



# Çocuklarda diz çevresi kırıklarında tedavi yaklaşımları

## Treatment approaches for fractures around the knee in children

Haluk Ağuş

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Çocukların diz çevresi ağırlıklı olarak kıkırdak yapıdadır. Kıkırdak yapının travmatik kuvvetlere direnci bağlardan zayıf olduğundan çocuklarda diz yaralanmaları daha ziyade büyüme plağı yaralanmaları ve kopma kırığı olarak görülürler. Femur alt uç ve tibia üst uç epifiz ve metafiz yaralanmaları, diz içi osteokondral kırıklar, patella kırıkları, tibiyanın dikenli ve tüberkülünün kırıkları en sık rastlananlardır. Yaralanma sonrası dizi şiş ve ağrılı olup hareketleri kısıtlı olan çocukta aksi kanıtlanmadıkça kıkırdak yapının yaralanabileceği akılda tutulmalıdır. Tanıda direkt grafiler esas olmakla birlikte özellikle kıkırdak yaralanmasından şüphelenilen olgularda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yol gösterici olur. Epifiz ve eklem içi kırıkların çocuğun büyüme potansiyelini ve eklem işlevlerini olumsuz etkilemeyecek şekilde uygun yerleştirilmeleri ve sınırlı girişimsel yöntemlerle uygun tespitleri tedavinin esasını oluşturur. Kirschner telleri ve vidalar sık kullanılan tespit araçlarıdır. Damar sinir yaralanmaları ve kompartman sendromu erken dönem komplikasyonlarıdır. Eklem sertliği, büyüme potansiyelinin olumsuz etkilenmesi nedeniyle uzunluk sorunları ve açısız şekil bozuklukları ile kopma kırıklarına bağlı olarak eklem gevşekliği başlıca geç dönem komplikasyonlarıdır.

**Anahtar sözcükler:** çocuk diz; tibia dikenli; tibia tüberküli; osteokondral kırık

The structure of pediatric knee region is mostly cartilaginous. Although the resistance of cartilage to traumatic forces is weaker than the ligaments and tendons, pediatric knee injuries are generally occur as epiphyseal and avulsion fractures. Distal femur and proximal tibial epiphyseal and metaphyseal injuries, intraarticular osteochondral fractures, fractures of patella, tibial eminentia and tibial tubercule fractures are common fractures around knee in children. One should suspect an osteochondral fracture if the knee of a child becomes swollen and painful with limited range of motion after the injury. Most of the injuries are diagnosed with plain radiographs but MRI is gold standart for visualizing the occult injuries and osteochondral fractures. Epiphyseal and intraarticular fractures require accurate reduction and stable fixation with minimal invasive methods to minimize the growth disturbance and articular dysfunction. Kirschner wires and screws are commonly used implants for fixation. Neurovascular injuries and compartment syndrome are early complications. Joint stiffness, growth disturbances that may cause leg length discrepancy, angular deformities and joint laxity as a result of avulsion fractures are main late complications.

**Key words:** pediatric knee; tibial eminentia; tibial tubercule; osteochondral fracture

Çocuklarda diz çevresi yaralanmalarının önemi gelişebilecek komplikasyonların ciddi sorunlara yol açabilme olasılıklarından ileri gelir. Diz çevresi vücudun en hızlı büyüyen bölgesidir ve büyüme plaklarının zarar görmesi büyüme potansiyelini olumsuz etkileyerek ciddi büyüme bozukluklarına yol açabilir.<sup>[1,2]</sup> Ayrıca bu yaralanmalar genellikle yüksek enerjili kuvvetlerle olduğundan diz çevresiyle yakın komşulukları olan damar, sinir yapıları da tehlike altındadır ve bu yapıların yaralanmaları hâlinde ciddi sorunlarla karşılaşmak mümkündür.

### FEMUR ALT UÇ KIRIKLARI

Bu yaralanmalar femur alt ucunun metafiz ve epifiz yaralanmalarını içerir. Çocuk kırıklarının %1'ini, büyüme plağı yaralanmalarının %1-6'sını oluştururlar ve genellikle adölesan çağının yaralanmaları olarak görülürler.<sup>[3,4]</sup> Femurun alt uç epifiz vücudun en büyük, en hızlı büyüyen epifizidir ve yaklaşık olarak femur büyümesinin 2/3'ünden, alt uzvun tüm büyümesinin 1/3'ünden sorumludur. O nedenle bu epifizin yaralanmaları uzuvda ciddi şekil bozukluğu ve kısalık sorunlarına yol açabilir.<sup>[5]</sup>

**İletişim / Contact:** Prof. Dr. Haluk Ağuş • **E-posta / E-mail:** halukagus@yahoo.com

**ORCID ID:** Haluk Ağuş, 0000-0003-2831-3642

**Geliş / Received:** 1 Ağustos 2023 • **Revizyon / Revised:** 1 Şubat 2024, 20 Mart 2024 • **Kabul / Accepted:** 24 Mart 2024

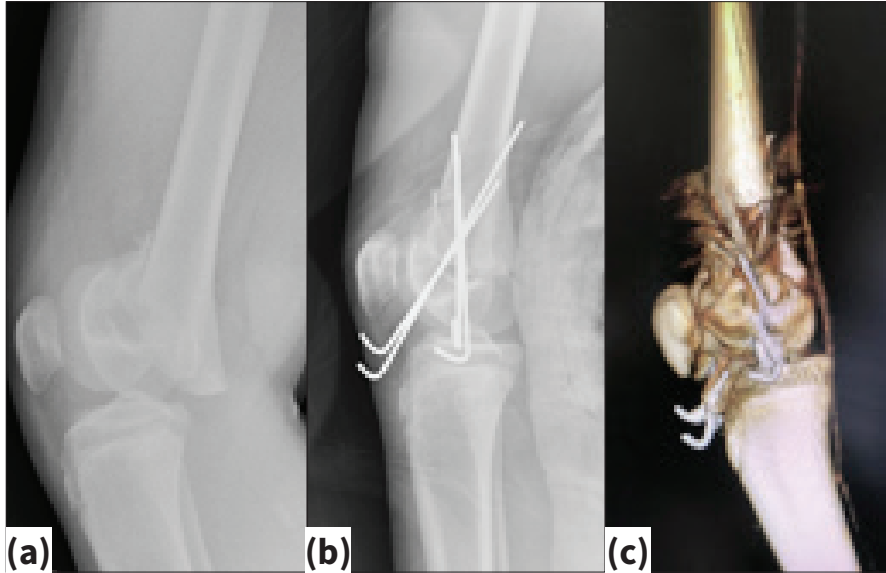
Femur alt uç büyüme plağı düz bir hat olarak değil fakat dört ayrı kadran hâlinde kıvrımlar göstererek femur metafizine bağlıdır. Bu birleşme oldukça sağlam bir yapı oluşturduğundan bu epifizin yaralanmaları genellikle yüksek enerjili kuvvetler neticesinde oluşur. Anatomik yapıdaki bu özellik ve yüksek enerjili yaralanmalar olmaları nedeni ile büyüme potansiyelinin olumsuz etkilenmesi bu yaralanmalarda sık olarak izlenir.

Yaralanma mekanizması değişkendir ve kısmen çocuğun yaşına bağlıdır. Yeni doğanda bu yaralanmalar enderdir ve doğum travması neticesinde veya hırpalanmış çocuk sendromunda görülebilirler. Olgunun dört yaşından küçük olması ve tedavi için geç getirilmesi, yaralanmayı açıklayacak bir mekanizmanın olmaması, küçük metafiz köşe kırıklarının saptanması hırpalanmış çocuk olasılığını hatırlatmalıdır.<sup>[6]</sup>

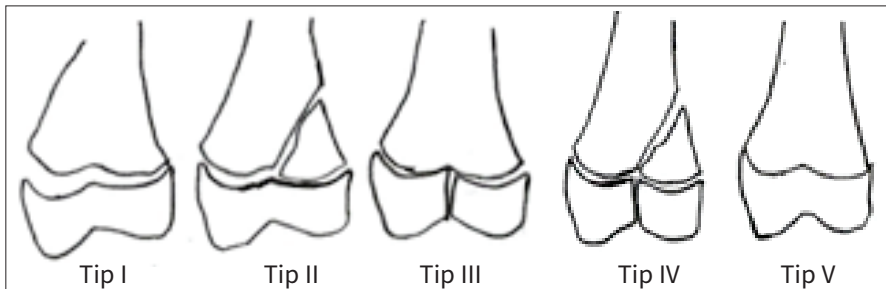
Üç-on yaş grubunda yüksekte düşme ve trafik kazaları, genç erişkinlerde ise spor yaralanmaları neticesinde oluşan yaralanmalar sıktır.<sup>[7-9]</sup> Genç erişkinlerde özellikle spor yaralanmalarında dize yandan gelen kuvvetler neticesinde büyüme plağının yaralanmalara olan direnci, diz yan bağlarından düşük olduğu için özellikle valgus yaralanmaları görülür. Yaralayıcı kuvvet önden gelip femur cisminin arkaya, distal femur epifizinin öne ve kuadriseps kasının çekmesi ile ekstansiyona gelmesi ile hiperekstansiyon tipi yaralanmalar görülür. Bu tip yaralanmalarda femur cisminin kırık ucu popliteadaki yumuşak dokuların içine doğru yer değiştirdiğinden popliteal damarlar, peronealis communis siniri ve tibialis posterior sinirinin yaralanabileceği akıldan tutulmalıdır (Şekil 1).

Sınıflamada genellikle Salter-Harris sınıflaması kullanılır (Şekil 2). Tip I ve II yaralanmalar daha sık görülür. Bu yaralanmalarda distal parçanın yer değiştirdiği yönde periost sağlamdır ve kırığın yerleştirilmesine yardımcı olabilir. Tip III ve tip IV kırıklar eklem içi kırıklardır. Tip V kırıklar ender görülürler ve tanıları yaralanma sonrası değil ancak gelişen büyüme bozukluklarının saptanabileceği ileriye dönük uzun süreli yakın izleme ile konur. Femur kondillerinin koronal düzlemdeki kırıkları Hoffa kırığı olarak adlandırılır ve daha ziyade genç erişkinlerde görülür.<sup>[10]</sup>

Üç-on yaş grubunda yüksekte düşme ve trafik kazaları, genç erişkinlerde ise spor yaralanmaları neticesinde oluşan yaralanmalar sıktır.<sup>[7-9]</sup> Genç erişkinlerde özellikle spor yaralanmalarında dize yandan gelen kuvvetler neticesinde büyüme plağının yaralanmalara olan direnci, diz yan bağlarından düşük olduğu için özellikle valgus yaralanmaları görülür. Yaralayıcı kuvvet önden gelip femur cisminin arkaya, distal femur epifizinin öne ve kuadriseps kasının çekmesi ile ekstansiyona gelmesi ile hiperekstansiyon tipi yaralanmalar görülür. Bu tip yaralanmalarda femur cisminin kırık ucu popliteadaki yumuşak dokuların içine doğru yer değiştirdiğinden popliteal damarlar, peronealis communis siniri ve tibialis posterior sinirinin yaralanabileceği akıldan tutulmalıdır (Şekil 1).



**Şekil 1.a-c.** Distal nabız olmayan hastanın diz lateral grafisinde femur distal epifiz yaralanması (a), redüksiyon ve fiksasyon sonrası çekilen diz lateral grafi (b), distal nabızları olan hastanın bilgisayarlı tomografi anjiyografisinde popliteal arter ile kırık ilişkisini gösteren kesiti (c).



**Şekil 2.** Epifiz yaralanmalarında sıklıkla kullanılan Salter-Harris sınıflamasının femur alt uç epifiz yaralanmalarındaki şematik görünümü.

Klinik bulgular yaralanmanın şiddeti ve kırığın yer değiştirme miktarı ile orantılıdır. Ağrı, hassasiyet, basamama, yumuşak doku şişliği eklemde sıvı veya kan birikmesi, şekil bozukluğu ve bazen krepitasyon saptanabilir. Hamstring spazmı nedeni ile diz genellikle fleksiyondadır. Hasta uzvuna yük veremez. Yer değiştirme genellikle hiperekstansiyon ve valgus şeklindedir. Distal parçanın yer değiştirdiği hiperekstansiyon yaralanmaları damar sinir yapılarının bütünlüğü açısından değerlendirilmelidir.<sup>[11]</sup>

Olguların çoğunda iki yönlü direkt röntgen grafileri tanı için yeterli olur. Oblik grafiler az yer değiştirmiş tip III kırıkların değerlendirilmesinde yararlı olabilir. Şişlik, ağrı ve dengesizlik saptanmış dizlerde zorlamalı grafiler tanıda yardımcı olabilir de uygulama sırasında hastanın gerekli analjezi sağlanıp kas spazmı aşılmalıdır. Zorlamalı grafi incelemesi yapılacaksa aşırı zorlama yapıp yaralanma derecesini arttırmamaya dikkat edilmelidir. Özellikle eklem içi olan yaralanmalarda ve şüphede kalınan olgularda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) incelemesi gerekir. Bu sayede kırığın ve varsa eşlik eden bağ yaralanmalarının ve osteokondral kırıkların daha iyi değerlendirilmesi mümkün olur.<sup>[12,13]</sup>

Distal femur metafiz kırıklarının tedavisinde kapalı veya açık yerleştirme sonrasında perkütan çivilemeyle açık yerleştirme ve içten tespit en sık kullanılan tedavi yöntemleridir. Eksternal fiksator ağır yumuşak doku hasarlı yaralanmalar, açık kırıklar ve çoklu yaralanması olan olgulara uygulanır. Açık yerleştirme ise kapalı olarak yerleştiremeyen veya çok parçalı kırıklarda tercih edilir. İçten tespit çapraz telleme veya köprülü plaklama gibi yöntemlerle sağlanmalıdır (Şekil 3).

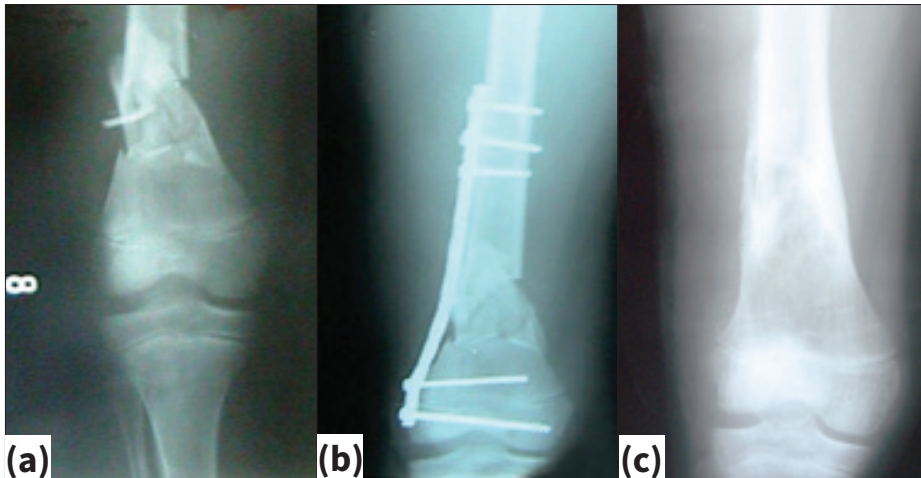
Bu kırıklar genç erişkinlerde sık görüldüğünden yeniden şekillenme oranları düşüktür ve bu nedenle yerleştirilmeleri mümkün olduğunca anatomik olmalıdır.

Yerleştirme sonrası kabul edilebilir açılanma oranı hastanın yaşına bağlıdır. On yaşın altında 20°'den, 10 yaşın üzerinde ise 10°'den fazla açılanma kabul edilmemelidir.

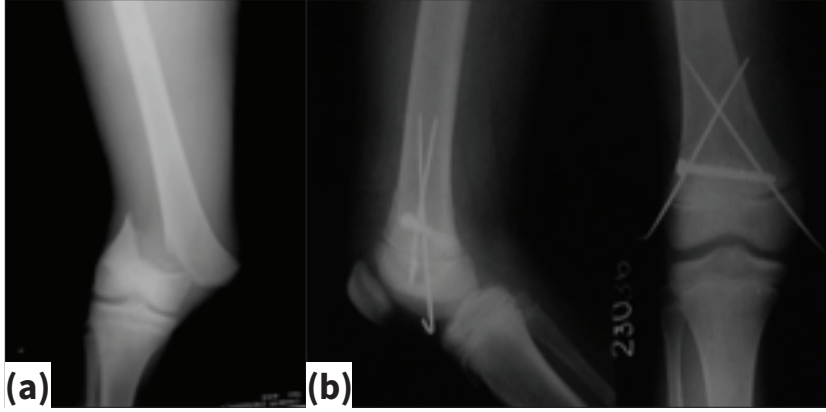
Distal femur epifiz yaralanmalarından yer değiştirmemiş tip I ve tip II kırıklar konservatif olarak tedavi edilebilirler. Diz üstü alçı tespiti genellikle yeterli olursa da uyumsuz hastalarda pelvi pedal alçı tespiti uygulanmalıdır.<sup>[7,14]</sup> Konservatif olarak tedavi edilen kırıklarda yerleştirmenin bozulmasının erken tanısı için haftalık radyolojik izlem gereklidir.

Yer değiştirmiş tip I ve tip II kırıklarla tüm tip III ve tip IV kırıklar anestezi altında kapalı yerleştirme ve perkütan çivilemeyle tespit edilebilirler. Yerleştirme anestezi altında yapılmalıdır. Tip I ve tip II kırıklar için distal parçanın kaydığı yöndeki periost sağlam olduğundan traksiyon uygulanıp distal parça aksi yöne doğru kaydırılarak uygun yerleştirme elde etmek mümkündür. Tip III ve tip IV kırıkların yerleştirilmesinde perkütan olarak kullanılacak yerleştirme pensi veya distal parçadan geçirilecek bir Kirshner (K) teli yerleştirmeyi kolaylaştırabilir.

Uygun yerleştirme sağlandıktan sonra tip I ve tip II kırıklar çapraz K telleri ile perkütan olarak tespit edilirler (Şekil 4). Tip III ve tip IV kırıkları ise büyüme plağını geçmeyen distal parçanın bulunduğu taraftan uygulanacak transvers K telleri veya perkütan olarak uygulanabilecek kanallı spongiöz vidalarla tespit etmek mümkündür. Yerleştirme ve tespit aşamaları skopiyle kontrol edilmelidir. Gerekli tespit ve denge sağlandıktan sonra diz 20°-30° fleksiyonda diz üstü alçı tespiti uygulanır. K telleri dört hafta sonunda çekilirler ve altı hafta sonunda alçı çıkartılarak rehabilitasyona başlanır.



**Şekil 3.a-c.** Sağ femur distal metafiz parçalı kırığını gösteren ön-arka grafi (a), kırığın köprü plaklama tekniği ile tespiti sonrasında gösteren ön-arka grafi (b), epifizyodez etkisini önlemek için plak-vidanın erken çıkarılması sonrası ikinci yılda kırık iyileşmesini gösteren ön-arka grafi (c).



**Şekil 4.a,b.** Sağ femur distal tip II epifiz yaralanmasını gösteren diz ön-arka grafisi (a), redüksiyon sonrası perkütan K teli ve vida ile tespit edilmiş kırığın ameliyat sonrası ön-arka ve lateral grafisi (b).

Açık yerleştirme ve içten tespit kapalı olarak yerleştirilemeyen tip I ve tip II kırıklarla, eklem içi kırık olduklarından anatomik olarak yerleştirilmeleri gereken tip III ve tip IV kırıklara uygulanır (Şekil 4). Tip I ve tip II kırıklara yer değiştirme yönünün aksi yönünden yapılacak kesiyle yaklaşılır. Böylece zarar görmemiş periost korunur ve yerleştirmeyi engelleyen bir yumuşak doku sıkışmasını görmek mümkün olabilir. Tespit çapraz K telleriyle sağlanır.

Tip III kırıklar için ise distal parçanın bulunduğu yere göre anteromedial veya anterolateral kesi yapılır. Anatomik yerleştirme sağlandıktan sonra tespit büyüme plağını geçmeyen yatay olarak epifizden geçen kansellöz vidalarla sağlanır.

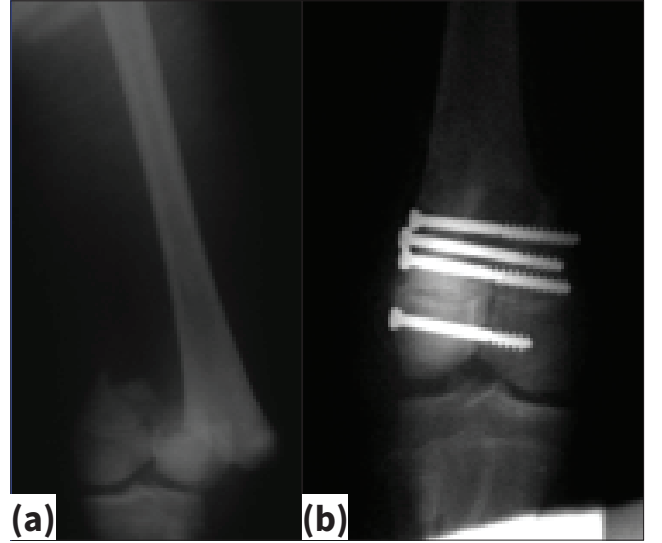
Tip IV kırıklar için ise metafiz parçasının olduğu taraftan kesi yapılmalıdır. Uygun yerleştirme sağlandıktan sonra metafiz parçasından konulacak ve büyüme plağını geçmeyen iki adet kansellöz vidayla tespit sağlanır. Tespit yeterince dengeli değilse epifizden yatay olarak konulacak kansellöz vida ile denge artırılır (Şekil 5).

Açık yerleştirme ve tespit sonrasında altı hafta süre ile uzun bacak alçısı uygulanır. Bu süre sonunda alçı çıkarılıp diz hareketlerine başlanır. Yük vermek için kırığın tam olarak iyileşmesi beklenmelidir.

Çocuklardaki femur alt uç yaralanmalarının erken dönem komplikasyonları damar sinir yaralanması, bağ ve menisküs yaralanmaları, kırığın yer değiştirilmesi ve hareket kısıtlılığıdır.<sup>[9]</sup>

Femur alt uç kırıklarında damar yaralanması ve kompartman sendromu %1 oranında görülür.<sup>[13]</sup> Peroneal sinir yaralanması ise %7 oranında saptanır. Damar yaralanmaları acil girişim gerektirmekle birlikte peroneal sinir yaralanmaları üç ay içinde iyileşir ve acil girişim gerektirmez.

Bu yaralanmalarla birlikte görülebilecek menisküs ve bağ yaralanmalarının kırık tedavisi sırasında değil ancak



**Şekil 5.a,b.** Sağ femur alt uç tip IV epifiz yaralanmasını gösteren ön-arka grafi (a), kırığın açık yerleştirme ve büyüme plağını geçmeyen vidalarla tespiti sonrasında gösteren ön-arka grafisi (b).

kırık iyileştikten sonra değerlendirilmeleri önerilmektedir.<sup>[7,12,15]</sup>

Yer değiştirmesi veya tanısı 7-10 gün sonra konmuş tip I ve tip II epifiz kırıklarında büyüme kırıkdağının daha fazla zarar görmemesi için yerleştirilmeye çalışılmaması ve yanlış kaynamanın kabul edilerek yeniden şekillenmenin beklenmesi gerekir.<sup>[16]</sup> Gelişebilecek şekil bozukluğunu çocuğun yaşı da göz önünde tutularak epifizyodez veya osteotomi ile düzeltmek mümkün olabilir. Geç dönemde görülen en önemli komplikasyon büyüme bozukluğunun gelişmesidir. Bu soruna bağlı olarak şekil bozuklukları ve alt uzvun uzunluk eşitsizliği gelişebilir. Çocuğun yaşının küçük olması, yüksek enerjili yaralama ve kırık parçanın yer değiştirme oranının aşırılığı bu komplikasyonun gelişmesine doğrudan etkilidir.

Şekil bozukluğu ve uzunluk farkının gelişip gelişmediği altı aylık aralarla yapılan klinik kontrollerle izlenmelidir. Bu izlemlerde radyolojik olarak saptanacak Harris çizgileri önemlidir. Harris çizgisi iki düzlemde de görülebilen metafizer çizgilerdir ve yaralanmadan sonra büyümenin durakladığının belirtisidir. Yaralanma sonrası Harris çizgileri metafize paralel olarak saptanması büyümenin normal olarak devam ettiğinin göstergesidir.<sup>[9]</sup>

İlerleyici şekil bozukluğu yanlış kaynama veya bölgesel olarak gelişmiş kemik köprünün büyümeyi olumsuz olarak etkilemesinden kaynaklanabilir. Yanlış kaynama neticesi oluşmuş şekil bozukluğunu osteotomi veya hemiepifizyodez ile düzeltmek mümkün olabilir. İlerleyici şekil bozukluğu ise büyüme bozukluğuna yol açan kemik köprünün çıkarılması, osteotomi ve sağlam büyüme plağına uygulanacak epifizyodezle tedavi edilebilir. Kemik köprünün çıkarılmasının etkili olması köprünün alanının büyüme plağı alanının %50'sinden az olması ve hastanın en az iki yıldan fazla büyüme potansiyelinin olmasına bağlıdır.<sup>[17,18]</sup> Çevresel kemik köprünün çıkarılmasının sonuçları merkezi olanlara oranla daha etkili olmaktadır. Kemik köprü sağlam büyüme kırıkdağına gelene kadar yüksek hızlı oyuncuyla törpülenerek çıkarılır ve oluşan boşluk kemik köprünün tekrar oluşmasını engellemek için çeşitli biyolojik maddelerle (otolog yağ dokusu, kemik çimentosu) doldurulur. Büyümeyi izlemek için epifiz ve metafize metal işaretler konur. Varus ve valgus şekil bozukluğu 20°'den fazla ise kemik köprünün çıkarılmasıyla birlikte düzeltici osteotomi de yapılmalıdır.<sup>[17,18]</sup>

Femur alt uç kırıklarında diz ekleminde izlenecek hareket kısıtlılığının en baştaki etkeni uzun süreli tespit neticesinde oluşan kas kontraktürleri ve eklem içi yapışıklıklardır. Dışarıdan alçı veya çapraz tellerle yapılacak tespit 4-6 haftayı aşmamalı ve bu süre sonunda aktif ve pasif eklem hareketlerine başlanmalıdır. Kırık, egzersiz dönemleri dışında kırık iyileşmesi tamamlanana dek 4-6

hafta süre ile alçı ateli veya orteze dıştan tespit edilmelidir.<sup>[9]</sup>

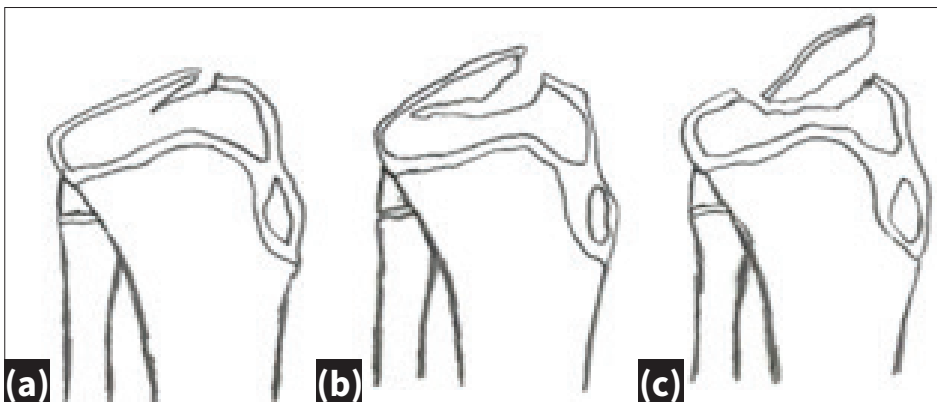
### TİBİA DİKENİ (EMİNENSİYA) KIRIKLARI

Ön çapraz bağın yapışma yeri olan tibia dikenini kırıkları genellikle bağın aşırı gerilmesine neden olan dizin hiperekstansiyon, hiperfleksiyon veya rotasyon güçleri neticesi oluşurlar. Erişkinlerde ön çapraz bağın kopmasına neden olacak güçler tibia dikenini çocuklarda tam kemikleşmediğinden çocuklarda kırığa neden olurlar. Bu kırıklar 5-15 yaşlar arasında ve genellikle bisikletten düşme neticesinde görülürler.

Meyers ve McKeever sınıflaması kullanılır (Şekil 6).<sup>[19]</sup> Tip I kırıklarda ön kenarda hafif ayrışma, tip II kırıklarda arka tarafa menteşe gibi bağlı olacak şekilde ön tarafın ayrılması ve tip III kırıklarda tamamen ayrışma mevcuttur. Kırık parçanın parçalı olması durumu ise tip IV kırık olarak sınıflanmıştır.<sup>[20]</sup>

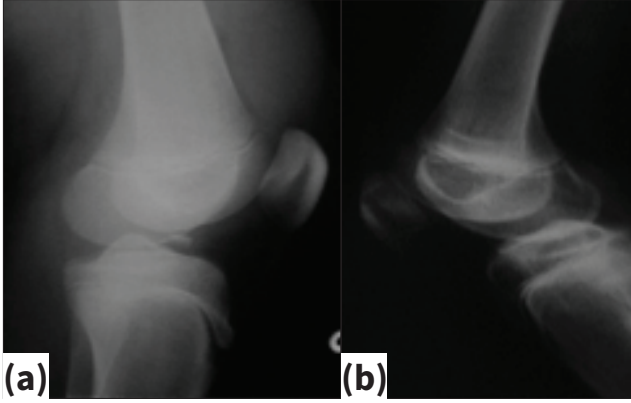
Fizik muayenede ağrı, hassasiyet ve dizde hemartrozun neden olduğu şişlik vardır. Diz hareketleri kısıtlıdır. Direkt radyografi ve özellikle yan diz grafisi tanı koydurucudur. Şüpheli durumlarda bilgisayarlı tomografi (BT) ve MRG yaralanmanın daha ayrıntılı değerlendirilmesine yardımcı olur.

Tip I kırıklar konservatif olarak tedavi edilirler.<sup>[21]</sup> Diz 10°-20° fleksiyonda 4-6 haftalık diz üstü silindirik alçı tespitine alınır. Yerleştirilemeyen tip II, tüm tip III ve tip IV kırıklara cerrahi tedavi uygulanmalıdır.<sup>[21]</sup> Cerrahi girişim cerrahın deneyimine bağlı olarak doğrudan veya artroskopik yardımla beraber sınırlı kesilerden yapılır (Şekil 7). Kırık parçalar çevresel olarak emilebilen, epifiz periferinden çıkan veya büyüme plağını geçen dikişler, ince teller veya mini vidalarla tespit edilir.<sup>[22]</sup> Kırık parça yatağa iyice oturtulmalı ve erken rehabilitasyona izin verecek şekilde tespit edilmelidir. Tedavi sonunda ekstansiyon kaybı ve



Şekil 6.a-c. Tibia dikenini kırıklarının Meyers McKeever sınıflandırması. Tip 1, ayrışma göstermeyen kırık (a), tip 2, kırık parçanın ön kısmı ayrışmış ancak arka kısım ayrılmamış (b), tip 3, kırık parça tam olarak ayrılmış (c).





**Şekil 7.a-b.** Tip 3 tibia dikenini kırığı gösteren diz lateral grafisi (a), artroskopik olarak kırık redüksiyonu ve çevresel dikişle tespit sonrası ameliyat sonrası birinci yıl diz lateral grafisi (b).

bir miktar bağ dengesizliği görülebilirse de bu durum klinik sonucu çok etkilemez.<sup>[23,24]</sup>

### OSTEOKONDRAL KIRIKLAR

Genç erişkinlik döneminde izlenir. Fleksiyon hâlindeki dize gelen doğrudan travma veya travmatik patella çıkığı sonucu oluşan makaslama güçleri neticesinde oluşurlar.<sup>[13]</sup>

Dize olan doğrudan travma veya patella çıkıklarından sonra da sık görülürler.<sup>[25,26]</sup> Akut travmatik patella çıkığı olgularında aksi ispatlanana kadar osteokondral kırık olasılığı akılda tutulmalıdır. Şiş ve hareketleri kısıtlı olan dizde ponksiyon sıvısında yağ parçacıklarının görülmesi osteokondral kırığı düşündürmelidir. Kıkırdak parçanın büyüklüğüne bağlı olarak direkt radyolojik incelemeyle tanı zor olabilir. Manyetik rezonans görüntüleme tanıda altın standarttır.<sup>[27,28]</sup>

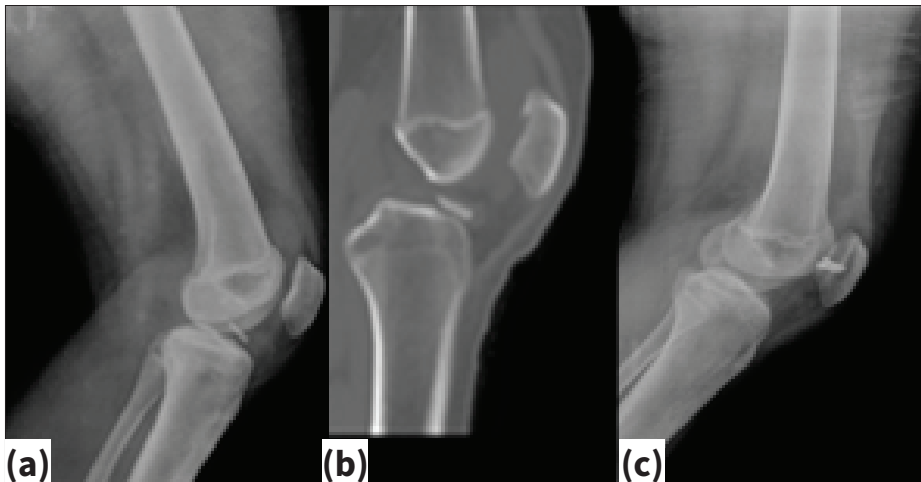
Tedavi genellikle cerrahidir.<sup>[25]</sup> Yük taşımayan yüzeylerin küçük parçaları artroskopik olarak çıkarılabilir. Yük taşıyan yüzeylerin kırıkları ise tespit edilmelidir. Tespit için mini AO veya Herbert vidaları, K telleri, eriyen vidalar veya fibrin yapıştırıcılar kullanılır (Şekil 8).<sup>[22,26,29-32]</sup> Kırık travmatik patella çıkığı sonucu oluşmuşsa çıkığın tekrarlamasını önlemek için kırık tespit edilirken medial retinakulum ve patella femoral bağda onarılmalıdır. Tespit sonrasında diz cihazlanır ve kırık iyileşene kadar yük verme engellenir.

### PATELLA KIRIKLARI

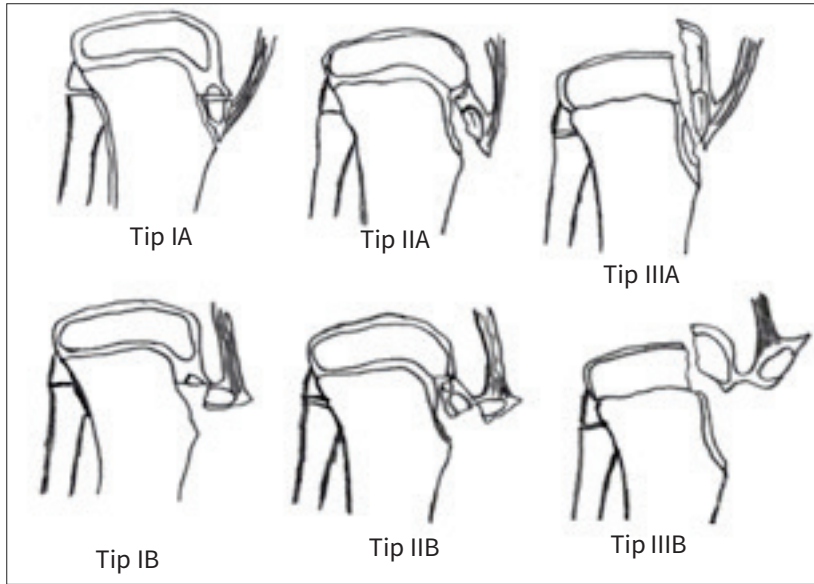
Patella çocuklarda kıkırdak yapıda ve çok hareketli olduğundan erişkinlerde sık görülen parçalı ve transvers patella kırıkları çocuklarda ender izlenir. Çocuklara özgü patella kırığı eldiven tipi kopma kırığıdır. Bu kırıklar genellikle patellanın alt kutbunda oluşurlar ve kuadriseps kasının ani kasılmasına neden olan kuvvetli zıplama veya tekrarlayıcı gerilim kuvvetleri neticesinde oluşurlar.<sup>[33,34]</sup> Daha ziyade 8-12 yaşlarında görülürler.

Çocuğun dizi şiştir ve hareketleri ağrılıdır. Dizin aktif ekstansiyonu özellikle dirence karşı zordur. Palpasyonla patellanın üst veya alt kutbunda doku devamsızlığı bulunabilir.

Direkt grafiler genellikle tanı koydurucudur. Diz 30° fleksiyonda iken çekilen yan grafiyle patellanın yer değiştirme miktarı daha kolay saptanır. Klinik bulgular ve direkt grafiyle tanı konulamıyorsa MRG ve ultrasonografi (USG) tanıyı kesinleştirir.<sup>[22]</sup> Yer değiştirmemiş kırıklarda dizi altı hafta süreyle tam ekstansiyona almak yeterlidir. Üç milimetre (mm)'den fazla yer değiştirmiş transvers patella kırıkları erişkinlerinki gibi tedavi edilir. Eldiven tipi sıyrılma kırıkları ise anatomik olarak yerleştirildikten sonra periferik dikişlerle veya yeterli kemik doku varsa gergi bandı tekniğiyle tespit edilirler.<sup>[35]</sup>



**Şekil 8.a-c.** Patella kemiğinde deplase osteokondral kırığı gösteren diz lateral grafisi (a) ve BT sagittal kesit (b), osteokondral kırığın vida ile tespitini gösteren diz lateral grafisi (c).



Şekil 9. Tibia tüberkülünün kopma kırıklarının sınıflaması.

### TİBİA TÜBERKÜLÜ KIRIKLARI

Tibianın tüberkül kırıkları ender kırıklardır ve çocuk kırıklarının %0,4-%2,7'sini oluştururlar.<sup>[36]</sup> Tibia tüberkülü tibia üst uç büyüme plağının öne ve distale uzanımıdır. Tibia tüberkülünün büyüme plağı 7-9 yaşlarına kadar fibröz kıkırdak yapısında olduğundan çekme güçlerine daha dayanıklıdır ancak bu yaştan sonra normal büyüme kıkırdağının kolonlu yapısına dönüştüğünden bu direnci düşer. O nedenle tüberkül kırıkları genellikle 12-17 yaşlarında ani atlama ve zıplamayı gerektiren spor aktiviteleri neticesi oluşurlar.<sup>[37]</sup>

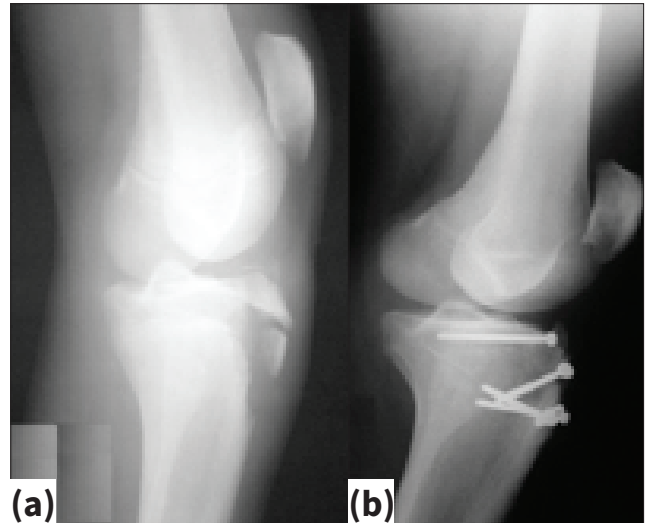
Fizik bakıda şişlik, kırık bölgesinin duyarlılığı ve dizin ekstansiyonunda sınırlılık vardır. Kırık eklem içine uzanıyorsa hemartroz olabilir. Lateral radyografi tanı koydurucudur. Tibia tüberkülü orta hattın lateralinde yer aldığından lateral grafi hafif internal rotasyonda çekilirse kırık daha kolay saptanır. Yaralanmanın eklem içi tutuluş ve eşlik eden yumuşak doku yaralanmaları BT ve MRG ile değerlendirilmelidir.

Radyolojik veriler Ogden sınıflamasına göre değerlendirilir (Şekil 9).<sup>[38]</sup> Tip I'de tüberkül distalinden ayrılmıştır ve kırık hattı kemikleşme merkezinden geçer. Tip Ia'da minimal ayrılma, tip Ib'de distal parçanın metafizer ayrılması vardır. Tip II'de kemikleşme merkezi metafizden ayrılmıştır. Tip IIa'da kemikleşme merkezinde parçalanma yoktur, Tip IIb'de kemikleşme merkezi parçalanmıştır. Tip IIIb'de eklem içi uzanım vardır. Ayrılan parça tip IIIa'da parçalanmamış, tip IIIb'de ise parçalıdır.

Minimal deplase kırıklarda diz ekstansiyondayken uygulanan 4-6 haftalık uzun bacak alçısı yeterlidir. Tip II ve tip III kırıklar cerrahi olarak tedavi edilirler.<sup>[38-40]</sup> Ayrılan

parça anatomik olarak yerleştirilmelidir. Tespit kansellöz vidalar, K telleri, gergi bandı ve periost dikişleriyle yapılabilir. Tespitten sonra dizi tam ekstansiyonda tutacak 4-6 haftalık silindirik alçı uygulanır (Şekil 10).

Bu yaralanmanın erken komplikasyonu olarak anterior rekürren tibia arterinin yaralanıp tibianın ön kompartmanına olan kanama neticesi kompartman sendromu gelişebilir.<sup>[41,42]</sup> Özellikle tip II ve parçalı kırıklarda görülür. Geç komplikasyon olarak büyüme plağının erken kapanması neticesinde genu rekurvatum gelişebilir.<sup>[36]</sup> Hafif şekil bozukluklarında proksimal tibia epifizodezi, ağır şekil bozukluklarında ise tibia fleksiyon osteotomisi gerekebilir.



Şekil 10.a,b. Tip IIIb tibia tüberkül kırığını gösteren diz lateral grafi (a), kırık metafiz ve epifizden geçen vidalarla tespiti gösteren diz lateral grafi (b) (Ali Biçimoğlu'nun izni ile).

## TİBİA ÜST UÇ BÜYÜME PLAĞI YARALANMALARI

Tibia üst uç epifiz yaralanmaları çocuklarda epifiz yaralanmalarının %2'sini oluşturur.<sup>[3]</sup> Diz yaralanmalarının çocuklarda sık olmasına rağmen büyüme plağı yaralanmalarının ender olması tibia üst uç epifizinin bazı anatomik yapılarca korunur olmasıyla açıklanır.<sup>[43]</sup> Tibia tüberkülünün metafiz parçası ön tarafta, fibula başı lateralde ve semitendinöz tendonu posteromedialdeki başlıca koruyucu anatomik yapılardır.

Tibia üst uç büyüme plağı kadınlarda daha erken olmak üzere 15-17 yaşlarında arkadan öne doğru kapanır. Bu büyüme plağının aktivitesi ile tibia uzunluğunun 1/2'si ve alt uzuv uzunluğunun 1/4'ü oluşur.<sup>[2]</sup> O nedenle büyüme aktivitesini olumsuz olarak etkileyecek yaralanmalar ciddi kısıklık ve şekil bozukluklarına yol açabilir. Oluşacak sorunun ciddiyeti yaralanma yaşı küçüldükçe ve yaralanma şiddeti yükseldikçe artar.<sup>[9]</sup>

Popliteal arter, tibia üst uç epifizinin proksimaline çok yakın komşulukla soleus bandını geçip peroneal arter, posterior tibial arter ve anterior tibial arter olmak üzere üç dala ayrılır. Bu komşuluk nedeniyle özellikle tibia üst uç metafizinin arkaya doğru yer değiştirdiği hiperekstansiyon yaralanmalarında popliteal arterde gerilme veya yırtılmasına bağlı olarak damar yaralanması görülmeye olasıdır.<sup>[44]</sup>

Tibia üst uç epifiz yaralanmaları genellikle sabit dize çevresine uygulanan abduksiyon veya hiperekstansiyon kuvvetleri ile oluşur. Bu tür yaralanmalar genellikle spor aktiviteleri ve özellikle araç çarpması neticesinde meydana gelirler.<sup>[45-47]</sup>

Sınıflamada Salter-Harris sınıflaması kullanılırsa da kırık parçalarının yer değiştirme yönüne göre yapılacak sınıflama tedavi ve sorunların tanımlanmasına yardımcı olabilir (Şekil 11). Damar yaralanmaları genellikle hiperekstansiyon yaralanmalarında izlenir. En sık izlenen valgus yaralanmalarına ise fibula başı kırığı ve lateral metafiz kırığı eşlik edebilir. Fleksiyon tipi kırıklarda da epifizin ayrılması önden tuberositas tibianın ayrılması

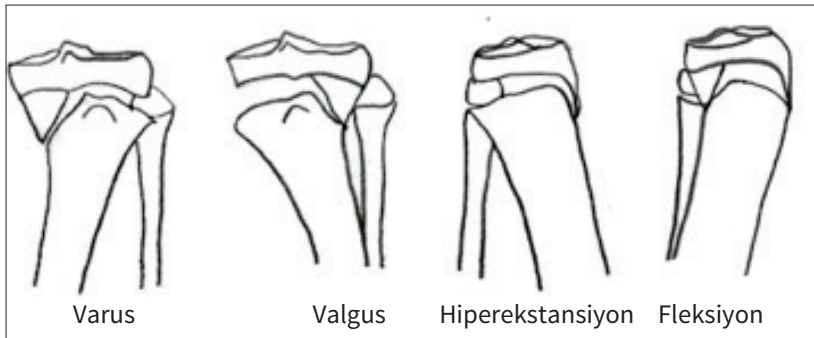
şeklinde başlayıp büyüme plağı boyunca arkaya doğru devam eder ve sık olarak genç erişkinlerde görülür. Bu bölgenin tibianın üst uç epifizinin asimetrik kemikleşmesine bağlı olarak ayak bileğinde olduğu gibi üç düzlemlilik kırıkları da tanımlanmıştır.<sup>[48,49]</sup>

Lateral tibia kondilinin 2 tip kopma kırığıda tanımlanmıştır.<sup>[50]</sup> Segond kırığı olarak tanımlanan tipte parça intraepifizeldir ve eklem yüzü ile büyüme plağı arasından kopmuştur. Genellikle lateral eklem kapsülü ve ön çapraz bağ yaralanmasıyla birlikte dir. Kopma kırığının diğer tipi ise eklem yüzü ve büyüme plağını içerecek şekilde Gerdy tüberkülünün kırığıdır.<sup>[50]</sup>

Klinik olarak dizde ağrı, şişlik, hareket kısıtlılığı ve yüklenememe vardır. Tibia üst uç yaralanmalarında ayrıntılı damar sinir bakışı yapılmalı ve kayıt altına alınmalıdır. Distal nabızlarla posterior tibial ve peroneal sinirlerin fonksiyonları kontrol edilmelidir. Akut iskemi bulgularının varlığında kırığın acil yerleştirilmesi yapılmalı, bulgular yerleştirmeden sonra da devam ediyorsa damar yaralanmasına hemen müdahale edilmelidir. Yerleştirmeden sonra var olmayan nabızların geri dönmesi ve iskemi bulgularının kaybolması olgunun birkaç gün yakın izlenmesini gerektirir.

İki yönlü tibia üst uç grafileri tanı için genellikle yeterli olur. Klinik bulguları bulunan ancak grafileri normal görülen olgularda anestezi altında çekilecek zorlamalı grafilerle kesin tanı konabilirse de zorlama anında mevcut yaralanma derecesini arttırmamaya dikkat edilmeli ve hiperekstansiyon zorlaması yapılmamalıdır. Bilgisayarlı tomografi kırığın daha iyi tanınmasına, MRG ise büyüme plağı ve yumuşak dokuların ayrıntılı değerlendirilmesine yardımcı olabilir. Yaralanmadan sonra akut iskemi bulguları oluşmuşsa kırık hemen yerleştirilmelidir. Yerleştirilmeden sonra mevcut klinik bulgular gerilemiyorsa acil damar eksplorasyonu yapılmalıdır.

Yer değiştirmemiş tüm kırık tipleri ve yerleştirmeden sonra dengeli olan Salter-Harris tip I ve tip II kırıklar konservatif olarak diz üstü açılama ile tedavi edilebilirler.



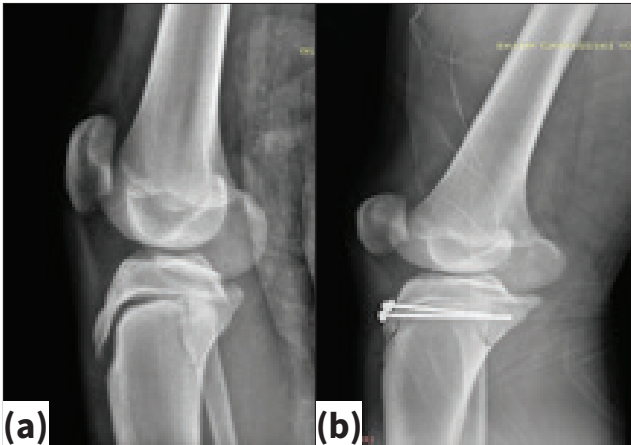
Şekil 11. Tibia üst uç epifizinin yaralanma mekanizmasına göre tanımlanması.



Kırık yerleştirilmesi oluş mekanizmasının aksi yönünde uygulanacak manevrayla sağlanır ve o konumda tespit edilirler. Dengeyi sağlamak için aşırı konumlardan sakınılmalıdır. Konservatif olarak tedavi edilen kırıklar kırığın olası bir yer değiştirmesini erken saptamak için ilk iki hafta iki kez radyolojik olarak kontrol edilmelidir. Dört-6 haftalık bir tespit yeterli olur ve sonra diz rehabilitasyonu programına geçilir.

Cerrahi tedavi yer değiştirmiş ve uygun tespit için aşırı pozisyon verilmesi gereken kırıklara uygulanır. Kapalı yerleştirme ve perkütan çivileme en sık uygulanan cerrahi yöntemdir. Yerleştirme tekniği kırık tipine bağlıdır. Sedatize edilmiş hastada uyluk bir asistan tarafından tespit edilirken uzunlamasına traksiyon uygulanıp bacak varus tipi kırıklar için valgusa, valgus tipi kırıklar için ise varusa getirilir. Yerleştirmenin uygunluğu skopiyle kontrol edildikten sonra kırık epifizi geçen yivsiz çivilerle tespit edilir. Diz 20°-30° fleksiyonda atellenir. Uzun 24-48 saat süreyle yükseltilir ve soğutulur. Bu süre zarfında düzenli damar sinir bakısı yapılmalıdır. Şişlik geriledikten sonra diz üstü silindirik alçı uygulanabilir. Kırık parçada metafiz parçası varsa bu parçadan perkütan olarak geçirilecek kanallı vidalar tespite yardımcı olabilirler (Şekil 12).

Açık yerleştirme, iki kez denemeye rağmen yerleştirilemeyen tip I ve tip II kırıklarla eklem bütünlüğünü sağlamak amacıyla yer değiştirmiş tip III ve tip IV kırıklara uygulanır. Damar onarımı yapılacaksa kırığa posterior kesi ile ulaşıp önce içten tespit yapılır. Kırık, büyüme plağını geçen yivsiz çivilerle tespit edilir. Tip III ve tip IV kırıklar büyüme plağını zedelememek amacıyla epifize yatay olarak yerleştirilen vidalarla tespit edilmelidirler. Tip III kırıklara eşlik eden yan bağ yaralanmalarının kırık



**Şekil 12.a,b.** Tibia üst uç epifizinin fleksiyon yaralanmasını gösteren diz lateral grafi (a), kapalı yerleştirme ve perkütan uygulanmış vidayla tespitini gösteren diz lateral grafi (b).

tespiti sırasında veya kırık iyileştikten sonra gerekirse onarılması konusunda görüş birliği yoktur.<sup>[15]</sup>

Tibia üst uç epifiz yaralanmalarının en ciddi sorunu damar sinir yaralanmalarıdır.<sup>[39]</sup> Ender görülür ancak ampütasyon dahil ciddi sorunlara yol açabilir. Damar yaralanmalarının tibia üst uç epifiz yaralanmalarında akılda tutulup erken tanı ve girişimde bulunulması önemlidir.

Tüm epifiz yaralanmalarında olduğu gibi bu epifiz yaralanmalarında da büyüme bozuklukları görülebilir. Çocuğun yaralanma yaşının küçük olması oranında ciddi kısıklık ve şekil bozukluğu görülür. Şekil bozukluğu hatalı kaynama neticesinde oluşmuşsa düzeltici osteotomi uygulanmadan önce yeniden şekillenme göz önünde tutulmalıdır. Sorunlar büyüme plağının tutulmasıyla meydana gelmişse oluşan şekil bozukluğu ve kısıklığı kemik köprünün çıkarılması, osteotomi ve uzatma uygulayarak tedavi etmek mümkün olabilir. Kemik köprü çıkarılmasının etkili olabilmesi için büyüme plağının %50'den az tutulması ve olgunun en az üç yıl büyüme potansiyelinin olması gerekir.<sup>[17]</sup>

### TİBİA ÜST UÇ METAFİZ KIRIKLARI

Üç-sekiz yaş grubunda siktir ve genellikle ekstansiyondaki dize lateralden gelen valgusa zorlayıcı kuvvetin etkisiyle oluşur. İç korteksin kırılıp lateral korteksin sağlam olduğu yeşil ağaç kırıkları veya az yer değiştirmiş kapalı kırıklar olarak görülürler.

Tedavide kapalı yerleştirme ve diz üstü açılama yeterli olur. Yerleştirmede valgus açılanması kabul edilmez. Valgus konumundaki yeşil ağaç kırığı varusa zorlanarak dış korteks kırıldıktan sonra bir miktar aşırı düzelmeye varusta açılmalıdır. Kapalı olarak yerleştirilemeyen kırıklarda yumuşak doku sıkışması düşünülüp açık yerleştirme ve K teli ile içten tespit uygulanır. Tespitten sonra gelişebilecek dolaşım sorunlarına karşı olgular yakından izlenmelidir.

Bu kırıkların en sık komplikasyonu tibiada izlenen nedeni tam olarak belirlenmemiş olan valgus şekil bozukluğudur. Şekil bozukluğunun ilerlemesi 12-18 aya kadar devam edebilir.

Gelişen valgus bozukluğu yaralanmadan sonra üç yıl içinde düzelir. Tedavide izlem önerilmektedir. Bu doğal gelişme ebeveynlerin ikna edilmesi zordur. Üç yıl izlenmesine rağmen düzelmeye saptanamayan 20° üzerinde valgus açılanması olan olgularda üst uç tibia epifizine medial epifizyodez veya düzeltici metafiz osteotomisi önerilmekteyse de uygulanabilirlikleri tartışmalıdır.<sup>[51]</sup>

**KAYNAKLAR**

1. Buess Watson E, Exner GU, Illi OE. Fractures about the knee: Growth disturbances and problems of stability at long term follow up. *Eur J Pediatr Surg* 1994;4:218-24. [Crossref](#)
2. Pritchett JW. Longitudinal growth and growth plate activity in the lower extremity. *Clin Orthop Relat Res* 1992;275:274-9. [Crossref](#)
3. Mann DC, Rajmaira S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2650 long bone fractures in children aged 0-6 years. *J Pediatr Orthop* 1990;10:713-6. [Crossref](#)
4. Peterson CA, Peterson HA. Analysis of incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. *J Trauma* 1972;12:275-81. [Crossref](#)
5. Anderson M, Green WT, Messner MB. Growth and prediction of growth in the lower extremities. *J Bone and Joint Surg (Am)* 1963;45:1-14. [Crossref](#)
6. Beals RK, Kumar A, Tufts E. Fractured femur in infancy: The role of child abuse. *J Pediatr Orthop* 1983;3:583-6. [Crossref](#)
7. Eid AM, Hafez MA. Traumatic injuries of distal femoral physis. Retrospective study of 151 cases. *Injury* 2002;33:251-5. [Crossref](#)
8. Stephens DC, Louis E, Louis DS. Traumatic separation of the distal femoral epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg (Am)* 1974;56:1383-90. [Crossref](#)
9. Lower extremity injuries. In: Herring JA, editor. *Tachdjian's pediatric orthopaedics*. 4<sup>th</sup> ed. New York, Saunders Co. 2008. p. 2653-93.
10. Lal H, Bansal P, Khare R, Mittal D. Conjoint bicondylar Hoffa fracture in a child: A rare variant treated by minimally invasive approach. *J Orthop Traumatolog* 2011;12:111-4. [Crossref](#)
11. Lombardo SI, Harvey IP. Fractures of the distal femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg (Am)* 1977;59:742-51. [Crossref](#)
12. Rafee A, Kumar A, Shah SV. Salter Harris type III fracture of the lateral femoral condyle with a ruptured posterior cruciate ligament: An uncommon injury pattern. *Arch orthop Trauma Surg* 2007;127:29-31. [Crossref](#)
13. Seeley MA, Knesck M, Vanderhave KL. Osteochondral injury after acute patellar dislocation in children and adolescents. *J Pediatr Orthop* 2013;33:511-8. [Crossref](#)
14. Wall EJ, May MM. Growth plate fractures of the distal femur. *J Pediatr Orthop* 2012;32(Suppl 1):40-6. [Crossref](#)
15. Bertin KC, Goble EM. Ligament injuries associated with physeal injuries about the knee. *Clin Orthop Rel Research* 1983;17:188-95. [Crossref](#)
16. Egol KA, Karunakar M, Phieffer L, Meyer R, Wattenbarger JM. Early versus late reduction of a physeal fracture in an animal model. *J Pediatr Orthop* 2002;22:208-11. [Crossref](#)
17. Kasser JR. Physeal bar resections after growth arrest about the knee. *Clin Orthop Rel Res* 1990;255:68-74. [Crossref](#)
18. Peterson HA. Partial growth plate arrest and its treatment. *J Pediatr Orthop* 1984;4:246-58. [Crossref](#)
19. Meyers MH, Mc Keever FM. Fracture of the intercondylar eminence of the tibia. *J Bone Joint Surg (Am)* 1970;52:1677-84. [Crossref](#)
20. Zaricznyj B. Avulsion fracture of the tibial eminence treatment by open reduction and pinning. *J Bone Joint Surg (Am)* 1977;59:1111-4. [Crossref](#)
21. Wiley JJ, Baxter MP. Tibial spine fractures in children. *Clin Orthop Rel Res* 1990;13:54-60. [Crossref](#)
22. Beaty JH, Kumar A. Fractures about the knee in children. *J Bone Joint Surg (Am)* 1994;76:1870-80. [Crossref](#)
23. Janarv PM, Westblad P, Johansson C, Hirsch G. Long-term follow up of anterior tibial spine fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1995;15:63-8. [Crossref](#)
24. Smith JB. Knee instability after fractures of the intercondylar eminence of the tibia. *J Pediatr Orthop* 1984;4:462-64. [Crossref](#)
25. Hammerle CP, Jacop RP. Chondral and osteochondral fractures after luxation of patella and their treatment. *Arch Orthop Trauma Surg* 1980;97:207-11. [Crossref](#)
26. Ten Thue JH, Frima AJ. Patellar dislocation and osteochondral fractures. *Neth J Surg* 1986;35:150-4.
27. Mink JH, Deutsch AL. Occult cartilage and bone injuries of the knee: Detection, classification, and assessment with MR imaging. *Radiol* 1989;170:813-29. [Crossref](#)
28. Wessel LM, Scholz S, Rüsck M, Köpke J, Loff S, Duchêne W, et al. Hemarthrosis after trauma to the pediatric knee joint: What is the value of magnetic resonance imaging in the diagnostic algorithm? *J Pediatr Orthop* 2001;21:338-42. [Crossref](#)
29. Harper MC, Ralston M. Isoburly 2-cyanoacrylate as an adhesive in the repair of osteochondral fractures. *J Biomed Mater Res* 1983;17:167-77. [Crossref](#)
30. Johnson EW, McLeod TI. Osteochondral fragments of the distal end of the femur fixed with bone pegs. Report of 2 cases. *J Bone Joint Surg (Am)* 1977;59:677-8. [Crossref](#)
31. Matsume Y, Nakamura T, Suzuki S, Iwaski R. Biogradable pin fixation of osteochondral fragments of the knee. *Clin Orthop Rel Res* 1996;322:166-73. [Crossref](#)
32. Wombwell JH, Nunley JA. Compressive fixation of osteochondritis dissecans fragments with Herbert screws. *J Orthop Trauma* 1987;1:74-7. [Crossref](#)
33. Hensal F, Nelson T, Pavlov H, Torg IS. Bilateral patellar fractures from indirect trauma. A case report. *Clin Orthop Relat Res* 1983;178:207-8. [Crossref](#)
34. Maripuri SN, Mehta H, Mohanty K. Sleeve fracture of the superior pole of the patella with an intra-articular dislocation. A case report. *J Bone Joint Surg (Am)* 2008;90:385-9. [Crossref](#)
35. Weber MJ, Janecki CJ, McLeod P, Nelson CL, Thompson JA. Efficacy of various forms of fixation of transverse fractures of the patella. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62(2):215-20. [Crossref](#)
36. Brey JM, Conoley J, Canale ST, Beaty JH, Warner WC Jr, Kelly DM, et al. Tibial tuberosity fractures in adolescents: Is a posterior metaphyseal fracture component a predictor of complications? *J Pediatr Orthop* 2012;32(6):561-6. [Crossref](#)
37. Balmant P, Vichard P, Pem R. The treatment of avulsion fractures of the tibial tuberosity in adolescent athletes. *Sports Med* 1990;9:311-6. [Crossref](#)
38. Ogden JA, Tross RB, Murphy MJ. Fractures of the tibial tuberosity in the adolescents. *J Bone Joint Surg (Am)* 1980;62:205-15. [Crossref](#)

39. Frey S, Hosalkar H, Cameron DB, Heath A, David Horn B, Ganley TJ. Tibial tuberosity fractures in adolescents. *J Child Orthop* 2008;2(6):469-74. [Crossref](#)
40. Patel NM, Park MJ, Sampson NR, Ganley TJ. Tibial eminence fractures in children: Earlier posttreatment mobilization results in improved outcomes. *J Pediatr Orthop* 2012;32(2):139-44. [Crossref](#)
41. Curtis JF. Type four tibial tubercle fracture revisited. *Clin Orthop Rel Res* 2001;189:191-5. [Crossref](#)
42. Pandya NK, Edmonds EW, Roocroft JH, Mubarak SJ. Tibial tubercle fractures: Complications, classification, and the need for intraarticular assessment. *J Pediatr Orthop* 201;32:749-59. [Crossref](#)
43. Ciszewski WA, Buschmann WR, Rodolph CN. Irreducible fracture of the proximal tibialphysis in an adolescent. *Prthop Rev* 1989;18:891-3.
44. Wozasek GB, Moser KD, Haller H, Capuosek M. Trauma involving the proximal tibial epiphysis. *Arch Orthop Trauma Surg* 1991;110:301-6. [Crossref](#)
45. Blanks RH, Lester DK, Shaw BA. Flexion type Salter II fracture of the proximal tibia. Proposed mechanism of injury and two case studies. *Clin Orthop Rel Res* 1994;301:256-9. [Crossref](#)
46. Shelton WR, Canale ST. Fractures of the tibia through the proximal tibial epiphyseal cartilage. *J Bone Joint Surg (Am)* 1979;61:167-73. [Crossref](#)
47. Vyas S, Ebramzadeh E, Behrend C, Silva M, Zionts LE. Flexion-type fractures of the proximal tibial physis: A report of five cases and review of the literature. *J Pediatr Orthop B* 2010;19(6):492-6. [Crossref](#)
48. Conroy J, Cohen RM, Mathews S. Triplane fracture of the proximal tibia. *Injury* 2000;51:546-8. [Crossref](#)
49. Kanellopoulos AD, Yiannakoupolos CK, Badras LS. Triplane fracture of the proximal tibia. *Am J Orthop* 2003;17:452-54.
50. Sferopoulos NK, Rafailadis D, Traios S, Christoforides J. Avulsion fractures of the lateral condyle in children. *Injury* 2006;37:57-60. [Crossref](#)
51. Weigert A, Lieber J, Buergener D, Grosser K, Strohm P, Schmittenbecher PP, Zwingmann J. Greenstick fractures of the proximal metaphyseal tibia: A retrospective multicenter study on the outcome after non-surgical or surgical treatment and the occurrence of posttraumatic tibia valga. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2023;49(3):1459-65. [Crossref](#)