



# Tibia alt uç büyüme plağı yaralanmalarında klinik ve radyolojik sonuçlar

## Clinical and radiological results in distal tibial physeal injuries

Mustafa Can TAŞKIRAN,<sup>1</sup> Ali TURGUT,<sup>2</sup> Önder KALENDERER,<sup>1</sup> Haluk AĞUŞ<sup>1</sup>

### AMAÇ

Bu yazıda tibia alt uç büyüme plağı yaralanması sebebiyle cerrahi tedavi edilen çocuklarda yaralanmanın dağılımı incelenerek klinik ve radyolojik sonuçlar değerlendirildi.

### GEREÇ VE YÖNTEM

Elli dokuz hasta (26 kız, 33 erkek) geriye dönük olarak değerlendirildi. Büyüme plağı kırıkları Salter-Harris sınıflamasına göre sınıflandırıldı: Kırıkların 4'ü tip I, 22'si tip II, 29'u tip III ve 4'ü tip IV idi. Hastaların 29'una kapalı, 30'una açık redüksiyon ve internal tespit uygulandı. Kırık anında ortalama hasta yaşı 10,9 (dağılım 6-14) idi. Hastalar Amerikan Ortopedi Ayak ve Ayak Bileği Derneği (The American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS) sistemine göre değerlendirildi.

### BULGULAR

Hastalar ortalama 3,8 saat (dağılım 3-72) içinde ameliyata alındı. Tespitte 50 hastada yalnızca Kirschner (K) teli, 6 hastada sadece vida, 3 hastada da K-teli ve vida birlikte kullanıldı. İzlem süresi ortalama 71,7 ay (dağılım 12-149) idi. Hiçbir hastada erken fizik kapanması, ekstremité kısalığı, açılmal deformite oluşumu, enfeksiyon, kaynamama, osteonekroz gibi komplikasyonlar ile karşılaşılmadı. Son kontrollerinde AOFAS skoru ortalama 86,6 (dağılım 65-100) olarak saptandı.

### SONUÇ

Ayak bileği epifiz kırıklarında yeterli redüksiyon ve stabil tespit sağlanması halinde başarılı sonuçlar elde edilebilir ve komplikasyonlar en aza indirilebilir.

**Anahtar Sözcükler:** AOFAS; büyüme plağı kırığı kırık; çocuk; tibia alt uç.

### BACKGROUND

In this study, we evaluated the clinical and radiological results of the distal tibial epiphyseal fractures in children treated with surgery.

### METHODS

We evaluated 59 patients (33 boys, 26 girls) retrospectively. Physeal fractures were classified according to the Salter-Harris classification: 4 fractures were type I, 22 type II, 29 type III, and the remaining 4 type IV. Closed reduction and internal fixation were performed in 29 patients, while open reduction and internal fixation were performed in 30 patients. Mean age at the time of trauma was 10.9 years (6-14). Patients were evaluated by American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score.

### RESULTS

Patients were operated in a mean of 3.8 hours (3-72). Fixation was performed with Kirschner (K)-wire in 50 patients, with screw in 6 patients, and with both K-wire and screw in 3 patients. Mean follow-up time was 71.7 months (12-149). Due to premature physeal arrest, 1 cm shortening and valgus deformity were seen in only one patient. However, no infection, nonunion, or osteonecrosis was observed in any patient. Mean AOFAS score was 86.6 (65-100) at the last follow-up.

### CONCLUSION

Successful results with fewer complications could be obtained in ankle physeal fractures with early management through adequate reduction and stabilized fixation.

**Key Words:** AOFAS; physeal fractures; children; distal tibia.

<sup>1</sup>İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir;

<sup>2</sup>Bursa Şevket Yılmaz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Bursa.

<sup>1</sup>Department of Orthopedics and Traumatology, İzmir Tepecik Training and Research Hospital, İzmir;

<sup>2</sup>Department of Orthopedics and Traumatology, Bursa Şevket Yılmaz Training and Research Hospital, Bursa, Turkey.

Çocuklarda tibia alt uç büyüme plağı kırıkları, el bileği büyüme plağı yaralanmalarından sonra ikinci sıklıkta izlenir. Bu yaralanmaların sık görülmesinin sebepleri: Büyüme plağının yatay yerleşimi, epifize yapışan bağların güçlü olması ve sık gerilmelere maruz kalmasıdır. Erkek çocuklarda, 10-15 yaş arası daha sık görülür ve genelde konservatif yöntemlerle tedavi edilirler.<sup>[1-3]</sup>

Tibia alt uç büyüme plağı yaralanmaları sıklıkla supinasyon-dış rotasyon yaralanma mekanizmasıyla oluşur. İkinci sıklıkla ise pronasyon abduksiyon yaralanması şeklinde karşımıza gelir.<sup>[4]</sup> Bu iki yaralanma mekanizması olguların yaklaşık %95'ini oluşturur.

Salter-Harris sınıflamasına göre ise genelde tip I ve tip II kırıklar şeklinde karşımıza çıkarlar.<sup>[4-5]</sup>

Bu çalışmada tibia alt uç büyüme plağı yaralanması sebebiyle cerrahi olarak tedavi edilen çocuklarda yaralanmanın dağılımı incelenerek klinik ve radyolojik sonuçlar değerlendirildi.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya cerrahi olarak tedavi edilen en az bir yıl süre ile izlenen 26'sı kız, 33'ü erkek, toplam 59 olgu dahil edildi. Hastaların düşme yaşı ortalama 10,9 (dağılım 6-14 yaş) idi. Tüm olgulara acil serviste iki yönlü ayak bileği ve motris grafisi çekildi. Büyüme

**Tablo 1.** AOFAS değerlendirme sistemi

Ağrı (Toplam 40 puan)	Puan
Hiç yok	40
Az ve nadiren	30
Orta ve her gün	20
Ciddi, her zaman	0
<b>Fonksiyon (Toplam 50 puan)</b>	
Aktivite kısıtlamaları, destek ihtiyacı	
Kısıtlama yok, destek kullanmıyor	10
Günlük aktivitelerde kısıtlılık yok, sportif fonksiyon kısıtlılığı, destek yok	7
Günlük aktivite ve sportif faaliyetlerde kısıtlama, destek ihtiyacı	4
Ciddi kısıtlanma, destek, koltuk değneği kullanma	0
Maksimum yürüme mesafesi	
Kısıtlama yok	5
1 km'den az	4
500 m'den az	2
100 m'den az	0
Yürüme zemini	
Her zeminde yürüme	5
Merdiven engebeli arazide minimal zorluk	3
Merdiven ve engebeli arazide ciddi zorluk	0
Yürüme bozukluğu	
Hiç yok veya çok az	8
Belirgin	4
Ciddi	0
Sagittal hareket (fleksiyon ve ekstansiyon toplamı)	
Normal veya çok az kısıtlama (30 derece veya fazla)	8
Orta (15-29 derece)	4
Ciddi kısıtlanma (15 dereceden az)	0
Arka ayak hareketleri (inversiyon ve eversiyon toplamı)	
Normal veya minimal kısıtlılık (normalin %100 ile %75'i)	6
Orta (normalin %74 -25)	3
Ciddi kısıtlanma (normalin %25'inden az)	0
Ayak bileği ve ayak stabilitesi	
Stabil	8
Kesinlikle instabil	0
<b>Dizilim (10 puan)</b>	
İyi, plantigrade ayak	10
Orta	5
Kötü	0

plağı yaralanmaları Salter-Harris sınıflandırma sistemine göre sınıflandırıldı.

Olgulara acil serviste kısa bacak alçı ateli uygulandı ve ameliyata hazırlandı. Tüm olgulara genel anestezi altında kapalı redüksiyon manevrası skopi eşliğinde ve en fazla iki kez denendi. Tespit materyali olarak Kirschner (K) teli, malleol vidası veya ikisi birlikte kullanıldı. Hastanede yatış süresi ortalama 2,4 gün (dağılım 1-4 gün) idi. 10. gün, birinci ayda grafi kontrolleri yapıldı ve alçı atelinden çıkarıldı. Birinci ayın sonunda ayak bileği egzersizleri başlandı. K-telleri ortalama 4-6 haftada çıkarılarak kısmi yüklenmeye geçildi.

Olgulara kontrollerinde klinik ve radyolojik olarak değerlendirme yapıldı. Klinik olarak ağrı ve yürüme bozukluğu sorgulandı. Ayak bileği eklemi hareketleri gönye ile aynı hekim tarafından ölçüldü ve karşı ayak bileği eklemiyle karşılaştırıldı. Spina iliaka anterior superior-iç malleol arası mesafe ölçülerek uzunluk farkı araştırıldı. Olgular AOFAS sistemine göre değerlendirildi (Tablo 1). Olgular 3., 6., 9. ve 12. ayda grafi kontrollerine çağrılarak özellikle ayak bileği deformitesi ve büyüme plağı erken kapanması riskine karşı değerlendirildi. Büyüme plağı hasarından şüphelenilen olgulara ayak bileği manyetik rezonans (MR) görüntülemesi yapıldı.

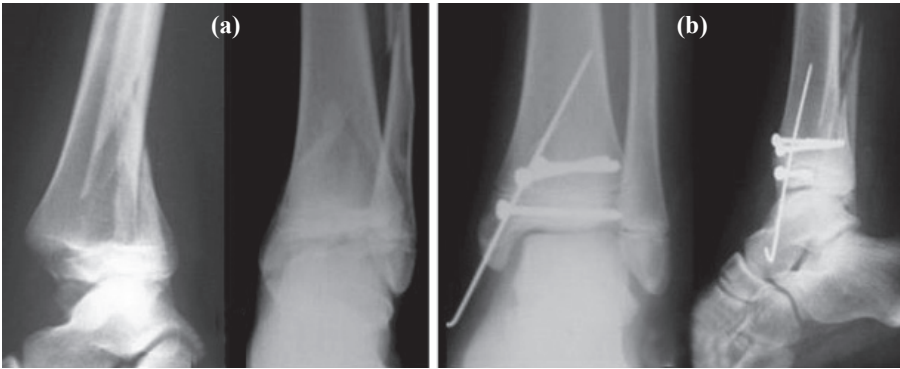
Patolojik kırıklar, açık kırıklar, üç planlı kırıklar, çoklu yaralanması veya motor-mental gelişim geriliği olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

## BULGULAR

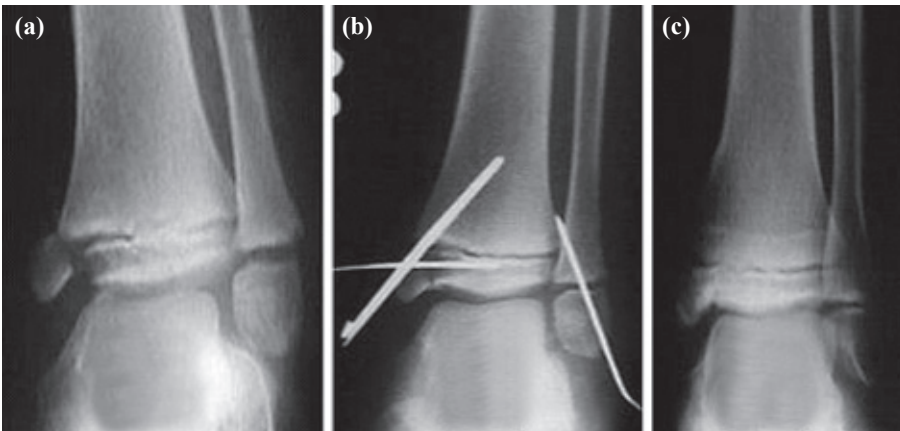
İzlem süresi ortalama 71,7 ay (dağılım 12-149) idi. Yaralanma mekanizmalarına göre en sık supinasyon-inversiyon yaralanması (28 olgu) görüldü. Bunu sırasıyla pronasyon-eversiyon-dış rotasyon (21 olgu), supinasyon-plantar fleksiyon (7 olgu), dış rotasyon (2 olgu) ve supinasyon-dış rotasyon (1 olgu) mekanizmaları izledi. Salter-Harris sınıflamasına göre büyüme plağı kırıkların 4'ü tip I, 22'si tip II, 29'u tip III ve 4'ü tip IV idi. Hastalara ait veriler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Olgular ameliyata ortalama 3,8 saat (dağılım 3-72) içinde alındılar. Genel anestezi altında 29 kırığa kapalı, 30 kırığa ise açık redüksiyon ve internal tespit uygulandı. Salter-Harris tip I olguların tümü (4 olgu) ve tip II kırıkların çoğu (18/22 olgu) kapalı redükte edilirken (Şekil 1), tip III (22/29) ve tip IV (3/4) kırıkların çoğuna açık redüksiyon uygulandı (Tablo 3). Tespit materyali olarak 50 olguda (%85) düz K-teli kullanıldı (Şekil 2). Bunun dışında 6 olguya yalnızca malleol vidası ve 3 olguya K-teli ile birlikte malleol vidası yerleştirildi.

Tüm kırıklar kaynadı. Hiçbir hastada enfeksiyon görülmedi. Salter-Harris tip IV yaralanması olan bir olguda ağrı yakınması vardı. Fiziksel incelemede 1 cm kısalık, 10 derece valgus deformitesi ve ayak bileği ve MR görüntülerinde erken büyüme plağı kapanma bulguları vardı.



Şekil 1. (a) On yaşında erkek olguda tibia distal büyüme plağı Salter-Harris tip II yaralanma. (b) Yaralanmanın kapalı redüksiyon ve Kirschner telleri ve vidalarla internal tespit sonrası radyolojik görüntüsü.



Şekil 2. (a) Altı yaşında erkek olguda tibia distal Salter-Harris tip III ve fibula distal tip I yaralanma. (b) Açık redüksiyon ve Kirschner telleri ile internal tespit (c) Kirschner telleri çıkarıldıktan 6 ay sonra büyüme plağına paralel Salter-Harris çizgileri.

**Tablo 2.** Olgulara ait veriler

No	Yaş	Cinsiyet	İzlem (ay)	S-H	YM	Ameliyat zamanı (s)	Deformite	Kısalık	Tespit materyali	AOFAS
1	12	Erkek	75	I	P-EV-DR	8	Yok	Yok	K-teli	85
2	11	Erkek	149	II	P-EV-DR	6	Yok	Yok	K-teli	95
3	9	Kadın	126	III	S-İNV	32	Yok	Yok	K-teli	90
4	11	Erkek	12	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	90
5	8	Erkek	140	III	S-İNV	4	Yok	Yok	K-teli	95
6	14	Erkek	132	II	P-EV-DR	7	Yok	Yok	K-teli	90
7	14	Kadın	29	III	S-İNV	3	Yok	Yok	K-teli	100
8	12	Erkek	145	II	S-PF	3	Yok	Yok	K-teli	90
9	14	Erkek	69	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	85
10	11	Erkek	57	I	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	95
11	11	Erkek	35	II	S-DR	4	Yok	Yok	K-teli	95
12	12	Kadın	29	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	90
13	7	Erkek	52	I	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	100
14	12	Erkek	71	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	95
15	11	Erkek	71	III	S-İNV	7	Yok	Yok	K-teli	95
16	13	Erkek	71	II	P-EV-DR	3	Yok	Yok	K-teli	95
17	12	Erkek	24	II	S-PF	12	Yok	Yok	K-teli	95
18	10	Kadın	92	II	P-EV-DR	6	Yok	Yok	Vida	85
19	10	Erkek	24	II	S-PF	4	Yok	Yok	Vida	90
20	6	Kadın	147	II	P-EV-DR	3	Yok	Yok	K-teli	90
21	13	Erkek	147	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	90
22	8	Kadın	58	II	P-EV-DR	4	Yok	Yok	K-teli	95
23	7	Kadın	106	II	P-EV-DR	7	Yok	Yok	K-teli - Vida	90
24	10	Kadın	23	IV	S-PF	6	Yok	Yok	K-teli- Vida	95
25	11	Erkek	12	III	S-İNV	7	Yok	Yok	Vida	90
26	11	Erkek	22	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	90
27	11	K	13	II	P-EV-DR	6	Yok	Yok	K-teli	95
28	12	Erkek	18	II	S-PF	7	Yok	Yok	Vida	90
29	22	Erkek	16	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	95
30	6	Kadın	94	II	P-EV-DR	5	Yok	Yok	K-teli	95
31	10	Kadın	33	IV	S-PF	4	Yok	Yok	K-teli-Vida	90
32	10	Kadın	136	III	S-İNV	7	Yok	Yok	K-teli	95
33	9	Kadın	39	IV	S-PF	8	Yok	Yok	K-teli	90
34	11	Kadın	144	II	P-EV-DR	4	Yok	Yok	Vida	100
35	14	Kadın	79	III	ER	6	Yok	Yok	K-teli	90
36	10	Kadın	79	III	S-İNV	4	Yok	Yok	K-teli	95
37	8	Kadın	127	III	S-İNV	3	Yok	Yok	K-teli	95
38	8	Kadın	26	II	P-EV-DR	6	Yok	Yok	K-teli	90
39	11	Kadın	122	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	100
40	13	Erkek	132	IV	S-PF	3	Valgus	1 cm	K-teli	65
41	11	K	128	II	P-EV-DR	8	Yok	Yok	K-teli	90
42	10	Erkek	123	III	S-İNV	6	Yok	Yok	K-teli	95
43	6	Kadın	27	III	S-İNV	5	Yok	Yok	K-teli	95
44	13	Erkek	60	III	S-İNV	4	Yok	Yok	K-teli	100
45	14	Kadın	67	III	ER	7	Yok	Yok	Vida	90
46	12	Kadın	75	IV	P-EV-DR	4	Yok	Yok	K-teli	90
47	13	Erkek	54	III	S-İNV	5	Yok	Yok	K-teli	95
48	9	Erkek	62	III	S-İNV	6	Yok	Yok	K-teli	100
49	6	Erkek	81	III	S-İNV	4	Yok	Yok	K-teli	95
50	12	Erkek	78	III	S-İNV	7	Yok	Yok	K-teli	95
51	14	Erkek	100	III	S-İNV	5	Yok	Yok	K-teli	90
52	12	Erkek	76	III	S-İNV	4	Yok	Yok	K-teli	100
53	11	Erkek	98	III	S-İNV	6	Yok	Yok	K-teli	100
54	12	Erkek	122	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	95
55	11	Kadın	34	III	S-İNV	9	Yok	Yok	K-teli	95
56	14	Kadın	84	III	S-İNV	12	Yok	Yok	Vida	95
57	14	Kadın	72	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	90
58	8	Kadın	48	III	S-İNV	6	Yok	Yok	K-teli	90
59	11	Erkek	16	III	S-İNV	8	Yok	Yok	K-teli	100

S-H: Salter-Harris sınıflaması; YM: Yaralanma mekanizması; AZ: Ameliyat zamanı; AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society skorlaması.

**Tablo 3.** Salter-Harris sınıflamasına göre yaralanmalara uygulanan redüksiyon teknikleri

	Açık redüksiyon	Kapalı redüksiyon	Toplam olgu
Tip I	–	4	4
Tip II	4	18	22
Tip III	22	7	29
Tip IV	3	1	4

İzlem graflerinde erken büyüme plağı kapanma şüphesi olan 6 olguda ayak bileği MR görüntülemesi yapıldı. Sadece bir olguda büyüme plağında merkezi yerleşimli kemik köprü tespit edildi.

AOFAS sistemine göre yaralanmalar değerlendirildiğinde ortalama 86,6 (dağılım 65-100) puan elde edildi.

### TARTIŞMA

Çocuklarda tibia alt uç büyüme plağı yaralanmaları oldukça sık görülmektedir ve genelde konservatif yöntemlerle tedavi edilmektedir.<sup>[6]</sup> Bu çalışmada kliniğimize başvuran ve cerrahi olarak tedavi edilen yaralanmalar dahil edilmiştir.

Tibia alt uç büyüme kırıkdağı yaralanmaları genelde bisikletten düşme gibi düşük enerjili yaralanmalar sonrası oluşmaktadır.<sup>[7]</sup> Genelde supinasyon-dış rotasyon, ikinci sıklıkla ise pronasyon abduksiyon yaralanması görülmektedir. Olgularımızın %85'inde bu yaralanma mekanizmaları sonrası kırık oluşmuştur. Olgularımızın %12'sinde ise supinasyon-plantar fleksiyon yaralanmasına bağlı kırık gelişmiştir. Rohmiller ve arkadaşları<sup>[8]</sup> yaralanma mekanizması ile erken büyüme plağı kapanması arasında bir ilişki olduğunu ve özellikle supinasyon-dış rotasyon yaralanması sonrası %35 oranında kapanma gördüklerini bildirmişlerdir. Ayrıca olgularında 0,5-4,6 mm arası ayrışmanın kabul edildiğini belirtmişlerdir. Serimizde sadece bir olguda büyüme plağında erken kapanma bulguları hem standart radyograflerde hem de MR görüntüleme kesitlerinde görüldü. Bu olguda supinasyon-plantar fleksiyon tarzı bir yaralanma ve buna bağlı Salter-Harris tip IV kırık vardı. Cerrahi girişimin anatomik ve olabildiğince sınırlı olmasının büyüme plağında erken kapanma oranını azalttığına inanıyoruz.

Tibia alt uç büyüme plağı yaralanmalarının en önemli komplikasyonu büyümenin durması ve buna bağlı gelişen deformitelere. Özellikle Salter-Harris tip III-IV yaralanmalar sonrası daha sık olarak büyüme plağı sorunları ortaya çıkmaktadır.<sup>[4-9]</sup> Ayrıca yaralanma mekanizması da büyüme plağı sorunları oluşturabilmektedir.<sup>[6-8]</sup> Literatürde bu tip kırıklarda anatomik redüksiyonun mutlak olması gerektiğini bildiren yayınlar varken<sup>[10]</sup> anatomik redüksiyonun şart olmadığı

nı bildirenlerde vardır.<sup>[1-11]</sup> Çalışmamızda Salter-Harris tip IV yaralanmalı 13 yaşında bir çocukta büyüme plağının erken kapanmasına bağlı valgus deformitesi ve 1 cm kısalık saptandı. Olguların kısa sürede ameliyata alınması, yumuşak doku sorunlarını azaltmakta ve dolayısıyla kapalı redüksiyon manevrasıyla kırıkların kolayca redükte edilmesini sağlamaktadır. Ayrıca tespit materyali de komplikasyon gelişiminde önemlidir. Düz ince K-tellerinin kullanıldığı serilerde, diğer tespit materyalleri ile yapılan serilere oranla daha az büyüme plağı sorunlarıyla karşılaşmıştır. İkincil bir yaralanma oluşturmadan açık veya kapalı redüksiyon yapılarak anatomik redüksiyonun elde edilmesinin bu tip kırıklarda komplikasyonları önlemede etkili olduğu görüşündeyiz. Büyüme plağında erken kapanma şüphesi olan olgularda Salter-Harris çizgilerinin standart radyograflerde izlenmesi ve kemik köprü varlığının kanıtlanması için MR görüntüleme incelemesi yapılmalıdır.

Olgularımızın hiçbirinde enfeksiyon, çivi dibi enfeksiyonu, kaynamama, instabilite veya hareket kısıtlılığı görülmemiştir. Genel olarak bu komplikasyonlar tüm çocuk kırıklarında nadir olarak görülmektedir ve kısa sürede ameliyata alma ve özellikle sınırlı girişimlerle direk orantılıdır.<sup>[1]</sup>

Litaratürde AOFAS skorum sisteminin çocuklarda tibia alt uç büyüme plağı kırıklarında kullanıldığı ilk çalışmadır. Genelde niteliksel sonuçlar üzerinden çalışma sonuçları bildirilirken, ilk defa sayısal veriler üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın kısıtlılığı; izlem süresinin yeterince uzun olmamasıdır. Büyüme kırıkdağı yaralanmalarında kesin komplikasyon oranlarını belirlemek için tüm olgularda iskelet olgunlaşmasının beklenmesi gerekmektedir.

Çocukluk çağında oluşan tibia alt uç büyüme plağı yaralanmaları gelişebilecek komplikasyonları sebebiyle ciddi yaralanmalardır, bu yüzden yakın ve iskelet olgunlaşmasına kadar izlem gerektirirler. Komplike olguların azaltmak için olguların ameliyata alınma süreleri kısa tutulmalı, zorlu tekrarlayan redüksiyon manevralarından kaçınılmalı, büyüme plağına en az zarar verecek şekilde ve genelde düz K-telleri ile tespit yapılmalı ve eklem içi kırıklar olduğu için anatomik redüksiyon elde edilmelidir.

### KAYNAKLAR

1. Price CT, Flynn JM. Management of fractures. In: Morrissy RT, Weinstein SL, editors. Lovell and Winter's pediatric orthopaedics. 6th ed. Lippincott: Williams&Williams; 2005. p. 1505-10.
2. Nenopoulos SP, Papavasiliou VA, Papavasiliou AV. Outcome of physeal and epiphyseal injuries of the distal tibia with intra-articular involvement. J Pediatr Orthop 2005;25:518-22.
3. Gönc U, Kayaalp A. Ankle fractures in children and adolescents. Acta Orthop Traumatol Turc 2004;38:127-37.

4. Dias LS, Tachdjian MO. Physeal injuries of the ankle in children: classification. *Clin Orthop Relat Res* 1978;136:230-3.
5. Devalentine SJ. Epiphyseal injuries of the foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg* 1987;4:279-310.
6. de Sanctis N, Della Corte S, Pempinello C. Distal tibial and fibular epiphyseal fractures in children: prognostic criteria and long-term results in 158 patients. *J Pediatr Orthop B* 2000;9:40-4.
7. Landin LA, Danielsson LG. Children's ankle fractures. Classification and epidemiology. *Acta Orthop Scand* 1983;54:634-40.
8. Rohmiller MT, Gaynor TP, Pawelek J, Mubarak SJ. Salter-Harris I and II fractures of the distal tibia: does mechanism of injury relate to premature physeal closure? *J Pediatr Orthop* 2006;26:322-8.
9. Kling TF Jr, Bright RW, Hensinger RN. Distal tibial physeal fractures in children that may require open reduction. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:647-57.
10. Spiegel PG, Cooperman DR, Laros GS. Epiphyseal fractures of the distal ends of the tibia and fibula. A retrospective study of two hundred and thirty-seven cases in children. *J Bone Joint Surg [Am]* 1978;60:1046-50.
11. Cass JR, Peterson HA. Salter-Harris Type-IV injuries of the distal tibial epiphyseal growth plate, with emphasis on those involving the medial malleolus. *J Bone Joint Surg [Am]* 1983;65:1059-70.