

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Dr. Öğr. Üyesi Eşref SELÇUK

PEDİATRİK ÖNKOL ÇİFT KEMİK KIRIKLARINDA
KONSERVATİF VE CERRAHİ TEDAVİ
SONUÇLARIMIZ

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Dođukan ERKAL

EDİRNE-2025



TEŞEKKÜR

Tez danışmanım ve eğitimim süresince bana yol gösteren değerli hocam Dr. Öğretim Üyesi Eşref SELÇUK'a, bilgi beceri ve tecrübelerini benimle paylaşan değerli hocalarım Prof. Dr. Cem Çopuroğlu'na, Prof.Dr Mert Özcan'a, Prof. Dr. Mert Çiftdemir'e, Dr. Öğretim Üyesi Murat Erem'e, Dr. Öğretim Üyesi Savaş Yıldırım'a, asistanlığım süresince her zaman yanımda olan sevgili eşim Seray GÜL ERKAL'a, aileme, asistan arkadaşlarıma, sağlık personeli ekibine teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ VE AMAÇ	1
GENEL BİLGİLER	3
TARİHÇE	3
ÖNKOL ANATOMİSİ	4
YARALANMA MEKANİZMASI VE PATOANATOMİ	11
ÖNKOL ÇİFT KEMİK KIRIKLARININ SINIFLANDIRILMASI	12
KLİNİK DEĞERLENDİRME	14
TEDAVİ PRENSİPLERİ	16
KOMPLİKASYONLAR	18
GEREÇ VE YÖNTEM	20
BULGULAR	29
TARTIŞMA	49
SONUÇLAR	59
ÖZET	61
SUMMARY	63
KAYNAKLAR	65
EKLER	

SİMGE VE KISALTMALAR

AO	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (Osteosentez Çalışma Grubu)
AP	: Anteroposterior (Ön Arka)
ATLS	: Advanced Trauma Life Support (İleri Travma Yaşam Desteği)
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
OTA	: Orthopaedics Trauma Association (Ortopedik Travma Derneği)
PACS	: Picture Archiving Communication Systems (Resim Arşiv İletişim Sistemi)
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences (Sosyal Bilimler İstatistik Paketi)

GİRİŞ VE AMAÇ

Çocukluk çağı yaralanmaları tüm çocukların yaklaşık %25'inde görülmekte olup, pediatrik yaş grubunda en sık rastlanan yaralanma türlerinden biri önkol çift kemik kırıklarıdır. Pediatrik yaralanmaların %45'ini oluşturan bu kırıklar, genel kırık insidansı içinde %3,4'lük bir paya sahiptir ve üst ekstremitte kırıklarının %30'unu teşkil etmektedir (1). Özellikle aktif çocuklarda ve erkek cinsiyette daha sık görülen bu yaralanmalar, genellikle dominant olmayan ekstremitede ortaya çıkar (2). Pediatrik yaş grubunda kemik yapısı yetişkinlerden farklılık göstermektedir. Çocuklarda kalın periost yapısı, kemiklerin elastikiyeti ve yüksek remodelizasyon kapasitesi gibi faktörler, kırık tedavisinde farklı cerrahi ve konservatif yaklaşımları gerekli kılmaktadır. Ayrıca, bu yaş grubunda fizyolojik büyüme plaklarının korunması, kırık kaymalarının önlenmesi ve anatomik dizilimin sağlanması kritik önem taşımaktadır (3). Tarihsel süreçte kırık tedavisinde konservatif yöntemlerden minimal invaziv cerrahiye kadar pek çok teknik geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Günümüzde bu tedavilerin etkinliğini belirlemek için objektif ölçütler ve indeksler kullanılmaktadır. Kullanılan indekslerin birçoğu distal önkol çift kemik kırıklarında redüksiyonu öngörme amacıyla tasarlanmışlardır. Buna rağmen pediatrik önkol kırıklarında distal, orta, proksimal lokalizasyonlarda da kullanılmışlardır (4).

Bu çalışmanın amacı; pediatrik önkol çift kemik kırıklarında kullanılan konservatif tedavi yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmek, alçılama öncesi nihai tedaviyi öngörmek, alçılama sonrası redüksiyon kaybına yol açan risk faktörlerini belirlemek ve alçı kalitesinin objektif ölçütlerle analiz edilmesini sağlamaktır. Bu çalışmada 2016 Ocak ve 2024 Ocak tarihleri arasında kliniğimize başvuran pediatrik önkol çift kemik kırıklı hastaların radyolojik

ve klinik verilerimizi paylaştık. Bu radyolojik verileri ise redüksiyon kayıplarını ve nihai tedaviyi öngörme amacıyla istatistiksel olarak karşılaştırdık.



GENEL BİLGİLER

TARİHÇE

Her yıl tüm çocukların yaklaşık %25'i yaralanmaktadır (5). Pediatrik çağdaki yaralanmaların %45'i önkol çift kemik kırıklarından oluşmaktadır. Pediatrik yaş grubundaki kırıkların %3,4'ü ve üst ekstremitedeki kırıkların %30'u önkol çift kemik kırıklarından oluşmaktadır (6). Bu yaralanmalar erkek popülasyonda ve dominant olmayan ekstremitede daha sık görülmektedir (7). Pediatrik grubun kemik yapısı ve periost kalınlığı yetişkinlerden daha farklı bir cerrahi yaklaşımı gerektirmektedir (8).

Antik dönemde pediatrik kırıklardan bahsedilen ilk kaynaklardan birisi Edwin Smith Papirüsü (M.Ö 1500)'dür. Hipokrat, kemik kırıklarında kemiğin tek başına önemli olmadığını, yumuşak dokunun da traksiyon ve redüksiyonda yardımcı olduğunu, redüksiyon sonrası ise immobilizasyonun kırık tedavisinde etkili olduğunu belirtmiştir (9, 10). Orta Çağ'da kırık tedavileri uygulanmış fakat pediatrik kırıklarda biyomekanik bilgi henüz gelişmemiştir (11). 19.Yüzyıl başlarında ise pediatrik kırıklara özgü yaklaşımlar uygulanmıştır. Yetişkinlere göre daha hızlı iyileşme ve travma sonrası kemik deformitelerinin iyileşme potansiyelinin daha yüksek olduğu tanımlanmıştır (12). 1909 yılında Martin Kirschner ile K teli kavramı ortaya atılmıştır. Pediatrik Ortopedi ve El Cerrahisi'nde sıklıkla kullanılmaya başlamıştır (13). 20.Yüzyıl ortalarında büyüme plaklarının kırık tedavisinde önemli bir yere sahip olduğu ve tedavi sırasında iyatrojenik yaralanmalara yol açılmaması gerektiği vurgulanmıştır. 1964 yılında Salter ve Harris tarafından epifiz yaralanmalarında önemli bir sınıflama geliştirilmiştir. Bu sınıflamada epifizin hangi bölgeden yaralandığı önemlidir ve prognostik önemi vardır. Salter ve Harris sınıflaması Pediatrik Ortopedi adına hala önemini korumaktadır (14). Günümüze

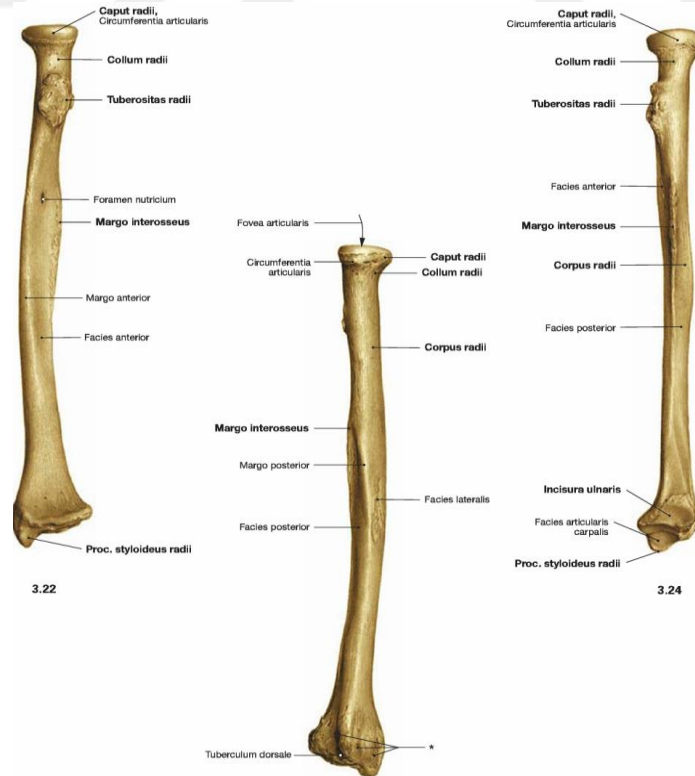
yaklaştıkça AO grubunun etkisi ile minimal invaziv cerrahi kavramı öne çıkmış olup epifizin korunması hedeflenmiştir (15). Günümüzde konservatif tedavi kararı için çeşitli objektif parametreler tanımlanmıştır. Bu parametrelere göre tedavi şekillendirilmektedir (4).

ÖNKOL ANATOMİSİ

Önkol, iki kemik ve bu iki kemiğine birbiri ile yaptığı eklemlerden oluşmaktadır. Radius ve ulna olarak adlandırılan bu kemikler birbirine paralel olarak yerleşim gösterir (16, 17).

Radius

İki önkol kemiğinden biridir. Distale doğru genişleyen, ışnsal bir görünüm olduğu için bu ismi almıştır. Proksimalde “Radius başı” isimli yapısı mevcuttur. Bu yapı humerus ve ulna ile eklem yapmaktadır. Dirseğin stabilitesi için önemli olup en önemli görevi önkol supinasyon ve pronasyonudur. Radius cisminin medial kenarında margo interosseus adında keskin bir yapı bulunmaktadır. Bu yapıya interosseöz membran yapışmaktadır. Radiusun distal lateralinde incelerek stiloid çıkıntı meydana gelir. Distal medialde ise ulnar çentik mevcuttur. Ulna buraya oturarak Radius ile birlikte distal radioulnar eklemi oluşturmaktadır (Şekil 1) (16, 17).

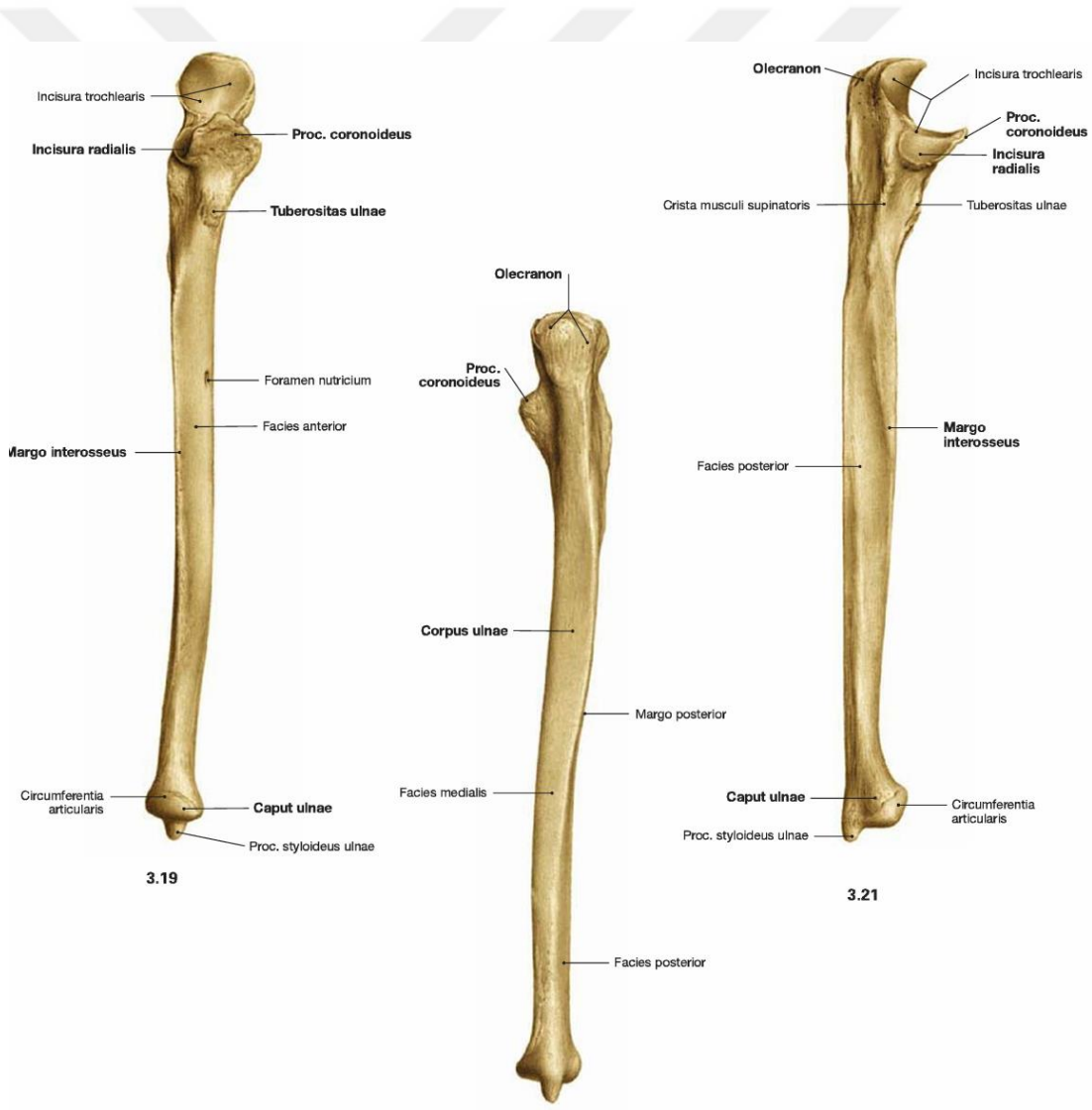


Proc: Processus

Şekil 1. Sağ önkola ait radiusun anterior,posterior ve medialden görünümü (16)

Ulna

İki önkol kemiğinden biri ve uzun olan kemiktir. Distale doğru daralan bir yapısı mevcuttur. Proksimalde gövdesi kalındır. Olekranon ve koronoid isimli yapıları sayesinde dirsek fleksiyon ekstansiyonunda görevlidir. Koronoid çıkıntı lateralinde Radius başının oturabileceği incisura radialis isimli yapısı mevcuttur. Bu yapı ile birlikte proksimal radioulnar eklem meydana gelmektedir. Cismin lateral yüzünde margo interosseus isimli keskin bir yapısı bulunmaktadır. Bu yapıya interosseöz membran yapışmaktadır. Ulna distale gittikçe küçülmektedir. Yuvarlak stiloid çıkıntısı ve başı mevcuttur. Başın distal yüzü distal radioulnar eklemi için pürüssüzdür (Şekil 2). Radius ile birlikte bu yapı distal radioulnar eklemi oluşturmakta ve supinasyon ve pronasyonda görev almaktadır (Şekil 4) (16,17).



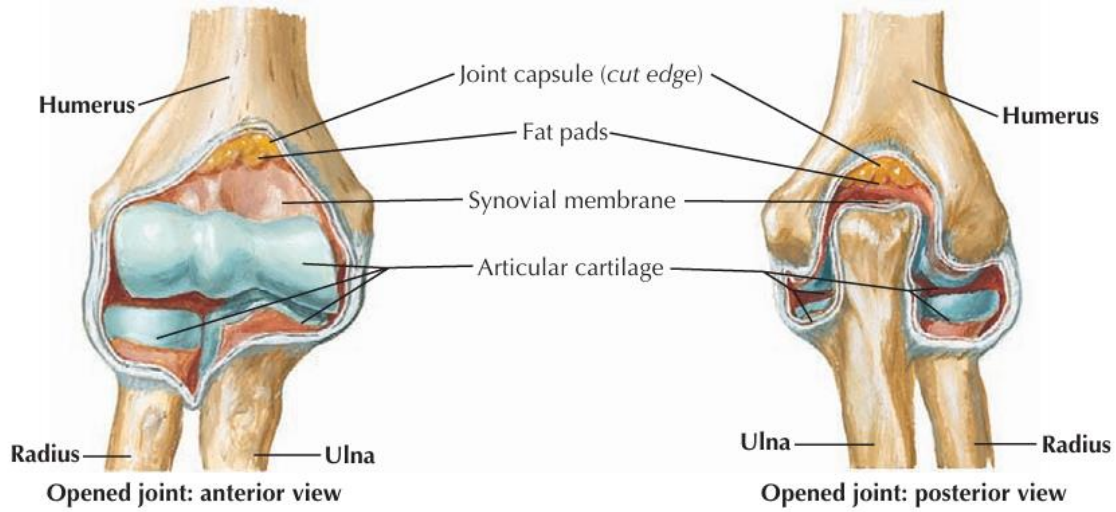
Proc: Processus

Şekil 2. Sağ önkola ait radiusun anterior, posterior ve lateralden görünümü (16)

Önkol Eklemleri

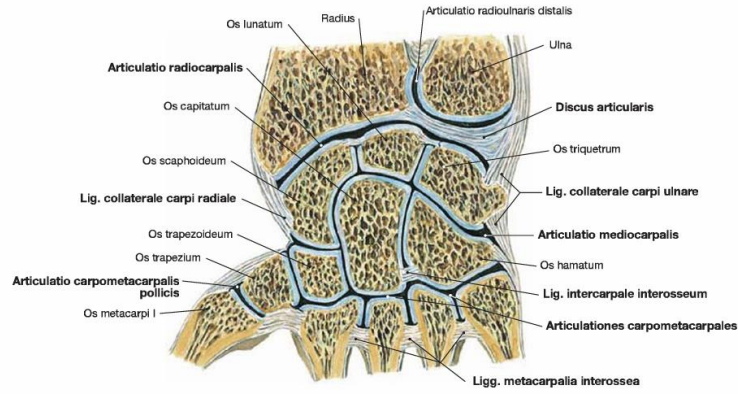
Radius ve ulna proksimalde humerus ile distalde karpal kemikler ile eklem yapmaktadırlar. Ayrıca kendi aralarında da distal radioulnar, proksimal radioulnar eklemi oluşturmaktadırlar. Tam olarak eklem yapısında olmasa da interosseöz membran ile birbirlerine tutunarak stabilite ve supinasyon-pronasyon hareketlerinde önemli rol oynamaktadırlar (16, 17).

Proksimal radioulnar eklem: Radius başı, ulnanın radial çentiği ve radiusun annuler ligamenti ile meydana gelen bir eklemdir. Bu eklem fibröz kapsülü dirsek eklemine çevreleyen kapsül ile birlikte. Pivot tipi bir eklem olup ulna üzerinde radiusun dönüşünü sağlar. Bu sayede pronasyon ve supinasyon yapılır (Şekil 3) (16, 17).



Şekil 3. Proksimal Radioulnar eklem anterior ve posteriordan görünümü (17)

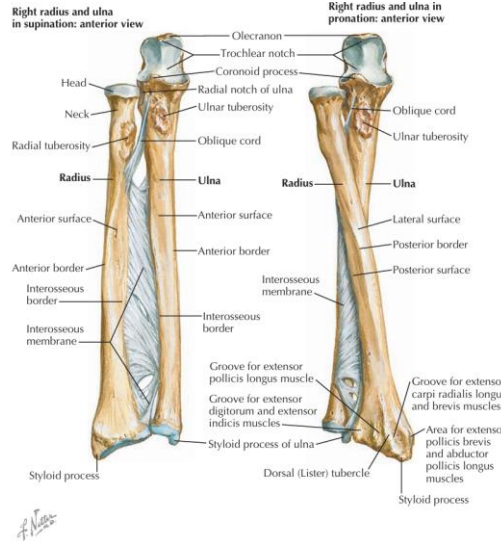
Distal radioulnar eklem: Ulna başı ve Radius ulnar çentiği arasındaki pivot eklemdir. Fibrokartilajinöz artiküler disk radius ve ulnanın alt ucunu birbirine bağlar. Eklem, kavitesiyle birlikte artiküler disk ve ulna distal yüzeyi arasında uzanır. Eklem kapsülü transvers bir bant olarak görülmektedir. Eklem içerisinde önkol pronasyon hareketine yardımcı olan sinoviyal bir katlantı mevcuttur (Şekil 4) (16, 17).



Ligg: Ligamenta, **Lig:** Ligamentum

Şekil 4. Distal radioulnar eklem ve diğer el bilek eklemleri (16)

İnterosseöz membran: İnterosseöz membran radius ve ulna boyunca uzanan gergin ve stabilitede önemli bir katkısı olan membrandır. Santral bant, proksimal interosseöz bant ve aksesuar bantlardan oluşmaktadır (18). Santral bant en sağlam olan yapıdır. Aksesuar bantlar varyasyon göstermektedir. Proksimal bant ise tek ve kalın bir şekilde olup ulna proksimalinden radiusun ortasına uzanır (Şekil 5) (19). Membranın temel görevi stabilizasyon, radius ve ulna arasında yük aktarımı ve rotasyona kılavuz olmaktır (Şekil 5) (20).



Şekil 5. İnterosseöz Membranın Supinasyon ve Pronasyondaki Görüntüsü (17)

Önkolun Eklem Hareketleri

Pronasyon ve supinasyon hareketleri, önkol ve elin proksimal ve distal radioulnar eklemleri aracılığıyla gerçekleştirilir. Bu hareketlerin aksı, proksimalde radius başının merkezi ile distalde artiküler diskin ulna başına yapışma noktasından geçen doğrultuda uzanır.

Pronasyon sırasında, önkol fleksiyondayken avuç içi posteriora veya inferiora döner. Supinasyon hareketi ise önkol fleksiyondayken avuç içini anteriora veya süperiora yönlendirir. Pronasyon ve supinasyonda temel hareket eden kemik radiusdur. Radius başı, annuler ligamentin oluşturduğu halka ve ulnanın radial çentiği arasında dönme hareketi yapar. Distal uçta ise radius, ulna başı çevresinde bir rotasyon gerçekleştirir (16, 17).

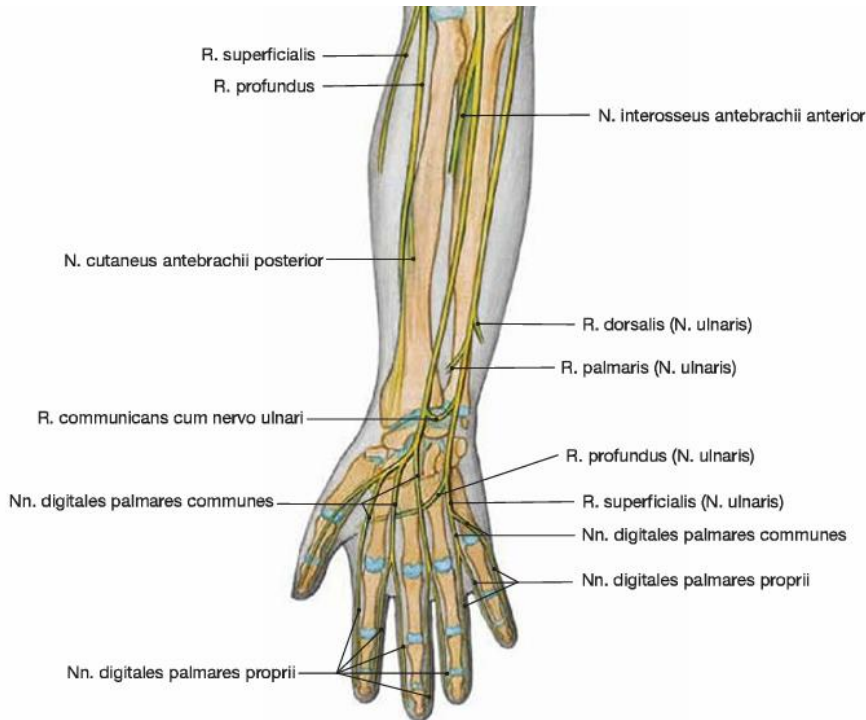
Periost

Önkol çift kemik kırıkları tedavisinde yetişkin ve çocukların anatomik farklılıkları büyük rol oynamaktadır. Pediatrik popülasyonda metafizer bölgede daha fazla trabeküler kemik bulunmaktadır. Erişkinlerin aksine periost olabildiğince kalın ve vasküler yapıdadır. Bu yapı sayesinde yüksek remodelizasyon ve kallus oluşumu sağlanmaktadır. Fakat bazen bu yapı kırık hattında sıkışıp kalmakta, kırık redüksiyonunu zorlaştırmaktadır. Bazen ise konveks tarafta yırtılıp konkav tarafta sağlam kalarak kırık redüksiyonunun stabilizasyonunda büyük rol oynamaktadır (16, 17, 21, 22).

Önkolun Nöral Yapısı

Önkolun sinirleri radial, ulnar ve median sinir olarak üçe ayrılmaktadır. Anterior kompartmanın ana siniri median sinirdir. Radial sinir dirsek hizasından sonra posterior kompartmana geçmektedir (16, 17). Ulnar sinir, humerus'un medial epikondilinin posteriorundan girerek fleksör karpi ulnaris kasının iki başı arasından önkola geçer. Önkolun ortasında, fleksör digitorum profundus kasının derinine inerek ulnar arterle buluşur. Buradan itibaren, fleksör karpi ulnaris tendonunun lateralinden ve arterin medialinden distal bölgeye doğru ilerler. Önkolun distal kısmında ulnar sinir yüzeye yakın bir konum alır ve yalnızca fasya ve cilt ile örtülüdür. Bu bölgede, ulnar arterle birlikte fleksör retinakulumun yüzeyinden geçer ve derin fasyayı delerek pisiform kemiğin lateralinde, hamatumun çengeli boyunca seyrine devam eder. Ulnar sinir ve arter için bu geçit, fleksör retinakulum katmanıyla kaplı olup klinik olarak "Guyon Kanalı" olarak adlandırılır. Dirsek seviyesinde ulnar sinirin herhangi bir dalı yoktur. Ancak önkol ve elde farklı dallar verir. Sonuç olarak, ulnar sinir; önkol ve elde artiküler, musküler, palmar, dorsal, yüzeyel ve derin terminal ile vasküler dallarını verir. Sinirin bu dalları, hem motor hem de duysal fonksiyonların sağlanmasında önemli rol oynar (16, 17). Median sinir, brakial arterin yanında önkola girer ve brakialis kasının üzerinde seyreder. Pronator teres kasının humeral ve ulnar başları arasından geçerek önkola ulaşır. Pronator teres kasının ulnar başı, median siniri ulnar arterden ayırır. Daha sonra, fleksör digitorum

süperfisyalis kasının humeroulnar ve radial başları arasında aponevrotik bir arkın altında derinleşir. Bu kas ile fleksör digitorum profundus kası arasında distal yönde devam eder. Median sinir, fleksör digitorum süperfisyalisin derinine inen kas-fasya kılıfıyla yakın ilişki içindedir ve fleksör digitorum profundus kasının yanında distale doğru ilerler. El bileği seviyesine yaklaştığında, palmaris longus ve fleksör karpi radialis kaslarının tendonları arasında yüzeyleşir. Burada, palmaris longus tendonunun derininde bulunur ve karpal tünelden geçerek palmar alana ulaşır (16, 17). Radial sinir, brakialis ve brakioradialis kasları arasında kolda ilerler ve humerus'un lateral epikondilinin anterioruna geçerek önkola girer. Önkolun başlangıcında, radial sinir iki terminal dala ayrılır. Süperfisyel ve derin dal önkol ve elde farklı işlevlere sahip dallar verir. Radial sinirin süperfisyel dalı, brakioradialis kası ile örtülüdür ve anteriorunda pronator teres kası bulunur. Önkolun anterolateral yüzeyinde derin olarak ilerler ve brakioradialis kasına doğru aşağı seyrederek ilerler. Önkolun 1/3 üst kısmında süperfisyel dal, radial arterle yakınlaşır ve her iki yapı bir noktada buluşur. Orta 1/3 bölümde sinir, arterin laterale geçerek ilerler ve distal 1/3'te posterolateral yöne uzanarak birbirlerinden ayrılır. Distal bölgede, brakioradialis kas tendonuna doğru derinleşir ve burada derin fasyayı delerek genellikle iki dala ayrılır (Şekil 6). Bu dallar, dorsal digital sinirler olarak elin dorsumundaki başparmak ve yan bir veya bir buçuk parmağın cildini innerve eder (16, 17).

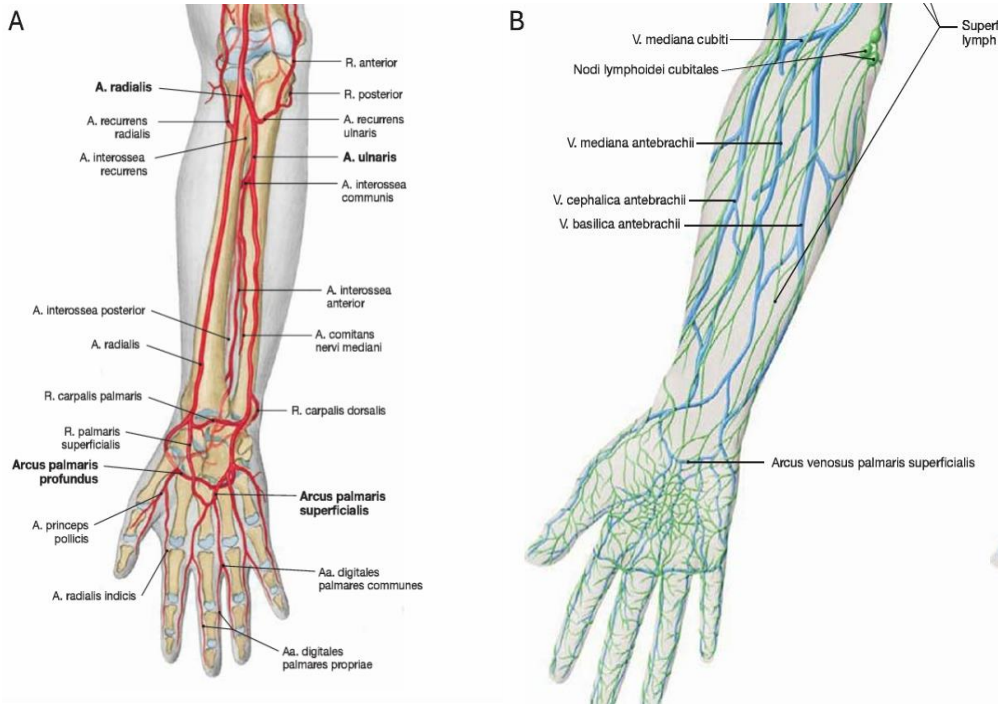


R: Ramus, **N:** Nervus, **Nn:** Nervi

Şekil 6. Önkolun Nöral Yapıları (16)

Önkol Vasküler Yapıları

Önkolun arterleri brakial arterden ayrılarak radial ve ulnar arteri oluşturmaktadır. Radial arter, brakial arterin devamı olarak önkolda başlar ve fleksör ve ekstansör kas bölümleri arasındaki anterolateral bölgede seyrederek. Bu bölgede arterin pulsasyonu kolaylıkla hissedilebilir. Brakioradialis kası çıkarıldığında arterin tüm uzunluğu görülebilir hale gelir. Radial arter, önkolun distal bölgesine kadar kas yüzeyinde ilerler ve radiusun ön yüzünde uzanır. Burada yalnızca cilt ve fasya ile örtülü olması, kan basıncı ölçümü ve arteriyel kan gazı örnekleme gibi işlemlerde sıklıkla tercih edilmesini sağlar (16, 17). Ulnar arter, önkol boyunca medial tarafta ilerleyerek fleksör karpî ulnaris tendonunun lateral kısmında yüzeyle yakın bir pozisyona gelir. Bu bölgede, ulnar arterin nabzı palpasyonla kolayca hissedilebilir. Ulnar sinir, ulnar arterin medialinde seyrederek ve bu yakın ilişki boyunca birlikte ele doğru ilerler. Önkol boyunca ulnar arter, hem yüzeyle hem de derin dallar vererek çevresel yapıların beslenmesini sağlar. Ulnar arter, el bileği seviyesinde radial arterle birlikte karmaşık bir anastomoz ağı oluşturur ve bu yapı, el ve önkolun kanlanmasında kritik bir rol oynar (16, 17). Antebrakial venler, elin venöz arklarından başlayarak proksimale doğru uzanır (Şekil 7). Radial ve ulnar arterlerle birlikte seyir ederken, yüzeyle venöz sistemle bağlantılar kurar. Bu bağlantılar, yüzeyle ve derin venöz dolaşım arasında önemli bir iletişim sağlar (16, 17).



A: Arteria, R: Ramus, Aa: Arteriae, V: Vena

Şekil 7. Önkolun vasküler yapıları: A-Arteriyel sistem B-Venöz ve lenfatik sistem (16)

Önkol Kasları

Önkol kasları, dirsek ve el bileği eklemleri ile el parmaklarında hareketi sağlar. Bu kaslar humerus'un medial ve lateral epikondillerinden başlayarak önkol boyunca uzanır ve tendonları el parmaklarına kadar devam eder. Kaslar, fonksiyonlarına göre fleksör-pronator ve ekstansör-supinatör gruplar olarak sınıflandırılır. Fleksör-pronator kaslar humerus medial epikondilinden başlar ve ortak bir fleksör tendon oluştururlar. Bu kaslar üç fonksiyonel gruba ayrılır. Pronasyona yardımcı kaslar, el bileği fleksörleri, parmak fleksörleri (Tablo 1).

Tablo 1. Anatomik Duruma Göre Fleksör-Pronator Kas Grupları

Tabaka	Kaslar
Süperfisyal	Pronator teres, Fleksör karpi radialis, Palmaris longus, Fleksör karpi ulnaris
Orta	Fleksör digitorum süperfisyalis
Derin	Fleksör digitorum profundus, Fleksör pollisis longus, Pronator kuadratus

Ekstansör-supinatör kaslar, humerus'un lateral epikondilinden başlar ve ortak ekstansör tendon adı verilen bir yapı oluştururlar. Kaslar fonksiyonlarına göre üç gruba ayrılır. El bileği ekstansörleri, parmak ekstansörleri, başparmak ekstansörleri (Tablo 2).

Tablo 2. Anatomik Duruma Göre Ekstansör Kas Grupları

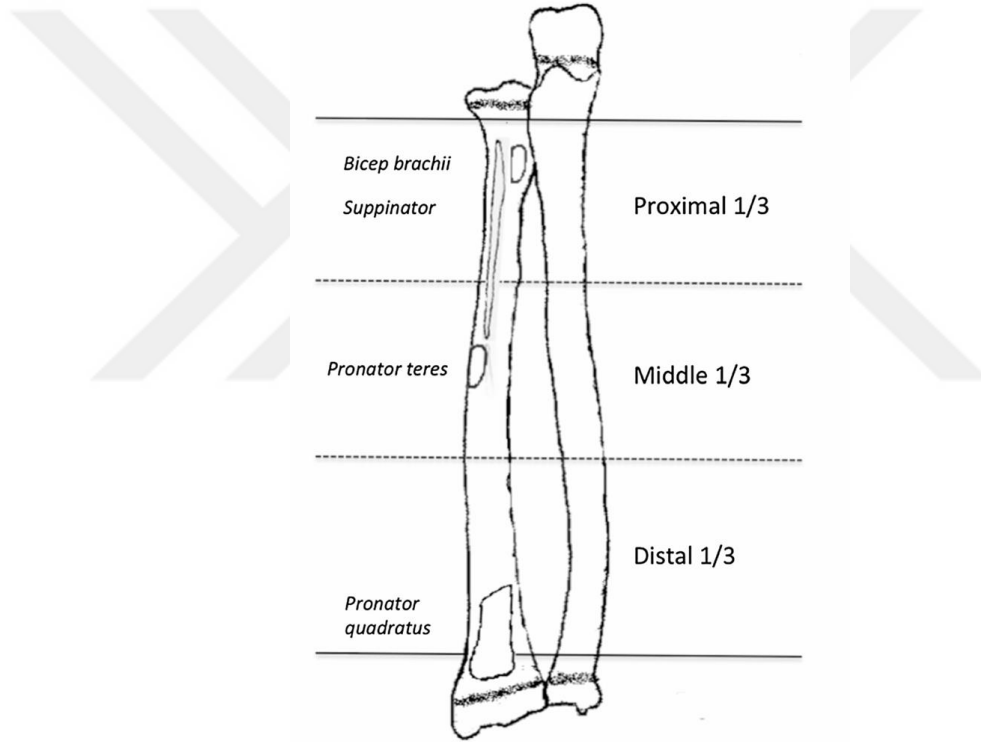
Tabaka	Kaslar
Yüzeyel	Brakioradialis, Ekstansör karpi radialis longus, Ekstansör karpi radialis brevis, Ekstansör digitorum, Ekstansör digiti minimi, Ekstansör karpi ulnaris
Derin	Abduktor pollisis longus, Ekstansör pollisis brevis, Ekstansör pollisis longus, Ekstansör indisis

Ekstansör tendonlar, el bileği dorsumunda ekstansör retinakulum tarafından sabitlenir. Bu fibröz yapı, tendonların hareket sırasında yaylanmasını önler ve el bileği stabilitesini artırır (16, 17).

YARALANMA MEKANİZMASI VE PATOANATOMİ

Önkol çift kemik kırıklarında genellikle açık el üzerine düşme görülür. Bu indirekt yaralanmaya yol açar (23). Düşme anında hastanın kolunun pozisyonu kırık morfolojisinde

önemli rol oynar. Direkt travma olması halinde ise ulnada veya radiusta izole kırık görülebilir (24). Tek başına ulna veya Radius kırığı olması durumunda Monteggia ve Galeazzi kırıklı çıkığından şüphelenilmelidir (25). Adolesanlar ve küçük çocuklar arasında da farklılıklar bulunmaktadır. Periostun daha kalın ve shaftın daha dar olması nedeniyle plastik deformite ve yeşil ağaç kırıkları daha sık görülmektedir. Metafizler bölge daha geniş ve periostunun daha ince olması nedeniyle daha sık kırılmaktadır. Tedaviyi şekillendirmek adına kasların yapışma bölgeleri de önemlidir. Proksimal kırıklarda biceps ve supinatör nedeniyle supinasyon görülmektedir. Ortadaki kırıklarda ise proksimalde biceps ve supinatör, distalde ise pronatör kaslar çalışarak kırığın nötral pozisyonda kalmasına sebep olur. Distal kırıklarda ise brachioradialis nedeniyle dorsifleksiyon ve radial deviasyon görülmektedir (Şekil 8) (26).



Şekil 8. Deformiteye Sebep Olan Kasların Yapışma Yerleri (26)

ÖNKOL ÇİFT KEMİK KIRIKLARININ SINIFLANDIRILMASI

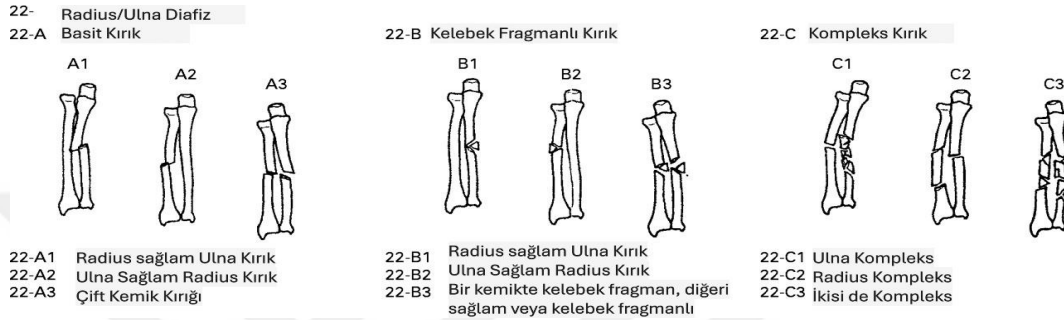
AO Pediatrik Kapsamlı Uzun Kemik Kırıkları Sınıflandırması

2007 yılında AO tarafından tanımlanmıştır. Müller'in Uzun Kemik Kapsamlı Kırık Sınıflaması prensiplerine dayanmakta olup 4 büyük kemikle sınırlandırılmıştır. Humerus 1, Radius 2R, Ulna 2U, Femur 3, Tibia 4T, Fibula 4F olarak adlandırılmıştır. Proksimal Uç 1, Diafizyel Segment 2, Distal Segment 3 olarak adlandırılmıştır. Distal ve proksimaldeki

metafizyel segment “M” olarak epifizyal segment “E” olarak adlandırılmıştır. Kırık basit ise .1 kırık çok parçalı ise .2 olarak adlandırılmıştır (27).

OTA Sınıflaması

Kapsamlı bir sınıflama sistemidir. Fakat 36 farklı alt grubu mevcuttur. Bu nedenle pratik değildir (Şekil 9) (28).



Şekil 9. OTA Sınıflaması (28)

Kırığın Tamamlanmasına Göre Sınıflandırma

Plastik deformasyon ilk olarak 1876’da Rauber tarafından tanımlanmıştır. Yetişkinlerde nadir de olsa görülebilmektedir. Kemik yapısının yaşla değişimi ile birlikte kırık paternleri de değişmektedir. Elastik modülüs yaşla birlikte artmaktadır (29). Önkol kemiklerinde bu plastik deformasyon durumu sık görülmektedir (30). Aksiyel yüklenme ile birlikte elastik deformasyon meydana gelir. Bu yük devam etmesi durumunda plastik deformasyon meydana gelmektedir. 10 yaşından büyük çocuklarda 15 derece ve daha fazla açılanma varsa, 6-10 yaş arası çocuklarda 20 dereceden fazla açılanma varsa redüksiyon gerekmektedir. Eğer 5 yaşından küçük bir çocuk varsa remodelasyon kapasitesine bağlı olarak redüksiyonsuz iyileşebilecektir (31). Torus kırığı bir tarafta kompresif kuvvetin korteksi sıkıştırdığı ve kırık olan bölgede “şişkinlik” görünümü olan bir çocuk kırığı türüdür (32). Torus kelimesi Latince “çıkıntı” anlamına gelmektedir (33). Yeşilağaç kırığı, bir taraftaki korteksin sağlam kaldığı diğer taraftaki korteksin kırıldığı ve periostun yırtıldığı bir kırık çeşididir. Genelde önkolda görülmektedir (34). Sadece önkol ile kalmayıp vücuttaki tüm kemiklerde görülebilmektedir (35). Teorik olarak immatür/matür matrix oranının artması ile ortaya çıkar (36). Tam kırıkların oluşma mekanizması erişkinlere benzemektedir. Transvers, oblik veya spiral olabilir. Torsiyon kuvvetleri ile spiral kırıklar oluşmakta, 3 nokta prensibi ve genellikle direkt travma ile transvers kırıklar oluşabilmektedir (8).

Deformite, Açılanmanın Yönüne ve Kırığın Seviyesine Göre

Deformite yönüne göre apeksi dorsalde ve apeksi volarde olarak ayrılabilir. Kişiler arası iletişimde kolaylıkla kullanılabilir (37). Kemiğin üçe bölünerek, proksimal, orta ve distal olarak sınıflandırılma şeklidir (28).

Galeazzi ve Monteggia Kırıklı-Çıkıkları

Distal radioulnar eklem çıkığı ile birlikte Radius cisim görülmesi durumuna Galeazzi kırıklı-çıkığı adı verilmektedir. Aksiyel yüklenme ile birlikte önkol torsiyonu mekanizmayı tanımlamaktadır (38). Proksimal ulna kırığı ile birlikte Radius başı çıkığı görülmesine ise Monteggia kırıklı-çıkığı adı verilmektedir. İlk olarak 1814 yılında Giovanni Battista Monteggia tarafından tanımlanmıştır (39).

KLİNİK DEĞERLENDİRME

Semptom ve Bulgular

Tüm travma hastalarına ilk yaklaşım, resüsitasyon ve hasta yönetimi ATLS (Advanced Trauma Life Support) kılavuzuna göre yapılmalıdır. Hastanın tüm bulguları hasta geldiği andan itibaren kayıt edilmelidir (40). Akut travma ile gelen bir çocuğu muayene etmek oldukça zor olabilir. Fakat eğer yapılabiliyorsa aile ile değil çocuk ile konuşup anamnez almak gerekir. İstismar açısından dikkatli olmak gerekir. Uyumsuz hikaye, travma anından çok sonra başvurmak, eski yaralanmalar ve iyileşmiş kırıklar bu durum açısından uyarıcı olmalıdır (41). Şişlik, ağrı, deformite, cilt bütünlüğü, krepitasyon mutlaka başlangıçta değerlendirilmelidir. Eğer konuşamayacak durumda bir hasta var ise, o kolu sakınma ve emeklemeden kaçınma davranışları gözlenmelidir. Önkolda bir patoloji düşünülüyse mutlaka el bileği ve dirsek muayene edilmeli, Monteggia ve Galeazzi kırıklı-çıkıkları gözden kaçırılmamalıdır. Eğer tek kemik kırığı mevcutsa bu durumun daha sık olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (24, 40). Bunlar değerlendirildikten sonra mutlaka bir girişim yapmadan önce nörovasküler muayene mutlaka not alınmalıdır (Şekil 10). Eğer yüksek enerjili bir travma varsa mutlaka tepeden tırnağa muayene yapılmalıdır. Ardından el bileği ve dirseği de içine alacak şekilde önkol grafileri istenmelidir. Çok nadir olarak tomografi kullanılabilir (41). Tedavi sonuçlarını değerlendirmek üzere Price ve ark. tarafından belirlenen kriterler kullanılabilir (Tablo 3) (42).

Tablo 3. Price ve ark. tarafından fonksiyonel sonuç sınıflandırması (42)

Sonuçlar	Belirtiler	Önkoldaki Rotasyon Kaybı
Mükemmel	Ağır fiziksel aktivitelerde şikayet yok	<15
İyi	Ağır fiziksel aktivitelerde hafif şikayet	15-30
Orta	Günlük aktivitelerde hafif şikayet	31-90
Kötü	Diğer tüm sonuçlar	>90

Nörolojik Değerlendirme: Motor 1=sağlam; 2=azalmış; 3=yok

AIN (A-OK) PIN (Başpparmak yukarı) Median (Taş)

Radial (Kağıt) Ulnar (Makas) or

Nörolojik Değerlendirme: Duyu 1=sağlam; 2=azalmış; 3=yok

Median Radial Ulnar

Vasküler Değerlendirme

El Sıcaklığı: Sıcak/Soğuk Kapiller Dolum Zamanı saniye

Radial nabız: var/azalmış/yok El Rengi: Pembe/Beyaz

AO

AIN: Anterior interosseöz sinir, PIN: Posterior interosseöz sinir

Şekil 10. Pediatrik hasta nörolojik değerlendirme şablonu (43)

Radyolojik Değerlendirme

Standart AP-Lateral grafiler değerlendirmede yeterli olmaktadır. Angulasyon, süngülenme, translasyon gibi parametreleri değerlendirmek kolay olup rotasyonu değerlendirmek zordur. Bunun için bazı kemik belirteçler tanımlanmıştır. Lateral grafide ulna styloid posteriora, koronoid çıkıntı anteriora bakmalıdır (21).

TEDAVI PRENSİPLERİ

Pediyatrik önkol çift kemik kırıklarında önemli olan dizilim, uzunluk ve rotasyonu düzgün bir hale getirip remodelasyon ve iyileşme tamamlandıktan sonra normal bir fonksiyon elde etmektir. Toplam olarak eklem hareket açıklığı supinasyon-pronasyon arasında 100 derecedir. Bir çok yazar Noonan ve Price tarafından tanımlanan kabul edilebilir kriterleri dikkate almaktadır (Tablo 4) (21). Bu kriterleri sağlayabilmek adına birden çok tedavi şekli tanımlanmıştır. Bunlar genel anlamda konservatif ve cerrahi tedavi olarak ortaya konabilir (44).

Tablo 4. Pediyatrik önkol çift kemik kırıklarında kabul edilebilir kriterler (21)

Parametreler	Hasta Cinsiyeti ve Yaşı	
	8 Yaş altı kızlar ve 10 yaş altı erkekler	8 yaş üstü kızlar ve 10 yaş üstü erkekler
Distal Cisim Açılanması	15 derece	15 derece
Orta Cisim Açılanması	15 derece	10 derece
Proksimal Cisim Açılanması	15 derece	10 derece
Rotasyon	45 derece	30 derece
Süngülenme	1 cm'e kadar	1 cm'e kadar

Kapalı Redüksiyon ve Alçılama

Önkol çift kemik kırıklarının birçoğu kapalı redüksiyon ve sirküler alçılama ile tedavi edilebilmektedir. Bazı araştırmacılar yeşil ağaç kırıklarında açılanmayı önleme amacıyla tam kırığı dönüştürülmesi gerektiğini, bazıları ise sağlam periostun dizilimin sağlanarak remodelasyona öncülük etmesi gerektiğini savunmaktadırlar (45-47). Travma sonrası olan şişlik nedeniyle kompartman sendromundan endişe ediliyorsa başlangıçta atel ile immobilizasyona başvurulabilir (48). Dirseküstü alçılama yapılabilmesine rağmen, distal kırıklarda dirsekaltı alçılama öneren yazarlar da vardır (49). Yapılan alçı kalitesini belirlemek adına birden çok indeks geliştirilmiştir. Alçı indeksi, padding indeksi, Canterbury indeksi, Üç nokta indeksi, ikinci metakarp-radius açısı indeksi bunlardan en sık kullanılanlarıdır (1, 2, 50-52). Bu işlem sırasında uygun bir analjezi gerekmektedir. Literatürde analjezi açısından birden çok teknik tanımlanmıştır (53-55).

Redüksiyon Kaybına Sebep Olabilecek Risk Faktörleri

Kapalı redüksiyon ve sirküler alçılama sonrası en sık görülebilecek komplikasyon redüksiyon kaybıdır. Literatüre göre %10-%40 arasında görülmektedir (56). Redüksiyon kaybını öngörmek için birden çok çalışma yapılmıştır. Bunları cerrah ve hasta kaynaklı olarak ikiye ayırmışlardır (57). Başlangıçtaki deplasman miktarı, kırığın oblisitesi, fizise olan uzaklığı, redüksiyon kalitesi, cerrahın tecrübesi, anestezi tipi, hastanın cinsiyeti, travma şekli, kas atrofisi varlığı gibi risk faktörleri öne sürülmüştür (51, 58-60).

Alçılama İndeksleri

Daha önce de bahsedildiği gibi önkol çift kemik kırıkları için birden çok indeks tanımlanmıştır. Bunlardan en sık kullanılanlardan biri alçı indeksidir. Chess ve ark. tarafından tanımlanan bu indekste kırık seviyesinde alçının iç çapı lateral grafide ölçülür ve AP plandaki alçının iç çapına bölünür. Bu indeksin 0.8'den küçük olması beklenir. Özellikle distal önkol çift kemik kırıkları için tanımlanmıştır (1). Padding indeks Bhatia ve Housden tarafından tanımlanmıştır. Kırık seviyesinde dorsaldeki boşluğun anteroposteriordaki interosseöz mesafeye bölünmesi ile elde edilir. 0.3'ten küçük olması beklenir (2). Alemdaroğlu ve ark. tarafından tanımlanan üç nokta indeksi ise $(\text{Distal radial boşluk} + \text{ulnar boşluk (kırık seviyesi)} + \text{proksimal radial boşluk}) / (\text{AP planda kortikal temas}) + (\text{Distal dorsal boşluk} + \text{volar boşluk (kırık seviyesi)} + \text{proksimal dorsal boşluk}) / (\text{lateral planda kortikal temas})$ 0.81'den küçük olmalıdır. Distal metafizer bölge kırıklarında tanımlanmış fakat yakın zamanda diafiz kırıklarında da önemli olduğu vurgulanmıştır (4, 61). Edmonds ve ark. tarafından tanımlanan ikinci metakarpal radius açısı ise 2.metakarp ve radiusun uzun eksenini arasındaki açıdır. Distal metafizer bölge kırıklarında tanımlanmıştır (52).

Kischner Teli ile Fiksasyon

1909 yılında Martin Kirschner tarafından K teli icat edilmiş olup Pediatrik Ortopedi'de çığır açılmıştır (13). Kapalı redüksiyon ve perkütan pinleme instabil kırıklarda, redüksiyon kaybı riski yüksek olgularda, kompartman sendromundan ürkütecek kadar şişlik olan olgularda, yüzen dirsek gibi olgularda hala güncelliğini sürdürmektedir (62). Tel ile fiksasyon genelde distalden proksimale doğru tercih edilmektedir. Bu yaklaşımda fizis içinden geçilmemesine dikkat edilmelidir. Daha sonra çıkarabilmek üzere telin ucu cilt dışarısında cildi irrite etmeyecek şekilde bırakılır. Tel ile tespitin avantajı sıkı bir alçı tespiti gerektirmemesidir. Kırık redüksiyonu sağlanamayan olgularda açık redüksiyon gerekebilir (63).

İntramedüller Çivileme

Günümüzde pediatrik önkol çift kemik kırıklarında kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır (64). İlk olarak 1975'te Fleischer tarafından "Kemik İliğinden Telleme" adlı yayınında bahsedilmiştir (65). Zamanında kirschner telleri, rush pinler, steinmann pinleri gibi implantlar kullanılmıştır (66, 67). Ardından 1984 yılında Metaizeau ve ark. tarafından elastik stabil intramedüller çivi kavramı ortaya atılmıştır ve biyomekanik olarak pediatrik uzun kemik kırıklarında önemli bir yer almıştır. Bu cihaz sayesinde üç nokta prensibi internal tespitite kullanılacak ve interosseöz membranın gerginliği sağlanmıştır. Fizise zarar vermeden fiksasyon sağlanması da bu cihazın avantajlarından. İlk zamanlarda yaklaşık 3-4 ayda çiviler çıkarılmıştır. Fakat tekrar kırıklara sık rastlanmıştır (3, 68).

Plak- Vida Tespit

Plak vida tespit önkol çift kemik kırıklarında erişkinlerde kullanıldığı gibi pediatrik yaş grubunda da kullanılmaktadır (69). Genellikle iskelet gelişimi tamamlanmak üzere veya tamamlanmış çocuklarda, geç dönemde açılanması olan kırıklarda, kaynamama olgularında, parçalı cisim kırıkları olan olgularda tercih edilmektedir (44, 70, 71). Vaka süresinin uzun olması, büyük insizyon skarları gibi dezavantajları da mevcuttur (72).

Eksternal Fiksator

Eksternal fiksatorler pediatrik önkol çift kemik kırıklarında nadir olarak kullanılırlar. Ciddi açık yaralar, kemik kaybı, çoklu travma gibi durumlarda kullanılabilir (44).

KOMPLİKASYONLAR

Erken dönem komplikasyonlarının büyük bir bölümünü redüksiyon kayıpları oluşturmaktadır. Literatürde redüksiyon kayıplarını erken saptama amacıyla yakın takip önerilmiştir (73). Başlangıçtaki deplasman miktarı, kırığın oblisitesi, fizise olan uzaklığı, redüksiyon kalitesi, cerrahın tecrübesi, anestezi tipi, hastanın cinsiyeti, travma şekli, kas atrofisi varlığı gibi risk faktörleri öne sürülmüştür (51, 58-60). Uzun dönemde en sık görülen komplikasyonlardan biri hareket kısıtlılığıdır. Yumuşak doku fibrozisi ve interosseöz ligament kontraktürü nedeniyle geliştiği düşünülmektedir. Çünkü radyolojik olarak anatomik kaynamalarda bile fonksiyon kaybı görülebilmektedir (74). Pediatrik grupta yeniden kırık oluşması önkol kemiklerinde daha sık izlenmektedir. Özellikle kırıktan 6 ay içerisinde ve erkek çocuklarda daha sık görülmektedir (75). Erken implant çıkarımı, alçı süresinin kısa tutulması,

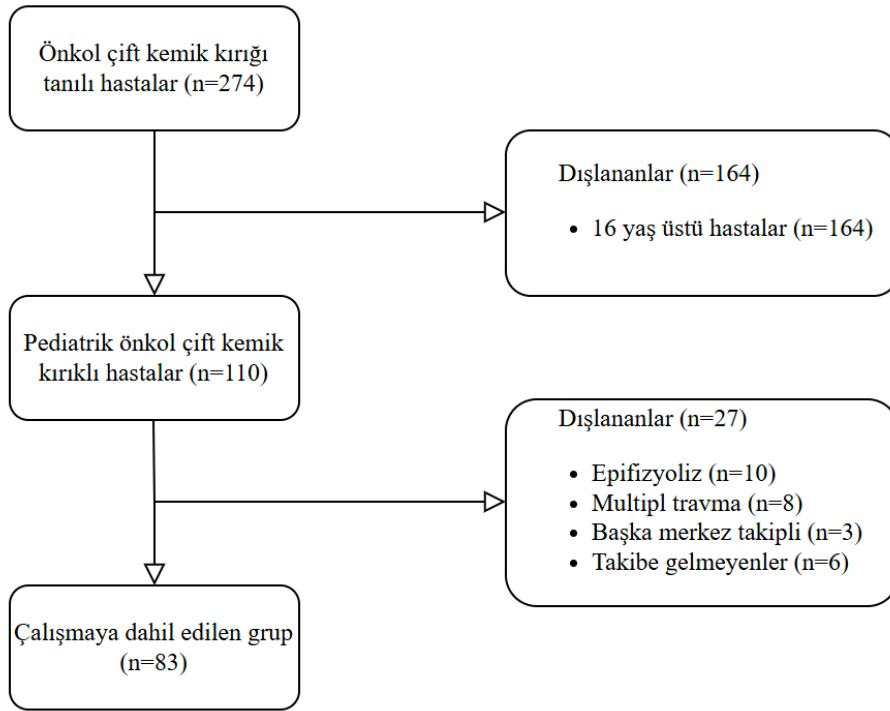
yetersiz iyileşme gibi sebepler öne sürülmektedir (76, 77). Gecikmiş kaynama ve kaynamama kapalı pediatrik önkol çift kemik kırıklarından sonra nadir olarak görülmektedir. Özellikle açık kırık ve açık redüksiyon vakalarında daha sık görülmektedir (78, 79). Yanlış kaynamalar da önemli komplikasyonlardan bir tanesidir. Özellikle cisim kırıklarında metafizer bölgeye göre daha fazla görülürler. Radyolojik patoloji devam etmesine rağmen eklem hareket açıklığı korunabilmektedir (80). Çapraz kaynamaların en sık sebepleri arasında yüksek enerjili travma, aynı seviyede kırık, tek insizyonla cerrahi, radius boyun kırıkları ile ilişkilidir (81). Enfeksiyon özellikle açık kırık ve cerrahi olarak tedavi edilen kırıklarda görülmektedir. Açık kırıklarda uygun debridmana kadar geçen süre önemli bir yer tutmaktadır (82). Önkol cisim kırıklarında en fazla yaralanan sinir median sinirdir (83). Bir çoğu travma sırasında gerilmeye bağlı oluşan nöropraksilerden oluşmaktadır. Buna rağmen kırık fragmanları arasında sinir sıkışmaları da bildirilmiştir. Genellikle spontan düzelmeye rağmen yaklaşık 3-4 ay beklendikten sonra eksplorasyon gerekebilmektedir (84). Bazen cerrahi yaklaşım esnasında duyuşal dallar iyatrojenik olarak hasarlanabilmektedirler (85). Kompartman sendromu kapalı pediatrik önkol kırıklarında çok nadir saptanmaktadır. Hatta bazı büyük serilerde dahi hiç görülmemiştir (86). Özellikle kapalı redüksiyon sonrası huzursuzluğu geçmeyen çocuklarda, cerrahi süresi uzayan ve redüksiyon sırasında zorlanılan vakalarda kompartman sendromu akıldan çıkarılmamalıdır (76). Kırık olduğu anda veya cerrahi sırasında kas veya tendon yaralanması görülebilmektedir. Bu sıkışan yumuşak dokular redüksiyonu engelleyebilir. Sıklıkla dorsal açılanma görüldüğü için ekstansör tendonlar tuzaklanabilmektedir (87). Özellikle operasyonda kullanılan implantların daha sonra çıkarılacağı düşünülüyorsa tendonları irrite etmemesi gerekmektedir (88). Refleks sempatik distrofi pek sık görülmemektedir (89). Cilde hafif dokunulduğunda ciddi ağrı olması bu durum hakkında şüphelendirmelidir. Erken dönemde rehabilitasyona başlamak büyük ölçüde başarı sağlar (90).

GEREÇ VE YÖNTEM

2016 Ocak ve 2024 Ocak tarihleri arasında Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'ne başvuran pediatrik önkol çift kemik kırık tanılı hastaların konservatif ve cerrahi tedavi sonuçlarının klinik ve radyolojik olarak analiz edilmesi planlandı. Burada amacımız pediatrik önkol çift kemik kırıklarında redüksiyon kaybını ve nihai tedaviyi öngörebilecek radyolojik parametre ve alçı indekslerini karşılaştırmaktır. Bu amaçla Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan 06/01/2024 tarihinde onay alındı (Ek 1). Çalışmaya katılan hastalardan 'Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu' imzası alındı (Ek 2).

HASTA SEÇİMİ

Hastaların epikrizleri, poliklinik takip kartları, bilgisayar kayıtları, pre-operatif ve post-operatif takip grafileri arşivden ve PACS sisteminden temin edildi. Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri; 16 yaş altında olması, önkol çift kemik kırık tanısı almış olmak, travma anından 6 hafta boyunca radyolojik ve klinik takibi olması, uygun doz ve pozisyonda grafi çekilmiş olmasıdır. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri; 16 yaş üzerinde olmak, epifizyoliz bulunması, multipl travma hastası olmak, başka merkezde takip edilip yönlendirilmiş olmak, aynı ekstremitede kırık bulunmasıdır. Bu kriterlere uyan 83 hasta çalışmaya dahil edildi (Şekil 11).



Şekil 11. Çalışmaya dahil edilen hastaları gösteren akış diyagramı

ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

Retrospektif olarak tasarlanan bu çalışmada hastaların demografik verileri, etkilenen taraf, dominant taraf, redüksiyon uygulanıp uygulanmadığı, travmasının ne olduğu, kırık lokalizasyonu, cerrahi uygulanıp uygulanmadığı, cerrahi uygulandıysa ne tür cerrahi uygulandığı, refraktür görülüp görülmediği, açık kırık mevcudiyeti, cerrahide ne tür redüksiyon kullanıldığı, redüksiyon kaybı, takip süresi, radyolojik açılar, alçı indeksi, üç nokta indeksi gibi bilgiler poliklinik kartlarından ve hastane grafi arşiv sisteminden temin edildi.

Hastaların kırıkları AO Sınıflaması'na, kırık tipine ve lokalizasyona göre sınıflandırıldı. Ardından Price kriterleri (Tablo 3) kullanılarak fonksiyonel sonuçlar elde edildi. Bu kayıtlara hastane veri sisteminden ulaşıldı (27, 42).

Hastalar acil servise başvurduğunda şişlik, açık yara yok ise hastalara kapalı redüksiyon dirsek üstü sirküler alçılama yapıldığı görüldü. Redüksiyona engel olan şişlik, açık yara, uygun redüksiyon sağlanamaması durumlarında hastalara cerrahi tedavi önerilmişti. Kapalı redüksiyon ve sirküler alçılama sedasyon anestezi altında acil serviste yapılmışti. Bu işlem sırasında alçı pamuğu ve alçılı sargı kullanıldığı görüldü. İşlem 2-3 Ortopedi ve Travmatoloji asistanı tarafından gerçekleştirilmişti. Redüksiyonu uygun görülen hasta için, hasta yakınına elevasyon, kapiller dolum takibi, hangi durumlarda hızlıca en yakın sağlık kuruluşuna başvurması gerektiği anlatıldığı kayıtlardan öğrenildi. Ardından redüksiyon sonrası 1,3,5.

günlerde şişlik kontrolü amacıyla çağrıldığı görüldü 5. günde Önkol AP/Lateral grafiler ile hastalar değerlendirilerek redüksiyon kaybı olan hastalara tekrar redüksiyon uygulanmıştı. Alçı açıldığında redüksiyona engel olabilecek yara, şişlik olması ve uygun redüksiyon sağlanmaması durumlarında hastaya cerrahi önerilmişti. Uygun redüksiyon kriterleri aşağıdaki kriterlere göre kabul edilmişti;

- 1- 10 yaşa kadar 15 dereceden az açılanma ve 1cm'den az kısalık olması
- 2- 10-13 yaş arasında 10 dereceden az açılanma ve %50'den az translasyon olması
- 3- 13 yaş üzerinde anatomik redüksiyon sağlanması.

Redüksiyon kaybı olmayan hastaların üçüncü haftada kontrole çağrılarak Önkol AP/Lateral grafi ile değerlendirildiği görüldü. Ardından dirsekaltı alçılama geçilerek dirsek egzersizi başlanmıştı. Altıncı haftada tekrar kontrole çağrılarak önkol AP/Lateral grafi ile değerlendirilmişti. Alçı açılarak dirsek, önkol ve el bileği egzersizleri başlanmıştı. Ardından 3, 6, 12.ay kontrollerine çağrılmıştı. Fakat altıncı hafta kontrolünde şikayeti olmayan hastaların birçoğunun kontrole gelmediği görüldü.

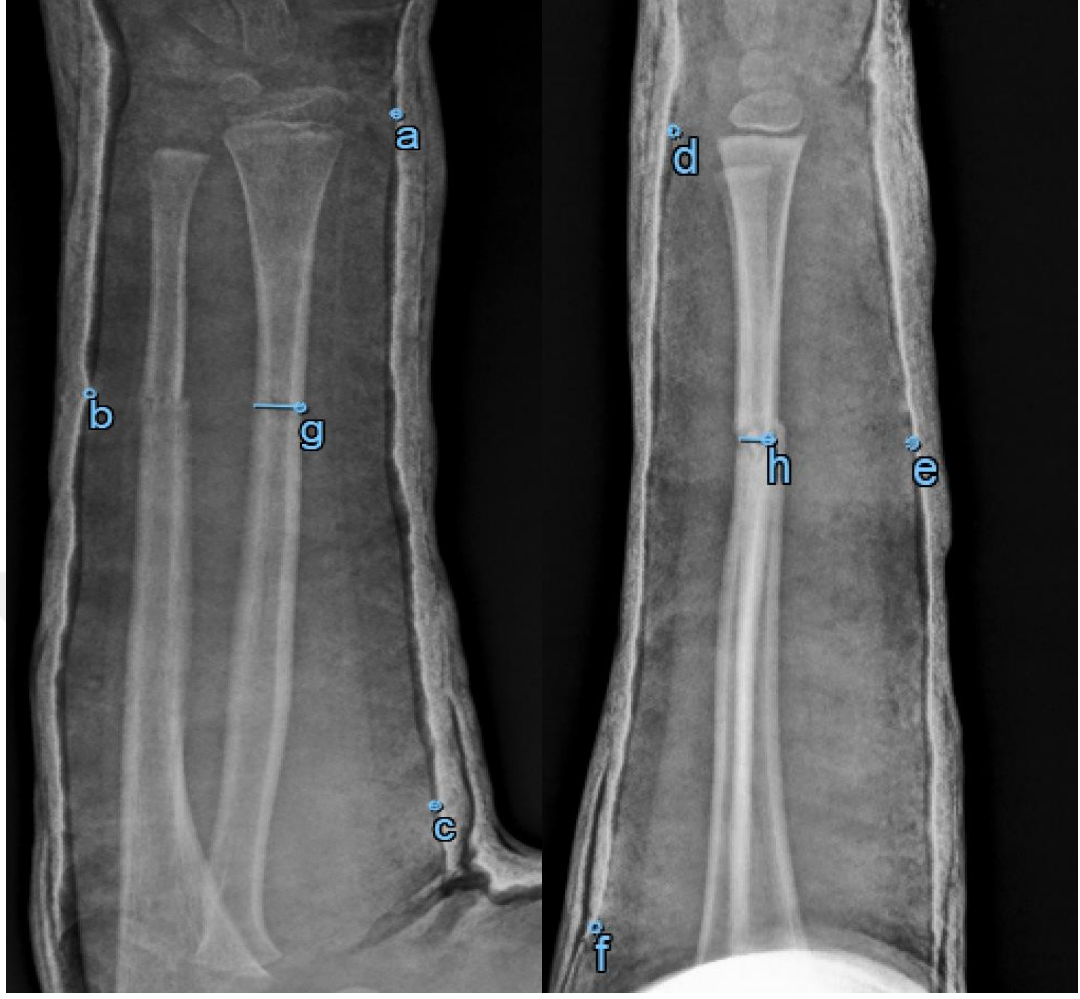
Cerrahi uygulanan hastalarda ise hastaya yatış verilerek cerrahileri planlandığı öğrenildi. Açık kırık görülen çocuklara yara yeri debridmanı acil serviste uygulanmıştı. Hastalara 1.kuşak sefalosporin başlanarak 24 saat devam ettirilmişti. Cerrahi yapılacak tüm hastalara preoperatif 30 dakika-1 saat önce 1.kuşak sefalosporin uygulandığı görüldü. Sefalosporin allerjisi olan hastalara ise klindamisin uygulanmıştı. Postoperatif 24 saat boyunca cerrahi profilaksi devam ettirilmişti.

Kırık lokalizasyonu distalde olan 14 yaş altı çocuklarda radius distaline çapraz K teli uygulandığı görüldü. Ulna redüksiyonu uygun olmayan çocuklarda ise ulnaya da bir adet k teli çapraz şekilde gönderildiği tespit edildi. Peroperatif olarak instabil olarak tespit edilen kırıklarda ise tel uygulaması üzerine sirküler alçılama uygulandığı görüldü. Redükte edilemeyen olgularda sınırlı insizyon ile açık redüksiyon uygulandığı görüldü. Kırık lokalizasyonu orta bölgede olan 14 yaş altı çocuklarda intramedüller titanyum elastik çivi kullanıldı. Kırığı proksimalde olan çocuklarda ise preoperatif planlama yapılarak plak-vida veya titanyum elastik çivileme yapıldığı görüldü.

Hastalara postoperatif hemen egzersiz başlanmıştı. Hasta yakınlarına aktif-pasif dirsek ve el bileği egzersizleri anlatılarak, hastaların ağrı kontrolü amacıyla üç hafta boyunca atel kullanımı önerildiği görüldü. Sirküler alçı yapılan hastalarda ise alçıya kapak açılarak pansuman ve pin dibi bakımı yapılmıştı.

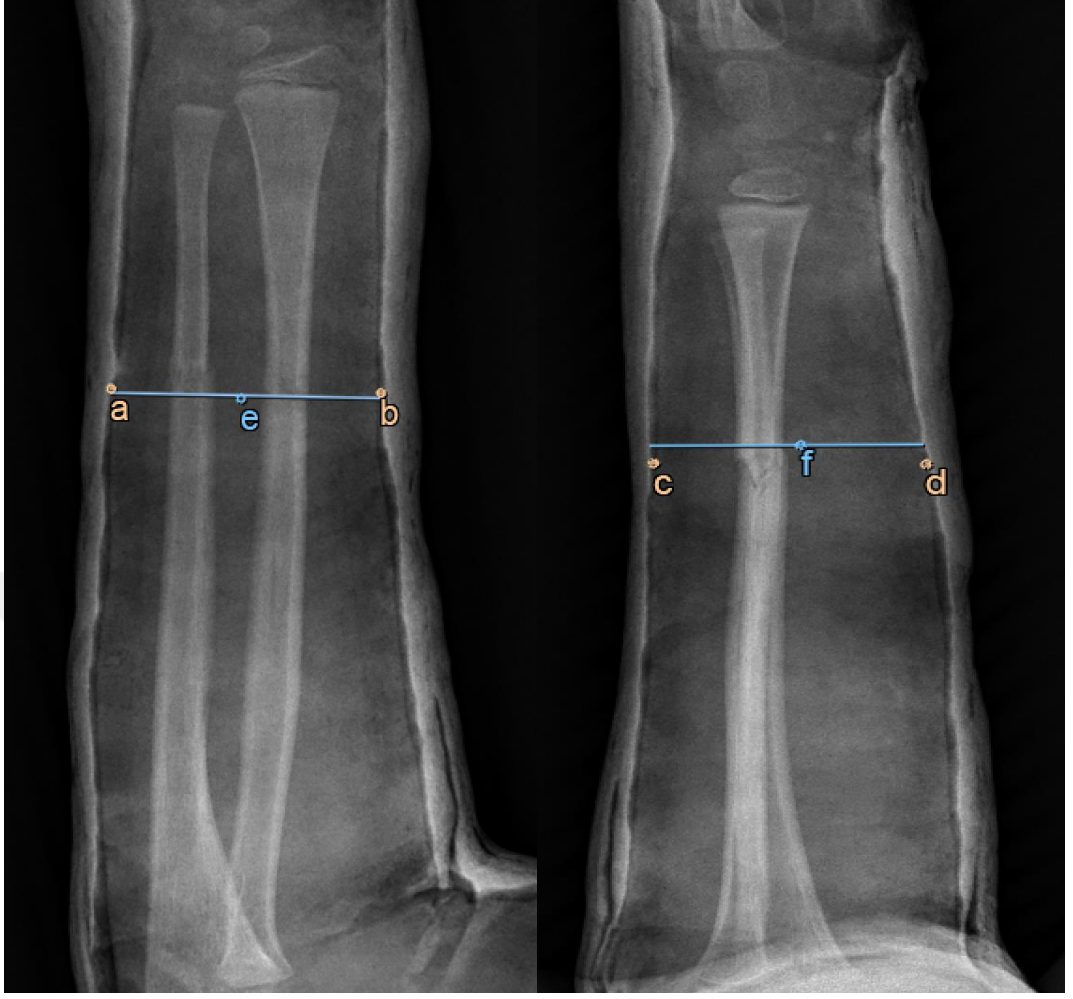
Hastaların postoperatif 1-2 gün takip edilerek taburcu edildiği görüldü. Hastalar postoperatif 15.gününde suture alımı ve egzersiz kontrolü amacıyla değerlendirilmişti. Üçüncü haftada kontrole çağrılan hastaların dirsek üstü atel veya alçıları dirsek altına geçildiği ve önkol AP/Lateral grafileri çekildiği görüldü. Dirsek egzersizleri başlanarak, altıncı haftada kontrole çağrılan hastaların eklem hareket açıklıkları ve önkol grafileri değerlendirildiği görüldü. K teli uygulanan hastalarda altıncı haftada K telleri poliklinikte çekilmişti. K telleri çekilen hastalar ağrı kontrolü amacıyla iki hafta daha dirsek altı atel ile takip edilmişti. Titanyum elastik çivi ve plak vida uygulanan hastalarda ise en az altı ay beklenecek materyal çıkarımı yapılmıştı.

Hastaların radyolojik analizinde kullanılacak veriler; redüksiyon öncesi radius ve ulnadaki kırık hattının anteroposterior ve lateraldeki açılanması, redüksiyon sonrası radius ve ulnadaki kırık hattının anteroposterior ve lateraldeki açılanması, redüksiyon öncesi radius ve ulnadaki kırık hattının anteroposterior ve lateraldeki kayma miktarı, redüksiyon sonrası radius ve ulnadaki kırık hattının anteroposterior ve lateraldeki kayma miktarı, redüksiyon öncesi radius ve ulnadaki süngülenmenin mm cinsinden miktarı, redüksiyon sonrası radius ve ulnadaki süngülenmenin mm cinsinden miktarı hesaplandı. Redüksiyon sonrası grafilerde üç nokta indeksi, gap indeksi, alçı indeksi, padding indeks ve Canterbury indeksi hesaplandı. Bu indeksler abrazyon, açık kırık nedeniyle sirküler alçı yapılamayan hastalarda hesaplanamadı.



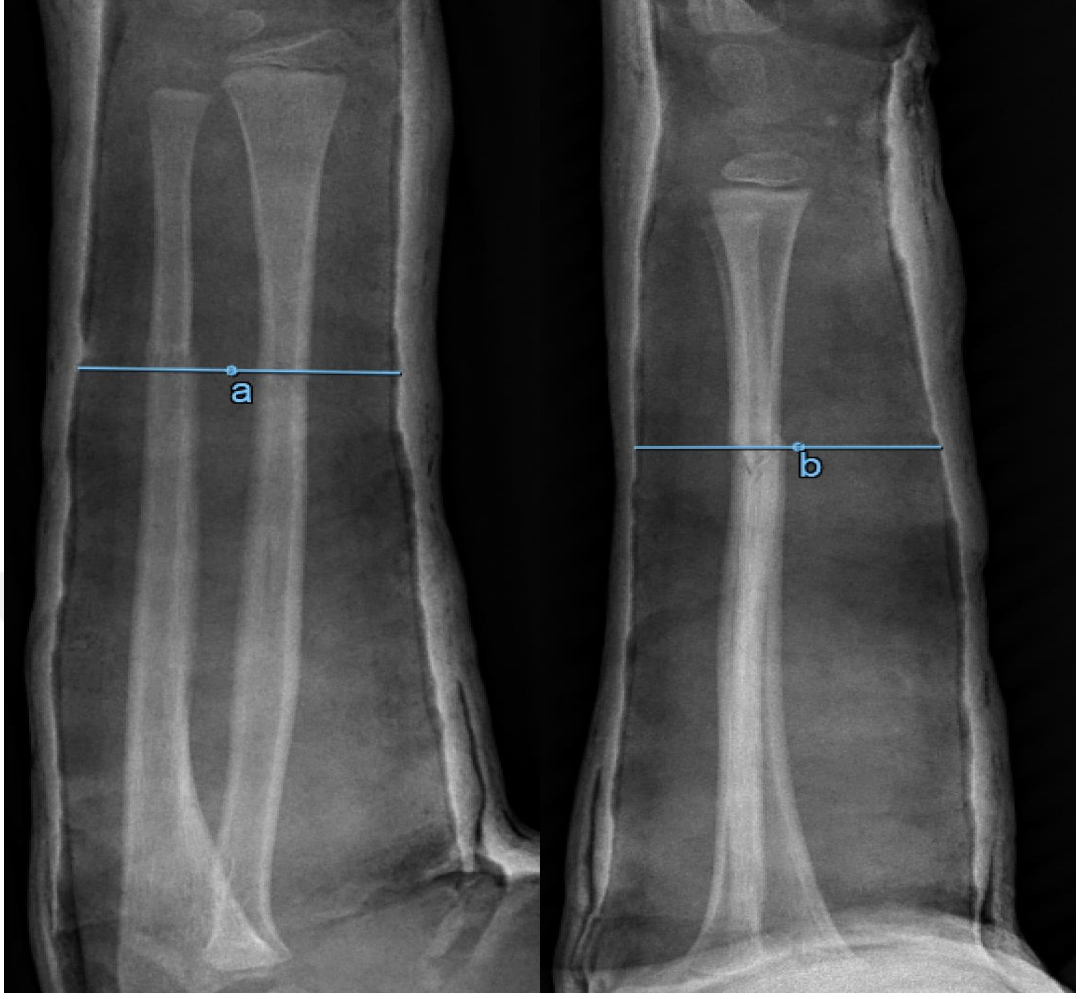
Şekil 12. Üç Nokta indeksi $(a+b+c)/g + (d+e+f)/h$

Üç nokta indeksi hesaplarırken AP ve lateral planda hesaplama yapılarak toplandı. AP planda distal radius epifizine yakın olacak şekilde yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (a), kırık seviyesinde olan yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (b), radial tüberkül hizasındaki en dar yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (c) ölçülüp radiusun temas ettiği noktanın mm cinsinden uzunluğuna oranı, lateral planda distal radius epifizine yakın olacak şekilde yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (d), kırık seviyesinde olan yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (e), radial tüberkül hizasındaki en dar yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık (f) ölçülüp radiusun temas ettiği noktanın mm cinsinden uzunluğuna oranı (h) toplanarak elde edilir (Şekil 12). Bu oran 0,81'den düşük olması beklenir.



Şekil 13. Gap İndeks $(a+b)/e + (c+d)/f$

Gap indekste ise AP planda kırık seviyesindeki yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık hem radial (a) hem ulnar (b) taraftan hesaplanarak toplanır, ardından kırık seviyesindeki alçının iç çapına (e) bölünür. Aynı işlem lateral planda kırık seviyesindeki yumuşak doku ve alçı arasındaki uzaklık hem dorsal (c) hem volar (d) taraftan hesaplanarak toplanır, ardından kırık seviyesindeki alçının iç çapına (f) bölünür (Şekil 13). Bu oranın 0.15'den düşük olması beklenir.



Şekil 14. Alçı İndeksi a/b

Alçı indeks hesaplanırken AP ve lateral planda grafi çekilirken standardizasyona dikkat edilmelidir. Uygun çekilmediği durumlarda ölçümde hata yapılabilmektedir. Alçı indeks ölçülürken ise AP planda kırık hattı hizasındaki alçının iç çapı (a), lateral planda kırık hattı hizasındaki alçının iç çapı (b) mm cinsinden bulunur (Şekil 14). Ardından bu uzunluklar oranlanır. Bu oranın 0.8'den düşük olması beklenmektedir.



Şekil 15. Padding İndeks a/b

Padding indeks hesaplanırken lateral planda deformite düzeltme yönüne göre yumuşak doku ve alçının içi arasındaki uzaklık (a), AP planda ölçülebilen maksimum interosseöz uzaklığa bölünerek elde edilir (Tablo 15). Bu oranın 0.3'ten düşük olması beklenmektedir. Canterbury indeks hesaplanırken ise alçı indeksi ve padding indeks toplanır. Bu oranın ise 1.1'den düşük olması beklenir.

İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

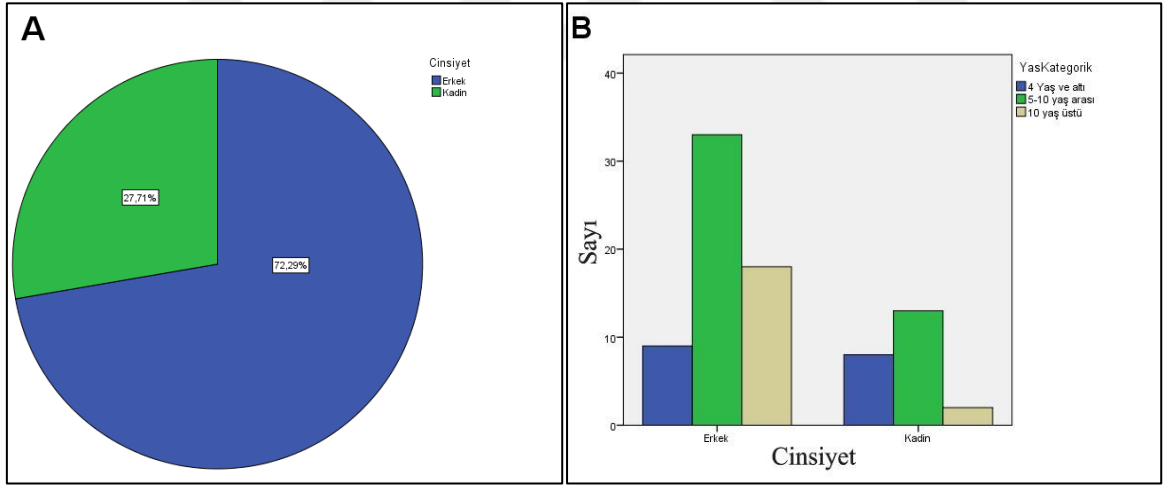
Elde edilen veriler istatistiksel olarak SPSS (Statistical Package for the Social Sciences Versiyon 22.0; SPSS Inc. Chicago, IL, USA, seri no:10240642) programı yardımıyla değerlendirildi. Çalışma verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma, medyan, interkuartil aralık) yanı sıra verilerin dağılımı Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirilmiştir. Niceliksel verilerin iki grup karşılaştırmasında Mann-Whitney U Testi ve Student-T testi kullanıldı. Nitel veriler arasındaki ilişkiyi belirlemek

amacıyla Ki-kare analizi ve Fischer testi kullanıldı. Anlamlılık $p<0.05$ düzeylerinde değerlendirildi. Radyolojik ölçümler iki farklı tarihte iki Ortopedi ve Travmatoloji hekimi tarafından tekrarlandı. Bu ölçümlerin ortalamaları istatistiksel analizde kullanıldı. Ölçümlerden elde edilen veriler arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirilerek uyumlu bulundu ($p<0.01$).



BULGULAR

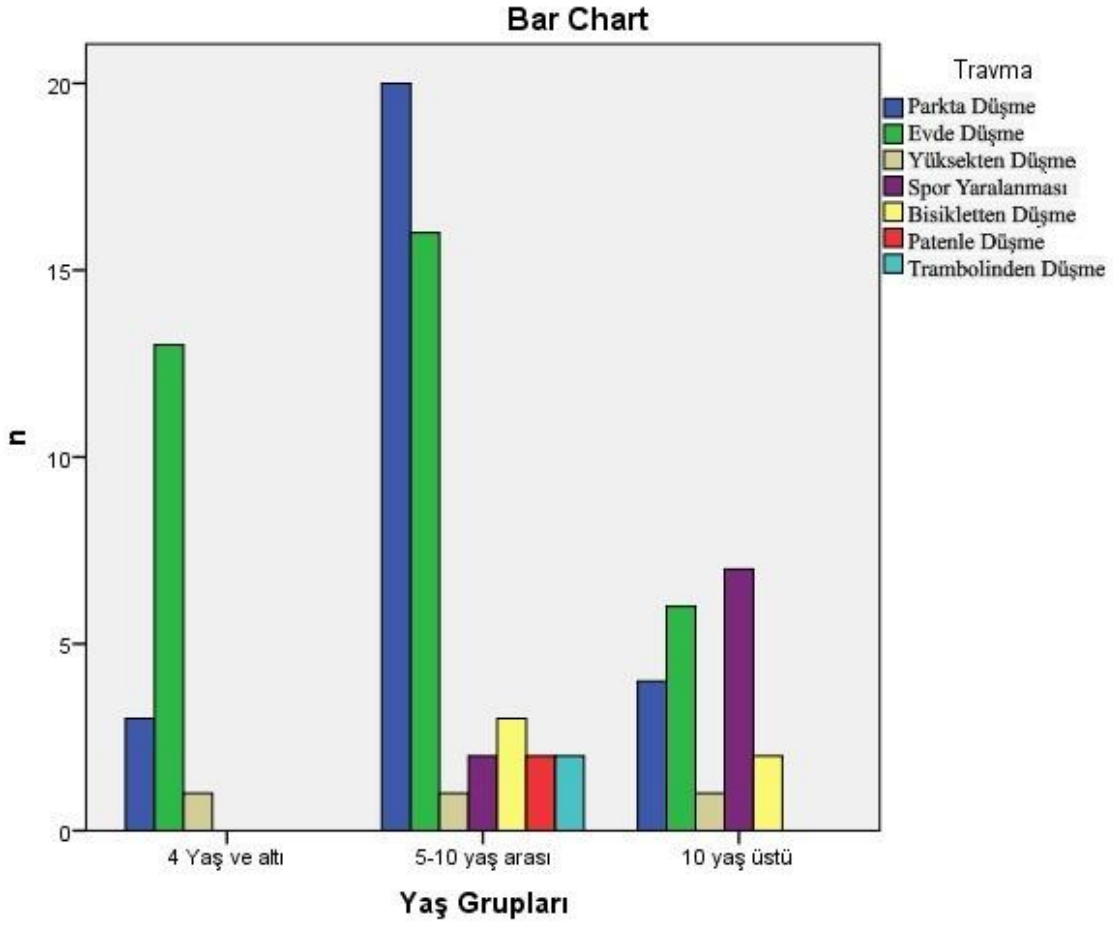
Çalışmaya 83 hasta dahil edildi. Yaş ortalaması $7,76 \pm 3,69$ (Min.1, maks. 14) olarak bulundu. Hastaların 23'ü (%27,7) kız , 60'ı (%72,3) erkekti. Erkeklerin yaş ortalaması $8,23 \pm 3,60$ iken, kızların yaş ortalaması $6,52 \pm 3,71$ olarak hesaplandı (Şekil 16).



A-Cinsiyetlerin Dağılımı, B- Yaş Gruplarının Cinsiyetlere Göre Dağılımı

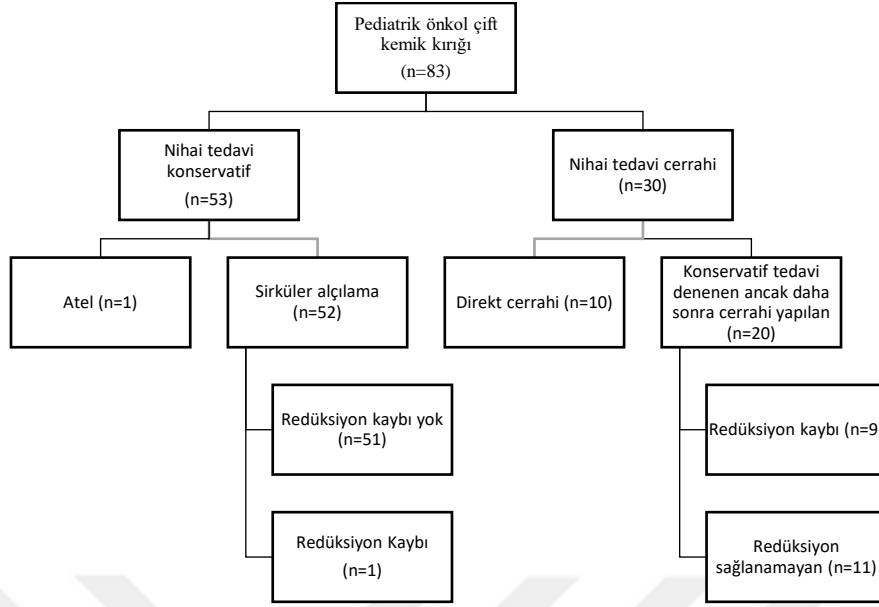
Şekil 16. Hastaların cinsiyet ve yaş dağılımı

Hastaların yaşları üçe ayrılarak kategorik veri haline getirildi. Bu yaş gruplarının geçirdiği travmalar Şekil 17'de belirtilmiştir. Parkta düşmelerin en sık 5-10 yaş arası, spor travmalarının en sık 10 yaş üzerinde olduğu görüldü.



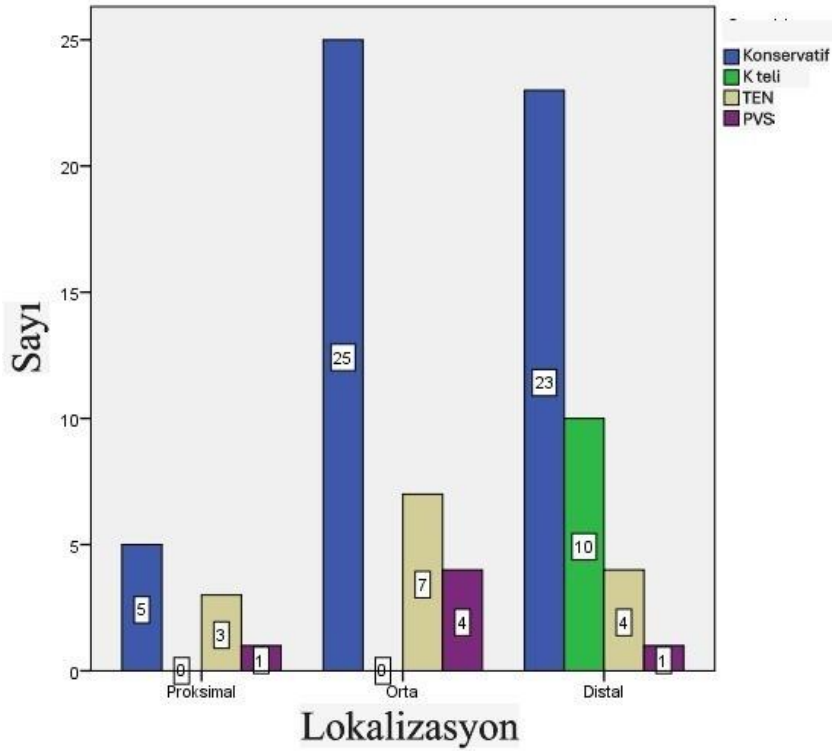
Şekil 17. Yaş grupları ve travma görülme sıklıkları

Çalışmada travma türleri, hangi tarafın yaralandığı, dominant tarafın yaralanıp yaralanmadığı, redüksiyon uygulanıp uygulanmadığı, kırık lokalizasyonu, cerrahi uygulanıp uygulanmadığı, cerrahi uygulandıysa ne tür cerrahi uygulandığı, refraktür görülüp görülmediği, açık kırık mevcudiyeti, cerrahi yapıldıysa açık redüksiyon yapılıp yapılmadığı, redüksiyon kaybı görülüp görülmediği, takip süresi, AO Sınıflaması gibi kategorik veriler incelenmiştir. Çalışmadaki hastaların kategorik verileri Tablo 5’te sunulmuştur. Hastaların kırıklarının en sık distal (%45,8) ve orta (%43,4) cisimde olduğu görülmüştür. 73 hastada konservatif tedavi denenmiş ve bu hastaların 52’sinde redüksiyon kaybı görülmemiş bir hasta ise atel ile takip edilmiştir. Toplam 10 hastada redüksiyon kaybı görülmüş ve bu hastaların dokuz tanesinde tekrar redüksiyon denendiğinde başarılı olunamamış ve cerrahi uygulanmıştır (Şekil 18). Tekrar redüksiyon denendiğinde ise sadece bir hastada başarılı olunabilmiştir.



Şekil 18. Çalışma grubunu gösteren akış diyagramı

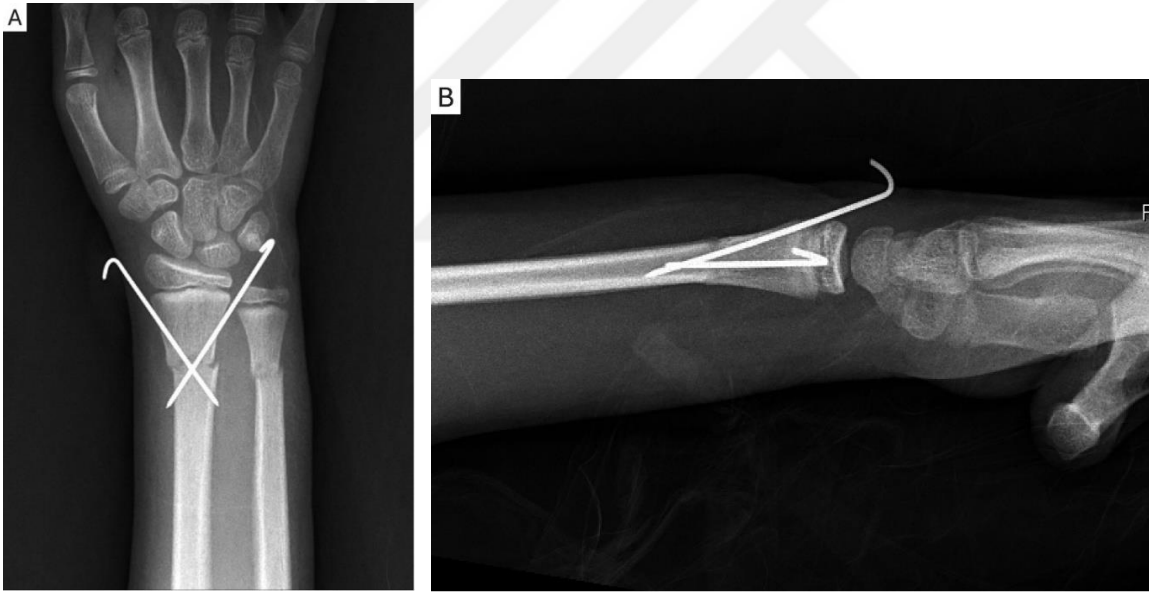
Cerrahi yapılan 30 hastanın 12'sinde açık redüksiyon ihtiyacı gelişmiştir. Bunların birinde K teli, beşinde titanyum elastik çivi altında plak-vida uygulanmıştır (Şekil 19). Altı hastada açık kırık görülmüştür.



TEN: Titanyum elastik çivi, **PVS:** Plak-vida sistemi

Şekil 19. Kırık lokalizasyonları ve tedavi şekilleri

Hastaların kırıkları lokalizasyon olarak sınıflandırılmıştır. 83 hastanın dokuzunda proksimal bölgede kırık görülmüştür. Bu kırıkların beşi konservatif olarak, üçü titanyum elastik çivi ile, biri plak-vida ile tedavi edilmiştir. Proksimaldeki kırıklarda K teli uygulanmamıştır. 36 hastada ise orta bölgede kırık görülmüştür. Bu kırıkların 25'i konservatif olarak, yedisi titanyum elastik çivi ile, dördü plak-vida ile tedavi edilmiştir. Orta bölge kırıklarında K teli uygulanmamıştır. 38 hastada ise distal bölgede kırık görülmüştür. Bu kırıkların 23'ü konservatif, 10'u K teli ile, dördü titanyum elastik çivi ile, biri ise plak-vida ile tedavi edilmiştir. Toplamda 53 hasta konservatif olarak, 10 hasta K teli ile, 14 hasta titanyum elastik çivi ile, altı hasta ise plak-vida ile tedavi edilmiştir (Şekil 19). Tüm lokalizasyonlarda en sık konservatif tedavi uygulandığı görüldü. K telinin sadece distal bölge kırıklarında kullanıldığı görüldü (Şekil 20).



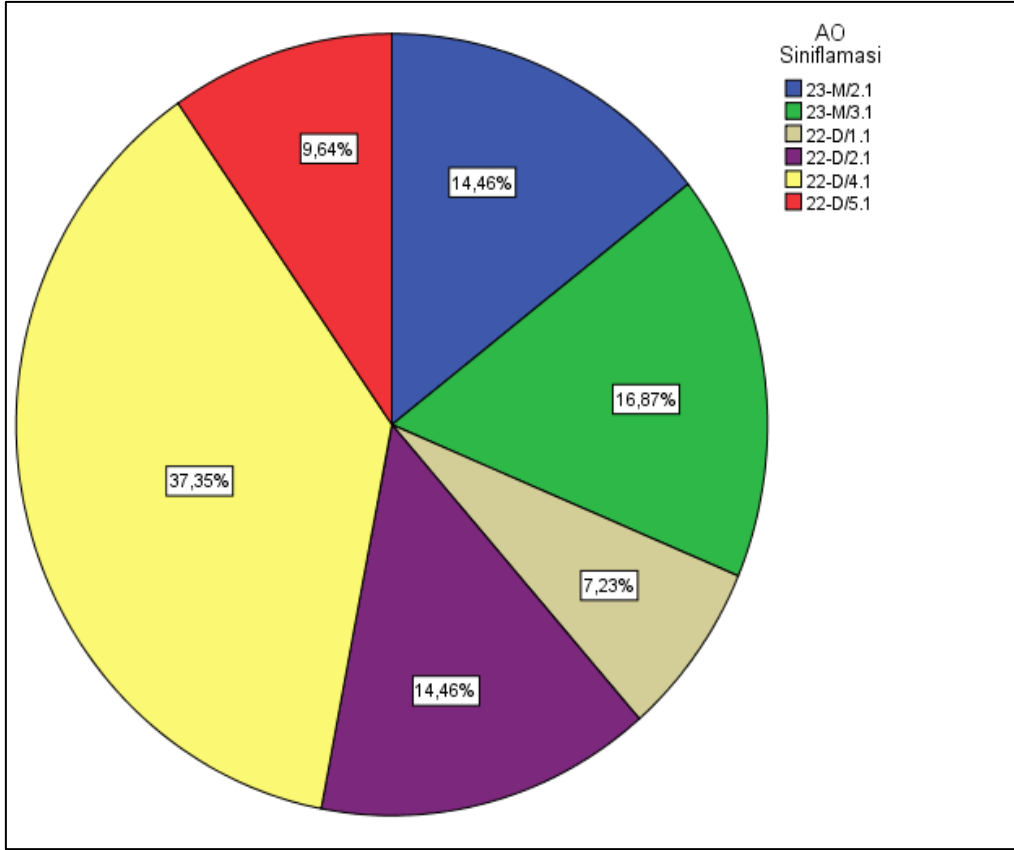
Şekil 20. K teli uygulanan bir hastada grafiler: A-AP grafi B-Lateral grafi

Hastaların 34'ünde sağ tarafın, 49'unda ise sol tarafın etkilendiği görülmüştür. Dominant tarafın etkilenme durumuna bakıldığında ise 37 hastanın dominant tarafının etkilendiği, 46 hastanın dominant olmayan tarafının etkilendiği görülmüştür. 61 hastada redüksiyon yapılmış, 22 hastada ise redüksiyon uygulanmadan olduğu pozisyonda tespit uygulanmıştır. Hastaların 11'inde ise refraktür görülmüştür. Altı hastada açık kırık görülmüştür. 12 hastada açık redüksiyon ihtiyacı gelişmiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Kategorik veriler

		n(%)
Etkilenen Taraf	Sağ	34 (%41)
	Sol	49 (%59)
Dominant Taraf	Evet	37 (%44,6)
	Hayır	46 (%55,4)
Redüksiyon	Evet	61 (%73,5)
	Hayır	22 (%26,5)
Kırık Lokalizasyonu	Proksimal	9 (%10,8)
	Orta	36 (%43,4)
	Distal	38 (%45,8)
Cerrahi	Uygulanmamış	53 (%63,9)
	Kirschner teli	10 (%12)
	Titanyum Elastik Çivi	14 (%16,9)
	Plak-Vida	6 (%7,2)
Refraktür	Evet	11 (%13,3)
	Hayır	72 (%86,7)
Açık Kırık	Evet	6 (%7,2)
	Hayır	77 (%92,8)
Açık-Kapalı Redüksiyon	Evet	12 (%40)
	Hayır	18 (%60)
Redüksiyon Kaybı	Evet	10 (%12)
	Hayır	73 (%88)

Hastalar AO Sınıflaması'na göre sınıflandırılmıştır. 12 hasta 23-M/2.1, 14 hasta 23-M/3.1, altı hasta 22-D/1.1, 12 hasta 22-D/2.1, 31 hasta 22-D/4.1, sekiz hasta ise 22-D/5.1 olarak saptanmıştır (Şekil 21). Çalışmada AO Sınıflaması'ndan çok lokalizasyona ve kırık tipine göre sınıflandırma kullanılmıştır.



Şekil 21. AO Sınıflamasına göre kırık tipleri

Birden çok radyolojik parametre redüksiyon öncesi ve sonrası incelendi. Kapalı redüksiyon sirküler alçılama yapılan hastalarda çeşitli alçı indeksleri ölçüldü. 11 hastaya sirküler alçı uygulanamadı. 72 hastaya sirküler alçı uygulanabildi. Sirküler alçı uygulanabilen hastalarda çeşitli alçı indeksleri ölçüldü (Tablo 6). İstatistiksel olarak sadece alçı indeksinin parametrik dağılım gösterdiği görüldü.

Tablo 6. Alçı İndeksleri

	Medyan(25.-75. Persantil)	Ortalama±Ss
Üç Nokta İndeksi	0,94(0,72-1,07)	-
Gap İndeksi	0,06(0,04-0,11)	-
Padding İndeks	0,06(0,04-0,10)	-
Canterbury İndeksi	0,96(0,91-0,96)	-
Alçı İndeksi	-	0,89±0,07

Çalışmamızda birden çok radyolojik parametre incelenmiştir. Radyolojik parametreler tüm hastalarda incelenmiştir (Tablo 7). Bu parametreler incelendiğinde radyolojik parametrelerin normal dağılım göstermediği görüldü.

Tablo 7. Radyolojik ölçümler

(n=83)	Medyan(25.-75. Persantil)
Radius AP Açılanma (Önce)	9,8(2,6-18,5)
Radius Lateral Açılanma (Önce)	15,3(7,7-29,0)
Ulna AP Açılanma (Önce)	9,9(4,6-17,5)
Ulna Lateral Açılanma (Önce)	13,9(5,7-27,5)
Radius Translasyon AP % (Önce)	0(0-20)
Radius Translasyon Lateral % (Önce)	0(0-100)
Ulna Translasyon AP % (Önce)	0(0-4,6)
Ulna Translasyon Lateral % (Önce)	0(0-21)
Radius Süngülenme mm (Önce)	0(0-7,7)
Ulna Süngülenme mm (Önce)	0(0-0)
Radius AP Açılanma (Sonra)	2,7(1,2-5,0)
Radius Lateral Açılanma (Sonra)	4,1(2,1-9,4)
Ulna AP Açılanma (Sonra)	3(0,9-5,4)
Ulna Lateral Açılanma (Sonra)	3,2(1,1-6,8)
Radius Translasyon AP % (Sonra)	0(0-0)
Radius Translasyon Lateral % (Sonra)	0(0-8)
Ulna Translasyon AP % (Sonra)	0(0-0)
Ulna Translasyon Lateral % (Sonra)	0(0-0)
Radius Süngülenme mm (Sonra)	0(0-0)
Ulna Süngülenme mm (Sonra)	0(0-0)

AP: Anteroposterior

Yaş grupları ile travma türü arasındaki ilişki Ki-kare testi ile analiz edildi. Elde edilen sonuçlar yaşın travma türünü etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir. 4 yaş ve altı grupta evde düşme daha sık görülürken, 5-10 yaş arası grupta parkta düşmelerin en sık olduğu

görülmüştür. 10 yaş üstü grupta spor yaralanmalarının istatistiksel olarak daha çok meydana geldiği görülmüştür. Yaş ile birlikte travma çeşitliliğinin arttığı görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Yaş grupları ve travma karşılaştırması

Yaş	Travma Türü (n)							p*
	Parkta Düşme	Evde Düşme	Yüksekten Düşme	Spor Yaralanması	Bisiklet Kazası	Paten Kazası	Trambolin Kazası	
<5	3	13	1	0	0	0	0	0,01
5-10	20	16	1	2	3	2	2	0,02
>10	4	6	1	7	2	0	0	0,01
Toplam	27	35	3	9	5	2	2	0,02

*Fischer Testi

Kırık lokalizasyonu ve kırık tipi arasındaki ilişki Ki-kare testi ile analiz edildi. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulundu. Post hoc analiz uygulandı. Distal ve orta bölge kırıklarının proksimal bölge kırıklarına göre daha fazla olduğu görüldü. En sık görülen kırık tipinin her lokalizasyonda çift korteks olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Torus kırıklarının en sık distal bölgede olduğu gözlemlendi. Bowling ve yeşilağaç kırıklarının orta bölgede daha çok olduğu gözlemlendi. Proksimal bölgede torus ve bowling kırıkları çalışma grubunda hiç görülmedi (Tablo 9).

Tablo 9. Kırık tipi ve kırık lokalizasyonunun karşılaştırılması

Kırık Tipi	Kırık Lokalizasyonu (n)			p*
	Proksimal	Orta	Distal	
Bowling	0	5	1	0,04
Torus	0	1	10	0,001
Yeşilağaç	1	9	3	0,04
Çift Korteks	8	21	24	0,368
Toplam	9	36	38	0,008

*Fischer Testi

Kırık lokalizasyonu ve cerrahi uygulanıp uygulanmadığı arasındaki ilişki Ki-kare testi ile analiz edildi. Aralarında anlamlı bir ilişki saptanmadı. Tüm lokalizasyonlardaki kırıklarda konservatif tedavinin daha çok uygulandığı görüldü (Tablo 10).

Tablo 10. Kırık lokalizasyonu ve tedavi türü arasındaki ilişki

Lokalizasyon	Tedavi Türü (n)		p*
	Konservatif	Cerrahi	
Proksimal	5	4	p*
Orta	25	11	
Distal	23	15	
Toplam	53	30	0,626

*Ki-kare

Hastalar Price ve ark. (42) tarafından tanımlanan skorlama ile sınıflandırıldı. Tüm hastaların sonucu mükemmel idi. Sadece bir hastada fizik tedavi gereksinimi olmuştur. Toplam üç hastada ise beş derecelik bir supinasyon kaybı görülmüştür. Supinasyon kaybı son poliklinik kayıtlarında gerilemiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Price kriterlerine göre hastaların sınıflandırılması (42)

Sonuçlar	Belirtiler	Supinasyon Kaybı	n
Mükemmel	Ağır fiziksel aktivitelerde şikayet yok	<15	83
İyi	Ağır fiziksel aktivitelerde hafif şikayet	15-30	0
Orta	Günlük aktivitelerde hafif şikayet	31-90	0
Kötü	Diğer tüm sonuçlar	>90	0

Kırık türü ve refraktür görülme sıklığı Fisher kesinlik testi ile karşılaştırılmıştır. Aralarında istatistiksel anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ayrıca torus kırıklarında hiç refraktür görülmemiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Kırık tipi ve refraktür arasındaki ilişki

Kırık Tipi	Refraktür (n)		p*
	Evet	Hayır	
Bowing	1	5	p*
Torus	0	11	
Yeşilağaç	1	12	
Çift Korteks	9	44	
Toplam	11	72	0,555

*Fischer Testi

Redüksiyon kaybı ve kırık tipi arasındaki ilişki Ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. Aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Buna rağmen en sık redüksiyon kayıplarının transvers kırıklar olduğu saptanmıştır. Toplamda 10 hastada redüksiyon kaybı saptanmış olup dokuzu çift korteks kırıktır (Tablo 13).

Tablo 13. Redüksiyon kaybı ve kırık tipi arasındaki ilişki

Redüksiyon Kaybı	Kırık Tipi (n)				p*
	Bowing	Torus	Yeşilağaç	Çift Korteks	
Evet	0	0	1	9	0,494
Hayır	6	11	12	44	
Toplam	6	11	13	44	

*Fischer Testi

Redüksiyon önce ölçülen açılar, translasyon miktarı, süngülenme gibi parametrelerin hastaların nihai tedavisini ne oranda etkilediği Mann-Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Redüksiyon öncesi radiusun AP planda açılanması, translasyon ve süngülenmenin olması cerrahi tedavi ile konservatif tedavi grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir (Tablo 14).

Tablo 14. Tedavi türü ve redüksiyon öncesi radyolojik parametreler (Tüm hastalar)

Radyolojik Parametre (Alçılama Öncesi)	Tedavi Türü		p*
	Konservatif Medyan(25.-75. Persantil) (n=53)	Cerrahi Medyan(25.-75. Persantil) (n=30)	
Radius AP Açılanma	6,8(1,95-15,5)	14,0(5,47-21,82)	0,021
Radius Lateral Açılanma	15,3(7,5-27,95)	16,35(6,82-30,75)	0,894
Ulna AP Açılanma	9,6(2,8-17,5)	13,45(4,9-17,72)	0,394
Ulna Lateral Açılanma	11,8(5,6-25,25)	18,9(6,12-30,12)	0,240
Radius Translasyon AP %	0(0-0)	22(0-22)	0,001
Radius Translasyon Lateral %	0(0-0)	100(9-100)	0,001
Ulna Translasyon AP %	0(0-0)	2,3(0-85)	0,001
Ulna Translasyon Lateral %	0(0-0)	27(0-100)	0,001
Radius Süngülenme mm	0(0-0)	8,75(0-12,95)	0,001
Ulna Süngülenme mm	0(0-0)	0(0-12)	0,001

*Mann-Whitney U Testi, **AP:** Anteroposterior

Alçı indeksleri literatürde redüksiyon kaybını öngörme amaçlı tanımlanmıştır. Redüksiyon kaybı da tedavi türü ile ilişkili olduğu için tarafımızca tedaviyi öngörme amacıyla da karşılaştırılmıştır. Alçı indeksleri hesaplanıp literatürde belirtilen eşik değerlerine göre kategorik verilere dönüştürülerek redüksiyon kaybı ile ilişkisi Ki-kare ve Fischer Testi ile nicel veri olarak ise Mann-Whitney U ve Student T testi ile analiz edilmiştir (1, 2, 50-52). Üç nokta

indeksi ve padding indeks, cerrahi ve konservatif tedaviyi öngörmeye anlamlı olarak saptanmıştır (Tablo 15). Bu istatistikler sadece alçı yapılabilen hastalarda hesaplanmıştır.

Tablo 15. Tedavi ve alçı indeksleri (İlk olarak alçı yapılan hastalar)

İndeksler	Tedavi (Ortalama ±Standart Sapma) Tedavi Medyan(25.-75. Persantil)		p
	Konservatif (n=52)	Cerrahi (n=20)	
Üç Nokta İndeksi	0,79(0,68-0,94)	1,14(0,89-1,65)	0,001*
Gap İndeksi	0,06(0,04-0,10)	0,06(0,04-0,12)	0,914*
Alçı İndeksi	0,88±0,07	0,90±0,07	0,648**
Padding İndeks	0,06(0,04-0,10)	0,07(0,06-0,14)	0,038*
Canterbury İndeksi	0,96(0,91-1,03)	0,98(0,92-1,05)	0,282*

*Mann-Whitney U testi, ** Student T testi

Alçı indeksleri literatürde belirtilen eşik değerlere göre kategorize edilerek Ki-kare ve Fischer testi uygulandığında üç nokta indeksinin ve Canterbury indeksinin tedavi türünü öngörmeye anlamlı olduğu saptanmıştır (Tablo 16).

Tablo 16. Tedavi ve eşik değerlere göre alçı indeksleri (İlk olarak alçı yapılan hastalar)

İndeksler	Tedavi (n=72)		p
	Konservatif (n=52)	Cerrahi (n=20)	
Üç Nokta İndeksi (Eşik altı)	33	3	0,001*
Üç Nokta İndeksi (Eşik üstü)	19	17	
Gap İndeksi (Eşik altı)	42	18	0,490**
Gap İndeksi (Eşik üstü)	10	2	
Alçı İndeksi (Eşik altı)	10	0	0,053**
Alçı İndeksi(Eşik üstü)	42	20	
Padding İndeks (Eşik altı)	48	16	0,206**
Padding İndeks (Eşik üstü)	4	4	
Canterbury İndeksi (Eşik altı)	50	16	0,026**
Canterbury İndeksi (Eşik üstü)	2	4	

*Ki-kare testi, ** Fischer testi

Alçı indeksleri ile redüksiyon kaybı arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı Ki-kare, Fischer testi, Mann-Whitney U ve Student testleri T ile karşılaştırılmıştır. Literatürdeki eşik değerlere göre üç nokta indeksi, padding indeks ve Canterbury indeksinin redüksiyon kaybı ile istatistiksel olarak ilişkili olduğu görülmüştür. Tablo 17’de bu istatistikler açıklanmıştır.

Tablo 17. Redüksiyon kaybı ile literatürdeki eşik değerlere göre alçı indeksleri arasındaki ilişki (Konservatif tedavi başlanan hastalar)

İndeksler	Redüksiyon Kaybı (n=61)		p
	Evet (n=10)	Hayır (n=51)	
Üç Nokta İndeksi (Eşik altı)	2	33	0,009*
Üç Nokta İndeksi (Eşik üstü)	8	18	
Gap İndeksi (Eşik altı)	8	41	0,977**
Gap İndeksi (Eşik üstü)	2	10	
Alçı İndeksi (Eşik altı)	0	10	0,191**
Alçı İndeksi(Eşik üstü)	10	41	
Padding İndeks (Eşik altı)	7	47	0,044*
Padding İndeks (Eşik üstü)	3	4	
Canterbury İndeksi (Eşik altı)	6	49	0,005**
Canterbury İndeksi (Eşik üstü)	4	2	

*Ki-kare testi, **Fischer Testi.

Literatürde tanımlanan eşik değerler dikkate alınmadan Mann-Whitney U ve Student T testi ile karşılaştırma yapıldığında sadece üç nokta indeksi ve padding indeksin istatistiksel anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 18).

Tablo 18. Redüksiyon kaybı ile alçı indeksleri arasındaki ilişki (Uygun kapalı redükte edilebilen hastalar)

İndeksler	Redüksiyon Kaybı(Ortalama ±Standart Sapma)		p
	Redüksiyon Kaybı(25.-75. Persantil)		
	Evet (n=10)	Hayır (n=51)	
Üç Nokta İndeksi	1,03(0,84-1,67)	0,79(0,68-0,92)	0,004*
Gap İndeksi	0,10(0,03-0,14)	0,06(0,04-0,11)	0,176*
Alçı İndeksi	0,92±0,09	0,88±0,07	0,127**
Padding İndeks	0,09(0,05-0,20)	0,06(0,02-0,10)	0,025*
Canterbury İndeksi	1,02(0,91-1,24)	0,96(0,91-1,03)	0,093*

*Mann-Whitney U Testi, **Student T testi.

Cerrahi uygulanan grupta ise redüksiyon yapılmadan önceki radyolojik parametrelerin hastaların cerrahisinde açık redüksiyon uygulanıp uygulanmadığına etkisi Mann-Whitney U testi ile incelenmiştir. İstatistiksel anlamlı ilişki saptanmamıştır (Tablo 19).

Tablo 19. Açık redüksiyon ile redüksiyon öncesi radyolojik parametre ilişkisi (Cerrahi yapılan hastalar)

Radyolojik Parametre (Alçılama Öncesi)	Açık Redüksiyon Medyan (25.-75. Persantil)		p*
	Evet (n=10)	Hayır (n=20)	
Radius AP Açılanma	8,15(4,4-19,92)	16,5(5,87-22,67)	0,350
Radius Lateral Açılanma	14,6(10,7-22,27)	19,7(5,07-32,7)	0,619
Ulna AP Açılanma	15,7(7,22-18,5)	9,55(4,76-17,87)	0,502
Ulna Lateral Açılanma	18,4(4,2-21,42)	21(7,4-37,25)	0,448
Radius Translasyon AP %	38(0-100)	16,5(2,5-100)	0,948
Radius Translasyon Lateral %	100(0-100)	100(12,25-100)	0,948
Ulna Translasyon AP %	7,5(0-85)	2,3(0-84,25)	0,914
Ulna Translasyon Lateral %	73(0-100)	14(0-100)	0,502
Radius Süngülenme mm	9,05(0-14,17)	8,3(0-12,45)	0,581
Ulna Süngülenme mm	8,9(0-14,4)	0(0-6,62)	0,198

*Mann-Whitney U Testi, AP: Anteroposterior

Redüksiyon kaybı ile alçılama öncesi parametreler karşılaştırılmıştır. Alçılama öncesi radiusun AP ve lateral planda açılanması, radiusun lateral planda translasyonu, ulnanın hem AP hem lateral planda translasyonu ve ulnanın süngülenme miktarı ile redüksiyon kaybı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 20).

Tablo 20. Redüksiyon kaybı ile alçılama öncesi radyolojik parametrelerin karşılaştırılması (Konservatif tedavi başlanan hastalar)

Radyolojik Parametre (Alçılama Öncesi)	Redüksiyon Kaybı Medyan (25.-75. Persantil)		p*
	Evet (n=10)	Hayır (n=51)	
Radius AP Açılanma	17,15(6,62-23,57)	6,8(1,9-15,5)	0,016
Radius Lateral Açılanma	32,1(24,77-38,12)	15,3(8,3-29,0)	0,014
Ulna AP Açılanma	10,6(5,22-19,4)	8,8(2,5-16,8)	0,546
Ulna Lateral Açılanma	21,8(13,15-36,55)	11,8(5,7-27,5)	0,124
Radius Translasyon AP %	0(0-16,25)	0(0-0)	0,128
Radius Translasyon Lateral %	6(0-100)	0(0-0)	0,012
Ulna Translasyon AP %	0(0-20,5)	0(0-0)	0,032
Ulna Translasyon Lateral %	0(0-100)	0(0-0)	0,048
Radius Süngülenme mm	0(0-10,32)	0(0-0)	0,058
Ulna Süngülenme mm	0(0-7,22)	0(0-0)	0,036

*Mann-Whitney U Testi, AP: Anteroposterior

Alçı yapılabilen hastaların alçı sonrası radyolojik parametreleri hesaplanmıştır. Bu radyolojik parametreler ile redüksiyon kaybı istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Alçılama sonrası ulnanın lateral planda açılanmasının, ulna ve radiusun AP ve lateral planda translasyonunun, ulna ve radiusun süngülenme miktarının redüksiyon kaybında bir etken olabileceği çalışmada istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Alçı yapıldıktan sonra ölçülen diğer radyolojik parametreler ile redüksiyon kaybı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (Tablo 21).

Tablo 21. Redüksiyon kaybı ile alçılama sonrası radyolojik parametrelerin karşılaştırılması (Konservatif tedavi başlanan)

Radyolojik Parametre (Alçılama Sonrası)	Redüksiyon Kaybı Medyan (25.-75. Persantil)		p*
	Evet (n=10)	Hayır (n=51)	
Radius AP Açılanma	5,3(2,05-14,20)	2,5(1,2-4,1)	0,064
Radius Lateral Açılanma	9,00(3,10-10,35)	4,1(2,1-9,4)	0,108
Ulna AP Açılanma	5,25(2,72-6,22)	2,6(0,7-5,1)	0,061
Ulna Lateral Açılanma	5,5(3,4-10,45)	2,8(1,1-6,8)	0,039
Radius Translasyon AP %	11,0(0-24,75)	0(0-0)	0,001
Radius Translasyon Lateral	9,5(0-48,0)	0(0-0)	0,001
Ulna Translasyon AP %	0(0-13,25)	0(0-0)	0,006
Ulna Translasyon Lateral %	6,4(0-27,0)	0(0-0)	0,001
Radius Süngülenme mm	0(0-1,4)	0(0-0)	0,001
Ulna Süngülenme mm	0(0-0)	0(0-0)	0,024

*Mann-Whitney U Testi, AP: Anteroposterior

Hastalara kapalı redüksiyon ve sirküler alçı uygulanmıştır. Kapalı redüksiyon uygulanan ve bu redüksiyonda başarılı olunan toplamda 61 hasta vardır. Bu başarıyı ölçebilecek bir indeks tespit edebilmek adına bu hastalar alçı indeksleri açısından karşılaştırılmıştır. Sadece üç nokta indeksi uygun redüksiyon objektif olarak ölçebilmek için istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır (Tablo 22).

Tablo 22. Alçı indeksleri ve uygun redüksiyon (Alçı yapılabilen hastalar)

İndeksler	Uygun Redüksiyon (n=72)		p
	Evet (n=61)	Hayır (n=11)	
Üç Nokta İndeksi (Eşik altı)	35	1	0,006**
Üç Nokta İndeksi (Eşik Üstü)	26	10	
Gap İndeksi (Eşik altı)	49	11	0,192****
Gap İndeksi (Eşik üstü)	12	0	
Alçı İndeksi (Eşik altı)	10	0	0,342****
Alçı İndeksi (Eşik üstü)	51	11	
Padding İndeks (Eşik altı)	54	10	1,00****
Padding İndeks (Eşik üstü)	7	1	
Canterbury İndeksi (Eşik altı)	55	11	0,581**
Canterbury İndeksi (Eşik üstü)	6	0	

*Ki-kare testi, **Fischer Testi

AO sınıflaması yetişkin grupta prognozu belirleyici bir sınıflamadır. Pediatrik grupta da bu şekilde bir etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Fischer testi ile bakıldığında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. AO Sınıflaması'na göre 22-D/4.1 en sık kırık tipidir. Cerrahi tedavi uygulanan grupta ise en sık 22-D/4.1 tipi kırık görülmüştür (Tablo 23).

Tablo 23. AO sınıflaması ve tedavi türü

Tedavi	AO Sınıflaması						p*
	23-M/2.1	23-M/3.1	22-D/1.1	22-D/2.1	22-D/4.1	22-D/5.1	
Konservatif	11	6	6	11	15	4	0,02
Cerrahi	1	8	0	1	16	4	0,03
Toplam	12	14	6	12	31	8	0,002

*Fischer Testi, **AO: Osteosentez Çalışma Grubu**

Alçı indekslerinin tedaviyi öngörebilme gücü karşılaştırılmıştır. Tedaviyi öngörebilme açısından en sensitif testin alçı indeksi olduğu görülmüştür fakat spesifitesi oldukça düşük bir şekilde %19,23 olarak bulunmuştur. Spesifitesi en yüksek test olarak Canterbury indeksi görülmüştür. Nihai tedaviyi öngörme açısından hem spesifitesi hem de sensitivitesi açısından en dengeli olarak üç nokta indeksi saptanmıştır (Tablo 24).

Tablo 24. Alçı indekslerinin tedaviyi öngörebilirliği açısından karşılaştırılması

	Üç Nokta İndeksi	Gap İndeksi	Alçı İndeksi	Padding İndeks	Canterbury İndeksi
Gerçek Pozitif	17	2	20	4	4
Gerçek Negatif	33	42	10	48	50
Yalancı Pozitif	19	10	42	4	2
Yalancı Negatif	3	18	0	16	16
Sensitivite	%85,00	%10,00	%100	%20	%20
Spesifite	%63,46	%80,77	%19,23	%92,31	%96,15
Pozitif Prediktif Değer	%47,22	%16,67	%32,26	%50,00	%66,67
Negatif Prediktif Değer	%91,67	%70,00	%100,0	%75,00	%75,76

Alçı indekslerinin redüksiyon kaybını öngörebilme gücü karşılaştırılmıştır. Redüksiyon kaybını öngörebilme açısından en sensitif test olarak alçı indeksi olarak görülmüştür fakat spesifitesi %19,61 olarak saptanmıştır. Spesifitesi en yüksek test Canterbury indeksi saptanmış olup sensitivitesi %40 saptanmıştır. Redüksiyon kaybını öngörme açısından hem spesifitesi hem de sensitivitesi açısından en dengeli olarak üç nokta indeksi saptanmıştır. Üç nokta indeksinin redüksiyon kaybını öngörebilirliği açısından sensitivitesi %80,0 olup spesifitesi %64,71 olarak saptanmıştır (Tablo 25).

Tablo 25. Alçı indekslerinin redüksiyon kaybını öngörebilirliği açısından karşılaştırılması

	Üç Nokta İndeksi	Gap İndeksi	Alçı İndeksi	Padding İndeks	Canterbury İndeksi
Gerçek Pozitif	8	2	10	3	4
Gerçek Negatif	33	41	10	47	49
Yalancı Pozitif	18	10	41	4	2
Yalancı Negatif	2	8	0	7	6
Sensitivite	%80,00	%20,00	%100	%30,00	%40,00
Spesifite	%64,71	%80,39	%19,61	%92,16	%96,08
Pozitif Prediktif Değer	%30,77	%16,67	%19,61	%42,86	%66,67
Negatif Prediktif Değer	%94,29	%83,67	%100	%87,04	%89,09

Alçı indekslerinin redüksiyon uygunluğunu öngörebilme gücü karşılaştırılmıştır. Redüksiyon uygunluğunu öngörebilme açısından en sensitif test olarak alçı indeksi olarak görülmüştür fakat spesifitesi %16,39 olarak saptanmıştır. Spesifitesi en yüksek test Canterbury indeksi saptanmış olup sensitivitesi ise %0 saptanmıştır. Redüksiyon uygunluğunu öngörme açısından hem spesifitesi hem de sensitivitesi açısından en dengeli olarak üç nokta indeksi saptanmıştır. Üç nokta indeksinin redüksiyon uygunluğunu öngörebilirliği açısından sensitivitesi %90,91 olup spesifitesi %57,38 olarak saptanmıştır (Tablo 26).

Tablo 26. Alçı indekslerinin uygun kapalı redüksiyonu öngörebilirliği açısından karşılaştırılması

	Üç Nokta İndeksi	Gap İndeksi	Alçı İndeksi	Padding İndeks	Canterbury İndeksi
Gerçek Pozitif	10	0	11	1	0
Gerçek Negatif	35	49	10	54	55
Yalancı Pozitif	26	12	51	7	6
Yalancı Negatif	1	11	0	10	11
Sensitivite	%90,91	%0	%100	%9,09	%0
Spesifite	%57,38	%80,33	%16,39	%88,52	%90,16
Pozitif Prediktif Değer	%27,78	%0	%17,74	%12,50	%0
Negatif Prediktif Değer	%97,22	%81,67	%100	%84,38	%83,33

TARTIŞMA

Pediyatrik önkol çift kemik kırıkları, pediyatrik ortopedi pratiğinde sık karşılaşılan ve hem konservatif hem de cerrahi tedavi gerektiren karmaşık bir tablo olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kırıklar pediyatrik yaş grubunda sık görülmekte ve sıklığı artmakta olup pediyatrik yaralanmalar arasında ortalama %41,1 oranında görülmektedir (91, 92).

Çalışmamızın asıl amacı, alçı indekslerinin redüksiyon kaybını öngörme gücünü karşılaştırmaktır. Üç nokta indeksi, padding indeksi, ve Canterbury indeksin redüksiyon kaybını öngörmeye en değerli alçı indeksleri olduğu istatistiksel olarak saptandı. Alçı indeksleri literatürdeki eşik değerlerine göre kategorik olarak ve nicel veri olarak iki şekilde incelenmiştir. Literatürde alçı indeksleri ve özellikleri ile ilgili birden çok çalışma mevcuttur (4, 93-95).

Alemdaroğlu ve ark. (51) tarafından yapılan distal metafizer radius kırığı olan 15 yaş altındaki 75 hastanın bulunduğu prospektif bir çalışmada redüksiyon kaybına sebep olabilecek faktörler incelenmiştir. Aynı zamanda birden çok alçı indeksi karşılaştırılmıştır. Diğer alçı indekslerine göre redüksiyon kaybını öngörebilmesi açısından spesifitesinin, sensitivitesinin, pozitif ve negatif prediktif değerinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuşlardır. Sensitivitesi %94, spesifitesi %95, negatif prediktif değeri %98, pozitif prediktif değeri %85 olarak bulunmuştur. Alçı indeksinin sensitivitesi %63, spesifitesi %52 olarak görülmüştür. Diğer alçı indekslerinin sensitivitesi oldukça düşük olarak bulunmuştur. Çalışmamızda ise üç nokta indeksinin sensitivitesi %80, spesifitesi %64, pozitif prediktif değeri %30, negatif prediktif değeri %94 olarak bulunmuştur. Alçı indeksinin sensitivitesi %100, spesifitesi ise %19 olarak görülmüştür.

Ameya ve ark. (96) tarafından yapılan 1001 çocuğun kullanıldığı çalışmada deplase distal önkol kırıkları değerlendirilmiştir. Burada alçı indeksinin eşik değeri 0.81 olarak baz

alınmıştır. Distal önkol kırıklarında iki hafta sonra redüksiyon kaybı değerlendirilerek, alçı indeksi 0.81'den büyük olan çocuklarda redüksiyon kaybının daha sık görülmesi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise alçı indeksi ile redüksiyon kaybı ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu durumun ortaya çıkmasının sebebi AP ve lateral grafiğin aynı uzaklıkta çekilmemesi, tüm kırık lokalizasyonlarının birbiri ile karşılaştırılması, kullanılan alçıların kalite farkı, redüksiyon ve alçıyı yapan kişiyi tecrübesi olabilir. Bu durumların standardizasyonu sağlanarak çalışmanın prospektif olarak yapılması sonuçları değiştirebilir.

Hassaan ve ark. (97) tarafından yapılan çalışmada ise önkol iki lokalizasyona ayrılmıştır. Proksimal ve distal kırıklarda alçı indeksi karşılaştırılmıştır. Proksimal kırıklarda alçı indeksinin 0.8'in altında tutulmasının zor olduğu ve redüksiyon kaybını öngörmeye başarısız olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da sekiz proksimal kırığa alçı yapılmış ve alçı indeksi 0.85'ten daha az değere ulaşamamıştır. Hatta alçı indeksi ortalaması redüksiyon kaybı olmayan grupta daha yüksek bulunmuştur. Proksimal önkolun çapı ve şekli nedeniyle lateral planda daha küçük ölçüm yakalamanın daha zor olduğu kanaatindeyiz. Bu sebeple proksimal önkolda alçı indeksinin kullanımının redüksiyon kaybını öngörmeye güçsüz kalabileceği akla gelmektedir.

İzzet ve ark. (95) tarafından yapılan 96 hastalık bir prospektif çalışmada ise üç nokta indeksi kullanılarak redüksiyon kaybını öngörerek profilaktik olarak yeniden alçılama yapmışlardır. Bunun da konservatif tedaviyi güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için önemli bir basamak olduğunu göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda ise üç nokta indeksi orijinal haliyle kullanılmış ve yeniden manipülasyon kullanılmamıştır.

Pedro ve ark. (98) tarafından yapılan 43 hastalık retrospektif bir çalışmada alçı indeksi baz alınarak bu indekslerin diğer alçı indeksleri ile uyumu hesaplanmıştır. Ayrıca bu çalışmada üç nokta indeksinin diğer çalışmalardan farklı olduğunu ve kırığın proksimal ve distalini de hesaba katarak deplase edici güçlere karşı alçının dayanıklılığını da ölçtüğünden bahsetmiştir. Çalışmada alçı indeksi ve gap indeksinin birlikte ölçümünün alçının kalitesini değerlendirmekte önemli olduğu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda ise alçı indeksi ve gap indeksi redüksiyon kaybını öngörmeye başarısız olarak görünmektedir. Alçının kalitesini belirleyen faktörler, redüksiyon kaybını ve nihai tedaviyi öngörerek gereksiz girişimleri önlemelidir.

Bowman ve ark. (99) tarafından yapılan 321 hastanın bulunduğu bir çalışmada 282 hastaya kapalı redüksiyon ve alçılama uygulandı. 10 yaş üstündeki hastalarda redüksiyon kaybının daha fazla olduğu ve üçüncü hafta civarında görüldüğü bildirildi. Aynı zamanda proksimal radius kırıklarının ve redüksiyon öncesi ulnada açılanmanın 15 dereceden fazla

olması risk faktörü olarak görülmüştür. Bu risklerin saptanması ile gecikmeden cerrahi uygulanması gerektiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise radiustaki açılanmanın 17 dereceden daha fazla olması risk faktörü olarak görülmüştür.

Rajesh ve ark. (100) tarafından yapılan 113 hastalık prospektif bir çalışmada alçı indeksleri redüksiyon kaybını öngörme açısından incelenmiştir. Herhangi bir planda tamamen kayma görülmesi, redüksiyon sonrası herhangi bir planda 10 dereceden fazla açılanmanın olması redüksiyon kaybı açısından anlamlı bulunmuştur. Redüksiyon öncesi açılanmanın redüksiyon kaybı açısından bir risk faktörü olmadığı öne sürülmüştür. Aynı zamanda translasyonun ve süngülenmenin periostun parçalandığını göstermesi, redüksiyonun sağlanması ve korunmasının zorlaştığı öne sürülmüştür. Çalışmamızda ise bu durum farklılık göstermektedir. Redüksiyon öncesi açılanmanın, redüksiyon sonrası translasyon ve açılanmanın redüksiyon kaybı ile ilişkisi çalışmamızda ortaya konmuştur. Bu durum kırık lokalizasyonlarının homojen dağılmaması, hasta sayısının yetersiz olması nedeniyle açıklanabilir. Bu yüzden çalışmamızda redüksiyon kaybı ve nihai tedavi kararının öngörülmesi amaçlanmıştır. Tedavi türü ve radyolojik parametrelere baktığımızda alçılama öncesi deplasman miktarını göz önüne alan parametrelerin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görmekteyiz. Bu da periostun tamamen yırtıldığı ve redüksiyonun sağlanamayarak cerrahi tedaviye yönlenmemizin sebebi olabilir.

Diogo ve ark. (101) tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada 26 hasta kullanılmıştır. Redüksiyon öncesi ve sonrasında translasyon ve kısalık açısından anlamlı bir fark görülmemiştir. Redüksiyon kalitesi, redüksiyon kaybı açısından en önemli risk faktörü olarak saptanmıştır.

Jordan ve ark. (102) tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada redüksiyon kaybı açısından; redüksiyon öncesi translasyon, redüksiyonun kaliteli olması, beraberinde ulna kırığı olması risk faktörü olarak gösterilmiştir.

Pretell ve ark. (57) tarafından yapılan bir çalışmada literatürde tanımlanmış olan alçı indeksleri ve redüksiyon kayıpları ile ilişkileri incelenmiştir. Redüksiyon kaybı açısından; redüksiyon öncesi açılanma, deplasman miktarı, anatomik redüksiyonun sağlanmaması gibi risk faktörlerinin önemli olduğu bildirilmiştir. Bu yüzden üç nokta indeksinin en umut vadeden bir indeks olduğundan bahsetmiştir. Bizim çalışmamızda da üç nokta indeksinin redüksiyon kaybı ve nihai tedavi kararı açısından istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görmekteyiz.

Nathan ve ark. (93) tarafından yapılan bir çalışmada alçı indeksi, üç nokta indeksi, gap indeksi, padding indeks ve Canterbury indeksinin gözlemciler arası ve gözlem içi tutarlılığı

incelenmiştir . Sadece alçı indeksinin bu tutarlılığa sahip olduğu saptanmıştır. Bunun sebebinin alçı indeksinin hesabının kolaylığı ve akılda tutmanın kolay olduğu görülmektedir.

Zeki ve ark. (94) tarafından yapılan 48 hastanın bulunduğu retrospektif bir çalışmada üç nokta indeksi ve redüksiyon kaybı ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada redüksiyon öncesi açılanmanın en önemli faktör olduğu öne sürülmüştür. Bunun ciddi yumuşak doku şişliğine sebep olabileceği ve bu şişlik gerilediğinde alçının gevşemesi nedeniyle redüksiyon kaybı görülebileceğinden bahsedilmiştir. Bizim çalışmamızda da redüksiyon kaybı ve redüksiyon öncesi açılanmanın arasında istatistiksel olarak ilişki saptanmıştır.

Daniel ve ark. (103) tarafından yapılan prospektif bir çalışmada 72 hasta kullanılmıştır. 12 yaş altındaki pediatrik popülasyondaki önkol diafiz kırıkları incelenmiştir. Hastaların demografik özellikleri, redüksiyon öncesi kırık paternleri ve alçı indeksleri incelenmiştir. 67 hastanın açık el üzerinde düşme şeklinde yaralandığı belirtilmiştir. 38 hastada distal kırık olduğu görülmüştür. Başlangıç açılanmasının, iyi redüksiyonun redüksiyon kaybı için en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir. Alçı indeksinin ise redüksiyon kaybında öngörme yeteneğinin güçlü olmadığı bildirilmiştir.

Puneet ve ark. (110) tarafından yapılan bir retrospektif çalışmada 164 hasta kullanılmıştır. Bu popülasyonu 16 yaş altı hastalar oluşturmaktadır. Lateral plandaki translasyonun redüksiyon kaybında en önemli risk faktörü olduğu belirtilmiştir. Hiçbir demografik faktörün anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir. Alçı indeksi ise istatistiksel olarak ilişkili bulunmamıştır. Distal kırıklar için alçının dirseküstü veya dirsekaltı olmasının redüksiyon kaybı açısından bir ilişkisi bulunamamıştır.

Alçı indeksleri literatürde özellikle distal radius kırıkları için tanımlanmış olsa da pediatrik önkol çift kemik distal, proksimal ve orta cisim kırıkları için kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur (94, 98, 100). Ayrıca bu indeksler aslında redüksiyon kaybını öngörmeyi amaçlamıştır. Çalışmamızda tüm lokalizasyonlardaki önkol çift kemik kırıkları kullanılmış ve alçı indekslerinin nihai tedaviye etkisi incelenmiştir. Bu etki iki farklı şekilde incelenmiştir. Literatürdeki eşik değerlere göre kategorize edilerek Ki-kare, Fischer testiyle ve nicel değerler Mann-Whitney U ve Student-T testi ile incelenmiştir. Literatürdeki eşik değerlere göre incelendiğinde üç nokta indeksi ve Canterbury indeksi anlamlı olarak görüldü. Çalışmamızdaki değerler literatürde belirlenen eşik değerler göz önüne alınmadan incelendiğinde ise üç nokta indeksi ve padding indeks anlamlı olarak görüldü. İki farklı inceleme türü kullanıldığında üç nokta indeksinin istatistiksel olarak nihai tedaviyi öngörme olasılığının daha iyi olduğu görüldü. Bütün indeksleri incelediğimizde aslında sadece üç nokta indeksinin ve padding

indeksinin redüksiyon kalitesini değerlendirdiğini görmekteyiz. Üç nokta indeksinde kemik teması değerlendirilerek, padding indekste ise interosseöz aralık ölçülerek gerginliğin değerlendirildiğini görmekteyiz. Bu yüzden diğer indekslerin nihai tedaviyi öngörmeye yetersiz kalabildiği akla gelmektedir. Diğer indekslerde ise redüksiyon kalitesi değerlendirilmeden sadece alçılama kalitesi değerlendirilmektedir. Alçı indeksinin dezavantajlarından biri farklı açılarda çekilen iki grafideki değerlerin birbirine oranlanmasıdır. Çünkü kaset ve tüp arasındaki uzaklık standardize edilmediği takdirde alçı kalitesini değerlendirme yeteneği düşmektedir. Proksimalde önkolun AP ve lateral planda çapı birbirine yaklaştığı için bu indeks değerlendirme kapasitesi azalmaktadır. Yaptığımız çalışmaya göre üç nokta indeksinin nihai tedaviyi öngörmeye önemli bir rolü olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmamızda redüksiyon öncesi radyolojik parametrelerin nihai tedaviye etkisi incelenmiştir. Özellikle radiustaki kırık hattının AP planda açılmasının fazla olmasının diğer açılmalara göre anlamlı olduğu görülmüştür. Aynı zamanda translasyon ve süngülenmenin de istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Çalışmamızda değerlendirilen bu parametrelerin amacı pediatrik önkol çift kemik kırığı ile karşılaştığında çocuğa herhangi bir işlem yapmadan önce tedavinin gidişatını öngörmektir. Bu sayede çocuğun gereksiz sedasyon alması önlenir. Ailenin, ortaya çıkabilecek durumlar hakkında önceden bilgilendirilerek hekim ile arasında güven ilişkisi oluşturulabileceğinin kanaatindeyiz. Daha büyük bir örneklem grubu ile bu radyolojik parametreler kullanılarak puanlama sistemi ortaya konulabilir. Bu puanlama sistemi ile nihai tedavinin konservatif tedavi olma olasılığı belirlenebilir.

Pediatrik önkol çift kemik kırıkları dominant olmayan elde ve erkeklerde daha fazla görülmektedir. Erkek/kadın oranı 64/46'dır. Dominant elde görülme oranı %47 olarak görülmüştür (104, 105). Bizim çalışmamızda bu orana yakın olarak erkeklerde görülme oranı %72,29, kızlarda görülme oranı %27,71 olarak bulunmuştur. Dominant elde kırık görülme oranı ise %44,6 olarak bulunmuştur. Dominant olmayan tarafın kırılmasında koruyucu reflekslerin, dominant tarafa göre daha zayıf kas ve kemik gücünün, psikolojik faktörlerin etkisi olduğu öne sürülebilmektedir.

Korup ve ark. (106) tarafından yapılan bir çalışmada pediatrik distal önkol kırıklarının yılda 738.1/100.000 olduğu belirtilmiştir. En sık yeşilağaç kırıklarının görüldüğü belirtilmiştir. Bu kırıkların 13 yaşta en sık görüldüğü ve bu kırıklarda en sık sebebin sportif faaliyetler olduğu bildirilmiştir. Kendi çalışmasındaki hasta popülasyonunun %44'ünün kadın %56'sının ise erkek olduğu belirtilmiştir.

Bizim çalışmamızda kırıklar lokalizasyon olarak sınıflanmıştır. En sık distal (%45,8) ardından orta (%43,4) cisim kırıkları görülmüştür. Literatürde de çalışmamıza benzer olarak en sık distal cisim, ardından orta cisim kırıklarının sık görüldüğü izlenmiştir (91).

Pediyatrik önkol çift kemik kırıklarının en sık görülen mekanizması açık el üzerine düşerek olmaktadır. Önkolun distal kısmında kas desteği az bulunmaktadır. Bu yüzden distal kırıklar diğer bölgedeki kırıklara göre daha sık görülmektedir. Pediyatrik kemikte metafizer bölge, fizisin hızlı büyümesi nedeniyle daha kalın periostla kaplı ve elastik yapıdadır. Bu yüzden iki kortekste de kırılmaya dirençlidir ve torus kırıkları bu sebepten ötürü distalde daha sık görülmektedir (107).

Stark ve ark. (108) tarafından yapılan bir çalışmada orta cisim kırıklarında yeşilağaç kırıkları %54.4 oranında görülmüştür. Bizim çalışmamızda orta cisim kırıklarında yeşilağaç kırıkları %25 oranında görülmüştür. Distal kırıkların sıklıkla K teli ile tespit edildiği bildirilmiştir.

Bizim çalışmamızda yaş grubu olarak en sık 5-10 yaş arası grupta kırıkların olduğu izlenmiştir. Ortalama yaş 7,76 olarak hesaplanmıştır. Özellikle bu grupta aktivite artmakta ve travmalar çeşitlilik göstermektedir. Parkta düşmeler ise bu hasta grubundaki en sık travma şeklidir. Dolayısıyla bu yaş grubundaki çocuklar için parklarda önlemlerin alınması önerilebilir. 10 yaş üstü grupta ise özellikle spor yaralanmaları ön plana çıkmakta ve bu grupta konservatif tedavinin yararlılığı diğer gruplara göre azalmaktadır. Bu yüzden bu gruptaki hastaları travmadan korumak bu hastaları tedavi etmekten daha efektif olacaktır. Evde düşmeler, özellikle 4 yaş altı grupta daha sık görülmektedir. Aynı şekilde bu yaş grubunda evde düşmeler açısından önlemler alınması önerilebilir.

Pediyatrik yaş grubunda kemik ve periost yapısının farklılığı nedeniyle birçok kırık konservatif yöntemle tedavi edilebilmektedir. Ayrıca periostun kalın yapısı kullanılarak redüksiyon yapılabilir (109). Çalışmamızda 83 hastanın 53'ü konservatif yöntemle tedavi edilmiştir. 10 hasta K teli, 14 hasta titanyum elastik çivi, altı hasta ise plak vida kullanılarak tedavi edilmiştir. 5 yaş altında hiçbir hastaya cerrahi ihtiyacı doğmamıştır. Bu durumun kalın periost ve yüksek remodelizasyon kabiliyeti nedeniyle redüksiyon kabul kriterlerinin geniş olması nedeniyle düşünülmektedir. Literatürde birden çok kabul kriteri ortaya konulmasına rağmen genel anlamda 10 yaş altındaki çocuklarda 15 derece açılanma, 10 yaş üstündeki çocuklarda 10 derece açılanmanın altı kabul edilebilir. 14 yaş sonrası ise hastalara erişkin gibi yaklaşılması gerektiği ve anlamlı bir remodelizasyon beklenmemesi gerektiği savunulmuştur (8, 44, 110, 111).

Çalışmamızda kırık lokalizasyonu ve tedavi şekli arasındaki ilişki incelendi fakat anlamlı bir ilişki bulunamadı. Distal ve orta cisim kırıklarında çalışmamızda konservatif tedaviye eğilimin daha çok olduğu gösterilmiştir. Literatürde ise distal kırıkların daha sık görüldüğü ve konservatif tedavi ile yüksek başarı oranı bildirilmiştir (97).

Price ve ark. tarafından 80 hasta ile yapılan bir çalışmada hastalarda yanlış kaynama görülse bile fonksiyonel sonucun kötü olmadığı gösterilmiştir (42). Bizim çalışmamızda da 83 hastada mükemmel sonuç saptanmıştır. Sadece üç hastada 5 derecelik bir supinasyon kaybı görülmüştür. Bir hastada ise iyi sonuç saptanmış ardından fizik tedavi sonrası sonucu mükemmel olmuştur. Bu durumun da pediatrik popülasyonda yüksek remodelizasyon kabiliyeti nedeniyle gerçekleştiğini düşünmekteyiz. Price ve ark. (42, 112, 113) tarafından yapılan çalışmalarda remodelizasyon ile deformite düzelebilmektedir fakat hareket kaybının remodelizasyon kapasitesi ile ilişkisi saptanmamıştır. Aynı zamanda proksimaldeki kırıkların pronasyonda immobilizasyonun rezidüel bir deformiteye ve eklem hareket açıklığında kayba neden olduğunu belirtmiştir. Distal ve orta kırıklarda ise proksimal kadar dikkatli olmanın önemli olmadığını vurgulamıştır.

Çalışmamızda kırık türü ve refraktür görülme sıklığı karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Çalışmamızda refraktür en çok çift korteks kırıklarında görülmüştür fakat istatistiksel olarak anlamlı değildir. Literatürde refraktürün pediatrik popülasyonda en sık görüldüğü yerin önkol olduğundan bahsedilmiştir. Pediatrik önkol kırıklarında refraktürün görülme oranı %1-8 arasında değişmektedir. Bu durum sıklıkla ilk 6 ay içerisinde görülmektedir. Bu yüzden hastalara 4-6 ay boyunca breys kullanımı öneren çalışmalar mevcuttur (114). Literatürün aksine çalışmamızda ise %13 oranında saptanmıştır. Refraktür için birden çok risk faktörü tanımlanmıştır. Yeşilağaç kırıkları, rezidüel açılanma, erken aktivite sıklıkla suçlanmıştır (47). Bizim çalışmamızda refraktürlerin sık görülmesinin sebebi rezidüel deformite, erken materyal çıkarımı, erken aktivite olabilir. Fakat hasta takiplerinin yeterli olmaması nedeniyle optimal değerlendirmenin uygun olmayacağı kanaatindeyiz.

Çalışmamızda alçı indekslerinin redüksiyon uygunluğunu objektif bir şekilde değerlendirip değerlendiremediği incelenmiştir. Alçı indekslerinden sadece üç nokta indeksi uygun redüksiyonu objektif bir şekilde değerlendirebilmiştir. Alçı indeksleri ve radyolojik parametreler ile puanlama sistemi geliştirilebilir. Bu puanlama sistemi sayesinde bir hastanın kırığının redükte edilemeyeceği daha önceden tahmin edilerek hastaya sadece atel yapılarak,

kapalı redüksiyon için sedasyon verilmeden, hastayı travmatize etmeden cerrahiye hazırlanabilir. Yine bu şekilde hasta ve hekim arasında güven ilişkisi sağlanabilir.

Hastalarımız pediatrik AO kırık sınıflamasına göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma yetişkinlerde prognozu belirleme amacıyla ortaya konulmuştur. Pediatrik popülasyonda da aynı şekilde kullanılabilir. Kırığın sınıflamasında bir üst sınıfa geçildiğinde cerrahi olasılığının daha çok arttığını görmekteyiz. Çalışmamızda da M grubunda 3.1 sınıflamasında olanlara daha çok cerrahi tedavi uygulandığı D grubunda ise 4.1 ve 5.1 grubunda cerrahi tedavi uygulandığını görmekteyiz. Bu yüzden AO sınıflamasının tedavide, ortak dil kullanımında önemli bir yere sahip olduğunu akla getirmektedir.

Demetrios ve ark. (115) tarafından yapılan 121 hastalık çalışmada alçıyı iyi ve kötü olarak nitelendirmek için alçı indeksi ve gap indeksi kullanmışlardır. Bunun için distal ve orta önkol kırıkları kullanılmıştır. Alçı indeksi düşük olan hastaların birçoğunda kabul edilemez bir gap indeksi olduğu çalışmada gösterilmiştir. Bu yüzden bir alçının iyi veya kötü olarak nitelendirilebilmesi için tek bir indekse güvenmemek gerektiği vurgulanmıştır. Bizim de çalışmamızda alçı indeksin kötü olduğu fakat gap indeksin iyi olduğu fakat buna rağmen redüksiyon kaybı görülmeyen hastalarımız mevcuttur. Bu yüzden bir alçının iyi veya kötü olarak nitelendirilmesinin tek bir ölçüme dayandırılması uygun olmayacaktır.

Çalışmamızda cerrahi sırasında açık redüksiyon ihtiyacı ile kırık anındaki radyolojik parametreler arasındaki ilişki de araştırıldı. İstatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamadı. Özellikle translasyon ve süngülenmenin fazla olduğu grupta açık redüksiyon ihtiyacının olabileceği tarafımızca öngörüldü. Periostun yırtık olmasının göstergesi olabilen translasyon ve süngülenme varlığında açık redüksiyon ihtiyacı doğabilmektedir. Aynı zamanda pronator quadratus, interosseöz membran, anuler ligament interpozisyonu bildiren çalışmalar da mevcuttur (72).

Shea ve ark. (117) tarafından yapılan bir çalışmada redüksiyon öncesi çekilen grafilerde eğer kabul edilebilir kriterler mevcutsa redüksiyon yapılmasına gerek olmadığı ve sadece immobilizasyonun yeterli olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda da 22 hastaya sadece immobilizasyon ile uygun iyileşme sağlanmıştır. Distal kırıklarda iyileşme kapasitesinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (116). Sagittal ve koronal planlarda deformitenin küçük çocuklarda kabul edilebileceğini fakat rotasyonel dizilim bozukluğu olduğu durumlarda yaştan bağımsız olarak remodelizasyonun gelişmeyeceği belirtilmiştir. Redüksiyon sonrası %40 oranında redüksiyon kaybı gelişebileceği bildirilmiştir. Çalışmamızda ise redüksiyon kaybı %12 oranında görülmüştür. Kapalı redüksiyon uygulanan ve kayma riski bulunan kırıklarda bir

haftalık periyotlarla takip önerilmiştir (118). Kliniğimizde de ilk hafta ve üçüncü hafta grafi ile kontrol protokolünü uygulamaktayız. Literatürde %15-40 arasında radyografik olarak yanlış kaynama bildirilmiştir (119, 120). Çalışmamızda yanlış kaynama bulunmamakla beraber takip süremizin yeterli olmadığı görülmektedir. Bu yüzden çalışmamızda yanlış kaynama ve kaynamamalara yer verilmemiştir.

Gregory ve ark. (121) tarafından yapılan 1104 hasta ile yapılan bir çalışmada yetişkin ve çocuklar Gustilo-Anderson Tip 1 kırıklarda enfeksiyon açısından karşılaştırıldı. Enfeksiyonu önlemede tek ve en önemli faktör olarak erken antibiyoterapi görüldü. Yetişkinlerde olduğu gibi antibiyotik süresi, kullanılacak antibiyotik, modalite açısından tartışmalar devam etmektedir. Pediatrik önkol çift kemik kırıklarında enfeksiyonun sıklığı net olarak bildirilmemiştir. Fakat irrigasyon ve debridmana bakılmaksızın düşük olduğu bilinmektedir. Bunun sebebi olarak pediatrik kemiğin iyi kanlanması nedeniyle az nekroz, iskemi, ödem görülmesi olduğu düşünülmektedir (122). Bizim çalışmamızda da açık kırık %7,2 oranında görülmüştür. Acil servisteki debridman haricinde bir debridman yapılmamış. Yaklaşık 24 saat antibiyotik profilaksisi uygulanmıştır.

Runyon ve ark. (123) tarafından yapılan bir çalışmada distal yeşilağaç ve torus kırıklı hastalarda kapalı redüksiyon sirküler alçılama yapmadan sadece splint uygulamasının da sonuçlarının iyi olduğu bildirilmiştir. Özellikle 9 yaş altı çocuklar da takip dahi önerilmemiştir. Daha büyük çocuklarda ve açıkların yüksek olduğu kırıklarda remodelizasyonun alçı ile yönlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

John ve ark. (124) tarafından yapılan 54 hastalık bir çalışmada distal radius ve önkol çift kemik kırıklı hastalarda anestezili ve anestezisiz redüksiyonun etkileri karşılaştırılmıştır. Aralarında fonksiyon sonuç olarak bir fark görülmemiştir. Bu yüzden anestezinin komplikasyonları açısından, anestezisiz redüksiyonun daha tercih edilebilir olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmamızda tüm hastalara sedasyon uygulanmıştır.

Güzel ve ark. (125) tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada cerrahi teknikler dört farklı gruba ayrılmıştır. 19 hastada hibrid tespit, 21 hastada titanyum elastik çivi, 20 hastada intramedüller K teli, 18 hastada ise çift plaklama uygulanmıştır. Çift plaklama süre olarak en uzun olduğu görülmüştür. Buna rağmen en az skopi sayısı bu yöntemde görülmüştür. Vaka hızı, immobilizasyon süresinin az olması, kanamanın az olması açısından hibrid fiksasyonun en tercih edilebilir yöntem olduğundan bahsedilmiştir. Çalışmamızda ise üç farklı tespit yöntemi kullanılmıştır.

Neta ve ark. (126) tarafından yapılan bir retrospektif bir çalışmada 375 hasta kullanılmıştır. Eklem içi olmayan önkol kırığı olan hastalar incelenmiştir. Refraktür, açık kırık, orta cisim kırıkları, radial translasyon oranının %37'den fazla olması ve 10 yaşından büyük olmak risk faktörleri olarak belirlenmiştir. Bunları skorlama sistemi haline getirmişlerdir. Çalışmamızda da radiusun açılanması, ulna ve radiusun translasyonu, süngülenmesi gibi risk faktörleri de ortaya konmuştur. Örneklem büyütülerek hastanın nihai tedavisini öngörecektir skorlama sistemi oluşturulabilir.

Brett ve ark. (127) tarafından yapılan bir çalışmada 130 hasta ve 30 ortopedi asistanı kullanılmıştır. Bu çalışmada ortopedik cerrahın tecrübesinin ilk redüksiyonun başarısını etkileyip etkilemediği araştırıldığı görüldü. Bu iki grup arasında anlamlı fark görüldü. Bizim çalışmamızda da farklı tecrübede asistanlar tarafından redüksiyon uygulanmıştır. Prospektif bir çalışma planlanarak literatüre katkı sağlanabilir.

Tay ve ark. (128) tarafından yapılan retrospektif bir çalışmada 144 hasta kullanılmıştır. İntramedüller çivi yapılan bu çalışmada kapalı redüksiyonun başarısız olmasındaki risk faktörleri araştırılmıştır. Radyolojik parametrelerde translasyonun önemli olduğu görülmüştür. Radius ve ulnanın farklı seviyelerde kırılması da önemli bir faktör olarak görülmüştür. Çalışmamızda radyolojik parametrelerden hiçbiri risk faktörü olarak bulunmamıştır.

Çalışmamızın retrospektif ve tek merkezli bir çalışma olması yanlış yorumlama riskini barındırmaktadır. Aynı zamanda retrospektif çalışma olduğu için grafi çekimi esnasında standart bir protokolünün uygulandığı teyit edilemedi. Uygun çekim protokolü sağlanmadığı takdirde AP ve lateral grafilerin birbirine oranlandığı alçı indeksi, padding indeksi gibi indeksler olması gerektiğinden fazla veya az çıkabilmektedir. Prospektif bir çalışma planlanarak standardize radyografik görüntüler sağlanabilir. Ayrıca çalışma esnasında bazı alçıların kalın olduğu görülmüştür. Bu da bazı redüksiyon sırasındaki alçıların hızlı donmadığı ve yeterince sağlam olmadığını göstermektedir. Aynı sebepten ötürü grafi çekildiğinde redüksiyon ve alçı uygun gözükebilir fakat alçı donmadığı için alçı hareket ederek redüksiyon kaybına neden olabilir. Bu yüzden alçı indekslerinin doğruluğu sapabilmektedir. Son olarak da hastaların birçoğunda sedasyon altında redüksiyon yapılmasına rağmen tüm hastalarda aynı sedasyon protokolü uygulanmamıştır. Literatürde sedasyon protokolünün redüksiyona etkisini bildiren çalışmalar vardır (129).

SONUÇLAR

Pediyatrik önkol çift kemik kırıkları sık görülebilen ve uygun tedavi edilmediği takdirde deformitelere, hareket kayıplarına sebep olabilecek önemli bir sorundur. Aynı zamanda tedavi sırasında redüksiyon kaybı, kaynamama, yanlış kaynama, kompartman sendromu gibi önemli komplikasyonlarla karşılaşılabilir. Hastaların bu durumlardan en az etkilenmesi amacıyla en kısa sürede en uygun tedaviye başlanmalıdır. Bu hastalara konservatif ve cerrahi tedavi uygulanabilmektedir. Konservatif tedavide kapalı redüksiyon ve sirküler alçılama önemli bir adımdır. Sirküler alçılama sonrası redüksiyon kayıpları sık görülebilmektedir. Bu redüksiyon kayıplarını öngörme ve alçı kalitesini değerlendirme amacıyla çeşitli alçı indeksleri ortaya konulmuştur. Biz de çalışmamızda alçı indeksleri ve çeşitli radyolojik parametreler ile nihai tedavi ve redüksiyon kayıplarını öngörmeyi amaçladık. Konservatif ve cerrahi tedavi edilen pediyatrik önkol çift kemik kırıklı hastaların klinik ve radyolojik sonuçlarını değerlendirdik.

1. Üç nokta indeksi, padding indeks ve Canterbury indeksin redüksiyon kaybını öngörmeye en değerli alçı indeksleri olduğu istatistiksel olarak saptandı. Literatürdeki eşik değerler ve bizim çalışmamızdaki değerlerin her ikisinde de istatistiksel olarak anlamlı olan alçı indeksleri, üç nokta indeksi ve padding indeks olarak saptandı.
2. Üç nokta indeksinin nihai tedaviyi öngörmeye en değerli alçı indeksi olduğu istatistiksel olarak saptandı.
3. Redüksiyon öncesi radiustaki AP ve lateral planda açılanması, radiusun lateral planda translasyonu, ulnanın AP ve lateral planda translasyonu, ulnanın süngülenme miktarı ile redüksiyon kaybı arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptandı.

4. Redüksiyon sonrası ulnanın lateral plandaki açılanması, radiusun AP ve lateral planda translasyon miktarı, ulnanın AP ve lateral planda translasyon miktarı, radius ve ulnanın süngülenme miktarı ile redüksiyon kaybı arasında anlamlı bir ilişki saptandı.
5. Üç nokta indeksi kırık redüksiyon uygunluğunu değerlendirmede anlamlı bulunmuştur. Gap indeksi, alçı indeksi, padding indeks, Canterbury indeksi redüksiyon uygunluğunu değerlendirmede istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.
6. Redüksiyon öncesi ölçülen radyolojik parametreler ile açık redüksiyon ihtiyacı arasında istatistiksel anlamlı bir ilişki olmadığı saptandı.
7. Redüksiyon öncesi ölçülen AP planda radiustaki açılanma, radiustaki ve ulnadaki translasyon, radius ve ulnadaki süngülenme miktarı ile nihai tedavi türü arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı.
8. Yaş grupları arasında travma açısından anlamlı fark görüldü. Parkta düşmelerin 5-10 yaş arası, spor yaralanmalarının ise 10 yaş üzerinde daha fazla olduğu görüldü.
9. Dominant olmayan tarafın daha sık etkilendiği görüldü.
10. Kırıkların en sık distalde olduğu görüldü. En sık görülen kırık türünün çift korteks kırığı olduğu görüldü.
11. Kırık lokalizasyonu ve tedavi türü arasında anlamlı bir ilişki görülmedi.
12. Price kriterlerine göre tüm hastaların fonksiyonel skorlaması mükemmel olarak değerlendirildi.
13. Kırık tipi ve refraktür arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.
14. Redüksiyon kaybı ve kırık tipi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.
15. AO sınıflaması ile tedavi türünün arasında bir ilişki olduğu görülmüştür. Sınıflandırma arttıkça cerrahi tedavi ihtimali artmaktadır.

ÖZET

Bu çalışmada retrospektif olarak, 2016 Ocak ve 2024 Ocak ayları arasında kliniğimize başvuran, pediatrik önkol çift kemik kırığı tanılı hastaların radyolojik ve fonksiyonel sonuçlarının analiz edilmesi amaçlandı.

Hastaların epikrizleri, poliklinik takip kartları, bilgisayar kayıtları, preoperatif ve postoperatif takip grafileri arşivden ve hastane grafi arşiv sisteminden temin edildi. 16 yaş altında, önkol çift kemik kırık tanısı almış, travma anından 6 hafta boyunca radyolojik ve klinik takibi, uygun doz ve pozisyonda grafi çekilmiş olan 83 hasta çalışmaya dahil edildi.

Bu çalışmada hastaların demografik veriler analiz edildi. Kırık tipi ve kırık lokalizasyonu, tedavi türü ve kırık lokalizasyonu, kırık tipi ve refraktür, redüksiyon kaybı ve kırık tipi arasındaki ilişki incelendi. Çeşitli radyolojik parametreler ve alçı indeksleri ölçüldü. Bu indeks ve parametrelerin redüksiyon kaybına, nihai tedavi seçimine, açık redüksiyon ihtiyacına etkisi incelendi.

Yaş grupları arasında travma açısından anlamlı fark görüldü. Nihai tedaviyi belirleme açısından redüksiyon öncesi radiusun anteroposterior planda açılanması, radius ve ulnadaki translasyon ve süngülenmenin önemli olduğu görüldü. Üç nokta indeksinin nihai tedaviyi ve redüksiyon kaybını öngörmeye güçlü bir indeks olduğu belirlendi. Redüksiyon öncesi radiustaki açılanmanın, radiusun lateral planda translasyonunun, ulnanın hem anteroposterior hem de lateral planda translasyonunun, ulnanın süngülenmesinin; redüksiyon sonrası ulnanın lateral plandaki açılanmasının, radiusun ve ulnanın anteroposterior ve lateral planda translasyonunun, radius ve ulnanın süngülenme miktarı ile redüksiyon kaybı arasında bir ilişki olduğu saptandı.

Sonuç olarak pediatrik önkol çift kemik kırıklarında redüksiyon kaybını öngörmek konservatif tedaviyi sürdürme açısından, nihai tedaviyi öngörme ise gereksiz manipülasyonlardan kaçınma açısından önemlidir. Bu açıdan üç nokta indeksi en güçlü alçı indeksi olarak görünmektedir.

Anahatar Kelimeler: Önkol yaralanmaları, alçı indeksi, kapalı redüksiyon



OUR RESULTS IN CONSERVATIVE AND SURGICAL TREATMENT OF PEDIATRIC FOREARM DIAPHYSEAL FRACTURES

SUMMARY

This study aimed to retrospectively analyze the radiological and functional outcomes of pediatric patients diagnosed with forearm diaphyseal fractures who were admitted to our clinic between 2016 January and 2024 January.

The patients' medical records, outpatient follow-up notes, computerized data, and preoperative and postoperative radiographs were obtained from archives and electronic systems. A total of 83 patients under 16 years of age, diagnosed with forearm diaphyseal fractures, followed for at least six weeks radiologically and clinically after the trauma, and with radiographs taken with appropriate dosage and positioning were included in the study.

In this study, the demographic data of the patients were analyzed. Relationships between fracture type and localization, treatment type and localization, fracture type and refracture, and reduction loss and fracture type were evaluated. Various radiological parameters and cast indices were measured. The effects of these indices and parameters on reduction loss, final treatment selection, and the need for open reduction were examined.

A significant difference was observed between age groups regarding trauma types. In determining the final treatment, pre-reduction angulation of the radius in the anteroposterior plane, translation, and bayoneting of both the radius and ulna were found to be important. The

three-point index was identified as a strong predictor for both final treatment selection and reduction loss. A relationship was found between pre-reduction angulation of the radius, lateral translation of the radius, anteroposterior and lateral translation of the ulna, and bayonetting of the ulna; as well as between post-reduction lateral angulation of the ulna, anteroposterior and lateral translation of the radius and ulna, and the amount of bayonetting of both bones with reduction loss.

In conclusion, predicting reduction loss is crucial for maintaining conservative treatment in pediatric forearm diaphyseal fractures, while predicting the final treatment helps avoid unnecessary manipulations. Among cast indices, the three-point index appears to be the most reliable predictor.

Key Words: Forearm injury, cast index, closed reduction

KAYNAKLAR

1. Chess DG, Hyndman JC, Leahey JL, Brown DC, Sinclair AM. Short arm plaster cast for distal pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 1994;14(2):211-3.
2. Bhatia M, Housden PH. Re-displacement of paediatric forearm fractures: role of plaster moulding and padding. *Injury* 2006;37(3):259-68.
3. Metaizeau JP, Ligier JN. [Surgical treatment of fractures of the long bones in children. Interference between osteosynthesis and the physiological processes of consolidation. Therapeutic indications]. *J Chir (Paris)* 1984;121(8-9):527-37.
4. Alemdaroğlu KB, İltar S, Aydoğan NH, Say F, Kılınç CY, Tiftikçi U. Three-point index in predicting redisplacement of extra-articular distal radial fractures in adults. *Injury* 2010;41(2):197-203.
5. Scheidt PC, Harel Y, Trumble AC, Jones DH, Overpeck MD, Bijur PE. The epidemiology of nonfatal injuries among US children and youth. *Am J Public Health* 1995;85(7):932-8.
6. Ryan LM, Teach SJ, Searcy K, Singer SA, Wood R, Wright JL, et al. Epidemiology of Pediatric Forearm Fractures in Washington, DC. *J Trauma Acute Care Surg* 2010;69(4):200-5.
7. Herman MJ, Marshall ST. Forearm Fractures in Children and Adolescents: A Practical Approach. *Hand Clinics* 2006;22(1):55-67.
8. Rodríguez-Merchán EC. Pediatric fractures of the forearm. *Clin Orthop Relat Res* 2005(432):65-72.
9. Nunn JF. Ancient Egyptian medicine. *Trans Med Soc Lond* 1996;113:57-68.

10. Swarup I, O'Donnell JF. An Overview of the History of Orthopedic Surgery. *Am J Orthop* (Belle Mead NJ) 2016;45(7):434-8.
11. Ellis H. The Apologie and Treatise of Ambroise Paré. *BMJ* 2009;338:b203.
12. Théorie et Pratique de l'ostéosynthèse. Robert Danis. Paris, Masson et Cie, 1949. 1100 francs. *JBJS* 1950;32(3):714.
13. Huber W. Historical remarks on Martin Kirschner and the development of the Kirschner (K)-wire. *Indian J Plast Surg* 2008;41(1):89-92.
14. Salter R, Harris W. Injuries Involving the Epiphyseal Plate. *JBJS* 1963;45(3):587-622.
15. Flynn JM, Jones KJ, Garner MR, Goebel J. Eleven years experience in the operative management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2010;30(4):313-9.
16. Jens Waschke FP. Sobotta Atlas of Anatomy General Anatomy and Musculoskeletal System. Elsevier Health Sciences, Year: 2018.
17. Netter FH. The Netter Collection of Medial Illustrations Musculoskeletal System Volume 8: Elsevier Saunders; 2009.
18. Nakamura T, Yabe Y, Horiuchi Y, Seki T, Yamazaki N. Normal kinematics of the interosseous membrane during forearm pronation-supination--a three-dimensional MRI study. *Hand Surg* 2000;5(1):1-10.
19. LaStayo PC, Lee MJ. The forearm complex: anatomy, biomechanics and clinical considerations. *J Hand Ther* 2006;19(2):137-44.
20. McGinley JC, Kozin SH. Interosseous membrane anatomy and functional mechanics. *Clin Orthop Relat Res* 2001(383):108-22.
21. Noonan KJ, Price CT. Forearm and Distal Radius Fractures in Children. *J Am Acad Orthop Surg* 1998;6(3):146-56.
22. Berg EE. Pediatric distal double bone forearm fracture remodeling. *Orthop Nurs*. 2005;24(1):55-9.
23. Sinikumpu JJ, Pokka T, Serlo W. The changing pattern of pediatric both-bone forearm shaft fractures among 86,000 children from 1997 to 2009. *Eur J Pediatr Surg* 2013;23(4):289-96.
24. Herman MJ, Marshall ST. Forearm fractures in children and adolescents: a practical approach. *Hand Clin* 2006;22(1):55-67.
25. Pace JL. Pediatric and Adolescent Forearm Fractures: Current Controversies and Treatment Recommendations. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24(11):780-8.
26. Truntzer J, Vopat ML, Kane PM, Christino MA, Katarincic J, Vopat BG. Forearm diaphyseal fractures in the adolescent population: treatment and management. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25(2):201-9.

27. AO Pediatric Comprehensive Classification of Long Bone Fractures (PCCF). *J Orthop Trauma*. 2018;32(1):117-140.
28. Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic trauma association committee for coding and classification. *J Orthop Trauma* 1996;10(1):1-154.
29. Simonian PT, Hanel DP. Traumatic plastic deformity of an adult forearm: case report and literature review. *J Orthop Trauma* 1996;10(3):213-5.
30. Stenström R, Gripenberg L, Bergius AR. Traumatic bowing of forearm and lower leg in children. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1978;19(1b):243-9.
31. Nimityongskul P, Anderson LD, Sri P. Plastic deformation of the forearm: a review and case reports. *J Trauma* 1991;31(12):1678-85.
32. Della-Giustina K, Della-Giustina DA. Emergency department evaluation and treatment of pediatric orthopedic injuries. *Emerg Med Clin North Am* 1999;17(4):895-922.
33. Tahir A, Najj O, Khawar H, Iqbal MJ. Torus fractures - diagnosis and management. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2024 May 30;85(5):1-8.
34. Chasm RM, Swencki SA. Pediatric orthopedic emergencies. *Emerg Med Clin North Am* 2010;28(4):907-26.
35. Cheng JC, Shen WY. Limb fracture pattern in different pediatric age groups: a study of 3,350 children. *J Orthop Trauma* 1993;7(1):15-22.
36. Berteau JP, Gineyts E, Pithioux M, Baron C, Boivin G, Lasaygues P, et al. Ratio between mature and immature enzymatic cross-links correlates with post-yield cortical bone behavior: An insight into greenstick fractures of the child fibula. *Bone* 2015;79:190-5.
37. Sinikumpu JJ, Serlo W. The shaft fractures of the radius and ulna in children: current concepts. *J Pediatr Orthop B* 2015;24(3):200-6.
38. Atesok KI, Jupiter JB, Weiss AP. Galeazzi fracture. *J Am Acad Orthop Surg* 2011;19(10):623-33.
39. Rehim SA, Maynard MA, Sebastin SJ, Chung KC. Monteggia fracture dislocations: a historical review. *J Hand Surg Am*. 2014 Jul;39(7):1384-94.
40. Kyriakides J, Peeters W, Ahluwalia AK, Elvey M. Paediatric forearm fractures: assessment and initial management. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2022;83(9):1-9.
41. Do Le HP, Perry DC. Paediatric forearm fractures, evidence update and BOAST guidelines. *Surgery (Oxford)* 2023;41(10):672-8.
42. Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1990;10(6):705-12.
43. Andrew Howard TS, Peter Schmittenebecher. *AO Surgery Reference* 2024.

44. Franklin CC, Robinson J, Noonan K, Flynn JM. Evidence-based medicine: management of pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2012;32(2):131-4.
45. Walker JL, Rang M. Forearm fractures in children. Cast treatment with the elbow extended. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73(2):299-301.
46. Davis DR, Green DP. Forearm fractures in children: pitfalls and complications. *Clin Orthop Relat Res* 1976(120):172-83.
47. Park HW, Yang IH, Joo SY, Park KB, Kim HW. Refractures of the upper extremity in children. *Yonsei Med J* 2007;48(2):255-60.
48. Amit Y, Salai M, Chechik A, Blankstein A, Horoszowski H. Closing intramedullary nailing for the treatment of diaphyseal forearm fractures in adolescence: a preliminary report. *J Pediatr Orthop* 1985;5(2):143-6.
49. Webb GR, Galpin RD, Armstrong DG. Comparison of short and long arm plaster casts for displaced fractures in the distal third of the forearm in children. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(1):9-17.
50. Malviya A, Tsintzas D, Mahawar K, Bache CE, Glithero PR. Gap index: a good predictor of failure of plaster cast in distal third radius fractures. *J Pediatr Orthop B* 2007;16(1):48-52.
51. Alemdaroğlu KB, Iltar S, Cimen O, Uysal M, Alagöz E, Atlihan D. Risk factors in redisplacement of distal radial fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90(6):1224-30.
52. Edmonds EW, Capelo RM, Stearns P, Bastrom TP, Wallace CD, Newton PO. Predicting initial treatment failure of fiberglass casts in pediatric distal radius fractures: utility of the second metacarpal-radius angle. *J Child Orthop* 2009;3(5):375-81.
53. Do TT, Strub WM, Foad SL, Mehlman CT, Crawford AH. Reduction versus remodeling in pediatric distal forearm fractures: a preliminary cost analysis. *J Pediatr Orthop B* 2003;12(2):109-15.
54. Migita RT, Klein EJ, Garrison MM. Sedation and analgesia for pediatric fracture reduction in the emergency department: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006;160(1):46-51.
55. Bratt HD, Eyres RL, Cole WG. Randomized double-blind trial of low- and moderate-dose lidocaine regional anesthesia for forearm fractures in childhood. *J Pediatr Orthop* 1996;16(5):660-3.
56. Zamzam MM, Khoshhal KI. Displaced fracture of the distal radius in children: factors responsible for redisplacement after closed reduction. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(6):841-3.
57. Pretell Mazzini J, Rodriguez Martin J. Paediatric forearm and distal radius fractures: risk factors and re-displacement—role of casting indices. *Int Orthop* 2010;34(3):407-12.

58. Proctor MT, Moore DJ, Paterson JM. Redisplacement after manipulation of distal radial fractures in children. *J Bone Joint Surg Br* 1993;75(3):453-4.
59. Chan CF, Meads BM, Nicol RO. Remanipulation of forearm fractures in children. *N Z Med J* 1997;110(1047):249-50.
60. Haddad FS, Williams RL. Forearm fractures in children: avoiding redisplacement. *Injury* 1995;26(10):691-2.
61. Iltar S, Alemdaroğlu KB, Say F, Aydoğan NH. The value of the three-point index in predicting redisplacement of diaphyseal fractures of the forearm in children. *Bone Joint J* 2013;95(4):563-7.
62. Dua K, Abzug JM, Sesko Bauer A, Cornwall R, Wyrick TO. Pediatric Distal Radius Fractures. *Instr Course Lect* 2017;66:447-60.
63. Di Giacinto S, Pica G, Stasi A, Scialpi L, Tomarchio A, Galeotti A, et al. The challenge of the surgical treatment of paediatric distal radius/ forearm fracture: K wire vs plate fixation - outcomes assessment. *Med Glas (Zenica)* 2021;18(1):208-15.
64. Calder PR, Achan P, Barry M. Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation: outcome of K-wire versus elastic stable intramedullary nail. *Injury* 2003;34(4):278-82.
65. Fleischer H. [Marrow wiring in lower-arm fractures of children (author's transl)]. *Dtsch Med Wochenschr* 1975;100(23):1278-9.
66. Celebi L, Muratli H, Dogan O, Yagmurlu M, Aksahin E, Bicimoglu A. The results of intramedullary nailing in children who developed redisplacement during cast treatment of both-bone forearm fractures. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007;41(3):175-82.
67. Lee S, Nicol RO, Stott NS. Intramedullary fixation for pediatric unstable forearm fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2002(402):245-50.
68. Lascombes P, Prevot J, Ligier JN, Metaizeau JP, Poncelet T. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases. *J Pediatr Orthop* 1990;10(2):167-71.
69. Baldwin K, Morrison MJ, 3rd, Tomlinson LA, Ramirez R, Flynn JM. Both bone forearm fractures in children and adolescents, which fixation strategy is superior - plates or nails? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Orthop Trauma* 2014;28(1):e8-e14.
70. Caruso G, Caldari E, Sturla FD, Caldaria A, Re DL, Pagetti P, et al. Management of pediatric forearm fractures: what is the best therapeutic choice? A narrative review of the literature. *Musculoskelet Surg* 2021;105(3):225-34.
71. Flynn JM, Jones KJ, Garner MR, Goebel J. Eleven Years Experience in the Operative Management of Pediatric Forearm Fractures. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2010;30(4):313-9.

72. Ortega R, Loder RT, Louis DS. Open reduction and internal fixation of forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1996;16(5):651-4.
73. Liu Y, Zhang FY, Zhen YF, Zhu LQ, Guo ZX, Wang XD. Treatment Choice of Complete Distal Forearm Fractures in 8 to 14 Years Old Children. *J Pediatr Orthop* 2021;41(9):e763-e7.
74. Kay S, Smith C, Oppenheim WL. Both-bone midshaft forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1986;6(3):306-10.
75. Coté CJ, Wilson S. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients Before, During, and After Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures. *Pediatrics* 2019;143(6).
76. Haasbeek JF, Cole WG. Open fractures of the arm in children. *J Bone Joint Surg Br* 1995;77(4):576-81.
77. Kettunen J, Kröger H, Bowditch M, Joukainen J, Suomalainen O. Bone mineral density after removal of rigid plates from forearm fractures: preliminary report. *J Orthop Sci* 2003;8(6):772-6.
78. Ogonda L, Wong-Chung J, Wray R, Canavan B. Delayed union and non-union of the ulna following intramedullary nailing in children. *J Pediatr Orthop B* 2004;13(5):330-3.
79. Loose O, Fernandez F, Morrison S, Schneidmüller D, Schmittenebecher P, Eberhardt O. Treatment of nonunion after forearm fractures in children: a conservative approach. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2021;47(2):293-301.
80. Li TP, Wollstein A, Sabharwal S, Nayar SK, Sabharwal S. Malunion of Pediatric Forearm Shaft Fractures: Management Principles and Techniques. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2022;15(6):427-37.
81. Vince KG, Miller JE. Cross-union complicating fracture of the forearm. Part II: Children. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69(5):654-61.
82. Skaggs DL, Kautz SM, Kay RM, Tolo VT. Effect of delay of surgical treatment on rate of infection in open fractures in children. *J Pediatr Orthop* 2000;20(1):19-22.
83. Luhmann SJ, Schootman M, Schoenecker PL, Dobbs MB, Gordon JE. Complications and outcomes of open pediatric forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2004;24(1):1-6.
84. Pawar MK, Ghanghurde BA, C C, Thatte MR. Median Nerve Entrapment Neuropathy in Pediatric Forearm Fracture. *Indian J Plast Surg* 2022;55(1):121-3.
85. Kumar P, John R, Sharma GK, Aggarwal S. Aberrant course of superficial radial nerve in the forearm: an anatomical variation and its clinical implications. *BMJ Case Rep* 2017;2017.
86. Jones K, Weiner DS. The management of forearm fractures in children: a plea for conservatism. *J Pediatr Orthop* 1999;19(6):811-5.

87. Nigh ED, Emerson CP, To D, Barnhill S, Rizzo MG, Nguyen DM, et al. Extensor Tendon Entrapment on Computed Tomography Imaging of Distal Radius Fractures. *J Wrist Surg* 2020;9(2):129-35.
88. Pugh DM, Galpin RD, Carey TP. Intramedullary Steinmann pin fixation of forearm fractures in children. Long-term results. *Clin Orthop Relat Res* 2000(376):39-48.
89. Badri T, Ben Jennet S, Fenniche S, Benmously R, Mokhtar I, Hammami H. Reflex sympathetic dystrophy syndrome in a child. *Acta Dermatovenerol Alp Pannonica Adriat* 2011;20(2):77-9.
90. Kemper KJ, Sarah R, Silver-Highfield E, Xiarhos E, Barnes L, Berde C. On pins and needles? Pediatric pain patients' experience with acupuncture. *Pediatrics*. 2000;105(4 Pt 2):941-7.
91. Teoh KH, Chee Y-H, Shortt N, Wilkinson G, Porter DE. An age- and sex-matched comparative study on both-bone diaphyseal paediatric forearm fracture. *Journal of Children's Orthopaedics* 2009;3(5):367-73.
92. Sinikumpu J-J, Lautamo A, Pokka T, Serlo W. The increasing incidence of paediatric diaphyseal both-bone forearm fractures and their internal fixation during the last decade. *Injury* 2012;43(3):362-6.
93. Williams ND, Rush JK, Schmitz MR, Johnson AE. Reliability of Casting Indices Among Members of an Orthopaedic Surgery Residency. *J Pediatr Orthop* 2017;37(4):e238-e42.
94. Taşdemir Z, Bulut G, Çevik B, Eceviz E, Günay H. Utility of the Three-Point Index in the determination of reduction loss during the conservative treatment of pediatric forearm mid-third fractures. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2018;24(5):474-80.
95. Subaşı İÖ, Alemdaroğlu KB, Arican G, Iltar S, Şibar K, Özmeriç A. Cast revision is effective for critical three-point index values in paediatric forearm fractures: a prospective study. *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 2022;31(5).
96. Kamat AS, Pierse N, Devane P, Mutimer J, Horne G. Redefining the cast index: the optimum technique to reduce redisplacement in pediatric distal forearm fractures. *J Pediatr Orthop* 2012;32(8):787-91.
97. Sheikh HQ, Malhotra K, Wright P. Cast index in predicting outcome of proximal pediatric forearm fractures. *Indian J Orthop* 2015;49(4):398-402.
98. Labronici PJ, Ferreira LT, dos Santos Filho FC, Pires RES, Gomes DCFF, da Silva LHP, et al. Objective assessment of plaster cast quality in pediatric distal forearm fractures: Is there an optimal index? *Injury* 2017;48(2):552-6.
99. Bowman EN, Mehlman CT, Lindsell CJ, Tamai J. Nonoperative treatment of both-bone forearm shaft fractures in children: predictors of early radiographic failure. *J Pediatr Orthop* 2011;31(1):23-32.
100. Arora R, Mishra P, Aggarwal AN, Anshuman R, Sreenivasan R. Factors Responsible for Redisplacement of Pediatric Forearm Fractures Treated by Closed Reduction and Cast: Role of casting indices and three point index. *Indian J Orthop* 2018;52(5):536-47.

- 101.Constantino DMC, Machado L, Carvalho M, Cabral J, P SC, Balacó I, et al. Redisplacement of paediatric distal radius fractures: what is the problem? *J Child Orthop* 2021;15(6):532-9.
- 102.Jordan RW, Westacott D, Srinivas K, Shyamalan G. Predicting redisplacement after manipulation of paediatric distal radius fractures: the importance of cast moulding. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25(5):841-5.
- 103.Agbley DY, Holdbrook-Smith HA, Segbefia M, Ahonon Y, Marfo K. Factors affecting early re-displacement of paediatric diaphyseal forearm fractures at Korle Bu Teaching Hospital. *Ghana Med J*. 2020;54(3):151-5.
- 104.Rennie L, Court-Brown CM, Mok JYQ, Beattie TF. The epidemiology of fractures in children. *Injury* 2007;38(8):913-22.
- 105.Randsborg PH, Gulbrandsen P, Saltytè Benth J, Sivertsen EA, Hammer OL, Fuglesang HF, Arøen A. Fractures in children: epidemiology and activity-specific fracture rates. *J Bone Joint Surg Am*. 2013 Apr 3;95(7):e42.
- 106.Korup LR, Larsen P, Nanthan KR, Arildsen M, Warming N, Sørensen S, et al. Children's distal forearm fractures: a population-based epidemiology study of 4,316 fractures. *Bone J Open* 2022;3(6):448-54.
- 107.Currey JD, Butler G. The mechanical properties of bone tissue in children. *J Bone Joint Surg Am* 1975;57(6):810-4.
- 108.Stark D, Denzinger M, Ebert L, Brandl R, Knorr C. Therapeutic approaches of diametaphyseal radius fractures in children. *Arch Orthop Trauma Surg* 2024;144(3):1179-88.
- 109.Mokawem M, Scott B. Children's forearm fractures. *Orthopaedics Trauma* 2015;29(1):57-68.
- 110.Arıcan M, Solak K, Arık H, Karaduman Z, Yıldız K. Çocuk Ön Kol Kırıklarında Titanyum Kanal İçi Elastik Çivileme Tedavi Sonuçlarımız. *J DU Health Sci Inst* 2015;5(3):5-9.
- 111.Fuller DJ, McCullough CJ. Malunited fractures of the forearm in children. *J Bone Joint Surg Br* 1982;64(3):364-7.
- 112.Price CT. Acceptable Alignment of Forearm Fractures in Children: Open Reduction Indications. *J Pediatr Orthop* 2010;30:82-4.
- 113.Price CT, Scott DS, Kurzner ME, Flynn JC. Malunited forearm fractures in children. *J Pediatr Orthop* 1990;10(6):705-12.
- 114.Tisosky AJ, Werger MM, McPartland TG, Bowe JA. The Factors Influencing the Refracture of Pediatric Forearms. *J Pediatr Orthop* 2015;35(7):677-81.
- 115.Roussos D, Gonzalez L, Litrenta J. Does a Good Cast Index Always Reflect a Good Cast? *Bull Hosp Jt Dis (2013)* 2022;80(3):286-90.
- 116.Ray S, Manske MC. Pediatric Forearm Malunions. *Hand Clin* 2024;40(1):35-48.

117. Miller BS, Taylor B, Widmann RF, Bae DS, Snyder BD, Waters PM. Cast immobilization versus percutaneous pin fixation of displaced distal radius fractures in children: a prospective, randomized study. *J Pediatr Orthop* 2005;25(4):490-4.
118. Chia B, Kozin SH, Herman MJ, Safier S, Abzug JM. Complications of pediatric distal radius and forearm fractures. *Instr Course Lect* 2015;64:499-507.
119. Thomas EM, Tuson KWR, Browne PSH. Fractures of the radius and ulna in children. *Injury* 1975;7(2):120-4.
120. Schmittenebecher PP. State-of-the-art treatment of forearm shaft fractures. *Injury* 2005;36(1):25-34.
121. Elia G, Blood T, Got C. The Management of Pediatric Open Forearm Fractures. *J Hand Surg Am* 2020;45(6):523-7.
122. Iobst CA, Spurdle C, Baitner AC, King WF, Tidwell M, Swirsky S. A protocol for the management of pediatric type I open fractures. *J Child Orthop* 2014;8(1):71-6.
123. Runyon RS, Doyle SM. When is it ok to use a splint versus cast and what remodeling can one expect for common pediatric forearm fractures. *Curr Opin Pediatr* 2017;29(1):46-54.
124. Livingstone J, Opanova M, Beaman A, Radi J, Izuka B. "You're O.K. Anesthesia": Closed Reduction of Displaced Pediatric Forearm and Wrist Fractures in the Office Without Anesthesia. *J Pediatr Orthop* 2022;42(10):595-9.
125. Guzel I. Comparison of four surgical methods for pediatric forearm double diaphyseal fractures: a retrospective analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2023;27(19):9058-66.
126. Cohen N, Gigi R, Haberman S, Capua T, Rimon A. Risk factors for failure of closed forearm fracture reduction in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. 2023 Sep 1;39(9):702-6.
127. Shannon BA, Sullivan BT, LaPorte DM, Sponseller PD. Is an Orthopaedic Surgery Resident's Previous Case Experience Associated with Success of Initial Treatment of Pediatric Forearm Fractures? *J Surg Orthop Adv* 2023;32(1):32-5.
128. Tay LHGM, Tan WXT, Lee NKL, Chew EM, Mahadev A, Wong KPL. Retrospective analysis: risk factors predicting failure of closed reduction in pediatric diaphyseal forearm fractures treated with elastic stable intramedullary nails (ESINs). *J Pediatr Orthop B*. 2022;31(5):465-470.
129. Sulton CD, Fletcher N, Murphy J, Gillespie S, Burger RK. Regional Anesthesia as an Alternative to Procedural Sedation for Forearm Fracture Reductions in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care* 2024;40(2):83-7.

EKLER



Ek 1

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI GİRİŞİMSEL OLMAYAN BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU Edirne, Türkiye

ARAŞTIRMA BAŞVURUSU ONAYIBAŞVURU BİLGİLERİ	PROTOKOL KODU		TÜTF-GOBAEK 2024/604		
	PROTOKOL ADI		Pediyatrik Önkol Çift Kemik Kırıklarında Konservatif ve Cerrahi Tedavi Sonuçlarımız		
	SORUMLU ARAŞTIRICI ÜNVANI / ADI		Dr. Öğr. Üyesi Eşref SELÇUK		
	ARAŞTIRMA MERKEZİ				
	DESTEKLEYİCİ				
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		Tek Merkez Ulusal	Çok Merkez Uluslararası	
KARAR BİLGİLERİ	Karar No:01/33		Tarih:06.01.2024		
	Fakültemiz Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi Eşref SELÇUK'un sorumluluğunda yapılması planlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen Araş. Gör. Dr. Doğan ERKAL'ın tez çalışmasının araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gereçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş; araştırmaya ilişkin giderlerin gönüllüye ve/veya bağlı bulunduğu sosyal güvenlik kurumuna ödenmediği koşullarda ve veri toplanacak yerlerden gerekli izinler alındıktan sonra gerçekleştirilmesinde etik bilimsel standartlar açısından sakınca bulunmadığına mevcudun oy birliği ile karar verilmiştir.				
ETİK KURUL BİLGİLERİ					
ÇALIŞMA ESASI		Helsinki Bildirgesi, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu, TÜTF-GOBAEK Yönergesi			

ÜYELER

Ünvan/Ad/ Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurumu	Cinsiyeti	İlişki(*)	Katılım (**)	İmza
Doç. Dr. Fatma Gülşüm ÖNAL Başkan	Tıp Tarihi ve Etik	T.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik A.D.	K	E H	E H	
Prof. Dr. Hakan GÜRKAN Başkan Yardımcısı	Tıbbi Genetik	T.Ü.T.F. Tıbbi Genetik A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Selçuk KORKMAZ Üye	Biyoistatistik	T.Ü.T.F. Biyoistatistik A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Mehmet Erdal VARDAR Üye	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Ruh Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Hasan ÜMİT Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sernaz TOPALOĞLU Üye	İç Hastalıkları	T.Ü.T.F. İç Hastalıkları A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Sezgi SARIKAYA SOLAK Üye	Deri ve Zührevi Hastalıklar	T.Ü.T.F. Deri ve Zührevi Hastalıklar A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Oktay KAYA Üye	Fizyoloji	T.Ü.T.F. Fizyoloji A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Galip EKUKLU Üye	Halk Sağlığı	T.Ü.T.F. Halk Sağlığı A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Rıdvan DURAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	T.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları A.D.	E	E H	E H	
Dr. Öğr. Üyesi Sinan ATEŞ Üye	Kadın Hastalıkları ve Doğum	T.Ü.T.F. Kadın Hastalıkları ve Doğum A.D.	E	E H	E H	
Prof. Dr. Sevtap HEKİMOĞLU ŞAHİN Üye	Anestezi ve Reanimasyon	T.Ü.T.F. Anestezi ve Reanimasyon A.D.	K	E H	E H	
Doç. Dr. Doğan ALBAYRAK Üye	Genel Cerrahi	T.Ü.T.F. Genel Cerrahi A.D.	E	E H	E H	
Doç. Dr. Aysegül KURT Üye	Protetik Diş	T.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi	K	E H	E H	
Doç. Dr. Hilal KEKLİCEK Üye	Protez-Ortez ve Biyomekani	T.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi	K	E H	E H	
Avukat Emine NURLU Üye		T.Ü. Rektörlüğü	K	E H	E H	
Emekli Öğretmen Sinan SEÇKİN Üye	Emekli Öğretmen	Serbest Üye	E	E H	E H	

*Araştırma ile ilişki
**Toplantıda Bulunma

Ek 2

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sayın katılımcı

Çocuğunuz aşağıdaki bilgileri verilen bir araştırma projesine davet edilmektesiniz.

Bu araştırmanın yürütülmesi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun 06.01.2024 tarih 01/33 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Araştırmaya katılmaya karar vermeden önce araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını anlamanız çok önemlidir.

Araştırmaya katılım tamamen gönüllülük ilkesine bağlı olup katılmayı reddetmeniz herhangi bir cezaya ya da elde edilecek herhangi bir yararın kaybedilmesine kesinlikle yol açmayacaktır.

Aynı şekilde araştırmaya katılmayı kabul ettikten sonra da araştırmanın herhangi bir yerinde hiçbir neden göstermeksizin herhangi bir zarar ya da elde edilmesi beklenen bir yarar kaybına yol açmadan araştırmadan çekilebilirsiniz.

Araştırma kapsamında yapılan işlemlerin mali giderleri araştırmacılar ya da destekleyici tarafından karşılanacak olup size ya da sosyal güvenlik kurumunuza hiçbir mali yük getirmeyecektir.

Aşağıdaki bilgileri dikkatlice okuyun ve araştırmaya katılmak isteyip istemediğinize karar vermek için lütfen biraz düşünün.

- Araştırmanın bilimsel adı:** Pediatrik Önkol Çift Kemik Kırıklarında Konservatif ve Cerrahi Tedavi Sonuçlarımız
- Araştırmanın anlaşılabilir basit adı:** Çocuk Önkol Kırıklarında Ameliyatlı ve Ameliyatsız Tedavi Sonuçlarımız
- Sorumlu Araştırmacının adı ve görev yeri:** Eşref SELÇUK, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve A.D
- Araştırmanın amacı:** Pediatrik hasta grubunda alçı ile tedavi sonrası redüksiyon kaybını belirlemek.
- Araştırmanın niteliği (klinik, laboratuvar, epidemiyolojik, tez çalışması vb.):** Tez çalışması
- Araştırmanın başlama tarihi ve öngörülen süresi:** 30.12.2024 , 1 ay
- Araştırmaya katılması beklenen gönüllü sayısı:** 83
- Araştırma sırasında gönüllüye uygulanacak yöntem, girişim ve tedavilerin tümü:** Herhangi bir girişim uygulanmayacaktır.
- Katılımcının araştırmaya dahil edilme nedeni:** Pediatrik popülasyonda olup önkol çift kemik kırığı tanısı bulunması.
- Araştırmadan doğrudan gönüllü için beklenen yarar:** Doğrudan yarar beklenmemektedir.
- Gönüllünün sorumlulukları:** Gönüllünün sorumluluğu bulunmamaktadır.
- Gönüllünün (araştırma hamilelerde veya lohusalarda yapılacaksa ise embriyo, fetüs veya süt çocuklarının da) maruz kalabilecekleri riskler veya rahatsızlıklar:** Yok.
- Risklere karşı alınan önlemler:** Çalışmada bir risk bulunmamaktadır.

- **Gönüllünün araştırmaya katılımının sona erdirilmesini gerektirecek durumlar veya nedenler:** Yok.
- **Araştırma sonunda gönüllülere bilgi verilecek mi?** Hayır.
- **Gönüllülerin araştırma hakkında, kendileri hakkında ya da araştırmayla ilgili herhangi bir beklenmedik olay hakkında daha fazla bilgi edinebilmesi için temasa geçebileceği kişi ve kendisine günün 24 saatinde erişebileceği telefon numarası:**
- **Gönüllülerden elde edilecek olan biyolojik materyallerin hangi amaçlarla kullanılacağı:** Biyolojik materyal kullanılmayacaktır.

Yukarıda açıkça tanımlanan çalışmanın ne amaçla, kimler tarafından ve nasıl gerçekleştirileceği anlayabileceğim bir ifade ile bana anlatıldı.

Bu araştırmadan elde edilen bilgilerin bana ve başka insanlara sağlayacağı yararlar bana anlatıldı.

Araştırma sırasında meydana gelebilecek riskler ve rahatsızlıklar bana anlayabileceğim bir dille anlatıldı.

Araştırma sırasında oluşabilecek zarar durumunda gerçekleştirilecek işlemler bana anlatıldı.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında olası yan etkiler, riskler ve zararlar ve haklarım konusunda 24 saat bilgi alabileceğim bir yetkilinin adı ve telefonu bana verildi.

Araştırma kapsamındaki bütün muayene, tetkik ve testler ile tıbbi bakım hizmetleri için benden ya da bağlı bulunduğum sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyeceği bana anlatıldı.

Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama altında olmaksızın gönüllü olarak katılıyorum.

Araştırmaya katılmayı reddetme hakkına sahip olduğum bana bildirildi.

Sorumlu araştırmacı / hekime haber vermek kaydıyla, hiçbir gerekçe göstermeksizin istediğim anda bu çalışmadan çekilebileceğimin bilincindeyim.

Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmediğimi ve bu durumun şimdi ya da gelecekte gereksinim duyduğum tıbbi bakımı hiçbir biçimde etkilemeyeceğini biliyorum.

Çalışmanın yürütücüsü olan araştırmacı / hekim ya da destekleyen kuruluş, çalışma programının gereklerini yerine getirmedeki ihmali nedeniyle, benim onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabileceğini biliyorum.

Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu'nun gerekli gördüğünde, gizliliğimin korunması ilkesine uygun olarak, araştırma konusuyla ilişkili orijinal tıbbi kayıtlarıma doğrudan erişimde bulunabileceğini biliyorum

İlgili yasal düzenlemeler gereğince kimliğimi ortaya çıkaracak kayıtların gizli tutulacağı bana açıklandı.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu adlı metni okudum. Aklıma gelen bütün soruları sorma

olanağı tanındı ve sorularıma doyurucu cevaplar aldım. Yukarıda konusu belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı.

Bu koşullarla, söz konusu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katılmayı kabul ediyorum.

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu'nun tam imzalı bir kopyasını aldım.

- **Gönüllünün; (El yazısı ile)**

Adı- Soyadı:

İmzası:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Velayet ya da vesayet altında bulunanlar için; (El yazısı ile)**

Veli ya da Vasinin Adı- Soyadı:

İmzası:

Tarih:

Adresi (varsa telefon ve/veya faks numarası):

.....

.....

Tarih:

- **Açıklamaları yapan araştırmacının**

Unvanı, Adı- Soyadı: (El yazısı ile)

Görev yaptığı bölüm:

İmzası:

Tarih: