

49895

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ
ANA BİLİM DALI

PES PLANUSLU HASTALARDA ALT EKSTREMİTE
PATOMEKANİK DEĞİŞİKLİKLERİNİN PROGNOZ
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ

T 49895

Uzmanlık Tezi

Dr.Ömer AKÇALI

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet TİNER

İZMİR-1996

ÖNSÖZ

Pes planus deformitesi, dünyada olduğu gibi ülkemizde de halen gizemini korumaktadır. Deformitenin doğal seyrinden uygulanan tedavi yöntemlerine kadar kesinlik kazanmış bir görüş yoktur. Sunulan çalışmada alt ekstremitte torsiyonları ile pes planus deformitesinin prognozu arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın planlanması ile yürütülmesinde büyük bir sabır göstererek yardımlarını esirgemeyen ve son tez öğrencisi olmaktan gurur duyduğum hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Tiner'e teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Çalışmaya olan olumlu katkıları ve eğitimime verdikleri emeklerden dolayı Sayın Prof. Dr. Emin ALICI'ya, Sayın Prof. Dr. Şükrü ARAÇ'a, Sayın Doç. Dr. Osman KARAOĞLAN'a, Sayın Doç. Dr. Ahmet EKİN'e, Sayın Doç. Dr. Hasan HAVITÇIOĞLU'na, Sayın Doç. Dr. Halit PINAR'a, Sayın Doç. Dr. Haluk BERK'e; hastaların radyolojik incelemelerinde yardım eden Sayın Doç. Dr. Dinç ÖZAKSOY ve radyoloji teknisyenlerine; poliklinik izlemlerinde özveri ile yardımlarını esirgemeyen Ortopedi ve Travmatoloji ABD'da görevli tüm asistan arkadaşlarıma; teknik yardımları için Sayın Gülnar Çelik'e ve özellikle yoğun çalışmalarım sırasında bana her zaman destek olan sevgili eşime teşekkür ederim.

Dr.Ömer AKÇALI

İÇİNDEKİLER

I.	Giriş.....	1
II.	Amaç.....	1
III.	Genel Bilgiler.....	2
	▶ Ayağın Embriyoloji ve Gelişimi.....	2
	▶ Ayağın Morfolojik Yapısı.....	4
	-Osteoloji.....	4
	-Eklem ve Ligamentöz Yapılar.....	6
	-Ayak Kasları.....	9
	-Ayağın Arkları.....	10
	▶ Ayağın Biyomekanik Özellikleri.....	12
	-Ossöz Faktörler.....	12
	-Yumuşak Doku Faktörleri.....	15
	▶ Alt Ekstremitte Rotasyonları ve Yürüme Analizi.....	18
	▶ Pes Planus.....	21
	-Tanım.....	21
	-Etyoloji.....	21
	-Patolojik Değişiklikler ve Deformitenin Analizi.....	22
	-Klinik Özellikler.....	24
	-Radyolojik Özellikler.....	26
IV.	Materyal ve Metod.....	29
V.	Bulgular.....	36
	-Olgu Örnekleri.....	44
VI.	Tartışma.....	50
VII.	Sonuçlar.....	57
VIII.	Özet.....	58
	Kaynaklar.....	59

I. GİRİŞ

Pes planus deformitesi, asırlardır tanınmasına rağmen patomekanik özellikleri hakkında görüş birliği yoktur. Alt ekstremitede kalça eklemi ve bunun distalindeki eklem ve kemik yapılar da oluşan deformiteler, komşu üniteleri etkileyerek bunlarda da bazı değişikliklere yol açarlar. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda ayaktaki deformitelerin diz ve kalça eklemi üzerindeki etkileri incelenmiş ancak tibia ve femurdaki torsiyonel deformitelerin fleksibl pes planus deformitesinin oluşumu ve prognozu üzerine etkileri incelenmemiştir.

II. AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, fleksibl pes planuslu olgularda tibia ve femurun torsiyonel deformiteleriyle ayaktaki radyolojik parametreler arasında bağlantı olup olmadığını saptamaktır. Böylece fleksibl pes planus hastalarında alt ekstremitte torsiyonel deformitelerinin ayaktaki prognozu ne şekilde etkileyeceği belirlenebilir.

III. GENEL BİLGİLER

AYAĞIN EMBRİYOLOJİ VE GELİŞİMİ

Embriyonel hayatta alt ekstremite tomurcukları 4. haftada kendini gösterir^(27,76). Bu tomurcuğun yüzeyel kısımlarını ektoderm, derin bölümlerini mezoderm oluşturur⁽²¹⁾. Daha sonra proksimalden distale doğru önce uyluk, sonra bacak, en son olarak ta ayak oluşur. Yaklaşık 4 veya 5 haftalık embriyoda ilk ayak taslağı görülebilir. Bu ayak taslağının ucundan üç veya dört adet uzantıdan da pirimitif parmak yapıları gelişir.

Ayak taslağının içinde 5. ve 6. haftalarda mezenşimal hücreler biraraya toplanarak tarsal kemiklerin primitif yapısını oluştururlar. Birkaç gün sonra da bu taslaklar belirli bir sıra ve düzen içinde kondrifiye olmaya başlarlar. İlk kondrifiye olan taslaklar 2. 3. ve 4. metatarslardır (böylece parmak dizileri oluşur). Bunları küboid ve 5. metatars izler. En geç kondrifiye olan kemik taslağı ise navikülerdir. Parmakların kondrifikasyonu uçlarda oluşan blastemal yapılar tarafından aktif olarak oluşturulur⁽²¹⁾. Embriyonik dönemin sonunda (organogenezisin bitiminde), görünüş bakımından ayak taslağı erişkin ayağına benzer durumdadır. Ancak bu dönemde ayak kemiklerinin ossifikasyonu oluşmamıştır. Taslakların ossifiye olmaya başlaması ile birlikte çevrelerinde sinovial membran benzeri hücre toplulukları belirir. Bu hücreler, sinovial doku ile eklem kapsülünü oluştururlar. Bu dönemde oluşabilecek hücre diferansiyasyon bozuklukları, konjenital malformasyonlara ve tarsal koalisyona neden olur. İstisna olarak aksesuar tarsal kemikler bu dönemde değil doğumdan sonra olan ossifikasyon anomalilerine bağlı olarak gelişirler⁽⁷⁶⁾.

Ossifikasyonun başlayacağını gösteren ilk bulgu kemik taslakları içine vasküler invazyonların olmasıdır ve öncelikle talusta, yaklaşık 5. haftada izlenir⁽²¹⁾. Organogenezis döneminin ardından sinus tarsi ve tarsal kanal çevresindeki arterlerden talusun içine doğru damarsal gelişim gözlenir. Bu damarlar erişkin hayatta da talusun en önemli besleyici yapılarını oluştururlar. Daha sonra kalkaneus, naviküler, küboid, küneiformlar, metatarslar ve falankslarda vasküler

invazyonlar izlenir. 7 haftalık bir embriyoda vasküler ağaç erişkine benzer yapı almıştır⁽²¹⁾.

Ayak kemiklerinin ossifikasyonu distal falankslardan başlayarak proksimale doğru ilerler. 2. ve 3. metatarsın primer ossifikasyon merkezi fetal hayatın 9. haftasında, 4. ve 5. metatarsın 10. haftada, 1. metatarsın ise 12. haftada ortaya çıkar. İkincil ossifikasyon merkezleri 2. 3. 4. ve 5. metatarslarda distalde, 1. metatarsta ise proksimalde yerleşmiştir. Bunlar 2 ile 4 yaş arasında görünür hale gelip 16 ile 18 yaşlar arasında kapanır.

Fetal hayatın 5.-6. ayında kalkaneus ossifiye olmaya başlar. Genellikle iki ossifikasyon merkezi vardır ve kısa sürede bunlar birbirleriyle kaynaşır. Kalkaneus apofizi kızlarda 4-6 yaş arasında görünmeye başlar ve 16 yaş civarında kapanır. Erkeklerde ise 5-9 yaş arasında görünür ve 20 yaş civarında kapanır.

Tarsal kemikler içinde ikinci ossifiye olan kemik talustur ve fetal hayatın 8. ayında primer ossifikasyon merkezi gözlenir. Küboid ossifikasyonu doğuma yakın olmakla birlikte postnatal 3. haftaya kadar uzayabilir. Genellikle yenidoğanda kalkaneus, talus ve küboidin primer ossifikasyon merkezleri oluşmuştur. Doğumdan sonraki 4 ile 20 hafta içinde lateral küneiform, 2. yılda medial küneiform ossifiye olmaya başlar. Ossifikasyonun en geç başladığı kemik navikülerdir ve 2 ile 5 yıl arasında ossifiye olur.

Ayak, ekstremitte tomurcuğunda belirlediği dönemden itibaren bazı rotasyonel değişiklikler gösterir. Wilkinson'un nörodevelopmental teorisine^(cit29) göre döllenenmeden sonraki 8 ile 12. haftada kalçalar fleksiyon, iç rotasyon ve adduksiyonda; dizler ekstansiyonda; ayaklar fleksiyon ve eversiyondadır. 12-26. haftalar arasında kalçalar dış rotasyona giderken dizlerde fleksiyon, ayaklarda ekstansiyon ve eversiyon oluşur. Doğuma kadar geçen sürede ayaklar fleksiyon ve eversiyon postürü kazanır. Bu dönemdeki rotatuar anomaliler vertikal talus gibi deformitelere yol açabilir.

Kız ve erkeklerde doğumdan sonraki ilk beş yılda ayak, longitudinal olarak çok hızlı büyür. Beş yaşından sonra, kız çocuklarda 12, erkeklerde ise 14 yaşına kadar yılda ortalama 9 mm'lik sabit büyüme dönemi izlenir. Bu yaşlardan itibaren ayak büyüme hızı azalır ve kızlarda 14, erkeklerde 16 yaş civarında durur⁽⁷⁶⁾.

AYAĞIN MORFOLOJİK YAPISI

OSTEOLOJİ

Vücut ağırlığının zemine iletilmesinde en önemli görevi üstlenen ayak 26 kemikten oluşur. Ayak kemikleri yapısal özelliklerine göre tarsal kemikler, metatarslar ve falankslar olarak sınıflandırılırlar^(44,85,40). Topografik olarak ise ayak üç bölümde incelenir⁽⁷⁶⁾.

1-Ayak Önü: Metatarsları ve falanksları içerir.

2-Ayak Ortası: Küneiformlar, küboid ve naviküler kemiği içerir.

3-Ayak Arkası: Kalkaneus ve talusu içerir. Bazı yazarlar naviküler kemiği de bu gruba dahil ederler^(cit76).

Tarsal kemikler yedi tanedir. Çok sayıda eklem yüzü içeren sağlam yapılı kemiklerdir. Bu özellikleri sayesinde vücut ağırlığının yarattığı stresleri kolaylıkla absorbe edebilirler.

Talus: Tibiadan gelen yükü ilk karşılayan kemiktir. Kaput, kollum ve korpus olmak üzere üç bölümde incelenir. Gövdesinin üst kısmında troklea tali adı verilen konkavkonveks eklem yüzü, tibianın distal eklem yüzü ile ayak bileği eklemi oluşturur. Bunun her iki yanında iç ve dış malleollere ait eklem yüzleri vardır. Fibula ile eklem yapan lateral eklem yüzünün hemen altında destek görevi gören lateral proses bulunur. Bu yapı ancak aksiyel grafilerde görülebilir⁽⁵⁷⁾. Trokleanın posteriorunda medial ve lateralde olmak üzere iki adet çıkıntı (posterior prosesler) vardır. Lateral radyogramlarda lateral proses (Steida çıkıntısı) görülebilirken aksiyel radyogramlarda her ikisi de görüntülenebilir⁽⁵⁷⁾. Bunların arasındaki oluktan fleksör hallucis longus tendonu geçer:

Talusun alt yüzünde kalkaneusla eklem yaptığı üç adet eklem yüzü vardır. Posteriorunda yerleşmiş olan faset, talokalkaneal eklem en önemli komponentini oluşturur. Orta ve ön fasetler bazen ayrı bazende birleşik olarak bulunurlar. Posterior fasetin hemen önünde sulkus tali adı verilen bir oluk bulunur. Bu oluk sulkus kalkanei ile birlikte sinus tarsi'yi oluşturur.

Talus boynu ve başı, mediale ve plantara doğru eğim gösterir. Boyundan besleyici arterler girdiği için bu bölge travmaları aseptik nekroz riski taşır. Talus başının anteriorunda naviküler kemikle eklemleşen küresel eklem yüzü görülebilir.

Talusta hiç bir kasın insersiyonu yoktur. Bu nedenle vaskuler beslenmesi zayıftır.

Kalkaneus: Tarsal kemiklerin en büyüğüdür. Sagittal planda tibiadan daha posteriora uzandığı için aşil tendonunun kuvvet kolunu uzatır. Kalkaneus dorsalinin 1/3 posterior bölümü, aşil tendonu önündeki yağ yastıkçığı ile bursal keseyi barındırır. 1/3 orta bölümde ise talusla eklem yaptığı posterior faset yerleşmiştir. Bunun önünde sulkus kalkanei görülür. Kalkaneusun anteromedialinde talus başına destek sağlayan sustentakulum tali bulunur. Bunun üstünde medial, hemen önünde de anterior faset yerleşir. Sustentakulumun inferiorunda fleksör hallucis longus tendonunun oluşu görülür. Kalkaneusun anteriorunda küboid ile eklem yapan konkavkonveks eklem yüzü vardır.

Kalkaneusun posteriorunda tuber kalkanei adı verilen üzeri pürüklü bir çıkıntı gözlenir. Bu çıkıntı inferiora doğru ikiye ayrılarak prosesus lateralis ve prosesus medialis oluşturur.

Lateral yüzde küçük bir çıkıntı şeklinde troklea peronealis bulunur. Bunun altındaki peroneal sulkustan kısa ve uzun peroneal adalelerin tendonları geçer.

Naviküler Kemik: Naviküler kemik proksimalde talus başı ile, distalde de üç adet küneiform kemikle eklemleşir. Lateralde küboid ile eklem yaptığı küçük bir eklem yüzü içerir. Naviküler kemiğin medialindeki çıkıntıya tuberositas navikularis adı verilir. Bu çıkıntı gövdeden ayrı ossifiye olursa os tibiale eksternum denir ve pes planus nedeni olabilir.

Küboid Kemik: Küboid kemik proksimalde kalkaneusla, distalde 4. ve 5. metatars bazisiyle, medialde lateral küneiform ve bunun hemen arkasında naviküler kemikle eklem yapar. Plantar bölgede peroneus longus tendonunun geçtiği bir oluk görülebilir. Küboid kemik, lateral longitudinal arkın en önemli componentidir.

Küneiform Kemikler: Piramidal yapıda ve üç tanedirler. Distalde 1. 2. ve 3. metatars ile, proksimalde naviküler kemikle eklem yaparlar. Medial küneiformun

bazisi plantarda, orta ve lateral küneiformun bazisi dorsaldedir. Bu yapıları nedeniyle transvers arkın en önemli komponentleri olarak kabul edilirler.

Metatarslar: Beş tanedirler. Baş, boyun, gövde ve bazis olmak üzere dört bölümde incelenirler. Metatars başları falankslarla, bazisleri de tarsal kemiklerle eklem yapar. 1. metatars kısa ve kalındır. Baş kısmının altında sesamoidlerle eklem yaptığı iki adet oluk bulunur. 2. metatars uzun olup proksimalde 1. ve 3. küneiformların arasına sıkıştığı için hareket yeteneği azdır. 3., 4., ve 5. metatarslarda, laterale gidildikçe hareket yeteneği artar. 5. metatarsın distal ucu lateralde tuberositas veya stiloid proses adı verilen bir kabartı oluşturur. Buraya peroneus brevis kasının tendonu yapışır.

Falankslar: Eldekine benzer şekilde başparmakta iki adet diğerlerinde de üçer adet falanks bulunur. Falankslar proksimalde metatars başları ile eklem yaparlar. Distale gidildikçe falankslar küçülür. Distal falanksların uçları basıncı absorbe etmek amacıyla genişlemiştir.

Sesamoid kemikler: Fleksör hallusis longus tendonunun hem medial hem de lateral huzmeleri içinde ve 1. metatars başının altında bulunurlar. Eklem yüzleri hyalin kıkırdakla kaplıdır. Metatars başı ile tendon arasındaki sürtünmeyi azaltırlar.

EKLEM VE LİGAMENTÖZ YAPILAR

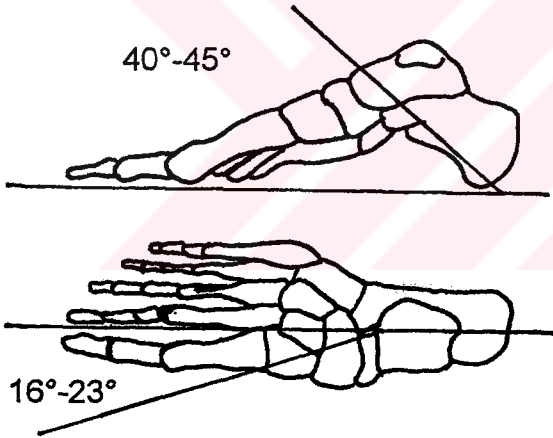
Ayak Bileği Eklemi(Talokrural eklem): Ayak bileği eklemi, talus gövdesi ile tibia ve fibula distali arasında oluşur. Bu eklem sadece sagittal planda harekete izin verir ve 40°-50° fleksiyon, 20° ekstansiyon yapılır. Eklem hareket eksenini medial ve lateral malleollerin distal uçlarından geçer. Frontal planda diz eklemine benzer şekilde bikondiler eksenini ile dışa ve aşağı doğru 10° açı yapar⁽⁴¹⁾. Talus trokleasinin anterioru posteriordan ortalama 2.4 mm daha geniş olduğu için ekstansiyonda eklem stabilitesi daha fazladır^(7,11,44). Fibröz eklem kapsülü ön ve arkada ince, yanlarda kalın olmak üzere tüm eklemi kaplar ve stabiliteyi artırır.

Medialde yerleşen deltoid ligaman, derin ve yüzeysel lifler içerir. Yüzeysel lifler, tibionaviküler, tibiokalkaneal ve posterior tibiotalar bağlardan oluşur. Derin lifler ise anterior tibiotalar ligamana aittir.

Lateralde önden arkaya doğru anterior talofibuler bağ, kalkaneofibuler bağ ve posterior talofibuler bağ yerleşmiştir.

Subtalar Eklem: Talus ile kalkaneus arasında bazen iki bazende üç komponentten oluşan eklemdir. Bunlardan en önemlisi posteriordaki eklemlaşmedir. Subtalar eklem hareketleri temel olarak posteriorda oluşurken orta ve anterior eklemlaşmeler daha çok talus başına destek görevi görürler.

Posterior subtalar eklem oblik bir aks üzerinde hareket eden menteşe eklemi yapısındadır. Eklem hareket eksenini horizontal plan ile laterale doğru 40° - 45° , sagittal plan ile mediale doğru 16° - 23° açı ile yerleşmiştir^(9,41,47) (Şekil-1). Hareket ekseninin bu şekildeki oryantasyonu eklemden inversiyon ve fleksiyon (ayakta supinasyon), veya eversiyon ve ekstansiyon (ayakta pronasyon) hareketlerinin oluşmasını sağlar. Subtalar eklem hareket genişliği 15° - 20° 'dir ve $1/3$ 'ü eversiyon $2/3$ 'ü inversiyon yönündedir⁽⁹⁾.



Şekil-1:

Subtalar eklem hareket eksenleri.

Subtalar eklem stabilizasyonu medial, lateral ve interossöz talokalkaneal bağlar ile servikal bağ tarafından sağlanır. Sinus tarsi lateralden örten lateral talokalkaneal ve servikal bağlar inversiyonu, medial ve interossöz bağlar da eversiyonu sınırlar.

Transvers Tarsal Eklem (Chopart Eklemi): Talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemler tarafından oluşturulur. Ayak ortası ile arkası arasındaki bağlantıyı sağlar. Yürüme sırasında subtalar eklemden hareketlere bağlı olarak ayağın fonksiyonlarını düzenler (bkz. biyomekanik).

Talonaviküler eklem elipsoid yapıda olup eklem hareketleri oldukça komplekstir ve kalkaneoküboid eklem pozisyonuna bağımlıdır. Eklem stabilitesini sağlayan en önemli yapı plantar kalkaneonaviküler bağıdır (Spring ligaman). Sustentakulum taliden naviküler kemiğin tuberositasına uzanan bu sağlam yapı talus başını alttan destekler. Dorsal talonaviküler bağ ise oldukça ince ve stabilitede önemsizdir.

Kalkaneoküboid eklem eyer tarzı bir eklemdir. Kalkaneoküboid eklem birbirene dik iki hareket eksenine sahiptir. Bu eksenler doğrultusunda, özellikle eversiyonda karmaşık hareketler oluşur⁽¹⁴⁾.

Eklem stabilitesini sağlayan yapılar bifurkat bağı kalkaneoküboid parçası ile kısa ve uzun plantar ligamanlardır. Uzun plantar ligaman, kalkaneal tüberkül ile küboidin plantar yüzeyi arasında bulunur. Kısa plantar ligaman ise kalkaneusun anterior-inferior kenarı ile küboidin plantar yüzeyi arasında yerleşmiştir.

Naviküloküneiform Eklem: Navikülerin distali ile üç adet küneiform kemik arasında oluşan bu eklemden hareket oldukça azdır. Naviküloküneiform eklem sinovial boşluğu, interküneiform ve 2.-3. tarsometatarsal eklemlerle birleşerek geniş bir alan oluşturur. Dorsal ve plantarda yerleşen ligamentöz yapılar eklem stabilitesine yardımcı olurlar.

Tarsometatarsal Eklem(Lisfranc Eklemi): Ayak önü ile ortası arasında bağlantı kuran bu eklem seviyesinde ayağın transvers arkı oluşur. 1.tarsometatarsal bağlantıda hareket az olup 5. metatarsa yaklaşıldıkça hareket yeteneği artar.

Metatarsofalanjial ve İnterfalanjial Eklemler: Metatarsofalanjial eklemler parmakları ayağa bağlarlar. Sagittal planda oldukça geniş hareket yetenekleri vardır. Kollateral, plantar ve derin transvers metatarsal bağlar ile desteklenirler.

İnterfalanjial eklemler eldekine benzer olarak belirgin fleksiyon ve kısıtlı ekstansiyon yapabilirler. Yürüme sırasında vücudun öne itilmesine yardımcı olurlar.

Plantar Fasias: Ayak tabanı ve longitudinal arkın stabilitesini sağlayan önemli faktörlerden biridir. Tuber kalkaneinin medial prosesinden kalın bir bant olarak başlar. Ayak ortasına doğru kalınlaşır ve genişler. Metatarslara yaklaştıkça

huzmelere ayrılır. Yüzeyel lifleri taban cildi ve cilt altı dokusuna karışır. Derin lifleri ise fleksör tendon kılıflarına ve proksimal falanksların plantar yüzlerine yapışır.

AYAK KASLARI

Ayağa etki eden kaslar intrensek ve ekstrensek kaslar olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Ekstrensek adaleler baldırdan ayağa uzanırlar. Anterior, lateral, posterior ve derin posterior olmak üzere dört kompartmanda yerleşirler. Posterior ve derin posterior grup nervus tibialis tarafından, lateral grup yüzeyel peroneal sinir tarafından ve anterior grup ta derin peroneal sinir tarafından innerve edilirler.

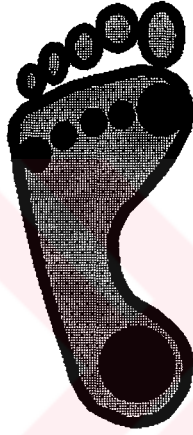
İntrensek kasların başlangıç ve bitiş noktaları ayağın içindedir. Plantar bölge adaleleri dört kompartman oluştururlar. İlk iki kompartman kasları kalkaneal tüberkülden, diğer iki kompartman kasları ise metatars diafizlerinde köken alırlar. Bu kaslar medial ve lateral plantar sinirlerle innerve edilirler. Dorsal bölge kasları ise derin peroneal sinirden lifler alırlar. (Tablo-1)

EKSTRENSEK AYAK KASLARI	İNTRENSEK AYAK KASLARI
<p>Anterior Grup: M.Tibialis Anterior M.Ekstensör Hallusis Longus M.Ekstensör Digitorum Longus M.Peroneus Tertius</p> <p>Posterior Grup: M.Gastroknemius M.Soleus M.Plantaris.</p> <p>Derin Posterior Grup: M. Tibialis Posterior, M.Fleksör Hallusis Longus M.Fleksör Digitorum Longus.</p> <p>Lateral Grup: M.Peroneus Longus, M.Peroneus Brevis</p>	<p>Dorsal Kaslar: M.Ekstensör Hallusis Brevis M.Ekstensör Digitorum Brevis</p> <p>Plantar Kaslar:</p> <p>1. Tabaka: M.Abduktor Hallusis M.Abduktor Digiti Kuinti M.Fleksör Digitorum Brevis</p> <p>2. Tabaka: M.Lumbrikalis M.Plantae</p> <p>3. Tabaka: M.Fleksör Hallusis Brevis, M.Fleksör Digiti Kuinti Brevis M.Adduktor Hallusis</p> <p>4. Tabaka: Plantar ve Dorsal İnterossöz kaslar</p>

Tablo-1: İntrensek ve ekstrensek ayak kasları.

AYAĞIN ARKLARI

Ayak kemiklerinin birbirleriyle eklemleşmesi sonucu ayak arkları oluşur. Arkların konkavitesi plantar yüze dönüktür. Böylece vücut ağırlığının taşınması ve ayağın zemine uyum sağlaması kolaylaşır. Tibiadan talusa geçen vücut ağırlığı, posteriorda kalkaneusa anteriorda da metatars başlarına dağılır. Kalkaneus ile metatars başlarına binen yük miktarı birbirine yakındır. 1. ve 5. metatars başına daha fazla yük binerken 2., 3. ve 4. metatars başlarına binen yük daha azdır⁽²⁷⁾ Bu nedenle ayağın yere üç noktada bastığı kabul edilir (Şekil-2).



Şekil-2:

Ayak tabanındaki yük dağılımı.

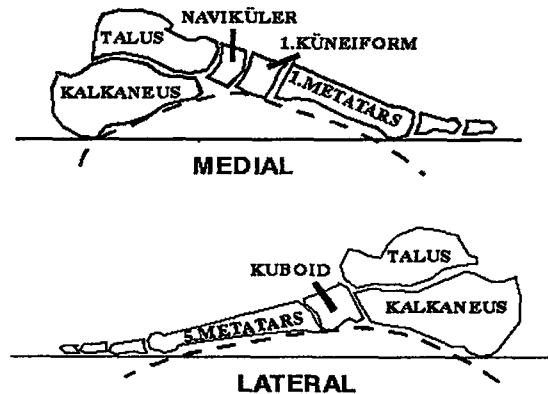
1. ve 5. metatars başları ile kalkaneusa binen yük daha fazladır.

Ayakta klinik önemi bulunan iki ark vardır⁽⁸⁵⁾.

1-Longitudinal Ark: Medial ve lateral olmak üzere iki komponent içerir. (Şekil-3). Medial longitudinal ark fonksiyonel açıdan daha önemlidir. Diğer arkların aksine yüklenme sırasında da görülebilir. Kalkaneus; talus, naviküler, küneiform kemikler ve ilk üç metatars tarafından oluşturulur. Bunlardan talus başı ve talonaviküler eklem, medial longitudinal arkın temel ossöz komponentleridir.

Şekil-3:

Medial ve lateral longitudinal arkin komponentleri



Lateral longitudinal ark ise medialden daha düzdür. Kalkaneus, küboid ve lateral iki metatarsal kemik tarafından oluşturulur. Yüklenme sırasında genellikle zemine değeri.

2-Transvers Ark: Medialden laterale doğru uzanır. Medial ve lateral longitudinal arklar arasında kavis yapar. Küneiformlar, küboid kemik ve metatars bazisleri tarafından oluşturulur (Şekil-4). Transvers arkın en önemli ossöz komponentleri piramidal yapıdaki kuneiform kemiklerdir. Ayak tabanını oblik olarak kateden peroneus longus tendonu, transvers arkın yapısının korunmasına yardımcı olur. Bu ark distale gidildikçe daha esnek bir yapı kazanır. Metatars başları hizasına gelindiğinde transvers ark oldukça esnektir ve yalnızca istirahat durumunda görülür. Ayak üzerine yüklenildiğinde metatars başlarındaki ark kaybolur ve tüm metatars başları birbirleriyle aynı seviyeye gelirler^(18,25,77).



Şekil-4:

Metatars bazislerinde oluşan rijid transvers arkın görünümü.

Longitudinal Arkın Normal Gelişimi: Giannestras, longitudinal arkın statik bir yapı olduğunu ve yaşla birlikte ark yüksekliğinde önemli bir artma olmayacağını belirtmiştir^(19,20). Ancak bir çok çalışmada bu görüşün aksi savunulmaktadır. Yenidoğan ayağında, taban yağ yastıkçığı ve ligamentöz laksite nedeniyle longitudinal ark genellikle görülemez^(3,5,15,43,49,60,64,66,67,70,81,82,84). Çocuğun yürümesiyle birlikte longitudinal ark gelişimi başlar ve bu süreç 6-8 yaşlarına kadar hızla devam eder^(43,60,64). Longitudinal ark gelişiminde etkili olan faktörler tabandaki yağ yastıkçığının kaybolması ve ligamanların kuvvetlenmesi⁽⁶⁶⁾ ya da kalkaneusun talustan daha hızlı büyümesi⁽⁷⁰⁾ olabilir. Barry, nöromuskuler gelişmeye bağlı olarak ayağın ince motor kontrolünün artacağını ve longitudinal arkın yükseleceğini savunmaktadır⁽³⁾. Moulies, talusun baş ve boynu ile gövdesi arasındaki eğimin yaşla azaldığını ve longitudinal arkın bu nedenle yükseldiğini belirtmektedir⁽⁴³⁾. Sonuçta okul dönemine gelmiş normal çocuklarda longitudinal ark oluşmuştur. Bu dönemde normal sayılabilecek geniş bireysel varyasyonlar bulunur.

Arkların Stabilitesi: Ayak arklarının oluşmasında ve stabilitesinde etkili olan faktörler şunlardır.

1-Kemiklerin yapısı: En önemli faktördür. Kemiklerin yapısal özellikleri ve birbirleriyle eklemleşmeleri ile arklar oluşur. Özellikle transvers arkın oluşumunda küneiform kemiklerin ve metatarların anatomik yapısı oldukça önemlidir⁽⁸⁵⁾. Longitudinal ark ise kemik yapıların yanında, bağlar tarafından da desteklenir.

2-Plantar ligamanlar ve plantar fasia: Medial longitudinal arkı destekleyen en önemli bağ plantar kalkaneonaviküler bağıdır. Lateral longitudinal ark ise temel olarak uzun plantar ligaman tarafından desteklenir.

Kısa plantar ligaman ve plantar fasia hem medial hem de lateral longitudinal arka destek olurlar. Özellikle plantar fasia, longitudinal arkın dinamik yapısında önemli görevler üstlenir.

AYAĞIN BİYOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Ayak biyomekaniği, kas ve eklem hareketlerinin kompleks bileşimi sonucunda dinamik ve statik özellikler gösterir. Normal yürümenin sağlanabilmesi için ayağın tüm komponentlerinin birbirleriyle uyum içinde çalışması gerekir. Ayak, yürümenin taban temas fazında zemine uyum sağlamak ve vücut ağırlığının yarattığı stresleri azaltmak için fleksibl bir yapı gösterir. Parmak ucuna kalkıldığında ise rijid kaldıraç kolu gibi davranır.

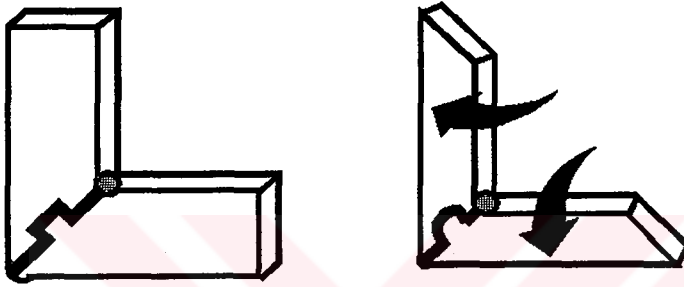
Ayağın biyomekanik özellikleri Perry tarafından ossöz faktörler ve yumuşak doku faktörleri olarak iki grupta incelenmiştir⁽⁴⁷⁾.

OSSÖZ FAKTÖRLER

Ayak Bileği Eklemi: Ayak bileği eklemi menteşe tipi eklemdir. Yalnızca sagittal planda fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine izin verir. Normal yürüme için en az 50° hareket genişliğini olması gerekir⁽⁴⁶⁾. Talusun trokleası, tibia ve fibula distal uçları arasında bulunduğu için inversiyon, eversiyon ve horizontal rotasyon hareketlerinin olmadığı kabul edilir. Bu özelliği nedeniyle alt ekstremitte

rotasyonlarını değişime uğratmadan ayağa iletir. Tibianın ie veya dışa doğru dönmesi, talusu da aynı yönde zorlar ve ayağı bir bütün olarak döndürür.

Subtalar Eklem: Mentefe tipi eklem olup hareketleri temelde posterior eklemleşme tarafından oluşturulur. Eklem hareket eksenini kalkaneal tüberkülün posterolaterali ile naviküler kemiğinin dorsomediali arasında, arkadan ne, dıştan içe ve aşağıdan yukarı doğru uzanır (Şekil-1). Bu oblik oluşum nedeniyle tibiadaki rotasyon hareketleri ayakta kendini inversiyon ve eversiyon Şeklinde gösterir(Şekil-5).



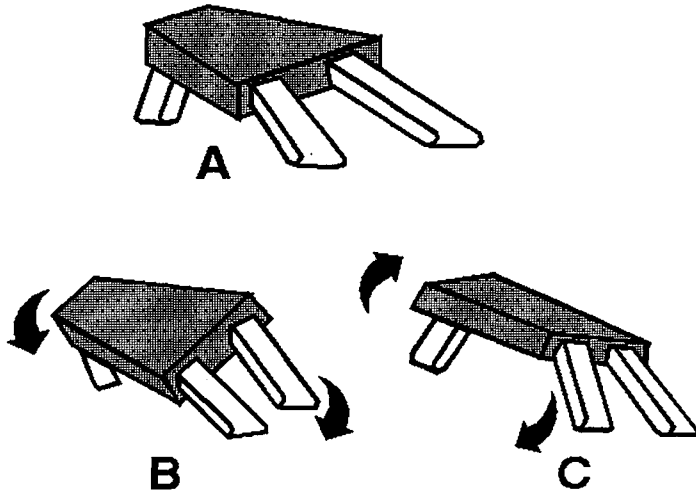
Şekil-5:

Subtalar eklemnin menteşe tipi basit biyomekanik modeli.

Subtalar eklem ve ayak bileği eklemi arasında belirli bir uyum vardır. Hareket eksenlerinin farklı planlarda olması sonucu birinde yapılamayan hareketler diğer eklem tarafından kompanse edilebilir. Diğer bir deyişe, bu iki eklem birarada ayağa çok yönlü hareket olanağı sağlarlar. Subtalar eklem inversiyonu ve ayak bileği fleksiyonu ile oluşan supinasyon, talusun dışa ve dorsale kalkaneusun da ie doğru dönmesine yol açar. Bu sırada talusta bir miktar öne doğru kayma oluşur. Manter'e göre talusun 10° rotasyonu ile 1.5 mm ne kayma gelişir⁽³¹⁹⁾. Talusta birlikte tibia da dışa doğru döner. Vücut ağırlığını ayak tabanında dağıtmak için 1. metatarsa fleksiyon oluşur. Subtalar eklem eversiyonu ve ayak bileği ekstansiyonu ile ayakta pronasyon hareketi görülür. Pronasyonda talus ie ve plantara dönerken kalkaneus dışa doğru döner. Tibiada medial rotasyon gelişir. 5. metatars fleksiyonu oluşur^(35,53).

Subtalar eklemnin ayağa göre konumu altı bacaklı bir tabureye benzetilebilir. Vücut ağırlığı, subtalar eklemde biri posteriorda beşi anteriorda yerleşmiş olan desteklere dağılır. Posteriordaki destek kalkaneal tüberkülü tarafından anterior destekler de metatars başları tarafından oluşturulur. Stabil kabul edilen bir ayakta vücut ağırlık merkezi kalkaneal tüberkülü ile 1. ve 5. metatars başları arasında oluşan

üçgenin içine düşer (Şekil-6a). Vücut ağırlık merkezi, inversiyon sırasında bu üçgenin lateraline, eversiyon sırasında da medialine kayar⁽⁵³⁾ (Şekil-6b ve c).



Şekil-6:

Ayağın basit biyomekanik modeli.

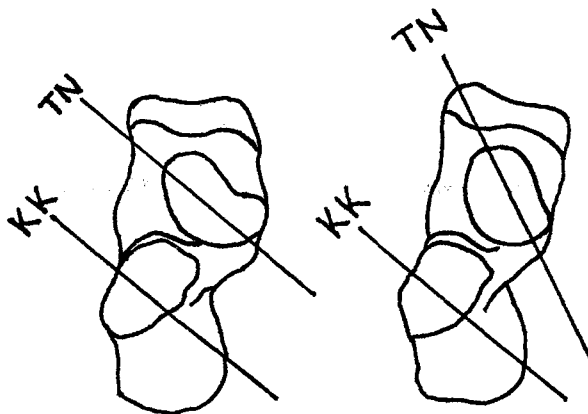
A: Nötral

B: Pronasyon

C: Supinasyon

Transvers Tarsal Eklem: Bu eklem biyomekanik özellikleri Elftman tarafından ayrıntılı olarak incelenmiştir⁽¹⁴⁾. Abduksiyon-adduksiyon, kısıtlı ölçüde fleksiyon-ekstansiyon ve rotasyon hareketleri oluşur. Subtalar veya ayak bileği eklemine hareketleri kısıtlanırsa transvers tarsal eklem hareketleri kompensatris olarak artabilir.

Bu eklem hareketleri subtalar eklem kontrolü altındadır⁽¹⁴⁾. Subtalar eklem eversiyona geldiğinde talus ve kalkaneusun rotasyonları sonucu talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerin hareket eksenleri birbirlerine paralel hale gelirler. Böylece transvers tarsal eklem hareket yeteneği artar (Şekil-7).



Şekil-7:

Talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerin hareket eksenleri subtalar eklem konumuna göre pozisyon değiştirirler.

Yürümenin topuk teması sırasında inversiyon mevcuttur. Taban teması ile birlikte subtalar eklem eversiyona gider. Transvers tarsal eklem hareketleri artmış

ve ayak esneklik kazanmıştır. Böylece ayağın zemine adaptasyonu kolaylaşır. Topuğun yerden kalkmasıyla birlikte subtalar ekleme tekrar inversiyon oluşur. Talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerin hareket eksenleri birbirinden uzaklaşır. Transvers tarsal eklem hareketleri kısıtlanır. Ayak, sağlam bir kaldıraç kolu şekline döner. Gastrosoleus kasının yük koluna göre kuvvet kolu uzar ve vücudun öne itilmesi kolaylaşır^(35,36). Pes planusta subtalar eklemin eversiyondan inversiyona geçme süresinin normalden %10 daha uzun olduğu bildirilmiştir⁽³⁷⁾. Böylece posterior grup kasların kuvvet kolu kısalarak yükleri artar.

Metatarsofalanjial Eklem: Yürüme sırasında topuğun yerden kalkmasıyla birlikte metatarsofalanjial ekleme ekstansiyon olur. Plantardaki yumuşak dokular gerilerek longitudinal ark yüksekliğinin artmasına yardımcı olurlar.

1. ve 5. metatars başları arasındaki enine eksen ayak uzun eksenine göre laterale doğru 28° eğim yapar^(35,46). Bu eğime bağlı olarak metatarsofalanjial eklemlerin ekstansiyonu sırasında ayak önünde adduksiyon ve tüm ayakta supinasyon oluşur. Böylece transvers tarsal eklemin kilitleme mekanizması artar⁽³⁵⁾.

YUMUŞAK DOKU FAKTÖRLERİ

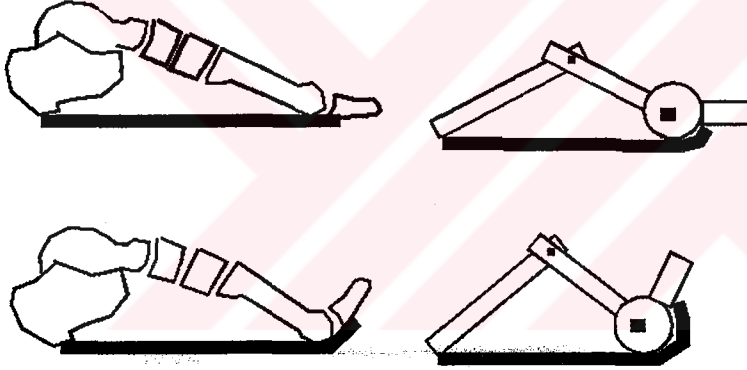
Yürüme ve ayakta durma sırasında oluşan biyomekanik olayları sadece ossöz etkileşmelerle açıklamak mümkün değildir. Ayakta çok önemli fonksiyonlar üstlenen bazı yumuşak doku faktörlerinin bilinmesi gerekir.

Topuğun yere ilk teması sırasında zemin reaksiyonunun yarattığı stresi azaltmak için kalkaneus yumuşak dokular üstünde kayar. Bu kayma hareketi kalkaneusun altında bulunan kalkaneal ped yardımı ile olur. Kalkaneal ped, kalkaneusla taban cildi arasında bağlantıları olan ve bölmeler oluşturan fibröz doku ile bunların arasını dolduran yağ dokudan ibarettir. Adım atma sırasında oluşan stresleri tüm topuğa yayar. Normal yürümede kalkaneal pedin 1 cm²'sine 3.3 ile 5 kg arasında yük biner⁽⁴⁷⁾.

Diğer bir kayma hareketi metatars başları ile zemin arasında görülür. Metatarsofalanjial eklem kapsülü, plantar fascia huzmeleri, fleksör tendonlar ve cilt altı yağ dokusu, metatars başları ile zemin arasında metatarsal ped görevi

görürler⁽³⁵⁾. Ayak önünün yere temasından parmak ucuna kalkma dönemine kadar metatars başlarında öne doğru kayma olur. Böylece birim alana binen yük azaltılır. Hem kalkaneal hem de metatarsal kayma hareketleri Rose tarafından hareket halindeki bir tankın paletlerine benzetilmiştir⁽⁵³⁾.

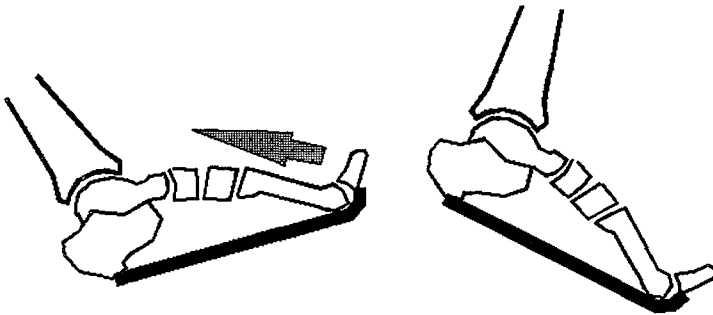
Plantar fasia, longitudinal ark üzerine etkili faktörlerden biridir. Sağlam fibrotik yapısı nedeniyle tek başına 90 kg yük taşıyabilir ve boyu %4 kadar uzayabilir⁽⁴⁷⁾. Metatarsofalanjial eklemlerin ekstansiyonu ile plantar fasia gerilir. Metatars başları ile kalkaneus birbirine yaklaşır. Metatarslarda, transvers tarsal eklemler seviyesinde fleksiyon oluşur. Böylece longitudinal arkın yüksekliği artar. Bu etki plantar fasianın çıkık veya bucurgat mekanizması olarak bilinir^(25,28,35,36,47,56). Tüm parmakların ekstansiyonunda etkili olabileceği gibi bir tek parmağın ekstansiyonunda da görülür. Özellikle 1. parmağın ekstansiyonunda çıkık mekanizması belirgindir ve ayak muayenesinde bir yöntem olarak kullanılır (Şekil-8).



Şekil-8:

Plantar fasianın çıkık fonksiyonu.

Topuğun yere teması sırasında 1. parmak ekstensörleri kasılır ve plantar fasia mekanizması aktif olarak çalışır. Taban teması ile bu olay sona erer. Topuğun yerden kalkması ile birlikte parmakların ekstansiyona gelmesi plantar fasianın pasif olarak tekrar gerilmesine yol açar (Şekil-9).



Şekil-9:

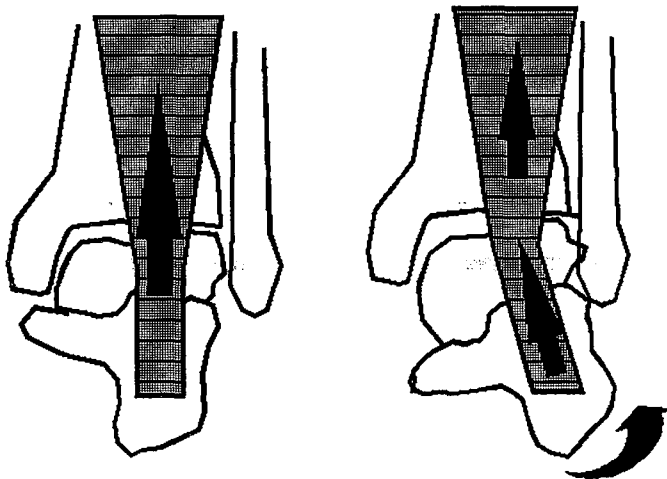
Plantar fasia, topuk vurma fazında aktif olarak, parmak ucuna kalkıldığında da pasif olarak çalıştırılır.

Kaslar ayaktaki biyomekanik olaylara dinamik destek sağlarlar. Ayakta durma sırasında kasların ark oluşumunda katkılarının olmadığı deneysel ve klinik çalışmalarla gösterilmiştir^(37,76). Ancak yürüme sırasında oluşan kas kontraksiyonları, arkların üzerine binen stresleri azaltarak ark bütünlüğüne destek olurlar. Longitudinal ark üzerine en çok etki eden kaslar tibialis posterior, fleksör hallusis longus, fleksör digitorum longus ve peroneus longustur⁽⁷⁶⁾.

Ayak bileği ve subtalar eklemi çevreleyen kasların çekme yönü, yapışma yerleri ile bağlantılıdır. Örneğin; peroneal kaslar aynı etkiye sahip görünseler de peroneus brevis ayak arkası evertörü iken peroneus longus ayak önü pronatorudur. Bu kaslar tek başlarına kasıldıklarında ayakta oluşturdukları etkiler farklıdır.

Plantar kaslar aktive olduklarında metatarsları kalkaneusa yaklaştırarak longitudinal arki yükseltirler. Bu etkilerini transvers tarsal eklemi fleksiyona getirerek gösterirler.

Vücut ağırlığı taban üçgeninin dışına çıktığında, diğer bir deyişle ayak biyomekaniği bozulduğunda kaslar farklı fonksiyonlar üstlenebilir. İleri derecede topuk eversiyonu oluşursa, vücut ağırlık merkezi aşil tendonunun medialine düşer. Sonuçta ayak fleksörü olan gastrosoleus kası aynı zamanda evertör olarak davranır⁽³⁵⁾ (Şekil-10).



Şekil-10:

Subtalar eklemi eversiyonu ile aşil tendonunun çekme yönü değişir. Gastrosoleus kas grubu evertör gibi davranır.

ALT EKSTREMİTE ROTASYONLARI VE YÜRÜME ANALİZİ

Ekstremitelerin uzun eksenleri çevresindeki dönme hareketleri rotasyon, alt ve üst uçları arasındaki açısal rotasyonel farklılıklar da torsiyon olarak isimlendirilir. Rotasyonu belirleyen değerler çocukluk yaşlarında normalin alt ve üst standart deviasyonları arasında değerlendirilir. Femur ve tibia torsiyonlarının gelişiminde genetik faktörler ve ekstremitelerin intrauterin pozisyonları önemli rol oynarlar. Bunlarla birlikte doğum sonrası alt ekstremitte pozisyonları da torsiyonel değişikliklere yol açabilirler. Bir çok çalışmada çocukların oturma ve uyuma pozisyonları ile alt ekstremitte torsiyonel özellikleri arasında bağlantı saptanmıştır^(2,30,76).

Tibial torsiyonu etkileyen en önemli faktör, fetüsün intrauterin pozisyonu olarak bildirilmektedir⁽⁶⁵⁾. Gebeliğin son aylarında, ayağın rotasyonel hareketlerine bağlı olarak tibianın torsiyonel yapısı belirlenir. Katz, prematürelde yaptığı çalışmalar sonucunda 8 aydan erken doğan bebeklerde medial tibial torsiyonun olmayacağını öne sürmüştür⁽²⁹⁾. Le Damany'nin öncülüğünü yaptığı tibial torsiyon ölçüm çalışmalarında, yöntemine göre farklılıklar olmakla birlikte erişkinde ortalama 20° civarında lateral tibial torsiyon saptanmıştır^(c1176). Yenidoğan tibiasında ise torsiyonun çok az olduğu veya hiç olmadığı bir çok yazar tarafından belirtilmektedir^(7,15,61,62,64,65,76). Khermosh 230 normal yenidoğanda tibial torsiyon ölçümü yapmış ve bu çocukları uzun süre izlemiştir. Sonuçta, doğum sırasında ortalama 2.2° lateral tibial torsiyon olduğunu ve yılda ortalama 1.3° artış gösterdiğini saptamıştır⁽³²⁾. 10 yaşındaki bir çocukta ortalama 14° eksternal tibial torsiyon vardır.

Femoral torsiyon gelişimini etkileyen faktörler tibial torsiyona yol açan nedenlerle benzerlik gösterir. Ancak femurun horizontal yapısının oluşumunda ailevi yatkınlık daha belirgindir. Doğumda fazla olan medial torsiyon erişkin yaşa kadar azalır^(48,72,76). Staheli yaptığı ölçümlerde, yenidoğan döneminde 30°-40° arasında medial femoral torsiyon olduğunu, yılda ortalama 1.5° azalma ile erişkinde 8°-14° sınırlarına ineceğini saptamıştır⁽⁶⁵⁾.

Tibial torsiyon ölçümlerinde kullanılan klinik yöntemlerde hata oranı yüksektir. Bu yüzden sadece kitle taramalarında önerilmektedir^(62,71). Tropometrik yöntemler, özel cihazlara gereksinim duyulduğundan pratik değildirler. Radyolojik yöntemler ise kemik ossifikasyonu yeterli olmadığı için küçük yaş gruplarında hatalı sonuçlar verebilmektedir⁽⁶²⁾. Bununla birlikte en az hata oranı içeren Tiner yöntemi ile tibial torsiyon ölçümü yapılabilir⁽⁴⁵⁾. Günümüzde tibial torsiyon ölçümünde en net ve doğru sonuçlar bilgisayarlı tomografi ile alınmaktadır^(26,52,71,79). BT ile torsiyon ölçümlerinde hata payı 0 ile 4° arasındadır⁽⁷¹⁾. Ancak kooperasyon kurma zorluğu yaşanan çocuklarda yetersiz kalması ve tetkikin pahalı olması nedeniyle kitle taramalarından çok bilimsel çalışmalarda kullanılması önerilmektedir^(65,71).

Tibia ve femurdaki torsiyonel deformiteler yürüme sırasında ayağın içe veya dışa doğru dönmesiyle kendilerini gösterirler. Bu deformiteler çocukluk döneminde görülüp fonksiyonel kısıtlama yapmazlarsa benign olarak kabul edilirler. Bununla birlikte horizontal plandaki dizilimi değerlendirirken ekstremitenin tüm üniteleri birarada incelenmelidir. Medial femoral torsiyonu fazla olan çocukların büyük çoğunluğunda lateral tibial torsiyon olduğu kabul edilmektedir^(64,85,73,76). Ters yöndeki bu iki deformite birbirini kompanse eder ve ayak yere normal olarak basar. Ancak hastaların dizleri içe doğru dönüktür. Yürüme sırasında kasların çekme yönleri değiştiği için diz ağrısı oluşur. Torsiyonel kötü dizilim sendromu adı verilen bu durumun osteoartroz gelişimine yol açacağı öne sürülmektedir⁽⁶⁵⁾.

Yürüme Analizi: Yürüme döngüsü, bir ayağın topuk temasından aynı ayağın bir sonraki topuk temasına kadar geçen süreç olarak tanımlanır. Bunun %60'ı ayağın yerde olduğu durgunluk dönemi, %40'ı da ayağın yere değmediği salınım dönemidir^(17,41,46) (Şekil-11). Ayak ve alt ekstremitayı etkileyen kompleks hareketler durgunluk döneminde oluşur. Yine bu dönemde vücut ağırlığı taşındığı için kemik yapılar üzerine binen yük fazladır. Biyomekanik özellikleri açısından önemli olan durgunluk dönemi üç bölümde incelenir.

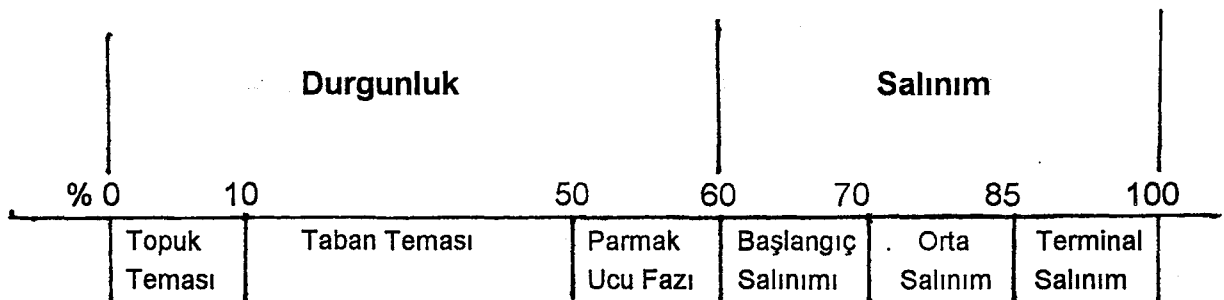
1. Bölüm (Topuk vurma fazı): Topuk teması ile taban teması arasındaki dönemdir. Bu sırada ayak ve alt ekstremiteye binen yük vücut ağırlığının %20'si kadardır. Topukta inversiyon, tibiada dış rotasyon olur. Kuadriseps kası kasılıdır ve tuberositas tibiayı içe doğru zorlar⁽⁴⁶⁾.

2. Bölüm (Taban teması fazı): Ayak tabanının yere tam basışından topuğun yerden kalkmasına kadar sürer. Alt ekstremitte yükü vücut ağırlığı kadardır. Topukta eversiyon gelişirken tibia içe doğru döner. Ayak intrensek kasları ve posterior grup ekstrensek kaslar kasılıdır. Kuadriseps kasının gerginliği azalır.

3. Bölüm (Parmak ucu fazı): Topuğun yerden kalkması ile parmak uçlarının yerden kalkması arasındaki dönemdir. Alt ekstremitteye binen yük vücut ağırlığının %40 üstüne çıkar⁽⁴¹⁾. Topukta inversiyon ve tibia distal ucunda dışa doğru dönme hareketi gelişir. Kuadriseps ve hamstring kasları kasılıdır. Böylece diz eklemi birkaç derecelik fleksiyonda kilitlenir.

Yürüme sırasında alt ekstremitte bazı rotasyonel devinimler oluşur. Proksimalden distale doğru artarak pelviste ortalama 8°, femurda 15° ve tibiada 19° rotasyon oluşur⁽⁴¹⁾. Salınımın başlangıcında iç rotasyonda olan bacak, terminal salınımda dış rotasyona döner. Durgunluk fazının ilk %10'unda da (topuk teması) bacakta dış rotasyon görülür. Taban temasında iç rotasyon gelişirken parmak ucuna kalkıldığında tekrar dış rotasyon gözlenir. Böylece vücut ağırlığının taşındığı dönemde iki kez dış rotasyon bir kez de iç rotasyon oluşur⁽⁴¹⁾.

Tibiada oluşan dönme hareketleri, anatomik yapısı nedeniyle ayak bileği eklemi tarafından absorbe edilemez. Rotasyonel hareketlerin ayaktaki merkezi subtalar eklemdir. Yürüme sırasında tibiada oluşan iç rotasyon zorlamaları menteşe tipindeki subtalar eklem tarafından eversiyona çevrilir. Ayakta pronasyon oluşur. Bunun tersi olarak, dış rotasyon zorlamaları da inversiyon ve supinasyona yol açar⁽⁴¹⁾. Alt ekstremitte rotasyonel hareketlerin ayağı anlatılan şekilde etkileyebilmesi için, ayağın zeminde sabit olması gerekir.



Şekil-11: Yürüme döngüsü ve fazları⁽¹⁷⁾.

PES PLANUS

Tanım: Pes planus deformitesi, ayak longitudinal arkının çökmesi ile ayak tabanının yere daha geniş bir şekilde temas etmesidir. Bu terim, arkta çökme oluşturan patolojilerin hepsini kapsadığından değerini yitirmiştir⁽⁵⁾. Longitudinal ark çöküklüğü birbirinden farklı etyolojik, patolojik ve klinik özellikler gösteren hastalıklar sonucunda oluşur. Tarsal koalisyon, peroneal spastik pes planus, fleksibl pes planus, vertikal talus gibi patolojiler longitudinal arkın çöküklüğü ile kendilerini gösterirler. Ancak bu deformiteler birbirlerinden farklıdır.

Biz bu çalışmada fleksibl pes planusu ele aldık. Bu deformite literatürde hipermobil pes planus⁽⁶⁾ veya fleksibl pes planovalgus⁽⁷⁶⁾ olarak da isimlendirilir.

Etyoloji

Pes planus deformitesine yol açan hastalıklar geniş bir yelpaze oluşturduğu için etyolojiye yönelik çok sayıda sınıflama yapılmıştır. Bunlardan Moulies'nin yaptığı etyolojik sınıflama⁽⁴³⁾ Tablo-2' de verilmiştir.

Fleksibl pes planusun etyolojisi ise tam olarak bilinmemektedir. Ancak en çok desteklenen teori ligamentöz laksitedir^(6,16,43,54,59,76,82,86). Eklem kapsülü ve bağların özellikle de plantar kalkaneonaviküler bağın gevşekliğine bağlı olarak talus başının alt desteği azalır. Böylece medial longitudinal ark çöker.

Fleksibl pes planusta genetik özellikler üzerinde de durulmaktadır. Ancak bazı çalışmalarda pes planusun değil bağ gevşekliğinin ailevi geçiş gösterdiği belirtilmektedir⁽⁸⁶⁾.

Wetzenstein, intrauterin hayatta topuğun eversiyonda durmasının fleksibl pes planusa yol açacağı görüşünü ileri sürmüştür^(cit38).

Harris ve Beath, sustentakulum tali hipoplazisini sorumlu tutmuşlar ancak kesin bulgular elde edememişlerdir^(cit64).

Geçmiş yıllarda çocukların erken ve yalınayak yürütülmesinin fleksibl pes planusa yol açacağına inanılmaktaydı^(cit64,83,84). Ancak bir çok çalışmada fleksibl pes

planusun ayakkabı giyen çocuklarda da görüldüğü, yalınayak yürümeye alışkanlığı olanlarda daha az rastlandığı bildirilmektedir^(10,51,66,67,69,82).

Sonuç olarak etyolojideki teoriler tam manası ile kanıtlanmamıştır.

<p>1-GEÇİCİ PES PLANUS</p> <p>a) Benign Hiperlaksite (Fleksibl Pes Planus)</p> <p>b) Geçici Ossöz Diziye Uyum (Fizyolojik Genu Valgum)</p> <p>2-KALICI PES PLANUS</p> <p>a) Patolojik Hiperlaksite (Kollajenozlar, Marfan Sendromu)</p> <p>b) Konjenital Anomaliler (Konjenital Pes Planus)</p> <p>▶ Ossöz Kusurlar (Tarsal Koalisyon, Vertikal Talus)</p> <p>▶ Kas Anomalileri (Peroneal Spastik Pes Planus)</p> <p>c) Adele Gücü Dengesizlikleri (Nöromuskuler Hastalıklar)</p> <p>d) Komşu İskelet Ünitelerinin Deformitelerine Uyum</p> <p>▶ Alt Ekstremitte Torsiyonel Deformiteleri</p> <p>▶ Patolojik Genu Valguma Bağlı Pes Planus</p>
--

Tablo-2: Pes Planusun etyolojik sınıflaması (Moulies,D., 1993.)

Patolojik Değişiklikler ve Deformitenin Analizi

Pes planusta temel patoloji medial longitudinal arkın çökmesidir. Ark yüksekliğindeki azalma talokalkaneal, talonaviküler veya naviküloküneiform eklemlerin birinde ya da hepsinde çökme ile oluşur. Çökmeye yol açan faktöre bağlı olarak ayakta oluşan patolojik değişiklikler farklıdır.

Bağ gevşekliği olan bir ayağa vücut ağırlığı bindiğinde medial ve interossöz talokalkaneal bağlar gevşek olduğu için kalkaneusta eversiyon oluşur. Subtalar eklemin konumuna bağlı olarak kalkaneusun ön kısmı aynı zamanda dışa doğru

döner. Sonuçta talus başı altındaki sustentakulum tali desteği kaybolur. Plantar kalkaneonaviküler bağ da destek olamadığı için talus aşağı ve içe doğru eğilir. Talus başı ayağın iç kısmında bir çıkıntı oluşturur. Böylece medial longitudinal arkta kırılma oluşur. Bazı yazarlar, kalkaneus eversiyonunu patolojik olayların başlangıcı olarak kabul ederler ^(34,39,59).

Talus ve kalkaneusun ters yönlerdeki dönme hareketleri sonucu subtalar eklemin lateralinde sıkışma oluşur. İleri derecede eversiyonu olan ayaklarda zamanla bu bölgede kemik deformiteleri gelişebilir ve deformite sert, ossöz yapı kazanabilir ^(6,59).

Topuk eversiyonu ile medial longitudinal arkın çökmesi sonucunda ayak arkası pronasyona gider. Vücut ağırlık merkezi ayak tabanı üçgeninin medialine kayar. Böylece ayak iç kenarına daha fazla yük biner. 1. metatars başının yükü artarken 5. metatars başının yükü azalır hatta 5. metatars yere değmeyebilir. Bunu kompanse etmek için transvers tarsal eklemden kırılma oluşur ve ayak önü tibiaya göre supinasyona gelir. Bu eklemden kırılma aynı zamanda horizontal planda da olur. Naviküler ve küboid kemik distaldeki yapılarla birlikte abduksiyona gider. Bu özellik pes planus için karakteristiktir ⁽⁴²⁾. Ayak ortası ve önü ile arkası zıt yönlerde doğru dönerler. Ayağın medial kenarı lateralden daha uzun hale gelir.

Pronasyon nedeniyle transvers tarsal eklemin kilitleme mekanizması bozulur. Ayak normale göre daha uzun süre esnek durumda kalır ve yürüme sırasında gastrosoleus kas grubunun yükü artar. Aşırı pronasyonlu ayaklarda zamanla bu kasta kontraktür gelişebilir ve aşil tendonu gerginliği oluşabilir. Kalkaneusun sagittal planda eğimi azalır. Plantar yüzdeki konkav görünüm konveks hale dönebilir. Bu durumda topuk eversiyonu daha da artar ve ayak biyomekaniği aşırı derecede bozulur.

Anlatılan bu patolojik değişiklikler yükün kaldırılması ile tamamen düzelir. İleri derecede deforme ayaklarda eğer de olsa yaş ilerledikçe bağ gevşekliği düzelmeyebilir. Kemiklerde şekil değişikliği oluşursa yükün kaldırılmasıyla deformite düzelmeyebilir.

Klinik Özellikler

Küçük yaş gruplarında fleksibl pes planus genelde asemptomatiktir. Hekime başvurma nedeni çoğunlukla, çocuğun ayak görünümünün aile bireylerini tedirgin etmesidir. Obes çocuklarda erken yorulma, fizik aktivite sonrasında özellikle bacak posterior grup kaslarda ağrı oluşabilir.

Sistemik muayenede yaygın laksite varlığı aranır. Eklem laksitesinin derecesi Wynee-Davies tarafından Tablo-3'teki gibi sınıflanmıştır⁽⁸⁶⁾. Buna göre, bir kriter varlığı hafif laksiteyi, iki veya daha fazla kriter varlığı ise şiddetli laksiteyi gösterir. Fleksibl pes planusta eklem laksitesi arttıkça ossöz değişikliklerin oluşma riski artar ve prognoz açısından olumsuz bir faktördür⁽⁶⁾.

- 1- Dirseklerde 5° üzerinde aktif hiperekstansiyon
- 2- Dizlerde 5° üzerinde aktif hiperekstansiyon
- 3- El 1. parmağının pasif hiperekstansiyonda önkola değmesi
- 4- El 2. 3. 4. 5. parmaklarının pasif hiperekstansiyonda önkola paralel duruma getirilebilmesi
- 5- Ayak bileğinde 45° üzerinde pasif ekstansiyon

Normal: 0 Kriter

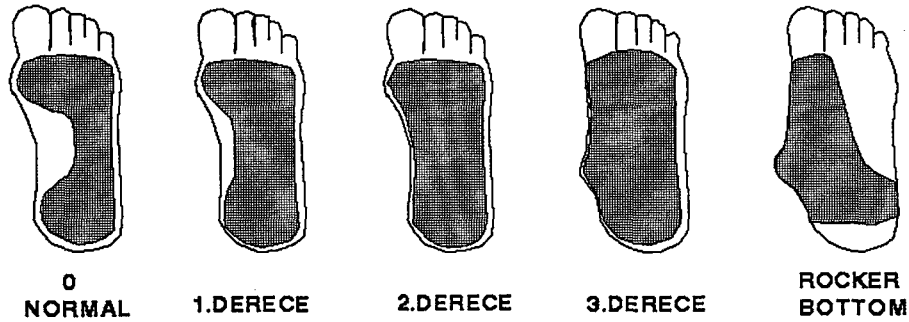
Hafif Laksite: 1 Kriter

İleri Laksite: 2 ve üzerinde kriter varlığı

Tablo-3: Hiperlaksitenin değerlendirilmesi (Wynee-Davies, 1970)

Alt ekstremitte deformiteleri özellikle pes planus açısından önemli olan femur ve tibia torsiyonları araştırılmalıdır. Klinik olarak yüzükoyun yatan çocukta yaptırılan kalça iç ve dış rotasyonları, femur torsiyonu hakkında kabaca fikir verir. Tibia torsiyonu da yine yüzükoyun yatan çocukta dizler 90° fleksiyonda iken ayak uzun eksenini ile uyluk uzun eksenini arasındaki açıyla değerlendirilebilir.

Ayak muayenesinde göze çarpan ilk bulgu, yüklenme sırasında medial longitudinal arkın çökmesidir. Ayakta pronasyon görülür ve ayağın iç kısmı yere daha çok değer. İleri olgularda talus başı ayağın iç ve alt kısmında çıkıntı şeklinde görülür hatta zemine değebilir. Tachdjian, fleksibl pes planuslu hastalarda longitudinal arktaki çökmeyi klinik olarak Şekil-12'deki gibi sınıflamıştır⁽⁷⁶⁾.



Şekil-12: Longitudinal ark çöküklüğünün klinik sınıflaması (Tachdjian, 1990)

Ayağa arkadan bakıldığında kalkaneus eversiyona gittiği için medial malleol, lateral malleolden daha aşağıda görülür. Topuğun uzun ekseni ile bacağın uzun ekseni arasında açılma oluşur. Bu açının 5° üzerinde olması anormal eversiyon olduğunu gösterir ve patolojiktir^(5,34).

Başparmak hiperekstansiyon testi, deformitenin esnek olup olmadığını belirlenmesinde kullanılır. İlk kez 1953 yılında E.A. Jack tarafından tanımlandığı için Jack Testi olarak ta bilinir⁽⁷⁶⁾. 1. metatarsofalanjial eklemin pasif ekstansiyonunda longitudinal arkın yükselmesi ve tibianın eksternal rotasyona gitmesi, deformitenin bağ gevşekliğine bağlı olduğunu gösterir.

Ayak izi analizleri longitudinal arkın yapısını gösterir ve kitle taramalarında yardımcıdır⁽⁸¹⁾.

Ayak tabanındaki basınç değişikliklerini incelemek için öncelikle ayak tabanındaki nasırlar araştırılmalıdır. Böylece tabandaki basınç değişiklikleri hakkında fikir edinilir⁽⁵⁴⁾. Aynı amaca yönelik en pratik yöntem, altına ayna yerleştirilmiş cam bir tabla üzerine bastırmaktır⁽⁴³⁾. Ayak tabanının aynadaki görüntüsü, ayağın yere basma şeklini ve basınç değişikliklerini gösterir. Daha

ayrıntılı basınç incelemeleri için pedobarografik yöntemlerden yararlanır. Bu yöntemler daha çok bilimsel çalışmalarda yardımcıdır.

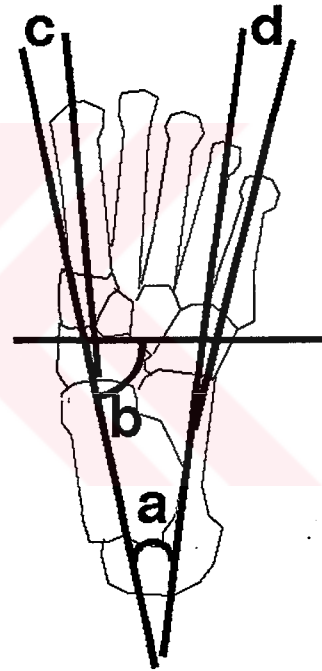
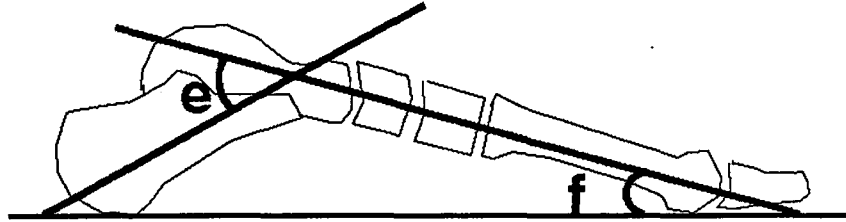
Ayaktaki bu bulgular, yük kaldırıldığında normale döner ve longitudinal ark görülebilir hale gelir.

Radyolojik Özellikler

Pes planusta radyolojik incelemeler, deformitenin derecesini ve kemik yapıları göstermesi açısından oldukça önemlidirler. Ayak kemiklerinin birbirleriyle ilişkileri ve eklem bütünlükleri bazı özel ölçümlerle belirlenebilir. Ayak radyogramlarında sağlıklı ölçümler yapılabilmesi için grafilerin standart bir şekilde çekilmesi gerekir. Fleksibl pes planusta özellikle dorsoplantar ve lateral doğrultuda çekilen yüklenme grafilerinden yararlanır^(31,80). Dorsoplantar yüklenme grafisi, hasta ayakta dururken tüp frontal plan ile öne doğru 10 ° açı yapacak şekilde talus başı hizasına odaklanarak çekilir. Lateral grafi ise, yine ayakta dururken tüp zemine paralel tutulup talus başı hizasına odaklanarak elde edilir. Her iki grafide de tüp ile kaset arası bir metredir.

Radyolojik incelemeler özellikle çocuklarda bazı yönlerden yetersiz kalabilirler. Bunlardan birincisi, radyogramların iki boyutlu görüntü vermesi nedeniyle ayağın üç boyutlu yapısının incelenememesidir. Bir diğer sorun da çocuklarda ayak kemiklerinin tam ossifiye olmamasıdır. Kemik eksenlerinin çizimlerinde referans noktaları görülemediğinden hata oranı erişkine göre fazladır. Bu nedenle çocuk yaş gruplarında radyolojik ölçümlerin değerlendirilmesinde sınırlar geniş tutulmalıdır⁽⁸⁰⁾.

Fleksibl pes planusta, dorsoplantar ve lateral grafilerde en çok kullanılan ölçümler Şekil-13'te gösterilmiştir^(76,80). Dorsoplantar grafilerdeki talokalkaneal açı (a) ve talus-1. metatars açısı (c) artarken, dorsoplantar talonaviküler açı (b) ve kalkaneus-5. metatars açısı (d) azalır. Lateral grafide de talokalkaneal açı (e) ve talus eğimi (f) artar⁽⁸⁰⁾.



Dorsoplantar grafi ölçümleri:

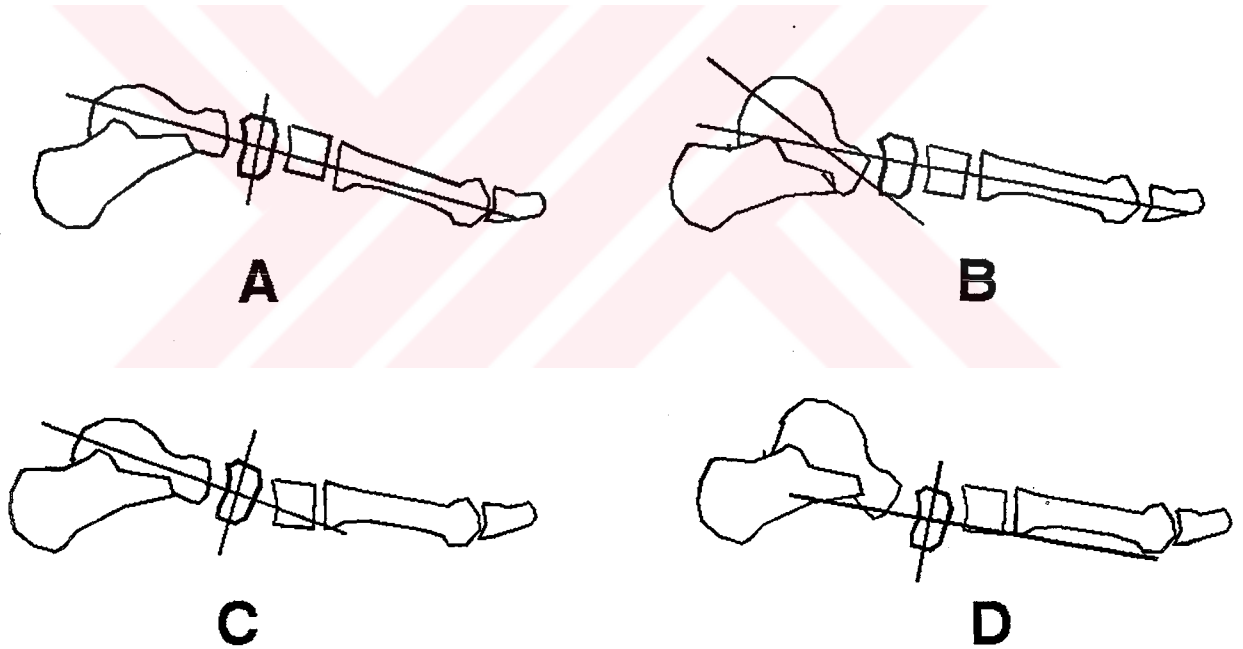
- a) Talokalkaneal Açığı (20° ile 40°)
- b) Dorsoplantar Talonaviküler Açığı (60° ile 80°)
- c) Ön-Arka Talus-1. metatars Açığı (0 ile 15°)
- d) Kalkaneus-5. metatars Açığı (-5 ile 18°)

Lateral grafi ölçümleri:

- e) Talokalkaneal Açığı (20° ile 40°)
- f) Talus Eğim Açığı (26.5°±5.3)

Şekil-13: Pes planus radyogramlarında yapılan ölçümler ve normal değerleri^(76,80).
 (-) değerler ayağın orta hattına doğru, (+) değerler ise ayağın dışına doğru oluşan açılarını belirtir.

Normal bir ayağın lateral grafisinde, talus, naviküler, medial küneiform ve 1.metatars longitudinal eksenleri aynı hat üzerinde yer alırlar. Bu hat, naviküler kemiğin vertikal eksenine dik açı yapar(Şekil-14a). Fleksibl pès planusta longitudinal ark, çökme seviyesine göre talonaviküler veya naviküloküneiform eklemler üzerinde ya da her iki seviyede kırılabilir. Talonaviküler çökmelerde talus uzun eksenini plañtara dönerek navikülerin alt ucundan, medial küneiformun da arkasından geçer. 1.metatars, medial küneiform ve navikülerin uzun eksenleri ise aynı çizgi üzerinde bulunurlar(Şekil-14b). Naviküloküneiform çökmelerde talus ve naviküler uzun eksenleri aynı doğrultuda olup bu çizgi medial küneiformun alt yarısı ve 1.metatarsın proksimalinin altından geçer(Şekil-14c). Heriki eklemden birden çökme oluşursa, naviküler uzun eksenini hem talusun hem de küneiform ile 1.metatarsın altından geçer⁽⁷⁶⁾(Şekil-14d).



Şekil-14: Medial longitudinal arkın kemik komponentlerinin fleksibl pes planusta kırılma seviyesine göre pozisyonları.

- a- Normal
- b- Talonaviküler çökme
- c- Naviküloküneiform çökme
- d- Mikst tip çökme

IV. MATERYAL VE METOD

Temmuz 1994 ile Aralık 1995 yılları arasında DEÜTF Ortopedi ve Travmatoloji ABD polikliniğine düztabanlık yakınmasıyla başvuran 2-6 yaş arası 20 olgunun 40 alt ekstremitesi çalışmaya alındı (Grup 1). Hastaların hepsinde fleksibl pes planus mevcuttu ve çalışma grubu eksternal tibial torsiyonlu olgulardan oluşturuldu. Konjenital anomali, nörolojik hastalıklar gibi sorunları olan ya da önceden alt ekstremitelere yönelik cerrahi girişim, atelleme veya alçı uygulanmış hastalar çalışma grubuna alınmadı. Olguların 11' i erkek, 9' u kız, ortalama yaş 49.1 ay olarak bulundu. Fleksibl pes planusu olup alt ekstremitelere torsiyonel deformitesi olmayan 10 olgunun 20 alt ekstremitesi kontrol grubu olarak belirlendi (Grup 2). Hastaların yaş ve cinsiyetlere göre dağılımı tablo-4' te verilmiştir.

Yaş(Ay)	1. Grup			2. Grup		
	Kız	Erkek	Toplam	Kız	Erkek	Toplam
24-35	1	3	4	1	1	2
36-47	3	2	5	1	1	2
48-59	3	3	6	1	2	3
60-72	2	3	5	2	1	3
Toplam	9	11	20	5	5	10

Tablo-4: Olguların yaş ve cinsiyete göre dağılımı.

Hastaların anamnez, fizik muayene ve radyolojik inceleme formu Form-1'de gösterilmiştir. Fizik muayenede, jeneralize laksite Wynne-Davies skorlamasına⁽⁸⁶⁾ göre değerlendirildi. Tüm olgularda ayrıntılı nörolojik muayene, ayak kas gücü muayenesi ve ekstremitelere uzunluk ölçümleri yapıldı. Kalça rotasyonları prone pozisyonda diğer eklem hareketleri supine pozisyonda incelendi. Ayak bileği hareketleri ve gastrosoleus kası kontraktürü, diz tam ekstansiyonda iken araştırıldı. Genu varum ve genu valgum deformiteleri, bacakları bitişik şekilde ayakta duran hastalarda medial femur kondilleri ya da medial malleoller arası mesafe ölçülerek

belirlendi. Ayak arkası eversiyonu için topuk longitudinal uzun eksenini ile bacak uzun eksenini çizildi ve arasındaki açı ölçüldü. Longitudinal ark istirahat ve yüklenme sırasında gözlemlendi. Arktaki çökme miktarı Tachdjian'ın belirttiği kriterlere⁽⁷⁶⁾ göre sınıflandırıldı. Ek ayak deformiteleri kaydedildi. Olgular yürüme ve koşma sırasında gözlenerek alt ekstremitenin rotasyonel devinimleri belirlenmeye çalışıldı.

Hastalar radyolojik olarak ayak radyogramları ve bilgisayarlı tomografi ile incelendiler. Ayak radyogramları her olguda, yüklenme sırasında dorsoplantar ve lateral pozisyonda, x-ray tüpü kasetten 1 metre uzakta tutularak elde edildi. Radyogramlarda dorsoplantar ve lateral talokalkaneal açılar ile lateralde talus uzun ekseninin kırılma seviyesi, talus eğimi, kalkaneus eğimi, 1. metatars eğimi ve talus-1. metatars açıları ölçüldü.

Tibia ve femur torsiyon ölçümleri bilgisayarlı tomografi (General Electric, 9800 Hi-Light Advantage cihazı) ile yapıldı. Ekstremitte sabit tutularak femur ile tibianın distal ve proksimal bölgelerinden kesitler alındı. Bu kesitler üzerinde Yagi ve Sasaki'nin bildirdikleri yöntemine göre⁽⁸⁷⁾ referans hatları çizilerek femur ve tibianın torsiyon dereceleri ölçüldü. Tibial torsiyon, proksimalde tibia platosu bikondiler ekseninin distalde medial ve lateral malleoller arası hat ile yaptığı açı ölçülerek saptandı. Femur kondillerinin posteriorundan geçen teğet hat ile femur boynu uzun eksenini arasındaki açı da femoral torsiyon açısı olarak değerlendirildi. Çalışmaya alınan çocukların yaş grupları gözönünde bulundurularak normal eksternal tibial torsiyonun üst sınırı 15°, normal medial femoral torsiyonun üst sınırı da 45° olarak kabul edildi^(45,65,78). Resim-1 ve Resim-2'de ayak radyogramları ile torsiyon ölçümlerine örnek verilmiştir.

Kontrol ve çalışma gruplarından elde edilen klinik, radyolojik ve torsiyonel değerler birbirleriyle karşılaştırıldı. Verilerin istatistiksel analizi Mann Whitney U testi ile yapıldı.

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ A.B.D.
PES PLANUS-HASTA İZLEM FORMU**

Adı-Soyadı:..... Doğum Yeri:..... Doğum Tarihi:.....Cinsiyet:
Anne-Baba Adı:..... Prot.No:..... İzlem Tarihi:.....
Adres:

Yakınma: Farkedilme yaşı:
Öykü:

PRENATAL:		var	yok
Gebelik Sayısı:.....	Maternal-Enfeksiyon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fetal Hareket Başlangıcı:.....	-Travma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sigara-Alkol kullanımı:.....	-Stres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	-Radyasyon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	-Medikasyon	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	-Toksikoz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	-Düşük tehdidi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

NATAL:
Gebelik süresi:..... Doğum yeri: (Ev / Hastane) Doğum şekli:.....
Prezentasyon:.....

POSTNATAL:

Kilo: Boy:

Nörolojik Gelişim:		var	yok
Baş tutma yaşı:.....	Siyanoz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oturma yaşı:.....	Sarılık	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Konuşma Yaşı:.....	Kundaklama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Emekleme-İlk Adım:.....	Ortopedik ayakkabı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gaita Kontrolü:.....	Ortez-splint	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
İdrar Kontrolü:.....	İlaçlar:.....		
	Aşılar:.....		
	Hastalıklar:.....		

Soygeçmişi:

Kardeşler:

Diğer.....

Ailede pes planus:

Ailede ayak deformitesi:

FİZİK BAKI:

Ayakta Boy:

Oturma Boyu:

Kilo:

Ayak Uzunluğu:

Genel Görünüm:(Obesite,fitik,saç-tırnak bzk.)

Ortopedik Bakı:

Postür:

SİAS-İç malleol:

Sağ /

Sol

Generalize laksite:

Göbek-İç malleol:

/

Sağ /Sol

Sağ /Sol

Sağ /Sol

Kas Gücü:

Tib. ant:..... /.....

Gastrosoleus:

Flex. hallucis:..... /....

Tib.post:..... /.....

Peroneal:

Ext. hallucis:..... /....

Parmak Flex:..... /.....

Parmak Ext:..... /....

Nörolojik Bakı:

Yürüyüş özellikleri:

Hareket Genişliği:

SAĞ

SOL

Kalça:

-Flex:..... - Ext:.....

-Flex:..... -Ext:.....

-Add:..... - Abd:.....

-Add:..... -Abd:.....

-İç Rot:..... - Dış Rot:.....

-İç Rot:..... -Dış Rot:...

Diz:

-Flex:..... -Ext:.....

-Flex:..... -Ext:.....

Ayak Bileği:

-Flex:..... - Ext:

-Flex:..... - Ext:.....

Genu varum:

Genu valgum:

Q Açısı: R: L:

Ayak Muayenesi:

SAĞ

SOL

N

H

O

İ

N

H

O

İ

Long. ark:-Statik:

-Dinamik:

Ayak Önü Valgus:.....-Sağ:

-Sol:

Ayak Arkası:.....-İnversiyon:Sağ:

Sol:

Eversiyon:Sağ:

Sol:

R / L

R / L

R / L

Naviküler Çıkıntı:

...../.....

Met. Abd.:..... /.....

T. Surae Kontraktürü:

Toeing-in:

...../.....

Met. Add.:..... /.....

1.Parmak özellikleri:

Toeing-out:

..... /.....

Jack's hiperext. testi:

Diğer özellikler:..... /....

RADYOLOJİK DEĞERLENDİRME:**X-ray: 1-Dorsoplantar yüklenme grafileleri**

R / L

- Talokalkaneal açı(20-40°):..... /.....
- Talus-1. metatars açısı(0-15°):..... /.....
- Kalkaneus-5. metatars açısı(-5)-18):

2-Lateral yüklenme grafileleri

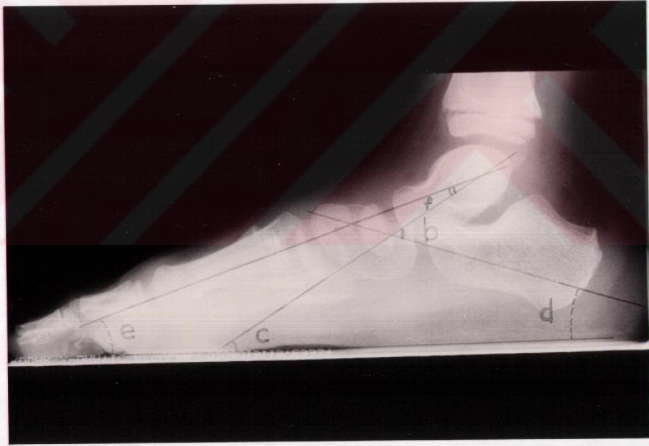
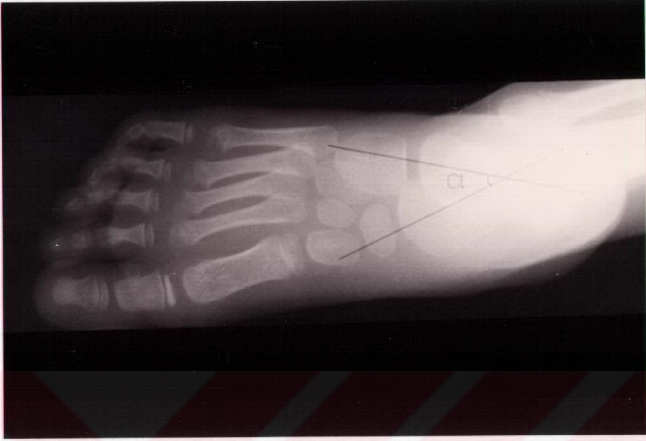
- Talokalkaneal açı(20-40°): /.....
- Kalkaneal Eğim açısı(15-20°):..... /.....
- Talar Eğim açısı(26.5°± 5°):..... /.....
- Talus-1. metatars açısı:..... /.....
- 1. metatars eğimi: /.....
- Ark kırılma seviyesi:..... /.....

BT:

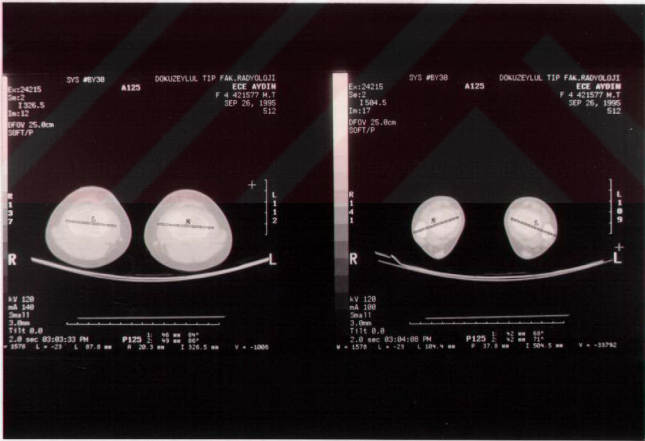
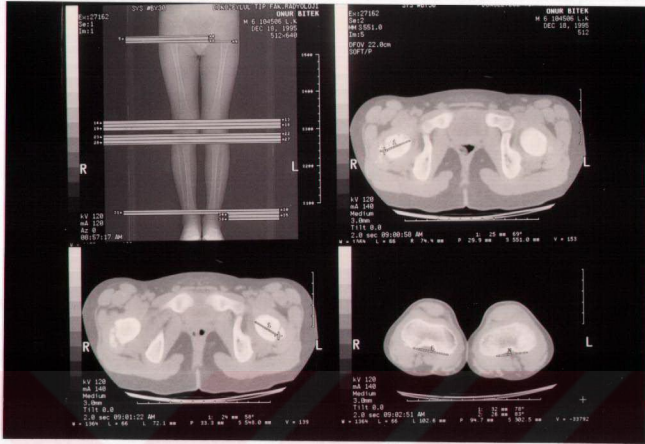
Femoral anteversiyon:..... /.....

Tibial torsiyon:..... /.....

TEDAVİ



Resim-1: Fleksibl pes planuslu bir hastanın dorsoplantar ve lateral ayak grafilerinde dorsoplantar(a) ve lateral talokalkaneal(b) açılar ile talus eğimi(c), kalkaneus eğimi(d), 1.metatars eğimi(e) ve talus-1.metatars açısının(f) ölçümü görülüyor.



Resim-2: Femur ve tibia torsiyonlarının bilgisayarlı tomografi ile ölçümü.

V. BULGULAR

Hastaların yaş ve cinsiyete göre dağılımında iki grup arasında önemli bir farklılık göze çarpmadı (Tablo-4). Çalışma grubunda Wynee-Davies skorlamasına göre 6 olgu normal, 9 olguda hafif ve 10 olguda da ileri derecede ligamentöz laksite bulundu. Hiç bir hastada nörolojik bulgu veya bacak uzunluk eşitsizliği ile karşılaşılmadı. Kas gücü, kooperasyon kurma zorluğu yaşanan 3 olgu dışında ayrıntılı incelendiği halde herhangi bir patolojiye rastlanmadı. Kontrol grubunda da benzer bulgular elde edildi.

1. grupta 6 olguda çift taraflı, 1 olguda tek taraflı olmak üzere toplam 7 hastada aşil tendon kontraktürü saptandı. Bu hastalarda ayak bileği ekstansiyon kısıtlılığı izlendi. Aynı hastaların 4 tanesinde, fizik aktivitelerde erken yorulma ve bacak ağrısı yakınması mevcuttu. 5 hastada kalça iç rotasyonları artmış bulunurken geri kalan olgularda tüm eklem hareket genişlikleri normal bulundu. 2. grupta aşil tendon kontraktürü saptanmadı. Eklem hareketleri tüm hastalarda normal sınırlar içinde bulundu.

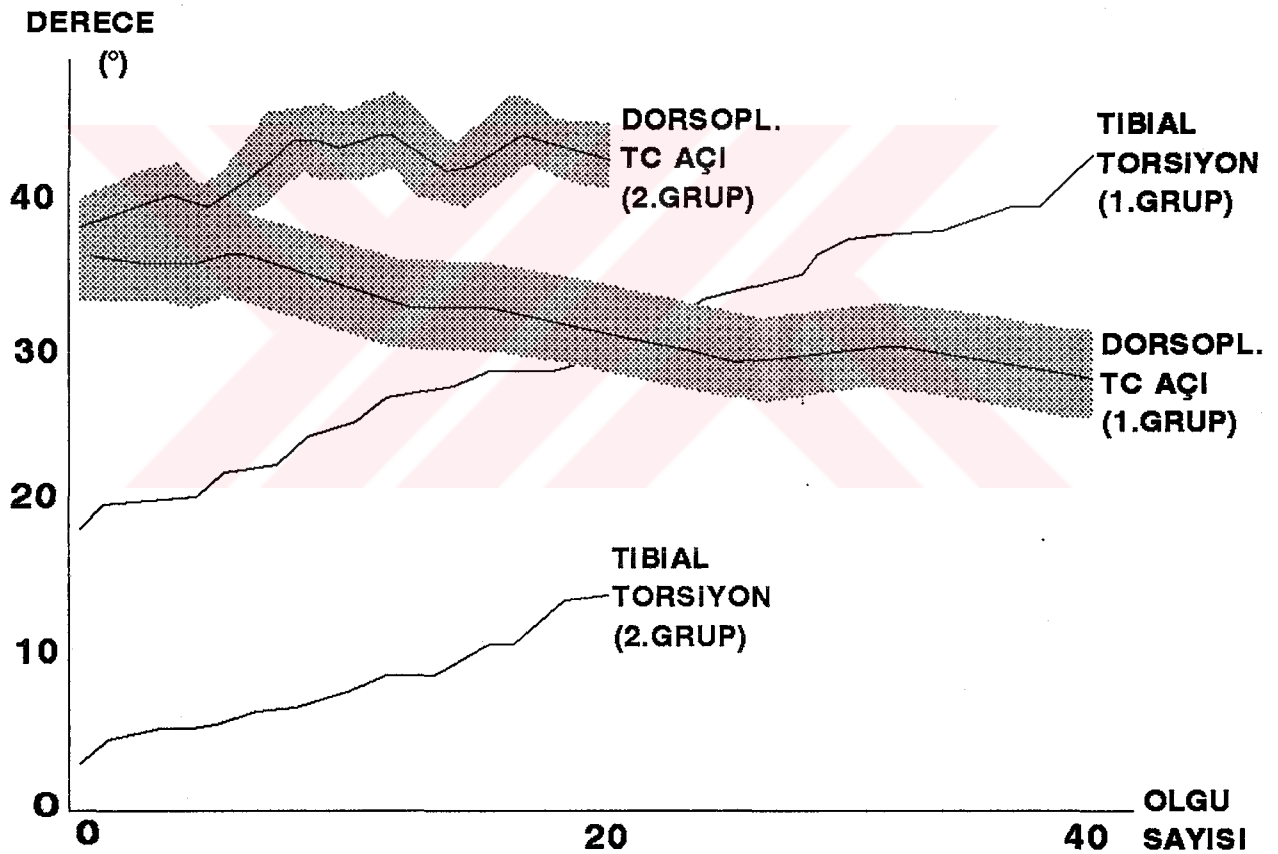
Alt ekstremitenin frontal plan dizilimi değerlendirildiğinde, kontrol ve çalışma gruplarında genu valgum olduğu gözlemlendi. Ayak arkasının frontal plandaki pozisyonu 1. grupta 4 hastada bilateral, 2 hastada unilateral olmak üzere toplam 6 hastada (10 ayakta) normal sınırlar içinde (0-5° eversiyon) kabul edildi. Tüm 1.grupta ayak arkasında ortalama 7.7° (0-16°) eversiyon saptandı. 2. gruptaki hastaların hepsinde 5°nin üzerinde (ort. 9.6°) eversiyon izlendi.

Tachdjian derecelendirmesine göre longitudinal arktaki çökme, çalışma grubunda 12 ayakta (%30) 1.derece, 22 ayakta (%55) 2.derece, 6 ayakta (%15) 3.derece; kontrol grubunda 8 ayakta (%40) 1.derece, 10 ayakta (%50) 2.derece ve 2 ayakta da (%10) 3.derece olarak değerlendirildi. Her iki grupta da ek deformite saptanmadı.

Çalışma grubundaki hastaların yürüme özellikleri olarak; tüm hastalarda ayağın az veya çok dışa doğru döndüğü (out-toeing) gözlemlendi. Kontrol grubunda ise bir hastada içe doğru dönüklük (in-toeing) saptandı.

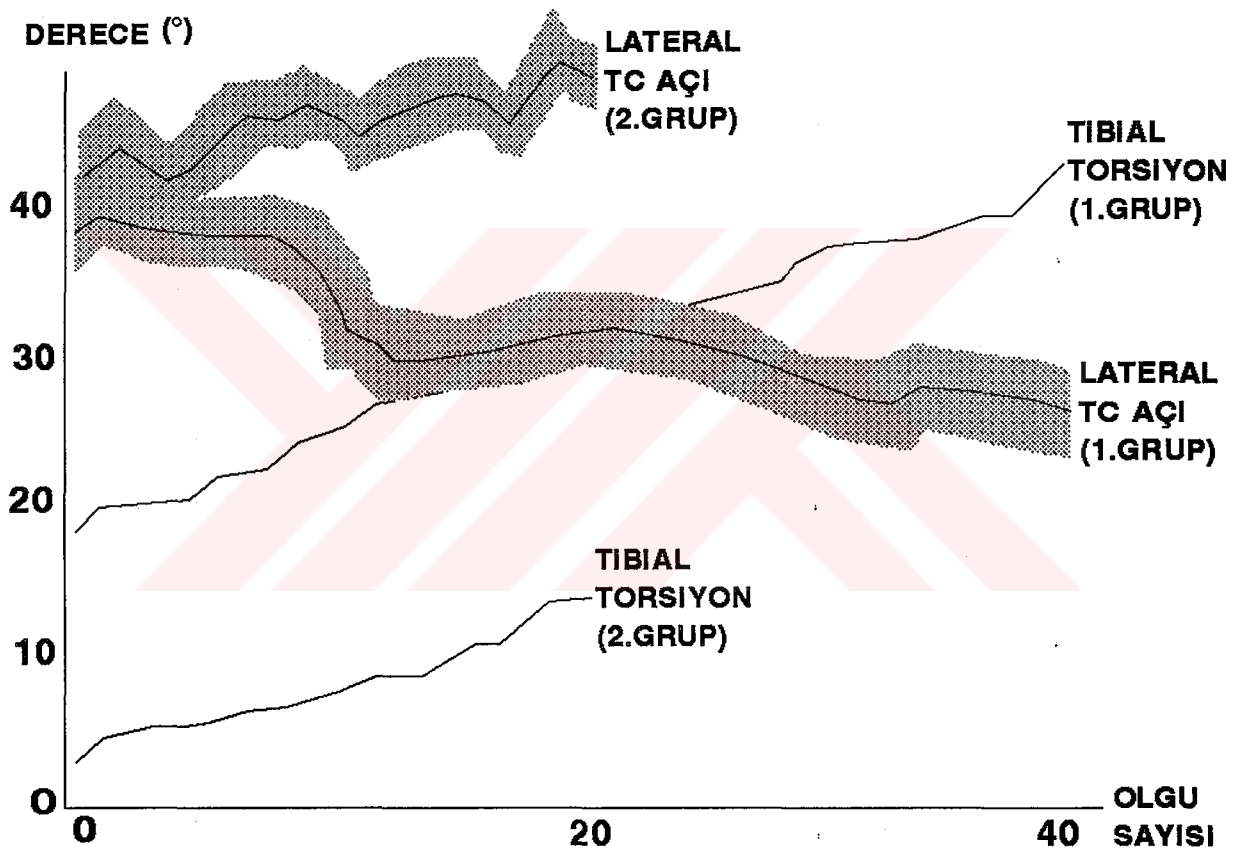
Radyolojik ölçümler tibial torsiyon ile karşılaştırılarak değerlendirildi. Her iki grupta tibial torsiyon değerleri küçükten büyüğe doğru sıralandığında, bazı radyolojik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görüldü. Olguların toplu sonuçları Tablo-5 ve Tablo-6'da verilmiştir.

Dorsoplantar talokalkaneal açısı, eksternal tibial torsiyonu bulunan çalışma grubunda ortalama $30.8^{\circ} \pm 3.1$ (26-38), kontrol grubunda ise ortalama $40.8^{\circ} \pm 3.9$ (34-48) olarak bulundu. İki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup grafikleri Şekil-14'te gösterilmiştir ($p=5.00E-8$).



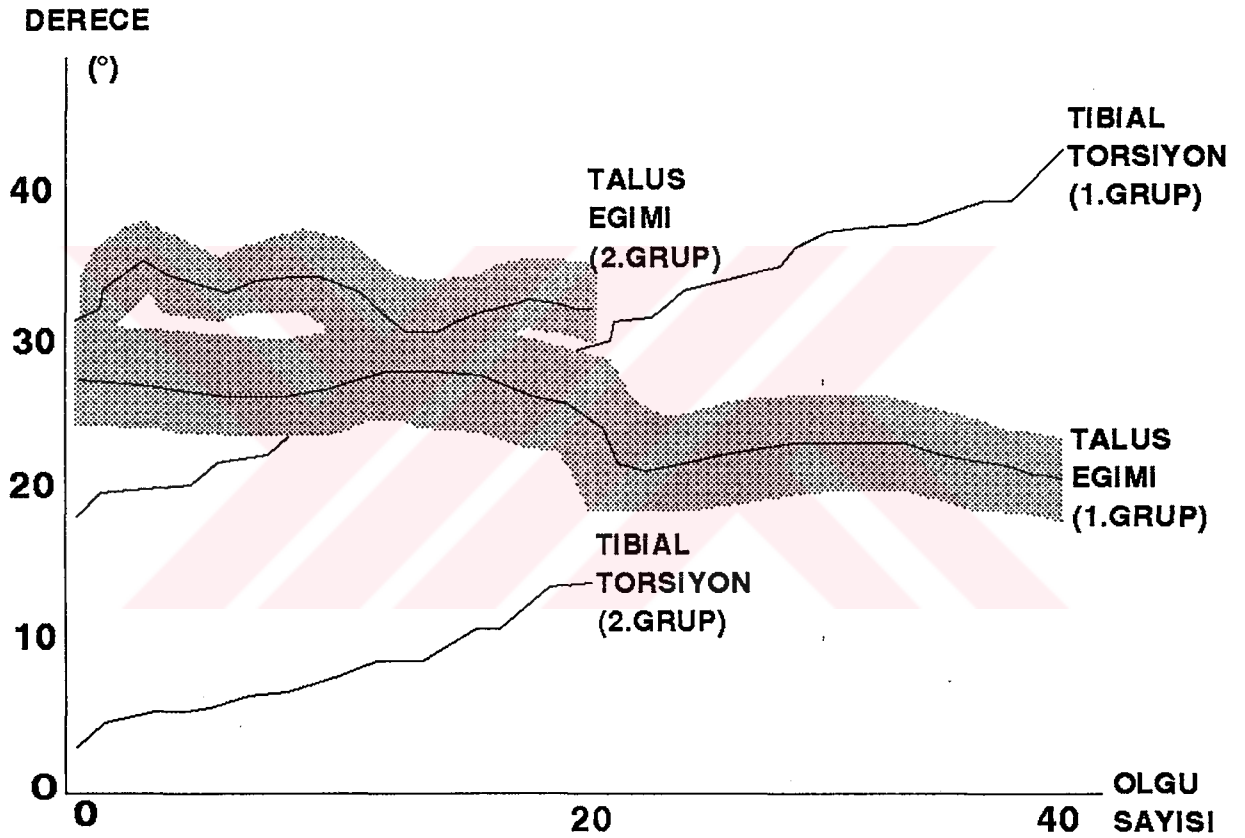
Şekil-14: Dorsoplantar talokalkaneal açının tibial torsiyon ile ilişkisi. 2.grupta eksternal tibial torsiyonun artması ile dorsoplantar talokalkaneal açıda azalma görülmektedir.

Lateral talokalkaneal açı, çalışma grubunda ortalama $32.8^{\circ} \pm 4.4$ (26-43), kontrol grubunda $48.4^{\circ} \pm 2.7$ (42-52) olarak ölçüldü. İki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=1.000E-12$), (Şekil-15).



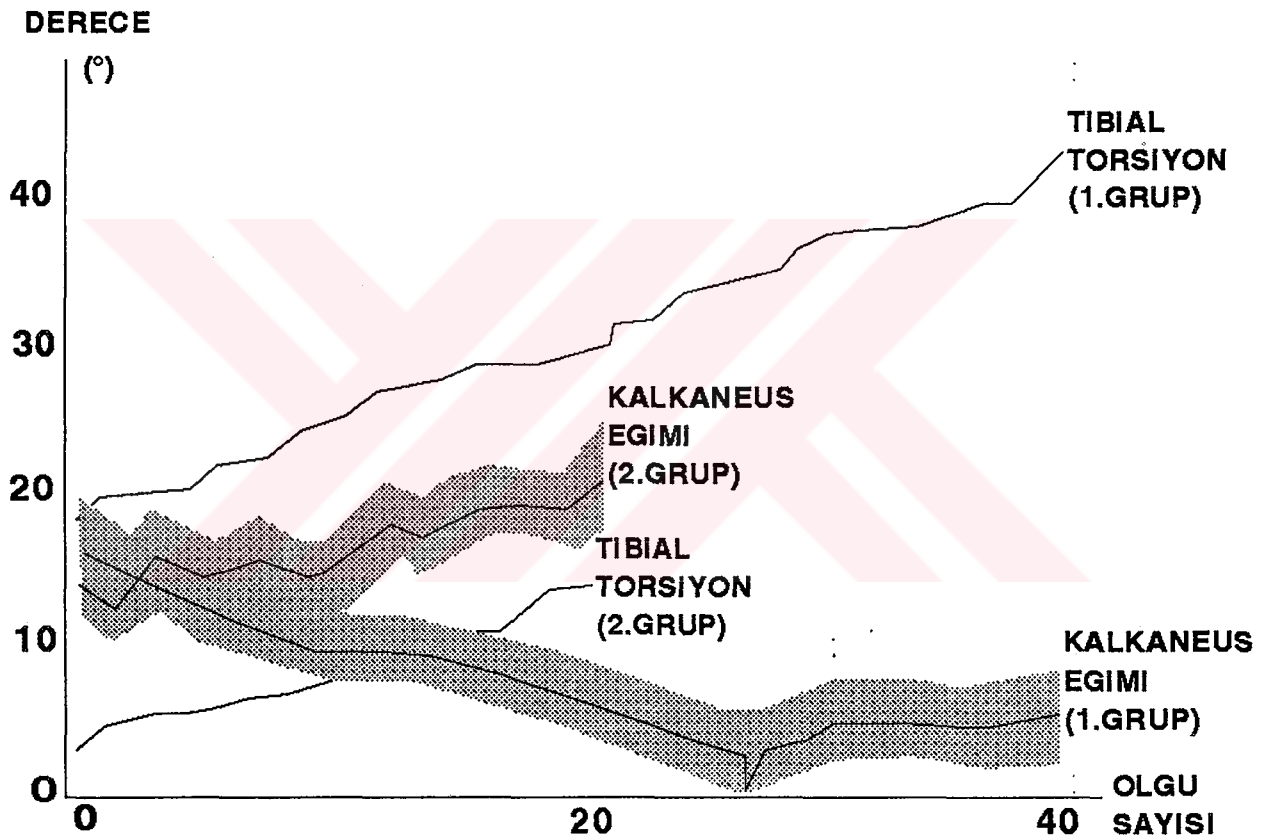
Şekil-15: Lateral talokalkaneal açının tibial torsiyon eğrisine göre her iki gruptaki karşılaştırmalı grafiği.

Talus eğimi, 1. grupta ortalama $25.9^{\circ} \pm 1.6$ (22-29), 2. grupta ise ortalama $31.8^{\circ} \pm 1.9$ (29-36) bulundu. Çalışma grubundaki değerler normal sınırlar içinde iken kontrol grubundaki değerlerin bir kısmı normalin üzerindedir. Aradaki fark anlamlıdır ($p=.000E+00$), (Şekil-16).



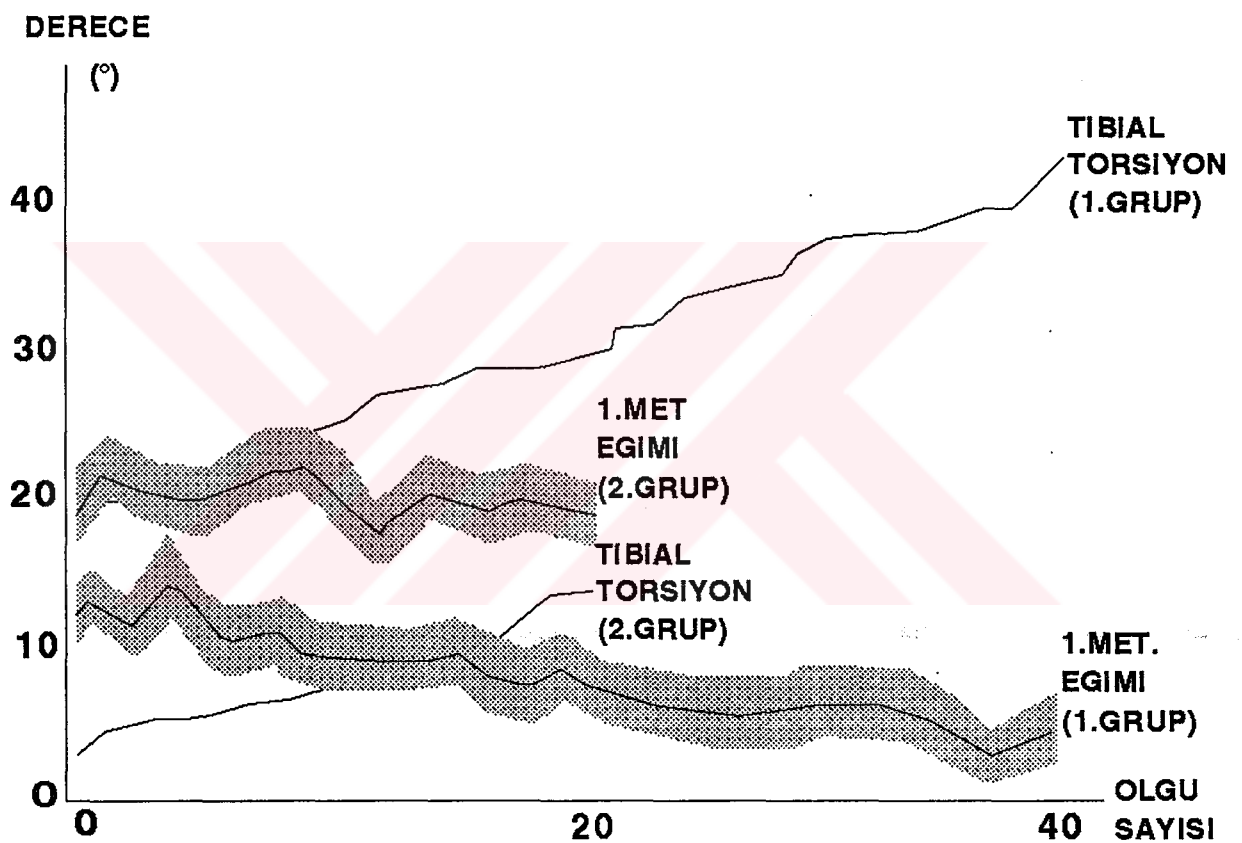
Şekil-16: Normal ve eksternal tibial torsiyonlu olgularda (1. ve 2. grup arasında) talus eğimlerinin karşılaştırılması. Her iki grupta da tibial torsiyonun artması ile talus eğimi azalmakla birlikte çalışma grubunun talus eğim grafiği kontrol grubunun belirgin olarak altında yer almaktadır.

Kalkaneus eğimi 1.grupta ortalama $6.7^{\circ} \pm 3.4$ (0-15), 2.grupta da ortalama $18.6^{\circ} \pm 1.8$ (14-22) bulundu. Çalışma grubunda kalkaneus eğiminin azaldığı ve kontrol grubu ile farkının oldukça anlamlı olduğu saptandı ($p=7.500E-14$), (Şekil-17).



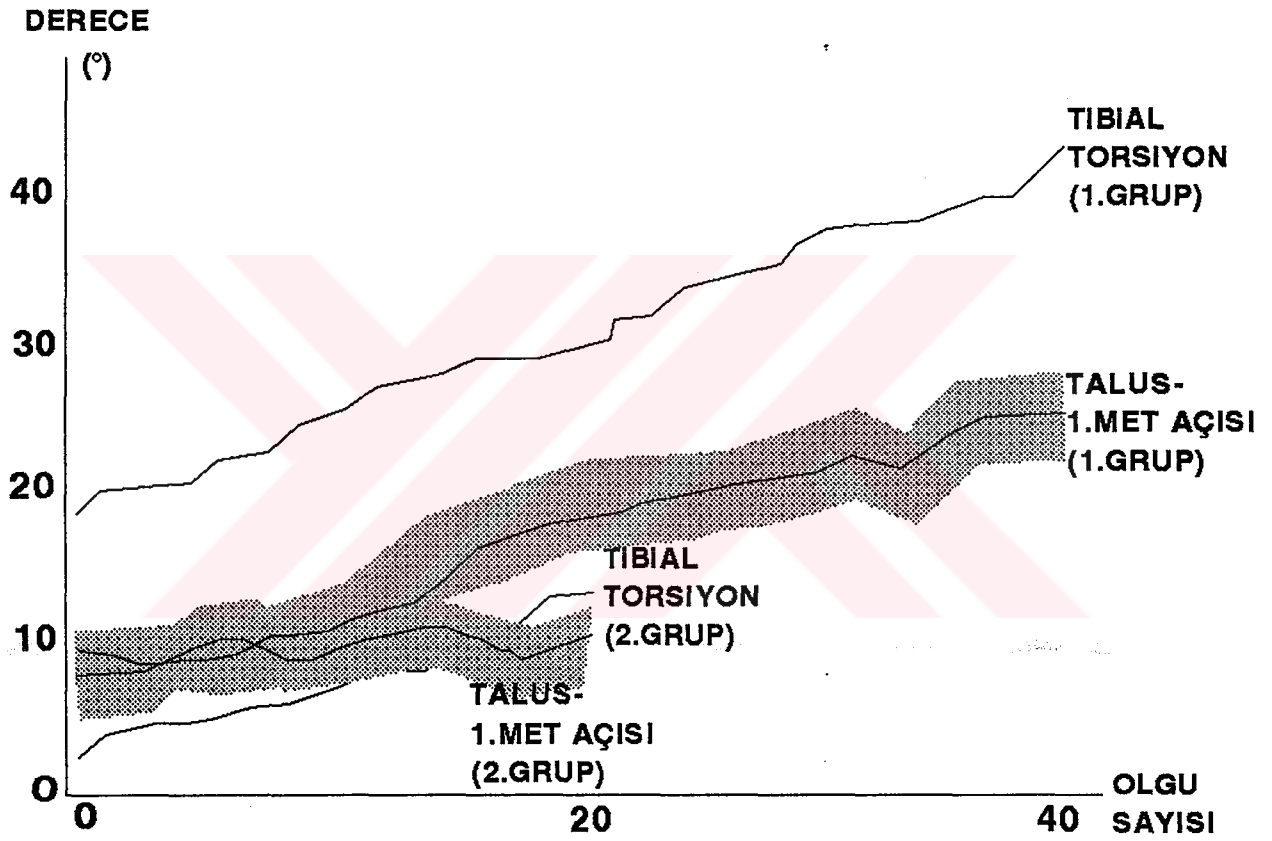
Şekil-17: 1. ve 2. gruplar arasında kalkaneus eğiminin karşılaştırılması. Tibial torsiyonu normal sınırlarda olan olgularda kalkaneus eğiminde hafif bir artış görülürken, aşırı eksternal tibial torsiyonlu çocuklarda tibial torsiyonun artışı ile kalkaneus eğiminde belirgin azalma olması dikkat çekicidir.

1. metatars eğimi, çalışma grubunda ortalama $11.5^{\circ} \pm 3.5$ (3-20), kontrol grubunda ortalama $20.2^{\circ} \pm 1.8$ (14-23) bulundu. Çalışma grubunda 1. metatars eğimi kontrol grubuna göre anlamlı şekilde azalmıştır ($p=1.000E-14$), (Şekil-18).



Şekil-18: 1. ve 2. gruplar arasında 1. metatars eğiminin karşılaştırılması. Kontrol grubunun grafiğinde önemli bir azalma yokken çalışma grubunda 1. metatars eğiminin belirgin olarak azaldığı görülebilir.

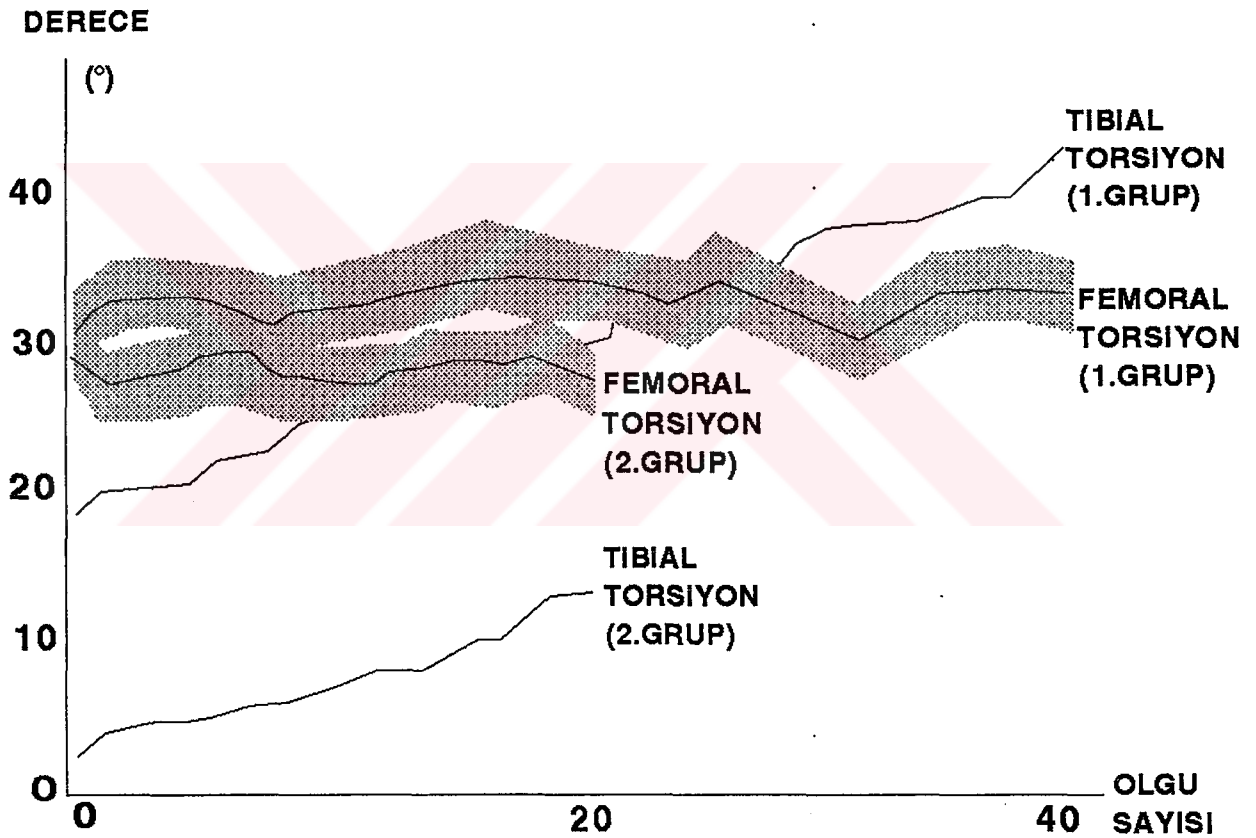
Talus ile 1. metatars arasındaki açı, çalışma grubunda ortalama $13^{\circ} \pm 5 (6-25)$, kontrol grubunda ortalama $13.9^{\circ} \pm 2.4 (10-18)$ 'dir. Aradaki önemli bir farklılık olmamakla birlikte çalışma grubunda bulunan değerler daha geniş bir yelpaze çizmektedir ($p=.2917$), (Şekil-19).



Şekil-19: 1. ve 2. gruplar arasında talus-1. metatars açısının karşılaştırılması. Çalışma grubunda eksternal tibial torsiyon değerleri arttıkça talus-1. metatars açısı artmaktadır. Kontrol grubunda ise belirgin bir artış yoktur. Ancak her iki grubun ortalama değerleri birbirine yakındır.

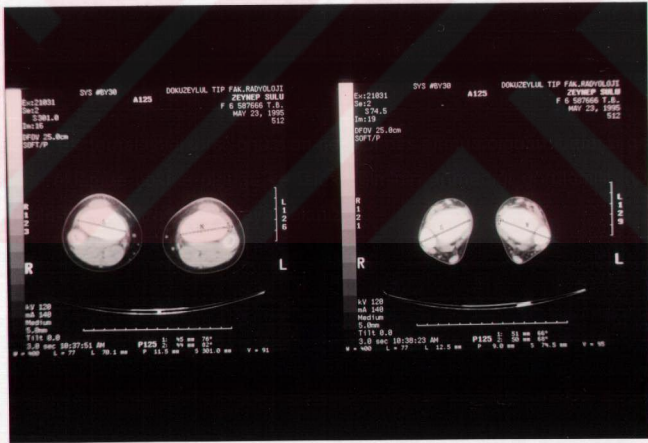
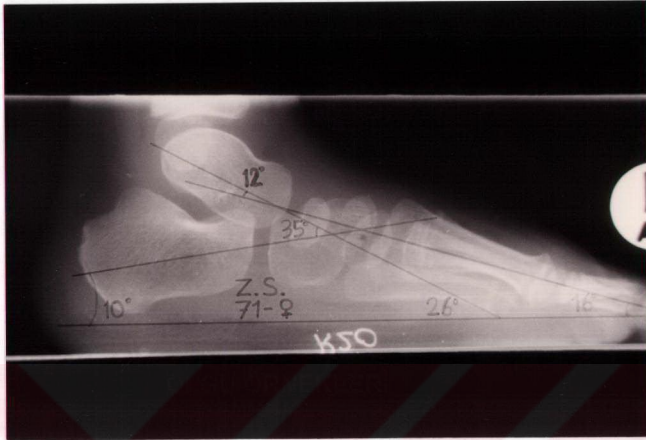
Tibial torsiyon, 1.grupta ortalama $29.4^{\circ} \pm 6.7$ (19-42) ve 2.grupta ortalama $9.8^{\circ} \pm 2.7$ (4-14) olarak ölçülmüştür. Çalışmamızdaki örnekleme tibial torsiyona göre yapıldığı için 1. gruptaki hastaların torsiyonel değerleri yüksektir.

Femoral torsiyon değerleri 1.grupta ortalama $33.7^{\circ} \pm 10.7$ (17-53) ve 2.grupta ortalama $28.7^{\circ} \pm 6.5$ (19-41) bulunmuştur. İki grubun femoral torsiyon değerleri arasında farklılık gözlenmekle birlikte ($p=.0150$) tibial torsiyon ile ilişkisi saptanmamıştır. Femoral torsiyonun tibial torsiyonla ilişkisini gösteren grafik Şekil-20'de verilmiştir.

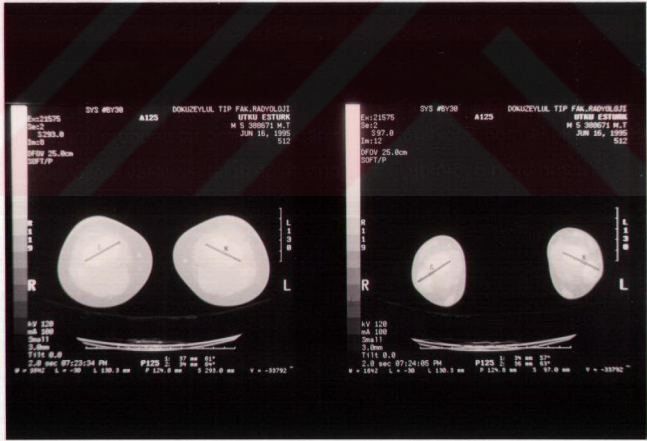


Şekil-20: Heriki grupta femoral anteversiyon ölçümlerinin grafiği ve tibial torsiyonla ilişkileri.

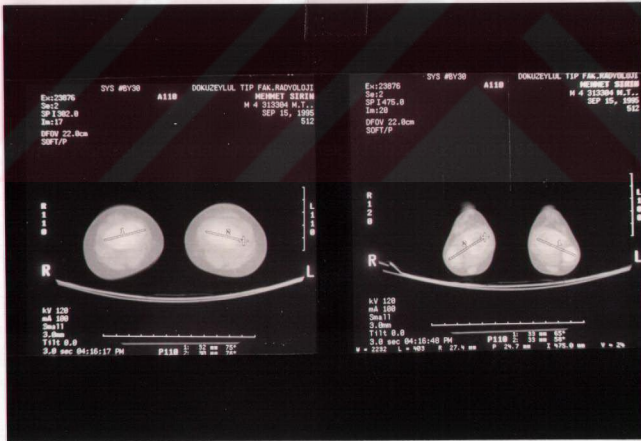
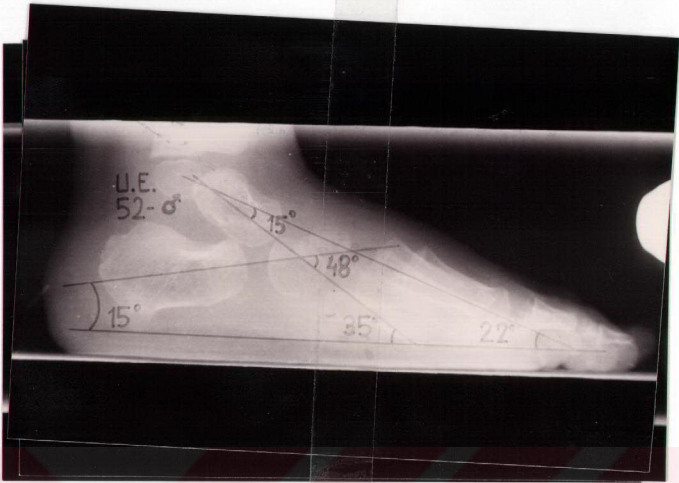
OLGU ÖRNEKLERİ



Resim-3: Eksternal tibial torsiyonu olan fleksibl pes planus olgusu. Lateral grafide navikülöküneiform ekleme çökme olduğu ve talus eğiminin artmadığı görülebilir. (Ölçüm sonuçları için Tablo-5'te 19. sıradaki hastaya bakınız.)



Resim-5: Kontrol grubuna bir örnek. Hastanın tibial torsiyonu normal sınırlardadır. Talonaviküler eklemdе çökme vardır ve talus eğimi artmıştır. (Tablo-6, 6 no'lu hasta)



Resim-6: Kontrol grubuna bir diğer örnek. (Tablo-6, 2 no'lu hasta)

ÇALIŞMA GRUBU (1. GRUP)

Sıra No	İsim	Yaş	Cinsiyet	Çökme Düzeyi	Dorsoplantar Talokalk. Aç	Lateral Talokalk. Aç	Talus Eğimi	Kalkaneus Eğimi	1. Metatars Eğimi	Talus- 1.met Açısı	Tibial Torsiyon	Femoral Torsiyon
1	R.Ş.	30	K	?	32	35	27	8	13	9	28	40
				?	30	26	26	0	11	16	34	44
2	Ö.K.	31	E	?	30	29	24	5	12	12	29	39
				NC?	27	28	23	5	4	22	38	40
3	C.A.	33	E	?	36	42	28	14	13	6	19	25
				?	35	37	28	9	12	8	22	19
4	C.K.	33	E	mikst?	29	33	27	6	12	10	26	26
				?	28	36	28	9	14	8	21	27
5	İ.T.	41	K	NC	27	30	26	4	12	13	31	41
				NC	28	29	23	5	8	21	38	53
6	N.D.	39	K	NC	26	30	26	4	11	17	36	27
				NC	29	30	25	5	12	13	31	24
7	B.K.	37	E	?	31	32	26	6	12	11	27	30
				NC?	30	34	28	8	12	9	25	22
8	B.U.	44	K	NC	34	31	24	6	9	18	37	52
				NC	32	29	22	6	3	25	42	51
9	Ö.S.	36	E	?	30	30	25	9	11	12	30	46
				?	27	28	25	8	9	17	36	48
10	G.T.	56	E	NC	36	34	27	7	12	11	26	37
				NC	35	40	28	12	7	7	20	34
11	D.S.	54	K	mikst	30	29	24	11	12	12	29	41
				mikst	36	32	26	9	10	15	32	52
12	Ç.G.	59	E	NC	31	33	27	7	10	14	36	46
				NC	34	30	26	4	10	15	34	40
13	B.B.	50	E	NC	29	34	27	7	12	9	26	27
				NC	33	37	26	10	16	7	21	19
14	A.G.	56	K	NC	30	32	27	6	12	15	33	27
				mikst	29	32	25	14	9	18	37	28
15	D.S.	56	K	NC	27	30	29	5	13	11	28	33
				NC	33	33	26	15	11	16	33	39
16	G.M.	62	E	TN	38	34	28	13	17	9	39	20
				mikst	33	28	28	7	10	18	36	21
17	H.D.	63	E	NC	31	36	27	8	13	8	24	34
				NC	34	37	24	10	14	7	21	35
18	Y.A.	71	E	NC	38	42	29	14	16	7	20	23
				NC	35	43	28	15	18	6	19	18
19	Z.S.	71	K	NC	34	35	25	10	16	12	38	40
				NC	35	29	27	8	5	23	30	38
20	E.K.	60	K	TN	33	35	24	9	14	9	23	22
				TN	37	43	29	14	20	6	20	24

Tablo-5: Çalışma grubunda ölçüm sonuçları. İsimlerin olduğu sıralardaki değerler sağ, altındaki değerler de sol alt ekstremiteye aittir.

KONTROL GRUBU (2 . GRUP)

Sıra No	İsim	Yaş	Cinsiyet	Çökme Düzeyi	Dorsoplantar Talokalk. Açı	Lateral Talokalk. Açı	Talus Eğimi	Kalkaneus Eğimi	1. Metatars Eğimi	Talus- 1.met Açısı	Tibial Torsiyon	Femoral Torsiyon
1	İ.B.	32	K	?	41	50	32	18	22	13	8	32
				?	40	51	34	19	20	17	10	36
2	M.Ş.	34	E	?	40	49	33	16	23	14	6	21
				TC	39	49	36	15	23	16	8	28
3	O.B.	43	E	TC	34	44	30	18	19	12	11	33
				?	35	47	31	20	21	12	14	30
4	G.Y.	46	K	mikst	47	51	33	21	18	18	10	19
				mikst	44	48	29	22	18	15	11	25
5	M.Ö.	49	E	TC	42	46	34	19	22	15	7	20
				TC	48	52	34	17	20	16	8	22
6	U.E.	52	E	TC	38	47	31	16	20	11	7	27
				TC	42	48	35	14	22	16	4	25
7	K.A.	57	K	mikst	42	52	30	20	16	11	9	29
				mikst	38	45	36	19	18	17	10	21
8	Ö.Y.	64	E	TC	39	48	31	19	19	10	11	35
				mikst	40	47	29	18	17	15	14	38
9	S.G.	69	K	TC	43	43	33	20	19	16	10	28
				TC	46	45	29	20	14	12	11	27
10	Ü.S.	71	K	TC	37	42	29	17	22	10	12	41
				TC	40	46	30	19	14	13	14	37

Tablo-6: Kontrol grubundaki ölçüm sonuçları.

VI. TARTIŞMA

Fleksibl pes planus sık görülen bir deformite olmakla birlikte patomekaniği halen tam anlaşılamamıştır. Yürümeye yeni başlayan bir çocukta longitudinal arkın olmadığı ve zamanla gelişim göstereceği bir çok yazar tarafından belirtilmiştir^(3,5,13,15,42,43,60,64,66,67,70,81,82). Hatta Staheli asemptomatik fleksibl pes planusu deformite olarak kabul etmemekte ve çocuğun normal gelişiminin bir bölümü olduğunu öne sürmektedir⁽⁶⁶⁾. Daha eski olmakla birlikte bazı yazarlar da fleksibl pes planusun aktif tedavi gerektiren bir deformite olduğunu bildirmişlerdir. Tedavide de ortopedik desteklerden^(6,cit82,84) büyük cerrahi girişimlere kadar⁽⁵⁹⁾ geniş bir yelpazede seçenekler sunulmuştur. Fleksibl pes planus konusunda görüş birliği olmamasının sebebi, deformitenin doğal gidişinin belirlenememesidir. Çünkü bu çocuklara hekimler ya da aileler tarafından etkili veya etkisiz bir çok tedavi yöntemi uygulanır. Son yıllarda daha çok kabul edilen görüş, fleksibl pes planusun benign bir deformite olduğudur. Ancak gelişmekte olan ayak çevresel faktörlerden veya aynı ekstremitenin patomekaniğinden etkilenebilir. Böylece deformitenin doğal seyri değişerek benign özelliğini kaybedebilir.

Deformitenin oluşumunda önemli rol oynayan subtalar eklem, aynı zamanda alt ekstremitte rotasyonlarının ayağa iletilmesinden sorumludur. Bu nedenle alt ekstremitenin torsiyonel deformiteleri ile ayak deformiteleri birbirlerini etkileyebilirler. Subtalar eklem biyomekaniğine göre internal tibial torsiyon pronasyonu artırırken, eksternal tibial torsiyon supinasyonu artırır.

Normal yürümenin durgunluk fazında ayağın pronasyona gitme süresi supinasyondan daha fazladır (Şekil-11). Ayaktaki pronasyon sonucunda tibiada içe doğru rotasyonel zorlanma olacağına göre normal bir kişide zamanla internal tibial torsiyon gelişmesi beklenir. Halbuki çocukların normal gelişimlerinde tibial torsiyon dışa doğru artmaktadır. Öyleyse normal ayak pronasyonunun internal tibial torsiyonu artırıcı etkisi yoktur. Hiperpronasyonla kendini gösteren fleksibl pes planusta ise tibial torsiyonun içe doğru zorlanabileceği düşünülebilir. Ancak hiperpronasyon ile torsiyonel deformiteler arasında böyle bir bağlantı

kurulamamıştır. Bizim çalışmamızda ise eksternal tibial torsiyonun fleksibl pes planusun seyri olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur.

Bu çalışmada torsiyon ölçümleri, hata payı düşük olduğu için bilgisayarlı tomografi ile yapılmıştır. Normalin üst sınırı olarak belirlenen değerler Staheli'nin bildirdiği değerlerle uyumludur⁽⁶⁶⁾.

Türk toplumunda tibia ve femur torsiyonlarına yönelik çok sayıda çalışma yoktur. Tiner, kendi geliştirdiği radyolojik metodla yaşları 1 ile 14 arasında değişen 21 normal çocuğun 42 alt ekstremitesinde femur torsiyonlarını ölçmüştür. Sonuçta ortalama medial femur torsiyonunu 37.3° olarak bulmuş ve floroskopik yöntemlere göre hata payının düşük olduğunu belirtmiştir⁽⁷⁸⁾. Bizim çalışma grubumuzda femoral torsiyon ortalama $33.7^\circ \pm 10.7$, kontrol grubumuzda da ortalama $28.7^\circ \pm 6.5$ olarak bulunmuştur. Yaş grubu ve ölçüm yöntemimiz farklı olmakla birlikte sonuçlarımız Tiner'in bildirdiği değerlerin altındadır.

Seber, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaptığı çalışmada kendi ölçüm yöntemi ile yöresel oturma farklarının tibial torsiyon üzerine olan etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada kontrol grubu olarak belirlediği kadınlarda ortalama $16.14^\circ \pm 0.7$, erkeklerde ise $15.91^\circ \pm 0.4$ eksternal tibial torsiyon olduğunu belirtmiştir⁽⁶¹⁴⁵⁾.

Orhan ise 131 çocuğun tibial torsiyon açısını incelemiş, 0-2 yaş grubunda $3.87^\circ \pm 1.24$, 3-8 yaş grubunda $11.78^\circ \pm 1.9$ ve 9-13 yaş grubunda da $14.57^\circ \pm 2.43$ eksternal tibial torsiyon bulunduğunu belirtmiştir⁽⁴⁵⁾.

Şaylı ve arkadaşları torsiyonel profile yönelik ölçümlerini 1993'te yayınlamışlar ancak femur ve tibia torsiyonlarının ortalama değerleri ile alt ve üst sınırlarını belirtmemişlerdir⁽⁷⁴⁾. Yine Şaylı ve arkadaşlarının aynı yıl yayınlanan başka bir çalışmasında tibial torsiyonun bilgisayarlı tomografi ile ölçüm sonuçları verilmiştir⁽⁷⁵⁾. Bu çalışma erişkin grubu kapsadığı için bildirilen değerler bizim çalışmamızda kriter olarak alınmamıştır.

Çalışmamızın kontrol grubunu oluşturan 10 olgunun 20 alt ekstremitesinde yapılan ölçümlerde ortalama 9.8° eksternal tibial torsiyon saptanmıştır. Bulgularımız, Orhan'ın bildirdiği değerlerle karşılaştırıldığında aynı yaş grubundaki

bireylerle uyumludur. Ölçüm yöntemi farklı olmakla birlikte kontrol grubumuzun tibial torsiyon değerlerinin Türk toplumunun ortalamasını yansıttığı söylenebilir.

Fleksibl pes planus radyolojisinde yüklenme grafileri yaygın olarak kullanılmaktadır. Vanderwilde ve arkadaşları, yaşları 6 ile 127 ay arasında değişen 74 çocuğun 148 ayağını radyolojik olarak incelemişlerdir. Buldukları normal değerlerin literatürde bildirilenlerden daha fazla olduğunu görmüşlerdir. Sonuçta, çocukların ayak sorunlarında radyolojik ölçümlerin deformite analizinde yardımcı olabileceğini ancak normal ölçüm aralığının oldukça geniş tutulması gerektiğini bildirmişlerdir⁽⁸⁰⁾. Rose ise infantil dönemden erişkin yaşa kadar uzanan farklı gruplar üzerinde yaptığı çalışmada fleksibl pes planusun izlem, tedavi etkinliği ve prognozunu belirlemede radyolojik incelemenin yararı olmadığını belirtmiştir. Bu yazar dinamik testlerin daha anlamlı olduğunu söylemektedir⁽⁵⁴⁾. Biz çalışmamızda bazı radyolojik parametreleri ölçtük. Ancak anlatılan çalışmalardan farklı olarak radyolojik ölçümlerimizde normal-anormal gruplaması yapmadık. Birkaç parametreyi birbirleriyle ve torsiyonel değerlerle kıyaslayarak aralarındaki bağlantıları tanımlamaya çalıştık.

Fleksibl pes planusta talus ve kalkaneusun farklı yönlerdeki rotasyonları sonucu dorsoplantar ve lateral talokalkaneal açılarda artma beklenir. Tachdjian, talokalkaneal açılarının 40° üzerine çıktığını kitabında belirtmektedir⁽⁷⁶⁾. Keim⁽³¹⁾, Barry⁽³⁾, Stewart^(68,70), LeLievre⁽³⁴⁾, Miller⁽³⁴⁾, Staheli⁽⁶⁰⁾ gibi araştırmacılar farklı değerler belirtmekle birlikte talokalkaneal açılarının arttığını söylemektedirler. Çalışmamızda kontrol grubunu oluşturan olguların dorsoplantar talokalkaneal açıları ortalama 40.8°±3.9(34-48) ve lateral talokalkaneal açıları da ortalama 48.4°±2.7(42-52) olarak ölçülmüştür. Toplumumuzdaki normal değerler bilinmediği için bulguların yüksek olduğu söylenemez. Yine de literatürde belirtilen değerlerin üzerindedir. Eksternal tibial torsiyonlu çocuklarda yapılan ölçümlerde ise dorsoplantar talokalkaneal açı ortalama 30.8°±3.1(26-38) ve lateral talokalkaneal açı da ortalama 32.8°±4.4(26-43) bulunmuştur. İki grup karşılaştırıldığında eksternal tibial torsiyonlu olgularda talokalkaneal açılarının anlamlı olarak azaldığı görülmektedir. Pes planus deformitesinde talokalkaneal açısının artmasının nedeni,

talusun mediale ve plantara doğru dönmesidir. Eksternal tibial torsiyon varlığında talusun troklaesi ayak bileği mortisi tarafından tutulur ve mediale dönemez. Mediale dönemediği için talus başının altındaki sustentakulum tali desteği de kaybolmaz. Sonuçta talus ile kalkaneus arasındaki uyum korunur. Çalışmamızda eksternal tibial torsiyonlu olgularda dorsoplantar ve lateral talokalkaneal açılarının kontrol grubundan belirgin az olması bu şekilde açıklanabilir.

Talus eğim açısı, talus uzun ekseninin horizontal plana göre konumunu belirler. Tachdjian bu açının normal değerini $26.5^{\circ} \pm 5$ olarak bildirmiş ve fleksibl pes planusta talusun plantara dönmesi ile artacağını söylemiştir⁽⁷⁶⁾. Bizim çalışmamızda eksternal tibial torsiyonu olan hastalarda (1. grup) tibial torsiyon dışı doğru arttıkça talus eğiminin artmadığı saptanmıştır ve tüm açısal değerlerin normal sınırlar içinde kaldığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise talus eğimi normal sınırlar üzerinde dalgalanmalar yapmaktadır (Şekil-16). Bu iki grubun ölçümleri karşılaştırıldığında, eksternal tibial torsiyonlu hastalarda talusun horizontale yakın konumda bulunduğu söylenebilir. Eksternal tibial torsiyonda talus plantara doğru eğilemeyeceğinden talusun kalkaneus üzerindeki subluksasyonu oluşmaz. Böylece talus eğiminde artma oluşmaz.

Radyolojik olarak normal bir ayakta talus uzun eksenini ile naviküler kemik, medial küneiform ve 1. metatars uzun eksenleri aynı hat üzerinde yer alırlar. Tachdjian longitudinal arktaki çökmenin talonaviküler, naviküloküneiform veya her iki eklemden birden olabileceğini belirtmiştir⁽⁷⁶⁾. Bu yazara göre talus, naviküler, medial küneiform ve 1. metatars uzun eksenleri çizilerek aralarında oluşan çökmenin yeri ve derecesi belirlenebilir. Bizim çalışmamıza alınan çocukların yaşları 24 ile 72 ay arasındadır. Hastalarımızın ayak radyogramlarında özellikle ayak ortası kemiklerinin yeterli ossifiye olmadığı görülmüştür. Naviküler ve medial küneiformun ossifikasyon merkezleri görülmekle birlikte uzun eksenlerinin çizilmesi mümkün değildir. Buna rağmen talus uzun ekseninin ossifikasyon merkezlerine göre konumu, çökmenin seviyesi hakkında kabaca fikir verebilir. Talus uzun eksenini naviküler kemik ossifikasyon merkezinin ortasından geçiyorsa talonaviküler çökme olmadığı söylenebilir. Talonaviküler çökmede talus uzun eksenini naviküler kemiğin

ossifikasyon merkezinin altından geçer. Eksternal tibial torsiyonlu hastalarımızın çoğunda izlenebildiği kadarıyla talonaviküler eklemden çökme yoktur. Bu hastalarda longitudinal ark çöküklüğü daha çok naviküloküneiform eklem seviyesindedir ve 1. metatarsda çökme daha fazladır.

Literatürde 1. metatars eğimi ve bunun klinik anlamı konusunda bilgi bulunmamıştır. Longitudinal arkta çökme olmayan ayaklarda 1. metatars eğimi talus eğimine eşittir. Talonaviküler çökmelerde talus eğimindeki artış oranında 1. metatars eğimi azalır. Eksternal tibial torsiyonlu olgularda 1. metatars eğimi normal tibial torsiyonlu olgulara oranla daha belirgin azalmıştır. Aynı grupta talus eğiminde ise belirgin bir artma saptanmamıştır. Öyleyse tibial torsiyonun dışa doğru dönmesi ile talus ve 1. metatars eğimleri arasındaki ters orantının bozulduğu söylenebilir. Talus-naviküler-küneiform-metatars düzlemindeki çökme seviyesi distale yaklaştıkça 1. metatars eğimi daha fazla azalmakta ve proksimalde kalan talus eğimi bundan önemli ölçüde etkilenmemektedir. Kontrol grubunda izlendiği gibi çökme seviyesi proksimalde olursa yani talonaviküler çökme mevcutsa talus eğimi belirgin olarak artarken 1. metatars eğimi ılımlı şekilde azalır. Kısaca özetleyecek olursak, eksternal tibial torsiyonlu fleksibl pes planus olgularında talusun zemine göre konumu değişmezken naviküloküneiform çökme nedeniyle 1. metatars horizontal plana yaklaşır.

Talonaviküler ve naviküloküneiform çökmelerde (mikst tip) longitudinal ark düzleminin iki seviyesi de çöktüğü için hem talus eğiminin hem de 1. metatars eğiminin belirgin olarak etkilenmesi beklenebilir.

Bordelon, 50 fleksibl pes planus olgusunun konservatif tedavi sonuçlarını bildirdiği yazısında talus ile 1. metatars arasındaki açıyı ölçmüş ve çökmeyi buna göre derecelendirmiştir. 15° altındaki ölçümleri hafif, bunun üzerindeki değerleri ağır deformite olarak kabul etmiştir. Küçük yaşta olgularda tarsal kemiklerin ossifikasyon sorunu nedeniyle talus-1. metatars açısının etkin bir parametre olduğunu belirtmiştir⁽⁶⁾. Bizim incelediğimiz 30 hastanın 60 ayağında da talus ile 1. metatars arasında açı olduğu bulunmuştur. O halde talus-1. metatars açısı pes planus deformitesinin radyolojisinde anlamlıdır. Bununla birlikte çalışma ve kontrol

grupları arasında önemli bir fark yoktur. Diğer bir deyişle fleksibl pes planuslu hastalarda bazı radyolojik ölçümlerin eksternal tibial torsiyondan etkilenmesine rağmen talus-1.metatars açısında önemli bir değişiklik olmamaktadır. Normal tibial torsiyonlu fleksibl pes planus olgularında talus eğiminin artması sonucunda talus-1.metatars açısı artar. Ancak eksternal tibial torsiyonlu olgularda talus eğimi artmazken 1.metatars çöküklüğü nedeniyle talus-1.metatars açısında artma oluşur. Öyleyse talus-1.metatars açısı longitudinal arkta çökmeye olduğunu kabaca gösterir. Ancak deformitenin şiddetini ve prognozu belirlemede yetersizdir.

Yüklenme grafiplerindeki kalkaneus eğim açısı, kalkaneusun zemine göre konumu hakkında fikir verir. Pes planus deformitesinin radyolojik incelemesinde kalkaneal eğim açısı sık ölçülen bir parametre değildir. Literatürde kalkaneal eğimin diğer parametrelerle ilişkisini belirleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fleksibl pes planus deformitesinde kalkaneus eğimi direkt olarak etkilenmez. Mann ve Inman ayağın pronasyonda kalma süresinin uzadığı durumlarda posterior grup kasların aktivitelerinin arttığını bulmuşlardır⁽³⁷⁾. Bu kaslarda aşırı kullanım nedeniyle yorgunluk oluşabilir. Zamanla kontraktürler gelişebilir ve aşıl tendon gerginliği oluşur. Barry ise kemiklerin yumuşak dokulardan daha hızlı büyümesi nedeniyle erken çocukluk döneminde aşıl gerginliği olabileceğini söylemiştir⁽³⁾. Bizim çalışmamızda kalkaneus eğim açısı eksternal tibial torsiyonlu olgularda kontrol grubuna oranla belirgin olarak azalmıştır. Yine bu hastaların klinik muayenelerinde 13 ayakta aşıl tendon gerginliği olduğu saptanmıştır. Kontrol grubunda aşıl tendon gerginliği olan hasta yoktur fakat kalkaneus eversiyonu mevcuttur. Fleksibl pes planuslu hastalarda yürümenin parmak ucu fazına yaklaşıldıkça hem plantar fascia mekanizması hem de fleksör hallusis longus tendonunun talus başını yukarı doğru kaldırması ile longitudinal ark yükselerek ayak supinasyona gider⁽⁵³⁾. Böylece transvers tarsal eklem kilitletlenir ve posterior grup kasların yükü azaltılmış olur. Eksternal tibial torsiyon varlığında longitudinal arktaki çökme naviküloküneiform eklemden olacağı için fleksör hallusis longus aktivasyonu longitudinal arki pek destekleyemez. Plantar fascia zorlanır ve posterior grup kasların yükü artar. Zamanla kasta kontraktür gelişirse kalkaneus eğimi azalır. Aşıl tendon kontraktürünün

oluşması deformitenin benign karakterden uzaklaştığını gösterir.

Tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde; femur torsiyonları ile tibia torsiyonları arasında heriki grupta anlamlı ilişki kurulamamıştır. Aynı şekilde femur torsiyonları ile ayak radyolojik parametreleri arasında da bir bağlantı bulunamamıştır. Bununla birlikte ayak radyolojik parametreleri tibia torsiyonundan etkilenmektedir. Eksternal tibial torsiyon bulunan alt ekstremitelerde ayak bileği mortisi talusu kilitlediği için talus eğimi normal sınırlarda bulunur. Ancak ligamentöz laksite nedeniyle yüklenme sırasındaki ark çökmesi naviküloküneiform eklemde oluşur. 1.metatars çöker ve 1.metatars eğimi belirgin olarak azalır. Fleksör hallusis longus kası longitudinal arki yeterince destekleyemez. Transvers tarsal eklemde rijid kilitleme mekanizması bozulur ve ayak sürekli esnek durumda kalır. Zamanla posterior grup kaslarda kontraktür gelişebilir. Aşil kontraktürü oluşursa kalkaneus eğimi azalır. Hastalarda semptomlar başlar. Dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da hastaların fizik muayenelerinin heriki grupta benzerlik göstermesidir. Bu nedenle fleksibl pes planus deformitesinin benign yapıda olduğuna karar vermeden önce tibia torsiyonunun incelenmesi, aşil gerginliğinin aranması, başparmak hiperekstansiyon testi ile plantar fasia ve fleksör hallusis longus fonksiyonlarının saptanması ve yüklenme radyogramlarının incelenmesi gerekir. Radyogramlarda da talokalkaneal açılar ve talus-1.metatars açısı gibi rutin ölçümlerin yanında 1.metatars eğimi, talus eğimi ve kalkaneus eğiminin de ölçülmesi yararlı olacaktır. Böylece benign yapıdan uzaklaşan olgular tedavi altına alınarak ileri yaşlarda oluşabilecek sorunlar önlenir.

VII. SONUÇLAR

► Fleksibl pes planus deformitesi benign özellikler göstermekle birlikte tüm olguları bu gruba sokmak doğru değildir. Özellikle alt ekstremitte torsiyonları deformitenin doğal gidişini etkileyerek prognozu değiştirebilir.

► İçe basma yakınmasıyla getirilen asemptomatik çocuklarda, öncelikle fleksibl pes planus ile geçici ossöz dizilime (fizyolojik genu valgum) adaptasyon nedeniyle oluşan topuk eversiyonu ayrılmalıdır. Bunu takiben alt ekstremitte torsiyonları da incelenerek deformitenin benign yapıda olup olmadığına karar verilmelidir.

► Eksternal tibial torsiyonun ayakta supinasyonu artırarak pes planus deformitesine karşı koruyucu amaçla geliştiği düşünülebilirse de bu etki yalnızca ayak arkasında görülmekte, bağların koruyucu etkisinden yoksun olan ayak önü ve ortasında daha büyük bozukluklara neden olmaktadır. Böylece fleksibl pes planusun prognozunu olumsuz yönde etkilemektedir.

► Eksternal tibial torsiyonlu olgularda longitudinal arkın naviküloküneiform eklem seviyesinden çöktüğü görülmektedir. Talusun konumunda belirgin bir değişiklik izlenmez. Buna rağmen 1.metatarsta çökme meydana gelir. Parmak ucu fazında posterior grup kasların yükleri artar. Bu nedenle gelişen kontraktüre birde kemiklerin hızlı büyümesi eklenirse aşil tendon kısalığı hızla ortaya çıkar. Aşil tendon kontraktürü farkedilmezse kemik ve bağlarda geri dönüşü olmayan değişiklikler oluşabilir. Ancak prognoz üzerine olan bu olumsuz etkinin derecesini belirleyebilmek için çalışmaya alınan olguların doğal gidişlerinin uzun süreli izlenmesi gerekir.

VIII. ÖZET

Bu çalışmada fleksibl pes planuslu hastalardaki eksternal tibial torsiyonun ayaktaki fleksibl pes planus deformitesi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Temmuz 1994 ile Aralık 1995 yılları arasında DEÜTF Ortopedi ve Travmatoloji ABD polikliniğine başvuran eksternal tibial torsiyonlu 20 fleksibl pes planus olgusu çalışmaya alınmıştır. Normal tibial torsiyonu olan 10 fleksibl pes planus olgusu da kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Tüm olgularda yüklenme sırasında dorsoplantar ve lateral ayak grafileri alınarak dorsoplantar ve lateral talokalkaneal açılar, talus eğim açısı, kalkaneus eğim açısı, talus-1.metatars açısı ve 1.metatars eğimi ölçülmüştür. Tibia ve femur torsiyon ölçümleri bilgisayarlı tomografi ile yapılmıştır.

Her iki gruptaki ölçümler karşılaştırıldığında eksternal tibial torsiyonlu fleksibl pes planus olgularında, normal tibial torsiyonlu olgulara göre dorsoplantar talokalkaneal açı, lateral talokalkaneal açı ve talus eğiminde artma olmadığı, 1.metatars eğimi ile kalkaneus eğiminin azaldığı ve talus-1.metatars açısının etkilenmediği bulunmuştur. Böylece eksternal tibial torsiyonlu olgularda talusun plantara ve mediale dönmemesi nedeniyle longitudinal arktaki kırılmanın naviküloküneiform eklemden olacağı sonucuna varılmıştır. Ayak arkası ve önü arasındaki bu uyumsuzluk kas dengesini bozarak gastrosoleus kas grubunun yükünü arttırmakta ve deformitenin prognozunu olumsuz etkilemektedir.

KAYNAKLAR

1. Angın,S.: Pes planus ve patomekaniği. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. Cilt:7, Sayı:2, ;118-125, 1992.
2. Barlow,D.W., Staheli,L.T.: Effects of lateral rotation splinting on lower extremity bone growth: An in vivo study in rabbits. J. Ped. Orthop. 11; 583-587, 1991.
3. Barry,R.J., Scranton,P.E.: Flatfeet in children. Clin. Orthop. (181); 68-75, 1983.
4. Basta, N.W., Mital, M.A., Bonadio O., Johnson A., Kang S.Y., O'Connor J.: A comparative study of the role of shoes, arch supports and navicular cookies in the management of symptomatic mobile flat feet in children. İnt. Orthop., (1); 142-148, 1977.
5. Bleck,E.E., Berzins,U.J.: Conservative management of pes valgus with plantar flexed talus, flexible. Clin. Orthop. (122); 85-94, 1977.
6. Bordelon,R.L.: Hypermobile flatfoot in children. Clin. Orthop. (181); 7-14, 1983.
7. Clementz,B.G.: Tibial torsion measured in normal adults. Acta Orthop. Scand. 59(4), 441-442, 1988.
8. Clementz,B.G.: Assesment of tibial torsion and rotational deformity with a new fluoroscopic technique. Clin. Orthop. (245); 199-209, 1989.
9. Close,J.R., Inman,V.T., Poor,P.M., Todd,F.N.: The function of the subtalar joint. Clin. Orthop. No:50, 159-179, 1967.
10. Cohen,J.: Corrective shoes (Editorial). J.B.J.S. Vol.71-A, No:6, 799, 1989.
11. Cowell,H.R., Elener,V.: Rigid painful flatfoot secondary to tarsal coalition. Clin. Orthop. No:177, 54-60, 1983.
12. Cowell,H.R.: Talocalcaneal coalition and new causes of peroneal spastic flatfoot. Clin. Orthop. No:85, 16-22, 1972.
13. Duckworth,T.: The hindfoot and its relation to rotational deformities of the forefoot. Clin. Orthop. No:177, 39-48, 1983.

14. Elftman,H.: The transverse tarsal joint and its control. Clin. Orthop. No:44, 41-45, 1966.
15. Engel,G.M., Staheli,L.T.: The natural history of torsion and other factors influencing gait in childhood. Clin. Orthop. No:99, 12-17, 1974.
16. Ferciot,C.F.: The etiology of developmental flatfoot. Clin. Orthop. No:85, 7-10, 1972.
17. Gage, J.R., Deluca P.A., Renshaw T.S.: Gait analysis: Principles and applications with emphasis on its use in CP. Instr. Course Lect. Vol. 45; 491-507, 1996.
18. Giannestras,N.J.: Foot care: Whither bound? Clin. Orthop. No:85, 3-6, 1972.
19. Giannestras,N.J.: Recognition and treatment of flatfeet in infancy. Clin. Orthop. No:70, 10-29, 1970.
20. Giannestras,N.J.:Editorial Comment. Clin. Orthop. No:70, 3, 1970.
21. Goldner, J.L.: Advances in care of the foot: 1800 to 1987. The Foot, Vol:10, No:12, Dec.; 1817-1836, 1987.
22. Grundy,M., Tosh,P.A., Mcleish,R.D., Smidt,L.: An investigation of the centers of pressure under the foot while walking. J.B.J.S. Vol.57-B, No:1, 98-103, 1975.
23. Hall,M.C.: The trabecular patterns of the normal foot. Clin. Orthop. No:44, 15-20, 1966.
24. Harrold,A.J.: The problem of congenital vertical talus. Clin. Orthop. No:97, 133-143, 1973.
25. Heckman, J.D.: Fractures and dislocations of the foot. Ed.: Rockwood C.A., Green, D.P., Bucholz,R.W.: Fractures in adults. 3. Baski, Philadelphia: J.B. Lippincott Co., Vol.2; 2041-2054, 1991.
26. Hubbard,D.D., Staheli,L.T.: The direct radiographic measurement of femoral torsion using axial tomography. Clin. Orthop. No:86, 16-20, 1972.

27. Jaffe, W.L., Gannon, P.J., Laitman, J.T.: Paleontology, embryology and anatomy of the foot. Ed.: Jahss, M.H.: Disorders of the Foot and Ankle. 2. Baski, Philadelphia: W.B. Saunders Co., Vol.1; 3-34, 1992.
28. Katoch, Y., Chao, E.Y.S., Laughman, R.K., Schneider, E., Morrey, B.F.: Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. Clin. Orthop. No:177, 23-33, 1983.
29. Katz, K., Naor, N., Merlob, P., Wielunsky, E.: Rotational deformities of the tibia and foot in preterm infants. J. Ped. Orthop. (10); 483-485, 1990.
30. Katz, K., Krikler, R., Wielunsky, E., Merlob, P.: Effect of neonatal posture on later lower limb rotation and gait in premature infants. J. Ped. Orthop. 11; 520-522, 1991.
31. Keim, H.A., Ritchie, G.W.: Weight-bearing roentgenograms in the evaluation of foot deformities. Clin. Orthop. No:70, 133-136, 1970.
32. Khernosh, O., Lior, G., Weismann, S.L.: Tibial torsion in children. Clin. Orthop. (79); 25, 1971.
33. Kite, J.H.: Errors and complications in treating foot conditions in children. Clin. Orthop. No:53, 31-38, 1967.
34. LeLievre, J.: Current concepts and correction in the valgus foot. Clin. Orthop. No:70, 43-55, 1970.
35. Mann, R.A.: Biomechanics of the foot. Atlas of Orthotics(AAOS). 2. Baski, St Louis: C.V. Mosby Co.; 112-125, 1985.
36. Mann, R.A.: Overview of the foot and ankle biomechanics. Ed.: Jahss, M.H.: Disorders of the Foot and Ankle. 2. Baski, Philadelphia: W.B. Saunders Co., Vol.1; 383-408, 1992.
37. Mann, R., Inman, V.T.: Phasic activity of intrinsic muscles of the foot. J.B.J.S. Vol.46-A, No:3, 469-481, 1964.
38. Meehan, P.L.: The flexible flatfoot. Instr. Course Lect. 31; 261-2, 1982.
39. Miller, G.R.: The operative treatment of hypermobile flatfeet in the young child. Clin. Orthop. (122); 95-101, 1977.

40. Moore,K.L.: Clinically oriented anatomy. 3. Baskı, Baltimore: Williams and Wilkins Co.; 494-496, 1992.
41. Morris,J.M.: Biomechanics of the foot and ankle. Clin. Orthop. (122); 10-17, 1977.
42. Mosca V.S.: Flexible flat foot and skewfoot. Instr. Course Lect. Vol. 45; 347-354, 1996.
43. Moulies, D.: Les pieds plats de l'enfant. Ann. Pédiatr (Paris). Vol. 40, No:4 ; 223-229, 1993.
44. Odar,İ.V.: Anatomi. 1. Cilt; 103-182, Ankara, 1986.
45. Orhan, E.: Çocuklarda ve erişkinlerde tibial torsiyon açısının incelenmesi. Uzmanlık Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD., İzmir, 1985.
46. Perry, J.: Normal Gait. Ed.: Bowker J.H., Michael J.W.: Atlas of limb prosthesis. 2. Baskı, St. Louis: C.V. Mosby Co.; 359-370, 1992.
47. Perry,J.: Anatomy and biomechanics of the hindfoot. Clin. Orthop. No:177, 9-15, 1983.
48. Pitkow,R.B.: External rotation contracture of the extended hip. Clin. Orthop. No:110, 139-145, 1975.
49. Powell,H.D.W., Cantab,M.A.: Pes planovalgus in children. Clin. Orthop. No:177, 133-139, 1983.
50. Purvis,G.D.: Surgery of the relaxed flatfoot. Clin. Orthop. No:57, 221-231, 1968.
51. Rao,U.B., Joseph,B.: The influence of footwear on the prevalence of flat foot. J.B.J.S. Vol.74-B, No:4, 525-527, 1992.
52. Reikeras,O., Hoiseth,A.: Torsion of the leg determined by computed tomography. Acta Orthop. Scand. 60(3), 330-333, 1989.
53. Rose, G.K.: Pes Planus. Ed.: Jahss,M.H.: Disorders of the Foot and Ankle. 2. Baskı, Philadelphia: W.B. Saunders Co., Vol.1; 892-920, 1992.
54. Rose,G.K., Welton,E.A., Marshall,T.: The diagnosis of flat foot in the child. J.B.J.S. Vol.67-B, No:1, 71-78, 1985.

55. Sarı, Z., Otman, A.S.: Pes planusun ayak mobilitesi ve kas kuvvetleri üzerine etkisi. *Artroplasti Artroskopik Cerrahi*. Vol. 6, No:11 ;73-76, 1995.
56. Scott,S.H., Winter,D.A.: Biomechanical model of the human foot:Kinematics and kinetics during the stance phase of walking. *J. Biomech.* Vol.26, No:9, 1091-1104, 1993.
57. Shereff,M.J., Johnson,K.A.: Radiographic anatomy of the hindfoot. *Clin. Orthop.* No:177, 16-22, 1983.
58. Silk,F.F., Wainwright,D.: The recognition and treatment of congenital flatfoot in infancy. *J.B.J.S.* Vol.49-B, No:4, 628-633, 1967.
59. Smith,S.D., Millar,E.A.: Arthrorisis by means of a subtalar polyethylene peg implant for correction of hindfoot pronation in children. *Clin. Orthop.* (181); 15-23, 1983.
60. Staheli,L., Chew,D., Corbett,M.: The longitudinal arch. *J.B.J.S.* Vol.69-A, No:3, 426-428, 1987.
61. Staheli,L.T., Corbett,M., Wyss,C., King,H.: Lower extremity rotational problems in children. *J.B.J.S.* Vol:67(A), No:1; 39-47, 1985.
62. Staheli,L.T., Engel,G.M.: Tibial torsion. *Clin. Orthop.* No:86, 183-186, 1972.
63. Staheli,L.T.: Philosophy of care. *Ped. Clin. North Am.* Vol.33, No:6, 1986.
64. Staheli,L.T.: Lower positional deformity in infants and children: A Review. *J. Ped. Orthop.* (10); 559-563, 1990.
65. Staheli,L.T.: Rotational problems in children. *Instr. Course Lect.* Vol:43, 199-209, 1994.
66. Staheli,L.T.: Footwear for children. *Instr. Course Lect.* Vol:43, 193-197, 1994.
67. Staheli,L.T.: Shoes for children: A review. *Pediatrics*, Vol:88, No:2; 371-5, 1991.
68. Stewart,S.F.: Human gait and the human foot: An ethnological study of flatfoot-Part 1. *Clin. Orthop.* No:70, 111-123, 1970.
69. Stewart,S.F.: Footgear-Its history, uses and abuses. *Clin. Orthop.* No:88, 119-130, 1972.

70. Stewart,S.F.: Human gait and the human foot: An ethnological study of flatfoot-Part 2. Clin. Orthop. No:70, 124-131, 1970.

71. Stuberger,W., Temme,J., Kaplan,P., Clarke,A., Fuchs,R.: Measurement of tibial torsion and thigh-foot angle using goniometry and CT. Clin. Orthop. (272); 208-212, 1991.

72. Svenningsen,S., Apalset,K., Terjesen,T., Anda,S.: Regression of femoral anteversion. Acta Orthop. Scand. 60(2), 170-173, 1989.

73. Svenningsen,S., Terjesen,T., Auflem,M., Berg,V.: Hip rotation and in-toeing gait. Clin. Orthop. (251); 177-182, 1990.

74. Şaylı U., Bölükbaşı S.: Türk toplumunda torsiyonel profilin araştırılması. Artroplasti Artroskopik Cerrahi. Vol.4, No:6; 53-57,1993.

75. Şaylı U., Bölükbaşı S., Gündoğdu S.: Tibial torsiyonun bilgisayarlı tomografik ölçümü.Artroplasti Artroskopik Cerrahi. Vol.4, No:7; 50-52, 1993.

76. Tachdjian,M.O.: Pediatric Orthopaedics. Philadelphia: W.B. Saunders Co. Vol. 4; 2717-2757 ; 2792- 2819, 1990,

77. Thomas,F.B., Levelling the tread-Elevation of the metatarsas head by metatarsal osteotomy. J.B.J.S. Vol.56-B, No:2, 314-319, 1974.

78. Tiner, M.: Femur torsiyon açısının tayininde iki yeni metod. Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD., İzmir, 1968.

79. Turner,M.S., Smillie,I.S.: The effect of tibial torsion on the pathology of the knee. J.B.J.S. Vol:63(B), No:3; 396-98, 1981.

80. Vanderwilde,R., Staheli,L., Chew,D.: Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. J.B.J.S. Vol. 70-A, No:3, 407-415, 1988.

81. Volpon,J.B.: Footprint analysis during the growth period. J. Ped. Orthop. (14), 83-85, 1994.

82. Wenger,D., Mauldin,D., Speck,G., Morgan,D., Lieber,R.L.: Corrective shoes and inserts as treatment for flexible flatfoot in infants and children. J.B.J.S. Vol.71-A, No:6, 800-810, 1989.

83. Whitman,R.: Observations on forty-five cases of flat-foot with particular reference to etiology and treatment-The classic. Clin. Orthop. No:70, 4-9, 1970.

84. Wickstrom,J., Williams,R.A.: Shoe corrections and orthopaedic foot supports. Clin. Orthop. No:70, 30-42, 1970.

85. William P.L., Warwick,R.: Gray's Anatomy. Philadelphia: W.B. Saunders Co.; 406-418, 1986.

86. Wynee-Davies, R.: Acetabular dysplasia and familial joint laxity: Two etiological factors in congenital dislocation of the hip. J.B.J.S. Vol:52(B), No:4, 704-716, 1970.

87. Yagi,T., Sasaki,T.: Tibial torsion in patients with medial-type osteoarthritic knee. Clin. Orthop. No:213, 177-182, 1986.

