



T. C. SAĞLIK BAKANLIĞI

SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

BAKIRKÖY DR. SADİ KONUK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİĞİ

DİSTAL TİBİA EPİFİZYOLİZ YARALANMASI OLAN HASTALARDA

CERRAHİ TEDAVİ SONUÇLARIMIZ

DR. FURKAN ÇAĞLAYAN ASLANTAŞ

UZMANLIK TEZİ

İDARİ VE EĞİTİM SORUMLUSU

DOÇ. DR. CEMAL KURAL

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MUSTAFA GÖKHAN BİLGİLİ

İSTANBUL, 2018





T. C. SAğLIK BAKANLIğI

SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

BAKIRKÖY DR. SADI KONUK EğİTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ KLİNİğİ

DİSTAL TİBİA EPİFİZYOLİZ YARALANMASI OLAN HASTALARDA

CERRAHİ TEDAVİ SONUçLARIMIZ

DR. FURKAN AğLAYAN ASLANTAş

UZMANLIK TEZİ

İDARİ VE EğİTİM SORUMLUSU

DOç. DR. CEMAL KURAL

TEZ DANIşMANI

DOç. DR. MUSTAFA GÖKHAN BİLGİLİ

İSTANBUL, 2018

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca engin bilgi ve tecrübelerini bizlerle paylaşan teorik ve pratik anlamda gelişmemizde çok büyük katkıları bulunan, yaşadığımız sıkıntılarda her zaman bize bir çözüm yolu sunan, asistanlarının her zaman yanında olmuş eski klinik şefimiz Doç. Dr. Cevdet Avkan' dan aldığı bayrağı çok hızlı bir şekilde ileriye taşımış tezi yazmamda bana çok katkısı olan sevgili hocam Doç. Dr. Cemal KURAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Eski klinik şefimiz, bizim bu günlere gelmemizde emeği olan eğitimimizde sonsuz katkıları mevcut Doç. Dr. Mustafa Cevdet AVKAN'a,

İhtisasıma başladığımda burada başasistan olan daha sonra doçentlik makamına gelmiş teorik ve pratik anlamda üzerimde çok katkıları mevcut olan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mustafa Gökhan BİLGİLİ'ye,

İhtisasıma başladığımda burada uzman hekim olan daha sonra doçentlik makamına gelmiş teorik ve pratik anlamda üzerimde çok katkıları mevcut olan saygıdeğer Doç. Dr. Serdar Hakan BAŞARAN'a ve Doç. Dr. Ersin Erçin'e,

Her konuda bize yardımlarını esirgemeyen yoğun klinik çalışma temposu içerisinde kliniğimizin işleyişinin sorunsuz işlemesinde büyük katkıları olan sevgili başasistanlar Dr. Evren KARAALİ, Dr. Erdem EDİPOĞLU'na

Kliniğimiz uzman hekimlerinden Dr. Halil Nadir ÖNEŞ, Dr. Mustafa GÜROTLU, Dr. Bülent TANRIVERDİ, Dr. Emre BACA, Dr. Süleyman ALTUN, Dr. Altuğ DURAMAZ, Dr. Önder Murat HÜRMEYDAN'a

Asistanlığım süresince bir dönem çalışma fırsatı bulduğum şu anda aramızda olmayan uzman hekimlerden Dr. Erdoğan MERİH, Dr. Ö. Naci ERGİN, Dr. Suner ŞAHİN, Dr. Murat ŞİRİKÇİ'ye

İhtisasım boyunca bize çok fazla katkısı olan değerli kıdemlilerim Dr. Alkan BAYRAK, Dr. Cihangir SARI, Dr. Hüseyin Çümen, Dr. Mehmet ERKİLİNÇ, Dr. Kadir GÖZÜGÜL, Dr. K. Mümtaz Çelen, Dr. Ahmet Büyükhatipoğlu, Dr. Burak ÖZEL

Berber çalışma fırsatı bulduğum asistan kardeşlerim, Dr. Mustafa YALIN, Dr. Berhan BAYRAM, Dr. Cemal KIZILKAYA, Dr. Hakan İLTER, Dr. Nezh ZİROĞLU, Dr. Malik ÇELİK, Dr. Vedat ÖZTÜRK, Dr. Ergin TÜY, Dr. Özgür

İsmail TÜRK, Dr. Necati DOĞAN, Dr. Burak BELEN Alican KOLUMAN, Dr. Ahmet Çanlıoğlu , Dr.B.Burak Çakmur ve Dr. Ahmet Yiğitbay'a,

Eski sorumlu hemşiremiz Münevver GÜLER'e, yeni sorumlu Hemşiremiz Ayten SELLER'e ve yardımcısı ablam NurtenYIKILMAZ'a

İhtisasım boyunca birlikte çalışma fırsatı bulduğumuz ,Hanifi ACAR, İsmail NALBANT, Ufuk UĞURLU, Halil İbrahim ÜZÜM, Esra TOZAK, Bayram KARAMELEK, Sultan SARGIN, Adem BAYRAK, Şeniz TUNCA, Özge RONA,Hilal DOĞAN, Songül ŞEN,Hasan ÇELİK, Gökçe BASRALI, Aytaç ÖZKAN, Zeliha ÖZDEMİR ,Suat YAVUZ' a

Klinik sekreterimiz Serdar KURBAN'a

Kliniğimizde ve ameliyathanede çalışan başta olmak üzere tüm hemşire ve personel arkadaşlara teşekkürlerimi sunarım.

Benim bu günlere gelmemde büyük katkıları olan anne, babama ve kardeşlerime,

Bana desteği ve sevgisi ile güç veren sevgili eşim Yeşim ASLANTAŞ' a oğlum Can'a

Adı burada geçmeyen üzerimde emeği olan yetişmemde katkısı bulunan herkese sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

FURKAN ÇAĞLAYAN ASLANTAŞ

İÇİNDEKİLER

I. ÖNSÖZ

II. İÇİNDEKİLER

III. ÖZET

IV. TABLO LİSTESİ

V. ŞEKİL LİSTESİ

1. GİRİŞ

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Anatomi

2.1.1 Ayak bilek anatomisi

2.1.2 Talus

2.1.3 Distal Tibia

2.1.4 Distal Fibula

2.1.5 Eklem Kapsülü

2.1.6 Ayak Bilek Bağları

2.1.6.1 Medial Koleteral Bağ Kompleksi

2.1.6.1.1 Yüzeyel Deltoid Bağ

2.1.6.1.2 Derin Deltoid Bağ

2.1.6.2 Lateral Koleteral Bağ Kompleksi

2.1.6.2.1 Anterior Talofibuler Bağ

2.1.6.2.2 Kalkeneofibuler Bağ

2.1.6.2.3 Posterior Talofibuler Bağ

2.1.6.3 Sindezmotik Bağ Kompleksi

2.1.6.3.1 Anteroinferior Tibiofibuler Bağ

2.1.6.3.2 Posteroinferior Tibiofibuler Bağ

2.1.6.3.3 İnförior Transvers Tibiofibuler Bağ

2.1.6.3.4 İnterosseoz Bağ

2.1.7 Ayak Bileği Eklem Çevresi Yumuşak Doku Anatomisi

2.2 Pediatrik Ayak Bilek Anatomisi

2.3 Ayak Bilek Eklemi Biyomekaniği

2.3.1 Subtalar Eklem Biyomekaniği ve Stabiledeki Rolü

2.4 Ayak Bilek Stabilesi

2.5 Belirti ve Bulgular
2.6 Radyolojik Değerlendirme
2.7 Kırık Tipleri ve Sınıflama
2.7.1 Salter Harris Sınıflaması
2.7.2 Dias ve Tachdjian Sınıflaması
2.7.2.1 Supinasyon İnverson
2.7.2.2 Supinasyon Plantar Fleksiyon
2.7.2.3 Supinasyon Dış Rotasyon
2.7.2.4 Pronasyon Eversiyon Dış Rotasyon
2.7.3 Aksiyel Kompresyon
2.7.4 Geçiş Kırıkları
2.7.5 Jüvenil Tillaux Kırıkları
2.7.6 Üç Planlı Kırıklar
2.7.7 İnsusural Kırıklar
2.8 Tedavi
2.9 Komplikasyonlar
2.9.1 Büyüme Duraklaması
2.9.2 Osteoartrit
2.9.3 Ayak Bilek Sertliği
2.9.4 Refleks Sempatik Distrofi
3 MATERYEL VE METODLAR
4 BULGULAR
4.1 Olgu Örneklere
5 SONUÇLAR
6 TARTIŞMA
7 KAYNAKLAR

ÖZET

Amaç: Adölesanlarda tüm fizis yaralanmaları içinde büyük bir orana sahip olan; tibia distal fizis yaralanmasının cerrahi tedavi sonuçları araştırıldı.

Hastalar ve yöntem: 2011-2017 yılları arasında Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nde distal tibia fizis yaralanması nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen 27 hastanın dosyaları taranarak klinik ve fonksiyonel sonuçları üzerinde ; tedavi yöntemi, kırık sonrasında operasyona alınma süresi, kırık tipleri, travma mekanizması gibi değişkenlerin etkisi incelendi.

Bulgular: Olguların 17'si (%63) erkek, 10'u (%37) kızdı. Yaş ortalaması 11,9'du. Olguların travmasının şiddetinin ve tedavi yönteminin klinik sonuçlar üzerinde anlamlı bir fark olmadığı saptandı. Salter Harris ve Dias&Tachdjian sınıflama tiplerinin klinik sonuçlar üzerinde ve büyüme gelişimi duraklaması riskinde anlamlı bir fark bulunamadı. Olguların operasyondan önce bekleme süreleri ortalama 4.3 gün olup bekleme süresi daha uzun olan olgularda daha iyi sonuçlar görüldü (p: 0,034)

Sonuç: Tibia distal fizis yaralanması olan olgularda anatomik redüksiyon sonrası tespit yapılması halinde başarılı sonuçlar elde edilebilir ve komplikasyonlar en aza indirilebilir.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Neer'in Belirttiği Halka Teorisi

Şekil 2. Talusun Üst ve Alttan Görünümü

Şekil 3: Distal Tibia ve Fibula Önden ve Alttan Görünümü

Şekil 4: Medial Kollateral Bağ Kompleksi

Şekil 5: Lateral Kollateral Bağ Kompleksi

Şekil 6: Sindezmotik Bağ Kompleksi

Şekil 7: Ayak Bileği Anterolateral ve Medialden Görünümü.

Şekil 8: Ayak Bileği Lateral Görünümü

Şekil 9: Ayak Bileği Posteriodan Görünümü

Şekil 10: Ayak Bileğinin 4 Eksenli Hareketi

Şekil 11 : Salter Harris tip 1 : Distal tibia medialinde genişleme ve bitişik yumuşak doku şişmesi

Şekil 12:Salter Harris tip 2 kırık. Metafize uzanımı görülmektedir.

Şekil 13: Salter Harris tip 3 kırık. Deplase medial tibial epifiz fragmenti

Şekil 14: Deplase medial tibial epifiz parçası ve posteromedial metafizer parçası görülmektedir.

Şekil 15: Dias&Tachdijan Sınıflaması-supinasyon inversiyon

Şekil 16: Dias&Tachdijan Sınıflaması- supinasyon plantar fleksiyon

Şekil 17: Dias&Tachdijan Sınıflaması- supinasyon dış rotasyon

Şekil 18: Dias&Tachdijan Sınıflaması- pronasyon eversiyon dış rotasyon

Şekil 19: Tillauks kırığı ve anterior inferior tibiofibular bağ tarafından avulze edilmesi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: AOFAS protokolüne göre değerlendirme

Tablo 2: Manchester-Oxford Ayak Anketi (MOAA) (MOXFQ)

Tablo 3 :Olguların yaş ve cinsiyet dağılımı

Tablo 4 : Operasyon öncesi bekleme süreleri

Tablo 5: Travma mekanizmasına göre olgular

Tablo 6: cerrahi tedavisinde implant seçimi

Tablo 7: Kırık sınıflamasına göre hastaların dağılımı

Tablo 8 : büyüme gelişimi durması oranı

Tablo 9 : Skorlama sistemlerinin sonuçları

Tablo 10: Geçen sürenin klinik sonuçlara etkisi

Tablo 11: AOFAS skorunun ikili karşılaştırılması

Tablo 12: Travma mekanizmasına göre cerrahi sonuçlar

Tablo 13: Salter Harris'e göre cerrahi sonuçlar

Tablo 14: Dias& Tachdjian sınıflamasına göre sonuçlar

Tablo 15 : Tedavi yöntemine göre cerrahi sonuçlar





1.GİRİŞ VE AMAÇ

Açık fizis ve inkomplet ossifikasyona sahip pediatrik ayak bileği, iskeleti olgunlaşmış hastalara kıyasla belirgin mekanik ve biyolojik özellikleri sunar. Bu nedenle, çocukların benzersiz bir ayak bileği kırığı paternleri vardır ve fizisi korumak ve izlemek için özel tedavi gerektirirler.

Ayak bileği kırıkları çocuklarda tüm kırıkların yaklaşık % 5'ini ve tüm fizis yaralanmalarının % 15-20'sini temsil eder ve alt ekstremitede en sık görülen fizis hasarıdır (1-4). Ayak bileği kırıkları, distal radius kırığı da dahil olmak üzere diğer kırıklara göre cerrahi tedaviye daha sık ihtiyaç duyulur. Beden kitle indeksi artışı olan çocuklarda ayak bileği kırığı insidansı yüksektir (5-6). Basketbol ve futbol ayak bileği kırıkları ile ilişkili en yaygın aktivitelerdir (7-9,11). Ayak bileği yaralanmaları erkeklerde kızlara göre daha yaygındır ve tibia kırıkları en sık 8-15 yaşları arasında, fibular kırıklar ise en sık 8-14 yaşları arasında görülür (7).

Bu çalışmada da sık görülmekte olan adölesan tibia alt uç büyüme plağı yaralanması sebebiyle cerrahi tedavi edilen çocuklarda yaralanmanın dağılımı incelenerek klinik ve radyolojik sonuçların değerlendirilmesi amaçlandı.

2. GENEL BİLGİLER

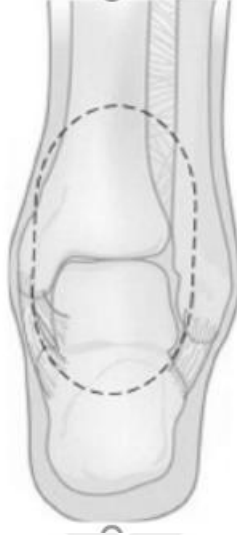
2.1. Anatomi

2.1.1 Ayak Bileği Eklem Anatomisi

Ayak bileği; tibia alt yüzü (plafond) ile iç ve dış malleollerden oluşan bölüm (mortis) ve buna uyan trochlea taliden meydana gelmiş ginglimus tipi bir eklemdir. Ayak bileğinde iç ve dış malleoller yüzeysel olan kemiksel referans noktalarıdır. Dış malleol iç malleole göre 1 cm aşağıda ve 2 cm arkadadır. Tibiotalar eklem hattı, anteriorda kolay palpe edilirken, posteriorda kalın bir yağ dokusu ve tendonların olması nedeniyle palpe edilemez (11). Ayak bileği üç kemiğin birbirleriyle tibia-fibula, tibia-talus ve fibula-talus şeklinde fonksiyonel olarak eklemleştigi ve her biri bir grup bağla desteklenen kompleks bir eklemdir (12-15). Bu üç eklem yüzeyi birbirlerine bitişik kırıldak yüzey ve tek bir kapsülle çevrili bulunmaktadır. Distal tibia ile distal fibula eklem yüzleri talusun hemen proksimalinde distal tibiofibular eklemi oluşturmaktadır. Toplu olarak bu eklem talocrural eklem denir (16).

Neer'in belirttiği gibi ayak bileği üç kemiksel bölüm ve bunları birleştiren bağlardan oluşan bir halka meydana getirir. Bu halkadaki tek bir kırılma mortiste

talusun ön arka veya yana eğilmesine izin vermez. Talusta bir eğilmenin olması için halkanın en az iki yerde kırılması gerekir. Bu da, ya her iki malleolun kırığı, ya da bir malleol kırığı, bir bağ rüptürü şeklinde olur (şekil 1)



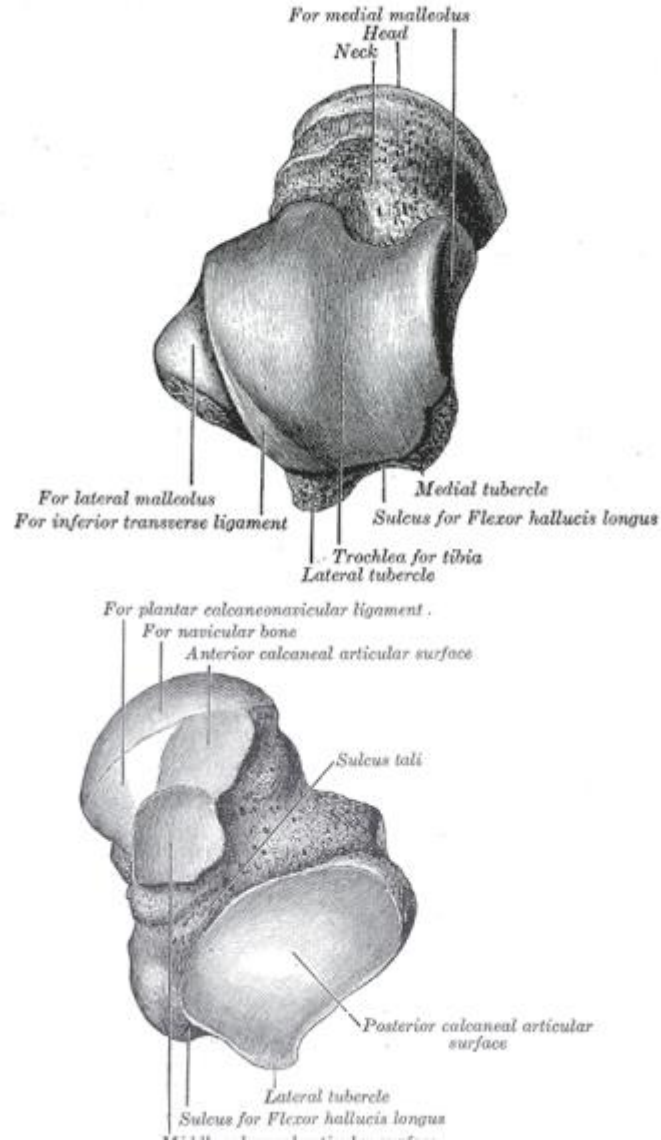
Şekil 1: Neer'in Belirttiği Halka Teorisi.

Talus kubbesinin; lateral malleol, medial malleol ve tibia distal eklem yüzü (plafond) tarafından oluşturulan mortise uyumu mükemmeldir. Ayak bileğinin stabilitesi mortiste bulunan kemik ve eklemlerin bütünlüğüne bağlıdır. Kalkaneusun da ayak bileği stabilitesi ve hareketlerine katkısı büyüktür (16). Ekleme yük bindiğinde ağırlığın %90'a yakını tibial plafondan talus kubbesine aktarılır (17). Tüm yükün %10 civarı fibula üzerinden proksimale aktarılır fakat fibulaya yük aktarımının mekanizması tam olarak anlaşılamamıştır (18).

2.1.2 Talus

Talus baş, boyun, gövde, yan ve arka çıkıntı olmak üzere beş ayrı bölgeye ayrılmıştır. Talusun dorsifleksiyonda ayak bileğinin stabilize olmasını sağlayan ön kısmı daha geniş kesik bir koni şeklindedir. Boyun kısmının 15–20 derecelik içe dönük oluşu ve korteksinin nispeten ince olması nedeniyle bu bölge kırıklar için daha hassastır. Superior ve medial yüzde tibia, lateral yüzde fibula, inferior yüzde kalkaneus ve anterior yüzde naviküler kemik ile eklem yapar. Aşağıya, öne ve mediale yönelen talus başı naviküler kemikle eklemleşir. Alt yüzünün ön bölümü kalkaneusun medial kısmında bulunan sustentakulum üzerine oturur. Talus boynu

talus başının arkasındaki dar kısımdır. Pürtüklü olan üst yüzeyi bağlar için yapışma yeridir. Alt yüzünde bulunan sulkusa talokalkaneal bağ yapışır. Tarsal kanal ve oluk güçlü talokalkaneal bağ kompleksine ev sahipliği yaparken aynı zamanda bu bölgedeki arterler de talus cisminin 2/3'ünün kanlanmasını sağlar (19,20). Talus cismi küp şekline benzer ve makara şeklindeki üst yüzü tibia alt ucuyla, lateral yüzü dış malleolle eklemleşir. Arka yüzünde fleksör hallucis longus kasının kirişinin bulunduğu bir oluk ve iki tüberkül vardır. Cismin üst yüzü trapezoidal bir şekilde olup hemen tamamı kıkırdakla kaplıdır. Ön yüzeyi, arka yüzeyinden ortalama 2,5 mm. daha geniştir (şekil 2). Troklea tali tibia ve fibulanın alt uçlarının oluşturduğu kemik çatal içine sokularak bu kemiklerle eklem yapar. Talusa kas yapışmaz fakat güçlü bağlar için yapışma yerleri vardır. Talus daha çok kemik dışı kanlanma ile tibialis posterior, peroneal ve dorsalis pedis arterlerinin oluşturduğu anastomozlarla beslenir (14,15).



Şekil 2. Talusun Üst ve Alttan Görünümü

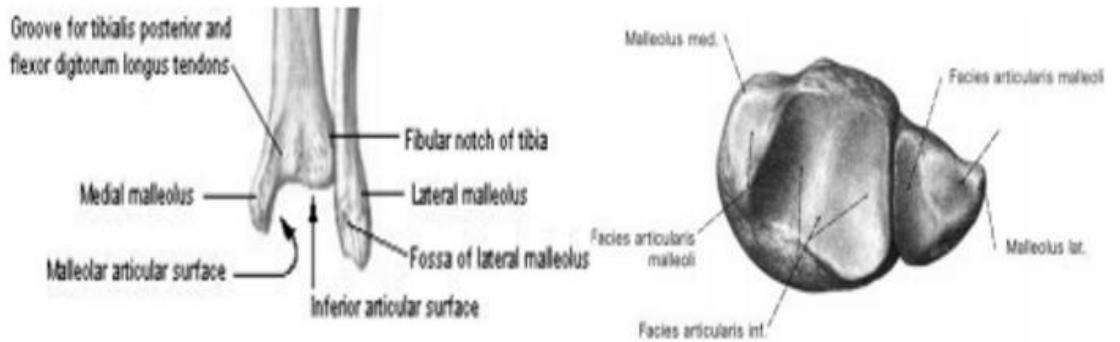
2.1.3 Distal Tibia

Ayak bileği eklemine katılan tibia alt kısma doğru genişleyerek, tübüler kortikal özellikten metafizyel spongioz kemiğe dönüşür ve bu bölgeye pilon adı verilir. Tibia distalinin alt yüzü eklem yüzeyidir ve tibial plafond olarak adlandırılır. Tibia alt ucu dörtgen yapıdadır. Ön kenarı düz iken arka kenarda aşağı doğru uzanan bir dudak vardır. Buna posterior malleol denir. Medialde iç yüzeyi kırıkdağ ile kaplı

olan ve talus medial faseti ile eklem yapan medial malleol bulunur. Medial malleol iç yüzeyinin distalinde birbirinden bir oluk ile ayrılmış olan iki çıkıntı (kollikulus) vardır. Bu tepeciklere deltoid bağ lifleri yapışır. İç malleolün arkasında tibialis posterior ve fleksör digitorum longus kas kirişlerinin geçtiği sulkus malleolaris denen oluk şeklinde bir yapı bulunur. Tibianın lateralinde fibula için bir çentik (incisura fibularis tibia) bulunur. Tibianın ön-dış kısmında tüberkülüm anterius tibia (Tillaux-Chaput), arka kısmında tüberkülüm posterius tibia (Volkman) göze çarpar (14,21,22). Tibianın kan akımı besleyici arterler ve periostal damarlar ile olur. Besleyici arter, posterior tibial arterden ayrılır ve kemiğe posterolateral korteksten, soleus kasının yapışma yerinin hemen altından girer. Periost, anterior tibial arterden ayrılan dallarla beslenir. Kemiğin beslenmesinde hangisinin daha önemli olduğu konusunda farklı görüşler vardır. Nelson'a göre tibiada, periostal kan akımının yetişkin bir insanda besleyici artere göre rolü daha azdır. Rhinelande'de aynı görüşte olup, intramedüller kanlanmanın çok önemli olduğunu, ancak intramedüller kan akımının bozulduğu durumlarda periostal kan damarlarının artarak yeni kemik oluşumunda yeterli hale geldiğini bildirmiştir (şekil 3) (21,23).

2.1.4 Distal Fibula

Fibulanın distal ucu dış malleolü oluşturmak üzere genişlemiştir. Dış malleolün eklem yüzeyi yukarıda tibia, aşağıda ise talusla eklem yapar. Arka kenarda peroneal tendonların geçtiği sulkus görülür. Triangüler alan eklem yüzeyinin hemen üzerindedir. Distal tibia ve fibula arasındaki eklem tam anlamıyla bir eklem değildir. Sindezmotiktir ve eklem kıkırdağı yoktur. Yine de bu iki kemik arasında bir miktar hareket vardır (şekil 3) (24,25).



Şekil 3: Distal Tibia ve Fibula Önden ve Alttan Görünümü

2.1.5 Eklem Kapsülü

Eklem kapsülü, anterosüperiorde tibia ve fibula arasındaki eklem çevresine ve tibial plafondun 1,5 cm üzerine yapışır. Aşağıya doğru, anterior talofibular bağın üzerinden ilerler kalkaneofibular bağın altından geçerek, talusun troklear yüzeyine yapışır. Anteriorside ise talus boynuna yapışır. Medialde yüzeysel deltoid bağın altından geçerek talusun medial troklear yüzüne yapışır. Superomedialde medial malleolün ön kenarına uzanır. Anteriorside posteriorside doğru gittikçe kapsülün kalınlığı azalır (24).

Sinovyal membran fibröz kapsülün iç yüzünü tamamen döşer (14).

2.1.6 Ayak Bileğinin Bağları

Üç bağ kompleksi mevcuttur.

2.1.6.1 Medial Kollateral Bağ Kompleksi

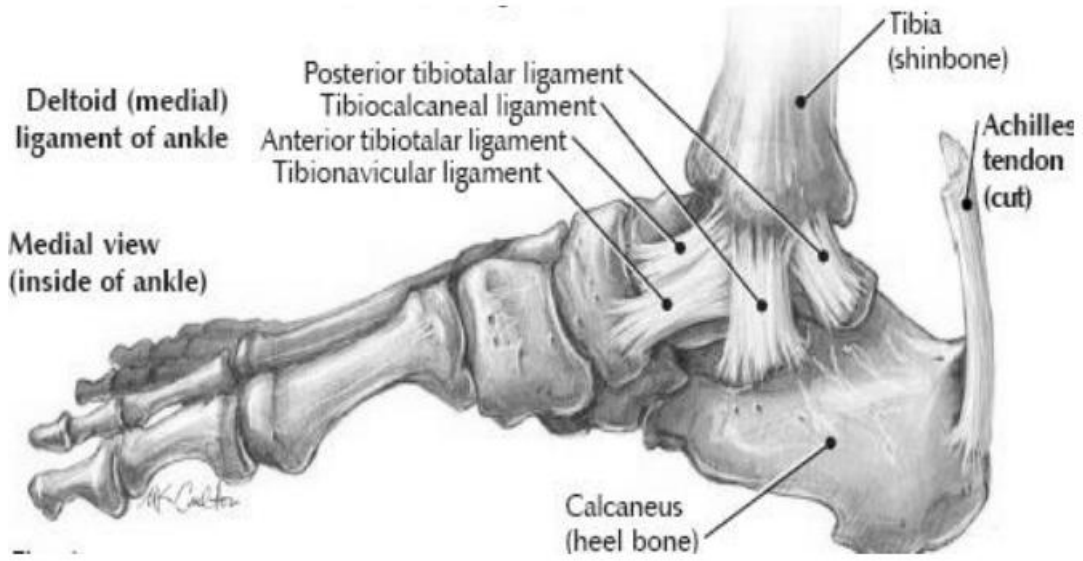
Bağ kompleksini deltoid bağın derin ve yüzeysel kısımları oluşturur (şekil 4).

2.1.6.1.1 Yüzeysel Deltoid Bağ

İç malleolun anteriorundan başlar ve üç demet halinde (Tibionaviküler demet, tibiokalkaneal demet, posterior tibiotalar demet) naviküler kemiğe, plantar kalkaneonaviküler (spring) ligamana ve kalkaneusun sustentakulum talisi ile talusun medial tüberkülüne uzanır. En güçlü yapıda olan tibiokalkaneal lifler medialdedir. Tibionaviküler lifler yelpaze şeklinde açılarak spring ligamana yapışır ve talus başının içe kaymasını önler. Yüzeysel deltoid bağ kruris fasyası ve tendon kılıfları tarafından kısmi olarak desteklenir (11,14,22).

2.1.6.1.2 Derin Deltoid Bağ

Anterior kollikulusun arka kenarından, interkolliküler oluk ve posterior kollikulustan başlar. İkiye ayrılarak anterior ve posterior tibiotalar bağları oluşturarak talusun medialinde kırıldaksız kısma yapışır. Ayak bileğini mortis içinde esas stabilize eden yapıdır (11,14,22).



Şekil 4: Medial Kollateral Bağ Kompleksi

2.1.6.2.Lateral Kollateral Bağ Kompleksi

Talusu ayak bileği mortisinde lateral ve ön-arka planda destekler. Üç kısımdan oluşur (şekil 5).

2.1.6.2.1.Anterior Talofibuler Bağ (ATFB)

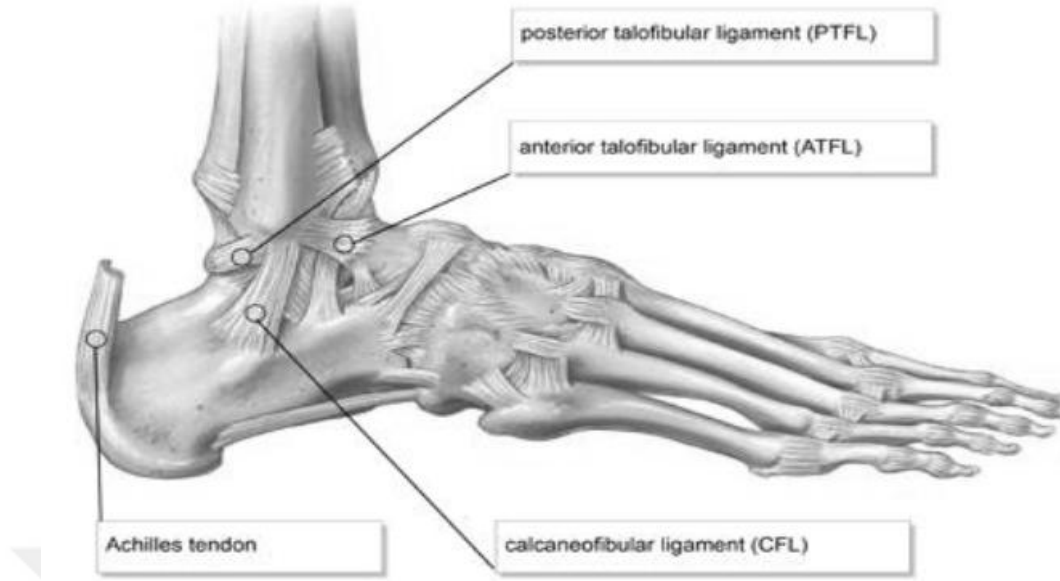
Düz bir bağ olup ayak bileği plantar fleksiyondayken talusu anteriordan destekler. Talus boynunu fibula önüne bağlar. En zayıf lateral kollateral bağdır. Orta kısımları kapsüle karışır (11,14,22).

2.1.6.2.2. Kalkaneofibuler Bağ(KFB)

En geniş lateral kollateral bağdır. Lateral malleolün posteriorundan başlayıp kalkaneusun lateraline yapışır. Ayakta duran kişide gevşek yapıdadır. Ayağın inversiyonunu kısıtlar ve subtalar eklemin esas stabilizatörüdür (11,14,22).

2.1.6.2.3. Posterior Tibiofibuler Bağ(PTFB)

Lateral kollateral bağlardan en dayanıklısı ve derinde olan bağdır. Lateral malleolun posteromedialinden başlar ve talusun lateral tüberkülünde sonlanır. İntrakapsüler ve ekstrasinoviyal yerleşimli bir bağdır. Talusun rotasyonunu kısıtlar ve arkaya subluksasyonunu önler (11,14,22).



Şekil 5: Lateral Kollateral Bağ Kompleksi

2.1.6.3. Sindezmotik Bağ Kompleksi

Aksiyel, rotasyonel ve translasyonel kuvvetlere direnç göstererek mortisin bütünlüğünün bozulmasına mani olur. Sindesmoz, fibula distal ucunun konveks medial yüzü ile tibia distal lateralinin konkav yüzü arasında uzanmaktadır. Sindesmozun distalinde kıkırdak yapı mevcuttur. Sindesmoz 4 ayrı yapı tarafından desteklenir (şekil 6) (21,26).

2.1.6.3.1. Anterior İnfierior Tibiofibuler Bağ (AİTFB)

Tibianın anterolateral tüberkülünden (Chaput tüberkülü) orjin alarak distale uzanır ve lateral malleolün ön kenarına yapışır (Wagstaffe tüberkülü) (11,22,27).

2.1.6.3.2. Posterior İnfierior Tibiofibuler Bağ (PİTFB)

Lateral malleolün posteroinferiorundan orjin alır ve posterior malleole yapışır. Anterior tibiofibuler bağdan daha kalın ama kısadır. Bundan dolayı güçlü translasyonel ve torsiyonel kuvvetlerin etkisiyle posterior tibiofibuler bağ sağlam kalırken, çoğunlukla yapıştığı yer olan posterior tibial tüberkülde avulsiyon kırıkları görülür (11,22,26,27).

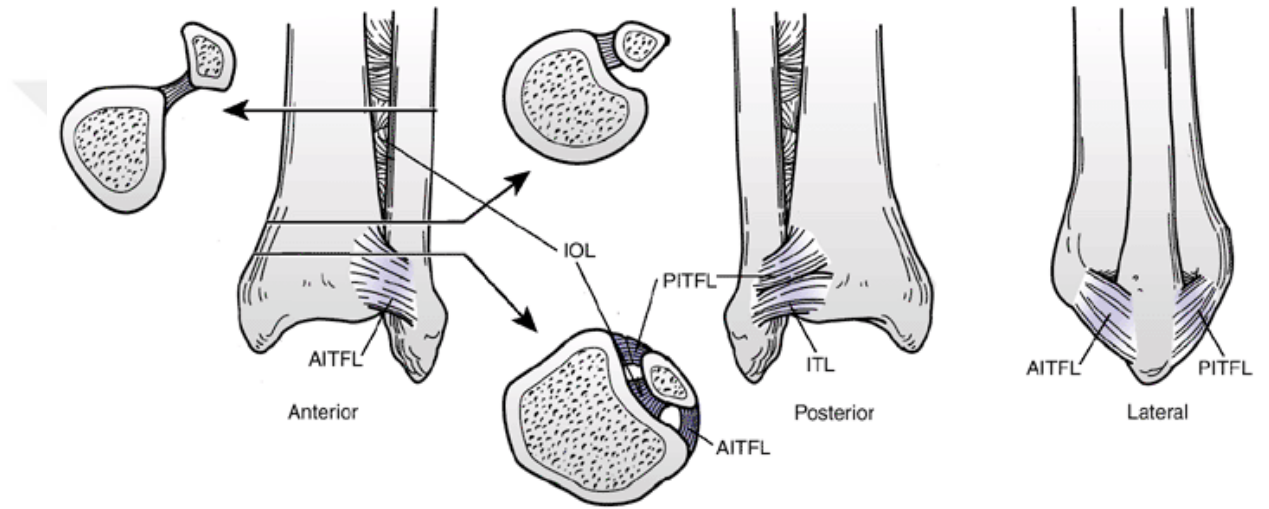
2.1.6.3.3. İnfierior Transvers Tibiofibuler Bağ(İTTFB)

Posterior tibiofibuler bağ kompleksinin bir parçası olduğu düşünülmektedir. Bu bağ fibrokartilaginöz yapıdadır. Posterior fibular tüberkülden ve digital fossanın

üst kısmından orjin alarak tibia posteriorunda medial malleola uzanacak şekilde sonlanır. Tibianın posterior kenarında labrum oluşturarak tibia ile talus arasındaki eklem yüzeyini arttırır. Bu bağ talusun posterolateral eklem yüzeyi ile ilişkilidir (11,22,27).

2.1.6.3.4. İnterosseöz Bağ (İOM)

Fibula distalinden orjin alarak tibia'nın lateraline uzanan kısa fibröz bant şeklindedir. Tibia ve fibula arasında transvers stabilizasyon yapar ve kenarlarına kaslar yapışır (11,22,26,27).



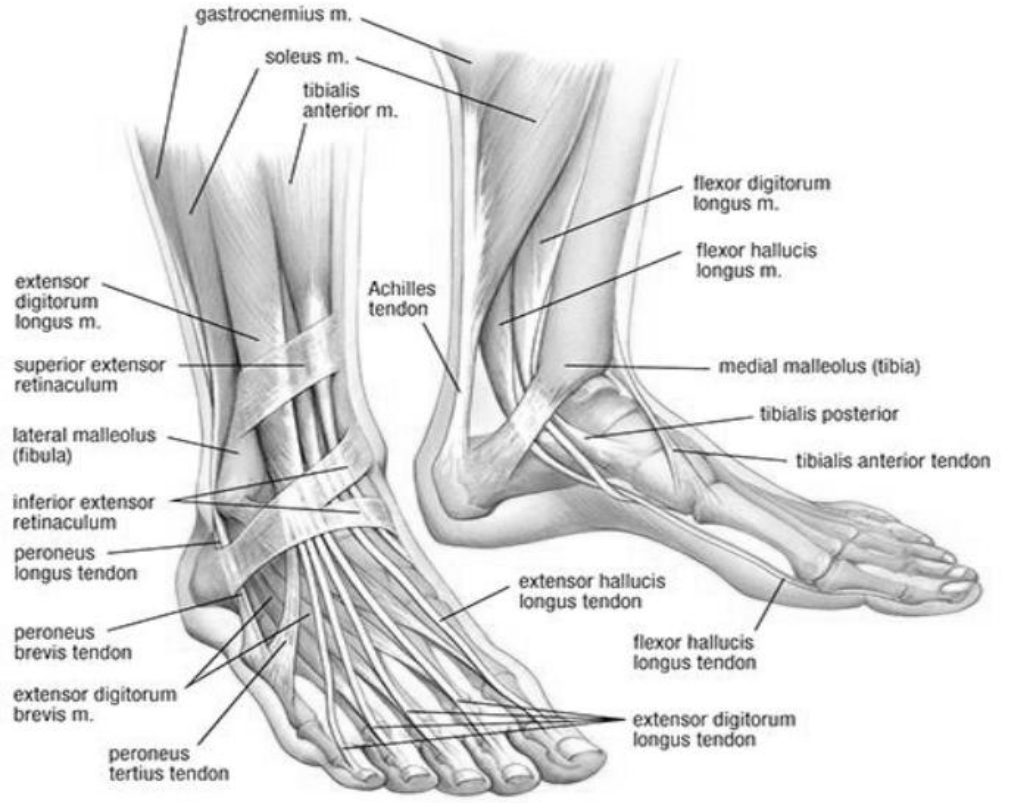
Şekil 6: Sindezmotik Bağ Kompleksi

2.1.7 Ayak Bileği Eklem Çevresi Yumuşak Doku Anatomisi

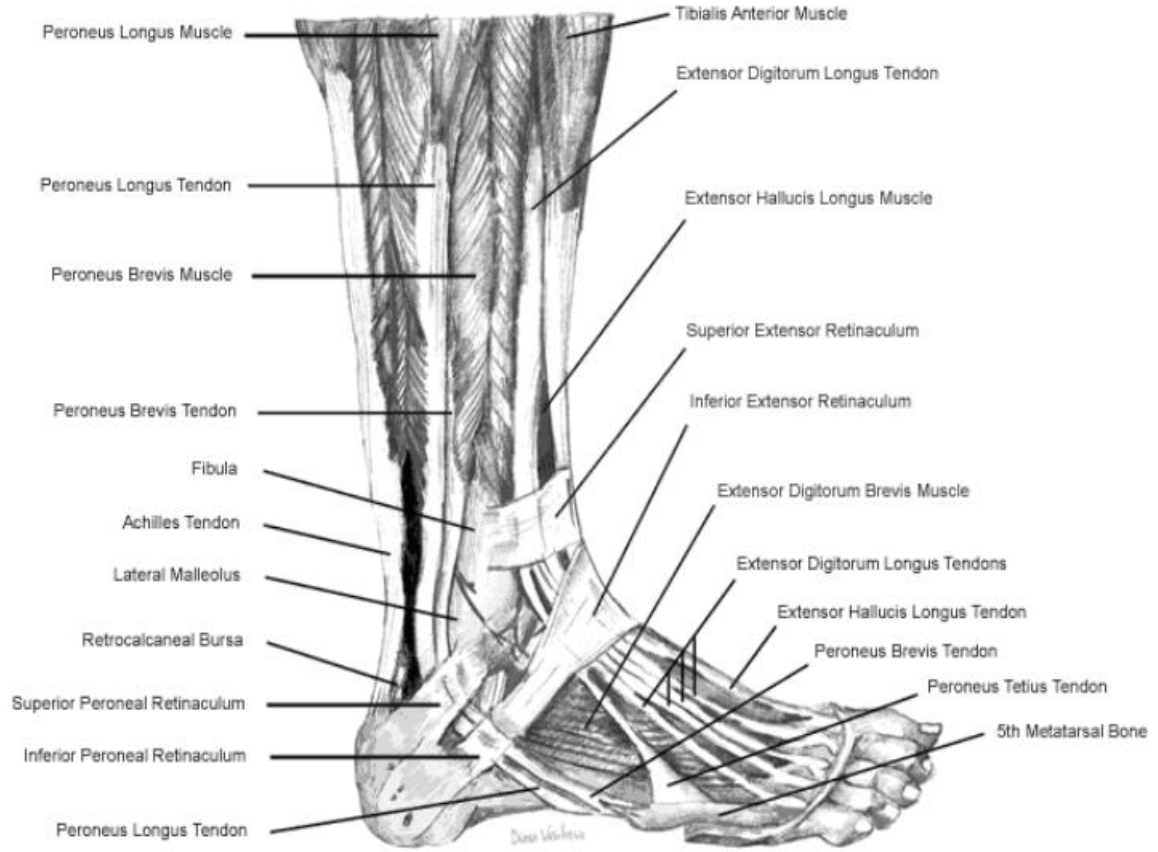
Anterior ve posterior intermuskuler septalar ile interosseöz membranlar aracılığıyla kruris üç ana kompartmana ayrılır (28). Anterior kompartmanda ekstansör retinakulum; tibialis anterior, ekstansör

digitorum longus, ekstansör hallucis longus ve peroneus tertius kaslarının tendonlarını, anterior tibial damarları ve derin peroneal siniri sarar. Buradaki kaslar nervus peroneus profundus tarafından innerve edilirler (şekil 7) (29). Anterolateral kompartman, peroneus longus ve peroneus brevis kaslarını içerir.

Bu kompartmanın arter ve siniri ise, peroneal arterin dalları ve yüzeysel peroneal sinirdir (şekil 8) (29).



Şekil 7: Ayak Bileği Anterolateral ve Medialden Görünümü.



Şekil 8: Ayak Bileği Lateral Görünümü

Posterior kompartman derin transvers fascia tarafından yüzeysel ve derin olmak üzere iki kesime ayrılır. Yüzeysel posterior kompartman; gastroknemius, plantaris ve soleus kaslarını içerir. Aşil tendonu ince bir tendon kılıfı ve bir subkutan doku arasında cildin hemen altında uzanır. Aşil tendonunun hemen lateralinde uzanan sural sinir ayak lateralinin ve topuğun duyusunu alır. Plantaris tendonu Aşil tendonunun medial sınırı boyunca uzanarak kalkaneusun medialine yapışır. İç malleolun 1–2 cm önünde safen ven safen sinire eşlik eder. Derin posterior kompartmanda ise popliteus, fleksör digitorum

longus, fleksör hallusis longus ve tibialis posterior kasları, posterior tibial arter ve tibial sinir bulunur. Posteriorda bulunan kaslar Nervus Tibialis tarafından

innerve

edilirler

(şekil

9)(28,29).



Şekil 9: Ayak Bileği Posteriordan Görünümü

2.2. Pediatrik ayak bileği anatomisi

Tüm fizyolojik yaralanmalar arasında distal tibial fizik kırıkları; prematüre fizis kapanması, bar oluşumu, açısal deformite ve eklem uyuşmazlığı gibi en yüksek komplikasyon oranına sahiptir (30,31). Fizis epifizden metafizise kadar dört bölgedir (matris hücre oranının düşmesinden dolayı mekanik mukavemeti giderek azalır): yedek bölge, proliferatif bölge, hipertrofik bölge ve geçici kalsifikasyon bölgesi. Kırık, tipik olarak; diğer bölgelerden daha büyük hücrelere ve daha az hücre dışı matrise sahip olan hipertrofik bölgede oluşur. Çoğu kırık için epifiz tarafında bulunan ve fizyoterapi için progenitör hücreleri içeren yedek bölge korunur (32,33). Bununla birlikte fizal alanın epifize doğru yer değiştirdiği kırıklar (Salter Harris III ve IV tipleri), rezerv bölgesine zarar verebilir ve böylelikle fizyolojik büyüme rahatsızlığına neden olabilirler. Distal tibial fizis, çocukluk çağında yılda 3-4 mm büyüme ile tibia büyümesinin %40'ını ve alt ekstremité büyümesinin %17'sini sağlar.

Distal tibial büyüme, genç hastalarda proksimal tibiayla orantılı olarak gerçekleşir, ancak ergenlerde proksimal tibia büyümesi daha hızlıdır ve distal tibial büyüme hızı zamanla azaltılmaktadır (34). Böylece, genç yaşta fiziksel yaralanması önemli bacak uzunluğu farklılığına neden olabilir. Distal tibial ossifikasyon merkezi yaklaşık 6 aylıkken ve distal fibula 1-3 yaş civarındayken görülebilir. Distal tibial ve fibular fizyoljik kapanma, kızlarda 12-17 yaş ve erkeklerde 15-20 arasında gerçekleşir (35,36). Diğer fiziksel gelişmelerin aksine, tibial fizyoljik kapanması yavaş ve eksantrik olarak gerçekleşir. Poland hump dan başlayıp sonra anteromedial, posterolateral son olarak anterolateralde biter. Bu kapanma modeli, ergen triplane ve Tillaux kırıklarında görülen spesifik tibial fizyoljik kırık paternlerini açıklamaktadır. Fizyoljik tutulma genellikle triplane ve Tillaux kırıkları için bir sorun yaratmaz; bu kırılma modelleri gerçekleştiğinde kırıkların yerleşim bölgesinde fiziksel zaten kapanmıştır. Distal tibial fiziksel kanlanması gayet iyidir, bu nedenle travma sonrası avasküler nekroz çok nadirdir.

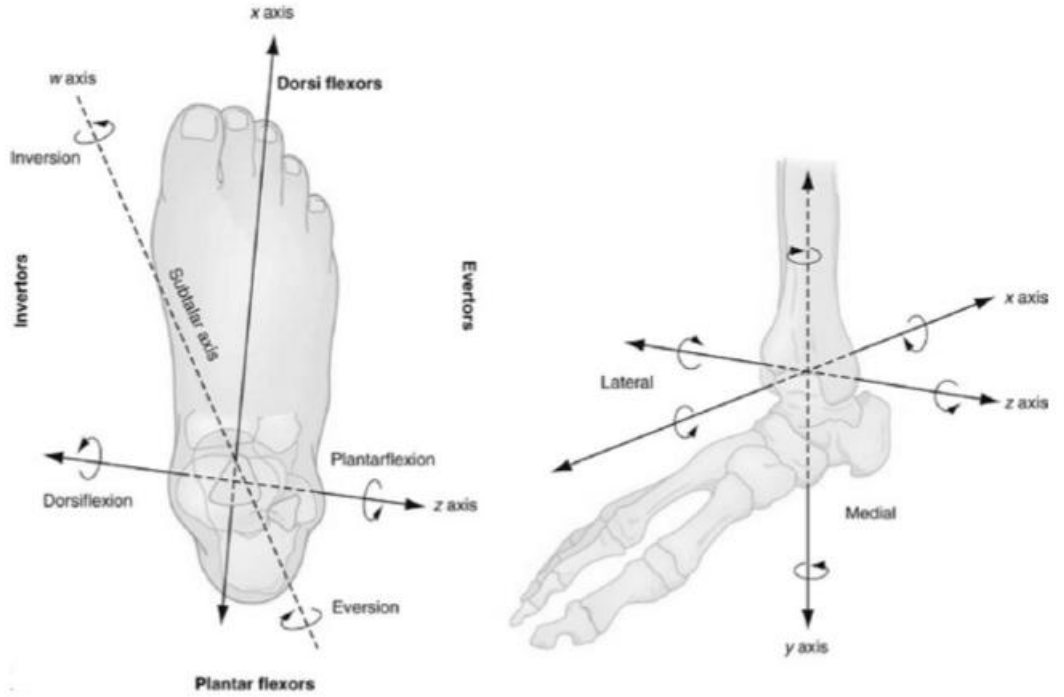
Distal fibula üzerinde distal tibia'nın oluşturduğu, anterior ve posterior tibiofibular ve calcaneofibular ligamanlar ile önemli bir ligamentleri içeren bir oluk bulunur. Çocuklarda ligamentöz yapılar oldukça sağlam iken, fiziksel biyomekanik olarak makaslama ve dönme kuvvetlerine karşı savunmasızdır. Bu nedenle erişkinlerde ayak bileği burkulmasına neden olabilecek aynı yaralanma mekanizması, çocuklarda fiziksel kırığı veya avulsiyon kırıkları ile ortaya çıkabilir. Distal fibula fiziği, çocukluk çağında girintili çıkıntılı hale gelir ve bu da ek stabilite sağlar (36). Distal fibula, radyografide avulsiyon kırığını taklit edebilen ikincil bir ossifikasyon merkezine sahiptir. Medial os subtibiale lateral os subfibulara göre daha yaygındır (37,38). Bu nedenle, klinik muayene bulguları, yer değiştirmemiş avulsiyon kırığını bir ossifikasyon merkezinden ayırt etmek için kullanılabilir.

Proksimal tibia büyümesi ergenlik çağında baskın olmasına rağmen, fibula büyümesinin oranı çocukluk çağında proksimal ve distal tibia fiziksel arasında eşit olarak dağıtılır (39). Fibula izole fiziksel büyüme duraklaması nadirdir ancak ayak bileği valgusuna ve eksternal ayak büyümesine neden olabilir.

2.3 Ayak Bileği Eklemi Biyomekaniği

Ayak ve ayak bileği eklemi biyomekaniği kompleks ve kombine çalışan bir sistemdir. Ayak vücudun dış zemin ile olan bağlantısıdır. Yumuşak ve dengeli bir

yürüme için alt ekstremitenin en önemli mekanik parçasıdır. Ayak bileği ise alt ekstremitenin alt ucunda bulunan bir menteşe eklemdir ve alt ekstremitenin yükünü ayağa transfer eder, ayağın yere göre oryantasyonu ile yakından ilgilidir. Ayak ve ayak bileği vücudun en az enerji ile en etkin hareketi yapabilmesi için diğer alt ekstremit eklemleri ile kombine olarak işlev görür. Ayak bileği ve ayak dik postürün korunabilmesi için stabil ancak mobil bir taban sağlar. Rotasyonları ile düzgün olmayan zeminlerde vücudun dengede kalmasını sağlarlar. Ayak ve ayak bileği kompleksi vücut yükünün kat kat fazlası ağırlıkta tekrarlayıcı yüke maruz kalır. Ayağın kendine özgü yapısı, gerektiğinde oldukça sert hale gelerek parmak ucunda yükselmeyi sağlarken gerektiğinde de oldukça yumuşak hale gelerek darbe emici hale gelebilir (12,15,40).



Şekil 10: Ayak Bileğinin 4 Eksenli Hareketi

Ayağın fleksiyon-ekstansiyon hareketi ayak bileği ekleminin transvers ekseninde gerçekleşir (şekil 10). Bu eksen iç ve dış malleollerin alt uçlarından geçer.

Bu eksen aynı zamanda ayak bileğinin mekanik eksenini ifade eder. Bu eksen kişiler arasında farklılık gösterir. Ayak bileği hareketleri denince sadece talotibial değil, talokalkaneal ve talonaviküler eklem hareketleri de düşünülmelidir. Tibiannın longitudinal eksenini ile ayak bileği eksenini arasında koronal planda ortalama 80° (10° varus olacak şekilde) açılma vardır. Bu açı 68 ile 88° arasında değişir. Ayak bileği eksenini, tibia kondilleri ile karşılaştırıldığında ortalama 22° ($20-30^{\circ}$) dış rotasyondadır. Koronal planda tibial plafond eklem yüzeyi ile ayak bileği eksenini arasındaki açı (talokrural açı) yaklaşık olarak $83+4^{\circ}$ dir. Karşı ayak bileği ile arasında 2° fark olabilir. İç malleol sabit olduğundan dış malleol eksenini belirleyicisidir. Ayak bileği eksenini dış oblik konumda olduğundan hareketleri sırasında ayakta iç rotasyon gözlenir. Yürümenin ilk $1/3$ ' lük periyodunda bacak iç rotasyon yaparken, son $2/3$ ' lük kısmında dış rotasyon yapar. Rotasyon miktarı dorsal fleksiyonun derecesi ve eksenini eğimine bağlıdır. Rotasyonun ortalaması yaklaşık

19° , tibiotalar eklem hareket açıklığı ise ortalama 24° ($20^{\circ}-36^{\circ}$)' dir ($14,41-43$) Ayak bileği eklemine gerçek eksenini, eklem ekseninden daha oblik olarak ölçülür. Tibia eksenini, tibial plafondun eklem yüzeyinden 3° daha valgustadır (14). Tüm ayak bileği hareketi boyunca talus ve mortis arasında tam bir uyum söz konusudur. Bu uyumu Inman eklemi apeksi iç malleole ve tabanı fibulaya bakan kesik bir koni olarak düşünerek açıklamıştır. Koninin eksenini ile eklem mekanik eksenini aynıdır. Bu eksen diz eklemine göre $20^{\circ}-30^{\circ}$ dış rotasyonda ve frontal planda tibia uzun eksenine göre $80^{\circ}-82^{\circ}$ açı ile yerleşmektedir (12). Talusun kubbesi, $140-150^{\circ}$ lik bir daire kesitine (yay) uymaktadır. Tibia distal ucunun konveksitesi ise 70° lik bir yay kesitine benzemektedir. Bu yüzden ayak bileğinin sagittal plandaki hareketi $70-80^{\circ}$ lik bir açıklıkla sınırlıdır. Bu açıklığın $30-50^{\circ}$ kadarı plantar fleksiyona, $20-30^{\circ}$ kadarı dorsifleksiyona aittir ($34,47$). Ayak bileği normal hareket açıklığı $15-32^{\circ}$ dorsifleksiyon ve $15-30^{\circ}$ plantar fleksiyondur. Normal yürüme için en az 10° dorsifleksiyon ve en az 20° plantar fleksiyon gerekmektedir (44).

2.3.1 Subtalar Eklem Biyomekaniği

Ayak bileğinin biyomekaniğini anlamak için ayak bileği eklemiyle beraber subtalar eklem biyomekaniğinin bilinmesi gerekir. Subtalar eklem hem ayak bileği hem de transvers tarsal eklemle ayağın bir bütün olarak uyumlu çalışmasını, ayağın

esnekliğini ve stabilitesini sağlayan üniversal tip bir eklemdir. Subtalar eklem kalkaneusla talusu birleştiren tek bir eksende hareket eder. İnversiyon ve eversiyon bu eklem hareketidir. İnversiyon ayağın topuktan içe dönme hareketi olup 10° – 15° kadardır. Diğer eklemlerin yardımıyla 30° 'ye kadar artabilir. Bu harekette en önemli rolü derin posterior kompartman kasları (tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallucis longus) üstlenir. Eversiyon ise inversiyonun tersidir ve peroneus longus ve brevis kasları hareketi sağlar. Yürüme sırasında subtalar hareket yaklaşık 6° 'dir. Dorsifleksiyonda ayak önü pronasyon ve abduksiyona, ayak arka kısmı supinasyon, adduksiyon ve valgusa gelirken; plantar fleksiyonda ise ayak önü supinasyon ve adduksiyona, ayak arka kısmı varusa gelmektedir (15,42,45,46).

Subtalar eklem biyomekaniğine baktığımızda, bu eklem rotasyon aksının oblik olduğu görülür. Transvers planda, ayağın eksenine yaklaşık 16° açı yapacak şekilde distal ve medialden proksimal ve laterale doğrudur. Horizontal planda ise 42° açı yapar. Eksen oblik bir menteşe gibidir. Bundan dolayı, talusun üst yüzeyinde görülen bir rotasyon, alt yüzde ve kalkaneusta ters yönde bir rotasyona neden olur. Bacağın dış rotasyonu topukta inversiyona yol açarken, ayağın medial tarafında elevasyona ve lateral tarafa deviasyona yolaçar. Bacağın iç rotasyonu da tam ters şekilde etki eder (41,42,47).

2.3.2 Ayak Bileği Bağlarının Biyomekaniği ve Stabilizasyondaki Rolü

Üç major bağ kompleksi ayak bileği stabilizasyonunda görev alır. Sindezmoz, medial ve lateral kollateral bağlar. Kırığa yol açabilecek bir enerji hem eklem konfigürasyonunu hem de bağ stabilitesini bozabilir. Teorik olarak daha fazla enerji daha fazla hasara ve instabiliteye sebep olur (48). Medial kollateral (deltoid) bağ mortiste talusun valgus açılmasını sınırlar. Talusun mortis içinde laterale doğru çok az kayması bile talus ile tibia arasındaki temas alanında belirgin azalmaya yol açacağından, tümüyle yaralanmış bir deltoid bağın onarılması gerektiği aşikârdır. Ramsey ve Hamilton bir çalışmalarında talusun 1 mm'lik lateral deplasmanında eklem temas alanında %42 oranında azalmaya neden olduğunu göstermiştir (49). Lateral kollateral bağ; üç bağdan oluşan ve ayak bileğini lateralden destekleyen kompleks bir yapıdır. Anterior talofibuler bağ plantar fleksiyon sırasında fibula ile hareket eder ve bu pozisyonda kollateral bağ fonksiyonuna kavuşur talusun inversiyonunu sınırlar. Dorsifleksiyonda ise kalkaneofibuler bağ fibula ile aynı

dizilime gelerek kollateral bağ fonksiyonunu üstlenir. Inman lateral kollateral bağlardan anterior talofibuler bağ ve kalkaneofibuler bağın arasındaki ilişkinin 70°–140° arasında olduğunu göstermiştir. Lateral kollateral bağ kompleksinin anterior talofibuler bağ ve kalkaneofibuler bağ bileşenleri arasındaki açı normal bireylerde 80°–130°'dir. Anterior talofibuler bağ üç bağdan en zayıf ve en sık yaralanan bağıdır. Anterior talofibuler bağ ve posterior tibiofibuler bağ eklem kapsülü ile birleşmeler gösterir. Bu nedenle talofibuler bağların yaralanmasına kapsül yaralanması da eşlik edebilir. Posterior tibiofibuler bağ üç bağdan en sağlam ve en az yaralananıdır. Posterior tibiofibuler bağ horizontal seyrederek ve yalnızca zorlu dorsifleksiyon ile gergin duruma gelir (11,43,50). Anterior talofibuler bağ plantar fleksiyonda inversiyonu tüm hareket açıklığında kısıtlar, Ayak bileği nötralde iken talusun öne subluksasyonunu da engeller ve öne çekmece testi ile değerlendirilir. Öne çekmece testi ilk kez Broström, Casting ve Delplace tarafından tanımlanmıştır (52). Muayeneyi yapacak hekim bir eliyle hastanın topuğunu arkadan tutarken, diğer eli tibia distalini önden tutar ve çekme–itme hareketi yapar. Nötralde 4–6 mm. den fazla, 10° plantar fleksiyonda iken 8 mm den fazla öne translasyon anterior talofibuler bağ lezyonundan şüphelendirir (43,53). Kalkaneofibuler bağ ise nötralde ve dorsifleksiyonda anterior talofibuler bağa yardımcı olur. Derin deltooid ligamanın da bu plandaki stabiliteye katkısı vardır. İnversiyon zorlamasına karşı stabiliteyi ise tüm fleksiyon derecelerinde kalkaneofibuler bağ ve posterior tibiofibuler bağ sağlarlar, plantar fleksiyonda anterior talofibuler bağ da katkı sağlar (43,51). Sindezmoz fibula ile tibia distali arasındaki düzensizliklere yapışır ve iki kemik arasındaki en güçlü yapıdır. Ayak bileği ekleminde talusun stabilitesine katkıda bulunur. Yürüme fazlarında fibulanın minör hareketlerine müsaade eder.

Deltooid bağın sağlam olması talusun stabilitesini belirgin olarak koruyabilir ve çoğu zaman sindezmozun fiksasyon ihtiyacını ortadan kaldırır.

2.4 Ayak Bileğinin Stabilitesi

Ayak bileğinin pasif stabilitesi eklem yüzlerinin şekli, kollateral bağlar ve sindezmoz tarafından sağlanır. Dinamik stabilite ise yerçekimi ile kas kuvvetleri tarafından sağlanır. Ayağın üzerine yüklenme ile fibulanın aşağıya minimal hareketi ile mortisin derinleşerek talusu daha fazla kavraması da stabiliteyi arttırmaktadır (15). Ayak bileği ekleminin stabilitesinde görevli üç bağ kompleksi; Medial

kollateral (deltoid) bağ, lateral kollateral bağ ve distal tibiofibuler sindezmazdır (54). Yablon ve arkadaşları, kadavra üzerinde yaptıkları çalışmalarla; deltoid bağın izole yırtığında instabilite gelişmediğini, lateral kollateral bağın izole yırtığında yaklaşık 30° dış rotasyon instabilitesi ve belirgin talar instabilite geliştiğini, iç malleolün eklem düzeyinin altından rezeksiyonu 10° rotasyonel kayma ve çok küçük valgus instabilitesi oluşturduğunu, dış malleolün kısa oblik osteotomisi yapıldığında rotasyonel ve valgus instabilitesi geliştiğini ve uygulanan kuvvet arttırıldığında instabilitenin arttığını saptamışlardır (54). Kleiger'e göre de ayak bileği stabilitesini sağlamada fibula önemli rol oynar, ancak fibulanın tamiri eğer medial kollateral ligament tamir olmamışsa instabiliteyi düzeltemez (55)

Ayak bileğinin stabilitesini esas olarak 4 grup kemik ve 4 bağ yapı sağlamaktadır:

1. Medial malleol ve medial kollateral bağlar,
2. Lateral malleol ve lateral kollateral bağlar,
3. Anterior sindesmotik bağlar ve bunların tibia ve fibuladaki yapışma yerleri,
4. Posterior malleol ve posterior sindesmotik bağlar.

Gruplardan sadece biri yaralanmışsa ayak bileği stabildir. 2 ve daha fazla grup yaralanmış ise ayak bileği instabil olarak kabul edilir (12).

2.5 Belirti ve bulgular

Önemli ölçüde ayrılması olan hastalarda şiddetli ağrı ve belirgin deformite vardır. Ayağın bacağına göre pozisyonu yaralanma mekanizması hakkında bilgi sağlar. Bu redüksiyon yapılırken göz önüne alınmalıdır. Cildin durumu, nabızlar, duyu ve motor fonksiyonlar değerlendirilmeli ve kaydedilmelidir. Aynı tarafta olan bacakta ve ayakta olan hassasiyet, şişlik, deformite kaydedilmelidir. Hastada diafiz kırığı varsa ayak bileği klinik ve radyolojik olarak değerlendirilmelidir. Navascues ve arkadaşları dört hastada tibia diafiz kırığından sonra fizyal yaralanma bulgusu olmadığı halde tibia distal epifizinde erken kapanma bildirmişlerdir (56).

2.6 Radyolojik Değerlendirme

Ayrılmamış ya da çok az ayrılmış ayak bileği kırığı olan hastalarda genelde deformite görülmez, minimal şişlik ve orta derece ağrı vardır. Grafi değerlendirilmesi yapılmazsa hastaların klinik görünümünün hafif olması nedeniyle

bu gibi kırıklar kolayca gözden kaçabilir. Perit (57) pediatrik acil serviste radyografik değerlendirme yapılan 2470 çocuk hastayı çalışmasına almıştır. Çalışma sonucu ayak bileği yaralanmaları için anormal bulgu olan hasta oranı % 9 olarak bildirilmiştir. Maliyeti artırmamak ve hastanın fazladan radyasyona maruz kalmaması ve gereksiz radyolojik incelemeyi en aza indirmek için ayak bileğinde radyografik değerlendirme gerektiğini belirten kriterlerin olması faydalı olacaktır. 'Ottawa Ankle Rules' olarak bilinen kılavuz erişkin için radyografik inceleme gerekliliğini değerlendirmek için kullanılır. Chande (58) ileri dönük olarak ayak bileği yaralanması olan 71 çocuk hastada bu kılavuzu kullanıp kullanılmayacağını araştırmıştır. Sonuçta malleol çevresi hassasiyeti olan ve yük veremeyen hastalarda bu kılavuz uygulandığında radyografik değerlendirmenin herhangi bir kırık atlama oranını %25 azalacağını belirtmiştir. Benzer sayıda çocukla Clark (59) ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ise 'Ottawa Ankle Rules' kılavuzunun çocuklarda %83 duyarlı olduğu belirtilmiştir.

Belirgin deformitesi olan hastalarda ayak bilek üzerini de içeren antero posterior ve lateral grafiler tedavi planlaması için yeterli bilgiyi sağlayabilir. Birçok kırık için alt ve üst eklem birlikte görüntülenmesi istense de tibia ortası merkezli grafiler ayak bilek eklem görüntüsünü bozmaktadır ve önerilmemektedir.

Belirgin deformitesi olmayan hastalarda anteroposterior ve lateral grafilere ek olarak yüksek kaliteli mortis görüntüsü önemlidir. Standart anteroposterior grafilerde distal tibia epifizinin laterali fibula tarafından görüntüsü bozularak daha belirsiz hale getirilmektedir. Üç planlı kırığın dikey parçası ya da Tillaux kırığı fibulanın kortikal bölgesinin arkasında kalıp gözden kaçabilir (60). Vangsness (61) ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada doğru tanı oranı anteroposterior, mortis ve lateral grafileri incelemekle; sadece mortis ve lateral grafileri incelemek arasında fark olmadığını belirtmiştir.

Stres görüntüleri ligamentöz instabiliteyi değerlendirmek için yapılabilir. Salter Harris tip 1 kırıkları tespit etmek için stres görüntüleri düşünülebilir fakat bu tip kırığı olan hastalarda tedavi stres görüntüleri dikkat alınmadan yapılmalıdır.

Bilgisayarlı tomografi eklem içi kırıkları, özellikle juvenil Tillaux ve üç planlı kırıkları değerlendirmek için kullanılabilir (62). Horn ve arkadaşları çalışmalarında kadavra modeli kullanarak direkt grafi ve tomografi doğruluğunu

değerlendirmiştir. 1 mm'den az ayrılmış kırıklarda direkt grafi ve tomografinin %50 doğru sonuç verdiği görülmüştür. 2 mm den fazla ayrışma olanlarda ise BT direkt grafiye göre daha duyarlı bulunmuştur (63). Kesitler genellikle transvers planda yapılmıştır. Eklemden alınan ince kesitlerde yüksek kaliteli rekonstrüksiyonlarla sagittal ve koronal kesitler de elde edilebilir.

Manyetik rezonans görüntüleme eklem içi ve eklemle uzanmayan fizyol ayak bileği kırıklarında kullanılabilir. Carey ve ark. (64) fizyol yaralanması olan veya şüphe edilen 14 hastaya manyetik rezonans görüntüleme incelemesi yapmaları sonucunda 5 hastada gizli kırık saptanmıştır. Ayrıca 2 hastanın Salter Harris sınıflaması değişmiştir. Seifert ve ark. (65) üç planlı kırığı olan 12 hastayı hem grafi hem manyetik rezonans ile değerlendirmesi sonucunda; 2 hastada grafide gözden kaçan rotasyonel kayma saptanmıştır. Diğer iki hastada ise kırık tipi sınıflaması değişmiştir. Lohman ve ark (66) lateral ligament yaralanması olan bir grup ile fizyol kırığı olan bir grup hastayı; her iki gruba da direkt grafi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemlerini kullanarak inceleme yapmıştır. Direkt grafide tanı oranı %18 negatif olmasına rağmen; manyetik rezonans görüntüleme ile tedavi değişmemiştir. Buradan da görüldüğü gibi direkt grafinin önemi açığa çıkmaktadır.

Kırıktan sonra geç dönemde manyetik rezonans görüntüleme değerlendirmesi fizyol bar görüntülemesi için yararlı olabilir (67,68).

2.7 Kırık Tipleri ve Sınıflandırma

Ayak bileği kırıklarının sınıflamaları iki ana tipte incelenir. Bunlar anatomik (11,69 ,70,71 31) ve yaralanma mekanizmasıdır (72,73,74). Anatomik sınıflamalar epifiz veya metafizin kırık fragmanını oluşturan parçasına göre gruplara ayrılır. Yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamalar ise kırıkları oluşturan kuvvetin yapısına ve genellikle uygulandığında ayağın aldığı pozisyona göre dir. Yaralanma mekanizmalarını çoğu yaralanmanın anatomik tipini de kapsar.

Anatomik sınıflamalar hızlı iletişim açısından etkilidir. Çünkü çoğu sınıflamada ayağın pozisyonuyla uyumlu olmayan, hareketin canlandırılmasını gerektiren uzun başlıkları olan birkaç grup vardır. Anatomik sınıflamalar yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamalara göre daha sık kullanılır ve daha kolay hatırlanır. Yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamalar bazılarında göre daha doğru olarak görülmektedir. Çünkü bu sınıflamalar sadece anatomik kırık yapısını

belirlemekle kalmayıp aynı zamanda kırık parçalarının birbirleriyle olan ilişkilerine göre de belirlenmektedir. Bu doğruluğu artırmaktadır ancak daha yavaş ve daha karmaşık iletişime neden olmaktadır.

Büyüme ve deformite açısından prognozlar her iki sınıflama tipi ile belirlenmektedir (75,76). Teorik olarak yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamaların anatomik sınıflamalara göre avantajı, yaralanmayı meydana getiren kuvveti tanımlaması nedeniyle gelişebilecek büyüme duraklaması ile ilgili daha fazla bilgi sağlamasıdır. Bir sınıflama tipinin diğerine göre üstün olduğunu söylemek zordur. Çünkü göreceli olarak az sayıda hasta bildirilmiştir, birçok seride hastaların yaşları çeşitlilik göstermektedir ve birçok sınıflamanın tekrarlanabilirliği ile ilgili sorunlar mevcuttur.

Anatomik ve yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamaların her ikisi de uygun tedavi belirlenmesinde yardımcı olabilir. Yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamaların önemli bir yararı kapalı redüksiyon planlanması için ipucu verir. Yani yaralanma mekanizması tersine çevrilmesi ile kırık redükte edilir. Anatomik sınıflamaları tercih eden cerrahlar ise daha çok deplase parçaları direkt olarak uygun anatomik pozisyonuna getirmeye çalışırlar.

Hatırlanması ve sürekli kullanımı zor olan sınıflamaların sonuçta daha az yaralı olduğu ortaya konacaktır. Burstein (77) editörlüğünde yapılan 310 çocuk ayak bilek kırığında Weber, Lauge- Hansen ve Salter Harris sınıflamaları ile değerlendirilmeleri karşılaştırılmıştır. Sonuçta Weber ve Lauge- Hansen sınıflamalarının büyük oranda başarısız oldukları fakat Salter Harris ile kolay sınıflama yaptıklarını belirtmişlerdir.

Dias ve Tachdjian 71 çocuk ayak bileği kırığını yaralanma mekanizmasına göre yeniden değerlendirerek Lauge Hansen sınıflamasını modifiye etmişlerdir (78).

Bu sınıflama çocuk ayak bileği kırıklarında en çok kabul gören sınıflamadır. Bu sınıflamanın ilk yaralanma sırasında ayağın pozisyonu, ikinci kelimesi yaralanmayı oluşturan gücü belirten dört tip bulunmaktadır.

2.7.1 Salter Harris Sınıflaması

Ayak bileği fizik kırıkları içinde en yaygın olanı %32-40'lık oranla Salter-Harris Tip II'dir. Bunu takiben Salter-Harris-III (%25), Salter-Harris -IV (25'ten az %), Salter-Harris I (%3-15) ve Salter-Harris -V (%1'den az) şeklindedir (7, 79).

Salter-Harris-I ve Salter-Harris-II'nin prognozu en iyisidir, ardından Salter-Harris-III sonra Salter-Harris-IV gelir. Prognozun ilk travmatik kuvvetin büyüklüğü ve ortaya çıkan fizis hasarı ile korele olduğuna inanılmaktadır. Fizisin direnci, metafizde epifizden daha zayıf olduğundan, Salter-Harris-II'yi en yaygın fizis kırığı türüdür. Salter-Harris VI tipi, kısmi fizis kaybının olduğu açık kırık olarak önerilmiştir (80).

Salter-Harris-I (Şekil 11): Düz filmlerde açıkça görülemeyebilecek hafif fizyolojik genişleme veya belirgin olmayan transle olmuş fizis içerir.



Şekil 11: Salter Harris tip 1: Distal tibia medialinde genişleme ve bitişik yumuşak doku şişmesi

Salter Harris -II kırık çizgisi fizisten metafize uzanır (Şekil 12).



Şekil 12: Salter Harris tip 2 kırık. Metafize uzanımı görülmektedir.

Salter Harris III (Şekil 13): Kırılma çizgisi fizisten epifize doğru uzanır



Şekil 13: Salter Harris tip 3 kırık. Deplase medial tibial epifiz fragmanı

Salter Harris-IV: kırık çizgisi, fizisten hem metafiz hem de epifize doğru uzanır (Şekil 14).



Şekil 14: Deplase medial tibial epifiz parçası ve posteromedial metafizer parçası görülmektedir. Ayrıca bir Salter Harris-I kırığını içeren distal fibular fizisteki genişleme ve translasyon dikkat çekmektedir.

Salter Harris-V: fiziste ezilme yaralanmasıdır. Nadiren görülür.

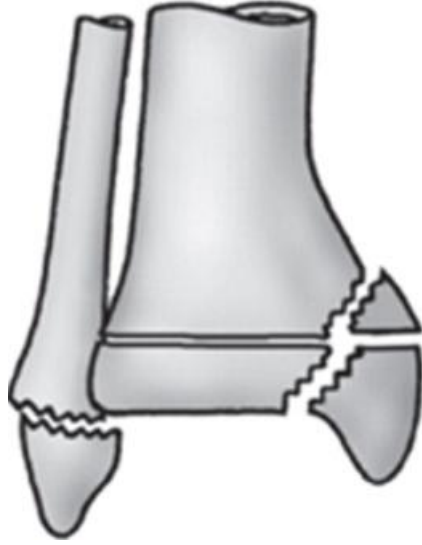
2.7.2 Dias&Tachdijan Sınıflaması

Dias ve Tachdijan 71 çocuk ayak bileği kırığını yaralanma mekanizmasına göre yeniden değerlendirerek Lauge-Hansen sınıflamasını modifiye etmiştir (78). Bu sınıflama çocuk ayak bileği kırıklarında en çok kabul gören sınıflamadır. Bu sınıflama yapılırken ilk kelime yaralanma sırasında ayağın pozisyonunu, ikinci kelime yaralanmayı oluşturan gücü belirtecek şekilde isimlendirilir. Dört tip bulunmaktadır.

Aksiyel kompresyon, juvenil Tillaux, üç planlı ve diğer fizyal yaralanmalar şeklindeki dört tip sonradan ilave edilmiştir (81). Bunlar farklı şekilde düzenlenmiş olmasına rağmen ilk üç sınıflama yaralanma mekanizmasını tanımlayabilmektedir. Aksiyel kompresyon yaralanması, yaralanma mekanizmasını tarif etmektedir ancak ayağın pozisyonuyla ilgili bilgi vermemektedir. Juvenil Tillaux ve üç planlı kırıkların dış rotasyon nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir. Yine dış rotasyonla meydana geldiği düşünülen insusural kırık son zamanlarda bu gruba dahil edilmiştir. Son kategori olan diğer fizyal yaralanmalar arasında birçoğu belirli bir yaralanma mekanizması olmayan çeşitli yaralanmalardır.

2.7.2 .1 Supinasyon inversiyon

Grade 1 'de adduksiyon veya inversiyon kuvveti fibula distal epifizinin avülzyonuna neden olur. Bazen kırık transepifizyeldir ve nadiren lateral ligamanetler yaralanır. Grade 2'de daha fazla inversiyonla genellikle Salter-Harris tip 3 veya 4 tibia kırık meydana gelir ve nadiren de Salter-Harris tip 1 veya 2 yaralanma meydana gelir. Bu kırıklar dışında kırık hattı fizisin altında medial malleolden geçebilir (Şekil 15).



Şekil 15: Dias&Tachdijan Sınıflaması-supinasyon inversiyon

2.7.2.2 Supinasyon Plantar Fleksiyon

Plantar fleksiyon kuvveti epifizi direkt olarak posterioara deplase eder ve Salter-Harris tip 1 veya 2 kırıkla sonuçlanır. Bu mekanizma ile fibular kırık bildirilmemiştir. Anteroposterior grafide tibial kırığı belirlemek genelde zordur (Şekil 16).



Şekil16: Dias&Tachdijan Sınıflaması- Ssupinasyon plantar fleksiyon

2.7.2.3 Supinasyon Dış Rotasyon

Grade 1 de dış rotasyon kuvveti tibia distalinde Salter-Harris tip 2 kırığa neden olur. Distal parça supinasyon plantar fleksiyonda olduğu gibi posteriora deplase olur. Kırığın proksimal ve mediale uzanmasıyla anteroposterior grafide Thurston-Holland parçası görülebilir. Bazen tibia distal epifizinde rotasyon olmasına rağmen ayrılma olmayabilir. Grade 2 de daha fazla dış rotasyon fibulada anteroinferiordan posterosuperiora doğru spiral kırığa neden olur (Şekil 17).



Şekil 17: Dias&Tachdijan Sınıflaması- supinasyon dış rotasyon

2.7.2.4 Pronasyon Eversiyon Dış Rotasyon

Salter-Harris tip 1 veya tip 2 tibia distal kırığı ve aynı anda transfers fibular kırık meydana gelir. Distal tibial parça laterale deplase olur ve Thurston-Holland parçası varsa lateral veya posterolateralde görülebilir. Daha az sıklıkla medial malleolden transepifizyel kırık meydana gelebilir (Şekil 18).



Şekil 18: Dias&Tachdijan Sınıflaması- pronasyon eversiyon dış rotasyon

2.7.3 Axial kompresyon

Aksiyel kompresyon tibia distal epifizinin Salter-Harris tip 5 yaralanmasıdır. Erken grafilerde genellikle anormal bulgu görülmez ve teşhis takip grafilerinde büyüme duraklaması görüldüğünde ortaya çıkar.

2.7.4 Geçiş kırıkları

Tibia distal epifizinin 18 aydan sonra asimetric olarak kapanmasından dolayı bu dönemde meydana gelen yaralanmalar fizisi tamamen açık olan daha küçük çocuklarda görülmeyen kırıklar ortaya çıkarabilir (82). Bu grup kırıklar iskelet olarak gelişimin tamamlanmamış ayak bileği döneminden matür ayak bileğine geçiş sırasında meydana geldiği için geçiş kırıkları adını almıştır.

2.7.5 Juvenil Tillaux kırığı

Juvenil Tillaux kırığı anterolateral tibia distal tutulumu olan Salter-Harris tip 3 kırığıdır. Kırığın içinde yer almayan fizis parçası kapanmıştır.

2.7.6 Üç planlı kırık

Salter-Harris tip 3 kırığının anteroposterior grafideki ve Salter-Harris tip 2 kırığının lateral grafideki görüntüsüdür. Juvenil Tillaux ve üç planlı kırığın sınıflaması diğer tibia distal kırıklarına göre daha karmaşıktır. Yaralanma mekanizmasına dayanan sınıflamaları savunanlar birçok juvenil Tillaux ve üç planlı

kırıkların dış rotasyona bağlı meydana geldiği konusunda hemfikirdir fakat yaralanma sırasında ayağın pozisyonu ile ilgili tartışma mevcuttur (83,84,85).

Anatomik sınıflamaları savunanlar üç planlı kırıkların farklı grafilere farklı anatomik konfigürasyonlar göstermesi nedeniyle yetersiz kalmaktadır. Tomografik inceleme, kırık anatomisini ve parça sayısını belirlemek için gerekmektedir. Bu kırıklar büyümenin sonuna doğru meydana geldiği için büyüme bozukluğu nadiren sorun yaratır. Bu nedenle anatomik sınıflama tanımlayıcı amaçlar için prognozdan daha faydalıdır.

2.7.7 İnsusural kırıklar

Anteroposterior ve mortis grafilere Tillaux kırıkları gibi görünür. Kırık parça beklenenden küçüktür ve genelde ayrışmamıştır. Tomografi incelemesinde kırık hattı Tillaux kırığında olduğu gibi anterior kortekse uzanmaz. Bu nedenle Tillaux kırığı için kabul edilen yaralanma mekanizması olan anterior talofibuler bağ avulsiyonu ile meydana gelmediği görülür. Ancak tam tersine kırık parça interosseos ligament ile avulsiyona uğrar ve erişkin diastazis yaralanmasının pediatrik dönemdeki temsilcisidir.

2.8.Tedavi

Çocuklarda ayak bileği kırıklar için uygun tedavi kırığın yerleşimi, ayrılma derecesi, hastanın yaşına bağlıdır. Ayrışma olmayan kırıklar basitçe tespit edilebilir. Ayrılmış kırıklar için kapalı redüksiyon ve alçılama yapılabilir ve eğer alçı ile kapalı redüksiyon sağlanamazsa internal tespit gerekebilir. Kapalı redüksiyon mümkün değilse önemli derecede fizis ayrılma ya da eklem içi ayrışma görülürse açık redüksiyon ve sonrasında internal tespit yapılır.

Kırığın anatomik tipi yaralanma mekanizması ve kırık parçalarının deplasmanı önemli noktalarlardır. Eklem yüzeyi bozulduğunda eklem içi basamaklanma veya ayrılma ölçülmelidir. Ekstremitenin nörovasküler durumu ya da cildin durumu kırığın tedavisinin acil yapılmasını gerektirebilir. Hastanın genel sağlık durumu ve yaralanmadan sonra geçen zaman da dikkate alınmalıdır.

Dias ve Tachdjian'a göre Salter Harris tip 1 ve 2 kırıklar dört mekanizmayla da meydana gelebilir: supinasyon-inversiyon, supinasyon-plantar fleksiyon, supinasyon-eksternal rotasyon, pronasyon-eversiyon-eksternal rotasyon (78,81). Salter-Harris I ve II kırıkları, fizis büyüme duraklaması sıklığı düşüktür ve genellikle

benzer şekilde tedavi edilir. Tip I kırıkları, distal tibial fizis kırıklarının yaklaşık % 15'ini oluşturmaktadır (2-4,7) ve genellikle hipertrofi zonu boyunca fizisi bozmaktadır.

Salter-Harris II kırıkları distal tibia'nın yaklaşık % 40'ını oluşturur (2-4,7). Tip II kırıklarda kırık çizgisi, hipertrofi zonundan sonra metafizden çıkarak üçgen bir Thurston-Holland parçası oluşturur. Periost genellikle Thurston-Holland parçasının karşısında yırtılır ve kırık alanına girebilir.

Salter-Harris I ve II kırıkları, fizis yaralanmasını en aza indirmek için redükte edilmelidir. Hasta iyi sedasyonla veya anestezi altına alınmalı ve redüksiyon sadece bir ya da iki kez denemelidir. Deplase kırıklarda kapalı redüksiyon kullanılmaktadır. Genellikle, birkaç milimetrelük redüksiyon mümkündür ve 4-6 hafta boyunca alçı başarılı sonuç verir. Yetişkin kadavra çalışmaları, 10 derecelik açıda iyileşen distal tibial kırıkların tibiotalar eklem temas yüzeyini belirgin şekilde düşürebileceğini ve tibiotalar eklem temas basıncını arttırdığını göstermiştir (86,87). Bununla birlikte, çocuklar için karşılaştırılabilir veriler mevcut değildir.

Kapalı redüksiyon başarılı değilse açık redüksiyon yapılmalıdır. Kapalı redüksiyonun başarısız olmasının çoğunlukla nedeni periost, tendonlar ve nörovasküler yapılar gibi yumuşak dokuların kırık hattına girmesidir. Bu engeller kaldırıldıktan sonra, kırık redükte edilir ve genel olarak stabil olur. İnternal fiksasyon nadiren gereklidir. Anstabil bir kırık için fiksasyon gerekiyorsa ve metafizik fragman geniş ve erişilebilir ise, fizis ile paralel olarak kanüllü bir lag vidası etkili olur. Fizis K teli gibi bir implantla geçilmelidir.

Çocuğun iyileşme belirtileri ve fizis kırığı sonrasında büyüme gelişiminin kanıtı için takip edilmesi gerekir. Bacak uzunluğu uyumsuzluğu, sagittal veya koronal plan deformite klinik olarak görülebilir. Kırık kemiğin normal boyuna büyümeye yeniden başlamasından sonra büyüme bozukluk çizgileri yaygın radyolojik bulgulardır. Bu çizgiler fizis ile paralel olmalıdır; yoksa veya paralel değilse fiziste büyüme gelişimi durması meydana gelmiş demektir. Büyüme gelişimi durması bacak uzunluğu uyumsuzluğuna neden olsa da, çocuğun iskelet olgunluğuna yaklaştıkça ise müdahale gerekmez. Ancak parsiyel büyüme gelişimi durması, bacak uzunluğu uyumsuzluğuna ek olarak ilerleyici bir açısal deformiteye neden olur ve genellikle müdahale gerektirir. Medial büyüme gelişimi durması; varus açısı,

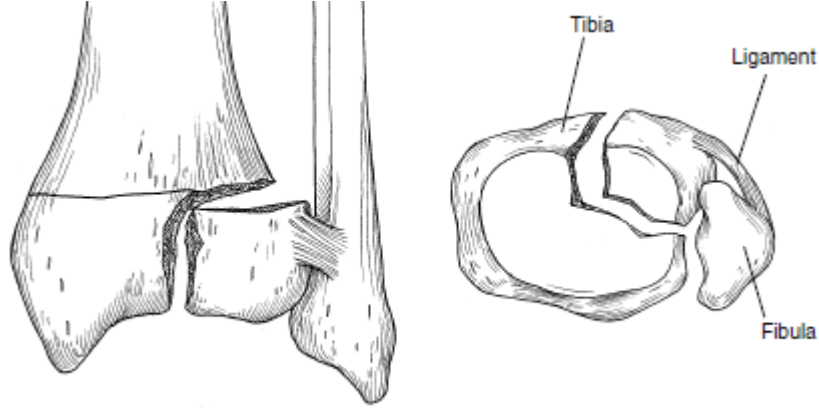
bacak uzunluğu uyuşmazlığı ve göreceli fibula büyümesine neden olur ve sonuçta lateral sıkışma meydana gelir. Tam distal tibial büyüme durması açısal deformiteye yol açmaz, ancak fibula aşırı büyümesi ve lateral sıkışma potansiyel sonuçlarıdır.

Salter-Harris III kırıkları, distal tibia kırıklarının yaklaşık % 25'ini oluşturur (2-4,7). Bu kırıklar fizisten geçerek epifizden çıktığı için, çoğu zaman subartiküler fizis yaralanması gibi bir artiküler kısmı da vardır. Bunlar medial malleol kırıklarının yanı sıra Tillaux kırıklarıyla da birlikte görülebilir. Medial malleol kırıkları sıklıkla büyük bir kırıkta bileşene sahiptir ve kırık parçası sıklıkla radyografik olarak görülen kemikleşmiş parçadan daha geniştir. Salter-Harris III kırıklarının ardından ortaya çıkan riskler eklem uyuşmazlığı ve büyüme bozukluğudur.

Sedasyon altında kapalı redüksiyon denenebilir. 2 mm'den fazla deplasmanlı tüm kırıklarda açık redüksiyon ve internal fiksasyon önerilmektedir

Bir seride (88) , açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilen Salter-Harris III veya IV kırıkları olan 20 hastanın sadece 1 inde büyüme bozukluğu geliştiği ve bu tür kırıkları olan, alçı ile tedavi edilen 9 hastanın 5'inde, fizisten geçen bir kemik köprü radyografik bulgusu olduğu belirtilmiştir. Fiksasyon implantları mümkün olduğunca fizise paralel yerleştirilmelidir. Vida fiksasyon için tercih edilir, ancak K telleri de kullanılabilir. K telleri fizise paralel yollanırsa , iki telin tüm düzlemlerde tam olarak paralel olmaması gerekir çünkü bu fiksasyon sonrası postoperatif deplasman meydana gelebilir. Vidalar veya yivli teller açık fizisten geçecek Şekilde yerleştirilmemelidir. Gerektiği takdirde kırık fiksasyonu için K telleri fizisten geçebilir. Fizisi geçen teller, kırık stabil hale geldiğinde; genellikle birkaç hafta içinde çıkarılmalıdır.

Tillaux kırıkları distal tibianın anterolateral kısmındaki Salter-Harris III kırıklarıdır ve anterior inferior tibiofibular ligamanın bağlanma yerinde bir epifizyal avulsiyon sonucu ortaya çıkar (Şekil 19). Bu kırıklar, distal tibial fizis kapanmakta olan yaklaşık 18 aylık periyot boyunca iskelet olgunluğuna yaklaşan çocuklarda (genellikle 12 ila 14 yaş arasında) en sık görülen durumdur. Tillaux kırıkları pediatrik ayak bileği kırıklarının % 3 ile % 5'ini oluşturur (7,84). Anterolateral konum distal tibial fizisin kapatılma sırasına bağlıdır (başlangıçta merkezi, daha sonra medialde en son lateralde).



Şekil 19: Tillauks kırığı ve anterior inferior tibiofibular bağ tarafından avulze edilmesi

Travmanın şiddetine bağlı olarak, distal fibula kırığına bağlı olabilir. Yaralanma mekanizması genellikle supinasyon-dış rotasyondur. Tedavi, distal tibianın eklem içi yüzeyinin redükte edilmesine yöneliktir. Deplase kırıklar uzun bacak alçı ile 4 hafta boyunca hareketsiz hale getirilir. İyileşmeyle ilgili şüphe varsa, kısa bacak alçı ek olarak 2 hafta boyunca kullanılabilir. Bilgisayarlı tomografi taraması, eklem içi uyumsuzluğun ekarte edilmesi için kullanılır.

Deplase kırıklara sahip hastalar sedasyon altında kapalı redüksiyon ile tedavi edilir. Yaralanma mekanizması (supinasyon-dış rotasyon) tersine çevrilir ve anterolateral fragmana doğrudan basınç uygulanabilir. Redüksiyon sonrası, düz grafiler ve bilgisayarlı tomografi taramaları redüksiyon yeterliliğini teyit edecektir. İntra artikuler deplasman 2 mm veya daha fazla ölçüyorsa, redüksiyon ve internal fiksasyona gerek duyulur. Ameliyat odasında önce kapalı redüksiyon yapılabilir. Anatomik bir redüksiyon elde edilebiliyorsa, kanüllü vidalar veya K telleri ile perkütan fiksasyon sağlanır. Eğer böyle bir redüksiyon mümkün değilse, kırık fragmanlarının ve eklem içi yüzeyin doğrudan görülebilmek için açık redüksiyona geçip ayak bileğinde anterolateral yaklaşım gerçekleştirilmelidir. Kırık fiksasyonu, distal tibial fizis kapanma sürecinde olduğu ve fiziste çapraz geçişin klinik olarak önemli bir büyüme durmasıyla sonuçlanmayacağından, iskelet olgunluğuna yaklaşmış olan bir Tillaux kırığında implant fizisi geçebilir. Çocuğun büyümesi devam ediyorsa , fizis vidalarla ihlal edilmemelidir.

Salter-Harris IV kırıkları metafiz, fizis ve epifizi çaprazlayarak ayak bileği eklemine ulaşır ve distal tibia kırığının % 25'ini oluşturur. Tip IV kırıklar, medial malleole makaslama yaralanmasıyla ve üç boyutlu kırıklarla görülebilir. Nondisplase kırıkları olan hastalar yük vermeden uzun bacak alçı ile 4 hafta boyunca tedavi edilmeli gerek duyulursa kısa bacak yürüme alçısı ile 2 hafta daha takip edilmelidir.

Tip IV kırıklar, üç boyutlu kırıklarla ve medial malleol makaslama yaralanması ile görülür. Nondisplase kırıkları olan hastalar ağırlıksız uzun bacak alçı ile 4 hafta boyunca tedavi edilmeli ve bunu takiben kısa bir bacak yürüyüşü kalıbı takiben 2 hafta daha takip edilmelidir.

2 mm'den daha fazla kalıcı deplasman varsa, eklem uyuşmazlığını en düşük düzeye indirmek ve fizal bar oluşum riskini azaltmak için açık redüksiyon ve internal sabitleme tedavisi uygulanır. Anatomik redüksiyonu sağlamak için distal tibiyanın kırığı ve eklem yüzeyi görülmelidir. Perikondral halka fizisten yükseltilmemelidir ve vidayla fiksasyon fizis ile paralel olmalıdır.

Salter-Harris IV distal tibia kırığına eşlik eden fibrular kırıklar en çok Salter-Harris I ve II yaralanmalarıdır. Fibula kırığı genellikle tibial kırığı redükte ettikten sonra stabildir. Tibia kırığı redüksiyonundan sonra fibula anstabil kalırsa, genellikle intramedüller bir Kirschner teli olmak üzere internal fiksasyon endikedir.

Salter-Harris V yaralanmaları, distal tibial fizis yaralanmalarının % 1'ini oluşturur ve fizisin germinal tabakası boyunca sıkıştırıcı bir kuvvet içerir (2-4,7).

Epifizin deplasmanı nadirdir. Kırık başlangıçta Salter-Harris tip V olarak doğru tanı konulabilirse, fizisin hasar gören kısmının çıkarılması ve bir yağ greftinin yerleştirilmesi büyüme gelişimi duraklaması önlenir. Bununla birlikte, bu kırıklar, şüpheli bir tip I fizis yaralanmasından aylar veya yıllar sonra bir hastada bacak uzunluğu eşitsizliği veya açısal deformitenin kaydedildiği zaman V tipi yaralanmalar olarak sınıflandırılır. Bu yaralanmanın prognozu, fizis büyüme gelişimi durması sonrası ortaya çıkan sekel nedeniyle kötüdür. Geç tanı nedeniyle tedavi, bacak uzunluğu eşitsizliği veya açısal deformite sorunlarına yöneliktir.

2.9.Komplikasyonlar

2.9.1 Büyüme duraklaması

Distal tibial Salter-Harris III ve IV kırıklarından sonra görülebilir ve çoğunlukla bacak uzunluğu eşitsizliği ve ayak bileğinin açısız deformitesine neden olur. Bacak uzunluk eşitsizliği yaşı ile ilişkilidir ve genellikle 1 ila 2 cm arasındadır (88,89).

Kling ve ark. açık redüksiyon ve internal fiksasyon ile tedavi edilen Salter-Harris III veya IV kırığı olan 20 hastanın sadece 1'inde (%5) buna karşın benzer fraktürlere sahip kapalı redüksiyon yapılan 9 hastanın 5'inde (%56) büyüme bozukluğu geliştiğini bildirmişlerdir (88).

Büyük açısız deformite gelişmeden önce büyüme gelişimi duraklaması saptanırsa, asıl konu, bacak uzunluk eşitsizliğinin tahmin edilmesidir. Fizis gelişimi duraklaması tespit edildiğinde önemli açısız deformite varsa, osteotomi mekanik eksen düzeltmek için mümkün olan tek çözümdür. Erişkin kadavra çalışmalarında, distal tibial kırıklarda angülasyonun ayak bileği eklemindeki temas basıncını belirgin bir şekilde artırdığı gösterilmiş olsa da, kabul edilebilir açısız deformitenin miktarı belirlenmemiştir (86,87).

İskelet olgunluğuna yaklaşan çocuklarda açısız deformite mevcut değilse, fizis kısmının açık kaldığı tarafa epifizyodez gerekli olabilir. Örneğin, distal tibia, iskelet olgunluğuna yaklaştıkça yılda 3-4 mm büyür. Tam bir fizis büyüme duraklaması meydana gelirse, 2 yıllık büyüme sonucu yaklaşık 1 cm lik bacak uzunluk farkı olacaktır.. Distal fibula epifizyodez fibular büyümeyi ve lateral sıkışmayı önlemek için düşünülmelidir. Daha küçük yaşlarda, manyetik rezonans görüntüleri ile tanımlayarak fizisin %50'sinden daha fazlasını kapsayan bar oluşursa, rezeksiyonu düşünülebilir.

2.9.2 Osteoartrit

Osteoartrit, yaralanma anındaki kırıkta hasarından veya kırık iyileşmesi sırasında eklem uyuşmazlığından kaynaklanabilir. Uzun süreli bir çalışmada fizis yaralanması olarak 71 hastanın %12'sinde radyografik osteoartrit kanıtı ile bulunurken, Salter-Harris III veya IV kırığı olan hastaların %29'unda olduğu bildirilmiştir (89).

Aynı çalışmada geç sonuçlarda ilk kırılma deplasmanı ve redüksiyon sonrası rezidüel deplasman ile ilişkili olduğu görülmüştür. Üç boyutlu kırıkların üzerine yapılan bir çalışmada, Ertl ve ark.(90), intra-artiküler kırıkların anatomik olarak redüksiyonunun geç artrit insidansını azaltabileceği sonucuna vardı.

2.9.3 Ayak bileği sertliği

Posttravmatik ayak bileği sertliği muhtemelen yumuşak dokuların ve osseöz yapıların yaralanmalarının bir kombinasyonundan kaynaklanmaktadır. Caterini ve ark. (89) uzun dönem takipte bu komplikasyonu 71 hastanın 4'ünde (%6) olduğunu rapor etmişler ve bu, 4 hastanın 3'ünde osteoartritin radyografik bulgusu saptandığını bildirmişlerdir. Alçı çıkarıldıktan sonra ağır yaralanmalara sahip tüm hastaların tedavisinde fizik tedavi uygulanmalı ve bu hastalarda belirgin kalıcı ayak bileği sertliği 1 ay tedavi edilmelidir.

2.9.4 Refleks Sempatik Distrofi

Erişkinlerde olduğu gibi, refleks sempatik distrofi çocuklarda yaralı ekstremitenin otonomik işlev bozukluğunun belirtileri ve ağrı ile karakterizedir. Alt ekstremitelerde yaralanmalarında daha sık görülür. Çocuklarda refleks sempatik distrofinin bildirilen en geniş serisinde (bu seride hastaların %84'ü kızdı.) yazarlar semptomların başlangıcından tanıya kadar 1 yıllık bir gecikme olduğunu belirtmiştir (91). Refleks sempatik distrofi tedavisinde en önemli unsur, hızlı bir şekilde tanınmasıdır. Tedavide potansiyel bileşenlerin arasında fizik tedavi, psikolojik danışma, ilaç tedavisi ve sempatik blok bulunur. Wilder ve ark. (91), 3 yıllık bir takip izleminde, refleks sempatik distrofi 70 hastanın 38'inde (%54) agresif tedaviye rağmen semptomların devam ettiğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METODLAR

Adölesan distal tibia fizis yaralanmaları tüm fizis yaralanmaları içinde büyük bir orana sahiptir. İskelet gelişimini tamamlamamış bireylerde ayak bilek fizis yaralanması diafiz kırıklarından daha sık görülmektedir. Bu kırıklar, büyüme plağını içermeleri nedeniyle epifiz büyümesinin zarar görmesi gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Ancak hangi kırık tipinin daha sık olarak komplikasyona neden olduğuna dair literatürdeki çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada da sık görülmekte olan adölesan tibia alt uç büyüme plağı yaralanması sebebiyle cerrahi tedavi edilen

çocuklarda yaralanmanın dağılımı incelenerek klinik ve radyolojik sonuçların değerlendirilmesi amaçlandı.

Kliniğimizde 2011-2017 yılları arasında distal tibia fizis yaralanması nedeniyle cerrahi olarak tedavi edilen 46 hasta ile çalışmaya başlanmıştır. Çalışmaya dahil edilme kriterleri; cerrahi müdahale gerektiren adölesan yaş grubundaki distal tibia epifiz yaralanması olması, hasta kayıtlarının muntazam olması, en az 1 yıllık takibinin olması, eşlik eden yaralanma olmamasıdır. Çalışmadan çıkarılma kriterleri ise; açık kırık olması, yetersiz kayıt ve takiplerinin olması, konservatif tedavi edilmiş olmasıdır. Bu kriterler göz önüne alındığında 27 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Hastaların klinik ve fonksiyonel sonuçları üzerinde; tedavi yöntemi, kırık sonrasında operasyona alınma süresi, kırık tipleri, travma mekanizması gibi değişkenlerin etkisi incelenmiştir. Geriye dönük radyolojik takipleri kullanılarak ve hastalara telefon vasıtasıyla ulaşılarak tekrar kontrole çağrılmıştır. Hastalar son kontrollerinde AOFAS (tablo 1) ve MOXFQ (tablo 2) değerlendirme skorları ile klinik ve fonksiyonel değerlendirmenin yanı sıra radyolojik olarak da değerlendirilmiştir.

AOFAS protokolü klinik parametrelere göre yapılan bir değerlendirmedir ve radyolojik parametreleri içermez. Ağrı, fonksiyonel değerlendirme ve dizilimi içeren klinik parametreler nümerik olarak değerlendirilir.

MOXFQ, yürüme / ayakta durma sorunları (yedi öge), ayak ağrısı (beş öge) ve sosyal etkileşim ile ilgili konular (dört madde) olmak üzere, 16 maddelik bir skorlamadır.

Tablo 1. AOFAS protokolüne göre değerlendirme

AĞRI	
Hiç yok	40
Az ya da nadir	30
Orta ve hergün	20
Ciddi ve her zaman	0
FONKSİYON	
Aktivite kısıtlamaları, destek ihtiyacı	
Kısıtlama yok, destek kullanıyor	10
Günlük aktivitelerde kısıtlılık yok, sportif fonksiyon kısıtlı, destek yok	7
Günlük aktivite ve sportif faaliyetlerde kısıtlama, destek ihtiyacı	4
Ciddi kısıtlama, destek, koltuk değneği kullanma	0
Maksimum yürüme mesafesi	
Kısıtlama yok	5
1 km'den az	4
500m'den az	2
100m'den az	0
Yürüme zemini	
Her zeminde yürüme	5
Merdiven ve engebeli arazide minimal zorluk	3
Merdiven ve engebeli arazide ciddi zorluk	0
Yürüme bozukluğu	
Hiç yok veya çok az	8
Belirgin	4
Ciddi	0
Sagittal hareket (fleksiyon ve ekstansiyon toplamı)	
Normal veya çok az kısıtlama (30° veya üstü hareket)	8
Orta (15°-29° hareket)	4
Ciddi kısıtlama (15° altı hareket)	0
Ayak arkası hareketleri	
Normal veya minimal kısıtlanma (Normalin %100 ile %75'i kadar hareket)	6
Orta düzeyde kısıtlanma (Normalin %74 ile %25'i kadar hareket)	3
Ciddi kısıtlanma (Normalin %25'inden az hareket)	0
Ayak bileği ve ayak stabilitesi	
Stabil	8
Kesinlikle instabil	0
DİZİLİM	
İyi, plantigrad ayak, ayak bileği ve ayak arkası arasında dizilim kusuru yok	10
Orta, plantigrad ayak, hafif dizilim kusuru	5
Kötü, ayak plantigrad değil, dizilim kusuru belirgin, semptom var	0

Tablo 2. Manchester-Oxford Foot Questionnaire (MOXFQ)

Manchester-Oxford Ayak Anketi (MOAA) (MOXFQ)

Uygun olanı seçiniz: SAĞ/SOL AYAK <u>Son 4 hafta içinde:</u>	Her soru için uygun kutuyu ✓ seçiniz.				
	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Çoğu zaman	Her zaman
1. Ayağımda ağrı var	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ayağımdaki ağrıdan dolayı uzun yürüyüşler yapmaktan kaçınıyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ayağımdaki ağrıdan dolayı yürüdüğüm yolu değiştiririm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ayağımdaki ağrı nedeniyle yavaş yürürüm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ağrı nedeniyle durup ayağımı dinlendirmek zorunda kalırım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ayağımdaki ağrı nedeniyle sert ve engebeli yüzeylerden kaçınıyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ayağımdaki ağrıdan dolayı uzun süre ayakta kalmaktan kaçınıyorum.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ayağımdaki ağrıdan dolayı yürümek yerine otobüse veya taksiye binerim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Ayağımdan dolayı mahçubiyet duyarım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Giymek zorunda kaldığım ayakkabılardan utanırım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ayağımdaki ağrı akşamları daha çoktur.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Ayağımda yayılan bir ağrı hissedirim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ayağımdaki ağrı benim iş/günlük aktivitelerimi yapmamı engeller.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Ayağımdaki ağrıdan dolayı sosyal yada eğlence aktivitelerimi yapamamaktayım.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Son 4 hafta boyunca ayağınızda oluşan ağrıyı <u>genellikle</u> nasıl tanımlarsınız?	Hiç yok <input type="checkbox"/>	Çok hafif <input type="checkbox"/>	Hafif <input type="checkbox"/>	Orta <input type="checkbox"/>	Şiddetli <input type="checkbox"/>
16. Son 4 hafta boyunca gece yataкта <u>ayağınızdaki ağrıdan dolayı</u> sıkıntıya girdiniz mi?	Hiç <input type="checkbox"/>	Sadece 1 ya da 2 gece <input type="checkbox"/>	Bazı geceler <input type="checkbox"/>	Çoğu geceler <input type="checkbox"/>	Her gece <input type="checkbox"/>

Hastalara ameliyattan 30 dk. önce 1. kuşak sefalosporin ile cerrahi antibiyotik profilaksisi sağlandı. Cerrahi yaklaşım olarak kapalı redüksiyon internal fiksasyon yöntemi kullanıldı. Hastalar sırtüstü pozisyonunda genel anestezi altında opere edildi

Skopi eşliğinde yapılan kapalı redüksiyon sonrasında K telleri veya kanule vida kullanılarak tespit yapıldı. Ameliyattan sonra hastanın ayak bileği 90⁰ olacak şekilde kısa bacak alçı ateli sabitlendi.

Hastaların sutureleri 13-15. günlerde poliklinik kontrolleri esnasında alınmıştır. Ameliyat sonrası dönemde hastanın tolere edebildiği düzeyde pasif egzersizlere başlanmıştır. Hastalar ameliyat sonrası dönemde 2-3 gün takip edildikten sonra taburcu edilmiştir. Hastalar 2. 4. ve 8. haftalarda poliklinik kontrollerine çağrılmış olup grafilerle kaynama oranları takip edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 27 hastanın 17'si (%63) erkek, 10'u (%37) kızdı. Bu hastaların en genci 6, en yaşlısı 16 yaşındaydı. Yaş ortalaması 11,9 idi. Olguların yaş grupları ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 3'te görülmektedir.

		N	%	
Cinsiyet	Erkek	17	63,0	
	Kız	10	37,0	
		N	Ort±SS	Medyan (Min-Max)
Yaş	27	11,9±3,2	13 (5-17)	

Tablo 3 : Olguların yaş ve cinsiyet dağılımı

Hastalar başvuru sonrasında operasyona alınmaları için geçen ortalama süre 4.3 gündür. En erken alınan vaka birinci gün, en geç alınan vaka sekizinci gün alınmıştır. Tablo 4'te operasyon öncesi bekleme süreleri yer almaktadır.

	N	Ort±SS	Medyan (Min-Max)
Geçen süre	27	4,3±2,03	4 (1-8)

Tablo 4 : Operasyon öncesi bekleme süreleri

Hastalar travma mekanizmasına göre iki gruba ayrıldı. Bu gruplar şu şekilde oluşturuldu: Basit düşme ,olduğu yerde düşme, burkulma bir grup ; yüksek enerjili travma olarak değerlendirilen araç içi veya araç dışı trafik kazaları diğer grup.Hastaların 8'i (%29,6) trafik kazası; 19'u(%70,4) düşme olarak başvurmuştur.Tablo 5'te travma mekanizmasına göre ayırım belirtilmiştir.

	N	%
Travma mekanizması		
Trafik kazası	8	29,6
Düşme	19	70,4

Tablo 5: Travma mekanizmasına göre olgular

Hastalara cerrahi tedavisinde implant seçimi geçici K teli ya da kanüle vida olarak kullanılmıştır. Hastaların 11'i (40,7) için K teli;16'sı(%59,3) için kanüle vida seçilmiştir. Tablo 6'da bu ayırım görülmektedir.

	N	%
Tedavi Yöntemi	K teli	11
	Kanule vida	16

Tablo 6: cerrahi tedavisinde implant seçimi

Kırık sınıflaması olarak iki yöntem kullanılmıştır. Dias&Tachdjian sınıflamasına göre 7 (25,9) hasta pronasyon eversiyon eksternal rotasyon(PEE), 2 hasta (%7,4) supinasyon plantar fleksiyon (SPF), 7 hasta supinasyon eksternal rotasyon (SER),11 hasta supinasyon inversiyon (Sİ) olarak tespit edilmiştir. Salter-Harris sınıflamasına göre ise 8 (%29,6) hasta tip 2; 14 (%51,9) hasta tip3; 5 (%18,5) hasta tip 4 olarak tespit edilmiştir Tablo 7 sınıflamayı gösterir tablodur.

		N	%
Salter-Harris	2	8	29,6
	3	14	51,9
	4	5	18,5
Dias& Tachdjian	PEE	7	25,9
	SPF	2	7,4
	SER	7	25,9
	Sİ	11	40,8

Tablo 7: Kırık sınıflamasına göre hastaların dağılımı

Epifizyoliz yaralanamasının en önemli komplikasyonu olan büyüme gelişimi duraklaması 8 (%29,6) hastada görülmüştür .Tablo 8’de büyüme gelişimi durması oranlarını gösterir tablodur.

		N	%
Büyüme gelişimi duraklaması	Yok	19	70,4
	Var	8	29,6

Tablo 8 : Büyüme gelişimi duraklaması oranı

Hastaların klinik sonuçları değerlendirilirken AOFAS (The American Ortopedic Foot and Ankle Score) ve MOXFQ(The Manchester-Oxford Foot Questionnaire) kullanılmıştır. AOFAS 100 üzerinden değerlendirme yapan bir skorlamadır. MOXFQ ise walking/standing, pain, social interaction olarak üç bölümden oluşan sorularla elde edilen bir skorlamadır. Tablo 9’da bu değerlendirmelerin sonuçları yer almaktadır.

Hastanın kırığına 2 vida ile tespit uygulandı.



13 ay sonra psotop grafileri:



OLGU -2

Düşme sonucu başvuran 13 yaşında erkek hastanın grafileri

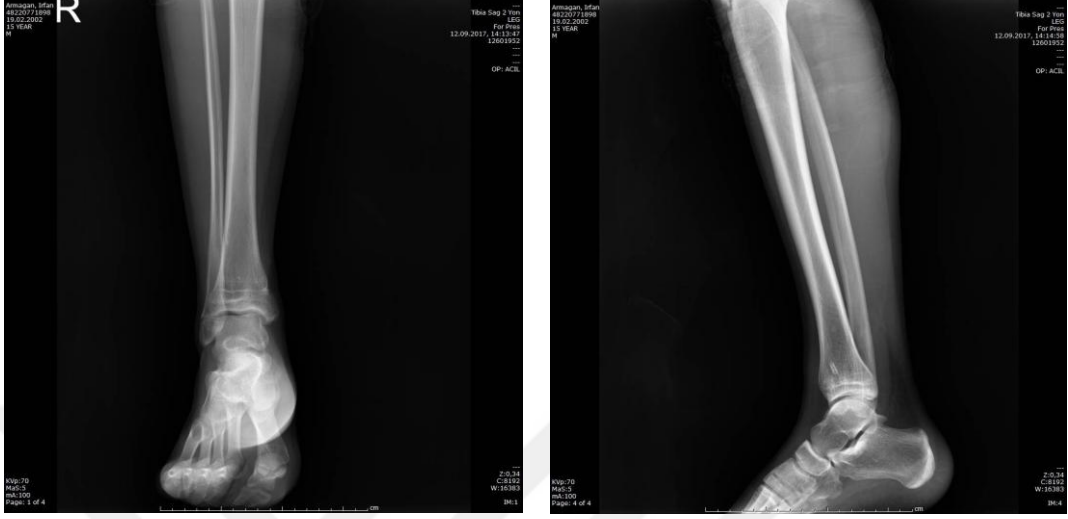
Dias ve Tachdjian sınıflamasına göre pronasyon eversiyon eksternal rotasyon yaralanması mevcut. Salter Harris tip 2 kırık.



1 adet vida ile tespit yapıldı.



Postop 2yıl grafleri:



5.SONUÇLAR

Bu çalışmada operasyon için geçen zamanın, travma mekanizmasının, tedavi yönteminin, kırık sınıflamasının, birlikte fibula kırığının olup olmasının klinik sonuçlara etkisi olup olmadığına bakılmıştır. Sonuçlar incelenirken AOFAS ve MOXFQ skorları kullanıldı ve büyüme gelişimi duraklaması gelişip gelişmediği kaydedildi.

Hastalar başvuru sonrasında operasyona alınmaları için geçen ortalama süre 4.3 gündür. Tablo 10 geçen sürenin klinik sonuçlara etkisini göstermektedir.

Geçen Süre		
	r	p
AOFAS Skoru	0,370	0,057
Walking- Standing	-0,194	0,333
Social interaction	-0,051	0,801
Pain	0,151	0,452

Spearman's rho korelasyon

Büyüme gelişimi duraklaması	Geçen Süre		p
	Yok	Var	
	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	
Geçen Süre	4,6±2,2 5 (1-8)	3,6±1,3 3,5 (2-5)	0,274**

Tablo 10: Geçen sürenin klinik sonuçlara etkisi

Hastanın operasyon için beklediği sürenin klinik sonuçlar arasında istatistiksel anlamlı korelasyon yoktur ($p>0,05$).

Ancak AOFAS skorunu 0-70(grup3) arası kötü,70-89(grup 2) arası iyi,90-100(grup 1) arasını mükemmel olarak böldüğümüzde aşağıdaki tabloda görünen fark ortaya çıkmıştır (Tablo 11).

AOFAS Grup	1	2	3	p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
	Medyan (Min-Max)	Medyan (Min-Max)	Medyan (Min-Max)	
Geçen süre	5,5±1,7 5 (3-8)	3,38±1,8 3 (1-6)	3±1,4 3 (2-4)	0,034*
Post-Hoc İkili İnceleme		1 ve 2	0,019**	
		1 ve 3	0,088**	
		2 ve 3	0,800**	

Tablo 11: AOFAS skorunun ikili karşılaştırılması

Hastaların travma mekanizmasına göre sınıflandırılması Tablo 12 görüldüğü gibidir.

	ADTK		Düşme		p
	Ort±SS		Ort±SS		
	Medyan (Min-Max)		Medyan (Min-Max)		
AOFAS Skoru	82,4±11,9 82,5 (65-98)		87,6±8,6 87 (67-100)		0,238*
Walking- Standing	0,29±0,16 0,28 (0,07-0,6)		0,21±0,13 0,17 (0,03-0,6)		0,132*
Social interaction	0,24±0,12 0,25 (0-0,37)		0,13±0,13 0,12 (0-0,4)		0,058*
Pain	0,23±0,09 0,25 (0,05-0,35)		0,16±0,09 0,15 (0-0,36)		0,095*
	N (%)		N (%)		
AOFAS_Grup	1	3 (37,5)	9 (47,4)	9 (47,4)	0,841**
	2	4 (50,0)	9 (47,4)		
	3	1 (12,5)	1 (5,3)		

*Mann-Whitney U p, **Fisher's Exact p

Büyüme gelişimi duraklaması	Adtk	Yok		Var		p
		N (%)		N (%)		
		Travma Mekanizması	Düşme	5 (26,3)	14 (73,7)	

Tablo 12: Travma mekanizması'na göre cerrahi sonuçlar

Travma mekanizması'na göre cerrahi sonuçlar açısından istatistiksel anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Hastaların Salter-Harris sınıflamasına göre klinik sonuçları tablo 13' te görüldüğü gibidir.

	2	3	4	p
	Ort±SS	Ort±SS	Ort±SS	
	Medyan (Min-Max)	Medyan (Min-Max)	Medyan (Min-Max)	
AOFAS Skoru	87,5±10,8 87 (67-98)	84,7±10,5 84,5 (65-100)	87,4±6,6 87 (80-97)	0,808*
Walk-Standing	0,25±0,17 0,23 (0,03-0,6)	0,23±0,15 0,23 (0,07-0,6)	0,23±0,1 0,17 (0,14-0,37)	0,935*
Social interaction	0,14±0,14 0,16 (0-0,31)	0,15±0,13 0,15 (0-0,37)	0,23±0,14 0,25 (0-0,4)	0,489*
Pain	0,16±0,12 0,12 (0,05-0,35)	0,16±0,08 0,15 (0-0,3)	0,27±0,07 0,3 (0,2-0,36)	0,075*
	N (%)	N (%)	N (%)	
AOFAS_Grup	1	2	3	
	4 (50,0)	6 (42,9)	2 (40,0)	1,00**
	3 (37,5)	7 (50,0)	3 (60,0)	
	1 (12,5)	1 (7,1)	0 (0,0)	

*Kruskal Wallis p, **Fisher's Exact p

Büyüme gelişimi duraklaması		Yok	Var	p
Salter harris	2	5 (26,3)	3 (37,5)	0,621*
	3	11 (57,9)	3 (37,5)	
	4	3 (15,8)	2 (25,0)	

Tablo 13: Salter Harris'e göre cerrahi sonuçlar

Salter Harris'e göre cerrahi sonuçlar açısından istatistiksel anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Hastaların Dias& Tachdjian sınıflamasına göre sonuçlar tablo 14 'te görüldüğü gibidir

		PEE	SPF	SER	Sİ
		Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)
AOFAS		86,1±5,9	73,5±7,8	89±11,9	86,4±9,9
Skoru		84 (79-98)	73,5 (68-79)	90 (67-100)	85 (65-100)
Walking- Standing		0,3±0,1 0,3 (0,17-0,32)	0,42±0,2 0,4 (0,2-0,6)	0,2±0,2 0,1 (0,03-0,6)	0,2±0,1 0,2 (0,1-0,4)
Social interaction		0,2±0,1 0,2 (0-0,2)	0,2±0,1 0,2 (0,1-0,2)	0,1±0,1 0 (0-0,2)	0,2±0,1 0,2 (0-0,4)
Pain		0,2±0,1 0,2 (0,05-0,3)	0,2±0,1 0,2 (0,1-0,3)	0,2±0,1 0,1 (0,05-0,3)	0,2±0,1 0,1 (0-0,4)
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
AOFAS_Grup	1	1 (14,3)	2 (100,0)	5 (71,4)	4 (36,4)
	2	6 (85,7)	0 (0,0)	1 (14,3)	6 (54,5)
	3	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (9,1)

NOT: PER olan gözlem sayısı (n=2) oldukça düşük olduğundan p değerleri hesaplanamamıştır.

		PEE	SER	Sİ	p
		Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	
AOFAS Skoru		86,1±5,9 84 (79-98)	89±11,9 90 (67-100)	86,4±9,9 85 (65-100)	0,588*
Walking-Standing		0,3±0,1 0,3 (0,17-0,32)	0,2±0,2 0,1 (0,03-0,6)	0,2±0,1 0,2 (0,1-0,4)	0,109*
Social interaction		0,2±0,1 0,2 (0-0,2)	0,1±0,1 0 (0-0,2)	0,2±0,1 0,2 (0-0,4)	0,097*
Pain		0,2±0,1 0,2 (0,05-0,3)	0,2±0,1 0,1 (0,05-0,3)	0,2±0,1 0,1 (0-0,4)	0,935*
		N (%)	N (%)	N (%)	
AOFAS_Grup	1	1 (14,3)	5 (71,4)	4 (36,4)	0,075**
	2	6 (85,7)	1 (14,3)	6 (54,5)	
	3	0 (0,0)	1 (14,3)	1 (9,1)	
<i>**Fisher's Exact p, *Kruskal Wallis p</i>					
			Yok	Var	p
Büyüme gelişimi duraklaması					
Dias& Tachdjian	PEE		4 (21,1)	3 (37,5)	0,393*
	SPF		2 (10,5)	0 (0,0)	
	SER		4 (21,1)	3 (37,5)	
	Sİ		9 (47,4)	2 (25,0)	

Tablo 14: Dias& Tachdjian sınıflamasına göre sonuçları

Dias& Tachdjian'a göre parametrelerin dağılımları açısından istatistiksel anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Hastaların tedavi yöntemine göre klinik sonuçları Tablo 15 te görüldüğü gibidir.

	K Teli	Kanule+Vida	p	
	Ort±SS	Ort±SS		
	Medyan (Min-Max)	Medyan (Min-Max)		
AOFAS Skoru	84,4±11,4 84 (65-100)	87,2±8,7 87,5 (67-100)	0,512*	
Walking- Standing	0,25±0,17 0,25 (0,03-0,6)	0,23±0,13 0,21 (0,07-0,6)	0,753*	
Social interaction	0,17±0,14 0,25 (0-0,37)	0,16±0,13 0,18 (0-0,4)	0,716*	
Pain	0,17±0,09 0,15 (0,05-0,3)	0,19±0,11 0,2 (0-0,36)	0,577*	
	N (%)	N (%)		
AOFAS_Grup	1	5 (45,5)	7 (43,8)	1,00**
	2	5 (45,5)	8 (50,0)	
	3	1 (9,1)	1 (6,3)	

*Mann-Whitney U p, **Fisher's Exact p

Büyüme gelişimi duraklaması		Yok	Var	p
Tedavi Şekli	K Teli	9 (47,4)	2 (25,0)	0,405*
	Kanule+ Vida	10 (52,6)	6 (75,0)	

Tablo 15 : Tedavi yöntemi'ne göre cerrahi sonuçlar

Tedavi yöntemi'ne göre cerrahi sonuçlar açısından istatistiksel anlamlı farklılık yoktur ($p>0,05$).

Olgularımızın hiçbirinde enfeksiyon, çivi dibi enfeksiyonu, kaynamama, instabilite veya hareket kısıtlılığı görülmemiştir. Genel olarak bu komplikasyonlar tüm çocuk kırıklarında nadir olarak görülmektedir.

TARTIŞMA

Tibia fizis yaralanmaları tüm fizis yaralanmaları içinde en sık olarak görülen kırık tipidir (92). Fizis yaralanması, diafiz kırıklarından daha sık görülmektedir (93). Bu kırıklar büyüme plağını içermeleri nedeniyle epifiz büyümesinin zarar görmesi gibi komplikasyonlara yol açabilmektedir.

Hastalarımızın klinik sonuçlarını değerlendirirken AOFAS ve MOXFQ skorlarını kullandık. Kalender ve ark. yaptığı çalışma literatürde AOFAS skorumu sisteminin çocuklarda tibia alt uç büyüme plağı kırıklarında kullanıldığı ilk çalışmadır. Genelde niteliksel sonuçlar üzerinden çalışma sonuçları bildirilirken, ilk defa sayısal veriler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Bu çalışmada hastaların ortalama AOFAS skoru 86,6 olarak bildirmişlerdir (94). Diğer bir çalışmada Çiçekli ve ark. AOFAS değerlendirme skorunu kullanmışlar ve ortalama AOFAS skorunu 96 olarak kaydetmişlerdir (95). Çalışmamızdaki hastaların ortalama AOFAS skorunu literatürle uyumlu şekilde 86,04 olarak bulduk. Aynı zamanda kullandığımız diğer skorumu sistemi olan MOXFQ çocuklarda tibia alt uç büyüme plağı kırıklarında kullanılan ilk çalışmadır. Bu skorumu sisteminin üç parametresi olan walking-standing, social interaction ve pain sırasıyla ortalama 0,23, 0,18, 0,16 değerlerini almışlardır.

Tibia epifizyoliz yaralanmalarına çoğu zaman fibula yaralanmaları da eşlik eder. Cai H.ve arkadaşları Salter Harris tip 3 ve tip 4 için eşlik eden fibula kırığının olmasının büyümenin durması riskini arttırdığını bildirmiştir (96). Bu çalışmanın aksine çalışmamızda fibula yaralanmasının eşlik etmesinin AOFAS ve MOXFQ skorları üzerinde ya da epifiz gelişiminin durması riski üzerinde anlamlı bir farka neden olmadığı saptandı.

Çalışmamızda fizis yaralanmasındaki en önemli komplikasyon olan büyümenin durması oranına baktığımızda %29,6 (27 hastanın 8 'inde) olarak hesaplandı. Barmada ve ark yaptığı çalışmada büyümenin durması oranını %32 olarak tespit etmişlerdir (97). Pacica ve arkadaşlarının çalışmasında ise bu oran % 5 olarak belirtilmiştir (98). Bu oranın düşüklüğünün nedeni kırık tiplerinin Salter Harris tip 1 ve 2 olması olarak açıklanabilir. Literatürde kırık sınıflaması yapılırken anatomik sınıflama (7,31,69,70,99) ya da yaralanma mekanizmasına göre sınıflama kullanılmıştır (72-74). Bu çalışmada her iki yöntemi de kullandık. Anatomik

sınıflama olan Salter Harris sınıflamasına göre büyüme durması oranıyla sınıflamalar arasındaki ilişkiyi incelediğimizde; Salter Harris kırık tiplerinin büyüme oranını etkileme açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı saptandı. Karrlhomm ve ark.'nın çalışmasında da Salter Harris sınıflamasının büyüme paterninin tahmininde etkisi olmadığı belirtilmiştir (100). Kling ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Salter Harris tip 3 ve tip 4 de olduğu gibi tip 2'de de büyümenin durabileceğini belirtmiştir (88). Literatürde özellikle Salter-Harris tip III-IV yaralanmalar sonrası daha sık olarak büyüme plağı sorunları ortaya çıkmaktadır (78,88,101-103).

Bazı yazarlar, büyüme durmasının yaralanma anındaki fizikte oluşan travmadan kaynaklandığını ileri sürmüştür (104). Başlangıçta büyük deplasman olması veya fizyolojik ezilmenin olduğu Salter Harris tip 5 gibi yaralanmalar daha yüksek büyüme durması oranına neden olabilir. Çalışmamızda herhangi bir Salter Harris tip 5 tespit edemedik ve bu hipotezi destekleyemedik.

Bu çalışmada yaralanma mekanizmasına göre ise Dias ve Tachdjian tarafından Lauge-Hensen modifiye edilerek oluşturulan sınıflamayı kullandık (78). Dias ve Tachdjian yaralanma mekanizması olarak en sık supinasyon inversiyon tipi yaralanmanın görüldüğünü belirtmişlerdir (78). Bu çalışmada da en sık görülen yaralanma mekanizması supinasyon inversiyon olarak saptandı. Rohmiller ve ark. yaralanma mekanizması ile fizis büyüme duraklaması arasında bir ilişki olduğunu ve özellikle supinasyon dış rotasyon yaralanması sonrasında %35, oranında büyüme durması gördüklerini bildirmişlerdir (103). Chadwick ve Bentley'in distal tibia epifiz kırıkları için yaptığı çalışmada supinasyon inversiyon yaralanması olanlarda daha fazla epifiz gelişiminin durması olduğunu belirtmiştir (105). Literatürdeki başka çalışmalarda supinasyon inversiyon yaralanmasında fizis büyüme duraklaması daha sık olduğunu belirten yayınlar vardır (106).

Bu çalışmada yaralanma mekanizmasına göre değerlendirmede supinasyon - dış rotasyon hastalarında epifiz gelişimi durması oranını %42 olarak tespit edildi ancak yaralanma mekanizmasına göre büyüme gelişimi durması oranını incelediğimizde Dias ve Tachdjian kırık tipleri arasında fark yoktu. Bu nedenle Lauge-Hansen sınıflamasının prognoz açısından daha kullanışlı olduğunu düşünmekteyiz.

Hastalarımızın fonksiyonel sonuç açısından karşılaştırmak için farklı skorlama sistemleri kullanıldı. Hasta grubu AOFAS ve MOXFQ skor sonuçlarıyla değerlendirildiğinde Dias ve Tachdjian sınıflamasına ve Salter Harris sınıflaması arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunamadı ($p>0,05$).

Çalışmamızda hastaları yüksek enerjili ve düşük enerjili travma etiyojisi olarak iki gruba ayırıp fonksiyonel açıdan skorlama sistemleriyle karşılaştırdığımızda yüksek enerjili travma sonrasında epifizyoliz gelişen 8 hasta ile düşük enerjili yaralanma sonrasında tanı alan 19 hasta arasında AOFAS ve MOXFQ skorlarının karşılaştırılmasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık saptanmadı. Leary ve ark yaptığı çalışmada yüksek enerjili travmanın; düşük enerjili travma ya da spor yaralanmalarına göre büyüme duraklaması gelişme riskini arttırdığını belirtmişlerdir (79). Klinik sonuçlarda fark bulamadığımız yüksek enerjili travma yaşayan hastaların epifiz büyüme durması riskinde bir artışla karşı karşıya olmadığını gördük. Aynı şekilde Ozkul ve arkadaşları da yüksek enerjili travmanın büyüme gelişimi duraklaması riskini artırmadığını belirtmişlerdir (107). Yüksek enerjili yaralanmanın sonrasında gelişen vakalarda bile anatomik redüksiyonun fonksiyonel sonuçları olumlu yönde etkilediğini düşünmekteyiz.

Hastalarımız acildeki ilk müdahalelerinden sonra operasyona kadar geçen sürenin epifiz büyüme duraklaması riskini etkilemediği gördük. Aynı zamanda geçen süreyle AOFAS ve MOXFQ skor sonuçları arasında anlamlı bir ilişki bulunamadı. Ancak AOFAS skorlarını mükemmel, iyi, kötü olarak gruplandırdığımızda geçen süre daha uzun olduğu vakalarda daha iyi klinik sonuçlar elde ettik.

Epifiz fraktürlerinin fiksasyonu için farklı implant türleri kullanılır. Daha önceki çalışmalarda Kirschner telleri, gergi bandı tespiti, metalik vidalar ve biyolojik olarak emilen vidalar fiksasyon için kullanılmıştır (Wuerz ve Gurd, Podeszwa ve ark.; Castellani; Sankar).(108-111). Kirschner telleri kompresyon için kullanılamaz, ancak diğer tümü kompresyon için yararlıdır. Yapılan biyomekanik bir çalışmada distal tibia'daki metalik vida fiksasyonunun ayak bileği eklemindeki artiküler basıncı önemli derecede değiştirdiğini göstermiştir (112). Distal tibia fizis kırığı için biyoemilebilir vidaların ve metalik vidaların karşılaştırılmasında benzer sonuçlar ortaya koymuştur (109). Sanctis ve ark.'nın çalışmasına göre büyüme bozukluğuna yetersiz cerrahi fiksasyon neden olabilir (102). Yazarlar tek Kirschner teli ile proliferatif

hücre tabakasına yakın bir vidanın yerleştirilmesi arasında büyümenin durması açısından farklılık olmadığını belirtmişlerdir. Cottalorda redüksiyonun , özellikle de kompresyonun Kirschner tellerine göre vidalarla daha iyi olduğuna belirterek anatomik redüksiyon sağlamak ve kırık çizgisinin daha iyi kompresyonunu sağlamak için süngerimsi kemikte epifizyel lag vidasını önermiştir (113). Çiçekli ve arkadaşları distal tibial fizis kırıklarında implant olarak kanüllü vidaları başsız kanüllü vidalarla karşılaştırmış, ancak klinik iyileşme sonuçlarında veya komplikasyon oranlarında fark bulamamışlardır (95). Düz ince K-tellerinin kullanıldığı serilerde, diğer tespit materyalleri ile yapılan serilere oranla daha az büyüme plağı sorunlarıyla karşılaşmıştır (94). Hastalarımızda skopi eşliğinde anatomik redüksiyon sonrasında tespit materyali olarak geçici K teli veya kanüle vida kullanıldı. Tespit materyal seçiminin klinik sonuçlarda veya komplikasyon oranında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunamadı. Literatürle uyumlu olarak iyi sonuç için anatomik redüksiyonun esas faktör olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmanın kısıtlılığı; hasta sayısının azlığı ve izlem süresinin yeterince uzun olmamasıdır. Büyüme kırıkdağı yaralanmalarında kesin komplikasyon oranlarını belirlemek için tüm olgularda iskelet olgunlaşmasının beklenmesi gerekmektedir. Çocukluk çağında oluşan tibia alt uç büyüme plağı yaralamaları gelişebilecek komplikasyonları sebebiyle ciddi yaralanmalardır, bu yüzden yakın dönem ve iskelet olgunlaşmasına kadar izlem gerektirirler. Komplikasyonları azaltmak için zorlu tekrarlayan redüksiyon manevralarından kaçınılmalı, büyüme plağına en az zarar verecek şekilde ve genelde düz K-telleri ile tespit yapılmalı ve eklem içi kırıklar olduğu için mutlaka anatomik redüksiyon elde edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Landin LA, Danielsson LG. Children's ankle fractures. Classification and epidemiology. *Acta Orthop Scand*. 1983;54:634–640.
2. Peterson HA, Madhok R, Benson JT, et al. Physeal fractures: Part 1. Epidemiology in Olmsted County, Minnesota, 1979–1988. *J Pediatr Orthop*. 1994;14:423–430.
3. Peterson CA, Peterson HA. Analysis of the incidence of injuries to the epiphyseal growth plate. *J Trauma*. 1972;12:275–281.
4. Mizuta T, Benson WM, Foster BK, et al. Statistical analysis of the incidence of physeal injuries. *J Pediatr Orthop*. 1987;7:518–523.
5. McHugh MP. Oversized young athletes: a weighty concern. *Br J Sports Med*. 2010;44:45–49.
6. Zonfrillo MR, Seiden JA, House EM, et al. The association of overweight and ankle injuries in children. *Ambul Pediatr*. 2008;8:66–69.
7. Spiegel PG, Cooperman DR, Laros GS. Epiphyseal fractures of the distal ends of the tibia and fibula. A retrospective study of two hundred and thirty-seven cases in children. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60:1046–1050.
8. Goldberg VM, Aadalen R. Distal tibial epiphyseal injuries: the role of athletics in 53 cases. *Am J Sports Med*. 1978;6:263–268.
9. Aslam N, Gwilym S, Apostolou C, et al. Microscooter injuries in the paediatric population. *Eur J Emerg Med*. 2004;11:148–150.
10. Fong DT, Man CY, Yung PS, et al. Sport-related ankle injuries attending an accident and emergency department. *Injury*. 2008;39:1222–1227.
11. Kılıçoğlu İ.Ö. Ayakbileği artroskopisi- Uzmanlık Tezi 1996
- 12 Marsh JL, Saltzman CL. Ankle Fractures. In: Bucholz RW, Heckman JD, Court- Brown CM (Eds). *Rockwood and Green's Fractures in Adults*. 6th edition, Lippincott, Philadelphia, Vol.2, 2006:2148–249.
- 13 Brodie İA and Denham RA. The treatment of unstable ankle Fractures. *J Bone Joint Surg*. 56B:256, May 1974
- 14 Ege R. Ayak bileği malleoler bölge kırıkları, bağ ve eklem yaralanmaları. Ayak bileği anatomisi ve genel bilgiler. Ege R (Ed). *Travmatoloji*. 5. baskı, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 4. Cilt, Bölüm–55(1), 2003: 4177–88

15 Jahss MH. Examination. In: Jahss MH (Ed). Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management. 2nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol.1, Chapter–2, 1992: 41–51.

16 John A. Marx, Robert S. Hockberger, and Ron M. Walls; Rosen's Emergency Medicine, Eighth Edition; Chapter 58, 723–750.e4

17 Calhoun JH, Li F, Ledbetter BR, Viegas SF. A comprehensive study of pressure distribution in the ankle joint with inversion and eversion. Foot Ankle Int. 1994 Mar; 15(3):125–33.

18 Lambert KL. The weight-bearing function of the fibula. A strain gauge study. J Bone Joint Surg Am. 1971 Apr; 53(3):507–13.

19 Kuner EH, Lindenmaier HL, Munst P. Talus fractures. In: Schatzker J, Tschern H, editors. Major fractures of the pilon, the talus and the calcaneus. New York: Springer; 1993. p. 72–85.

20 Rammelt S, Zwipp H. Talar neck and body fractures. Injury 2009;40:120–35. doi: 10.1016/j.injury.2008.01.021

21 Geisser W.B. Tsao A.K. Hughes J.L. Fractures and injuries of the ankle, Fractures in Adults Rockwood and Green's 4th ed. Vol.2, 2201–2242, Lippincott-Raven 1996.

22 Trafton PG, Bray TJ, Simpson LA. Fractures and soft tissue injuries of the ankle. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, editors. Skeletal trauma. Vol 2. 1st ed. Philadelphia: W. B. Saunders; 1992. p. 1871–1957.

23 Rhineland F.W. : Tibial blood supply in relation to fracture healing. Clin. Orthop. 105:34–81,1974.

24 Ferner H, Staubesand J. Sobotta _nsan Anatomisi Atlası (Türkçe çeviri).

Türkçeleştirme Editörü: Arıncı K. 18. baskı, Cilt–2, Atlas Tıp Kitapçılık, İstanbul, 1985.

25 Pankovich AM. Trauma to the Ankle. In: Jahss MH (Ed). Disorders of the Foot and Ankle. Medical and Surgical Management. 2nd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol.3,Chapter–85, 1992: 2361–414

26 Moralar Ü. Cerrahi tedavi uygulanmış ayak bileği kırıklarının pedobarografi ile değerlendirilmesi. Uzmanlık tezi. Edirne, 2003

27 Reproduced with permission from Hamilton CC: Traumatic Disorders of the Ankle. New York, NY: Springer-Verlag, 1984

28 Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine. David W. Stoller. 1997.

29 Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Prometheus Anatomi Atlası. Genel Anatomi ve Hareket Sistemi (Türkçe çeviri). Türkçeleştirme Editörleri: Yıldırım M, Marur T. 1. baskı, Cilt-1, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 2007.

30 Langenskiöld A. Traumatic premature closure of the distal tibial epiphyseal plate. Acta Orthop Scand. 1967;38:520–531.

31 Salter RB. Injuries of the ankle in children. Orthop Clin North Am. 1974;5:147–152.

32 Hajdu S, Schwendenwein E, Kaltenecker G, et al. Growth potential of different zones of the growth plate-an experimental study in rabbits. J Orthop Res. 2012;30:162–168.

33 Hajdu S, Schwendenwein E, Kaltenecker G, et al. The effect of drilling and screw fixation of the growth plate--an experimental study in rabbits. J Orthop Res. 2011;29:1834–1839.

34 Beals RK, Skyhar M. Growth and development of the tibia, fibula, and ankle joint. Clin Orthop Relat Res. 1984:289–292.

35 Hansman CF. Appearance and fusion of ossification centers in the human skeleton. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1962;88:476–482.

36 Ogden JA, McCarthy SM. Radiology of postnatal skeletal development. VIII. Distal tibia and fibula. Skeletal Radiol. 1983;10:209–220.

37 Ogden JA, Lee J. Accessory ossification patterns and injuries of the malleoli. J Pediatr Orthop. 1990;10:306–316.

38 Mellado JM, Ramos A, Salvado E, et al. Accessory ossicles and sesamoid bones of the ankle and foot: imaging findings, clinical significance and differential diagnosis. Eur Radiol. 2003;13(Suppl 6):L164–177.

39 Pritchett JW. Growth and growth prediction of the fibula. Clin Orthop Relat Res. 1997:251–256.

- 40 Nordin M, Frankel VH. Basic Biomechanics Of The Musculoskeletal System, 3 rd Edition, Philadelphia, Lippincott Williams& Wilkins, 223–255, 2001.
- 41 Mann R.A. Biomechanics of the foot. America Academy of Orthopaedic Surgeons: Atlas Of Orthop. 2nd ed.St. Louis: Mosby 112–125, 1985.
- 42Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL. Surgery of The Foot And Ankle, Vol 1, Philadelphia, Mosby Elsevier Inc. , 4–44, 1073–1085, 2007.
- 43Carr JB. Malleolar Fractures and Soft Tissue Injuries of the Ankle. Browner BD, Jupiter BJ, Levin MA, Trafton GP (Eds). Skeletal Trauma. 3rd edition, W.B. Saunders, Philadelphia, Vol. 2, 2003:2307–74.
- 44 Yablon I, Forman ES. In: Helal B, Rowley D, Gracchiolo A, Mayerson MS, editors. Ankle fractures in surgery of disorders of the foot and ankle. London: Martin Dunitz; 1996. p. 679–96.
- 45 Öngü İH. Ayak bileği malleol kırıkları cerrahi tedavi sonuçlarımız. Uzmanlık tezi. İstanbul, 2000
- 46 Ege R. Ayak bileği yaralanmaları. Ege R (Ed). Ayak ve Ayak Bileği Sorunları 2. baskı, Türk Hava Kurumu Basımevi, Ankara, 1999: 707–95.
- 47 Brendt A.L. Harty M: Transchondral fractures of the talus, JBJS (Am)41 (6): 988– 1020, 1959.
- 48 C.C.M.A Donken, Ankle Fractures Clinical and Experimental Studies, Gildeprint Drukkerijen, Enschede, 978–94–6108–502–3.
- 49Ramsey P. Hamilton W. Changes in Tibiotalar area of contact caused by lateraltalar shift. JBJS (Am) 58.356–357,1976.
- 50 Attarian D. E. Mc Crackin H.J. Devito D.P. Biomechanical Characteristics Of human ankle ligamants. Foot Ankle 6: 54–58, 1985.
- 51 Renstrom P. Wertz M. Incavo S. Pope M. Strains in the lateral ligamentsof the ankle. Foot ankle9(2): 59–63,1988.
- 52 Whittle AP. Fractures of lower extremity. Canale ST (Ed). Campbell's Operative Orthopedics. 9th edition, Mosby, St. Louis, Vol.3, Chapter–47, 1998: 2042–179.
- 53 Wood GW, Whittle AP. Fractures of Lower Extremity. In: Canale ST (Ed). Campbell's Operative Orthopedics. 10th edition, Mosby, St. Louis, Vol.3, Chapter– 51, 2003:2725–872.

54 Greenspan A, Chapman MW. Lower Limb 3: Ankle and Foot. In: Greenspan A, Chapman MW (Eds). Orthopedic Imaging. 4th edition, Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, 2004:293–347

55 Kleiger, B. The mechanics of ankle iniuries. Orthop. Clin. Of North Amer. Vol. 5.127, Jan. 1974.

56 Navascués JA, González-López JL, López-Valverde S, et all Prematurephyseal closure after tibial diaphyseal fractures in adolescents. J Pediatr Orthop. 2000;20:193-196

57 Petit P, Sapin C, Henry G, et al. Rate of abnormal osteoarticular radiographic findings in pediatric patients. AJR Am J Roentgenol 2001;176:987–990

58 Chande VT. Decision rules for roentgenography of children with acute ankle injuries. Arch Pediatr Adolesc Med. 1995;149:255–258

59 Clark KD, Tanner S: Evaluation of the Ottawa ankle rules in children. Pediatr Emerg Care 2003 19:73-78

60 . Letts RM: Hidden adolescent ankle fracture, J Pediatr Orthop 1982;2:161-164

61 VangnessCT, Carter V, Hunt T, et al: Radiographic diagnosis of ankle fractures: are three views necessary? Foot Ankle Int 1994 15:172– 174

62 Herzenberg J. Computed tomography of pediatric distal tibial growth plate fractures: A practical guide. Tech Orthop 1989;4 53-64

63 Horn BD(1), Crisci K, Krug M. Et all -4. Radiologic evaluation of juvenile tillaux fractures of the distal tibia. J Pediatr Orthop. 2001;21 162-164

64 Carey J(1), Spence L, Blickman H. Et all MRI of pediatric growth plate injury: correlation with plain film radiographs and clinical outcome. Skel Radiol 1998;27:250-255

65 Seifert J. Laun R. Paris S et al. MRI in diagnosis of triplane fractures of distal tibia.Unfallchirurg 2001;104;524-529

66 Lohman M, Kivisaari A, Kallio P, et al. Acute Paediatric ankle trauma: MRI versus plain radiography. Skeletal Radiol. 2001;30:504–511.

67 Gabel GT, Peterson HA, Berquist TH. Premature partial physeal arrest. Diagnosis by magnetic resonance imaging in two cases. Clin Orthop Relat Res 1991;272:242–247.

- 68 Havranek P, Lizler J: Magnetic resonance imaging in the evaluation of partial growth arrest after physeal injuries in children, *J Bone Joint Surg Am* 1991 73:1234-1241
- 69 Aitken AP. The end results of the fractured distal tibia epiphysis *J Bone Joint Surg Am* 1936:18,685-691
- 70 Ogden JA *Skeletal injury in the child*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1982
- 71 Peterson HA Physeal fractures. 3. classification. *J Pediatr Orthop*. 1994;14:439-448
- 72 Ashurst APC and Bromer RS. Classification and Mechanism Of Fractures Of The Leg Bone Involving The Ankle. *Arc Surg* 1922:4:51-129
- 73 Bishop PA. Fractures and epiphyseal separation fractures of the ankle. *J Bone Joint Surg* 1936:18:685-691
- 74 Lauge Hansen N Fractures of the ankle. 2. *Arch Surg* 1950:60:957-985.
- 75 Karrlhom J Hanson LI Laurin S Pronation injuries of the ankle in children. *Acta Orthop Scand* 1983:54:1-17
- 76 Stiell IG, Greenberg GH, McKnight RD A study to develop clinical decision rules for the use of radiography in acute ankle injuries. *Ann Emerg Med* 1992;21:384-390
- 77 Thomsen NO, Overgaard S, Olsen LH et al. Observer variation in the radiographic classification of ankle fractures *J Bone Joint Surg* 1991;73:676-678
- 78 Dias LS Tachdjian MO. physeal injuries of the ankle in children. *Clin Orthop* 1978 136:230-233
- 79 Leary JT, Handling M, Talerico M, et al. Physeal fractures of the distal tibia: predictive factors of premature physeal closure and growth arrest. *J Pediatr Orthop*. 2009;29:356-361
- 80 Peterson HA. Physeal fractures: Part 2. Two previously unclassified types. *J Pediatr Orthop*. 1994;14:431-438
- 81 Tachdjian MO *The Child's Foot*. Philadelphia: WBSaunders 1985
- 82 Lynn MD .The triplanedistal tibial epiphyseal fracture. *COOR* 1972,86:187-190 Bu
- 83 Dias L. Fractures of tibia and fibula. In : Rockwood CA, Wilkins KE, King RE, *Fracture in children*, 3rd ed. Philadelphia JB Lippincott, 1991:1271-1381

- 84 Dias L ,Giegerich C,Fractures of the distal tibia epiphysis in adolescence. J Bone Joint Surg Am 1983,65:412-415
- 85 Pollen AG.Fractures involving the epiphyseal plate. Reconstr. Surg. Traumatol 1979,17:25-29
- 86 Tarr RR, Resnick CT, Wagner KS, Sarmiento A: Changes in tibiotalar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. Clin Orthop 1985;199:72-80.
- 87 Ting AJ, Tarr RR, Sarmiento A, Wagner K, Resnick C: The role of subtalar motion and ankle contact pressure changes from angular deformities of the tibia. Foot Ankle 1987;7:290-299
- 88 Kling TF Jr, Bright RW, Hensinger RN: Distal tibial physeal fractures in children that may require open reduction. J Bone Joint Surg Am 1984;66:647-657.
- 89 Caterini R, Farsetti P, Ippolito E: Longterm followup of physeal injury to the ankle. Foot Ankle 1991;11:372-383.
- 90 Ertl JP, Barrack RL, Alexander AH, VanBuecken K: Triplane fracture of the distal tibial epiphysis: Long-term follow-up. J Bone Joint Surg Am 1988; 70:967-976.
- 91 Wilder RT, Berde CB, Wolohan M, Vieyra MA, Masek BJ, Micheli LJ: Reflex sympathetic dystrophy in children: Clinical characteristics and follow-up of seventy patients. J Bone Joint Surg Am 1992;74:910-919.
- 92 Hynes D, O'Brien T: Growth disturbance lines after injury of the distal tibial physis: Their significance in prognosis. J Bone Joint Surg 1998 70:231-233,
- 93 Mann, D.C.; Rajmaira, S. Distribution of physeal and nonphyseal fractures in 2,650 long-bone fractures in children aged 0-16 years. J Pediatr Orthop 10:713–716, 1990.
- 94 Taşkıran MC(1), Turgut A, Kalenderer O, Ağuş H Clinical and radiological results in distal tibial physeal injuries Ulus Travma Acil Cerrahi Derg 2012;18 (6):495-500
- 95 Cicekli O Ozdemir G et al Percutaneous cannulated screw fixation for pediatric epiphyseal ankle fractures Acta Orthop. Belg., 2016, 82, 814-820

- 96 Cai H, Wang Z, Surgical indications for distal tibial epiphyseal fractures in children. *Orthopedics*. 2015 ;38:e189-95
- 97 Barmada A(1), Gaynor T, Mubarak SJ Premature physeal closure following distal tibia physeal fractures: a new radiographic predictor. *J Pediatr Orthop*. 2003 ;23(6):733-9.
- 98 98Pacicca DM PA. Cramer K, Tornetta III P. Is anatomic reduction necessary for displaced physeal fractures of the tibia? Presented at American Academy of Orthopedic Surgeons Annual Meeting, San Francisco, 2001
- 99 Peterson HA. Physeal fractures: Part 3. Classification. *J Pediatr Orthop*. 1994;14:439-448
- 100 Kärrholm J, Hansson LI, Svensson K. Prediction of growth pattern after ankle fractures in children. . *J Pediatr Orthop*. 1983 Jul;3(3):319-25.
- 101 Devalentine SJ. Epiphyseal injuries of the foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg* 1987;4:279-310.
- 102 Sanctis N, Della Corte S, Pempinello C. Distal tibial and fibular epiphyseal fractures in children: prognostic criteria and long-term results in 158 patients. *J Pediatr Orthop B* 2000;9:40-4.landin
- 103 Rohmiller MT, Gaynor TP, Pawelek J, Mubarak SJ. Salter- Harris I and II fractures of the distal tibia: does mechanism of injury relate to premature physeal closure? *J Pediatr Orthop* 2006;26:322-8.
- 104 Dugan G, Herndon WA, McGuire R. Distal tibial physeal injuries in children: A different treatment concept. *J Orthop Trauma*. 1987;1:63-67.
- 105 Chadwick CJ, Bentley G. The classification and prognosis of epiphyseal injuries. *Injury* 1987;18:157-68.
- 106 Cass JR, Peterson HA. Salter-Harris Type-IV injuries of the distal tibial epiphyseal growth plate, with emphasis on those involving the medial malleolus. *J Bone Joint Surg [Am]* 1983;65:1059-70
- 107 Ozkul B, Saygılı MS, Cetinkaya E et al Angular deformity development after the distal tibial physeal fractures *Acta Orthop. Belg.*, 2016, 82, 814-820

108 Wuerz TH, Gurd DP. Pediatric physeal ankle fracture. *J Am Acad Orthop Surg.* 2013;21(4):234–244. doi: 10.5435/JAAOS-21-04-234.

109 Podeszwa DA, Wilson PL, Holland AR, Copley LA. Comparison of bioabsorbable versus metallic implant fixation of physeal and epiphyseal fractures of the distal tibia. *J Pediatr Orthop.* 2008;28(8):859–863. doi: 10.1097/BPO.0b013e31818e19d7

110 Castellani C, Riedl G, Eberl R, Grechenig S, Weinberg AM. Transitional fractures of the distal tibia: a minimal access approach for osteosynthesis. *J Trauma.* 2009;67(6):1371–1375. doi: 10.1097/TA.0b013e31818866fd.

111 Sankar B, Lee NY, Henman PD. Periosteal tension band fixation of a pronation external rotation type fracture of the ankle in a child. *Orthopedics.* 2013;36(6):444–448. doi: 10.3928/01477447-20130523-03

112 Charlton M, Costello R, Mooney JF, III, Podeszwa DA. Ankle joint biomechanics following transepiphyseal screw fixation of the distal tibia. *J Pediatr Orthop.* 2005;25(5):635–640

113 Cottalorda J, Béranger V, Louahem D, Camilleri JP, Launay F, Diméglio A, Bourelle S, Jouve JL, Bollini G. Salter-Harris type III and IV medial malleolar fractures: growth arrest is it a fate? *J Pediatr Orthop*