ilk yayını; 1905 yılında Codivilla tarafından yapılmıştır. Codivilla, oblik osteotomiyi takiben bacaga alçı yapıyor, ani ve güçlü traksionla ekstremiteyi uzatıyordu. Birkaç gün arayla alçıyı tekrar sirtikiler olarak kesip, yeniden traksion uyguluyor ve oluşan açıklıkları tekrar alçıyla sarıyordu. Codivilla, geniş cilt, kas ve tendon nekrozları oluşması üzerine tekniğini modifiye edip kalkanevustran geçirilen çivi ile distal traksionu uygulamaya başlamış, ancak yinede üst kısımlardaki cilt problemlerini engelleyememiştir. Codivilla, bu teknikle, 3-8 cm arasında uzama sağladığı

26 vakayı bildirmiştir<sup>66</sup>.

556

C. F. Moseley



**Şekil 1 :** Codivilla'nın traksiyonla uzatma metodu (Moseley CF: Leg lengthening : The historical perspective Orthop Clin (Noth) Am 22: 555, 1991).

Magnusson, 1908'de ilk hayvan deneylerini yapıp, yayınlamış ve insan femurunda 5-7.5 cm'lik uzama sağlanabileceğini söylemiş, 1913'te de ilk klinik deneylerini bildirmiştir. Femur uzatmaları için "Z" şeklinde osteotomi yapıp, 20-30 dk. içinde traksiyonla ani uzama sağlamış ve kemik fragmanları fildişi vidalarla tespit etmiştir. Ancak tüm vakalarında şok tablosu gelişmiş ve bu hastalardan birini de kaybetmiştir.

Ombredanne, 1912 yılında ilk eksternal uzatma cihazını kullanarak bir çocukta uzatma yaptığı vakayı bildirmiştir. 8 cm'lik oblik osteotomi yapıp, fragmanları eksternal bir vida ile tutturmuş, 8 gün süreyle günde 0.5 cm uzatmayı planlamış. Ancak, 6 ncı günde cilt dolaşımının düzelmesi için uzatmayı durdurmuş ve sadece 3 cm'lik bir uzama elde etmiş. Takipte, hastada ciddi bir enfeksiyon çıkmış ve sonuçta 1.5 cm'lik bir uzama miktarı sağlanabilmiştir.

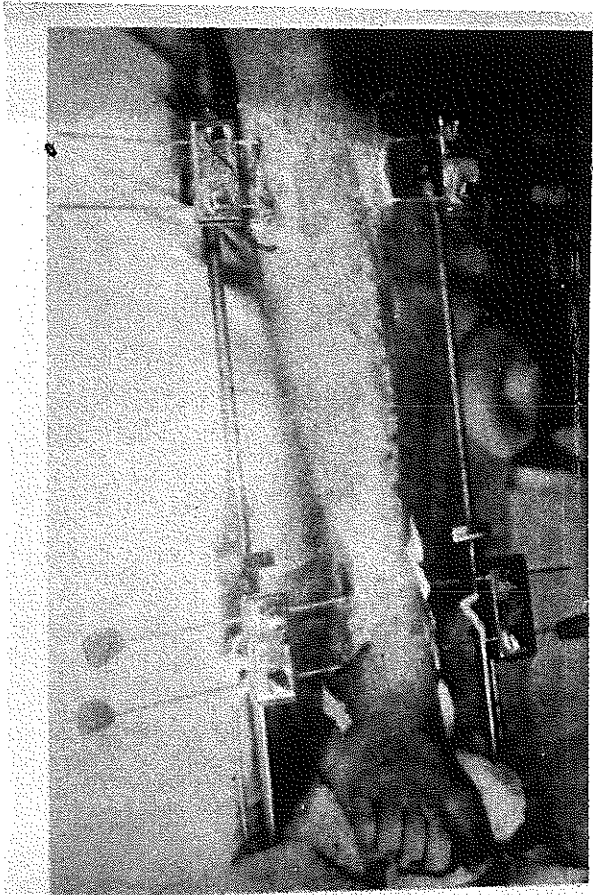
Putti, 1921'de Kuzey Amerika literatüründeki ilk İngilizce yayını yapmıştır. 1910'dan beri; iskelet traksionu tekniğiyle çoğu cerrah sadece tibial uzatma yaparken, femurlarda da uzatma yapmıştır. İskelet traksionu için piyano telleri kullanmış ve kontrtraksion yapmıştır. 6.35-10.16 cm arasında uzamalar gözlemiştir. Putti, daha fazla uzamaların tehlikeli olduğuna inanıyor ve 18-21 günlük uzatma periodunu takiben alçı uyguluyordu. Putti, uzatmada ana problemin yumuşak dokularda olduğunu ve uzama sağladığı ekstremiteletin alçı içindeyken önemli derecede eğilmeler gösterdiğini bildirmiştir.

1921 yılında, Abbot, geliştirdiği uzatma cihazıyla özellikle poliomyelitli hastalardaki tibial uzatma deneyimlerini yayınlamıştır. Bu metod, A.B.D.'nde standart operasyon olarak uygulanmaya başlanmış. Abbot; önce aşil tendonuna uzatmayla işe başlayıp, fibulaya osteotomi yapmış, ardından tibial osteotomiyi takiben tibianın proksimaline ve distaline Steinhmann çivilerini koyup uzatma cihazını takmıştır. Ayrıca, periosu kemik çevresinden sirtiküler olarak ayırıp, bacağın anterolateral kısmındaki derin fasyayı da kemikten serbestleştirmiştir. 5.08 cm (2 inç) den fazla uzamanın uygun olmadığı ve uzatmanın son çare olarak düşünülmesi gerektiği fikrindeydi. Abbot;

yaklaşık 20 kg kadar distraksion kuvvetiyle, 8-10 hafta distraksion uygulayıp daha sonra alçıyla immobilize etmiştir <sup>66</sup>.

Carrel, Abbouf'un tekniğini kullanarak uzatma yapılan vakalarda oluşan öne açılma ve buna bağlı ciltteki baskı nekrozu ve osteomyeliti engellemek için, tibiya antreioridan üçüncü bir çiviyi ekleyerek Abbouf'un tekniğini modifiye etti. Ancak, yine de engelleyemedi.

1932 yılında, Dickson ve Diveley, Abbouf'un yavaş uzatma ilkesine bağlı kalarak Steinnann çivileri yerine Krishner tellerini kullandıkları yeni cihazlarını tanıttılar.



**Şekil 2 :** Dickson ve Diveley Cihazı.  
(Moseley C.F: Leg lengthening: Thehistorical perspective Orthop Clin North Am 22: 555, 1991).



Yine aynı yılda Haboush ve Finkelstein, benzer cihazlarını tanıtılar ve komplikasyonların nedenlerini sıraladılar. Kemik bütünlüğünün (alignment) korunmasındaki güçlük, tibial ve fibular fragmanlardaki eşit olmayan ayrılma, yumuşak dokuların, özellikle de; periotun öneminin yeterince anlaşlamaması, ayaktaki ekimus deformitesi ve kaynamanın uzun sürmesi.

Komplikasyonlar, çeşitli yayınlarda bildirilmeye devam ederken 1933'te Phemister epifizyodez tekniğini ve Ritter uzun femurun kısaltılmasını yeniden gündeme getirdi<sup>65</sup>.

Bosworth 1938'deki yayınında; Abbot'un metodunu kullanarak uzatma yaptığını belirtmiş, osteotomiden 10 gün sonra uzatmaya başlanmasını tavsiye etmiştir. Vakalarında herhangi bir mortaliteye, ekstremité kaybına, uzunluluk kaybına, kaynama ve iyileşemeye rastlanmadığını bildirmiştir<sup>72</sup>.

İkinci dünya savaşından sonra ekstremité uzatma konusuna ilgi yeniden arttı.

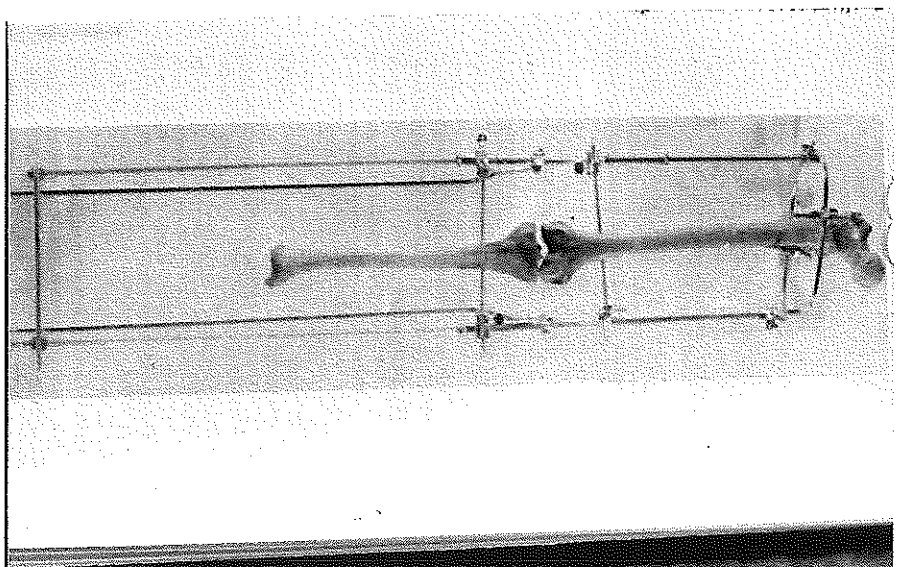
1948 yılında Allan'ın tanımladığı tekniikle vidalı uzatma cihazı kullanılmaya başlandı. Allan'ın cihazının Abbot ve diğerlerinden farkı; vida mekanizmasıyla bacakta direkt uzama sağlanabilmesiydi. Allan, bunu pozitif uzatma olarak adlandırdı. Diğer bir deyişle; Allan'ın cihazıyla uzatma miktarı kontrol edilebilmekteydi. Ayrıca Allan, fascia ve interosseos membranın, kan akımını bozacağı gerekçesiyle kesilmesini önerdi. Ona göre; daha önceki tekniklere göre anlamlı derecede az olarak uyguladığı, 1/16 inç (1 inç = 2.54 cm) uzatma hızında bile, bu dirençli dokular gerilebilecekti.

Dört yıl sonra Anderson, benzer bir vida distraksion mekanizmasına sahip cihazıyla olan deneyimlerini yayınladı. Anderson; uzatma miktarını ginde 0.25 cm (1/9 inç) olarak uyguladı.

1956 yılında Bost; oblik, Z ve transvers osteotomilerin iyileşmelerini karşılaştırdı ve aralarında bir fark bulamadı. Transvers osteotomi ile periosteal kılıfı kaydırma konseptini sundu. Cihaz olarak ta, Abbot'unkiine benzer bir cihaz kullandı. Kemik uzatması esnasındaki aks (alignment) problemini, intrameduller çivi kullanılarak çözümlledi. Uzatmayı 30 haftaya kadar sürdürdü ve maksimum 10.5 cm uzama sağladı. Serisindeki vakalarda, sıktıkla greftlemeye gerek duyduğunu, intrameduller çivi ile aks problemini çözümlemesine rağmen, yumuşak doku problemlerinin devam ettiğini bildirdi<sup>66</sup>.

Kawamura ve arkadaşları, ekstremite uzatmalarının biyolojik etkileri üzerinde daha detaylı araştırmalar yaptılar, özellikle de uzatmanın kas ve kan akımı üzerine etkilerini incelediler. Besleyici arterleri korumak düşüncesiyle sadece kortikal ayrılma sağlayarak Anderson'un tekniğın imodifiye edip kullandılar. Hergün uzatma yapmıyorlardı. Ayrıca, kullandıkları cihazın hafif ve solid oluşu sayesinde, hastanın, yatağın dışında da hareketine izin verebilmişlerdir<sup>66</sup>.

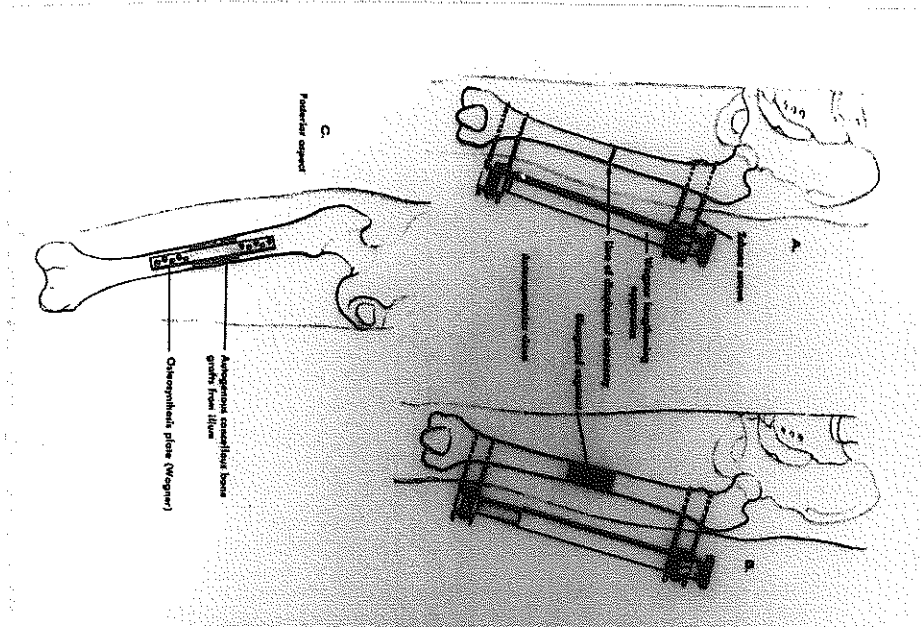
1963 yılında Wagner, ilk kez bir monolateral eksternal fleksatör kullanarak kendi uzatma tekniğini tanıttı. Bu teknik 1970'lerin başından itibaren de A.B.D.'nde popüler olup kullanılmaya başlandı. Wagner, femur ve tibia da, periost ve etrafındaki fasyayı da ayrıarak transvers middiafizyel osteotomiyi uyguladı. Başlangıç ayrılma miktarı 0.5 cm olup, uzatma



**Şekil 3 : Bost ve Larsen Cihazı**

(Moseley CF, Leg lengthening : The historical perspective.  
Orthop Clin North Am 22 : 555, 1991).

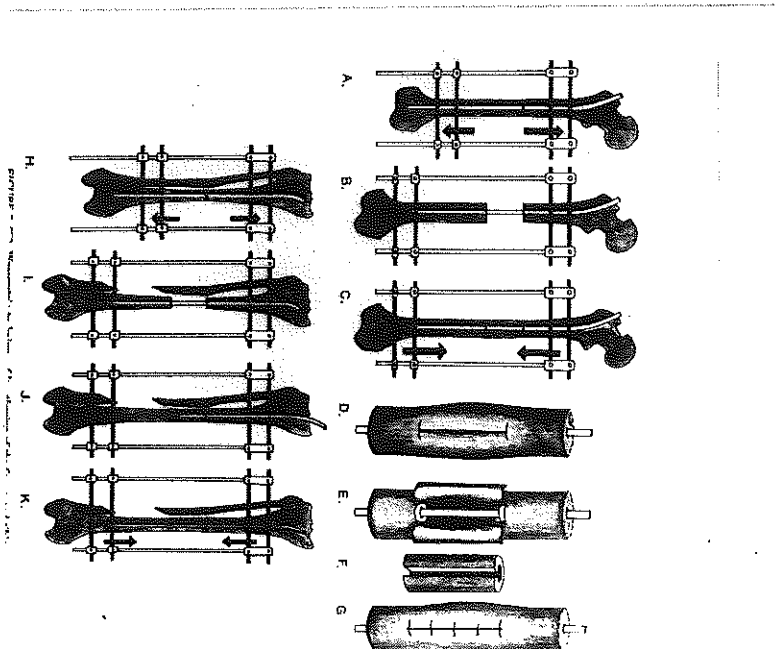
miktarını günde bir veya iki seansta olmak üzere toplam 1.5 cm olarak belirtti. Uzama tamamlandıktan sonra cihazı çıkarıp rutin olarak greftleme yapıp plaka stabilizasyon sağladı<sup>86</sup>. Bu uzatma yönteminin morbiditesi önceliklere göre büyük ölçüde azalmasına rağmen, hem kemik hem de yumuşak dokularda görülen komplikasyon oranı hala yüksek kaldı.



**Şekil 4 :**Wagner metodu ile femoral uzatma.  
(Tachdjian MO: Limb length discrepancy in Pediatric Orthopaedics. 2 nd ed, Vol 4, WB Saunders Company Philadelphia London Toronto, 1990).

Wasserstein; 1963 yılında uygulamaya başladığı metodunda, uzatma aralığını kortikal kemik allogrefti kullanarak doldurdu<sup>87</sup>. Onun cihazı; ilk kez 1929'da Hempel tarafından tanımlanan sirküler halkalı fiksasyon modifiye şekliydi<sup>65</sup> ve o da çapraz Kirshner tellerini kullanıyordu. Uzatma; ince, fleksibl intrameduller çivinin medulla oylumadan koyulmasını takiben yapılan açık subperiostal osteotomiyle sağlandı ve kemik rejenerasyonunu

beklemeden hazırlanan kortikal allograft, çivi üzerinden oluşan aralığı doldurmak üzere koyuldu.



**Şekil 5 :** Wasserstein tekniğiyle femoral ve tibial uzatma. (Tachdjian MO: Limb length discrepancy in Pediatric Orthopaedics 2 nd, Vol 4, WB Saunders Company, Philadelphia London Toronto, 1990).

Nihayet; Ilizarov'un çalışmalarıyla bugün geçerli olan uzatmanın modern temel prensipleri, detaylı şekilde ortaya kondu ve dünyanın her yanında bu prensipler ışığında uzatmalar yapılmaya başlandı. Ilizarov, kemikğin rejinerasyonunda çok önemli olduğunu söylediği intrameduller besleyici arterlerin osteotomiyle tahrip edilmemesi gerektiğini, kortikotomi yapılarak uzatma yapılmasını 1960'lı yıllarda benzer çalışmalar yapan Kawamura'dan daha net ve doğru şekilde ortaya koydu. 1951 yılında, ilk kez

Hempel'in tanımlayıp daha sonra kendisinin geliştirdiği halkalı eksternal fiksator cihazıyla yaptığı uzatma sonuçlarını açıkladığı 1980'li yıllarda, dünyada ekstremite uzatmasında yeni bir dönemi başlattı.

Son yıllarda De Bastiani, İlizarov'un tanımladığı biolojik prensipleri kullanarak, geliştirdiği monolateral eksternal fiksatorüyle (Orthofiks) yaptığı çalışmaları yayınladı. İlizarov'un uzatma öncesi 5-7 gün beklemesinden farklı olarak, 10-14 gün bekleyip daha fazla kallus formasyonu oluşturup bu kallus üzerinden uzatmayı yaptı ve buna kallorazis adı verildi.

Ülkemizde de kemik uzatmalarıyla ilgili ilk çalışma 1968 yılında Çakurgil tarafından yayınlanmıştır<sup>94</sup>.

## 2 - Alt Ekstremitte de Uzunluk Farkı Yapan Nedenler

Geçmişte, profilaktik aşılama uygulamasının yaygın kullanılmaması nedeniyle, poliomyelit; uzunluk farkı yapan nedenlerin başında gelmekteydi. Günümüzde, modern dünyada sık görülen sebepler arasında doğumsal ya da gelişimsel anomaliler, trauma veya enfeksiyona bağlı fizisin büyümesinin durması gösterilmektedir<sup>83</sup>. Maalesef, ülkemizde aşılamanın özellikli kısıral kesimlerde istenen seviye de yapılamayışı nedeniyle, sıklığı eskice oranla oldukça azalmasına rağmen poliomyelite bağlı kısalıklar görülmeye devam etmektedir.

**A. Doğumsal ve Gelişimsel Nedenler<sup>36</sup> :**

1. Ekstremitte ucu eksiklikleri
  - a) Paraksial hemimelia'lar
  - b) Proksimal femoral fokal eksiklikler
2. Doğumsal femur kısalığı
3. Hemiatrofi ya da hemihipertrofi
4. Tibiannın arkaya eğikliği (posterior bowing of tibia)
5. Doğumsal tibia psödoartrozu
6. Ollier hastalığı
7. Doğumsal kalça çıkığı

**B. Paralitık Nedenler :**

1. Poliomyelit
2. Cerebral palsy
3. Myelopati
4. Flask paralizi yapan diğer nedenler

**C. Kemik ve Eklem İnfeksiyonları :**

1. Büyümeyi yavaşlatan veya durduran nedenler
  - a) Osteomyelit, akut
  - b) Pyartrozis
2. Büyümeyi hızlandıran nedenler
  - a) Osteomyelit, kronik

**D. Kemik ve Eklem Travmaları :**

1. Büyümeyi yavaşlatan veya durduranlar
  - a) Epifiz plağı injurileri
2. Büyümeyi hızlandıranlar
  - a) Metafiz ve diafiz kırıkları

### 3. Kısalmayla sonuçlananlar

a) Kırıkların aşırı açılmayla veya overriding ile kaynaması

### E. Aşırı Büyüme Yapan Tümör ve Tümöral Nedenler :

1. Fibrözdisplazi
2. Osteoid Osteoma
3. Hemanjiomatozis
4. Nörofibromatozis

### F. Büyüme Yavaşlatan Tümör ve Tümöral Oluşumlar :

1. Soliter encondroma
2. Soliter kemik kisti
3. Nörofibromatozis

### 3. Uzun Kemiklerin Boyuna Büyümesi

Uzun kemik; bir shaft ve iki uç kısımdan ibarettir. Kemigin shaftı da, diafiz ve metafiz olarak ikiye ayrılır. Üst kısımlarda da bilindiği gibi; fizis adı verilen kartilajinöz büyüme plağı ve onun üstünü örten epifiz mevcuttur.

İki tip epifiz vardır. Bunlar; basınç (pressure) epifiz ve traksion epifizidir. Basınç epifiz, uzun kemigin uç kısmında olduğundan eklemeçi epifizdir. Traksion epifizleri, eklemdışı epifizlerdir, kasların orijin ve yapışma yerlerinde, iliopsoas kasının yapıştığı küçük trokanter örneğinde olduğu gibi bulunurlar. Basınçtan ziyade, traksion etkisi altında büyümeye yardım ederler. Uzun kemiklerin boyuna büyümesinde, basınç epifizlerinden daha az etkiye sahiptirler.



Majör uzun kemiklerde - femur, tibia, fibula, humerus, radius, ulna - hem proksimal hem de distal kısımlarda epifiz ve fizis mevcuttur. Kısa tübüler kemiklerde ise - falankslar, metakarp ve metatarslar - sadece bir tane epifiz ve fizis vardır. Birinci metakarp ve birinci metarstra, bunlar proksimal kısımda iken, diğer metatars ve metakarplarda distal kısımda yerleşmişlerdir<sup>83</sup>.

Uzun kemiklerin kartilajinöz kısımlarından boyuna büyüdüğü, ilk kez 1731'de Stephen Holes tarafından gösterilmiştir. Duhanel, interstisyel büyümenin ayrıca, değişik uzunlukta diafizde olduğunu söyledi ve diafizin transvers büyümesinin periosttan appozisyonel kemik oluşumu ile meydana geldiğini göstermiştir<sup>83</sup>. Dokunun büyüme parçasının periferindeki yeni kondroblastların farklılaşması ve çoğalmasıyla olan büyüme, appozisyonel büyüme olarak bilinir<sup>54</sup>.

#### 4 - Büyüme Hızı

Büyüme hızı her yaş seviyesinde değişiklik gösterir. İnfantlarda büyüme çok hızlıdır. Birinci dekattra progresif olarak azalır ve adölesan dönemde ani bir hamle yaparak yeniden hızlanır. Adölesan dönemdeki bu ani büyüme hamlesi 1-2 yıl sürer. Bu hızlı büyüme dönemi kızlarda 10-12, erkeklerde 12-14 yaşları arasında meydana gelir. Adölesan dönemdeki hızlı büyüme periyodu esnasında, uzun kemiklerin büyüme hızı, takip eden dört yıl içinde katlanarak artar ve daha sonra gittikçe azalarak sıfıra iner. Bu hızlı büyüme periyodunda gövde, alt ekstremiteye oranla daha hızlı büyür. Uzun kemiklerdeki büyümenin tamamlanmasından sonra da vertebral kolon yaklaşık iki yıl daha uzamaya devam eder.

Hayatın ilk dekadında (on yılında) kız ve erkeklerde büyüme hızları eşittir ama adölesan çağda belirgin farklılıklar ortaya çıkar. Genel olarak adölesan çağdaki hızlı boy uzama döneminde kızlar, erkeklerden iki yıl öndedir ve bu dönemi iki yıl önce bitirirler. Alt ekstremitedeki bu belirgin uzama dönemi kızlarda 14, erkeklerde 16 yaşında tamamlanır.

Normal bir alt ekstremitede, dört yaşından sonra matiriteye kadar femurda uzama; genellikle total uzunluğuna ulaşmaya kadar yılda 2 cm, tibiada 1.6 cm'dir.

Büyümenin %65'i; %35'i distal femoral fizisten, %30'u proksimal tibial fizisten olmak üzere, diz bölgesinden, %15'i proksimal femurdan, %20'si de distal tibial fizisten sağlanır<sup>83</sup>.

Femurun uzaması %70 oranında distal fizisten sağlanırken tibianda %60'i proksimal fizisten uzar<sup>79</sup>. Alt ekstremitre %50-54 oranında femurdan, %46-50 oranında da tibiadan uzar.

**Tablo 1 : Çeşitli Araştırmacılara Göre Femur ve Tibiadaki Uzama Miktarları**

	Femur		Tibia	
	Proksimal	Distal	Proksimal	Distal
Green, Anderson (1947, 1963)	29	71	57	43
Gill, Abbot (1942)	30	70	60	40
Wilson-Thompson (1939)	30	70	60	40
Digby (1916)	31	69	57	43

(Tachdjian MO : Limb length discrepancy in Pediatric Orthopaedics. 2nd ed, Vol 4, WB Saunders Company Philadelphia London Toronto, 1990).

### 5. Ekstremitte Kısaldığı Olan Hastanın Değerlendirilmesi

#### Klinik Değerlendirme :

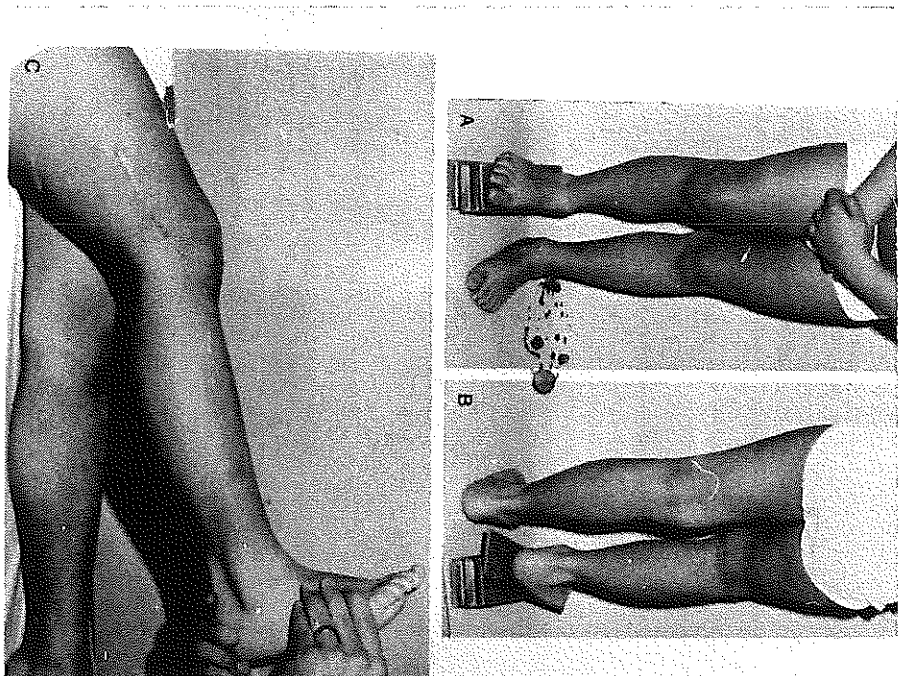
Değerlendirme daima iyi bir tbbi öyküyle başlamalıdır. Öyküde; bilinen doğumsal, gelişimsel, infeksiöz (özellikle poliomyelit), nörolojik ya da travmatik nedenler sorulmalıdır. Serebral palsi gibi diğer muhtemel nedenler araştırılmalıdır. Dikkatlice alınmış bir öykü, fizik muayene ve iyi bir radyolojik değerlendirme ile birleştirildiğinde ekstremitredeki kısaldığın nedeni kolayca tesbit edilecektir.

Alt ekstremitte uzunluk farkı olan bir hastada, hastanın hem duruş hem de yürüyüş biçiminin gözlenmesiyle muayene başlar. Yürümede herhangi bir anormallik var mı? Kısa bacağın aksaması nasıl yetersizlik meydana getiriyor? Topuk desteği olmadan iyi yürüyüp koşabiliyor mu?

İnstabilitere bağlı sekonder bir aksaması ve eklem hareketleri iyice gözlenmelidir. Hastanın ayaktaırken fleksibl ya da yapısal skolyozu, pelvik eğikliği tekrar kontrol edilmeli, hastanın pelvis seviyesi; hem bloksuz hem de ayak altına kısımlık ölçüm blokları konarak değerlendirilmeli, pelvis seviyesini eşitlemek için kaç cm bloka ihtiyaç duyulduğu not edilmelidir. Pelvis seviyesi eşikten ve paralellar öne doğru bakarken eşlik eden açısız ya da rotasyonel deformiteler en iyi şekilde ölçülür. Fiziksel muayeneye, eklem hareket açıklığının ve stabilitesinin değerlendirilmesiyle devam edilir. Eğer herhangi bir tedavi yapılacaksa, sett ve instabil bir eklem cerrahi için ileri güçlükler getirecektir. Klinik olarak eklem deformitesinin varlığı not edilmelidir. Nörovasküler muayene, kas güçleri, refleksler, duyu ve periferel dolaşımı da içine alacak şekilde dikkatlice yapılmalıdır.

Görünen alt ekstremitte uzunluğu; umblikus ya da ksifoidden malleollere kadar olan mesafe ölçülerek bulunabilirse de, gerçek alt ekstremitte uzunluğu, hasta sırtüstü yatarken anterior süperior spina iliaka'dan, medial malleole olan mesafe ölçülerek bulunur. Geçirilmiş cerrahi bir müdahale sonrası ya da doğumsal nedenlerden dolayı pelvis asimetrisi olan olgularda, iskiyal tüberositzardan malleollere olan mesafe ölçülür. Eklem kontraktürleri olduğunda bu ölçüler doğru sonuç vermezler<sup>36</sup>.

Klinik değerlendirme; hastanın ve yakınlarının istekliliğinin, beklentilerinin ve toleranslarının değerlendirilmesini de içermelidir. Bu nedenle A.B.D.'nde doğru uzman, uzun sürece tedavi öncesinde hastaya ve ailesine psikiyatri konsultasyonu ister. Bu, gerçekten hasta ve ailesinin uzun sürecek tedavi dönemine hazırlanması, uyumunun artırılması ve gerektiğinde uygun ek müdahalelerin yapılması için çok değerli bir hazırlıktır<sup>36</sup>.



**Şekil 6 :** A ve B Bloklar koyularak pelvis seviyesinin eşitlenmesi (önden ve arkadan görünüm) C : Aynı hastasını dizindeki fleksiyon kontraktürü. (Grayhack JJ, and Carroll NC : Projected limb length Inequality : Selecting patients for surgery. Orthop Clin North Am 22: 581, 1991).

**. Radyolojik Değerlendirme :**

Alt ekstremitte uzunlukları, klinik ölçümlerle tam olarak doğru ölçülemez. Femurun ve tibiyanın uzunluklarının en doğru şekilde belirlenmesi için radyografik metodlar kullanılır. Bunun için kullanabileceğimiz değişik metodlar vardır. Herbirinin avantajları ve dezavantajları vardır. Günümüzde en doğru ölçüm C.T scan ile yapılmaktadır<sup>36</sup>.

**Teleröntgenografi :** Bu teknikte, alt ekstremitelerin görüntüsü tek kaset üzerine tek doz ile veya iki kaset üzerine ayrı ayrı dozlarla sağlanır. Röntgen tüpünün kasetten uzaklığı 183 cm (6 feet) dir. Bu metod; tek bir incelemeyle her iki alt ekstremitenin rölatif uzunluğunun oldukça doğru bir şekilde ölçülmesini sağlar. Ancak büyütme miktarı film uzunluğu boyunca %15'e varan oranda değişebilir. Bu da metodun dezavantajıdır. Kemiklerin her iki yanına paralel olarak yerleştirilen radyoopak bir cewelle daha doğru bir ölçüm yapılabilir. Film çekilirken pelvis seviyesinin eşitlenmesi unutulmamalıdır. Günümüzde; tek dozda uygulanma kolaylığı nedeniyle, daha kompleks tetkikler için sedasyona ihtiyaç duyulan 6 yaşın altındaki çocukları için önerilir<sup>36,83</sup>.

**Orthoröntgenografi :** Hareketli bir tüple, sırasıyla kalçalar, dizler ve ayak bileklerinin merkezlerine dik gönderilebilen ışınlarla tek bir uzun kaset üzerine ayrı ayrı filmlerin çekilmesinden ibarettir. Orthoröntgenografide; uzun kemiklerin uçlarına ışınların dik gelmesi nedeniyle büyütme hatası elimine edilir ve her kemigin gerçek uzunluğu ölçülebilir. Ama hastanın uzun süre aynı şekilde kalması gerektiğinden zahmetli bir metoddur. Orthoröntgenografi ile epifizyel plaklar ve kemik yapının ayrıntıları net şekilde görüntülenir ve deformitenin ayrıntılı şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar. Doğru bir orthoröntgenografik tetkik için bazı tedbirler alınmalıdır.

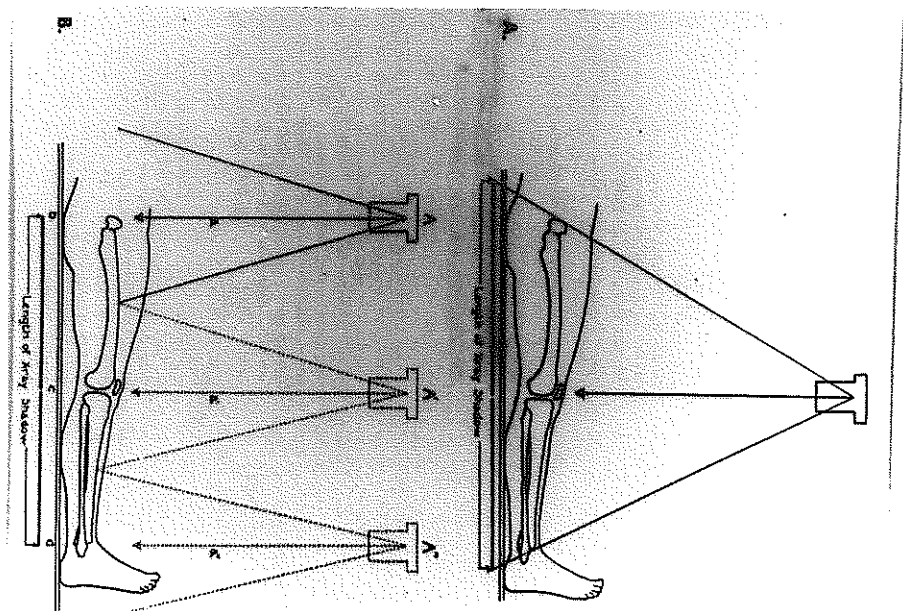
1. Tüüp, eklemler üzerinde uzun kemiklerin uç kısımlarına odaklandırılmalı ve metal işaretle bu odak noktaları her filmde kaydedilmelidir.

2. Ekstremitelerin pozisyonları dozlar esnasında değiştirilmemelidir. İmmobilizasyon, orta sıklıkta sargılarla sağlanmalıdır, korunmalıdır. Teknisyen nazik bir şekilde hastaya dikkati olmasını ve hareketsiz kalması gerektiğini açıklamalıdır.

3. Dizler ve kalçalar tam ekstansiyonda olmalıdır. Eğer, dizlerde ve kalçalarda fleksiyon kontraktürü varsa, femur ve tibanın lateral filmleri çekilmeli ya da; femur için, kalçalar ve sonrada dizler üzerinde odaklama yapılarak, tibia içinde, dizler ve sonrada ayak bileklerine odaklama yapılarak iki adet postero-anterior grafi çekilmek suretiyle kemiklerin uzunluğu doğru şekilde bulunabilir.

4. Belirgin ekstremitte uzunluk farkında, röntgen tüpünün doğru şekilde santralize edilmesi güç olabilir. Bu durumlarda herbir ekstremitte için ayrı röntgen filmleri çekilir.

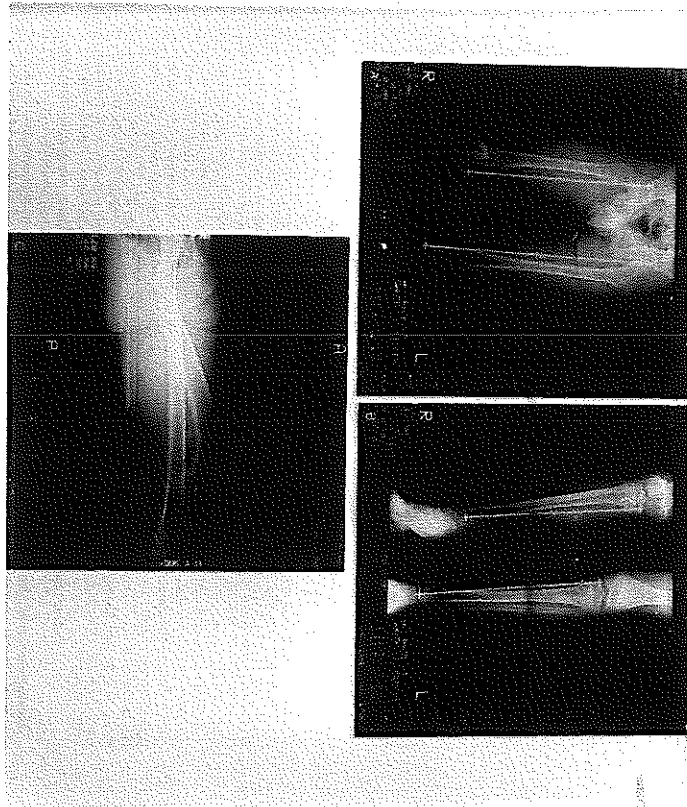
Eğer C.T. scan ile ölçüm mümkün değilse, orthoröntgenografi rutin kullanım için önerilir<sup>83</sup>.



**Şekil 7 : A: Teleröntgenografi B: Ortoröntgenografi**  
 (Tachdjian MO: Limb length discrepancy in Pediatric Orthopaedics. 2 nd ed, Vol 4, WB Saunders Company, Philadelphia London Toronto, 1990).

**C.T scan :** İki dizlemlerde yapılan bilgisayarlı tomografi metodu olup en doğru sonucu verir. İki dizlem kullanıldığı için, herhangi bir kemik veya eklem deformitesi, diz fleksion kontraktürü, femoral açılama gibi durumlar kolayca belirlenip ölçülebilir. C.T scan ile; düşük radyasyonda, büyütme farkı olmaksızın kısıtlı miktarı tama yakın olarak saplanır. Pahalı oluşu ve her yerde olmayışı dezavantajdır<sup>36</sup>.





**Şekil 8 :** A ve B : CT scanogram ile kemik uzunluğunun ölçülmesi C : Biplanar scanoogram ile fleksiyon deformiteli dizde yandan görünüş. Kısalık doğru şekilde ölçülmüştür.

(Grayhack JJ, and Carrol NC: Projected limb length inequality: Selecting patients for Surgery. Orthop Clin North Am 22 : 581, 1991).

Üstteki metodların herbirinde ölçüm için alınacak radyografik noktalar uyum içinde seçilmelidir. Olguların çoğunda,f emur başının tepesi, medial femoral kondilin en distal noktası, medial tibial plato ve ayak bilgenin merkezi bulunarak ölçüm yapılır<sup>36</sup>. Ekstremitte veya pelviste anormallikler olduğu zamanlar, örneğin; kama çıkarılarak yapılan pelvik osteotomi durumunda, bu seçilen nirengi noktaları uyumsuz olacaktır. Bu durumlarda

tedavinin amacına göre, pelvis seviyesi gibi diğer ölçüm noktaları seçilmelidir.

#### 6. İskelet Yaşının Belirlenmesi :

İskelet yaşının belirlenmesi, radyolojik değerlendirme içinde yer alır. Bunun için iki metod kullanılır. Biri; Greulich ve Pyle tarafından sol el bileği radyografilerinden derlenen standart atlasır. Hastanın filmine en uygun standart filme bakarak tahmini iskelet yaşı bulunur, ancak değerlendirilene göre anlamlı farklılıklar olabilmektedir.

Tanner-Whitehouse metodunda daha doğru değerlendirme için el bileği filmi kullanılır. Bacak uzunluklarıyla sadece Greulich-Pyle standartları uyumludur. Bu nedenle bu amaç için kullanılır. Üst ekstremite için kullanılabilir bir korelasyon yoktur. Bunlar aynı şekilde değerlendirilir<sup>36</sup>.

#### 7. Gelecekteki Ekstremitte Uzunluk Farkının Tahmin Edilmesi :

Alt ekstremitte uzunluk farklılığını tahmin etmede üç metod sıklıkla kullanılır ve bunlardan biri üst ekstremitte için uygulanabilir durumdadır. Şimdilerde bilgisayarla hesaplama yapan dördüncü bir metod da kullanılmaktadır. Her metodun güvenilirliği vardır ve yaşa göre umulan büyüme hesaplanabilir ve tedavi planlanır.

Menelaus'un pratik metodu (rule of the thumb), White ve Stubins tarafından orijinali tanımlanan, tahmini lineer büyüme temeline dayanan bir methoddur. Bu methodda; distal femoral fizisten yılda 10 mm, proksimal tibial fizisten de yılda 6 mm büyüyeceği umulur. Kızlar için büyümenin

tamamlanacağı takvim yaşı 14, erkekler için 16 olarak alınır. Bu belirlenen rakamlarla alt ve üst ekstremitelerdeki benzer büyüme tahminleri yapılarak matürasyondaki farklılık miktarı hesaplanır. Bu metod, en az veriye ihtiyaç duyduğu için doğruluğu en az olan methoddur. İlk kez başvurulan, büyümenin sonuna gelmiş, anlamlı derecede kısalık farkı olan ve hangi uygun cerrahi yapılabilir diye uzun dönemde değerlendirilme olanağı olmayan hastalarda, tedaviyi planlamada kullanılabilir bir methoddur<sup>36</sup>.

İkinci metod; Green-Anderson methodudur. Bu metod, geniş popülasyonda çocukların iskelet yaşları ile elde edilen bacak uzunluğu verileri temelinde dayanır. Hastanın bacak uzunluğu ve iskelet yaşı, hazır harita üzerinde işaretlenir ve her bir ekstremitre için olacak büyümede kullanılır. Uygun müdahale ve zamanlama sonradan seçilebilir<sup>5</sup>.

Moseley'in Straight line graphy (düz çizgi grafiği)'si Green-Anderson metodu gibi aynı verileri kullanarak, iskelet yaşı nomogramı ile doğru orantılı hale hale çevirir. Çocukların büyüme miktarlarındaki değişiklik ve iskelet yaşının belirlenmesindeki hata en aza indirilir, gelecekteki büyüme için oldukça doğru bir tahmin sağlar. Bu metodun bilgisayar programlı modifiye şekli son yıllarda kullanılmaktadır. İskelet yaşı ve ekstremitre veya ekstremitre segmenti uzunlukları takvim tarihi ile bilgisayara girilir ve hesaplamalar kompiuterle yapılır<sup>36</sup>.

Hatırlanması gereken bir konu olarak bilinmelidir ki; tüm metodlar, normal büyüme verileri esas alınarak yapılmıştır, doğru olmayan ve uyumsuz şekilde alınan verileri telafi edemezler. Deformitenin düzelmesi süresince ve verilerin çoğalmasından sonra bu tahminler değişecektir.

## 8. Uzatmanın Biyolojik Prensipleri :

Ilizarov'un ve arkadaşlarının 1950'li yılların başından beri yaptıkları deneysel ve klinik çalışmalar sonucunda, uzatmanın biyolojik prensipleri detaylı şekilde ortaya kondu ve tek bir kemik segmentinin, orijinal kemik uzunluğunun %130-140'ı kadar veya daha fazla, güvenli bir şekilde uzatılması mümkün oldu<sup>15,24,85</sup>.

**Tension-stress etkisi**<sup>50,51</sup> : Canlı dokularda yapılan yavaş ve düzenli traksiyon, stresleri yaratır. Bu da, bu dokulardaki yapıların aktif büyümesini ve rejenerasyonunu stimüle eder ve sürdürür. Bu etki; "tension-stress kanunu" olarak adlandırılmıştır. Yavaş ve düzenli traksiyon etkisi altında kalan dokular, metabolik olarak aktivi olurlar. Bu rejenerasyon işlemi, yeterli kan akımına ve yük taşımamanın uyarıcı etkisine bağlıdır.

Tension-stress kanununun uygulanması, ilk kez hem osseöz iyileşmenin hem de kemik ve yumuşak dokuların yeniden şekillenme ve uyum işleminin kontrolüne izin verdi.

Ekstremitelerde uzatma esnasında osteogenezin klinik olarak gözlenmesi, yeni forme olan kemiğin nitelik ve niceliğinin (quality-quantity) bir çok faktörlere bağlı olduğunu gösterdi. Bunlar; eksternal fiksasyonun stabilitesi, osteotomi esnasında kemik iliği, periosteal yumuşak dokular (periosteal tabakası), intramedüller besleyici arter ve dallarındaki hasarın derecesi, distraksiyon hızı ve distraksiyon ritmi, osteotomi seviyesi ve uzatma öncesi bekleme süresidir.

**Eksternal fiksasyonun stabilitesi** : Kemik fragmanların uzatma esnasındaki stabilitesi oldukça önemlidir.

Fiksasyon rijiditesi zayıfsa, uzatma esnasında oluşan aralık, fragmanlar arasındaki hareket nedeniyle zayıf şekilde farklılaşma gösteren geniş kartilaj odaları içeren bağ dokusu ile dolmakta ve psödoartroz gelişmekte, rijiditesi daha fazla olduğunda, kemik iyileşmesi; fibrokartilajdan, kallus formasyonu oluşarak olmaktaki ve bu da bekleme periodunu oldukça uzatmaktadır. Kemik fragmanları arasındaki mikrohareketi sınırlandıran rijit fiksasyonla, tension-stress etkisi altındaki uzatma bölgesinde aktif osteogenez en kısa sürede gelişmeye başlar. Bu direkt yolla, kartilajinoz safha atlanarak osteogenez sağlanır.

İlizarov'un halkalı eksternal faksatörü, kemik fragmanların stabilitesini bozmadan, kemikleşmeyi uyarıcı etkisi kanıtlanan aksiyel mikrohareketlere izin verir<sup>28,52</sup>. Diğer eksternal fiksatörlerden en önemli farkı da budur.

**Periost, kemik iliği ve intrameduller dolaşımın korunması** : İlizarov, köpekler üzerinde yaptığı deneysel çalışmalar sonucunda, intramedüller bütünlüğün korunmasının en az periost kadar önemli olduğunu ve kemik rejenerasyonunun çok daha hızlı oluştuğunu söyledi.

Intramedüller dolaşımın korunmadığı açık transvers osteotomi yapılan vakalarda rejenerasyonun yavaş olduğunu, rejenerasyonun, yeniden formasyon olan korteksin eski kemiğin yoğunluk ve kalınlığına uzatmadan 169 gün sonra ulaştığını, kemik iliği bütünlüğünün 2/3'ünün korunduğu kortikotomili (açık kortikotomili) vakalarda, korteksin aynı yapı ve kalınlığa ulaşması 139'ncü günde, meduller kanal ve periosteal elemanların maksimum

korunduğu perkütan kortikotomi ve kapalı osteoklazi tekniği ile uzatmanın 103'ncü gününde rejenere kemigin tamamen eski kemik haline geldiğini bildirdi.

Ancak; daha sonra yapılan çalışmalar, osteotomi esnasında hasar gören intramedüller damarların bir hafta içinde yeniden bitirintliklerini sağladıklarını gösterdi<sup>28,55,58</sup> , kortikotomi ve transvers osteotomi yapılan vakalar arasında, histolojik, radyolojik ve klinik belirgin bir farkın olmadığını ortaya koydu<sup>29,97</sup> . Periostun korunmasının dikkatli bir kortikotomiden daha önemli olduğu bildirildi<sup>29,58</sup> .

#### **Distraksion hızı ve ritmi :**

Ilizarov'un çok sayıda köpek üzerinde yaptığı deneysel çalışmalar sonucunda, distraksion hızının ve ritminin osteogenezin hızıyla direkt olarak ilişkili olduğu ortaya konmuştur.

Kapalı osteoklazi tekniği uygulanarak günde bir kez olmak üzere 1 mm hızında uzatılan vakalarda, uzatılan kısım ancak çok düşük yoğunlukta rejenere kemikle parsiyel olarak doldu. Ekstremitte, dört eşit aralıkta olmak üzere günde toplam 0.5 mm hızında uzatıldığında, osteogenez uzatma hızına yetiştiği için prematür kaynama olmaktaydı, günde dört keredede toplam 2 mm hızla uzatılmakta zıt olarak sadece osteogenezin gecikmeyle kalmadığı, uzatma bölgesi çevresindeki dokularda çok zarar veren değişikliklerin oluştuğunu bildirdi.

Altı saatte bir 0.25 mm olmak üzere günde toplam 1 mm uzatma hızında, rejenere kemigin uzatmayla uyumlu şekilde oluştuğunu ancak, en

hızlı ve en uyumlu rejenerasyonun kullandığı mekanik otodistraktörle 60 defada tamamlanmak üzere günde toplam 1 mm hızında gerçekleştiğini gösterdi ve günde 1 mm uzatma miktarının, ne kadar fazla sayıda gün içinde bölünerek yapılmasıyla, o kadar iyi sonuçlar elde edileceğini bildirdi. Günlük uzatma miktarının en az dört eşit aralıkta ve eşit miktarda olmak üzere toplam 1 mm olmasını önerdi.

Son yıllarda yapılan bir çalışmada da uygun uzatma miktarının günde 0.7 mm ile 1.4 mm arasında gözüktüğü bildirildi<sup>93</sup>.

Klinik rakipte, uzayan segmentteki rejenera kemik kalsifikasyonunun radyolojik görünümüne göre uzatma hızının bir miktar azaltılıp artırılacağı de bildirilmiştir<sup>99</sup>.

#### **Tension-Stress etkisi altında distraksion hızı ve ritminin yumuşak dokular üzerindeki etkisi :<sup>51</sup>**

Ilizarov, distrakte alanda büyüme zonunun, rejenera bölgenin ortasında olduğunu ve aktif osteogenezin, uzatmanın tüm periyodu boyunca burada oluştuğunu söyledi.

Uzama periyodunda tension-stress etkisi altında, büyüme zonunun fibroblast benzeri hücreleri, kollojen liflere forme olur ki; bu, gerilim (tension) vektörüne paralel şekilde olur ve osteoblastlar, yerlerini osteoid dokuya bırakırlar. Bu osteoid doku, merkezi büyüme tabakasının en uzagındaki bölgelerdeki yeni forme olan kemik trabeküllerinin içine yavaş yavaş karışır. Bu da; uzatma esnasında proksimale ve distale doğru yeni kemik geliştiğini ve oluştuğunu ve de uzatma periyodu esnasındaki

morfolojik ve yapısal kemik formasyonu ile sonuçlanan yüksek seviyeli bir osteojenik aktiviteyi gösterir.

Uzama süresince, tension-stress etkisi altında iskelet kası hem enerji sağlayıcı hem de protein sentezi yapım sistemlerinde ultrastrüktürel değişiklikler gösterirler. Tensionstress etkisi altında oluşan kas büyümesi, sadece kas liflerinin oluşum öncesindeki miyofibrillogenesis ile değil, aynı zamanda yeni kas dokusu oluşumu ile sağlandı ki; kas satellit hücrelerinin sayısındaki artma, miyoblastların görünümü ve bunların miyotüpler içine fuzyonu bunu göstermektedir. İltzarov bunları söylerken, Yasui ve arkadaşları, kaslardaki uzamanın miyofibrillogenesisle mi, yoksa yeni kas dokusunun oluşmasıyla mı olduğunu tesbit edemediklerini belirtirler<sup>92</sup>.

Tension-stress etkisi altında, tension vektörü boyunca yeni kandanamları geliştiği ve mevcut kan damar duvarlarında düz kas dokusunun da geliştiği görüldü. İltzarov, arteriol duvar düz kas hücrelerinin ultrastrüktüründeki morfolojik değişikliklerin, postnatal büyüme esnasında arterlerin duvarlarındaki uzamada tanımlanan değişikliklerle benzer olduğunu ve bu değişikliklerin, sinirlerin perinöryum ve epinöryumunda da oluştuğunu tanımladı.

Normal ekstremitte büyümesinde olduğu gibi, tension-stress etkisi altında uzayan dokulara onları innerve eden sinirlerin büyümesi ve gelişmeside etki eder. Embriyolojistlerin, elektron mikroskopuyla yapılan çalışmalar sonucu iyi bildikleri embriyonik periferal sinir oluşumundaki değişikliklerin, tension-stress etkisi altında da oluştuğu böylece görülmüş oldu.



Yine bu etkinin bir sonucu olarak, özellikle epidermisin bazal hücre tabakasında olmak üzere, derinin hücresel elementleri de aktivasyonun işaretlerini göstermektedir.

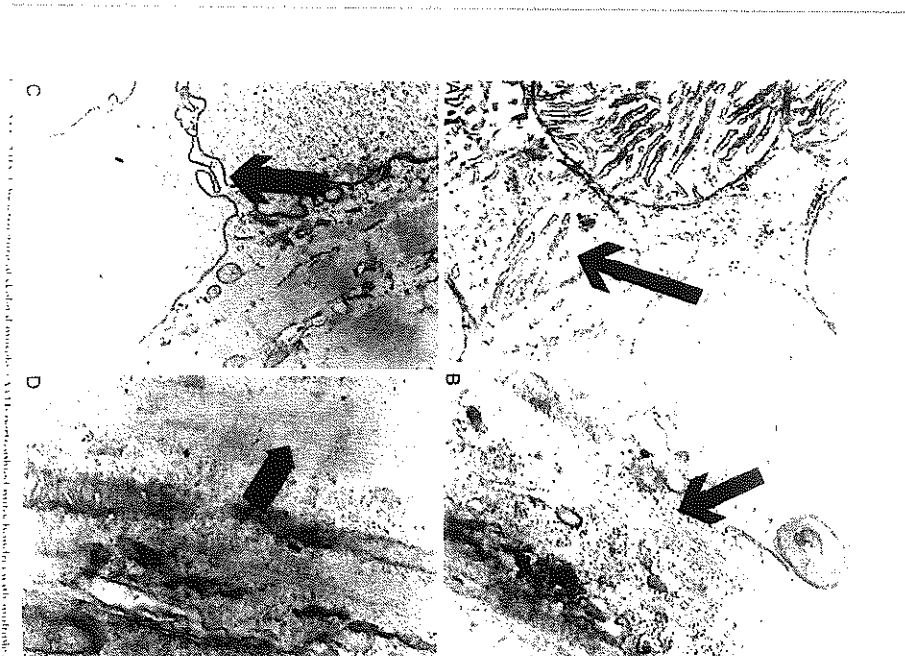
Tension-stress etkisi altında kemik uzamasına paralel olarak yumuşak dokularda da uzama ve uyum sağlayıcı değişiklikler gözleyen İltzarov, önerdiği hız ve ritimdeki distraksionlarda yumuşak dokuların yapısında ve fonksiyonunda çok az veya hiç değişiklik olmaksızın uzatmaya uyum gösterdiklerini bildirdi.

Günde bir kez olmak üzere 1 mm hızındaki uzatmada, fasiyanın kollojen liflerinde görülen normal dalgalı yapı kaybolmaktadır. Dört eşit aralıkta 0.25 mm olmak üzere toplam 1 mm uzatma hızında, dalgalı yapıda bozulma az olup, hasar işareti olan lif homojenizasyonu bir kaç ufak alanda gözlenir. Ortodistraktörle günde 1 mm uzatma hızında fasiyal yapılar tamamen normal görüldü.

Günde dört kerede olmak üzere, 1 mm hızındaki uzatmada, fazla sayıda kapillerler oluşmakta, oto distraktörle oluşan daha fazla sayıdaki kapillerler aynı zamanda uzatma zonu içine doğru gelişmekte ve birbirleriyle anostomoz yapmaktadırlar.

Altı saatte bir 0.25 mm olmak üzere toplam 1 mm hızındaki uzatmalarda, doku gelişiminin bir göstergesi olan, arteriollerin duvarları içindeki düz kas hücrelerinin aktive olduğu gözlenmekteyken, yine aynı hız ve ritimde yapılan uzatmalarda, kan damarlarının da uygun şekilde geliştiği

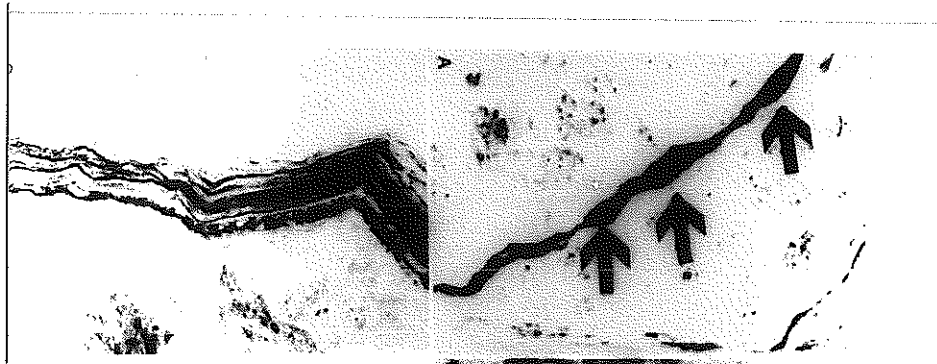
gözlendi. Ilizarov, otodistraktörle günde 1 mm uzatma hızında bu gelişimin daha hızlı ve belirgin olduğunu bildirdi.



**Şekil 9 :** Uzama sırasında incelenen iskeletkasının ultrastrüktürü. A. Çok sayıda krista içeren hipertrofiye olmuş mitokondri B. Polizomlardaki miyofilament sentezi C. Fonksiyonel aktiviteyi gösteren karakteristik karyolemma invaginasyonu D. Sarkomer ve miyofibrillerin aktif oluşumu.  
(Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft tissue preservation. Clin Orthop 238:249, 1989.

Simir dokusundaki değişikliklere gelince; günde bir kez 1 mm hızındaki uzatmada, aksyonların çapında düzensizlik olmaksayken, günde dört kerede olmak üzere toplam 1 mm hızındaki uzatmada, aksyonlarda minimal değişiklik gözlemlendi. Otodistraktörle günde 1 mm hızında uzatmada ise; İlizarov, aksyonların tamamen normal olduğunu gösterdi. Uzatma hızı altı saatte bir 0.25 mm veya otodistraktörle 60 defada olmak üzere günde toplam 1 mm olduğunda, tüm aksyon gruplarının etrafının Schwann hücreleriyle çevrelendiğini bildirdi.

İlizarov'a göre; ekstremitelerde uzatmada otodistraktör kullanıldığında pek çok dokü elemanlarındaki hücresel aktivitedeki proliferatif, metabolik ve biosentetik değişiklikler, embriyonik, fetal ve postnatal ekstremitelerde uzaması esnasındaki histogenezin karakteristik özelliklerini taşımaktadır.



**Şekil 10 :** Distraksiyonun sinir doku üzerine etkisi.

A. 1mm/gün hızındaki uzatmanın günde bir defada yapıldığında sinir liflerinde oluşan fokal şişme ve hasar görülür.

B. 60 Aşamada uygulandığında (otodistraktörle) uzamaya rağmen normal görünümdeki sinir lifleri izlenir.

(Iizarov, GA: Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. Clin Orthop 250:8, 1990).

**Osteotomi Seviyesi :** Iizarov, Wagner'in middiafizyel seviyeden osteotomisi yerine, özellikle adültlerde kemik rejenerasyonunun daha hızlı olması nedeniyle, osteogenezisle daha iyi uyum sağladığını söyleyerek metafizyel osteotomiyi önerdi.<sup>52</sup>

Metafizyel kırıkların, diafizyel kırıklara oranla çok daha iyi ve hızlı iyileşip, kaynama gösterdiği bilinmesine rağmen yapılan çalışmalarda metafizyel ve diafizyel uzatmalar arasında, kemik iyileşmesi ve kaynama

açısından fark olduğuna dair standart bilgilerin elde edilemediği de bildirilmiştir<sup>7,81</sup>.

#### Uzattma Öncesi Bekleme Süresi :

İlizarov, intramedüller dolaşımı bozmadığından, çevre yumuşak doku iyileşmesine olanak tanınması için 5 ile 7 gün beklemenin yeterli olduğunu, ancak osteotomi esnasında hasarın derecesine göre süreyi arttırmak gerekebileceğini söylemektedir<sup>52</sup>.

Ancak, kortikotrominin tam olarak yapılabildiğinin anlaşılması çoğu zaman güç olmakta ve bunu kesinleştirmek için, kemığın tüm planlarda en az 20 derece açlandırılması gerekmekte, bu da intramedüller hasara neden olabilmektedir<sup>88</sup>. Deneysel bir çalışmayla da, ideal yöntemle yapılan kortikotromilerden sonra bile çoğu olguda intramedüller hasar olduğu gösterilmiştir<sup>9</sup>.

Osteotromiden sonra 7-10 güne kadar intramedüller sirkülasyonun yeniden oluştuğunun gösterilmesi, bu kadar süre beklemenin yeterli olabileceğini düşündürmektedir<sup>88</sup>. De Bastiani bu süreyi erişkinler için 14 gün olarak belirlemiştir<sup>24</sup>.

Erken uzattmaya başlamak; damarların onarımını engellediği gibi, osteogenez başlatarak hücrelerin çoğalmasını da engelleyebilecektir.

Teorik olarak, çok kısa süre bekleme zayıf osteojenik cevaba neden olacak, fazla beklemek te prematür kaynamaya neden olacaktır<sup>88</sup>.

### 9. Alt Ekstremitte Uzatma Osteotomisi İndikasyonları :

Alt ekstremiteler arasında 2 cm'nin altında uzunluk farklılıkları toplumda sık görülür ve nadiren klinik problem teşkil ederler. Çoğunlukla da sağ alt ekstremitte kısadır.

Gros; kısalık farkı 2 cm'nin altında olan hiçbir hastada herhangi bir güçlük tesbit etmedi<sup>37</sup>. Bunlardan kısalık farkı 1,5 cm olanlardan sadece %3.5'u, 2 cm olanlardan %10'u yüksek topuk kullanıyordu. Bu minör kısalıklarda, uzun dönemde hiçbir zararlı sekel tesbit edilmedi. Son çalışmalarında da bu bulgular doğrulandı<sup>45,48</sup>. Bundan dolayı çoğu otöre göre; kısalık farkı 2.5 cm'den fazla olduğunda anlamlıdır<sup>37</sup>. Bununla birlikte düşük ayak deformitesi olanlar, kalça fleksion ya da diz ekstansiyon zayıflığı olanlarda 1-2 cm'lik kısalık, sıklıkla fonksiyonel artış sağlar, yürümenin swing fazında ekstremitenin açılmasını kolaylaştırır. 3-4 cm üzerindeki kısalık farklarında anlamlı bir deformite ve fonksiyonel bozulma vardır<sup>4</sup>. Matirasyonda tahmin edilen total kısalık farkı, sıklıkla cerrahinin seçiminde en önemli etkiye sahiptir<sup>68</sup>.

Teorik olarak; kısa ekstremitenin uzatılması en ideal tedavi yöntemidir<sup>12</sup> ve genel indikasyonları, 3-4 cm üzerinde kısalıklarda yapılmasını öngörür<sup>79</sup>. Ancak; teknik güçlükleri, komplikasyonları, uzun bir zaman alması ve hasta ile iyi uyum gerektirdiği için 5 cm altındaki kısalık farkı olacalarda topuk yükseltilmesi, uzun ekstremitenin kısalırılması ve de çoğunlukla uzun ekstremitenin distal femur veya proksimal tibiadan epifizyodezi de önerilmektedir<sup>12,36,83</sup>. Normal boyda bu kadar miktar kısalma kişisel olarak ciddi bir kozmetik ya da fonksiyonel bozukluk ortaya koymasa da, kararda en

önemli etken hasta ve yakınlarının isteği olacaktır. Çünkü; bazan en basit bir topuk yükseltici bile bazı hastalar için kabul edilmez bir yükttar<sup>36</sup> .

### **Ekstremitte Uzatılması Yapılmadan Önce Dikkat Edilecek**

#### **Özellikler :**

Hastanın ve ailesinin, uzatma osteotomisine istekliliği ve uyumu, tedavinin gidişatı açısından oldukça önemlidir. Tedavinin uzunluğu, uzatma esnasında ve sonrasında olabilecek problemler ve gerektiğinde ek cerrahi girişimlerin gerekebileceğinin iyi bilinmesi gereklidir. Eğer hasta ve yakınlarıyla korelasyon kurulamayacak gibi ise, uzatmadan vazgeçilmelidir.

Uzattılacak kemige komşu eklemler stabil olmalıdır. Örneğın; femur uzatılacaksa, kalça ve diz eklemleri stabil olmalıdır. Eğer asetabulum dizplazik ve subluksasyon mevcut ise, uzatma öncesinde femur başının yeterince örtünmesi sağlanmalıdır.

Ekstremitelerdeki dolaşım normal olmalıdır. Deride ve yumuşak dokularda bir problem olmamalıdır. Kemik yapının kalitesi normal olmalıdır. Hastanın fizyolojik açıdan stabil olup olmadığına dikkat etmeli ve de hastanın uzatma esnasında ve sonrasındaki yoğun fizik tedavi ve rehabilitasyon programına uygun yaşta olmasına dikkat edilmelidir.

#### **Kontrendikasyonlar :**

Eklem instabilitesi bir kontrendikasyondur. Örneğın; doğuştan femur kısalığında, sıklıkla dizin çapraz bağları yoktur ve diz eklemi instabilidir. İkinci kontrendikasyon, paralizidir. Diğer bir kontrendikasyon, kemik

yapının zayıf olmasıdır. Dördüncüsü, mental instabilitedir. Motivasyon eksikliği ve postoperatif yeterli bakımı göstermedeki yetersizlik şüphesi kontrendikasyonlar içerisinde sayılmıştır. Belirgin bir yaşın altı belirtilmemekle birlikte, Wagner, 6 yaşın altında yapılmamasını önerir.

Wagner; uzatma yapmadan önce, ekstremitedeki tüm deformitelerin düzeltilmesini, kas fonksiyonunu ve kemik yapısı olabildiğince restore etmeyi önerir. Örneğin; femoral uzatma öncesinde, femoral kondilin arkaya doğru eğikliğine bağlı dizde fleksiyon kontraktürü varsa, öncelikle suprakondiler ekstansiyon osteotomisi yapar, diz hareketleri normal olduğunda, normal kas fonksiyonu ve kemik yapısı sağlandıktan sonra uzatma yapmayı önerir. Adduksiyon kontraktürü varsa adduktör myotomi öncelikle yapılmalıdır. İleri derecede koksavalga ve anteverzion artışı varsa, varizasyon-derotasyon osteotomisiyle bu bozukluk öncelikle düzeltilmelidir. Eğer ayakbileğinde ekimus deformitesine bağlı ayak nötral fleksiyona gelmiyorsa, deformite düzeltilir. Wagner; temel kuralın ihlal edilmesi halinde, yani ekstremitte uzatılmadan bir ya da ik iyil önce deformitelerin düzeltilmemesi halinde, ciddi fonksiyon kayıpları ve beraberinde başka problemlerin de oluşacağını ve de ayrıca ankloze bir kalçada da femoral uzatma yapılabileceğini söylemektedir<sup>83</sup>.

Bununla birlikte; İlizarov, ekstremitedeki deformitelerin, uzatma esnasında eş zamanlı olarak düzelebileceğini düşünür.

Sonradan, çeşitli nedenlere bağlı ekstremitte kısalığı olan olgularda sadece kemikte belirgin kısalık vardır, yumuşak dokular rölaf olarak normal uzunluktadır. Doğuştan kısalığı olan olgularda ise, kemik kısalığına ek olarak



fasya, intermusküler septa, interosseöz membranlar, kas ve damarlarda kısadır. Wagner, bu nedenlerle bu vakalarda, uzatma öncesinde etkili bir yumuşak doku gevşetmesi önerir<sup>83</sup>. Ancak, İlizarov'un yaptığı detaylı çalışmalar sonucunda kemik yapı ile birlikte yumuşak dokuların da güvenli bir şekilde uzatıldığının gösterilmesinden sonra yoğun yumuşak doku gevşetmesine gerek olmadığı açıkça anlaşılmıştır.

#### 10. Ekstremitte Uzatma Yöntemleri :

Ekstremitte uzatması; kemiğin metafiz ve diafiz kısmından ya da fizis distraksionu ile yapılabilir. Ancak günümüzde, yüksek oranda eklem sertliği ve diğer komplikasyonları nedeniyle fizisten uzatma genellikle önerilmemektedir<sup>83</sup>.

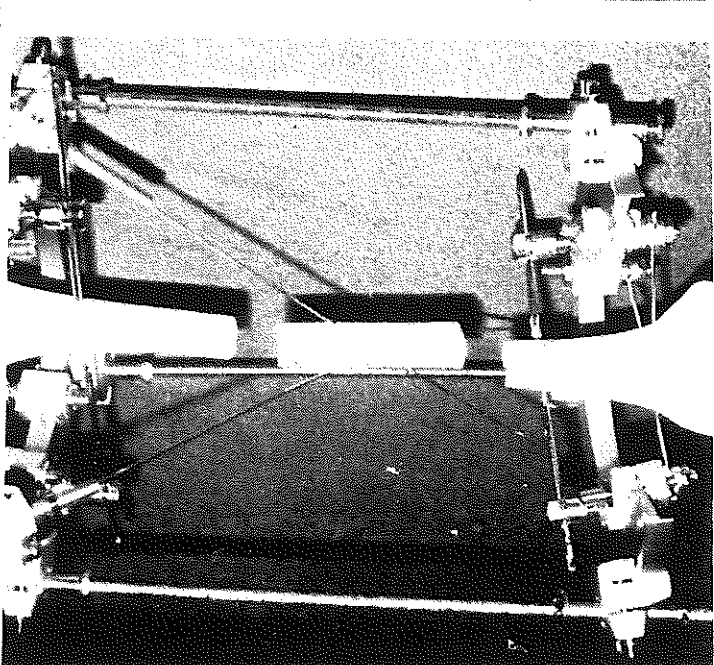
Ekstremitenin kemikten uzatılması aşağıdaki tekniklerle yapılabilir.

1. Kemiğin diafiz bölgesinden uzatılıp, daha sonra eksternal fiksatorün çıkarılıp, uzatılan bölgenin rutin olarak greftlenip plakla stabilize edilmesi esasına dayanan Wagner tekniği.
2. Kortikotomi ile kemiğin metafiz bölgesinden, kemik grefti kullanmaksızın yavaş yavaş uzatılması esasına dayanan İlizarov'un distraksion-ostrogenz ve De Bastiani'nin kallotrazis adlarını verdikleri uzatma teknikleri.

3. Wasserstein'in tanımladığı; oluşturulan distraksion aralığına ince, hareketli, medulla oyulmadan konan intrameduller çivi etrafına kortikal allogreft konarak yapılan uzatma tekniği.

Günümüzde uzatma osteotomileri, İlizarov'un detaylı şekilde ortaya koyduğu uzatma prensipleri esas alınarak yapılmaktadır. 1980'li yıllara kadar yaygın kullanılan Wagner'in tekniği artık çok az uygulanmaktadır. De Bastiani'nin Kallorazis yöntemi de sık uygulanan yöntem olarak ortopedik cerrahide yerini almıştır.

Spinelli-Monticelli, Stuart Green gibi otoriter, İlizarov'un uzatma prensiplerine bağlı kalarak, İlizarov'un halkalı eksternal fiksatorünün kendi görüşleri doğrultusunda modifiye ederek uzatma yapmaktadırlar<sup>38</sup>.



Şekil 11 : Spinelli-Monticelli Fiksatorü

(Green SA : The Ilizarov method : Rancho technique  
Orthop Clin Noth Am 22 : 677, 1991.

## Ilizarov Tekniği :

Ilizarov'un 1950'lerin başında geliştirdiği teknik, esas itibariyle sirkiller eksternal fiksator ile kortikotomi (ya da kompaktotomi) yapılarak hazırlananan osteotomi hattının, kemikten karşlıklı olarak geçen uçları zel hazırlanmış Kirshner telleri ile distraksionuna dayanır.

Eğer tek seviyeli uzatma yapılacaksa, osteotomi hattının üstüne bir, altına bir halka, uzatma iki seviyeli olacaksa (tibial uzatmada tercih edilir), orta segmente de bir halka olacak şekilde cihaz hazırlanır. Halkaların çapının hesaplanmasında; "ciltten iki parmak kalınlığı mesafede olma" kurallarına uyulur<sup>35</sup>. 1.5 mm ya da 1.8 mm kalınlığındaki, anatomik damar-sinir yerleşimleri gözönüne alınarak, her halka için en az iki tane olacak şekilde, farklı ağlarda ama birbirleriyle aynı seviyede, kemikten geçirilen gerginleştirilen tellerle halkalar kemiğe tutturulur. Osteotomiyi takiben çubuklarla halkalar arası bağlanrı sağlanır ve daha sonra çubuklara geçirilen somunlar yardımıyla veya uzatma barı kullanılarak halkalar yukarı ya da aşağı kaydırılarak uzatma işlemi yapılır.

**Teknik Prensipler<sup>52</sup>:** Kemik fragmanların stabil fiksasyonu, eksternal fiksasyonla transossez osteosentez tekniğinin klinik uygulanmasındaki en önemli prensiplerden biridir.

Ilizarov eksternal fiksatorü kullandığında stabilitenin derecesi aşağdaki faktörlere bağlıdır :

### 1. Tellerin gerginliğine ve sayısına

2. Teller arasındaki açya
3. Halkaların büyüklüğüne ve sayısına
4. Fiksator sisteminin rijiditesine
5. Kemik fragmanların yoğunluğuna, biçimine ve kesit yüzeyine
6. Osteotomi hattına uygulanan kompresyon ya da distraksion miktarına
7. Kemığın uzun aksına göre osteotominin (veya kırığın) şekli, yerleşimi ve planı.
8. Kemik fragmanlarına ligamentöz ve miyofasiyal dokuların tutunmasına
9. Ekstremitedeki kasların vektörlerine.

Ayrıca fiksasyonun stabilitesi, cihazın doğru uygulanması için biomekanik prensiplerin öneminin anlaşılmasına da bağlıdır.

Yetersiz fiksator stabilitesi, sadece yeni kemik oluşumunu azaltmakla kalmaz, hastaya huzursuzluk verir ve tele bağlı infeksiyon olasılığını da artırır. Cihazın ağırlı uygulanması fonksiyonel kullanımı azaltır, eklem hareketini sınırlar, ekstremitenin daha az yük taşımaya neden olur. Tüm bu faktörler, ilerleyici osteoporozla sonuçlanır. Bu da; tellerin fiksasyonunu zayıflatır. Fiksasyon instabilitesinin artması, ileride ekstremitenin fonksiyonel

kullanılmasını inhibe eder ve damarlanmadaki değişiklik, ödem, eklem sertliği ve osteoporozla karakterize refleks sempatik distrofiye neden olur.

Transfiksion telleri, simitlerin, damarların, kas ve tendonların ve sinovyumun yerleşim yerleri gözönüne alınarak kemiğin uzunluğu boyunca her bir yerinden uygulanabilir.

Tel geçirme tekniğinde ki ilk prensip; deriyi, yumuşak dokuları ve kemiği termal injuriden (ısı hasarı) korumaktır. Süngü şeklindeki tel ucu kullanarak diafizdeki ısı artımı azaltılabilir. Isı hasarını daha da azaltmak ve sıcaklığı kontrol altında tutmak için; tel, serumla ıslatılırken geçilmesi ve kemikten geçirilirken durdurulup tekrar döndürülme şeklinde (stop and start) uygulanmalıdır. Kemiği delmeden önce, tel itilerek yumuşak dokudan geçmelidir. Tel ucu karşı korreksten çıktığında, tel künt ucundan çekiçle ilerletilmelidir. Böylece tel ucunun dönmesinden oluşacak yumuşak doku hasarı elimine edilir.

Biyomekanik açıdan bakıldığında, teller birbirlerine dik koyulduğunda, iki transfiksiyon telliyle halkanın en uygun şekildedeki stabilitesi sağlanır. Diğer bir deyişle en stabil pozisyondur<sup>28</sup>. Ancak; anatomik ve fonksiyonel kısıtlamalar nedeniyle teller birbirlerine daha dar açıyla uygulanır. Bundan dolayı, stabilizasyonun artırılması için her halkaya ikiden fazla tel koymak gerekebilecektir.

Sirküler eksternal fiksatorli bir ekstremitedeki maksimum eklem hareketini sağlamak için şu önemli kurallar akılda tutulmalıdır : Tel kastran geçerken, kas gergin vaziyette olmalıdır. Diğer bir deyişle; tel ekstremitenin

ekstansör yüzeyinden geçenken komşu eklemler fleksiyonda olmalı, fleksör yüzeyden geçenken ekstansiyonda olmalıdır.

Uzatma esnasında, halkaların ekstremiteye farklı seviyelerden uygulanması neticesinde, kas direnci ve dengesinde de farklılıklar olacağını düşünmek önemlidir. Örneğin; tibiya uzamaya başladığında, ekstremitenin dış kısmındaki miyofasiyal yumuşak dokular, iç kısımdaki dokulardan daha fazla uzamaya direnç gösterecekler, bu da uzatma esnasında valgusa neden olabilecektir. Bu nedenle, uzatma esnasındaki valgus deformitesini önlemek için teller ve halka, transvers plana göre 10° açıyla mediale yatacak şekilde proksimal tibiyal segmente koyulmalıdır. Uzatma esnasında halkanın planı kademeli olarak, kemikğin valgus açılmasına doğru meylenmesine karşı daha transvers yapılmalıdır. Benzer bir düzeltme de; sagittal planda, baldırdaki yumuşak dokuların direncine bağlı apekte oluşabilecek öne açılmaya (egilmeye) karşı yapılmalıdır.

Benzer düşünceler, deformitelerin düzeltilmesi esnasında da akıldan olmalı ve daima deformitenin konkrav tarafında daha fazla yumuşak dokuyu direnci olacağı unutulmamalıdır.

Telin koyulmasından önce, planlanan osteosentez tipine göre cilde en uygun pozisyon verilmelidir. Kompresyon gereken olgularda, telin koyulmasından önce cilt osteosentez hattından uzaklaştırılmalı, uzatma yapılacak olgularda, uzama için mevcut maksimum miktarda cilt dokusu sağlanabilmek için osteotomi seviyesine doğru yaklaştırılmalıdır.

Halkadaki tellerin güvenliğinde başarı için kritik kural şudur : “Halkayı tele yaklaştırmak, teli halkaya değil”. Eğer teller halkaya tutturulmak için eğdirilirse, tellerdeki gerginlik hem tutturuldukları kemik fragmanda deplasmana, hem de yumuşak dokuların nekrozuna neden olacaktır.

Cihazın uygulanması esnasında, tüm halkalar birbirleriyle uyumlu olarak kemik fragmanlarına tutturulmalıdır. Aksi takdirde kemik segmentler aynı mekanik aktra olmayacaktır. Eğer gerekiyorsa, ayrı bir tel her bir fragmanın kemik yüzeyinden halkalara doğru olan mesafesini ölçmede kullanılabilir. Ayrıca, halkaları birbirine bağlayan çubuklar, farklı kemik fragmanlara tutturulan halkalardaki uygun deliklere yerleştirilmelidir.

Eğer, cihaz doğru olmayan şekilde uygulanırsa, birleştirici çubuklarda, vida somunlarının sıkılmasıyla dışa kayma, rotasyon veya kombine deplasmanlar oluşacaktır.

Cihaz uygulandıktan sonra kontrol röntgenogramı yapılmalıdır. Halkalarda, çubuklarda ve fragmanlarda uygunsuz pozisyon varsa, destekler, kısa plaklar ve diğer gereçler kullanılarak hemen düzeltilmeli, gerekirse tüm cihaz kısmen ya da tamamen çıkarılıp yeniden uygulanmalıdır.

Stabil fiksasyon, sadece tellerdeki uygun gerginliğin korunmasıyla sağlanabilir.

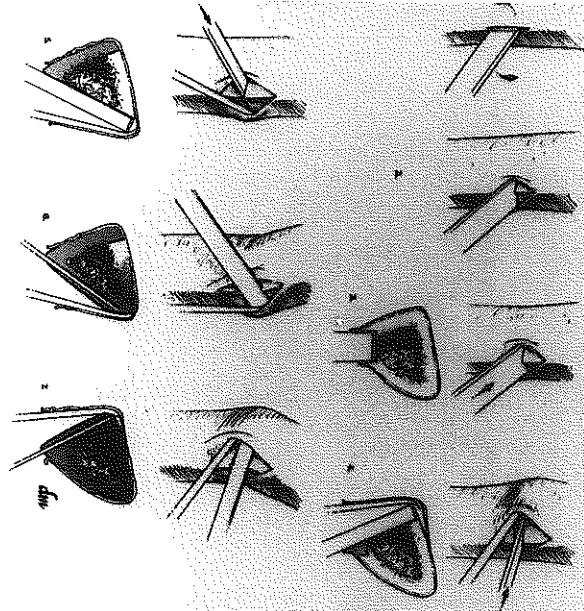
Fiksator hastanın üzerindeyken osteoporoza, teldeki deformasyona veya diğer sebeplere bağlı olarak tel gerginliği azalabilir. Tellerin periyodik olarak yeniden gerginleştirilmesi gerekebilir, özellikle; kompresyon osteosentezi sırasında ya da uzatma yapılan olgularda istenen uzatma sağlandıktan sonra.

Cihazdaki halkaların sayısı, kırığın veya osteotominin durumuna ve ekstremite segmentinin stabilitesine bağlıdır. Bazı durumlarda sadece iki seviyeli fiksasyona ihtiyaç duyulacaktır. Uzatma esnasında, uzayan yumuşak dokuların kendi gerginliği sistemin stabilizasyonuna yardım eder. Bu nedenle, her fragman için bir halka yeterli olur. Aynı kemiğe hem proksimal hem de distal uçta iki seviyeli kortikotomi yapıldığında, yeterli stabiliteyi temin için ortadaki segmente de üçüncü bir halka koyulmalıdır. Oblik veya parçalı bir kırığın olduğu durumda, fragmanların stabilizasyonu ve redüksiyonu için üç, dört veya daha fazla halka kullanılmalıdır.

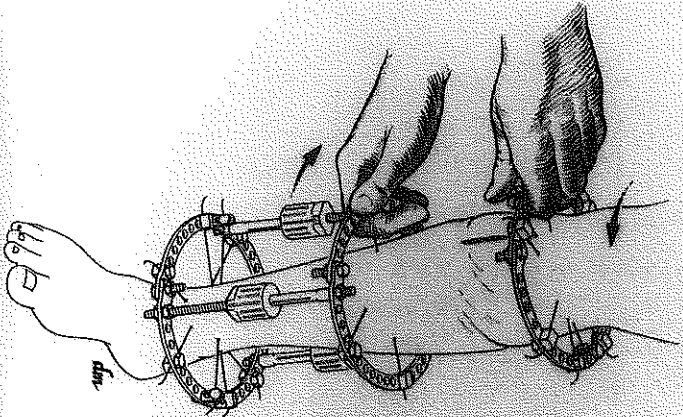
**İlizarov'un Osteotomi Tekniği** : İntramedüller besleyici damarları korumak için geliştirdiği perkütan osteotomi tekniğinde, periossöz ve intraossez yumuşak dokuların korunması esastır. İşlem metafizye bölgede yapılır ise kortikotomi diafizyel bölgede yapılır ise kompaktotomi adını alır.

İşlem 1 cm'lik küçük insizyondan yapılır. Küçük bir periosteal elevatör, kemiğin çevresinde medial ve lateral yönde periostu eleve etmek için kullanılır. Önce medial korteks, 5 mm'lik osteotom ile transvers planda posterior kortekse dek intramedüller alana girilmeksizin kırılır. Aynı işlem lateral kortekse uygulanır. Sonra osteotom, medial kortekse yerleştirilerek 90° döndürülür. Bu işlem posterior korteksteki kırılmaya yardım eder. Gerektiğinde, posterior kortikotominin oluştuğunun görülmesi veya kortikotominin tamamlanması için distaldeki halkalar dış rotasyona zorlanır.





**Şekil 12 :** İlizarov'un kortikokoromi tekniği  
(Tachdjian MO: Limb length discre pancy in Pediatric Orthopaedics. 2nd ed, Vol 4, WB Saunders Company, Philadelphia London Toronto, 1990.



**Şekil 13 :** Kortikotomi-nin tamamlanması için rotasyon yapılırken distal segment iç rotasyona zorlanmalıdır.  
(Tachdjian MO: Limb length discre pancy in Pediatric Orthopaedics. 2nd ed, Vol 4, WB Saunders Company, Philadelphia London Toronto, 1990.

Kortikotominin amacı, nondeplase kırık oluşturmaktır. Bu yapılmadan önce, eksternal fiksatorün uygun şekilde yerleştirilmiş olması, deplasman olmadan arabölümlerin dikkatlice yerleştirilmesi gereklidir.

İlizarov, distraksiyon hızı ve sıklığı, daha önce de belirtildiği gibi, en az dört eşit aralıkta 0,25 mm olmak üzere günde toplam 1 mm olarak önermektedir. En idealinin otodistraktörle yapılacağını söylemektedir. İki seviyeli uzatma yapıldıysa standart 1 mm uzatma hızı (her seviye için) yumuşak dokularca tolere edilemeyebilir. Bu nedenle, ilk günlerde toplam 2mm olan uzatma hızı, her seviye için 0.75 mm olarak azaltılıp toplam 1,5 mm'ye indirilir<sup>83</sup>.

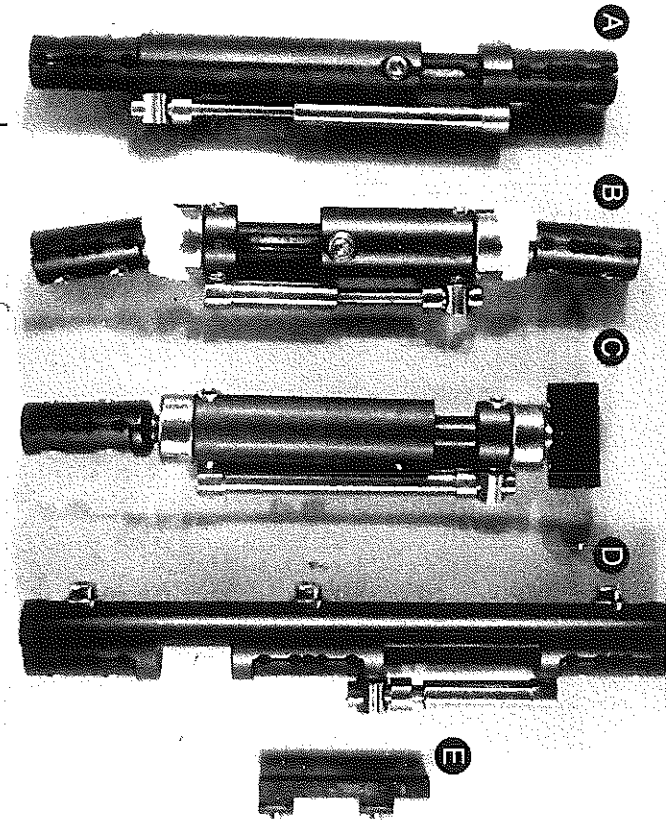
Distraksionun hızı ve sıklığı, distraksion aralığındaki kemik formasyonun kalitesine, yumuşak dokuların, sınırların ve diğerlerinin uzamaya olan cevabına bağlı olarak yavaşlatılabilir, hızlandırılabilir ya da geriye döndürülebilir.

#### **De Bastiani'nin Tekniği (Kallus distraksion tekniği) :**

De Bastiani'nin kallotazis adı verilen metodu; Anderson tekniğinin İlizarov'un biolojik prensiplerine uygun bir şekilde modifikasyonu olarak tanımlanmıştır<sup>73,76</sup>. De Bastiani, Orthofiks adını verdiği, kendi geliştirdiği eksternal fiksatorü kullanır. Uzatmayı bu cihazla yapmaktadır.

Orthofiks; düşük ağırlıklı, alüminyumdan yapılan, ayarlanabilir teleskopik gövdesi olan tek taraflı bir eksternal fiksatördür. Farklı amaçlar için çeşitli tipleri mevcuttur. Uzatma için, genellikle eklemisiz olan basit tipi

tercih edilir. Uzatma ile beraber açılı deformiteler de düzeltilcekse standart eklemlı tipi kullanılır.



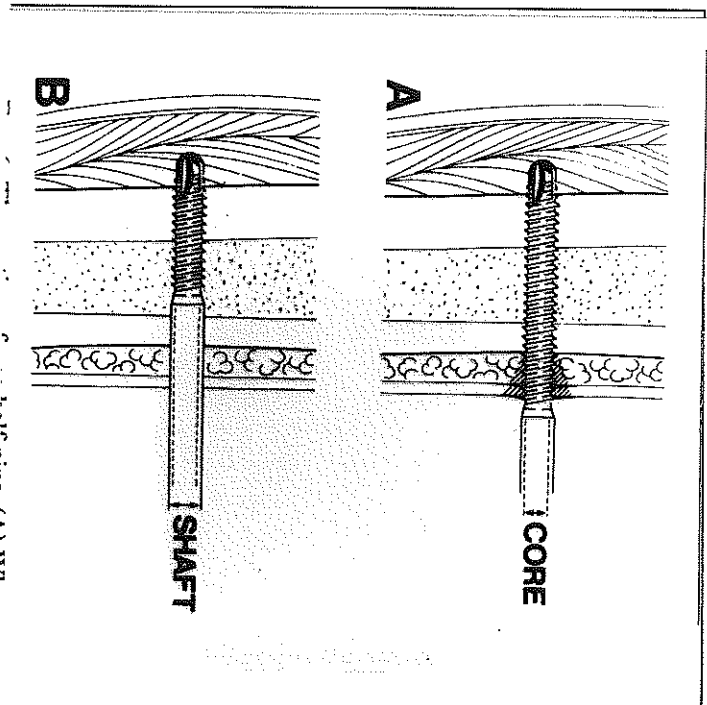
Şekil 14 : A. Eklemsiz, basit tip, B. Eklemlı tipi, metil metakrilat ile stabilize edilmiş C. Epifizeyel uzatma için olan tipi. D. Segmentel kemik transport cihazı E.Meta-karp uzatma için olan tipi

(Price CT, and Mann JW: Experience with the Orthofix device for limb lengthening. Orthop Clin North Am 22 : 651, 1991).

De Bastiani'nin bu dinamik aksiel fiksatorü, halkalı ve diğer tek veya çok kenarlı eksternal fiksatorlerle karşılaştırıldığında, en rijit tesbit yapan fiksator olarak dikkat çekmektedir<sup>31,76</sup>. Bu arada, muhtemelen bir miktar aksiel yüklenmeye de izin vermektedir. Yine; standart, eklemlı orthofiksın eklemlı kısımları kemik çimentosu (metil metakrilat) ile hareketsizleştirildiğinde, Illizarov, Wagner ve Oksford tipi eksternal fiksatorlere oranla çok daha rijit tesbit yaptığı gösterilmiştir<sup>31</sup>.

Orthofiksın stabilitesindeki majör faktör, kullanılan rijit, tapeli yarım çiviler (half-pinler) dir<sup>76</sup>. Egger açısız ya da rotasyonel düzeltilme gerekiyorsa, eklemlı cihaz kullanılır, ama fiksatorün angulasyonunun önlenmesi için,

eklem kısımları kemik çimentosu ile stabilize edilmelidir. Tüm uzatmalar için uç proksimal ve uç distal olmak üzere toplam altı adet tape'li (tapered) yarım çivi kullanılmalıdır.<sup>44,74,75,91</sup>



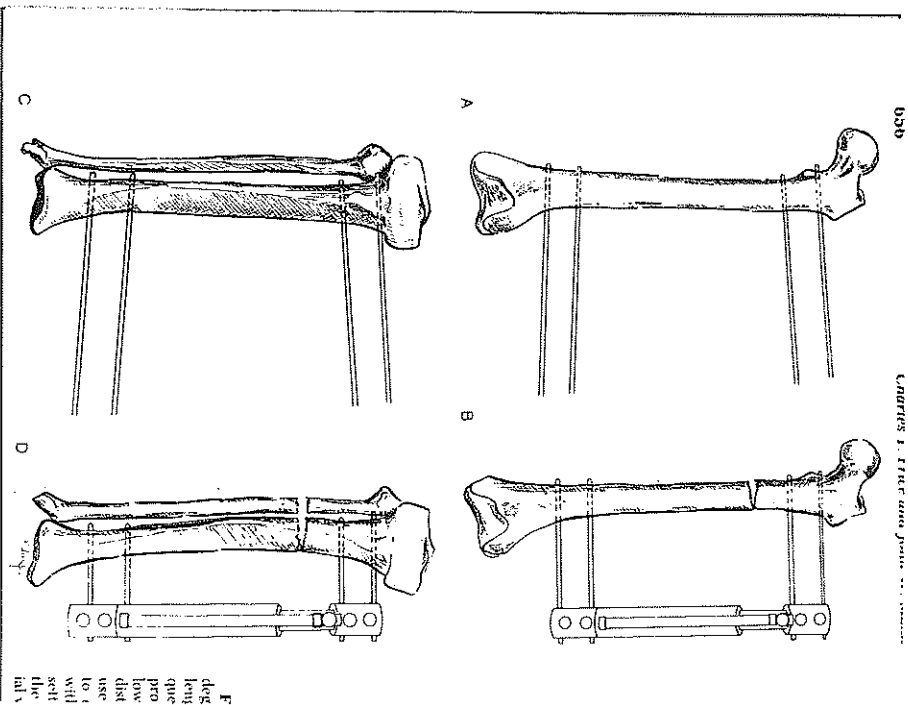
**Şekil 15 :** A) Vidanın yivli kısmı korteks üzerinde bırakıldığında çevre yumuşak dokuda irritasyon yapar. Kemik korteksi daha az çap ile tutulduğundan mekanik olarak az stabildir. B) Yumuşak shaft proksimaldeki kortekse geçildiğinde, yumuşak doku irritasyonu minimal olur, kemik çevresindeki stres azalır, stabilize artar.<sup>13</sup>

(Behrens F: General theory and principles of external fixation. Clin Orthop 241: 15, 1989).

De Bastiani, proksimal, submetafizyel açık kortikotomi yapar. Teknik; osteotomiyi takiben oluşan kallusun orthofiksle yavaşça uzatılması esasına dayanır.

Osteotomi, femurda iliopsoas kasının yapışma yeri olan trokanter minörün hemen altından, tibia'da da patellar tendonun yapışma yeri olan tüberositaz tibial'nun hemen altından yapılır. Proksimaldeki üç vidanın en alttaki olanı da osteotomi hattının 1 cm üzerinde olmalıdır.

Fiksator, femurun lateraline, tibia'nında anteromedialine, femurda 5° valgus, tibiadada 5° varus olacak şekilde yerleştirilir (Şekil 16).



(Price CT, and Mann J.W : Experience with the Orthofix devnce for limb lengthening. Orthop Clin North Am 22 : 651, 1991.

Unutulmamalıdır ki; özellikle femur uzatmalarında oluşabilecek ödemi nedeniyle fiksator ekstremiteden yeterince uzak olmalıdır.

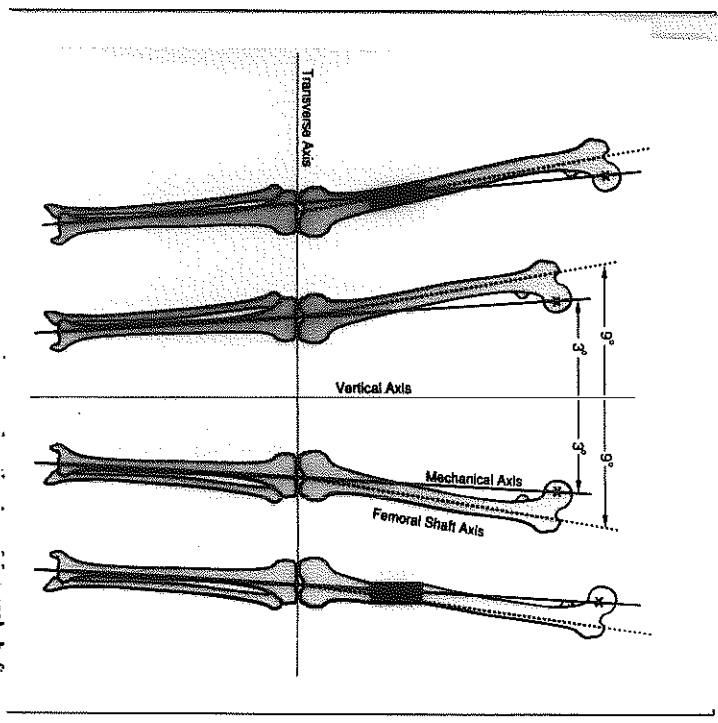
Uzatma aksı, operasyon öncesinde gözden geçirilmelidir. Femoral uzatmalarda femur boyunu normal ise, uzatmanın femoral şaft boyunca yapılmasının uzatma sırasında dizin medializasyonunu önlediği belirtilmiş, femur boyunu kısa olduğu durumlarda mekanik aks boyunca yapılmasını önerilmiştir.

### Şekil 17 :

Resmin sağında uzatmanın femur askı boyunca yapıldığı takdirde mekanik aksın, dizin mediale kayması nedeniyle laterale kaydığı görülmüyor.

Solda, uzatma mekanik aks boyunca yapıldığı takdirde femurda oluşan zigzag görünümüne rağmen mekanik aksın yönünü değiştirmez.

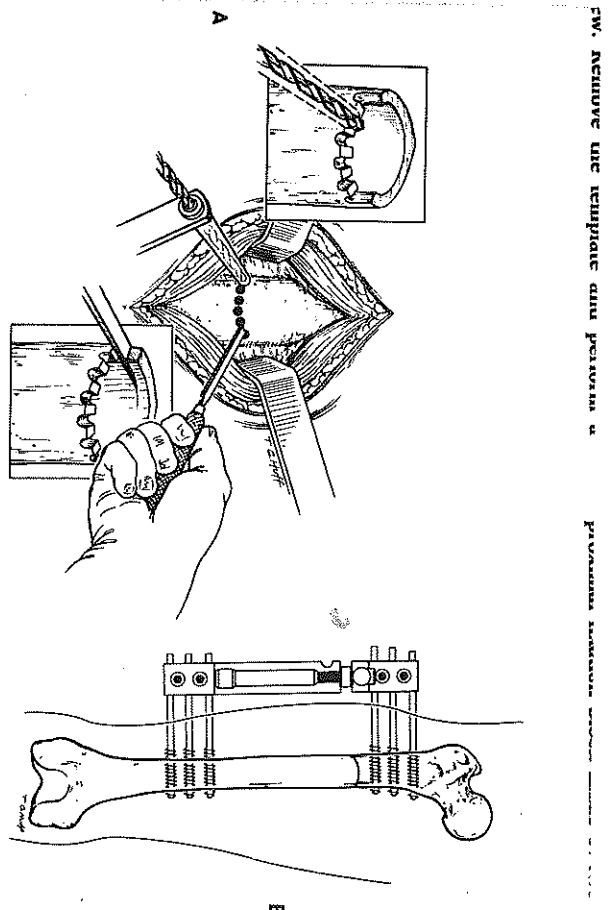
(Beary, JH; Limblenght discrepancy. In: Campbell's Operative Orthopaedics. Crenshaw AH (ed) Ch 42: 2126, 8th edition Mosby, St. Louis, 1992.



Fiksatorün düzgülün yerleştirilmesi proksimaldeki birinci vidanın doğru yerleştirilmesine bağlıdır. Sonra en distaldeki altıncı vida yerleştirilir. Diğerleri de, birbirlerine paralel olarak düzgülün şekilde yerleştirilir.

Fiksator uygulanıktan sonra, fibula 2/3 distalden 1-1,5 cm'lik rezeksion yapılır. Daha sonra, femur ve tibiada anterior insizyonla kemiğe ulaşıldıktan sonra periost uzunlamasına kesilip, hasar verilmenden korreksten eleve edilir. Anterior korrekse, medullaya hasar vermeyecek şekilde özel durduruculu perforatorle çok sayıda transvers delikler açılıp daha sonra osteotomla (terchen 5 mm'lik) bu delikler medullaya zarar vermeyecek şekilde birleştirilip posterior korrekse kadar osteotomi hattı uzatılır. Osteotomi timüyle sağlandığında kemik segmentleri 2-3 mm kadar ayrılır<sup>3</sup>. Tam emin olmak için uzatma barı üzerinde uzatmada yapıldığı gibi somun

döndürülerek osteotomi hattında açıklık oluşup oluşmadığı gözlenir. Emin olunduktan sonra, kemikler arasında kontak sağlanıp fiksator sıkılır, kemikler komprese edilir. Daha sonra, periost ve diğer yumuşak dokular dikkatlice kapatılır. Postoperatif, hemen kontrol röntgeni çekilir .



Şekil 18 : De Bastiani'nin kortikotoromi tekniği

Beaty JH : Limb lengthh discreapancy. In : Campbell's Operative Orthopaedics. Crenshaw AH (ed) Ch 42 : 2126, 8 th edition, Mosby, St.Lous, 1992).

Operasyondan bir gün sonra, hasta bacağı üstüne yük vermeye başlayabilir. Koltuk değnekleriyle uzatma tımmüyle tamamlanana kadar tam yük verebilir. Operasyondan bir hafta sonra eve gidebilir<sup>3</sup>.

Uzatma öncesi belkelme periyodu 15 yaşın altındakilerde 10 gün, üstündekilerde 14 gündür<sup>3,24</sup>. Uzatma hızı ve ritmi, 6 saatte bir 0,25 mm olmak üzere günde toplam 1 mm'dir. Bir hafta sonra kontrol röntgenogram çekilir. Uzatmanın 3-4 ncü haftasında kallus görülmeye başlanır<sup>76</sup>. Eğer zayıfça veya görülmiyorsa uzatma 1-2 hafta durdurulur. Yine görülmiyorsa uzatma hızında 1-2 hafta komprese edilir. Daha sonra kallus görüldükten sonra tekrar aynı hızda uzatılır<sup>3</sup>.

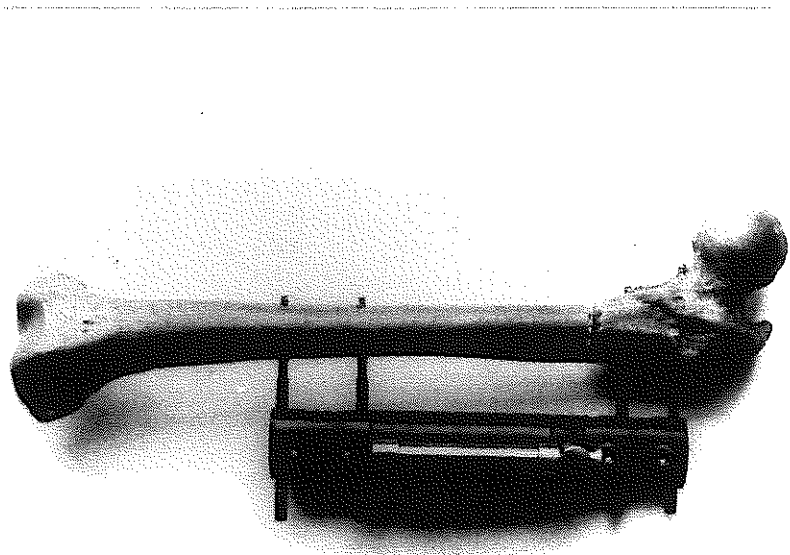
Kemik, genellikle istenen miktardan 0,5 cm daha fazla olmalıdır. Çünkü; dinamik yüklenme fazında uzatılan segmentte kompresyona bağlı kısalmalar olabilecektir<sup>3</sup>.

Kemik uzatılması tamamlandıktan sonra, cihazın kompresyon-distraksion kısmı, daha az ağırlık olsun diye ihtiyaç kalmadığı için çıkarılır ve fiksatorün teleskopik gövdesi kilitletir. Daha sonra, röntgende, uzatılan segmentte opasite ve muntazam bir yoğunluk görülmeye başladığında, kilitleyici vida gevşetilir<sup>24,43</sup>. Bu, rejenerer kemikte tam aksiel yüklenmeye izin verir, kemik iyileşmesi hızlanır, çivi-kemik yüzeyleri arasında stresler azalır. Bu da cihaz çıkarıldıktan sonra, çivi deliklerinden oluşabilen geç kırık riskini azaltır<sup>74,75</sup>.

Fiksator, klinik ve röntgenografik olarak iyi kemik kaynamasının görülmemesinden sonra çıkarılır. Fiksator çıkarıldığında, hasta tam yük vermeye devam ederken, eğer kemikte kırık veya bowing olursa fiksator tekrar takılabilsin diye, Schanz vidaları bir kaç gün daha bekletilir. Problem görülmezse, çıkartılırlar<sup>3,56</sup>.



Bu yöntem; uygulamanın kolaylığı, daha az operasyon süresi gerektirmesi, nörovasküler yapıların zedelenme riskinin az olması, kas dokusunun daha az zedelenmesi, radyolojik değerlendirmenin kolay olması, taşıma kolaylığı, hasta tarafından kabul edilebilirliğinin yüksek olması, cihazın çıkarılmasının kolaylığı, genel olarak komplikasyon oranının azlığı nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir<sup>25,44,76</sup>.



**Şekil 19 :** Femurun kallotazisi için Orthofix'in uygulannması.  
(Aldegheri R, Renzi-Brivio L and Agostini S : The Callotasis method of limb lengthening. Clin Orthop 241:137, 1989).

## 11 . Uzatma osteotomilerinde Karşılaşılan Problemler ve Komplika-

### syonlar :

İlizarov'un çok detaylı bir şekilde ortaya koyduğu biolojik prensipler ışığında, ekstremiteleler çok daha fizyolojik şekilde uzatılabilir hale gelmiş, özellikle kemik iyileşmesi ve yumuşak dokularla ilgili majör komplikasyonlar çok daha az görülür hale gelmiştir. İlizarov'a göre, kendi tarif ettiği şekilde uzatmalar yapıldığında %5.6 gibi oldukça düşük oranda komplikasyonlar görülebileceğinin bildirilmesi, ideale çok yakın bir uzatma metodunun mevcut olduğu fikrini de uyandırabilmektedir.

Majör komplikasyonlar az görülmekle birlikte, yine de geniş bir spektrum içinde incelenmektedir.

### Operasyon esnasındaki problemler :

Tellerin veya çivilerin kemikten geçirilmesi esnasında damar ve sinirlerin hasara uğratılması mümkün olabilmektedir. Bu nedenle cerrahın anatomik yerleşimleri iyi bilmesi ve dikkat etmesi gerekir.

Ameliyat esnasında hasta anestezi almaya devam ederken turnike gevşetilerek dolaşım kontrolü yapılabilir. Şüpheli vakalarda uyandırma testi (wake-up testi) ile sinir fonksiyonu kontrol edilebilir ya da eğer varsa S.E.P (Somatosensory Evoked Potentials) ile sinir fonksiyonu kontrol edilebilir. Nöro-vasküler penetrasyondan şüphelenildiğinde tel ya da çiviler çıkarılıp uygun yerden tekrar koyulurlar.

### **Kortikotomi esnasındaki problemler :**

Endosteal ve meduller dolaşıma mümkün olduğu kadar az hasar verilmeğe çalışmalıdır. Kortikotomi yapılırken oblik ya da parçalı kırık oluşturulmamalıdır. Kapalı osteoklazi yapılmadan önce kemigin iyice zayıflatılması önemlidir. Kortikotomi esnasında karşılaşılacak üçüncü problem; peroneal sinir gerilmesidir. Bunun için İlizarov tekniğinde, kemik koreksi kırmak için yapılan rotasyon manevrası distal parçanın içe değil, dışa döndürülmesiyle yapılır.

**Erken postoperatif dönemde;** Kortikotomi (veya osteotomi) ya da teller geçirirken damarların hasarına bağlı oluşabilen kompartman sendromu, ciddi bir komplikasyondur. Bu nedenle, yara kapatılmadan ciddi bir hemostaz yapılmalıdır. Fasiyotomi tüm tibial uzatmalardan sonra gereklidir, ancak İlizarov'un perkütan kortikotomi tekniğinde, kortikotomi 1 cm'lik mini insizyondan yapıldığı için fasiyotomi yapılması güçtür. Daima kapalı hemovak dren konur.

Eğer kompartman sendromu geliştiğine dair bulgular mevcutsa, uygun tedaviye geçilmelidir.

Yara enfeksiyonu ve tibial uzatmalarda kortikotomi sahası hemen cilt altında olduğu için cilt nekrozları, erken dönemde görülebilen komplikasyonlardır<sup>83</sup>.

### Uzatma Periyodundaki Komplikasyonlar :

**Çivi ya da tel yolu (Pin-tract) problemleri :** En sık görülen problemlerdir<sup>12,26</sup> ve tellerin dikkatli bir şekilde geçilmesiyle en aza indirilebilir. Bunlar; kayan çivi ya da tellerin mekanik baskısına bağlı yumuşak doku nekrozlarından kaynaklanırlar. Nekrotik dokular enfekte olabilir. Bu enfeksiyon eğer tedavi edilmezse kemiğe yayılabilir, osteomyelite neden olabilir.

Bu problemler, deri ile kemik arasındaki yumuşak doku mesafesinin derinliği ile, telin veya çivinin çapındaki artmayla, konan telin veya çivinin stabilizasyonundaki azalmayla ve de deri ile tel temas yüzeyindeki hareketin artmasıyla artar. Konan tel ya da çivi yerleri iyi seçilmelidir, bu özellikte femoral uzatma için önemlidir. Hasta ayaktayken, yatarken, dönerken teller veya çiviler yumuşak dokulara aşırı baskı yapmamalıdır. Femoral uzatmada distal tel veya çivilerin yerleştirilmesinde fasiya latanın horizontal ve vertikal olarak kesilip gevşetilmesi önerilir ve bunun dizin tam fleksiyonuna izin vereceği söylenir<sup>83</sup>.

Tel ya da çivilerin günlük bakımı önem verilerek yapılmalıdır. Ciltte mekanik baskı olduğunda insizyon genişletilip rahatlama sağlanır, bu lokal anestezi altında yapılabilir. Tüm teller ve çivilerin temizliği povidone iodin (Betadin) gibi antiseptik solisyonlarla yapılır. Yumuşak doku enfekte olduğunda, kültür alınıp uygun antibiyotik tedavisine başlanır. Bazan debridman gerekebilir ve çivi yoluna antibiyotik (örneğin; bir sefalosporin) enjekte edilebilir. Çivi ya da tel yolu inflamasyon ve enfeksiyonların pek çoğu bu tür tedavilere iyi yanıt verir. Eğer hala devam ediyorsa, genel anestezi

altında çıkarılıp uygun steril koşullarda daha üst veya alttan tekrar koyulabilirler. Tel veya çivi yolu infeksiyonuna bağlı kronik osteomyelit son derece nadirdir.

**Tablo 2 :** Tel veya çivi yolu infeksiyonlarının sınıflandırılması ve tedavisi

Grade		Tedavi
0	Normal	Haftalık tel veya çivi bakımı
1	İnflamasyon	Günlük tel veya çivi bakımı
2	Seröz akıntı	Antibiyotik
3	Pürülan akıntı	Antibiyotik
4	Osteolizis	Tel veya çivinin çıkarılması
5	Ring sekestriyasyon	Debridman

(Dahl MT, Gulli B, and Berg T : Complications of limb lengthening : A learning curve. Clin Orthop 301: 10, 1994).

**Kas Kontraktürleri :** Uzatma esnasında en fazla güçlük çıkaran komplikasyonlar kaslarla ilgili komplikasyonlardır<sup>12</sup>. Uzatma osteotomisi yapıldıktan sonra, kemik segmentin uzatılmasına en büyük engel, miyofasiyal dokuların direnci olarak görülmüştür<sup>39</sup>. Kaslar, kemiklerin uzatılma hızlarına eşit hızda uzayamazlar, bu hız biraz daha düşüktür. Bu nedenle kaslarda yavaş bir şekilde kontraktür gelişir. Kontraktür oluşumuna eğilim, iki ekleme de mevcut kaslarda ve agonist kaslarda daha çoktur. Çünkü; agonist

kaslar, antagonist kaslardan daha güçlüdür. Tibial uzatmada, iki eklemlilik kas olan triseps surae'nin kontraktürünü sonucu ayak bileğinde ekinus ve dizde fleksiyon kontraktürü gelişir. Triseps surae, antagonist olan ayakbileği dorsifleksiyonlarından daha güçlüdür. Femoral uzatmada, kalça adduktörlerinde ve kuadriseps femoris kasında kontraktürel deformite gelişirse, femurda anterolateral açılma oluşur, bu da diz fleksiyonunu sınırlar. Hizarov metodunda, tellerin kas içinden geçmesi de kas kontraktürüne neden olabilmektedir.

Kas kontraktürlerinin oluşumunu önlemek için; yoğun fizyoterapi ve uygun splintleme çok önemlidir<sup>69</sup>. Her gün fazla sayıda pasif germe egzersizleri yapılır. Hizarov'un uyguladığı günlük rehabilitasyon süresi 6 saati bulabilmektedir. Bu da gerçekten tedavinin başarısında fizyoterapinin ne kadar gerekli ve önemli olduğunu göstermektedir. Elektrik stimülasyonunun, günlük fonksiyonel yüklenme gibi kas rejenerasyonunu uyarıcı etkisi olduğuna inanılmaktadır. C.P.M (Continue Passive Motion) cihazı ile kas egzersizlerinin etkisi tam bilinmemekle beraber, yapılabilmektedir<sup>69</sup>.

Tibial uzatmada, ayak dorsifleksiyon ve diz ekstansiyon egzersizleri eş zamanlı yapılır, triseps surae yukarı ve aşağı doğru gerilir. Femoral uzatmada, kalça abduksiyon ve diz fleksiyon egzersizlerine devam edilir. Böylece kalça adduktörleri ve kuadriseps gerilmeye çalışılır.

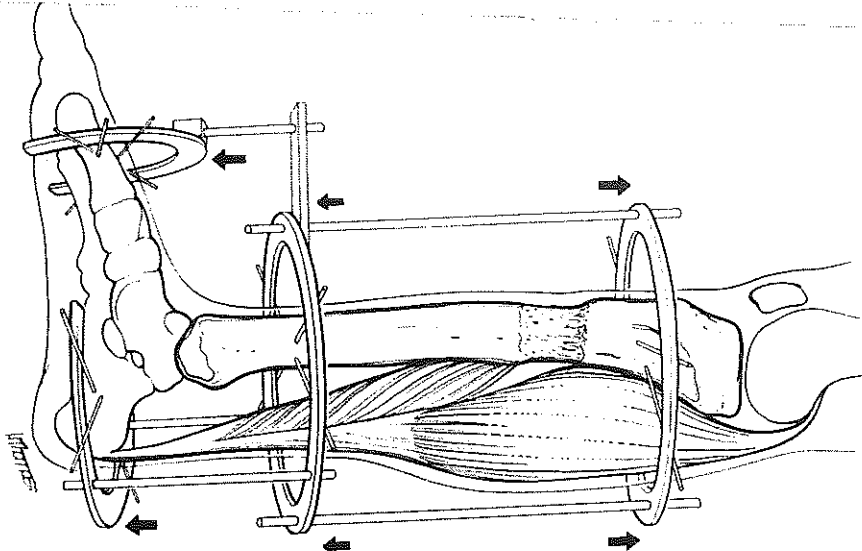
Femoral uzatmada, bacakta tek taraflı split-Russel traksiyonu önerilir<sup>83</sup>.

Tek taraflı traksiyon ile aynı taraf pelvis aşağıya doğru kayacak, bacakta traksiyonda kalça adduktörlerini gerektirecektir. Bu tip traksiyon, kalça

subluksiyonunu da önleyebilecektir. Ayrıca, bu traksiyonun vertikal kuvvet yönü, proksimal tibiaın altına doğru olacağından, dizin posterior subluksiyonunu da önleyebilecektir.

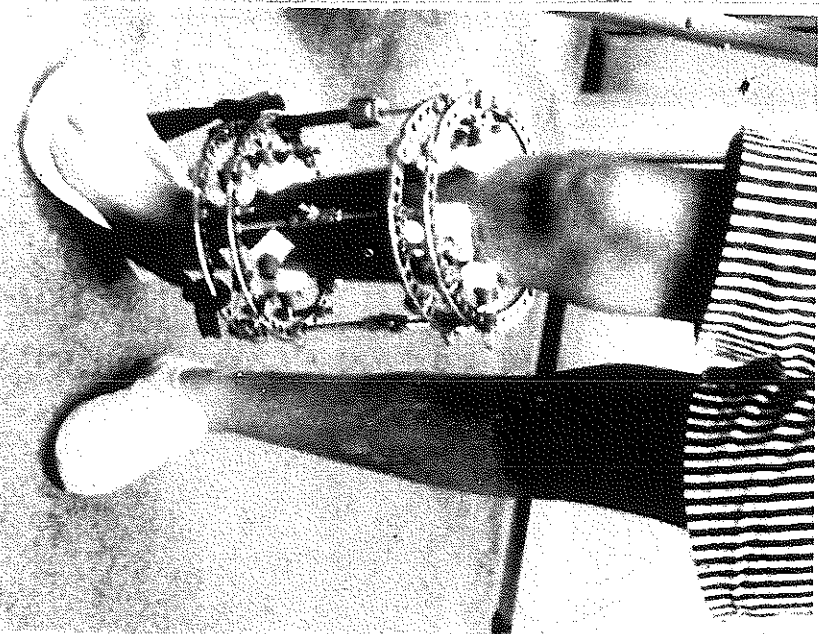
Kasların rejenerasyonu için, uzamış pozisyonda gerginliklerinin korunması önemlidir. Bu nedenle, ayak bileğini dorsi fleksiyonda, dizi ekstansiyonda tutan ortezlerin kas kontraktürünün engellenmesi için kullanılması önerilir<sup>69</sup>. Bu ortezler, kasları uzamış pozisyonda tutarlar. Hasta, bunları tüm gün kullanması gerekmedikçe, geceleri ya da uykudayken kullanır.

İlizarov'un halkalı fiksatoriyüyle uzatmada, kalkaneustran tel geçirilip yarım halka koyulduktan sonra, bu halka en distaldeki ilizarov halkasına bağlanarak ayak bileği fiks edilir. Bu şekilde ayak bileğinin lateral subluksiyonu ve ekinusu kontrol edilebilir. 6 cm'den fazla tibial uzatmalarda ve özellikle iki seviyeli uzatmalarda rutin kullanılması önerilmektedir.<sup>59,69</sup>. Ancak, ayak bileği sertliği potansiyel bir tehlike olarak karşımızda durmaktadır. Bu nedenle uygulanacaksa; kemik uzatıldıktan sonra hemen çıkarılmalıdır<sup>83</sup>.



**Şekil 20 :** Ilizarov'un ekinusu önleyici halka sistemi.

(Lehman WB, Grant AD, and Atar D: Preventing and overcoming equinus contractions during lengthening of the tibia. Orthop Clin North Am 22: 633, 1991).



**Şekil 21 :** Ekinusu önleyici splint uygulaması

(Lehman WB, Grant AD, and Atar D: Preventing and overcoming equinus contractions during lengthening of the tibia. Orthop Clin North Am 22: 633, 1991).



Alınan tüm önlemlere rağmen, fleks kas kontraktürü geliştiğinde, deformiteye neden olacak kuvvetler oluşur. Açık cerrahi girişimle muskulorendinöz uzatma yapılır. Ayak bileğinin ekin deformitesine 25 derece kadar izin verilebilir<sup>76</sup>. Farklı olarak, aşil uzatmasını hemen yapmamak gerekir. Çünkü; aşil fazla uzatıldığında, triseps surae kasında zayıflık, kalkaneus deformitesi ve daha fazla fonksiyonel bozukluk gelişir. Bu tür durumda, sadece fasiyal gevşetme yapılabilir. Bu kısı daha fazla gerilmeye hazırlar ve kasta zayıflık olmaksızın uzama gerçekleşir.

Açık muskulatendinöz uzatma ve fasiyal gevşetmeden önce Paley tarafından önerildiği gibi, aşırı uzatma ve sonra kısaltma yapılabilir. Paley, uzatmayı 10 mm kadar devam ettirip daha sonra 15 mm kısaltma gerçekleştirebilir. Kemiyi aşırı uzatma; yumuşak dokularda da uzamaya neden olur. Ardından kemiyi kısaltmayla da uzayan yumuşak dokuların fazla uzamış boyda kalmaları sağlanacaktır. Bu distraksion - kompresyon işlemi, rejenerasyon kemiyi kaynamasını da uyacaktır<sup>69</sup>.

**Kas Zayıflığı** : Kemikteki uzamaya bağlı kaslarda da oluşan uzama sonucu, kasların motor fonksiyonunda kayıp olabilecektir. Femoral uzatmada, kuadrisepsteeki zayıflığa bağlı dizekstansiyonunda azalma olası bir problemdir.

**Nörolojik Komplikasyonlar** : Nörolojik hasar, tel geçilirken olabilir ve nörovasküler yapılar delinebilir. Hasta, ani başlayan inatçı bir ağrıdan ve uyuşukluktan şikayet eder. Hiperestezi ilk bulgu olabilir. Peroneal sinirin derin dalının hasarına bağlı ayak bileğinde oluşan ağrı örneğinde olduğu

gibi, yansıyan bir ağrı olabilir. Daha sonra duyu kaybını, kas gücünde azalma ve paralizî takip eder.

Sinir hasarı, kortikotomi (veya osteotomi) esnasında ya da kompartman sendromu geliştiğinde de olabilir. Erken tedavi edilirse, paralizî gelişmez.

Uzattmada en sık etkilenen sinir, peroneal sinirdir. Nedeni de; gergin fasiyal bantlara bağlı olarak baskı altında kalmasıdır. Ekstremitte uzatılmaya başladığında, gerginlik daha da artar. Sinir hasarı bulguları görüldüğünde, uzatma hemen durdurulur, kemik kısaltılır ve sinir fonksiyonu yeniden değerlendirilir. Eğer nöropati devam ederse, gergin fasya cerrahi olarak gevşetilerek dekompresyon yapılır.

Üst fibulada fizyel ayrılma, lateral popliteal sinir palsisine neden olabilir.

Femoral ya da sıyatik sinir parezileri, günde 2 mm'den az uzatmalarda çok nadiren görülmüştür.

**Vasküler Problemler :** Cerrahi esnasında tel ya da çiviler geçilirken damarlar yaralanabilir, ancak bu nadir görülür. İlizarov metodunda, tellerin çapının ince olması bu riski oldukça azaltır. Ancak yine de anatomik yerleşimleri çok iyi bilmek gerekir. Uzatma esnasında, özellikle İlizarov tekniğinde, tellere bağlı damarlarda geç erozyon ile psödo anevrizma görülebilir. Damarsal problem tel ile ilgiliyse, tel çıkarılır. Damar cerrahisi konsültasyonu istenir, gerekirse anjiyografi ve damar anastomozu, by-pass yapılır.

Uzatma esnasında damarlardaki sempatik sinir liflerinin gerilmesine bağlı hipertansiyon olabilir. Genellikle, çok hızlı ya da aşırı miktarda

uzatmalarda görülr. Hipertansiyon görüldüğünde, uzatma birkaç gün durdurulur. Çoğunlukla normale döner ve uzatmaya ilk günlerde yavaş hızla, daha sonra normal hızında devam edilir.

Diğer damarsal problemler; derin ven trombozu, sudak atrofisi ve soğuk siyonotik ekstremite'dir. Ancak bunlar nadir görülr. Genel anestezi altında ani aşil tendonu manüplasyonuna bağlı fötal bir pulmoner emboliye şahit olunduğu da bildirilmiştir<sup>69</sup>.

Yine, ekstremiteelerde yumuşak dokularda ödem ve hipertrofi gelişebilmektedir.

#### **Eklemler subluksasyonu ve Dislokasyonu :**

Uzatlacak kemigin, üst ve alt kısmındaki eklemlerin stabilitesi, uzatmadan önce iyi değerlendirilmelidir. İnstabl bir dizplazik kalça, uygun pelvik ve/veya femoral osteotomiyle stabilize edilmelidir. Doğuştan kısa femurda; diz çapraz bağlarının yokluğuna bağlı diz instabilitesi sıkır. Femur uzatması esnasında, dizde posterior subluksasyon olur. Bunu önlemek için splir-Russel traksionu kullanılabilir ve kuadrisepsin motor gücünü artırıcı egzersizler yapılır.

Diz eklemlerinin instabilitesi, femoral uzatma için rölatif bir kontrendikasyondur. Ameliyat öncesi hasta ve ailesi, risk açısından bilgilendirilmeli ve diz hareketlerine izin veren, ancak proksimal tibianın posteriora kaymasını engelleyici ekstransiyon cihazının muhtemelen kullanılması gerektiğinin söylenmesi gerekir.

Fibula eksiğiyle beraber olan doğuştan kısa tibiada, uzatma esnasında sıklıkla ayakbileği posterolateral subluksasyonu ya da dislokasyonu meydana gelir. Bunu önlemek için; uzatma öncesi, fibula kalıntısının eksizyonu ile posterolateral tibial gevşetme yapılabilir. Uzatma esnasında da, geceleri ayak-ayakbileği ortezi giydirilir, bu da talusun tibia altına posterolateral deplasmanı engeller. Ancak, alınan bu önlemlere rağmen, u zatmanın oluşan mekanik kuvvetlerine bağlı yine de ayakbileğinin posterolateral subluksasyonu sıklıkla görülür. Bu gidişi erkenden tesbit etmek önemlidir. Tesbit edildiğinde, eğer İizarov cihazı kullanılıyorsa, kalkaneustan geçilen tellerle buna eklenen halkanın en distaldeki halkayla birleştirilmesiyle ayak bileği fiks edilip bu komplikasyon önlenir. Yine de, bu hastalara ve ailesine, uzatmada böyle bir komplikasyonun sık görüldüğünün bildirilmesi gerekir. Sonuçta; ayak bileğinde sertlik olacağı ve artrodez gerekebileceği unutulmamalıdır. Kısa fibulanın uzatılarak, lateral malleolun daha aşağıya getirilmesi suretiyle lateral subluksasyon önlenebilirse de, fibulayı uzatmak zordur. Ayak bileği valgusunu önlemek için distal tibio-fibular sinostozun, fibulayı uzatmaktan daha basit ve etkili olduğu da söylenmektedir<sup>83</sup>.

Ekleme etki eden kasların kontraktürü ve dengeli etki etmeyişleri, eklem subluksasyonuna neden olabilir. Dizplazik ama stabil olan bir kalça, femoral uzatma esnasında gelişen addiktör kasların kontraktürüne bağlı instabil olabilir. Eklem subluksasyonu, deformasyon yapan kasların fizyoterapi ile gerilmesi sonucu tedavi edilebilir. Yine, uzatmayla aynı taraf alt ekstremiteye yapılan traksiyonla pelvis aşağıya doğru eğilecek, kontrakte adalelerin gerilmesi sağlanabilecektir. Traksiyonla ya da fizyoterapi ile dizelmeyen addiktörlerde adduktör myotomi yapılır. Yine, kontraktürel deformiteye bağlı dizde posterior subluksasyon oluşmuşsa, hamstringler uzatılır.

Subluksasyonun fazla olduğu olgularda, eklemler uygun destek ve traksiyonlarla redükte edilir. Dislokasyon mevcutsa, cerrahi redüksiyon yapılır. İleri subluksasyon ve dislokasyon varlığında, uzatmaya devam edilmez.

**Eklemlerin Sertliği :** Eklemlerin sertliği; eklemlerdeki artan baskılara ve kas kontraktürlerine bağlı gelişir. 30°'ye kadar dizfleksiyon kontraktürü kabul edilebilir<sup>6</sup>. Wagner'e göre;<sup>86</sup> dizdeki minimal eklemlerin açıklığı 45°, ayak bileğinde 15°'dir. Bu değerlerin altındaki hareket kapasitesinde, uzatma durdurulup yoğun fizik tedavi yapılır. Hareket açıklığı düzelmezse, ekstremite kısıtılıp eklem dekomprese edilebilir ve C.P.M. cihazına bağlanır. Genel anestezi altında manipülasyon yapılabilir, ancak manipülasyon esnasında kırık ve fizyolajik ayrılma oluşabilir. Eklemlerin sertliği devam eden bazı olgularda, uzatma cihazlarına eklemler yapılarak eklem ile köprü sağlanır, eklemler distrikte edilip, C.P.M. ile eklem hareketlendirilebilir.

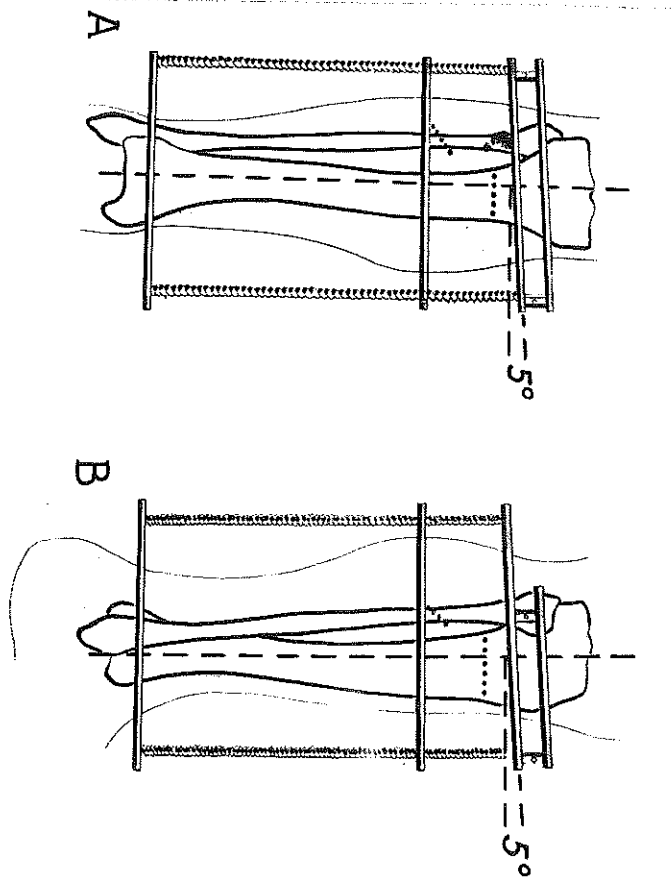
Diz hareketi 60° ya da fazla, ayak bileği 30° ve fazla ise, eklemlerin tam fonksiyon kapasitesi 3 ile 6 ayda geri gelecektir. Dizde 45°-60°, ayak bileğinde 15°-30° arasında hareket açıklığı varsa, bir miktar fonksiyon kaybı olacaktır. Eğer; dizde 20°-30°, ayak bileğinde 10°-15° hareket açıklığı varsa, problemler daha fazla olacaktır. Dizde, özellikle ekstansiyon problemi ortaya çıkar. Cerrahi olarak, patellar retinaküller gevşetme ve patellar tendonun distale ilerletilmesi ve kısıtlanması gerekebilecektir<sup>3</sup>.

**Aksiyel Deviasyonlar (Eğilmeler) :** Bunlar, uzayan segmente etki eden kasların denge farklılığına ve fasial germe kuvvetlerine bağlı oluşur. Kemik, fazla kuvvetin olduğu tarafta doğru deviyeye olur (eğilir). Tibiyada daha büyük kas kitlesi, posterior ve lateraldedir. Uzayan segment, proksimal metafiz ve

tibiannın orta kısmı ise, valgus ve öne eğilme (prokurvatum), eğer tibiannın distal kısmında ise eğilme varus ve prokurvatum şeklinde olacaktır. Femurda, uzayan segment proksimal metafiz ve orta kısmında ise, aksiel deviasyon varus ve öne eğilme şeklinde, distalde ise valgus (fasiya lara'nın çekmesine bağlı) ve yine öne eğilme şeklinde olacaktır.

Genel olarak; aksiel deviasyonların kontrolü, monolateral kalın telli fiksator sistemlerinde (Orthofiks, Wagner), ince telli, halkalı eksternal fiksatorlere göre daha zordur ve daha sık aksiel deviasyon görülür. Monolateral kalın telli (Schanz vidası, vs.) sistemler, tellerin olduğu yüzeyde en güçlü, tellere dik açılı yüzeyde en zayıftır. Tibiayı uzatmak için; Orthofiks, vb. eksternal fiksatorler kullanıldığında öne eğilmeleri önlemek için fiksatorler anteriorndan koyulur. Bununla beraber; anteriorndan uygulamaya valgus deformitesini önlenmez. Çünkü; deformitenin düzlemi, çivilerin (vidaların) koyulduğu düzleme diktir. Bu da, fiksator için en zayıf plandır. Bu nedenle anterolateral aksiel deviasyonu önlemek için, Orthofiksin anteromedialden konması önerilir<sup>12,24</sup>.

Ilizarov tekniği kullanıldığında, ince telli halkalı fiksatorler, proksimal tibiadan kortikotomi yapılan olgularda, anterolateral açılmayı önleyen açıda konurlar. Kortikotominin proksimalindeki halka varusta ve rekurvatumda, kortikotominin distalindeki halkada tibiaya dik konur. İki halka kullanılarak, anterolateral açılmayı önleyici yeterli kuvvet sağlanır. Kortikotomi distal tibiada yapıldığında, kortikotomi seviyesinin altındaki halka valgus ve rekurvatumda, üstteki halkada tibiaya dik konur. Bu şekilde varus ve öne eğilme (prokurvatum) önlenir.



**Şekil 21 :** Tibial uzatmalarda porflaktik tiltin uygulanması.

(Galvakhovskiy V, Frankel VH : Operative Manual of Ilizarov Techniques. Mosby Year Book Inc. St.Louis, 1993).

Ilizarov tekniğiyle femoral uzatmada, proksimal metafizer kortikotomi yapıldığında, kortikotomi seviyesi üzerindeki halka valgus ve rekurvatumda konarak, metafizodiazifer bölgedeki varus ve prokurvatum önlenir. Distal seviyedeki halka, tek seviyeli kortikotomide dize paralel koyulur. İki halka konarak uzayan segmentteki varus ve prokurvatumu engelleyici yeterli kuvvet elde edilir.

Femoral uzatmada Orthofiks gibi monalateral eksternal fiksatorlerde varusa ve prokurvatuma gidişi kontrol etmek zordur. Bu deformiteler

geliştiğinde, genel anestezi altında kapalı manüplasyonla deformite düzeltilir, fiksator tekrar ayarlanır.

Ilizarov'un halkalı fiksatorü ile aksiyel deviasyonların düzeltilmesi çok daha basittir. Sistemin çok yönlü hareket yeteneği olması nedeniyle, uzatmanın herhangi bir amında oluşan deformiteyi düzeltmek mümkündür. Asimetrik distraksiyonla, ya da varusa, valgusa açılmayı artırarak kolaylıkla düzeltilir. Aksiyel deformasyon kayma ile birlikteyse, karşı taraf korteksten konan olive (zeytin) telleriyle deformite çekilerek düzeltilir.

Uzatma esasında aksiyel deviasyonları tesbit edip düzeltmek çok önemlidir. Uzatmanın sonunda ekstremitenin anatomik bütünlüğü sağlanmalıdır.

#### **Prematür Kaynama (Konsolidasyon) :**

Çocuklarda, erişkinlere oranla daha sık oluşur. Paley'e göre; olguların çoğunda neden inkomplet osteotomidir. Bunun yanında; yavaş hızlı uzatmalar, bekleme periyodunun aşırı uzun olması ve fibulanın erken iyileşmesi diğer nedenlerdir. Sıklıkla femurda ve fibulada görülür<sup>69</sup>. Bu nedenle, De Bastiani tekniğinde distal fibuler şaftta 1-1.5 cm'lik rezeksion yapılır. Fibulaya kortikotomi yapma yerine, testereyle görerek kesilmesi de önerilir.

Prematür kaynama görüldüğünde; uzatmaya hızı artırılarak devam edilir, taki uzamış segmentteki kaynamış osseöz dokudaki ani kırılmaya bağlı ses duyulana kadar. Bu, hasta tarafından duyulur ya da hissedilir. Ağrı olabilir. Bu kapalı osteoklaziyi takiben aşırı uzatma miktarı kadar kemik



kasıtlır ve normal hızda uzatmaya bağı problemler oluşabileceğinden, eğer aşırı uzatma ile osteoklazi gerçekleşmediyse, osteoklazi genel anestezi altında yapılır. Ilizarov metodunda, distraksion çubukları çıkarılır ve uzatma hattının altı ve üstündeki halkalar, birbirlerine farklı yönlerde döndürülür. Ancak, tibia da bu işlemi yaparken, distal halka peroneal siniri yaralamamak için içe değil, dışa döndürülmelidir<sup>89,83</sup>.

Orthofiks gibi monolateral eksternal fiksatorlü sistemlerde fiksator çıkarılır (çiviler değil), kapalı manipulasyonla uzayan segment kırılır, sonra fiksator tekrar takılır. Prematür kaynamayı önlemek için; uzatma günde 1,5 mm hızında 7-10 gün kadar devam edilip daha sonra günde 1 mm hızında devam edilir<sup>83</sup>.

Açık osteotomiye nadiren ihtiyaç duyulur.

#### **Kaynama Gecikmesi ve Kaynamama :**

Çocuklara oranla erişkinlerde daha sık görülür. Doğuştan kısalıklara bağlı uzatmalarda, sonradan oluşan kısalıklardakine göre daha sıktır. Uzatılacak kemik kısmı, normal iyileşme potansiyeline sahip olmalıdır. Örneğın; doğuştan tibia psödoartrozuna bağlı bacak kısalığında, uzatma proksimal metafizyel seviyeden yapılmalı, eski psödoartroz sahasında yapılmamalıdır.

Uzatma esnasındaki kaynama gecikmesinin sebepleri; kortikotomi veya osteotominin travmatik yapılması, başlangıç diastazının olması, çok hızlı uzatma, instabil fiksasyon ve infeksiyondur. Hastanın beslenme bozukluğuda önemlidir. Bunların tümü önlenabilir sebeplerdir.

Uzatmanın ilk üç-dört haftasında, uzatma aralığında kalsifikasyon görülmelidir. Bu en iyi ultrasonografi ile görülür<sup>69,96</sup>. Ultrasonografi ile, uzatma başladıktan sonra en erken olarak iki hafta sonra kalsifikasyon görülebilmektedir<sup>69</sup>. Görülmediyse, kaynama gecikmesi muhtemeldir.

Kaynama gecikmesi olduğunda, uzatma durdurulur ve osteogenezisi uyarmak için uzatma aralığı komprese edilir. Eğer ultrasonografide özellikle kistik alanlar var ise, kistik alanlar elimine edilene kadar kompresyona devam edilir. Daha sonra normal hızında uzatmaya devam edilir. Önerilen distraksion-kompresyon tekniği; ileri-geri şeklinde (akordion manevrası) bir ya da daha fazla sayıdadır<sup>69</sup>.

Wagner metodunda, uzanmış kemik segmenti primer olarak otojen kemik grefti ile greftlenip plakla internal fikse edilir. De Bastiani ve Ilizarov'un tekniğinde, kemik grefti açık bir kaynamama varlığında çok nadiren kullanılır.

#### **Uzayan Kemikğin Plastik bütülmesi (bowing) ve Stres Kırığı :**

Wagner'in diafizyel uzatma metodunda özellikle plak uç kısımlarında, veya plak çıkarıldıktan sonra sık görülür. Ilizarov ve De Bastiani metodlarından çok daha az görülür.

Cihaz çıkarılmadan önce rejeneren kemikğin çok iyi analizinin yapılmasıyla refraktür en iyi şekilde önlenir. Kırık alçıyla ya da cihazın yeniden uygulanmasıyla tedavi edilir.

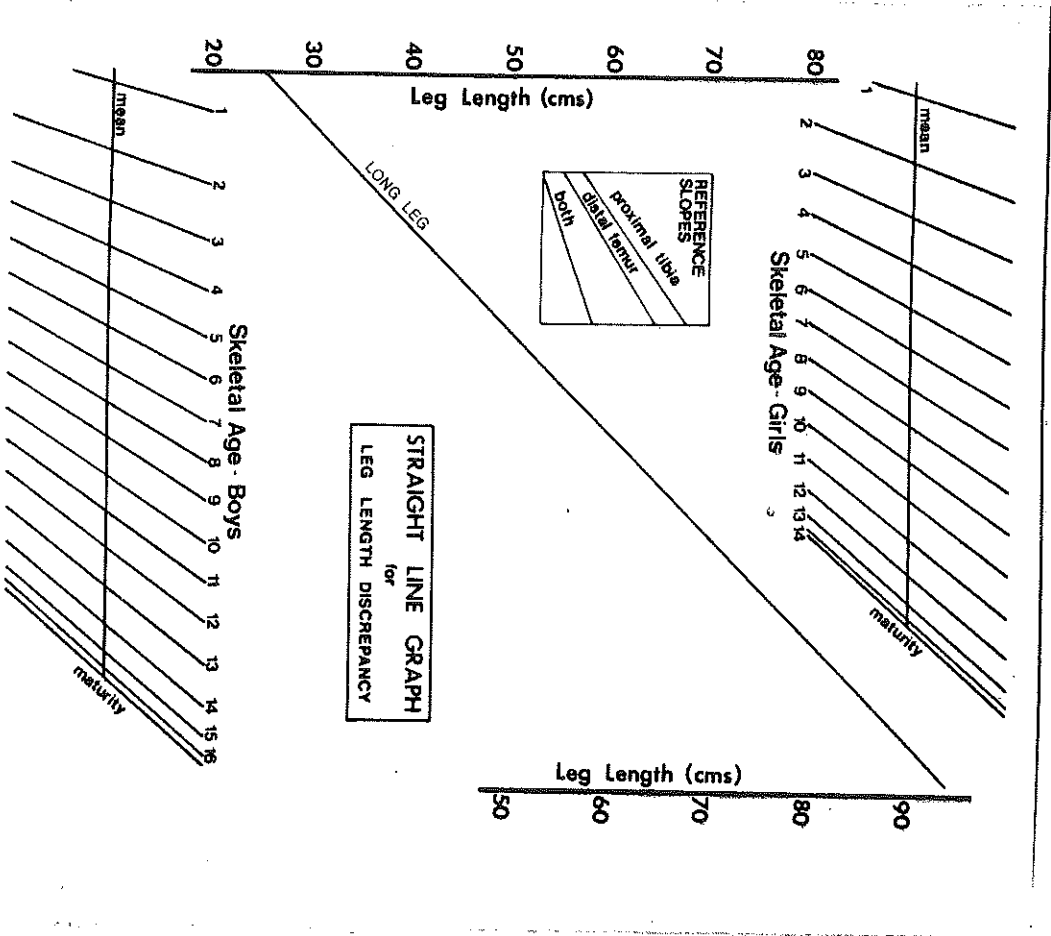
Plastik eğilmeler de, yine eksternal fiksator çıkarıldıktan sonra görülebilir.

**Mental Bozukluk :** Hasta, uzatma süresince veya sonrasında depresif, hiper kinetik, hususuz ve kooperasyon kurulamayacak halde olabilir. Akut psikoz oluşabilir. Bu nedenle, uzatma öncesinde bu tür eğilimleri olabileceği düşünülen hastaların psikolojik değerlendirmesi yapılmalıdır.

Hasta ve yakınlarının bu tür ameliyatlardan sonra beklentileri çok fazladır. Bu nedenle hastanın ve ailesinin, cerrahinin ayrıntılarını, oluşabilecek komplikasyonlarını, tedavi süresini ve tedavinin sağlayabileceklerini çok iyi bilmeleri gerekir. Gerekirse, uzatma esnasında yardım için psikoterapist çağrılabilir.

## EK 1

Moseley'in Straight Line Graph' (Düz Çizgi Grafığı) İle Gelecekteki  
Kısalık Farkının Tesbiti



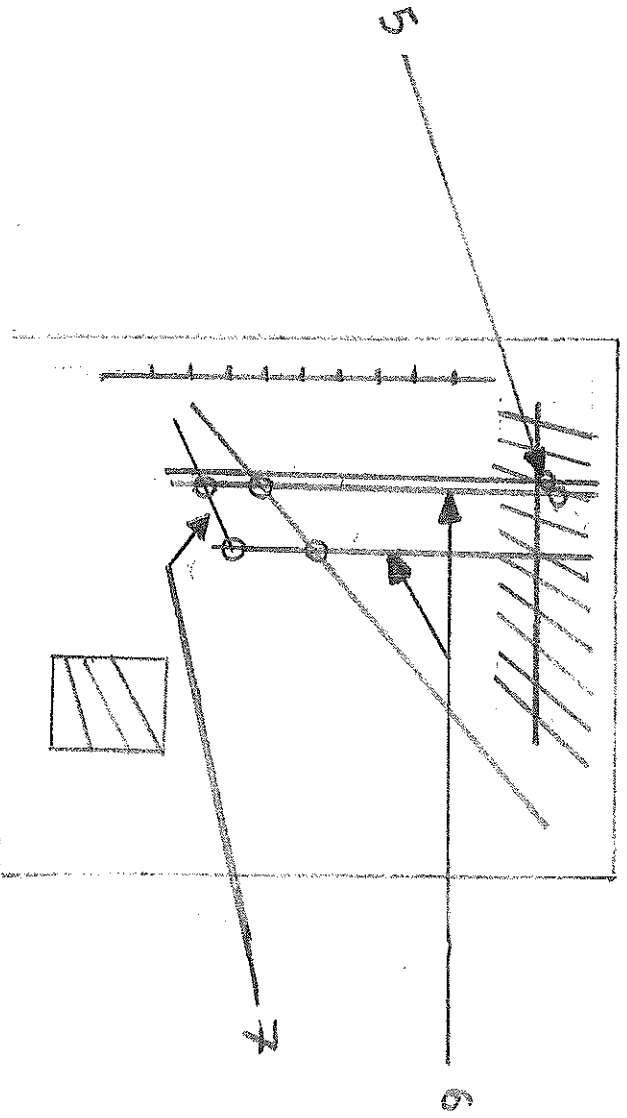
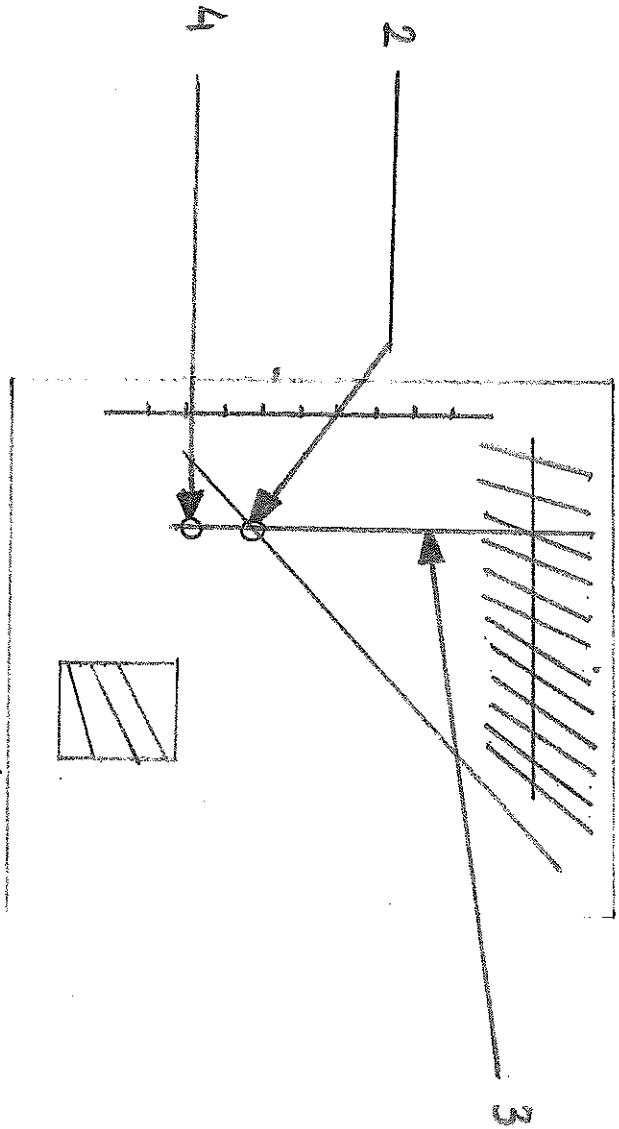
Şekil 22 : Klinik olarak kullanıldığı şekilde Straight Line Graph.  
(Moseley CF : A Straight line graph for leg length  
discrepancies, Clin Orthop 136: 33, 1978):

### A) Büyüme ve Gelişmenin Tesbiti

1. Hastanın hastaneye her kontrole gelişinde şu üç değer ölçülmelidir.
  1. Normal bacağın uzunluğu orthoröntgenogram yoluyla ölçülür.
  2. Kısa taraf bacağın uzunluğu ölçülür.
  3. İskelet yaşı radyolojik olarak tesbit edilir.
2. Normal bacak uzunluğu çizgisi üzerinde ölçülen normal bacak uzunluğu işaretlenir.
  3. Grafığın uzunluğu boyunca, yukarıdaki noktadan geçecek şekilde dikey (vertikal) bir çizgi çizilir. Çizgi iskelet yaşı skalası boyunca devam ettirilir. Bu çizgi şu andaki mevcut iskelet yaşını gösterir (Erkek ya da kız skalasında).
4. Kısa bacak için elde edilen değer, mevcut, iskelet yaşı çizgisi üzerinde işaretlenir.
5. Mevcut iskelet yaşı çizgisinin eğimli skalayı kestiği nokta, iskelet yaşının radyolojik olarak tahminini sağlayan noktaya tekabül eder.
6. Aynı yolla, ardıışık üç noktadan oluşan çizgi çizilir.
7. Ardıışık olarak tesbit edilen kısa bacağın uzunlukları için daha önceden çizilmiş noktalarla en iyi şekilde uyum sağlayacak şekilde düz bir çizgi çizilir.

**Eşitsizlik :** İki gelişim çizgisi arasındaki vertikal mesafe olarak tanımlanır.

**Uzamama Duraklaması :** Normal bacağın eğimi eğri üzerinde %100 kabul edildiğinde, iki gelişim çizgisi arasındaki eğim farkı olarak tanımlanır.



## B) Gelecekteki Büyümenin Tahmini

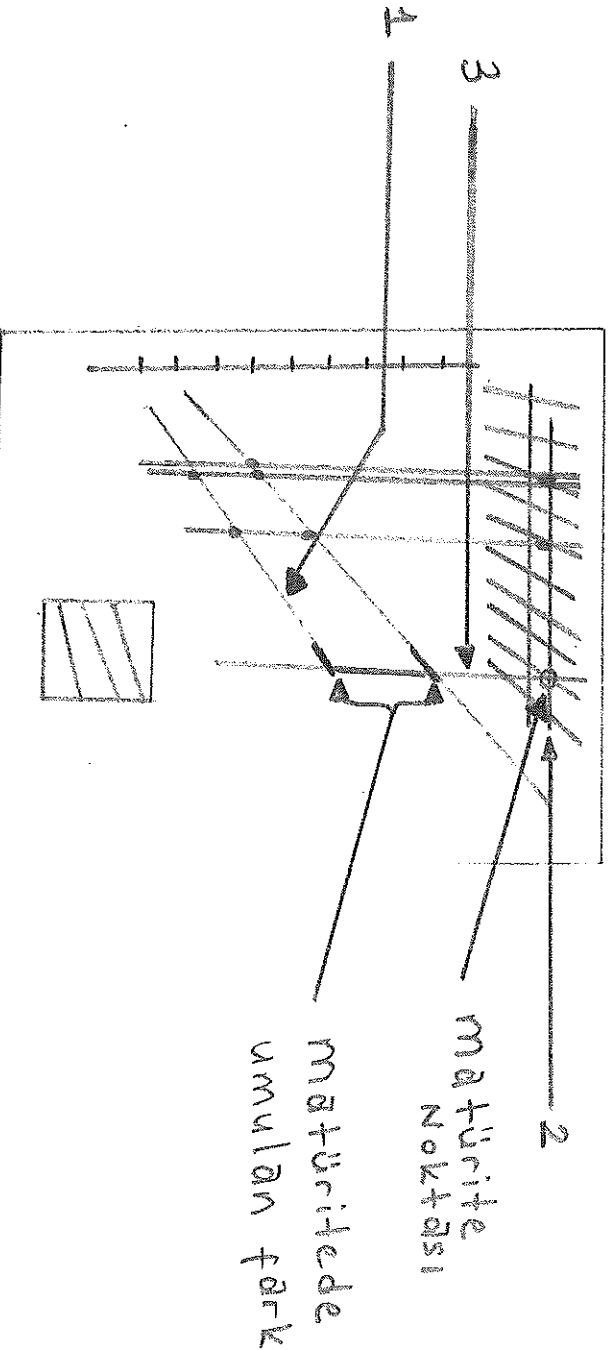
1. Kısa bacağın büyüme hattı doğru şekilde uzatılır.
2. İskelet yaşı alanında belirlenmiş noktalarla en uyumlu şekilde yatay düz bir hat çizilir.

**Büyüme yüzdesi;** Yatay (horizontal) hattın pozisyonuyla gösterilir ve çocuğun ortalamadan daha uzun ya da kısa olduğunu gösterir.

**İskelet yaşı skalası :** İskelet yaşı alanındaki skala ile yatay hattın keşişimi ile gösterilir.

**Matürite noktası ;** Matürite skalası ile hattın gelişimidir.

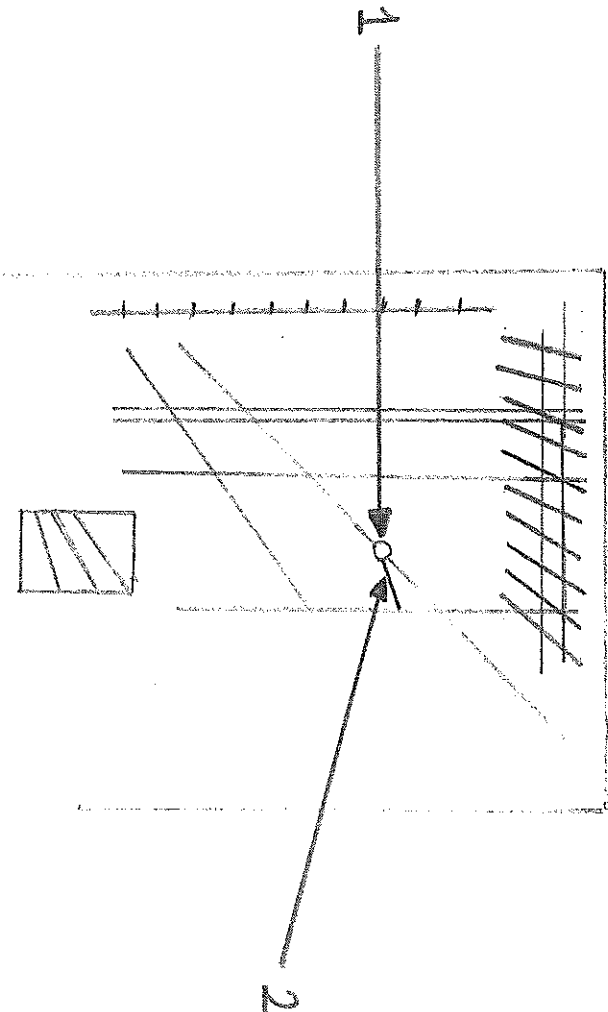
3. Matürite noktasından çizilen dikey bir hat, matürite hattıdır. Bu hat, matüriteyi ve büyümenin sonlanmasını gösterir. İki bacağın büyüme ehatıyla, bu hattın keşişimi, bacakların umulan matürite uzunluğunu gösterir.



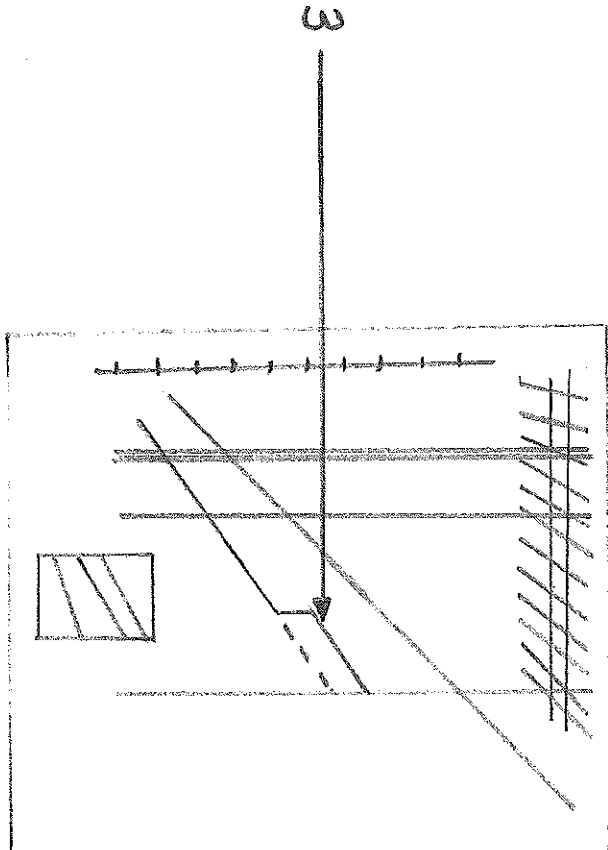
### C) Cerrahinin Etkisi :

#### EPİFİZYODEZ

1. Cerrahinin hemen öncesinde normal bacağın uzunluğu tesbit edilir ve normal bacak hattında bu nokta işaretlenir.
2. Bu noktadan, her bir büyüme plağı fizyonu için referans eğimlere bir çizgi çizilir. Bu normal bacak için yeni büyüme hattıdır.





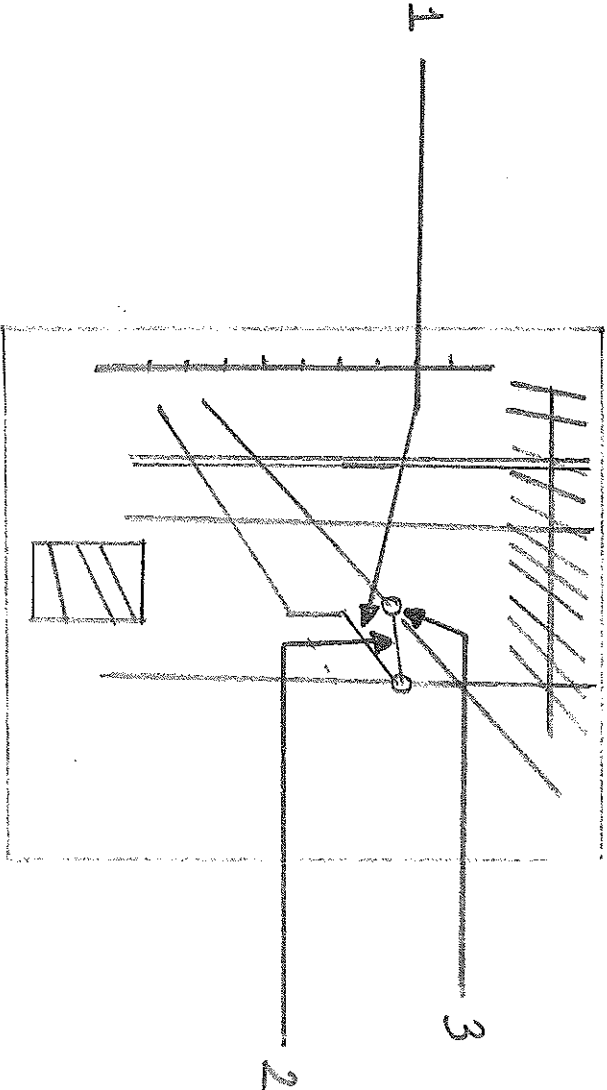
**UZATMA :**

3. Daha önceki büyüme hattına tam paralel şekilde uzatılmış bacak için yine büyüme hattı çizilir, ama sağlanmış bacak uzunluğuna tam olarak eşit uzunlukta yukarıya kaydırılır. Büyüme plağı etkilenmediğinden ne büyüme oramı, ne de büyüme eğrisi değişmeyecektir.

## D) Cerrahinin Zamanlaması

### EPİFIZYODEZ :

1. Kısa bacağın büyüme hattını matürite hattına kesiştirmek planlanır. Eğer gerekliyse, bir uzatma prosedürünün etkisi bu hesabın içine katılır.
2. Matürite hattıyla kesiştiği yerden bir hat çizilir. Bu eğri hat, planlanan cerrahi için referans eğriğe eşittir.
3. Bu hattın normal bacağın büyüme hattıyla karşılaştığı nokta, cerrahinin yapılması gerekli noktayı gösterir.

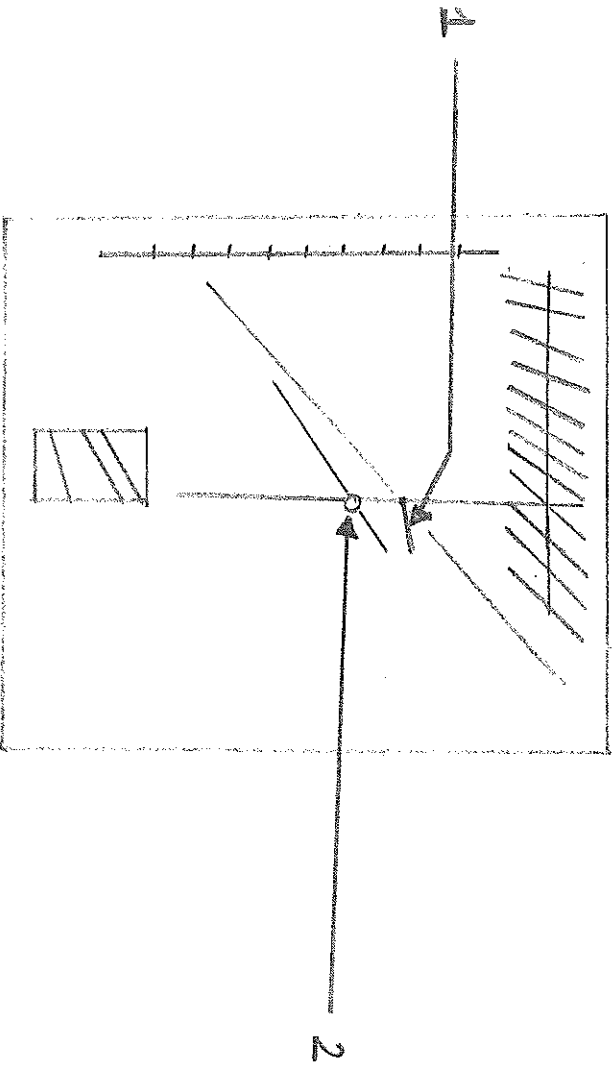


### UZATMA

Uzatma prosedürleri büyüme hızını etkilemediği için, uzatmanın yapılması için kritik bir zaman yoktur. Klinikdeüşüncelerle düzenlenir.

### E) Cerrahi Sonrası Takip

1. "C" bölümünde gösterildiği gibi normal bacağın yeni büyüme hattı çizilir.
2. Veri, önceki gibi tam olarak işaretlenir, ancak, kısa bacağın uzunluğu ilk önce işaretlenir ve kısa bacak için daha önce tesbit edilen büyüme hattına yerleştirilir.



## II. GERREÇ ve YÖNTTEM

Istanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Traumatoloji Anabilim Dalı'nda 1991-1994 yılları arasında 12 hastanın 16 segmentine alt ekstremite uzatma osteotomisi uygulanmıştır. 15 segmentte De Bastiani'nin kallus distraksionu tekniği ile monolateral eksternal fleksatör (Orthofiks) kullanılarak, 1 segmentte İizarov'un eksternal fleksatörü kullanılarak uzatma yapılmıştır.

4 hastanın femuru, 4 hastanın tibiası, 4 hastanın da hem femuru, hem de tibiası uzatılmıştır. Kısalkların 9'u sağ alt ekstremitede, 3'ü sol alt ekstremite de idi.

Hastaların operasyon yaşları 4 ile 26 arasında olup, ortalama yaş 11.8 idi.

Kısalk nedenleri 9 hastada poliomyelit, bir hastada fibula agenezisi, bir hastada diastrometanyeli, bir hastada da ameliyat edilmiş meningosef'e bağlı idi.

Kısalk nedeniyle başvuran hastaların alt ekstremite uzunlukları S.I.A.S - İç malleol ve Umblikus- İç malleol arası mesafeleri ölçülerek, dokuz hastanın orthoröntgenogramları (boy grafileri) çekirilip, femur başının tep enoktasi ile medial femoral kondilin endistral kısmı dikkate alınarak femur uzunlukları, medial tibial plato ile ayak bileğinin merkezi dikkate alınıp tibial uzunlukları ölçülüp kısalk miktarları belirlendi<sup>34,42,62</sup>. Boy grafisi çekirilemeyen hastaların femur ve tibaları ayrı ayrı kasetlere görüntülenerek değerlendirildi.

Hiç bir hastanın kısıklık miktarlarının belirlenebilmesi için C.T scan yapılamadı.

Kısıklık dışındaki diğer mevcut defomiteler, eklemlerin stabilite ve hareket kapasiteleri, kas güçleri, açısız ve rotasyonel defomiteleri, nörolojik muayeneleri, daha önce geçirdikleri operasyonlar değerlendirilip kaydedildi.

Olabildiğince, hasta ve yakınlarına uzatma osteotomileri ve karşılaşılabileceği sorunlar hakkında bilgi verilmeye çalışıldı.

Hastaların alt ekstremitte kısıklık miktarları 2 ile 10.8 cm arasında değişiyordu. Ortalama kısıklık miktarı 4.7 cm idi.

**Tablo 3 :** Hastaların yaşı, cinsiyeti, kısıklık sebepleri ve kısıklık miktarları

Yaş	Etiyoloji	Kısıklık Miktarı	
		Femur	Tibia
4, kız	Sağ fibula agenezisi		4 cm
13, kız	Sağ polio sekeli	3.3 cm	2.2 cm
18, kız	Sağ polio sekeli	5.5 cm	2.5 cm
20, erkek	Sağ polio sekeli	1.3 cm	4.3 cm
7, kız	Diastrometa myeli, sağ	1.6 cm	2.3 cm
7, kız	Meningosel, sol	1.7 cm	2.7 cm
5, kız	Sağ polio sekeli		2 cm
9, erkek	Sağ polio sekeli	1 cm	2.5 cm
10, kız	Sağ polio sekeli	7 cm	3.8 cm
11, erkek	Sol polio sekeli	3.1 cm	2.6 cm
12, erkek	Sol polio sekeli	2.5 dk	1.8 cm
26, erkek	Sağ polio sekeli	2 cm	2 cm

Büyümeleeri devam eden hastaların gelecekteki kısalık miktarları, mevcut yöntemlerle tahmin edilmeye çalışılıp, uzatma miktarları belirlenmeye çalışıldı.

Kısa olan alt ekstremitıyla aynı tarafta yitksek doğumsal kalça çıkığı olan bir hastaya, uzatma öncesi kalça fleksion kontraktürü nedeniyle gevşetme, sağ fibula agenezisine bağlı kısalığı olan hastaya da uzatma öncesi fibröz bant eksizyonu, aşıloplastisi ve peroneal tendon uzatması yapıldı.

Alt ekstremitte uzatma osteotomisi yapılan 12 hasta uzatma sonrası kontrollerine düzenli geldiler. Hastaların hepsi çalışmaya dahil edildi. Ortalama takip süresi 37 ay idi.

### 1. Teknik :

Alt ekstremitte kısalığı olan 12 hastanın 7 tibiasına ve 8 femuruna monolateral eksternal fiksator (Orthofiks) kullanılarak uzatma yapıldı. Bir tibia da Ilizarov'ya uzatıldı.

Monolateral eksternal fiksator femurda lateralden, tibiada anteromedialden uygulandı. Altı femoral ve altı tibial uzatmada, osteotomi hattının proksimaline ve distaline iksşer tane olmak üzere toplam dört adet, bir tibial uzatmada proksimale üç, distale iki olmak üzere beş adet ve bir femoral uzatmada osteotomi hattının proksimaline üç, distaline de üç olmak üzere toplam altı adet Schanz vidası (6 mm) kullanıldı. Önce en üst proksimal vida, daha sonra en distal vida konulduktan sonra diğer vidalar birbirine paralel olarak yerleştirildiler. Vidalar; giriş yerleri için ufak insizyonlar yapıldıktan sonra perkütan olarak uygulandılar. Daha sonra

eksternal fleksör koyulup sistem rijit hale getirildi. Osteotomi öncesi, tibial uzatma yapılacak olgularda fibuler 1-1.5 cm rezeksion yapıldı. Femurda anterior, tibiada anterolateral insizyondan sonra, periost longu rüdinale insizyonla açılıp dikkate sayılmaya çalışıldıktan sonra, iki segmentte elektrikli testere ile açık transvers osteotomi, diğer segmentlerde de; bir kısmında De Bastiani'nin tarif ettiği gibi kemigin anterior kısmından, medullaya mümkün olduğu kadar girmeyecek şekilde transvers olarak multipl drillleme yapıldıktan sonra açık transvers kortikotomi yapılmaya çalışılıp, bir kısmında da; direk olarak osteotomla açık transvers osteotomi yapıldı. Tüm osteotomiler kemiklerin diafiz kısmından uygulandı. Osteotomilerin tamamlanıp tamamlanmadığının anlaşılması için, osteotomi hattına 2-3 mm distraksion yapılp osteotomi hattında açılma olup olmadığı kontrol edildi. Daha sonra tekrar sistem komprese edilip osteotomi hattındaki açıklık kapatıldı, periost ve diğer yumuşak dokular uygun şekilde kapatıldı.

Ilizarov eksternal fleksörü uygulanan vakada, osteotomi hattının proksimal ve distaline birer halka ve 1.8 m'lik teller gerginleştirilerek koyuldu. Halkalar konulduktan sonra rodlarla birleştirilmeden önce, yine periost uygun şekilde açılıp drillleme yapmadan ince uçlu osteotomla (tercihen 5 mm) açık transvers kortikotomi/osteotomi yapıldı. Sistemle osteotomi hattına kompresyon uygulandıktan sonra, periost ve diğer yumuşak dokular dikkatlice kapatıldı.

Tüm ameliyathar genel anestezi altında yapıldı. Tibial uzatmalarda pnömatik turnike kullanıldı. Tüm vakalarda redon dren koyuldu. Sefazolin + Gentamisin veya Netromisin kombinasyonu ile profilaksi uygulandı.

Tel ve vida diplerinin bakımı için betadin solusyonu kullanıldı.

Hastahane de kaldıkları süre içinde egzersizleri fizyoterapistlerce yaptırılıp daha sonra tarif edildiği şekilde hasta ve yakınları tarafından devam edildi.

Uzatma öncesi bekleme süresi en az 9, en çok 20 gün olmak üzere ortalama 13.2 gün idi.

Uzatma hızları ve rimleri; 10 hastanın 13 segmentinde iki eşit aralıkta 0.5 mm, iki hastanın üç segmentinde dört eşit aralıkta (altı saatte bir) 0.25 mm olmak üzere günde toplam 1 mm idi.

Operasyonlardan hemen sonra kontrol röntgenogramları çekildi, dolaşım ve nörolojik açıdan muayeneleri yapıldı. Drenler 48 saatte çekildi. Tel ve vida dibi pansumanları, hastahane süresince günlük değiştirildi, daha sonra problem yoksa haftada iki-üç kez değiştirilmesi, hasta ve yakınlarına öğretilerek önerildi. Antibiotikler en geç beşinci gün sonlandırıldı. Civi yolu infeksiyonları gelişen hastalarda kültür ve antibiogramları yapılarak uygun antibiotiklere devam edildi.

İlk günler uzatmalar doktorlar tarafından yapıldıktan sonra hasta ve yakınlarına öğretilip problemi olmayanlar düzenli şekilde kontrollere gelmek üzere taburcu edildiler.

Uzatma zonunda kalsifikasyon oluşup oluşmadığı, çekilen röntgenogramlarla kontrol edildi. Poliklinik kontrollerinde nörolojik, dolaşım ve eklem muayeneleri düzenli olarak yapılmaya çalışılıp kaydedildi.



Orthofiksle uzatma yapılan vakalarda, gerekli miktar uzatıldıktan sonra, uzatma zonunda yeterli osseöz yoğunluğun görülmesinin ardından daha çabuk kaynama olması için, fiksatorün gevşetilip, aksiyel hareketine izin veren dinamizasyon yapılmadı.

Uzatma işlemi tamamlandıktan sonra hastalardaki uzama miktarları, daha önce belirtilen klinik ölçümlerle ve orthoröntgenografi ile yapıldı.

### III. BULGULAR ve SONUÇLAR

Olgularımızda en az 2 cm, en çok 7 cm olmak üzere ortalama 3.5 cm uzatma sağlandı. Kazanılan uzunluğun, u zatılan kemik segmentine oranı en az %5, en fazla %19 olmak üzere ortalama %13.6 idi. Sağlanan uzatma miktarının (cm olarak), total fiksator kalış süresine (gün olarak) bölünmesiyle elde edilen iyileşme indeksi; en az 31, en çok 90 olmak üzere ortalama 52 olarak bulundu. Fiksatorlerin kalış süresi en az 140 gün ve en çok 270 gün olmak üzere ortalama 182 gün idi.

#### **Komplikasyonlar :**

**Çivi yolu (Pintract) enfeksiyonu :** Ortofiksle uzatma yapılan üç olguda grade 3 çivi yolu enfeksiyonu gelişti. Yapılan kültür-antibiogramlar sonucu uygun antibiyotik kullanımı ve Betadinle yapılan düzenli çivi dibi pansummanı ile enfeksiyonlar tedavi edildi. Geç dönem enfeksiyonla karşılaşmadı.

**Kas kontraktürleri :** 5,5 cm femoral uzatma yapılan poliomiyelitli bir olguda, uzatma cihazı çıkarıldıktan sonra da düzelme göstermeyen fleksiyon kontraktürü gelişti. Diz fleksiyonu 20° olan bu hasta için öncelikle fizik tedavi ve rehabilitasyon programı düşünüldü. Yine, tibial uzatma yapılan fibula agenezisli bir olgumuzun dizinde de -25° ilk fleksiyon kontraktürü gelişti.

**Aksiyel deviasyonlar (Açılmalar) :** Beş tibial uzatmada 10° ile 20°ler arasında değişen valgus, bir tibial uzatmada valgus açılmamasıyla birlikte 11° prokurvatum (öne eğilme), bir tibial uzatmada da yine valgus açılmamasıyla birlikte 10° rekurvatum (arkaya eğilme) gelişti.

Uzatma esnasında 15° valgus ve 11° prokurvatum gelişen tibial uzatmalı hastaya genel anestezi altında manipülasyon yapılması ve standart ortofleksin oynar başlıklı Orthofleksle değiştirilmesine rağmen başarı sağlanamaması üzerine, uzatma tamamlanıp cihaz çıkarıldıktan sonra dizeltici osteotomi ve plaktla internal fiksasyon yapılmıştır. Tibiada 3° valgus, 2° rekurvatum vardır. 1 cm uzatma kaybı saptanmıştır.

Uzatma esnasında 20° tibial valgus gelişen hastaya, genel anestezi altında manipülasyonla düzeltmeyi takiben cihaz çıkarılıp uzun bacak alçısı yapılmıştır. Son kontrolde tibial valgus 6°dir. Ancak, istenen uzunlukta uzatma yapılamamıştır.

Uzatma esnasında 10° tibial valgus ve 10° rekurvatumu olan hastanın, fiksator çıkarıldıktan sonra ileri dönem takibinde tibial valgus ve rekurvatumu 15 er derece olmuştur. Bu hastaya da dizeltici osteotomi planlanmıştır.

Diğer tibial valgus deformitesi gelişen hastaya da, İlizarov eksternal fiksatorü ile birlikte dizeltici osteotomi yapılmıştır. Halen tedavisi devam etmektedir.

İki femoral uzatmada 5° den az varus, bir femoral uzatmada 10° varus, bir femoral uzatmada da 30° varus gelişti. 5°den az varusu olan bir olguda aynı zamanda 7° prokurvatum, 30° varus açılanması olan olguda da 20° prokurvatum mevcuttu.

30° varus ve 20° prokurvatum açılanması olan femoral uzatmalı hastaya genel anestezi altında manipülasyonla düzeltme yapılırken kırık gelişmesi

üzerine, Küntcher çivisi ile intramedüller osteosentez yapıldı. Son kontrolde femoral varus 20°, prokurvatum 20° olarak bulundu. Daha sonra hasta kontrolden çıktı.

**Kırık ve plastik bükülme (bowing) :** Ortofiksle femoral uzatma yapılan üç olguda fiksator çıkarıldıktan sonra kırık gelişti. Bir vakada tam yük vermeye başladıktan 2 gün sonra, bir vakada 5 gün sonra ve son vakada da 10 gün sonra kırık gelişti. İki olguya pelvipedal alçı, bir olguya da plaktla internal tesbit yapıldı.

Ilizarov cihazıyla tibial uzatma yapılan bir vakada, fiksator çıkarıldıktan sonra tibial bowing gelişti. Osteotomi yapılarak, yine Ilizarov cihazıyla düzeltildi.

**Nörolojik komplikasyon :** Tibial uzatma yapılan bir olguda, uzatmanın altıncı gününde ayak bileği ve parmak hareketlerinde total kayıp ortaya çıktı. Bunun üzerine uzatma durduruldu. Üç gün sonra duyunun geri gelip hareketlerin tekrar başlaması üzerine uzatmaya devam edildi. Daha sonra bir nörolojik problem oluşmadı.

**Kaynama Gecikmesi (Delayed union) :** Ortofiksle yapılan bir tibial uzatmada kaynama gecikmesi oluştu. Orogen greft ve plaktla internal tesbiti takiben kaynama sağlandı.

Tablo 4 : Komplikasyonlar

Komplikasyon	
Çivi yolu infeksiyonu	3
Kas kontraktürleri	2
Alsiyel deviasyon (Açılanna)	9
Kırık	3
Plastik bütüleme	1
Nörolojik defisit, geçici	1
Kaynama gecikmesi	1
Toplam	20

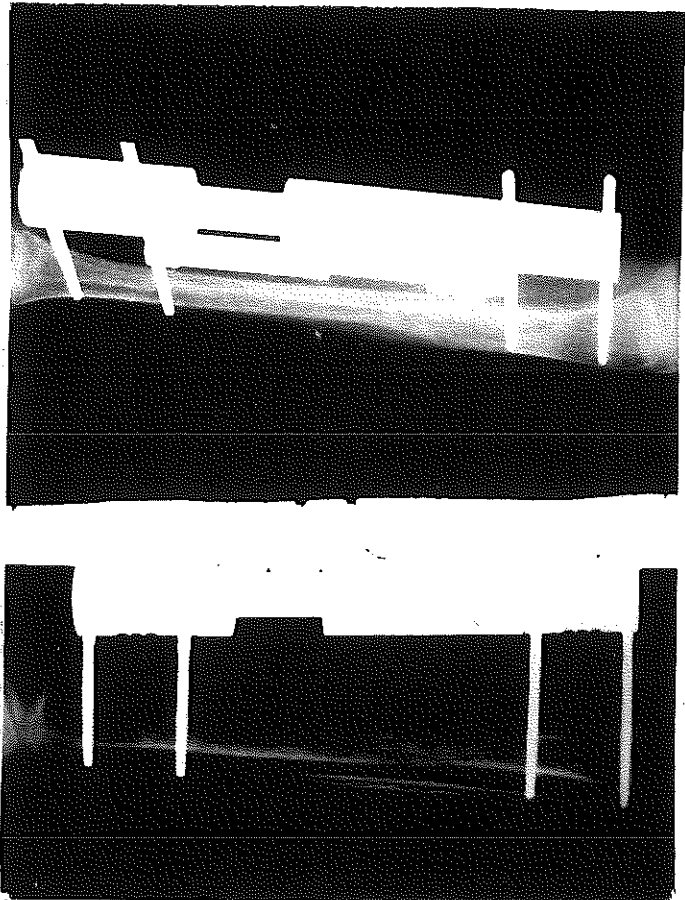
#### IV. OLGULARIMIZDAN ÖRNEKLER

##### 1. H.I, Müşahede No : 12678, 11 Yaşında, Erkek

Poliomyelite bağlı sol alt ekstremitie kısalığı nedeniyle 1992 yılında kliniğimize müracaat etti. 2,1 cm femoral, 2,6 cm tibial kısalık mevcuttu.

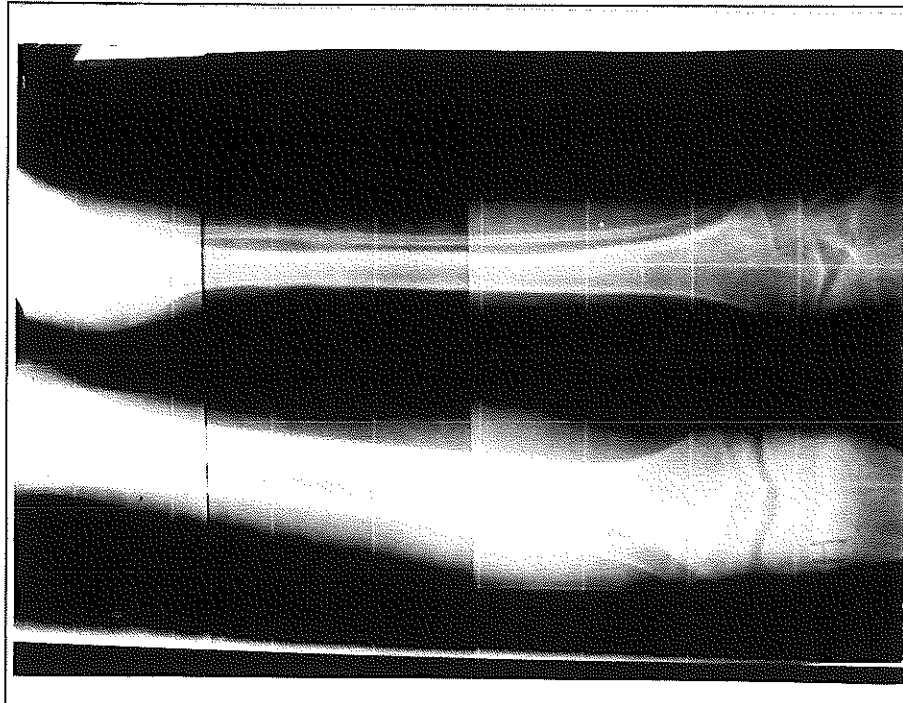
3.7.1992'de Orthofiksle tibial uzatma osteotomisi yapıldı. Uzatma 13 ncü gün başladı. Uzatma hızı ve ritmi; günde, dört defada 0,25 mm'den toplam 1 mm olarak yapıldı.

3,6 cm tibial uzatma yapıldı. Kazanılan uzunluk yüzdesi %13, iyileşme indeksi 38 idi.



Resim 1 : 3,6 cm'lik tibial uzatma sağlanmış. Fiksatorün çıkarılması için kortikalizasyonun tamamlanması bekleniyor.

Hastada herhangi bir komplikasyon gelişmedi. 1995, Şubat ayında yapılan kontrolünde 6,3 cm femoral kısalık, 1 cm'lik sol tibial kısalık vardı. Femoral uzatma osteotomisi yapılacak.



**Resim 2 :** Uzatmadan üç yıl sonra çekilen (1995, Şubat) boy grafisinde, uzatılan sol tibia, röntgenin sağ tarafında görülmekte.

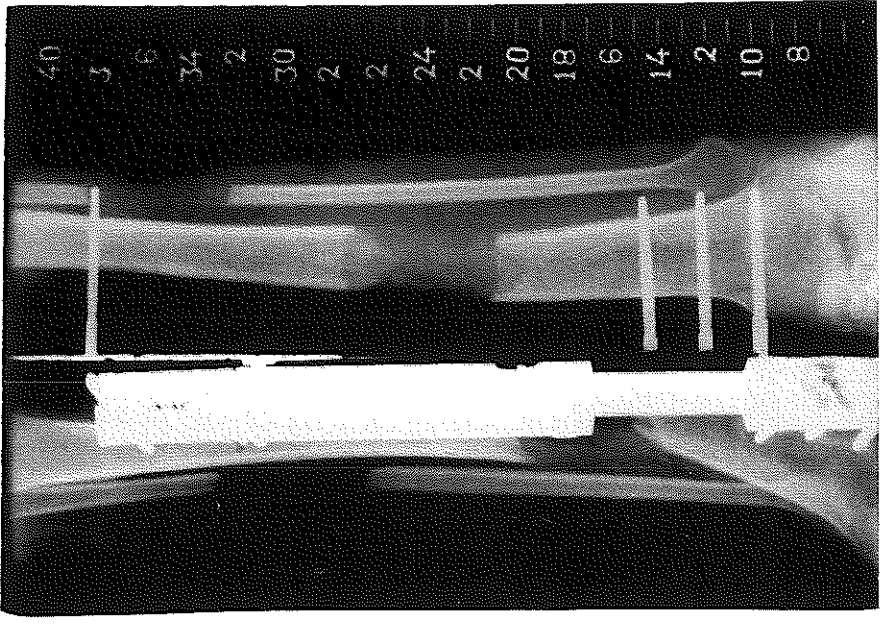
## 2. A.S. Müşahade No: 12876 20 Yaşında Erkek

Poliomyelitte bağlı sağ alt ekstremitic kısalığı nedeniyle 1992 yılında kliniğimize müracaat etti. 1,3 cm femoral, 4.3 cm tibial kısalık mevcuttu.

26.10.1992'de orthofiksle tibial uzatma osteotomisi yapıldı. Uzatma 20 nci gün başladı. Uzatma hızı ve ritmi; günde, iki kez 0,5 mm'den toplam 1 mm olarak yapıldı.

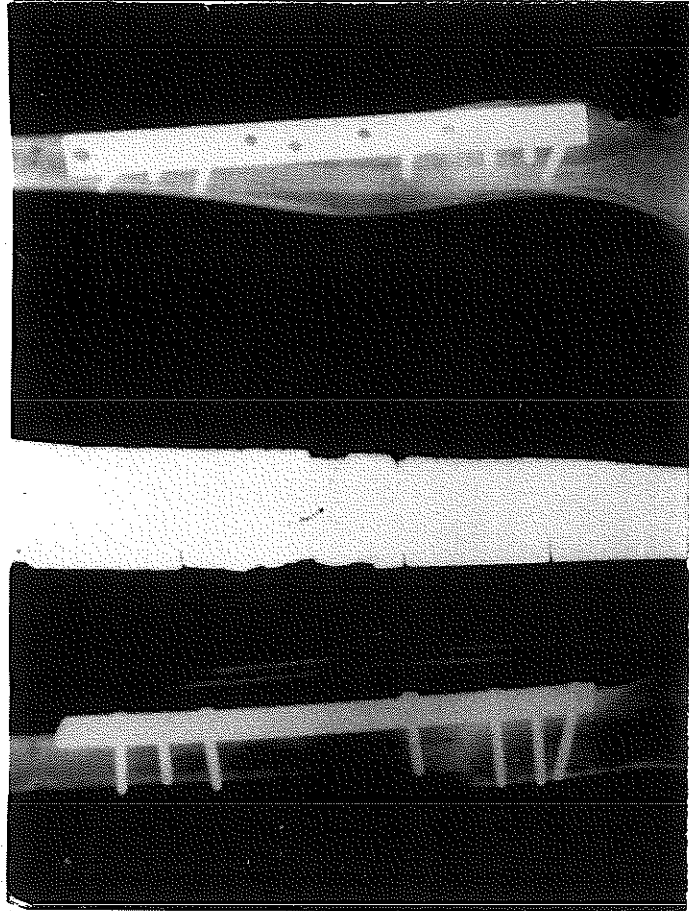
5,5 cm tibial uzatma yapıldı. Kazanılan uzunluk yüzdesi %15, iyileşme indeksi 55 idi.

Hastada uzatma esnasında 15° valgus ve 11° prokurvatum gelişti. Manipulasyonla da yeterli düzelme olmaması üzerine, düzeltici osteotomi ve eplakla internal fiksasyon yapıldı. Son kontrolde tibial valgus 3° ve 2° rekurvatum mevcut.



Resim 3 : A.P grafide, uzatma esnasındaki tibial valgus ve lateral grafide prokurvatum görülmekte.





**Resim 4 :** Osteotomi ve internal fiksasyondan sonra, AP ve lateral grafide tibiyadaki açılannalarda düzelme görülmekte.

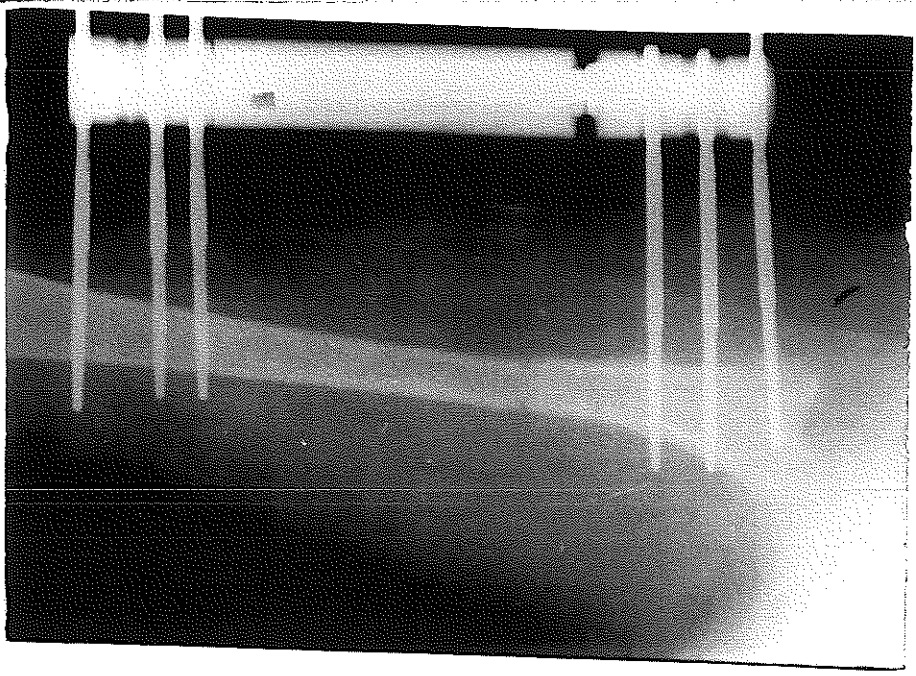
### 3. Z.T, Müşahade No : 12855, 13 Yaşında, Kız

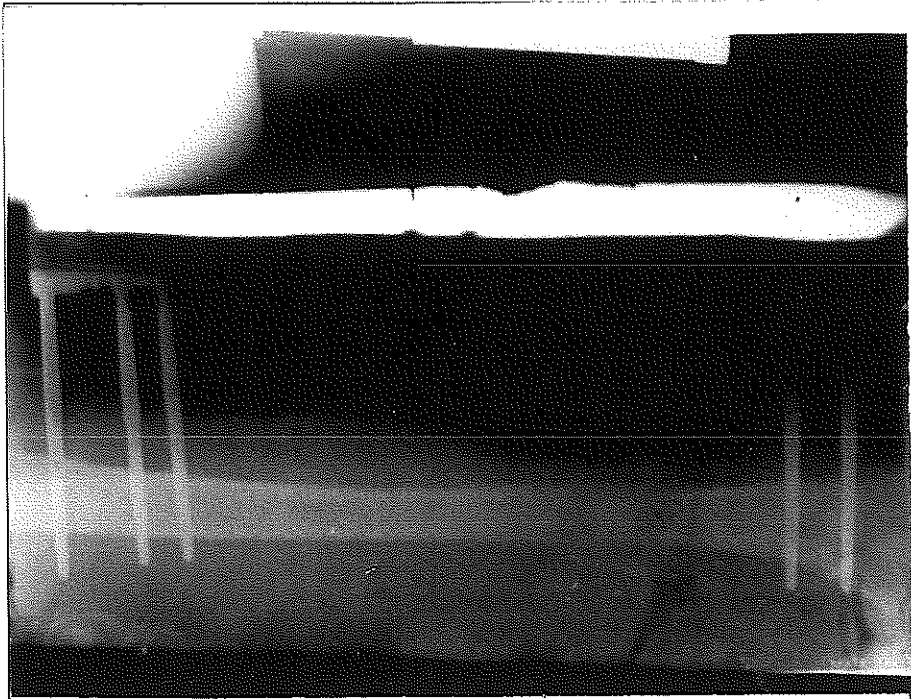
Polimiyelite bağlı sağ alt ekstremitte kısılığı nedeniyle 1992 yılında kliniğimize müracaat etti. 3,3 cm femoral, 2.2 cm tibial kısıklık mevcuttu.

22.10.1992'de orthofiksle femoral uzatma osteotomisi yapıldı. Uzatma 20'nci gün başladı. Uzatma hızı ve ritmi; günde, iki kez 0,5 mm'den toplam 1 mm olarak yapıldı.

5.3 cm femoral uzatma yapıldı. Kazanılan uzunluk yüzdesi %14, iyileşme indeksi 50 idi.

**Resim 5 : Femoral uzatma  
osteotomisi yapıldıktan son-  
raki A.P. Grafisi**





Resim 6 : Uzatma miktarı  
sağlanmış, kortikalizas-  
yonun tamamlanması bek-  
lenmekte.

Hastanın son kontrolünde; femurda  $5^{\circ}$  den az varus,  $7^{\circ}$  prokurvatum  
mevcut.

## V. TARTIŞMA

Genel bilgiler kısmında da belirtildiği gibi, alt ekstremité uzunluk farkı olan olgularda kısa ekstremitenin uzatma osteotomisi ile uzatılması günümüzde oldukça benimsenmiş ideal bir tedavi yöntemidir.

De Bastiani ve arkadaşlarının son yıllarda günde 1 mm yerine 0,5 mm hızında yaptıkları ve **kondrodiazstazis** adını verdikleri epifiz distraksionu ile başarılı uzatma yaptıklarını bildirmelerine rağmen<sup>2,22</sup>, epifizyel distraksion ile uzatma yöntemi özellikle büyüme plağında prematür fizyon ve uzamanın durmasına sebep olması<sup>23,63</sup>, ağrılı olması ve diğer olumsuzlukları nedeniyle sınırlı vakalarda uygulanmaktadır<sup>73,83</sup>.

Her ne kadar alt ekstremité uzatma osteotomisinin teknik güçlükleri, komplikasyonları, uzun bir süre gerektirmesi gibi nedenlerle 5 cm'nin altındaki kısalık farkı olacak olgularda topuk yükseltilmesi, uzun ekstremitenin kısaltılması ya da epifizyodezle uzun ekstremitenin büyüme hızının azaltılarak uzunluk farkının eşitlenmesi yöntemleri önerilmekteyse de<sup>12,36,83</sup> 2 cm ve üstündeki kısalıklarda alt ekstremité uzatma osteotomileri ile uzunluk farklarının giderilmesi yöntem olarak yaygın şekilde uygulanmaktadır<sup>3,10,69,76</sup>.

### 1. Etiyoloji :

Gelişmiş tillkelerde, doğuştan olan sebeplere bağlı, çeşitli travmalar sonucu epifiz hasarlarına bağlı gelişen ekstremité uzunluk farkları, sebeplerin başında gelirken,<sup>3,30,61,69,77</sup> tillkemizde alt ekstremité uzatma osteotomisi

yapılan vakalarda neden olarak poliomyelit birinci sırayı almaktadır<sup>11,19,24,57,62,94</sup>.

Bizim olgularımızdan da dokuz tanesinde neden poliomyelitir.

## 2. Uzatma Yaşı :

Kallorazis tekniği, 3 ncü yaştan 4 ncü dekada kadar geniş bir yaş diliminde uygulanmaktadır<sup>3</sup>. Wagner, altı yaştan küçüklerde uzatma yapılmamasını önermektedir<sup>83</sup>. Bizim bir olgumuzda dört yaşında uzatma yapılmıştır. Aileyle ve hastayla iyi bir kooperasyon kurularak uzatma başarıyla sürdürülmüştür.

Uzatmanın hangi yaş sınırınakadar yapılması konusunda kesin bir parametre yoktur, ancak 20 yaşın üzerindeki uzatmalarda iyileşme indeksi artmakta, başarı azalmaktadır<sup>3,76</sup>.

Erişkinlerde ayrıca, fiksatorün kalış süresinin artmasına bağlı olarak toleranslarının azalması da dikkate alınmalıdır.

Büyüme periyodunun hızlı olduğu adolesan döneminde kompresyonu takip eden distraksion safhasının büyüme yi yavaşatabileceği de göz önüne alınarak ideal uzatmanın, büyüme tamamlandıktan hemen sonra yapılması önerilmektedir<sup>3</sup>.

Bizim 20 yaş üzerinde uzatma yaptığımız 26 yaşında olan bir olgumuz vardı. İyileşme indeksi en yüksek olarak bu olguda tesbit edildi.

### 3. Uzatma Tekniği ve Fiksatorün Seçimi :

İlizarov'un kendinden önceki araştırmacıların da engin tecrübelerinden yararlanarak yaptığı çalışmalar ve De Bastiani gibi diğer otoritelerin de belirli derecelerde bu bilgilere katkılarıyla bugün için uzatma osteotomisinin ana prensipleri net bir şekilde ortaya konmuştur.

Uzatma için hastanın erken dönem yük verebilmesine izin veren, stabilizasyon bozulmadan mümkün olan derecede aksiyel harekete olanak sağlayan rijit bir eksternal fiksatorün kullanılması, periostrun çok iyi korunarak mümkün olan derecede de kemiiğin intramedüller yapısına az hasar veren bir kortikotomi veya osteotominin yapılması, uzatmanın günde 1 mm hızında ve bunun en az dört eşit aralığa bölünerek yapılması, mümkünse otodistraktör kullanılması, osteotomi sonrası en az 5-7 gün, en çok 15-20 gün beklenmesi, bugün için tartışması yapılmayan, uzatmanın uyulması gereken ana prensipleridir.

İlizarov'un distraksion osteogenezi ve De bastiani'nin kallorazis tekniği arasında, aynı ana prensipler uygulandığından bir fark yoktur. İlizarov'un osteotomi esnasında mutlaka korunmasını önerdiği intramedüller besleyici arter ve diğer oluşumların osteotomi esnasında hasara uğrasada, bir hafta sonra yeniden bütünlüğünün sağlandığının ve kemik iyileşmesinde fark olmadığının çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmesi sonucu, teknik olarak yapılması zor olan İlizarov'un düşük enerjili kortikotomi tekniği yerine, daha pratik olan De Bastiani'nin açık transvers kortikotomi tekniği ya da hiç güçlük göstermeyen osteotomla yapılan açık transvers osteotomi tekniği rahatlıkla kullanılabilir. Açık transvers osteotominin elektrikli

testereyle yapılmaması gereklidir, aksi halde iyileşmede diğer tekniklere göre belirgin gecikme olacaktır<sup>29</sup>. Tüm osteotomi tekniklerinde daha öncede belirtildiği gibi periostun maksimum derecede korunması esastır.

Uzatma osteotomilerinde büyük çoğunlukta, halkalı ve monolateral eksternal fiksatorler kullanılmaktadır. Bunlar arasında en popüler olanları; Ilizarov'un kullandığı halkalı eksternal fiksator ve De Bastiani'nin tanıttığı Orthofiks adı verilen eksternal fiksatördür.

Daha az rijit olmasına rağmen, uzatma esnasında yeterli stabilizasyonu sağlamasının yanında stabilizasyonu bozmadan osteogenezisi de hızlandıran en ideal oranda aksiyel harekete izin vermesi, halkalı yapısı nedeniyle uzatılan segmente tüm planlardan hakim olması ve uzatma esnasında oluşabilecek açılmaların bu nedenle rahatsızlıkla düzeltililebilmesi, Ilizarov'un eksternal fiksatörünün en önemli üstünlükleri olarak görülmektedir.

Orthofiks; bilinen en rijit eksternal fiksatördür ve uygulanması, daha önce de belirtildiği gibi Ilizarov'dan daha kolaydır. Orthofiks ile önceki yıllarda daha sık görülen açılma problemlerinin, osteotomi hattının üst ve altına ikişer tane olmak üzere toplam dört tane konan Schanz vidalarının yetersiz kalmasına bağlanıp vidaların birer tane artırılıp üç adet proksimale üç adette distale koyulmasını takiben açılma problemlerinin de oldukça azalması ve gerekirse oynar başlı tipinin kullanılması ve osteogenezisi hızlandıran aksiyel hareketin de, uzatma tamamlandıktan sonra sistemin gevşetilip fiksatörün teleskopik gövdesi vasıtasıyla silastik maddelerin araya konarak kontrollü bir şekilde sağlanabilmesiyle (Dinamizasyon) Orthofiks; Ilizarov'un cihazının avantajlarına sahip bir fiksator olarak son yıllarda daha

da sık kullanılır olmuştur<sup>77</sup>. İlizarov<sup>78</sup>a, Orthofiks kullanılarak uzatma yapılan vakaların iyileşme indeksleri arasında da fark tesbit edilmemesi bunu göstermektedir<sup>76</sup>.

Özellikle de, femoral uzatmalarda hastalar tarafından İlizarov<sup>79</sup>a göre daha iyi tolere edilebilmesi nedeniyle daha çok tercih edilmektedir. Ancak, fiyatının yüksek olması bir dezavantaj olarak karşımızda durmaktadır.

#### 4. Osteotomi Seviyesi :

Wagner, osteotomiyi diafizin orta kısmından yapmışken, İlizarov ve De Bastiani osteotomünün kemiğin metafiz veya submetafizler kısmından yapılmasını önermektedirler.

Metafizyel uzatmanın avantajları şu şekilde bildirilmiştir.

1. Metafiz, aktif osteoblastlardan oldukça zengin, osteojenik kapasitesi fazla kanselöz bir yapıdadır. Bundan dolayı, osteogenezis daha hızlı ve daha homojen olarak gerçekleşir<sup>8,65</sup>.
2. Metafizin çapı, diafizin çapının iki katıdır ve yüklere karşı daha dirençlidir. Bu nedenle uzama fazından sonra internal ya da eksternal desteğe ihtiyaç azalır<sup>65</sup>.

Metafizyel uzatmanın avantajları, yukarıda olduğu gibi belirtilmesine rağmen, son yıllarda yapılan bazı çalışmalarda metafizyel ve diafizyel uzatmalar arasında, kemik iyileşmesi ve kaynama açısından fark olduğuna dair standart bilgilerin elde edilemediğide bildirilmiştir<sup>781</sup>. Ancak, uzatma



süresinin biraz daha kısaltılması için özellikle erişkin hastalarda önerilen iki seviyeli uzatmalarda<sup>69</sup>, metafizyel osteotomiler kaçınılmazdır.

Kliniğimizde, farklı öğretim üyeleri tarafından, 12 hastanın 16 segmentinde diafizyel osteotomi tercih edilmiştir. Ancak uzatma ritimleri farklı olduğundan ortalama iyileşme süremizin diğer yayınlara göre yüksek olmasında diafizyel osteotominin ne kadar etkisi olduğunun bilinmesi mümkün değildir.

##### 5. Osteotomiden Sonra Uzatma Öncesi Bekleme Dönemi:

Genel bilgiler kısmında da belirtildiği gibi, İlizarov, endosteal dolaşımı bozmadan kortikotomi yaptığını belirtip yumuşak dokuların da iyileşmesine olanak tanıdığından 5 - 7 gün beklemenin yeterli olduğunu söylemektedir. De Bastiani'de bu süreyi 10 - 14 gün olarak belirlemiştir. Erişkinlerde 21 güne kadar bekenilebileceği de söylenmiştir<sup>76</sup>.

Endosteal dolaşımın kortikotomi esnasında hasara uğramasına rağmen, yapılan çalışmalar sonucunda bir hafta içinde endosteal damarsal bütünlüğün yeniden sağlandığının gösterilmesi, ideal kortikotomi yapılmasa bile, 2 - 3 hafta beklemesine gerek olmadığını düşündürmektedir<sup>70</sup>.

Yavuzer<sup>2</sup>de konuyla ilgili yaptığı tez çalışması sonucu 4 - 5 gün beklemenin yeterli olabileceğini söylemiştir<sup>94</sup>.

Ancak, osteotomi esnasında özellikle periost ve diğer yumuşak dokularla hasar verilmişse, bu bekleme süresi arttırılmalıdır<sup>70</sup>.

Olgularımızda en az bekleme süresi 7 gün, en çok 20 gün olarak uygulanmıştır. 20 gün bekleme süresi olan, tibia ve femuru uzatılan iki olgumuzda prematür kaynama tesbit edilmedi. Eğer kortikotomi esnasında periost ve diğer yumuşak dokulara fazla hasar verilmiş olsa da prematür kaynama olabileceği düşünülerek üç haftadan fazla beklememelidir.

#### 6. Uzatma Hızı Ve Ritmi:

Osteogenezisiz uzatma hızı ve ritmiyle direkt olarak ilişkisi ve ideal günlük uzatma hızının en az dört eşit aralıkta yapılmak üzere 1 mm olduğu, İizarov'un detaylı çalışmaları sonucu ortaya konmuştur. İizarov, otodistraktör kullanarak günlük 1 mm uzatmayı 60 defada gerçekleştirerek en iyi sonuçları aldığını bildirmiştir.

Ancak, uzatmanın bu prensibinin tüm hastalarda tam olarak uygulanması maalesef mümkün olmamaktadır. Özellikle İizarov'la yapılan uzatmalarda günde dört kere, üç yada dört rodun üzerinde vidaların ve somunların tekrar tekrar gevşetilip sıkılması, ya da Orthofiks kullanılan olgularda bu iş daha az kılıfeti olmasına rağmen günde dört kez aynı işlemin yapılması, uygulamada güçlük oluşturabilmektedir. Bu zorlukta cerrahların özellikle uygulama güçlüğü oluşabilecek hastalarda, günlük uzatmanın genellikle iki kerede tamamlanması kolaylığını (!) hasta veya hasta yakınlarına önermesine yol açmıştır.

Kliniğimizde, 1992 yılına kadar yapılan uzatmalarda günde iki kez 0.5 mm olmak üzere toplam 1 mm hızında uzatma yapılırken, daha sonra

yapılan olgularda günde dört kez 0.25 mm olmak üzere toplam 1 mm hızında uzatma yapılmıştır.

Günde dört defada, 0.25 mm den toplam 1 mm uzatma yapılan olgularda iyileşme indeksi 42 olarak, günde iki kez 0.5 mm den 1 mm hızında uzatma yapılan olgularda ise, normal değerlerin üzerinde bir değerle 60 olarak bulundu.

Bu nedenle her ne sebeple olursa olsun, günde en az, eşit aralığa bölünmüş dört kerede, 0.25 mm den toplam 1 mm hızında uzatma prensibinden vazgeçmemek gerekir.

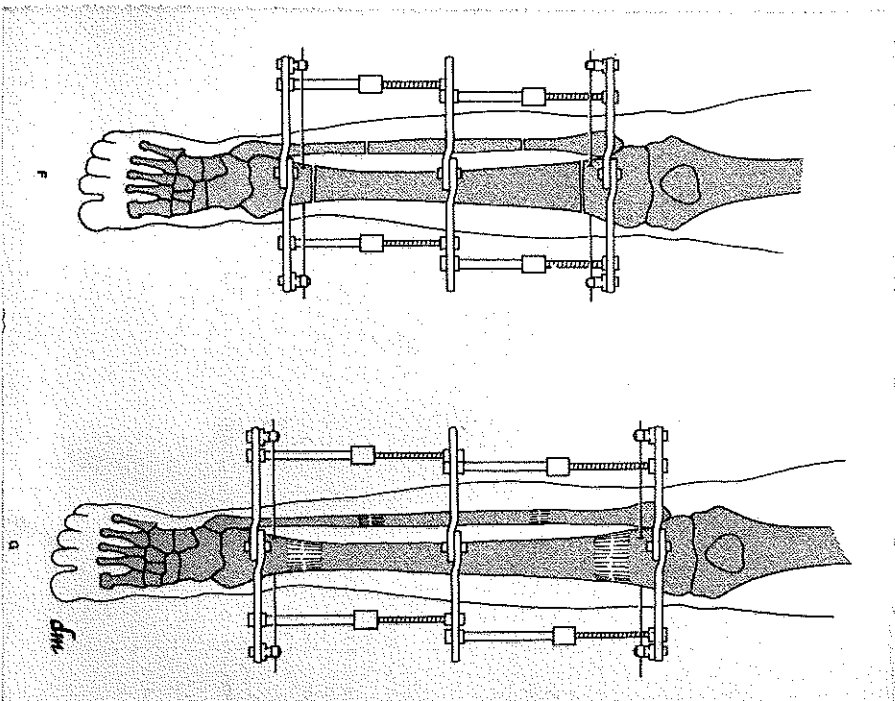
Orthofiksle uzatmada, uzatma işlemi İlizarov'a göre daha pratik olduğu için kooperasyonda veya uygulamada güçlük oluşabilecek hastalarda bu nedenle, uzatma için Orthofiksin seçilmesi düşünülebilir.

### 7. İki Seviyeli Uzatma:

Fazla miktarda uzatma yapılacak olgularda, özellikle tibial uzatmalarda uzatma süresini kısalttığı için tercih edilebilmektedir. İlizarov, akondroplazik olgularda tibial uzatmaları iki seviyeli olarak yapmayı tercih etmiştir<sup>53</sup>. Paley'de özellikle adultlerde tedavi süresinin uzun olmasına bağlı daha az tolerans gösterdikleri için, hem fiksasyon süresini kısalttığı hem de internal fiksasyon ve kemik grefleme riskini azalttığı için iki seviyeli uzatma yapılmasını önermektedir<sup>69</sup>.

Golyakhovskiy ve Frankel, iki seviyeli uzatma indikasyonlarını şu şekilde bildirmişlerdir<sup>35</sup>.

1. 10-12 cm'ye kadar olan uzatmalarda
2. 10-16 cm'ye kadar olan kemik defektlerinin, kapatılması için yapılan kemik kaydırma (transport) ameliyatlarında
3. Bir seviyeden kemik uzatılırken diğer seviyeden deformitenin düzeltilmesinin eş zamanlı olarak yapılmasında
4. Paget hastalığı, Osteogenesis imperfecta gibi metabolik hastalıklarda osteogenezisin stimülasyonu için.



**Şekil 23 :** Ilizarov cihazıyla iki seviyeli uzatma.

Tachdjian MO : Limb length discrepancy in Pediatric Orthopaedics. 2nd ed, Vol 4, WB Saunders Company Philadelphia London Toronto, 1990.

## 8. Eş Zamanlı Tibial ve Femoral Uzatma :

Diz eklemi subluksasyon riskini en aza indirmek için, özellikle de doğuştan kısa ekstremiteli olanlarda eş zamanlı (similtane) tibial ve femoral uzatmalardan kaçınmak gerektiği söylense de<sup>21</sup>, aynı taraf tibia ve femurun eş zamanlı uzatılmaları yapılmaktadır<sup>3,10,57</sup>.

Ilizarov, bu konuda kesin bir ifade kullanmamıştır, ancak akondroplazili olgularda genellikle bir ekstremitenin tibiasını uzatırken aynı anda diğer ekstremitin de femurunu uzattığını bildirmiştir<sup>53</sup>.

Diğer otorlerin de, bu konuda yapılmamasına dair ifadelerine bizim araştırmalarımızda rastlanmamıştır. Ancak, tek segment uzatmalarına oranla, kontraktür ve instabilite gelişimini önlemek için daha yoğun fizyoterapiye ihtiyaç duyulacağı unutulmamalıdır.

Bizim, biri poliomyelitli, biri Diastometamyelitli, biri de meningoselli olmak üzere toplum üç oğlumuzda eş zamanlı tibial ve femoral uzatma yapıldı.

## 9. Fiksator Ne Zaman Çıkarılmalı ?

Uzatılmış kemiksi test edecek güvenilir bir biome kanik metod ve cihazı çıkarmaya karar verecek kesin bir röntgenografik kriter ve klinik değerlendirme metodu yoktur<sup>84</sup>.

Kortikal rekonstrüksiyon, kemik kaynama gücünün en iyi radyolojik göstergesidir<sup>71</sup> ve kaynayan kemigin gücünde kaynama alanı yüzeyindeki

osteonların sayısıyla ilişkilidir<sup>16</sup>. Rejenere kemığın normal görünümünü almaması da en az bir yıl sürmektedir.<sup>87</sup>.

Uzatma tamamlandığında fiksator en az uzatma sırasında harcanan zaman süresince yerinde bırakılır<sup>40,52</sup>. Nötral tesbit süresi adını alan bu süre, fiksatorün çıkarılmasına karar vermede ilk prensip olarak düşünülebilir. Kurgan'da Ilizarov'la altı yıl beraber çalışan Cebrail Alekberov, bir uzatma gününe iki fiksator kalış günü prensipini uyguladıklarını bildirmiştir (Yani; uzama 30 gün sürmüştü, fiksator 60 gün daha kalacaktır)<sup>1</sup>.

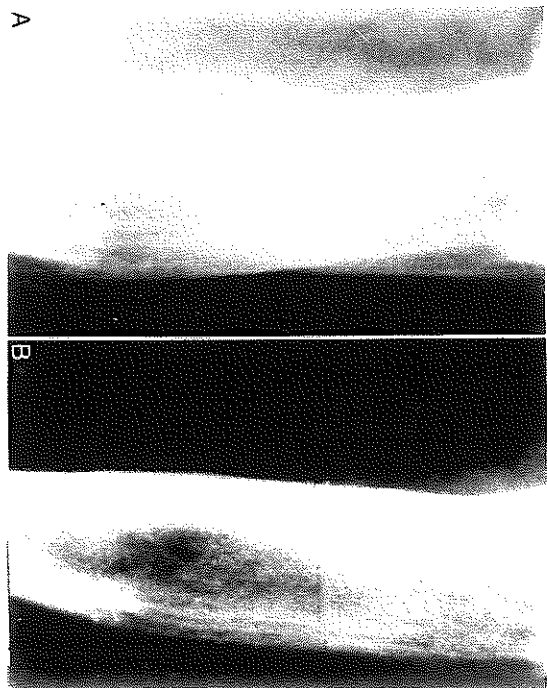
Bu konuda deneyimle ortopedistler, yayınlarda yeterli kemik kaynamasının klinik ve radyolojik olarak iyi analiz edilip, tesbitinden sonra fiksatorün çıkarılmasını önermektedirler<sup>3,8,52,69</sup>.

Aldegheri, Orthofiksle yapılan uzatmalarda, uzatma tamamlandıktan sonra, uzatılan segmentte muntazam yoğunluk ve opposite görülmeye başladığında daha önce de belirtildiği gibi teleskopik gövdeyi sabit tutan vidanın gevşetilip, aksiyel hareketin başlanmasından (Dinamizasyon) normal şartlar altında 30-40 gün sonra kemikte tam kortikalizasyon gözlemlendiğini belirtmektedir. Kortikalizasyon gözlemlendikten sonra, vidalar yerinde bırakılırken, fiksator çıkarılır. Hasta tam yük vermeye devam ederken birkaç gün sonra kemikte açılanma, bowing veya kırık görülmezse vidalar da tamamen çıkarılır<sup>3</sup>.

Hardy ve arkadaşlarına göre; fiksator, nötralizasyon döneminde en az 3 hafta kalmalıdır. Kural olarak; kortikalizasyonun ince ama güçlü olduğunu

söyleyen yazar, rejenerer yeni kemigin en azından iki yüzeyinde kortikalizasyon görülmesinden sonra fiksatorün çıkarılmasını önerir<sup>46</sup>.

Herşeye rağmen; yine de fiksatorün çıkarılıp çıkarılmaması konusunda şüphe varsa, fiksatorün bir ay fazla kalmasının birgün erken çıkarılmasından daha iyi olduğu kuralı unutulmamalıdır<sup>69</sup>.



**Şekil 24 :** A) Fiksator çıkarıldığı zamanki radyolojik görünüm. B) Karşılaştırmak için, yeni oluşan kemik segmentinin remodülasyonunun görüntüsü. İntramedüller kanalın normal genişliği ve oluşan kortikal kalınlaşma dikkat çekmekte. (Aldegheri R, Renzi-Brivio L, and Agostini S: The Callotazis method of limb lengthening. Clin Orthop 241: 137, 1989)

Fiksator uygun zamanda çıkarıldıktan sonra herhangi bir koruyucu splinte, orteze ya da alçıya gerek yoktur<sup>39,52</sup>. Ancak, çeşitli planlardaki radyolojik değerlendirmelerle yeni kemik iliği kanalının ve korteksin tüm

kemik yüzeyinde tamamen forme olduğunun görülmesine kadar, hastanın sportif aktivitelere izin verilmemelidir<sup>9</sup>.

Bizim üç olgumuzda, fiksator çıkarıldıktan sonra erken dönemde kırık meydana gelmiştir. Bu olguların üçü de femoral uzatma yapılan olgulardır. İki tibial uzatma yapılan olgumuzda da fiksator çıkarıldıktan sonra tibial bowing (plastik deformasyon) görülmüştür. Bu da bize fiksatorün ne zaman çıkarılması konusuna gerçekten çok dikkat edilmesi gerekliliğini göstermektedir.

#### 10. Fizyoterapi Hakkında :

Uzatmanın başarısı için en önemli unsurlardan biri de, çok iyi bir fizyoterapi programının uygulanması ve bunun ne kadar önemli olduğunun hasta ve yakınları tarafından da çok iyi anlaşılmasını sağlamaktır.

Eklemlerin hareketi uzatma esnasında korunmalı ve eklemlerin fonksiyonları, hiçbir zaman kemik uzunluğunun sağlanması pahasına feda edilmemelidir<sup>14,39,41</sup>.

Miyofasiyal yapılar tension-stress etkisi altında kemik segmenti ile beraber uzayabilmelerine rağmen, uzama miktarları uzayan kemik segmentine oranla biraz daha düşük olarak devam eder. Bundan dolayı, uzama miktarı ne kadar fazla olursa, o oranda uzamaya direnç göstereceklerdir ve sonuçta kontraktürlere, deformitelere neden olacaklardır.

Uzama esnasında eklemlerin kontraktürlerinin, subluksasyonların önlenmesi için yoğun bir fizyoterapi şarttır.



Ilizarov, günde altı saate varan yoğun fizyoterapi programı uygulanmıştır<sup>69</sup>.

Aktif ve pasif germe egzersizleri, aktif R.O.M. egzersizleri ve fonksiyonel yüklenme şeklinde fizyoterapi, <sup>14,39,41,60,89</sup> operasyon sonrası ertesi gün önce fizyoterapistlerce hastaya yaptırılır ve hasta taburcu olduktan nasıl yapması gerektiği de hasta ve yakınlarına öğretilir<sup>39</sup>. Kasların gergin ve zinde tutulması ve eklemlerinde rahat hareket ettirilmeleri için erken yük vermenin ne kadar önemli olduğu da açılınca ortaya çıkar. Bu nedenle de rijit fiksasyon yapan eksternal fiksatörlerin kullanılması zorunludur.

Egzersizlerin yanında, özellikle geceleri kullanılan splintlerin de önemi vurgulanmaktadır<sup>39,69</sup>. Gün boyu yapılan egzersizler ve yatak verilmelerle gergin tutulan miyofasiyal dokular, uyku esnasında ortalama 7-8 saat boyunca bu gerginliklerini kaybedip gevşek bir halde kalacaklardır. Bu da, günboyu aralıklarla uygulanan fizyoterapi programlarının etkisini azaltacaktır.

Kaslardaki gerginliğin (tansiyonun) korunması için, diz ekstansiyonunda ve ayak bileğini dorsifleksiyonda tutan ortezler önerilmektedir<sup>39,69</sup>. Dizi ekstansiyonda tutan ortezlerin genellikle sadece geceleri kullanmasının yeterli olacağı söylenirken, ayak bileği ortezinin hem geceleyin hem de egzersizler dışında tüm gün kullanılması önerilmektedir. İstenen uzama miktarı tamamlandıktan birkaç hafta sonra kas tonusu normele geldiğinde ortezler çıkarılır<sup>69</sup>.

Herzenberg, Paley ve arkadaşlarının ortalama 6 cm uzatma yaptıkları 25 olguluk bir çalışmada<sup>49</sup>; fiksasyonun çıkarılmasına kadar geçen sürenin ilk %

70'lik bölümünde eklem hareketlerinin en az  $37^{\circ} \pm 15^{\circ}$ , en çok  $69^{\circ} \pm 28^{\circ}$  azaldığı, fleksör çıkarıldıktan sonra diz hareketlerinde iki olgu dışında hızlı bir düzleme tesbir etdiklerini ve eklem hareketlerinin daha çabuk iyileşmesi düşüncesiyle, uzatma miktarı tamamlandıktan sonra eksternal fleksörün çıkarılıp kaynamanın tamamlanması süresince kemik bütünlüğünün bozulmaması için intramedüller çivi kullanmaya bu yayından bir süre önce başladıklarını ve daha hızlı rehabilitasyon yaptıkları bildirmişlerdir.

Eğer diz hareket açıklığı  $40^{\circ}$  ye kadar azalırsa, uzatma durdurulabilir<sup>49</sup>.

Yine; fazla miktarda uzatma yapılan vakalarda görülen kıkırdak nekrozları, kıkırdak fibrilasyonları gibi kıkırdak hasarları<sup>14,80</sup>, fizyoterapi programlarıyla önlenebilir. Her şeye rağmen kontraktür gelişmişse, bunun fizyoterapiyle düzeltilmesi zordur ve genellikle cerrahi olarak tendon uzatmalarına ihtiyaç duyulur<sup>26</sup>. Tendon uzatmalarıyla, aşırı gerginliğe bağlı olduğu düşünülen eklemlerdeki basınç artışları da azaltılabilir<sup>49</sup>.

Bizim femoral uzatma yaptığımız bir olgumuzun son kontrolünde diz eklemler hareket açıklığı  $20^{\circ}$  idi. Hem femoral hem tibial uzatma yaptığımız diğer bir olgumuzda  $-25^{\circ}$  diz fleksionu tesbir edildi. Bu sonuçlar, istenen uzama miktarı sağlanmasına rağmen yapılan uzatmalardan hastaların ve cerrahların hoşnut olmamasına yol açan istenmeyen sonuçlardır.

### 11. Komplikasyonlar:

Wagner, kendi tanımladığı ve 1980'li yılların sonuna kadar dünyada yaygın olarak kullanılan metoduyla yaptığı uzatmalarda % 44.8 komplikasyon oranı bildirirken, plak çıkarıldıktan sonra yaklaşık % 11

oranda geç kırık geliştiğini bildirmiştir<sup>86</sup>. Diğer bir yayında aynı yöntemle % 37 oranında geç kırık görüldüğü söylenmiştir<sup>61</sup>. Wagner yöntemiyle uzatma yapılan 407 olguluk geniş bir seride; % 22 çivi yolu infeksiyonu, % 22 malunion, % 10 nonunion ve % 11 oranında geç kırık tesbit edilirken 388 olguda, yani % 95 olguda komplikasyon bildirildi. Çivi yolu infeksiyonları dışında, kaynama sorunları, geç kırıklar yüksek oranda görülürken, prematür kaynama tesbit edilmemiştir<sup>26</sup>. Ülkemizde de Wagner yöntemi ile yüksek komplikasyon oranları bildirilmiştir<sup>11</sup>

Literatürde en düşük komplikasyon oranı Ilizarov tarafından bildirilmiştir Bu oran % 5.6 dir<sup>68</sup>.

Ilizarov tipi halkalı fiksatorle yapılan 571 vakalık bir çalışmada toplam komplikasyon oranı % 33 olarak tesbit edilmiş olup en sık görülen komplikasyon yine % 10 görülme oranı ile çivi yolu infeksiyonlarıdır. Kaynama sorunları % 2 olguda, diz kontraktürü % 6 olguda, geç kırık % 3 olguda görülmüştür<sup>26</sup>. Ilizarov yöntemiyle 1 ile 16 cm arasında uzatma yaptığı olgularda Paley, hastaların % 94'ünün sonuçtan memnun olduğunu bildirmiştir<sup>69</sup>.

De Bastiani'nin kallotrazis adı verilen metoduyla Orthofiks kullanılarak uzatma yapılan olgularda en düşük komplikasyon oranı, De Bastiani'nin iş arkadaşı Aldegheri tarafından % 13.3. olarak bildirilmiştir<sup>3</sup>. De Bastiani'nin, içinde Aldegheri'nin de bulunduğu grupta yaptığı 73 vakalık seride bu oran % 14'tür, ve bu olgularda ortalama uzama oranı % 22 dir<sup>24</sup>. Aldegheri, akondroplazik olgular dışında, en sık rastladığı komplikasyonların erken

kaynama (% 5.8) ve kırık (% 5.8) olduğunu belirtmiştir<sup>3</sup>. Monolateral eksternal fiksatorle kallotazis yapılan 400 olguluk bir seride, toplam komplikasyon % 18 olup, erken kaynama % 7 ile birinci sırayı almaktadır. Kaynama problemi % 1 iken geç kırık yoktur<sup>26</sup>.

Orthofiksle uzatma yapılan 24 olguluk diğer bir çalışmada 60 adet komplikasyon tesbit edilmiş. Çivi yolu infleksionu 18 olguda, eklemler hareketlerinde azalma 16 olguda, açılma 9 olguda gelişirken, erken kaynama 2, geç kırık 1 olguda gelişmiştir. Yazar, komplikasyonların fazlalığını deneyim eksikliğine bağlamıştır<sup>44</sup>.

Ülkemizde de, orthofiks kullanılarak De Bastiani'nin kallotazis tekniği ile uzatmayapılan olgulardan; 19 vakalık bir seride 10<sup>18</sup>, 10 vakalık femoral uzatma yapılan bir seride 8 minör<sup>57</sup>, 40 vakalık bir diğer seride de 20 komplikasyon tesbit edilmiştir<sup>10</sup>. Ancak bunların çoğu çivi yolu infleksionlardır. Geç kırık, kontraktür gibi önemli komplikasyonlar azdır. Bu sonuçlar bize, ülkemizde de bu tekniğin başarıyla uygulandığını göstermektedir.

Yine, ülkemizde kendi geliştirdiği uzatma cihazıyla uzatma yaptığı 490 alt ekstremite uzatma osteotomisi sonuçlarını yayınlayan Girgin, sonuçlardan memnun olduklarını bildirmiştir<sup>33</sup>.

12 hastanın 16 segmentine yaptığımız uzatmalarda, 20 adet komplikasyon meydana gelmiştir. En fazla görülen komplikasyon, değişik

derecelerde olmak üzere aksiel deviasyon (açılanma) dur. Tekniğin uygulandığı ilk olgularda komplikasyonlar fazla iken, son yapılan olgularımızda oldukça azalmıştır.

## VI. SONUÇ

Çok çeşitli nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilen alt ekstremite uzunluk farklılıkları, nadir görülen patolojiler değildirler. Ortopedik cerrahlar, bu tür hastalarla karşı karşıya kalmaktadırlar ve kalmaya devam edeceklerdir. Gelişmiş ülkelerde bu hastalar genellikle pediatrik ortopedistler ve ekstremite uzatma kliniklerinde, bu konuda oldukça deneyimli ekipler tarafından tedavi edilmektedirler.

Herne kadar ilkönemizde bu tür merkezler olmasa da, bu konuda oldukça deneyimli klinikler mevcuttur ve oldukça geniş serilere sahiptirler.

Ekstremitte uzatmaları ve özellikle tezin konusu olan alt ekstremite uzatma osteotomileri, Ilizarov'un ve diğer araştırmacıların çalışmaları sonucunda ortaya konan prensipler ışığında günümüzde oldukça kolaylaştırılmış bir duruma gelmiştir.

Uzatma osteotomileri, her ortopedi ve Traumatoloji uzmanı tarafından kolaylıkla uygulanabilir bir tedavi yöntemidir. Ancak, uzatmanın başarıyla yapılabilmesi için ortaya konan uzatma prensiplerine tamamen uyulmalı ve tedavinin herhangi bir aşamasında dahi dikkatin azaltılmaması gerekir.

- Uzatma için mümkünse, stabilizasyonu bozmadan aksiyel harekete de izin verebilen rijit bir eksternal fiksator kullanılmalıdır. Uygulama kolaylıkları ve hastanın uyumu da dikkate alınarak özellikle femoral uzatmalarda bu, Orthofiks lehine görülmektedir. Uzatma ile aynı seansta deformite düzeltilmesi de yapılacaksa, Ilizarov tipi halkalı eksternal fiksator tercih edilebilir.

- Osteotomini, mutlaka kortikotomi şeklinde yapılması gerekli değildir. Ancak, osteotomi mutlaka osteotomla yapılmalı, elektrikli testere kullanılmamalı ve periost ve diğer yumuşak dokular özenle korunmalıdır.
  - Uzatma öncesi, periostun titizlikle korunduğu vakalarda 7 gün bekleme süresi yeterli olabilecektir.
  - Uzatma, mutlaka eşit aralıklarla olmak üzere en az dört defada 0.25 mm den günde toplam 1 mm hızında yapılmalıdır.
  - Hastalara erken yük verilmeli ve hastalar bu konuda cesaretlendirilmelidir.
  - Özellikle fazla miktarda uzatma yapılacak olgularda yoğun fizyoterapi programı uygulanmalı, genellikle geceleri veya gerekiyorsa tüm gün ortez kullanmayı ihmal etmemelidir.
  - Fiksatorünne zaman çıkarılacağı konusunda şüphe duyuluyorsa; bir ay geç çıkarmanın, bir gün erken çıkartmaktan daha iyi olduğu, kuralı hatırlanmalıdır.
- Gerekti endikasyonlar ve kontrendikasyonlarına uyarak, hastaların iyi değerlendirilerek, ortaya konan prensipler ışığında yapıldığı takdirde alt ekstremite uzatma osteotomileri, hiç komplikasyonsuz olmasa da çok başarılı bir tedavi yöntemidir.

## VII. ÖZET

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Ortopedi ve Traumatoloji Anabilim Dalı'nda 1991-1994 yılları arasında 12 hastanın 16 segmentinekallos distraksionu tekniğiyle alt ekstremite uzatma osteotomisi yapılmıştır. 15 uzatmada monolateral eksternal fiksator (Orthofiks), bir uzatmada da İlizarov'un halkalı eksternal fiksatorü kullanılmıştır.

12 hastanın 9'unda kısalık nedeni Poliomyelitir. Hastaların ameliyat esnasındaki ortalama yaşı 11.8 (en az 4, en çok 26) olup 7'si kız 5'i erkektir. 4 hastanın femuru, 4 hastanın tibiası ve 4 hastanın da hem femuru hem de tibiası uzatılmıştır. Ortalama takip süresi 37 aydır.

Ortalama kısalık miktarı 4.7 cm (en az 2 cm, en çok 10.8 cm), sağlanan ortalama uzama miktarı 3.5 cm (en az 2 cm, en çok 7 cm) dir. Uzatma öncesi bekleme süresi ortalama 13.2 gün (en az 9, en çok 20 gün) dir. İyileşme indeksi ortalama 52 (en az 31, en çok 90), kazanılan uzunluğun, uzatılan kemik segmentine oranı ortalama %13.6 (en az %5, en çok %19) dir. Fiksatorlerin kalış süresi ortalama 182 gün (en az 140, en çok 270 gün) dir.

Yapılan 16 uzatmada 20 komplikasyon gelişmiştir. En sık görülen komplikasyon, aksiel deviasyondur.



## VIII. KAYNAKLAR

1. Alekberov, Cebrail : Kişisel görüşme, İzmir, 1995.
2. Aldegheri R, Trivella G, Lavini F : Epiphyseal distraction. Chondrodiastasis. Clin Orthop 241:117, 1989.
3. Aldegheri R, Renzi-Brivio L and Agostini S : The callotasis method of limb lengthening. Clin Orthop 241:137, 1989.
4. Amstutz HC, Sakai DN: Editorial Comment. Equalisation of leg length. Clin Orthop 136:2, 1978.
5. Anderson M, Green WT, and Messner MB: The Classic. Growth and predictions of growth in the lower extremities. Clin Orthop 136: 7, 1978.
6. Aronson J, Harrison BH, Stewart CL, and Harp JH: The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. Clin Orthop 241: 106, 1989.
7. Aronson J, Shen X: Experimental healing of distraction osteogenesis comparing metaphyseal with diaphyseal sites. Clin Orthop 301: 25, 1994.
8. Aronson J, and Harp JH: Mechanical forces as predictors of healing during tibial lengthening by distraction osteogenesis. Clin Orthop 301: 73, 1994.

9. Arrien A, Canadell J: Open osteotomy versus percutaneous osteotomy in bone legthening: Comparative study. In Abstracts of SIROT IV th world Congress, Mnich, 1987.
10. Aydın E, Surat A, Aksoy C : Kallus distraksiyonu ile kemik uzatmaları. Milli Türk Ortop ve Traum kongre kitabı XII : 478, 1991.
11. Aydın E, Surat E : Wagner ve kallus distraksiyon yöntemleri ile alt ekstremite uzatmaları. Milli Türk Ortop ve Traum kongre kitabı XI: 248, 1990.
12. Beary, JH: Limb length discrepancy. In : Campbell's Operative Orthopaedics. Crenshaw AH (ed), Ch 42: 2126, 8th edition, mosby, St Louis, 1992.
13. Behrens, F: General theory and principles of external fixation. Clin Orthop 241: 15, 1989
14. Bell, DF: The effect of femoral lengthening on knee cartilage. Presented at the Pediatric Orthopaedic Society of North America. Annual Meeting, White Sulfur Springs, West Wirginia, May 1993.
15. Cattaneo R, Villa A, Catagni MA, Bell D: Lengthening of the humerus using the Ilizarov technique: Description of the method and report of 43 cases. Clin Orthop 250: 117, 1990
16. Chao EYS, Aro HT, Lewallen DG, and Kelly PI: The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. Clin Orthop 241: 24, 1989

17. Coglianes DB, Herzenberg JF, and Goulet JA: Physical therapy management of patients under going limb lengthening by distraction osteogenesis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 17: 124, 1993
18. Çakmak M, Aşık M, Baştiñk S, Yavuzer Y: Kallotazis yöntemiyle ekstremitte uzatma. *Milli Türk Ortop ve Trauma Kongre Kitabı XII: 478, 1991*
19. Çakmak M, Arıramur A, Domanıç Ü, Taşer Ö, Karamehmetoğlu M: Distraksion epitzyolizi ile ekstremitte uzatılması (II) : Klinik uygulama. *Acta Orthop Traum. Turc.* 2: 154, 1989
20. Dahl MT, Gulli B, and Berg T: Complications of limb lengthening: A learning curve. *Clin Orthop* 301: 10, 1994
21. Dahl MT, and Fischer DA: Lower extremity lengthening by Wagner's method and by callus distraction. *Orthop Clin North Am* 22: 643, 1991
22. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, etal: Chondrodiastasis: Controlled symmetrical distraction of the epiphyseal plate. Limb lengthening in children. *J Bone Joint Surg* 68 B: 550, 1986
23. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzir Brivio L, Trivella G: Limb lengthening by distraction of the epiphyseal plate: A comprasion of two techniques in the rabbit. *J Bone Joint Surg* 68 B: 545, 1986

24. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, Trivella G: Limb lengthening by callus distraction (callotasis). *J Pediatr Orthop* 7: 129, 1987
25. Delloye C, Delefortrie G, Courellet L, Vincent A: Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening : An experimental study. *Clin Orthop* 250: 34, 1990
26. Eldridge JC, Bell DF : Problems with substantial limb lengthening. *Orthop Clin North Am* 22: 625, 1991.
27. Fischgrund J, Paley D and Suter C: Variables affecting time to bone healing during limb lengthening. *Clin Orthop* 301: 31, 1994.
28. Fleming B, Paley D, Kristiansen T, and Pope M: A biomechanical analysis of the Ilizarov external fixator. *Clin Orthop* 241: 95, 1989.
29. Frierson M, Ibrahim K, Boes M, Boté H and Ganey T: Distraction osteogenesis : A Comparison of corticotomy techniques. *Clin Orthop* 301 : 19, 1994.
30. Galardi G, Comi G, Lozza L, Marchettini P, Novarina M, Facchini R, Paronzini A: Peripheral nerve damage during limb lengthening: Neurophysiology in five cases of bilateral tibial lengthening. *J Bone Joint Surg* 72B: 121, 1990.
31. Galpin R, Mc Claren A, Wills R, Clausi D: Mechanical evaluation of tibial limb lengthening devices and the effect of distraction.

- Presentation at American Academy of Orthopaedic Surgeons, New Orleans, Feb. 1990.
32. Girgin, O : Kendi yöntemimizle yaptığımız femur uzatmalarının ilk sonuçları. Milli Türk Orthop ve Traum. Kongre kitabı VIII : 174, 1984.
33. Girgin O, Tümöz MA, Turan S, Eke S : 490 kemik uzatmasının incelenmesi. Acta Orthop Traum. Turc 2 : 27, 1989.
34. Glas RB, Poznanski AK: Leg length determination with biplanar CT scanograms. Radiology 156: 833, 1985.
35. Golyakhovsky V, Frankel VH: Operative manual of Ilizarov Techniques. Mosby Year Book Inc. St.Louis, 1993.
36. Grayhack JJ, Carol NC: Projected limb length inequality : Selecting patients por surgery. Orthop Clin Noth Am 22: 581, 1991.
37. Gros R: Leg length discrepancy : How much is too much? Orthopaedics 1: 307, 1978.
38. Green SA: The ilizarov Method : Rancho technique. Orthop Clin North Am 22 : 677, 1991.
39. Green SA: Postoperative management during limb lengthening. Orthop Clin North Am 22: 723, 1991.

40. Green SA : Complications of pin and wire external fixation. In Greene WB (ed). AAOS Instruct Cours Lect. 39: 219, 1990.
41. Green SA : Physiotherapy during Ilizarov fixation. Tech Orthop 5 : 61, 1990.
42. Green W, Wyath G, anderson M: Orthoroentgenography as a method of measuring the bones of the lower extremity. J. Bone Joint Surg 28: 60, 1946.
43. Guarnero R, Barros TEP : Femoral lengthening by the wagner method. Clin Orthop 250 : 154, 1990.
44. Guidera KJ, Hess WF, Highhouse KP and Ogden JA : Extremity lengthening. Results and Complications with the Orthofix sytem. J Pediatr Orthop 11: 90, 1991.
45. Gundy P, Roberts C : Does unequal leg length cause back pain? Lancet 2: 256, 1984.
46. Hardy JM, Tadloui A, Wirocius JM, and saleh m: The Sequoia Circular fixator for limb lengthening. Orthop Clin Noth Am 22 : 663, 1991.
47. Harp JH, Aronson J and Hollis M: Noninvasive determination of bone stiffness for distraction osteogenesis by quantitative computed tomography scans. Clin Orthop 301: 42, 1994.

48. Helling AL: Leg length inequality, a prospective study of young men during their military service Uppsala. *J Med Sci* 93: 245, 1988.
49. Herzenberg JE, Scheufele LL, Paley D, Bechtel R, and Tepper S: Knee range of motion in isolated femoral lengthening. *Clin Orthop* 301: 49, 1994.
50. Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues : Part I. The Influence of stability of fixation and soft tissue preservation. *Clin Orthop* 238 : 249, 1989.
51. Ilizarov GA: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop* 239: 263, 1989.
52. Ilizarov GA: Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop* 250:8, 1990
53. Ilizarov GA: *Transosseous Osteosynthesis*. Green S A (Ed) Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1992.
54. Johnson KE: Cartilage and Bone. In *Histology and Embryology* Ch 5: 51, Harwal Publishing Comp, Media Pennsylvania, 1984
55. Kawamura B, Hosono S, and Takahashi T: Limb lengthening by means of subcutaneous osteotomy. Experimental and clinic studies. *J Bone Joint Surg* 50 a: 851, 1968

56. Klein W, Pennig D, Brug E: Dynamic axial fixation for femoral fractures in children. Presentation at International Congress on Evolution of External Fixation, Montpellier, France, June, 1990
57. Kocaoğlu M, Yavuzer Y, Yazıcıoğlu Ö, Tuncay İ, Çakmak M, Femoral uzatmalarda unilateral dinamik aksiyel fiksasyonun yeri. *Acta Orthop Traum Turc.* 29:6, 1995
58. Kojimoto H, Yaii N, Goto T, Matsuda S, Shimomura Y: Bone lengthening in rabbits by callus distraction: The role of periosteum and endosteum. *J Bone Joint Surg* 70 B: 543, 1988
59. Lehman WB, Grant AD, Atar D: Preventing and overcoming equinus contractures during lengthening of the tibia. *Orthop Clin North Am* 22: 633, 1991
60. Light KE, Nuzik S, Personius W, and Burstrom A: Low-load prolonged stretch vs high-load brief stretch in treating knee contractures. *Phys* 64: 330, 1984
61. Lue DL, Schoencker PL, Blair III VP, and Capelli Am: Fractures after wagner limb lengthening. *J Pediatr orthop* 12: 20, 1992
62. Merrill OE: A method for the roentgen measurement of the long bones. *AJR* 48: 40, 1942



63. Monticelli G, Spinelli R, Bonucci E: Distraction epiphysiolsis as a method of limb lengthening. II. morphologic Investigations. Clin Orthop 154: 262, 1981
64. Moseley CF: A straight line graph for leg length discrepancies. Clin Orthop 136: 33, 1978
65. Moseley CF: Leg lengthening: A review of 30 years. Clin Orthop 247: 38, 1989
66. Moseley CF: Leg lengthening: The historical perspective. Orthop Clin North Am 22: 555, 1991
67. Olney BW, and Jayaraman G: Joint reaction forces during femoral lengthening. Clin Orthop 301: 64, 1994
68. Paley D: Current techniques of limb lengthening. J Pediatr Orthop 8: 73, 1988
69. Paley D: Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. Clin Orthop 250: 81, 1990.
70. Paley D, and Tetsworth K: Percutaneous osteotomies: Osteotome and gigli saw techniques. Orthop Clin North Am 22: 613, 1991
71. P an jabi MM, Walter SD, Karuda M, White AA, and, Lawson JP: Correlations of radio graphic analysis of healing fractures with strength

A statistical analysis of experimental as teotomies. J orthop Res 3: 212, 1985

72. Paterson D: Leg lengthening procedures: A historical review. Clin Orthop 250: 27, 1990
73. Price Ct: Metaphseal and physcal lengthening. In Barr JS (ed). AAOS Instruct Cours Lect 38: 331, 1989
74. Price CT, Mann JW: Pediatric applications of pinfixators. In Chapman MW (ed) : Operative Orthopaedics, Philadelphia, JB Lippincott, 1991
75. Price CT; Mann JW; Limb lengthening with pin fixators. In Behrens F (ed) : External Fixation. Basic Concepts and Clinical Applications. Philadelphia, WB Saunders 1991
76. Price CT, Mann JW: Experience with the Orthofix device for limb lengthening. Orthop North Am 22: 651, 1991
77. Price CT, Cole JD: Limb lengthening by callotasis for children and adolescents: Early experince. Clin Orthop 250: 105, 1989
78. Renzi-Brivia L, Lavini F, and De Bastiani G: Lengthening in the congenital short femur. Clin Orthop 250: 112, 1990.
79. Siffert RS: Current concepts review: Lower limb length discre pancy : J Bone Joint Surg 69 A 7: 1100, 1987

87. Wasserstein I: Twenty - five years experience with lengthening of shortened lower extremities using cylindrical allografts. Clin Orthop 250: 150, 1990
88. White SH, Kenwright J: The importance of delay in distraction of osteotomies. Orthop Clin North Am 22: 569, 1991
89. Williams, PE : Use of intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilized muscle. Ann Rheum Dis 49: 316, 1990
90. Wolfson N, Hearn TC, Thomason JJ, and Armstrong PF: Force and stiffness changes during Ilizarov leg lengthening. Clin Orthop 250: 58, 1990
91. Wu J-J, Shyr HS, Chao EYS, and Kelly PJ : Comparison of osteotomy healing under external fixation devices with different stiffness characteristics. J Bone Joint Surg 666 A: 1258, 1984.
92. Yasui N, Kojimoto H, Shimizu H, Shimomura Y: The effect of distraction upon bone, muscle and periosteum. Orthop Clin North Am 22: 563, 1991
93. Yasui N, Kojimoto H, Sasaki K, Kitado A, Shimizu H and Shimomura Y: Factors affecting callus distraction in limb lengthening. Clin Orthop 293: 55, 1993
94. Yavuzer, Y: Dinamik aksiyel fiksator (Orthofix) ile femoral uzatma. Uzmanlık tezi, İstanbul, 1995.