



T.C

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI

KALKANEAL UZATMA YAPILAN PES PLANUSLU ÇOCUK HASTALARIN  
RADYOLOJİK VE PODOGRAFİK SONUÇLARININ  
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRMESİ

Dr. Ali ÖZYALÇIN

UZMANLIK TEZİ

Bursa – 2021



T.C

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**

**TIP FAKÜLTESİ**

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KALKANEAL UZATMA YAPILAN PES PLANUSLU ÇOCUK HASTALARIN  
RADYOLOJİK VE PODOGRAFİK SONUÇLARININ  
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRMESİ**

**Dr. Ali ÖZYALÇIN**

**UZMANLIK TEZİ**

**Danışman: Prof. Dr. M. Bartu SARISÖZEN**

**Bursa – 2021**

## İÇİNDEKİLER

Özet.....	ii - iii
İngilizce Özet.....	iv
Giriş.....	1 – 3
Ayak Anatomisi .....	4 - 11
Ayak ve Ayak Bileği Biyomekaniği .....	11 - 14
Podografi .....	14 - 17
Medial Longitudinal Ark ve Pes Planus.....	17 - 28
Gereç ve Yöntem.....	29 – 41
Bulgular.....	42 - 54
Tartışma ve Sonuç.....	55- 64
Kaynaklar.....	65 - 71
Teşekkür.....	72
Özgeçmiş.....	73

## ÖZET

Çalışmanın amacı; çocukluk çağında semptomatik hiper mobil pes planus nedeniyle, kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanan ayaklarda radyolojik ve podografik ölçüm yöntemlerinin medial longitudinal ark yapısını (MLA) belirleme açısından birbirleriyle uyumunu değerlendirmektir.

Kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanmış 30 ayak retrospektif olarak değerlendirildi. Ayak ve kalkaneus morfolojisini anlayabilmek için ameliyat öncesi ve sonrası radyografilerde toplam 10 ölçüte bakıldı. Klinik değerlendirme için hastalara OxAFQ-C anketi uygulandı. Ameliyattan sonra podografik ölçüm yöntemi olarak ark indeksi, footprint indeksi ve clarke açısı kullanıldı. Farklı radyolojik ve podografik ölçüm yöntemlerinde elde edilen sonuçların ayak tiplendirmesi (normal/normal dışı) açısından uyumu değerlendirildi. Klinik anket sonuçlarının radyolojik ve podografik sonuçlarla ilişkisine bakıldı.

Hastaların yaş ortalaması 15,1 yıldır (11-17). Ameliyat sonrası kalkaneus uzunluğu ve posterior eklem yüzeyi yüksekliğinde anlamlı değişim görüldü ( $p<0,05$ ). Kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında ayak tiplendirilmesi açısından ark indeksi ve MLA radyolojik ölçüm yöntemleri birbirleriyle tamamen uyumlu sonuçlar verdi. Uyum özellikle lateral talo-1.metatarsal açı ( $k=0,902$ ) ve talohorizontal açı ( $k=0,814$ ) ile ark indeksi arasında mükemmel düzeydeydi. Clarke açısı ve footprint indeksi ile MLA radyolojik ölçüm yöntemleri sonucunda elde edilen ayak tiplendirmeleri ise birbiriyle uyumsuzdu ( $p>0,05$ ). Üç farklı podografik ölçüm yöntemi arasında da ayak tiplendirmesi açısından bir uyum bulunmadı ( $p>0,05$ ). Podografik ölçüm yöntemleri arasında yalnız ark indeksinin, MLA radyolojik ölçümleri içinde de yalnız lateral talo-1.metatarsal açının klinik değerlendirme alanlarının tümü ile korelasyon gösterdiği saptandı ( $p<0,05$ ).

Sonuç olarak, kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında podografik ölüm yöntemlerinden ark indeksi, gerek ayak yapısını tiplendirmek, gerek klinik memnuniyet düzeyini anlamak için MLA radyolojik yöntemlerinin yerine kullanılabilirken, clarke açısı ve footprint indeksi bu açıdan yetersizdir.

**Anahtar Kelimeler:** Pes planus, kalkaneal uzatma, podografi.

## SUMMARY

This study aims to evaluate agreement between radiological results and podographic measurements to classify feet on the basis of the medial longitudinal arch (MLA) in patients who had calcaneal lengthening osteotomy due to symptomatic hypermobile pes planus in childhood.

Retrospective study included 30 feet with calcaneal lengthening osteotomy. Ten different radiological measurement methods were used. OxAFQ-C questionnaire was applied for clinical assessment. Arch index, footprint index and clarke angle were used for podographic measurements. Agreement on classifying of foot type (normal/abnormal) between radiological and podographic measurements were evaluated by Cohen's kappa statistics. OxAFQ-C results were compared with radiological and podographic measurements.

The average age was 15.1 years (11-17). Significant change was observed in calcaneus length and posterior facet height ( $p < 0.05$ ). Arch index and MLA radiological measurements had the statistical agreement for classifying of the foot postoperatively. Strength of agreements between arch index with lateral talo-1.metatarsal ( $k = 0.902$ ) angle and talohorizontal angle ( $k = 0.814$ ) were perfect. MLA radiological measurements had no agreement with clarke angle and footprint index ( $p > 0.05$ ). No agreement found between the three types of podographic measurements. Arch Index and lateral talo-1.metatarsal angle were only methods which had correlation with all domains of the clinical questionnaire ( $p < 0.05$ ).

In conclusion, following calcaneal lengthening osteotomy, arch index, among the other podographic measurement methods, can be used to classify the foot and the clinical satisfaction level instead of MLA radiological measurements, whereas clarke angle and footprint index don't give predictable results.

**Keywords:** Pes planus, calcaneal lengthening, podography.

“

## GİRİŞ

Ayak ve ayak bileği vücudun ağrılığını dağıtmaktan, mobilizasyonun oluşumundan ve yüzey değişimlerine uyum sağlamaktan sorumlu, fonksiyonları ve şekli sürekli değişen, dinamik bir yapıdır (1). Bu nedenden dolayı ayağın tanımlaması ve tiplendirmesi halen tartışmalıdır.

Farklı tanı yöntemleri ve farklı tanımlamalar bulunsa da genel görüş pes kavus, normal ayak, pes planus gibi ayak morfolojilerinin ayağın medial longitudinal ark (MLA) yapısı ile birebir ilişkide olduğudur.

Pes planus tanımı; kullanılan yöntem ve tercih edilen referansa göre değişmektedir. Ancak kabul edilen genel tanım, ayak yük altında iken arka ayağın valgusa gelmesi, ön ayağın supinasyona gelmesi ve en önemlisi orta ayakta MLA'nın kaybolması şeklindedir (2, 3, 4).

Ayak patolojilerini anlayabilmek için radyolojik yöntemlerin kullanımı 1800'lü yılların sonunda başlamıştır (5). Günümüze kadar radyolojik yöntemler ile ayak patolojilerini ve normal ayağı tanımlamak için çok sayıda açđ ve değer bildirilmiştir. Ancak radyolojik ölçüm yöntemleri gibi statik tanı yönteminin geçerliliği; ayağın yaş grubuna göre, yük altındayken ve hareketin aşamaları sırasında farklı biyomekanik özellikler göstermesi nedeniyle her zaman, her ayak için aynı değildir (6, 7, 8).

Ayak ve ayak bileği kompleksinin, anatomik yapısı, kinetiği ve kinematiğinin anlaşılması, biyomekanik alanındaki teknolojilerin artması ile birlikte ayağı morfolojisini sınıflandırabilen yeni tanı yöntemleri ve ölçütleri ortaya çıkmıştır.

Ayağın statik elemanlarının, yük altında nasıl sonuç verdiğini incelemeye yarayan en basit, ucuz ve önemli yöntemlerden biri mürekkepli bir mata bastırılarak ayağın statik izinin kağıt üzerine alınması tekniğidir. Bu teknik ilk defa 1925 yılında statik ayak izi tekniği olarak tanımlanmıştır (9). Bu tekniğin

statik bir teknik olmasına rağmen ayağın dinamik yapısı hakkında öngörülebilir sonuçlar vereceği günümüze kadar çok defa doğrulanmıştır (10, 11, 12, 13). Daha sonraları ayak izi yönteminde farklı parametreleri incelenerek MLA'nın yapısını değerlendirmeye yönelik ark indeksi, clarke açısı, footprint indeksi gibi ölçütler oluşturulmuştur (10, 14, 15, 16).

Pes planusun tedavisi hakkında görüşler, bu konudaki gelişmeler sonucunda sürekli değişmiştir. Günümüzde 2 yaşındaki ciddi ve esnek pes planusu olan çocuk hastaların tedavisi hakkındaki görüşler; ortez bile verilmemesi gerektiğini savunanlar ile doğrudan cerrahi seçenekleri savunanlar arasında geniş bir yelpaze içinde bulunmaktadır (17). Pes planusun cerrahi tedavisi hakkındaki yaklaşımlar 1889 yılında Golding-bird'in navikula eksizyonundan (18) beri çok defa değişmiştir. Uzun yıllar esnek pes planus cerrahisinde Miller tekniği ve triple artrodez yaygın olarak kullanılmış olsa da son yıllarda kalkaneal uzatma osteotomisinin ilgi çeken, iyi sonuçları kalkaneal osteotomi ile lateral kolon uzatma ameliyatı seçeneğini ön plana taşımıştır (17). Kalkaneal uzatma osteotomisi düşüncesi ayağın 3 boyutlu planı hakkında düşünceler ileri sürülmesi ile geliştirilmiştir (19, 20, 21). Evans D.(22) kalkaneal uzatma osteotomisini ilk defa tanımlamıştır. Günümüzde sıkça kullanılan teknik ise Evans yönteminin 1995 yılında Mosca (23) tarafından modifiye edilmiş halidir. Bu teknik kalkaneusa yapılan osteotomi hattına kemik grefti yerleştirilerek kalkaneusun uzunluğunu ve şeklini değiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu ameliyat sonucunda; özellikle kalkaneus valgusunun düzelmesi, kalkaneusun medializasyonu sayesinde arka ayak aksının normal yük taşıma aksına getirilmesi ve lateral kolonun uzatılarak MLA'nın normale gelmesi beklenmektedir.

Normal ve pes planuslu ayakların yüzeyde oluşturduğu basınç alanları arasındaki en önemli farklardan biri orta ayak alanının normal ayakta gözle görülür şekilde az olması ve orta ayak alanına doğru artan ve yere temas etmeyen medial bir kavitenin olmasıdır. Ayağın fonksiyonel durumu hakkında bilgi veren ayak izi tekniğinde yapılan ölçümler, basınç alanlarının özellikle bu yöntemlerini değerlendirmektedir. Kalkaneal uzatma osteotomisi tekniği sonucunda kalkaneusun sinüs tarsi seviyesinde doğal yolla olmayan bir



yükselme, osteotomi distalinde yine doğal yolla olmayan bir medializasyon ve kalkaneusta fizyolojik olmayan bir uzama beklenmektedir. Bu durumun doğal bir sonucu olarak, ayaktaki pes planus deformitesini değerlendiren radyolojik ölçümlerin ve podografik indekslerin gösterecekleri değişim de normal ayaktan farklı olacaktır.

Radyolojik ölçümlerde normal ayaklar için tanımlanmış olan değer aralıklarının ameliyat sonrası ayakların değerlendirmesinde de kullanılabileceği, ameliyat sonrası ayağın radyolojik ve klinik sonuçlarının yüksek oranda düzeldiği çalışmalarda bildirilmiştir (17, 22 ,23 ,24, 25). Ameliyat geçirmemiş olan ayaklardan bakılarak oluşturulan podografik indekslerde normal değer aralıkları tanımlanmış ve bu değer aralıklarının, ameliyat olmamış ayaklarda ölçümler için belirtilen değer aralıklarıyla uyumu çok defa gösterilmiştir. Ancak podografik indekslerdeki değer aralıklarının, morfolojisi ameliyatla değiştirilmiş bir kalkaneusa sahip ayakta radyolojik ölçümlerin normal değer aralıklarıyla ve hastanın klinik durumu ile ne kadar uyum göstereceği belirsizdir. Bu nedenle podografik ölçüm indekslerinin kalkaneal uzatma osteotomisi gibi ayak morfolojisini değiştiren ameliyatlara uygulanmış hastalarda günlük kullanımının ne kadar işlevsel olacağı tartışmalıdır.

Podografik indekslerde belirtilen normal değer aralıklarının doğal yapısı bozulmamış bir ayak için geçerliiyken, kalkaneal uzatma osteotomisi gibi ayağın anatomik yapısını değiştiren cerrahi girişimlerin uygulandığı durumlarda, ayak morfolojisini değerlendirmede yetersiz olduklarını düşünmekteyiz.

Çalışmamızın amacı, kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanan ayaklarda radyolojik ve podografik ölçüm yöntemlerinin ayak morfolojisini belirleme açısından birbirleriyle aralarındaki uyumu değerlendirmektir.

Bu amaca yönelik olarak, semptomatik hipermobil pes planus nedeniyle çocukluk çağında lateral kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanan ayaklarda, podografik indeksler, radyolojik değerlendirme açıları ve ayak, ayak bileği klinik memnuniyet düzeyi skorları arasındaki ilişkiler normal ve pes planuslu ayağı tanıyabilmedeki uyumları açısından değerlendirilmiştir.

## **I. Ayak Anatomisi**

### **I.A. Ayak İskeleti**

Fonksiyonel olarak ayak iskeleti tarsus, metatarsus ve falanks şeklinde sınıflandırılabilir. Tarsus, (ossa tarsi) görevi ayağı desteklemek ve vücut ağırlığını tibiadan alıp dağılımını yapmak olan 7 kemikten oluşmuştur.

Distal sırayı küneiformlar ve küboid, proksimal sırayı talus ve talusun altında uzanım gösteren kalkaneus oluşturmaktadır. Medialde ise iki sırayı bağlayan navikular kemik (talus ve küneiform arasında eklem yapar) bulunmaktadır (1).

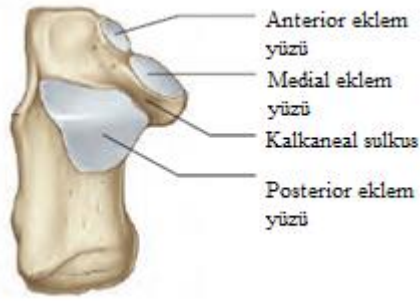
Ayağın anatomisinde pes planus gelişimi, tanısı ve tedavisi için talusun aksı, kalkaneusun 3 boyutlu yapısı ve eklem yüzeyleri ile ayağın ark yapısı ve kolon sistemi ayrı bir öneme sahiptir.

### **I.B. Ayağın Önemli Özellikleri**

Ayağın işlevini yerine getirmesi için temel yapıyı oluşturan talus, kalkaneus gibi kemik yapıların; ayağın karmaşık hareketinin sınırlarını oluşturan talokalkaneal, midtarsal eklem gibi eklemlerin ve ayağın görevini yapmasını sağlayan, ayağı bir arada tutan ark yapısının fizyolojik yapıya uygun olması gerekmektedir.

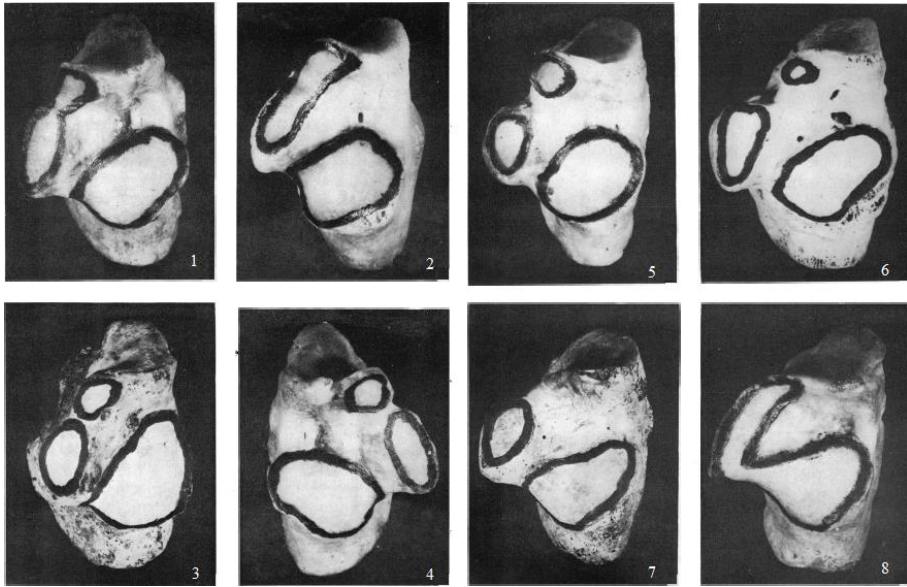
Talus distalde navikula ile eklem yapan, proksimalden distale vücut aksıyla 150 derece açılanması olan bir kemik yapıdır (1).

Kalkaneus; aşil tendonu ve posterior kompartman kasları için yapışma yüzeyi sağlayan sert arka kısım, talokalkaneal eklem posterior yüzünün bir kısmını bulduran orta kısım, üzerinde talokalkaneal eklem medial ve anterior yüzlerini bulduran sustentakulum tali ile posterior talokalkaneal eklem anterior yüzünün bulunduğu ön kısımdan oluşur (1) (Şekil-1).



**Şekil-1:** Kalkaneusun yukardan görünüşü – Talo-kalkaneal eklem yüzleri (Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice, 2016).

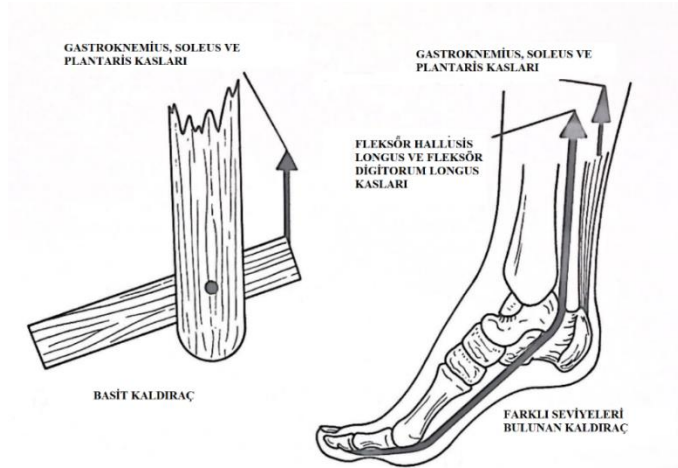
Kalkaneusun talus ile yaptığı eklemin 3 eklem yüzü talokalkaneal eklemi (subtalar eklemi) oluşturur. Kalkaneal uzatma osteotomisi sırasında önemli yer tutmaktadır. Talokalkaneal eklemin kalkaneal eklem yüzeylerinden özellikle anterior eklem yüzü ve medial eklem yüzü toplumda varyasyon gösterebilmesi nedeniyle ayrı bir önem taşır. Gupta ve ark. (26) 1977 yılında talokalkaneal eklem yüzlerini 4 tip olarak tanımlamışlardır. İnsan popülasyonunun %67 sinde "tip 1" eklem yüzü bulunmaktadır (Şekil-2).



**Şekil-2 :** Kalkaneustaki talokalkaneal eklem yüzü varyasyonları, Tip 1: 1-2, Tip 2: 3-4-5-6, Tip 3: 7 Tip 4 :8 (Gupta ve ark, 1977).

Talokalkaneal eklem başlıca inversiyon ve eversiyon hareketlerine sahip multi aksiyal bir eklemdir. Fonksiyonel açıdan talokalkaneal eklem en önemli özelliği tibia ve ayak arasındaki dengeyi sağlamak, hareket esnasında yüzey ve yön değişimlerinde uyumu sağlamaktır (1).

Mid-tarsal Eklem (Transvers Tarsal Eklem) kalkaneoküboid ve talokalkaneonavikular eklem aynı seviyede ve birlikte hareket etmesi ile oluşur. Talokalkaneal eklem ile birlikte orta ayağın hareket mekanizmasında ve ayak biyomekaniğinde önemli bir yer tutar (1). En önemli görevi yürüme, koşma gibi hareketler sırasında özellikle gastroknemius ve soleus kaslarının ayağa etkileri sonucu vücudu ileri taşıyan bir kaldıraç olarak çalışmaktır (Şekil-3) (27).



**Şekil-3:** Basit kaldıraç örneği ve posterior kompartman kaslarının yarattığı kaldıraç modeli (Snell RS, 1995).

### I.C. Ayağın Ark Yapıları

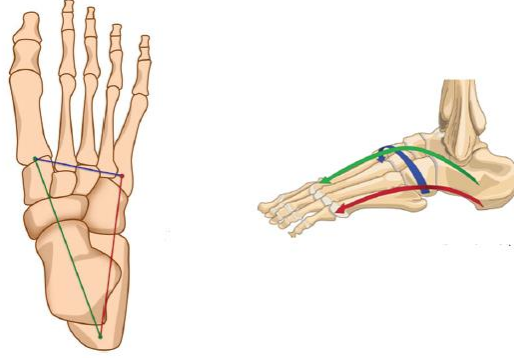
Ayağın her pozisyonda şeklini koruyabilmesi, yük aktarımını sağlayabilmesi ve her pozisyonda plantar yüzden gelen kuvvetleri absorbe edebilmesi için özel bir şekli ve bu şeklin oluşmasını sağlayan bir ark sistemi bulunmaktadır. Yürüme esnasında ayak arkları yay görevi görür ve yük

esnasında absorbe ettikleri mekanik enerjinin yürüme sırasında kullanılmasını sağlar (1, 27, 28).

Yük altındayken ayağın yere basınç aktarımının ve yüzey temasının arkada topuk, önde 1. metatars başı ve 4 ya da 5. metatars üzerinden yani başlıca 3 noktadan olduğu düşünülmektedir (10, 27, 29, 30).

Ayağın arkları da bu 3 nokta arasında dokuların uygun şekilde dizilimi ile oluşturdukları sistemlerdir (Şekil 4).

- Medial longitudinal ark,
- Lateral longitudinal ark,
- Transvers ark.



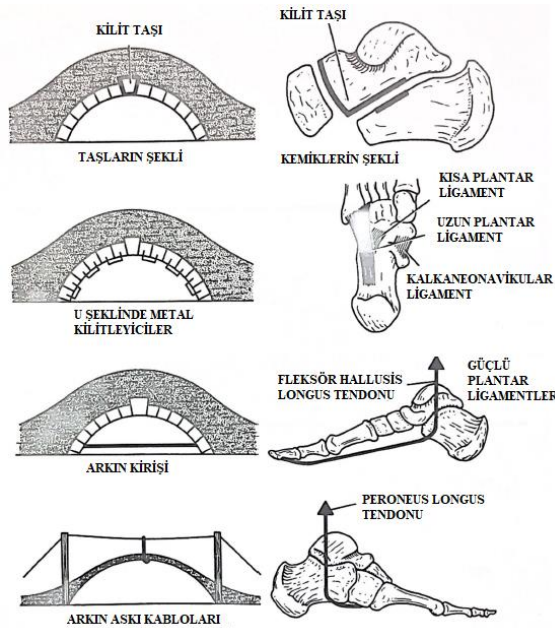
**Şekil-4:** Ayağın başlıca 3 temas noktası ve bu temas noktaları arasındaki ayağın 3 arki: Medial longitudinal ark (yeşil), lateral longitudinal ark (kırmızı) ve transvers ark (mavi) (Flores ve ark, 2019).

Ark sisteminin çalışma prensibi mekanik olarak taş kemer şeklindeki köprülerin çalışma prensibiyle benzerlik göstermektedir. Başlıca 4 yapı ile oluşturulan taş kemerlerin mühendisliğinin anlaşılması ark sisteminin anlaşılmasını kolaylaştıracaktır (27).

1. Taşların Şekli: Taş kemeri korumanın en etkili yolu, kemeri kama şeklinde taşlardan yapmaktır. Kama şeklinde taşlar ince kısmı alt tarafa gelecek şekilde yan yana dizilir ve yarım daire şeklinde bir ark (kemer) oluşturulur. En önemli taş, kemerin tepe noktasında ve en ortada olan kilit taşıdır (Şekil-5).

2. Taşların Alt Taraftaki İnce Yüzeylerinin Sıkı Şekilde Bağlı Olması: Birbirine temas eden iki kama şeklinde taş alt taraftaki ince yüzeylerinden “U” şeklindeki metal sabitleyicilerle birbirlerine kilitletir. Bu yöntem yük aktarımı yapan taşların yük altında birbirinden ayrılmasını engellemekte onun yerine yükü iletmesini sağlamaktadır (Şekil-5).
3. Kiriş Kullanmak: Kemer tepe noktasında dar, aşağıdaki iz düşümünde ise geniştir. Kemerin aşağıdaki temellerini sıkı bir bağ (kiriş) ile bağlamak yük altında kemerin dağılmasını ve çökmesini engellemektedir (Şekil-5).
4. Asma Köprü sistemi: Kemer, askı kabloları ile asarak kontrol altına almak kemer yapısını sağlamlaştırmakta ve korumaktadır (Şekil-5) (27).

Bu sisteme göre ayağın medial, lateral longitudinal ve transvers ark yapıları Tablo-1’ de gösterilmiştir (27).

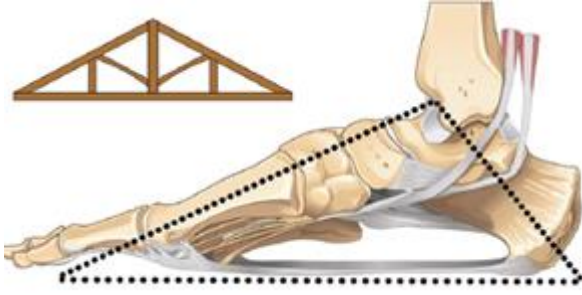


**Şekil-5:** Kemer köprü yapısına göre ayak arkının değerlendirilmesi (Snell RS, 1995).

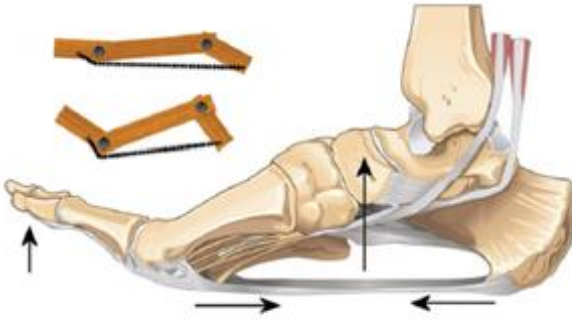
**Tablo-1: Ayağın Ark Yapıları**

Ark Yapısı	Kemiklerin şekli	U Şeklindeki Metal Sabitleyiciler	Kiriş	Askı Kabloları
<b>Medial Longitudinal Ark</b>	-Talus kilit taşıdır.	-Kalkaneonaviküler (Spring) bağ -Tibialis posterior tendonu	-Plantar Fasya -Abduktör ve fleksör hallusis longus ve brevis kasları, -Fleksör digitorum longus ve brevis kasları	-Tibialis anterior ve posterior kasları -Bağlar
<b>Lateral Longitudinal Ark</b>	-Kalkaneus ile küboid kemeri oluşturur. -Küboid kilit taşıdır.	-Ayak tabanındaki bağlar ve kaslar	-Plantar Fasya -Fleksör digitorum longus ve brevis kasları	-Peroneus longus ve brevis tendonları
<b>Transvers Ark</b>	-Küneiform ve metatarsaller kemeri oluştururlar.	-Güçlü plantar bağlar -Dorsal interösseöz kaslar -Addüktör hallusis kası	-Peroneus longus tendonu	-Peroneus longus ve brevis tendonları

Medial Longitudinal Ark: Pes planus oluşumundan sorumlu ayağın esas arkıdır. Ark biyomekaniğinde de önemli ve sıra dışı bir rol alır. Bu arkın yapısındaki En önemli ligamentöz yapı plantar fasyadır (PF). Ayak arkının yükselmesinde önemli rol alır. Plantar fasya kalkaneal tüberositten başlayıp proksimal falanks başlarında sonlanan üçgen şekilde fibröz bir yapıdır. Ayak yük altındayken PF gerilir. Ön, orta ve arka ayak yapılarının yük altındayken ayrılmasını engeller (Şekil-6.1). Ayağın kalkış fazında ise ayak parmakları ve metatarsofalangeal eklemlerde dorsi-fleksiyon olur. PF topuğu ve metatarsofalangeal eklemleri birbirine doğru çeker. Ark yükselir. Bu yaylanma hareketi hareketi sayesinde etkili bir itiş elde edilir. (Şekil-6.2) Bu mekanizma “windlass- çıkık mekanizması” olarak tanımlanmıştır (30, 31, 32).



**Şekil-6.1** Ayağın çıkık görünümü. Yük altında MLA çöker plantar fasya gerilir. (Flores ve ark, 2019).



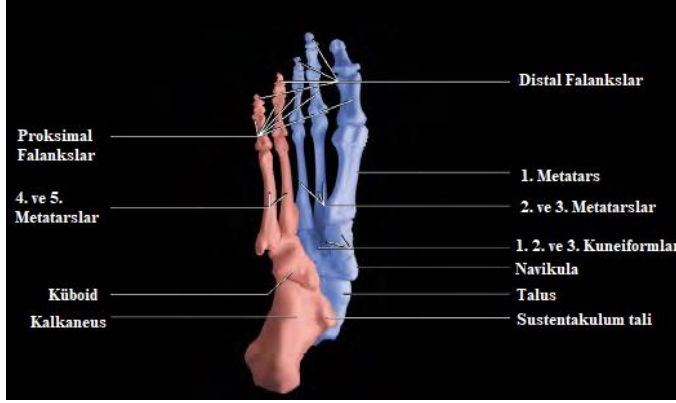
**Şekil-6.2** Ayak parmaklarının dorsi-fleksiyonu ve plantar fasyanın MLA'yı yükseltmesi (Flores ve ark, 2019).

#### **I.D. Ayağın Kolon Sistemi**

Ayak patolojileri ayağın tek bir yapısına bağlı oluşmaz. Bu yüzden ayağı, fonksiyonu ve oluşturduğu anatomik şekline göre medialden laterale 2 kolon olarak ayırmak ayak patolojilerini daha iyi anlamak ve ameliyat için yol gösterici olması açısından önemlidir (10).

- Medial Kolon: Talus, navikula, 1.-3. küneiform ve 1. – 3. metatars ile oluşur
- Lateral Kolon: Kalkaneus, küboid, 4. ve 5. metatarstan oluşur (33) (Şekil-7).





**Şekil-7:** Kırmızı alan: Lateral kolon, Mavi alan: medial kolon (Imaging Anatomy Knee, Ankle, Foot, 2017).

## II. Ayak ve Ayak Bileği Biyomekaniği

Biyomekanik analiz; çok sayıda eklem, kas yapısı ve farklı şekildeki kemiklerin oluşturduğu karmaşık yapı üzerinden vücudun uyguladığı veya vücuda uygulanan kuvvetlerin harekete etkilerini uzaysal ve zamansal bir bakış açısıyla incelemektedir. Dinamik bir süreci değerlendirir (32).

Ayağın dinamikleri, kinematik ve kinetik olarak iki çalışma alanına ayrılabilir (32, 34).

### II.A. Ayak ve Ayak Bileği Kinematiği

Kinematik; vücudun hareket edebilen, bütünlük gösteren yapılarının düzlemlere göre nasıl hareket ettiğini, yapının yer değişimi miktarını hesaplamayı, yapının yer değiştirirkenki hızını ve ivmesini ölçmek olarak tanımlanabilir.

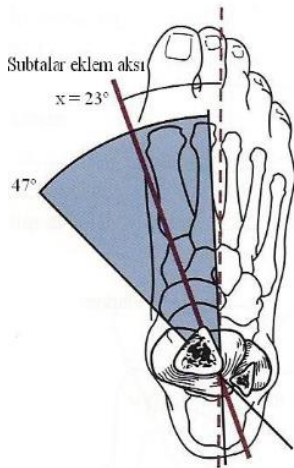
Düzenli bir yürüme sırasında ayak bileği eklemi ayak eklemiyle kompleks yapı oluşturduktan sonra itiş hareketini yaptırırken yüzeyden gelen ve vücut ağırlığından kaynaklanan kuvvetleri de absorbe eder (32, 34).

Ayaktaki sagittal düzlem hareketleri olan dorsi-fleksiyon ve plantar fleksiyon hareketleri ayak bileğinin transvers aksında gerçekleşmektedir. Bu hareket sırasında ayak bileği eklemi vertikal planda ve bacağın sagittal planında da hareketler gerçekleştirmektedir. Oluşan hareketin derecesine ise klinikte "tibial torsiyon derecesi" denmektedir. Ayağın koronal aksıyla bacağın

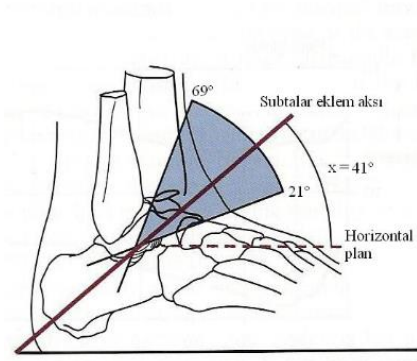
vertikal aksı arasında açılanma bulunmaktadır. Bu durum ayak bileğinde oblik bir hareket aksına neden olmaktadır (35).

Yürüme fazının ortasında, vücut yükü ayak üzerinden aktarılırken ayak bacağına göre dorsi-fleksiyon yapmaktadır. Bu sırada ayak bileğinin oblik aksı nedeniyle iç rotasyon gerçekleşir. Topuk yerden kalkarken de ayak bileği plantar fleksiyona gelmekte ve dış rotasyon görülmektedir (35, 36).

Talokalkaneal eklem kalkaneus ve talusun birleştiği alanda tek aks üzerinde hareketini gerçekleştirir. Bu aks medialden laterale doğru yaklaşık 16 derece ve horizontal planda plantar yüzeyden dorsale yaklaşık 42 derecelik bir açılanma gösterir (Şekil 8-1, Şekil 8-2 ). Tek aks üzerindeki hareketi incelendiğinde eklem talus ve kalkaneus arasında menteşe eklem hareketi yaptığı anlaşılmaktadır (35, 36).



**Şekil-8.1:** Transvers planda, talokalkaneal eklem aksı ile ayağın uzun aksı arasındaki ortalama 23° fark (4°-47°) (Surgery of the foot and ankle, 2007).



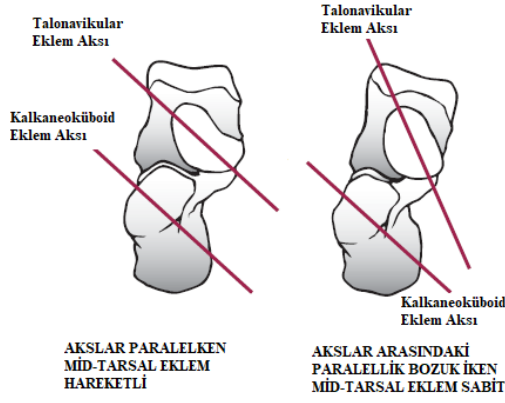
**Şekil-8.2:** Talokalkaneal eklemin aksı ile horizontal plan arasındaki ortalama 41° fark (21°-69°) (Surgery of the foot and ankle, 2007).

Talokalkaneal eklemin bu yapısı sonucu bacak dış rotasyona gelirken topukta inversiyon gelişmektedir. Bu durum ayak medialinde elevasyon ve lateral tarafta deviasyona neden olur. Bacağın iç rotasyonu durumunda da ayakta tersi etki gözlenir (35, 36).

Pes planusta subtalar eklemler aralığı daha geniştir ve subtalar eklemin aksı normale göre daha horizontaldir. Bu yüzden az miktarda bacak rotasyonu ayakta daha abartılı pronasyon ve supinasyon oluşturur. Bu durum neden asemptomatik pes planus hastalarının sık ayakkabı değiştirme veya ayakkabısız gezme ihtiyacı olduğunu açıklamaktadır.

Mid-tarsal eklemin talokalkaneal eklemler ile birlikte orta ayak için oluşturdukları kilit mekanizması ayak biyomekaniğinde çok önemlidir.

Talokalkaneal eklemler eversiyona geldiğinde kalkaneoküboid ve talonaviküler eklemlerin hareket eksenleri paralel hale gelir. Bu durum mid-tarsal eklemin hareket edebilmesine izin verir. Talokalkaneal eklemler inversiyon halindeyken ise mid-tarsal eklemin hareket şansı ortadan kalkar. Orta ayak hareketsiz hale gelir (Şekil-9) (32, 35, 37) . Eklemlerin bu sistemi sayesinde ayak ve MLA, yürüyüşün duruş aşamasından parmak kalkışı aşamasına gelene kadar talokalkaneal eklemin inversiyonu ve mid-tarsal eklemin kilitlenmesi nedeniyle sabit haldedir ve kaldıraç görevi görür. Topuk basma sırasında, kalkaneus eversiyona gider ve mid-tarsal eklemler esnek, hareketli ve yüzey etkilerine karşı uyum sağlayacak bir yapı halini alır (32, 35, 37).



**Şekil-9:** Mid-tarsal eklemin kilitlenme fonksiyonu (Elftman H, 1960).

## II.B. Ayak ve Ayak Bileği Kinetiği

Ayağın kinetiği basitçe ayağın yere teması ve aktardığı kuvvetler ile ilgilidir. Yürüyüşün her aşamasında farklı bir sonuç vermekle birlikte ayak kinetiğiyle ilgili genel görüş, ayağın yere ileteceği yükü, yere temas eden plantar yüzeyin başlıca 3 noktası üzerinden yaptığı yönündedir. Bu görüşü Morton (1935) , Dickson ve Diveley (1953) yaptıkları çalışmalarda (10) ayağı basıncın 1. ve 5. metatars ile topukta taşındığı bir “tripod” ‘a benzetmektedir. Ayağın kinetiği üzerine yapılan çalışmalar genel olarak “tripod” görüşünü doğrulamıştır. Hareketin aşamaları sırasında basınç dağılımlarına bakılmış ve normal ayakta ayak kinetiğinin belli bir yapıda olduğu, farklı sonuçların ayaktaki fonksiyonel bozukluklardan kaynaklandığı belirtilmiştir ( 32, 35, 38). Normal ayak ve patolojik ayak tiplerinin ön görülebilen temas yüzeyi basınç dağılımları oluşturduğunun anlaşılması ve bu basınç dağılımlarının ayağın gerçek yapısını ortaya koyduğunun düşünülmesi kolay ve ucuz yöntemler olan ayak tabanı basınç ölçümlerini ön plana taşımıştır. Bu gelişmeler ile birlikte pes planus tanısında ve ayak tiplendirmesinde pedobarograf kullanımı yaygınlaşmış ve detaylandırılmıştır.

## III. Podografi

### III.A Podografi Hakkında Genel Bilgiler

Podografi, ayak tabanında gözlenen basınçların ve dinamik değişikliklerin pedobarograf kullanılarak ölçülmesidir (38) .

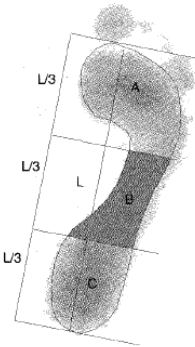
Ayak taban basıncını ölçen en eski teknik, 1925 yılında kullanılmış olan statik ayak izi tekniğidir. Bu teknikte, kişi mürekkepli mata ardından kağıda basar ve ayağın temas yüzeyi kağıt üzerinde bir ayak izi bırakır (9). Morton, 1930 yılında yaptığı çalışmada, araştırılan kişiyi yürürken mürekkepli mata bastırması ve yürüyüşü sırasında kağıda bastırarak ilk dinamik ayak izi metodunu ortaya çıkarmıştır. Podografi tekniklerinin klinik kullanımına artan ilgi, bilim insanlarını biyomekanik, ortopedik ameliyatlar, nörolojik problemler, diyabetik ayak ve ortez-ayakkabı modifikasyonları ile ilgili çalışmalarda podografi kullanımına yöneltmiştir (38, 39). Günümüzde, ayak tabanı için basınç ölçümleri, sensörleri bulunan bir platform, verileri toplamak için bir bilgisayar ve görüntüleme için bir monitör bulunduran sistemler kullanılarak, statik ve dinamik olarak yapılmaktadır (39). Statik podografi ile ayaktaki toplam basınç, basıncın ayak alanlarına düşen yüzdeleri gibi veriler elde edilirken, dinamik podografide hareketin aşamalarında ayak alanları ve basınç noktaları, ayağın varus, valgusu gibi pozisyon değişikliklerinin sonuçları değerlendirilir.

Ayağın hareket halindeyken ve duruştayken farklı, yük altında ve yük uygulanmazken farklı sonuçlar vermesi nedeniyle yalnızca ayaktaki yapıları tanımlamaya yarayan radyografiler gibi statik yöntemlerle, ayak morfolojisini gösteren kesin ölçüler elde edilememiştir. Bu durum ayak ve ayak bileği kompleksinin tanımlanması için fonksiyonel parametreleri değerlendiren geniş ölçütler oluşturulmasını sağlamıştır (40). Statik ayak izi analizleri ayağın fonksiyonel sonuçlarını gösterdiğinden ayağın dinamik yapısı hakkında öngörülebilir sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (41). Bu nedenle ayak tiplerini belirlemede podografik analizler ve podografi ile elde edilen statik ayak izi üzerinden yapılan ölçüm yöntemleri tanı için önemlidir.

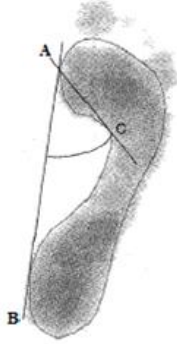
### **III.B. Podografide Ayak İzi Yöntemi**

Ayak izi yöntemi, ayağın yapısal özelliklerini karakterize eden basit bir yöntemdir. Çok sayıda önemli çalışma MLA'yı ölçmede ayak izi yönteminin çok kullanışlı olduğunu, ucuz ve basit olduğunu belirtmektedir (10- 13).

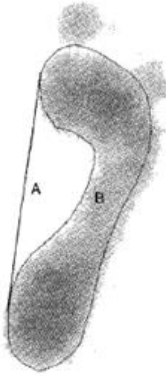
Ayak izi yöntemi üzerinden yapılan ölçümlerin hepsi ayak temas yüzeyinin farklı parametreleri kullanılarak yapılmaktadır. Yüksek güvenilirliğe sahip (42, 43), en sık kullanılan ölçütlerden biri Cavanagh ve ark'ın 1987 (10) yılında tanımlamış olduğu "Ark İndeksi" 'dir. Ark indeksi basitçe orta ayak alanının tüm ayak alanına oranıdır (Şekil-10). Yine aynı çalışmada ark indeksiyle karşılaştırılan ve sıkça kullanılan diğer yöntemlerden biri, ayak izinin farklı bir parametresini kullanan 1933 yılında eski bir tanımın modifikasyonuna dayanan "Clarke Açısı" 'dır. Basitçe ön ayak ve arka ayağın en medialini birleştiren çizgi ile ön ayağın en mediali ile ayak medialindeki konkavitenin tepe noktasını birleştiren çizginin arasındaki açıdır (Şekil-11) (16, 43). Cavanagh ve ark.'ın çalışmasında (10) ark indeksiyle karşılaştırdığı yüksek oranda güvenilirliği olan ve farklı parametreleri değerlendiren diğer indeks de "Footprint İndeksi" 'dir. 1937 yılında Irwin tarafından tanımlanmıştır (14, 39, 43). Ayak izinin medialindeki temas etmeyen, MLA'nın izdüşümüne karşılık gelen yüzey ile temas eden toplam ayak alanının oranını ölçmektedir (Şekil-12). Bunun için topuğun en medialindeki nokta ile ön ayaktaki en medial nokta arasından bir çizgi çekilir. Ayak medial sınırı ile bu çizgi arasında kalan alan ayağın temas etmeyen yüzeyi olarak adlandırılır. Bu alanın tüm ayak alanına oranı footprint indeksini vermektedir.



**Şekil-10:** Ark İndeksi= B/A+B+C (Tzyy-Yuang Shiang ve ark, 1998).



**Şekil -11:** Clarke Açısı (Tzyy-Yuang Shiang ve ark, 1998).



**Şekil-12:** Footprint İndeks = A/B (Tzyy-Yuang Shiang ve ark, 1998).

#### **IV. Medial Longitudinal Ark ve Pes Planus**

##### **IV.A. Çocuklarda Ayak ve Medial Longitudinal Ark Gelişimi**

Ayağın yapısı ve fonksiyonel durumu kemiklerin ve yumuşak dokunun gelişimi ile doğrudan ilişkilidir. Ayak ve ayak bileği kemiklerinin gelişimi 18-22 yaşına kadar devam etmektedir. Kemik ve eklemlerin oryantasyonu da bu gelişim sırasında değişmektedir. Antero-posterior (AP) yüklenme radyografisinde Talokalkaneal açı yenidoğan döneminde 30°-50° iken 5 yaşından sonra 20°-40° dir (6, 44).

Yenidoğanlarda ayaktaki kemiklerin çoğu kıkırdak yapıdadır ve direkt radyografilerde matürasyon yeterli olana kadar gözükmez. Tarsal kemiklerden kalkaneus, talus ve küboid kemiğin kemikleşme merkezleri fetal dönemden itibaren gözlenebilmekteyken, navikulanın kemikleşme merkezi 2-3 yaş, küneiform kemiklerin kemikleşme merkezleri 1,5-2,5 yaş arasında görünür hale gelmektedir (45). Kemiklerin matürasyonu 5 yaşına kadar hızlıdır. 5 yaşında ayak, yetişkin şeklinin referansı kabul edilebilecek bir şekle ve yetişkin ayak boyunun yarısı kadar bir boyuta ulaşır ve ayağın matürasyonu yavaşlar (46). Kalkaneus epifizinin kapanması 22 yaşına kadar gözlenebilirken diğer tarsal kemikler için varyasyonlar bulunmaktadır (45).

Tüm infantlarda MLA'nın seviyesi düşüktür yani pes planus gözlenmektedir (3). 5-6 yaş MLA gelişimi için de kritiktir. 5-6 yaşına kadar kalkaneal inklinasyonun düşük olması, yaygın subkutanöz yağ dokusu, ligament laksitesi gibi nedenlerden dolayı MLA düşük olarak değerlendirilmekte veya hiç değerlendirilememektedir. 5-6 yaşında bu faktörler büyük ölçüde gerilemekte ve sonucunda normale yakın bir MLA gözlenmektedir (47). Talus-1. Metatars açısı gibi açılarda düzelmeler 8-10 yaşına belirgin şekilde gözlenirken, ayağın tam matürasyonu 18-20 yaşlarında sonlanır (45, 46) .

#### **IV. B. Pes Planus (Düz Tabanlık)**

Genel tanım, ayak yük altında iken arka ayağın valgusa gelmesi, ön ayağın supinasyona gelmesi ve en önemlisi orta ayakta MLA'nın kaybolması şeklindedir (2- 4).

Yapılan tanımların tamamına yakınının statik tanı yöntemlerine dayanması yapılan tanımın ayağın dinamik yapısını açıklayıp açıklamadığı sorusunu ortaya çıkarmıştır (40, 41). Hawes ve ark. (39) 1992 yılında yaptıkları çalışmada MLA yüksekliğinin ayağın fonksiyonel tanımı için anlamlı olduğunu söylemiştir.

MLA gelişimi tamamlansa bile çoğu ayakta gözlenen pes planus esnektir ve MLA kişi parmaklarının üzerine kalkınca veya ayağına yük vermeyi bırakınca ortaya çıkar. Bu yüzden pes planus etiyolojisini bilmek ve sınıflamasını yapmak seçilecek tedaviye karar vermek için çok önemlidir.



#### **IV.C. Pes Planus Sınıflaması**

Pes planus basitçe esnek ve sert pes planus olarak 2 sınıfa ayrılmaktadır. Sert tip pes planus kolayca anlaşılabilir. En önemli özelliği, doğuştan beri olması ve hiç düzelmemesi veya patolojik şartlar nedeniyle oluşmasıdır. Bu tipte ayak yüklenmede değilken de MLA oluşmamaktadır. Mobilizasyon çoğunlukla zorlu olarak sağlanmaktadır. Ayak hareketleri ağırlıdır, peroneal kas spazmları sık görülmektedir. Sıklıkla kompleks cerrahi tedaviler ile düzelme sağlanmaktadır.

Esnek pes planus en sık gözlenen tiptir. Bu tipte yük altında gözüken pes planus durumu yük verilmediği zaman medial longitudinal arkın oluşması sonucu ortadan kalkar (3, 48).

Esnek pes planus normal ayağın bir çeşidi olarak da bilinmektedir. 2 temel şekli bulunmaktadır. Gelişimsel tipi çocuklarda büyümenin bir aşamasında ortaya çıkar; tedavi gerektirmez. Hiper mobil tip pes planus esnek veya patolojik olarak ortaya çıkabilmektedir. Aşil tendonu kontraktürü, topuk valgusu, bozulmuş tarsal hareket ve lateral kolonda kısalık ile giden ağırlı hiper mobil pes planus patolojiktir ve esnek pes planustan ayırt edilmesi gerekmektedir. Çünkü patolojik hiper mobil pes planusta triseps uzatma ve kalkaneal uzatma ameliyatları gibi cerrahi tedavi seçenekleri önemli yer tutmaktadır (3).

Günümüzde en sık kullanılan, açık ve detaylı bir pes planus sınıflaması, Staheli'nin yaptığı sınıflamadır (3) (Tablo-2)

## **Tablo-2: Pes planus sınıflaması**

<u>Kategori</u>	<u>Hastalık</u>
Esnek Pes Planus:	- Gelişimsel pes planus - Hiper mobil pes planus - Kalkaneovalgus ayak
Patolojik Pes Planus:	- Hiper mobil pes planus + gergin aşil tendonu + lateral tibial torsiyon + obezite - Tarsal, talokalkaneal, kalkaneonavikular koalisyon - Nörolojik pes planus - Posterior tibial tendon yetersizliği - Vertikal talus.

### **IV.D. Pes Planus Gelişiminde Etkili Faktörler**

Pes planusun gelişiminde etkili çok faktör gösterilmiştir; cinsiyet, obezite, yaygın eklem esnekliği, düz ayakkabı giyme gibi faktörlerdir. (3, 49, 50, 51).

### **IV.E. Pes Planus Klinik Bulguları**

Pes planusta MLA yüksekliğindeki azalma dışında pek çok patolojik klinik bulgu görülür. Patolojik sert pes planusta şiddetli ağrı ve kas spazmları, hareketten kaçınmak sık başvuru nedenidir. Hiper mobil pes planus hastaları sıklıkla 10-20 yaş arasında belirsiz aktivite ile başlayan ağrı ile başvururlar. Hiper mobil pes planusa aşil tendon kontraktürü eşlik ediyorsa patolojiktir. Bu durumda diz ekstansiyondayken ayakta nötral dorsi-fleksiyona gelememe kusuru görülür (3).

Ön ayakta abdüksiyon bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak ayağa arkadan bakıldığında ayak parmakları lateralden fazla olarak gözüktür. Bu bulgu "fazla sayıda parmak bulgusu" olarak adlandırılır (4, 52).

Patolojik pes planusu ayırt edebilmek için değerlendirilmesi gereken bir diğer klinik özellik arka ayağın valgusudur. Hastadan ayak parmak ucuna kalkması istenir. Parmak ucundayken MLA da belirginleşme beklenmektedir. Hasta parmak ucuna kalktığında arka ayak valgustan varusa dönmüyor ve MLA da belirginleşme olmuyor ise tarsal koalisyon gibi bir patolojiden şüphelenilir (45).

Arka ayak valgusunu gösteren başka bir bulgu; ayağa arkadan bakıldığında kalkaneusun valgusuna sekonder olarak aşil tendonunda içe kavislenme gözlenir (Helbing bulgusu) (52).

Esnek pes planusun ayırımında klinikte basitçe uygulanabilecek bir test başparmağı ekstansiyona getirme testidir (Jack testi). Hasta yere basarken başparmak pasif hiper ekstansiyona getirilir, medial longitudinal arkın yükselmesi beklenir (4).

#### **IV.F. Pes Planusta Radyolojik Değerlendirme Yöntemleri**

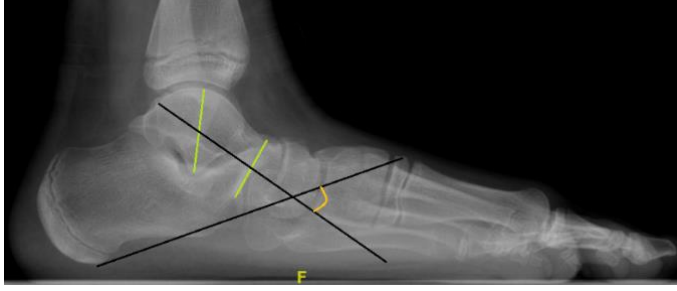
Pes planus ve ayak tiplendirmesinde rutin görüntülemelere diğer ortopedik hastalıklarda da olduğu gibi direkt radyografiler ile başlanmalıdır. Ayakta radyografik yöntemle yapılan açı ölçümleri, kişi ayaktayken ve ayaklarına tam ağırlık aktardığı pozisyonda çekilen lateral ve AP radyografiler üzerinden yapılır.

Ayağın dinamik yapısı nedeniyle ayağı tanımlayacak kesin bir ölçüm şekli tariflenememektedir. Ancak genel görüş bazı açılar ile özellikle MLA düzleşmesinin, arka ayak valgusunun ve ön ayak abdüksiyonunun gösterilebileceği şeklindedir (30).

Ayak tiplendirmesinde, MLA yapısının değerlendirilmesinde kullanılan MLA'nın radyolojik ölçümlerinin dışında özellikle pes planusun cerrahi tedavisinde değerlendirilebilecek, kalkaneus yapısı hakkında bilgi veren kalkaneusun radyolojik ölçümleri de bulunmaktadır.

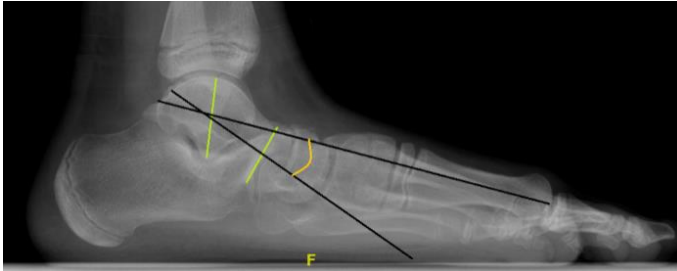
Lateral radyografi üzerinde bakılan MLA'nın radyolojik ölçümleri;

- Talokalkaneal Açı: Talus boynu ve gövdesinden çizilen çizgilerin orta noktası yani talusun merkezinden geçen aks ile kalkaneusun plantar kenarından yani inferior yüzeyinden çizilen çizginin arasında kalan açıdır (Şekil-13). Arka ayağın angulasyonunu göstermektedir. Arka ayağın ekine gelmesiyle veya varus açılanması ile azalır, kalkaneus veya topuk valgusunda artar (13, 33, 53).



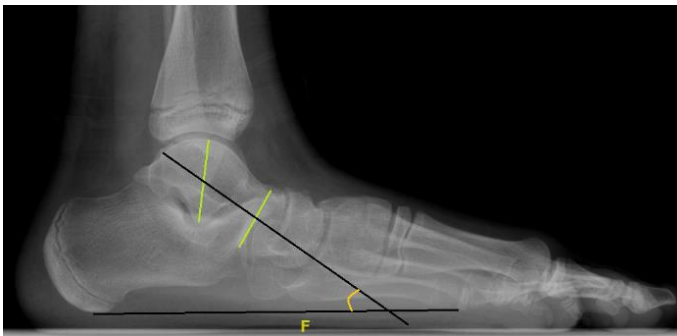
**Şekil-13:** Talokalkaneal Açığı.

- Talo-1.Metatarsal Açığı: Talusun uzun eksenini ile 1.metatars uzun eksenini arasında oluşan açıdır (Şekil-14) (6, 12, 13, 54). Ön ve arka ayağı birlikte değerlendirir. Aynı zamanda talusun inklinasyonunu da göstermektedir. Pes planusta açı artar (30, 33, 55, 56).



**Şekil-14:** Talo-1. Metatarsal Açığı.

- Talohorizontal Açığı: Talusun merkezinden geçen eğim çizgisi ile ayak tabanının plantar yüzeyini gösteren düzlem çizgisi arasında kalan açıdır (Şekil-15). Talusun inklinasyonu hakkında bilgi verir. Açığı normal aralık değerinin üstüne çıktığında pes planusu göstermektedir (46).



**Şekil-15:** Talohorizontal Açığı.

- Kalkaneal İnklinasyon (Pitch) Açısı: Pes planusta azalır. Kalkaneusun plantar yüzeyinden distal artiküler yüzeyin alt kenarına doğru bir çizgi çizilir. Bu çizgi ile ayak tabanının plantar yüzeyi yani kalkaneusun plantar temas noktasından 5. metatars başındaki temas yüzeyine doğru olan düzlem çizgisi arasındaki açıdır. (Şekil-16). (6, 44).



**Şekil-16:** Kalkaneal İnklinasyon Açısı.

AP radyografi üzerinde bakılan MLA'nın radyolojik ölçümleri;

- Talo-1. Metatarsal Açı: AP düzlemde talusun merkezinden geçen aks çizgisiyle 1. metatarsın merkezinden geçen aks çizgisi arasındaki açıdır. 1. metatars aksını oluşturan çizgi distale gittikçe laterale yöneliyor, talus aksını oluşturan çizgi ise distale doğru gittikçe mediale dönüyor ise açı pozitif değer almaktadır (Şekil-17) (57). Pes planus arttıkça açı pozitif değerlere doğru ilerler. (6, 44)



**Şekil-17:** AP Talo-1. Metatarsal Açı.

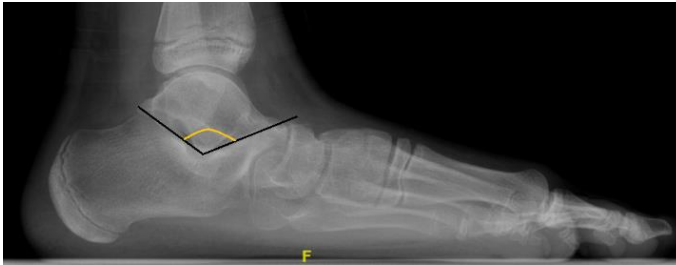
- Talonavikular Örtüm Açısı: Geçerliliği ve güvenilirliği giderek artan bir açıdır. Basitçe talus eklem yüzünün navikula eklem yüzüyle arasındaki açıdır (Şekil-18). Normal değerler erkek ve kadında değişiklik göstermektedir (44, 58).



**Şekil-18:** Talonavikular Örtüm Açısı.

Lateral radyografi üzerinden bakılan, kalkaneusun radyolojik ölçümleri;

- Gissane Açısı: Kalkaneus kırıkları sonrası kalkaneusun yapısını değerlendirmede kullanılan bir açıdır. Kalkaneusun superior yüzeyini (posterior ve orta eklem yüzü arasındaki eğim) değerlendirir (Şekil-19) (33, 59).



**Şekil 19:** Gissane Açısı.

- Boehler Açısı: Ayak lateral radyografisinde değerlendirilen bu açı kalkaneus posterior eklem yüzeyinin çöktüğü durumlarda azalmaktadır. Kalkaneus anterior çıkıntısı ile posterior eklem yüzünün en yüksek noktası arasındaki çizgi ile yine bu noktadan tuber kalkaneinin üst kenarına çizilen çizgi arasındaki açıdır (Şekil-20) (33, 44, 59).



**Şekil-20:** Boehler Açısı.

Posterior Eklem Yüzeyi Yüksekliği: Kalkaneusun plantar yüzeyini oluşturan çizgiden posterior eklem yüzeyinin en üst noktasına  $90^\circ$  açı ile çizilen çizginin uzunluğudur (Şekil-21) (59).



**Şekil-21:** Posterior Eklem Yüzeyi Yüksekliği.

- Kalkaneal Uzunluk: Kalkaneusun en posterior noktası ile kalkaneoküboid eklem orta noktasını birleştiren çizginin uzunluğudur (Şekil-22) (58, 60).



**Şekil-22:** Kalkaneal Uzunluk.

#### **IV.G. Pes Planus Cerrahi Tedavisi**

Sert, patolojik pes planuslarda cerrahi tedavi, etiolojinin ortadan kaldırılmasını takiben uygulanan artrodezler gibi konforu arttıracak, yeniden bir patoloji gelişmesine engel olacak daha radikal kompleks cerrahilerle olmaktadır. Esnek pes planus veya semptomatik hiper mobil pes planus gibi ayaklarda ise cerrahi tedavi modelleri ayağın fonksiyonel yapısını normale döndürmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle cerrahi tedavi yöntemleri uzun yıllardır araştırılmakta ve gelişmektedir. 1927 yılında navikula ile medial küneiform ve medial küneiform ile 1. metatars arasındaki eklemleri artrodez yaparak medial arkı oluşturmayı amaçlayan miller tekniğinin başarılı sonuçları bildirilmiş (21, 61) ve uzun yıllar bu teknik ile triple artrodez tekniği esnek pes planusun cerrahi tedavisinde ilk seçenek olmuştur. Günümüzde ise başarılı sonuçların bildirilmesi, normal anatomiye yakın bir anatomi yaratılması nedeniyle sıklıkla lateral kolon uzatma ve anterior kalkaneal osteotomi tekniği tercih edilmektedir (17).

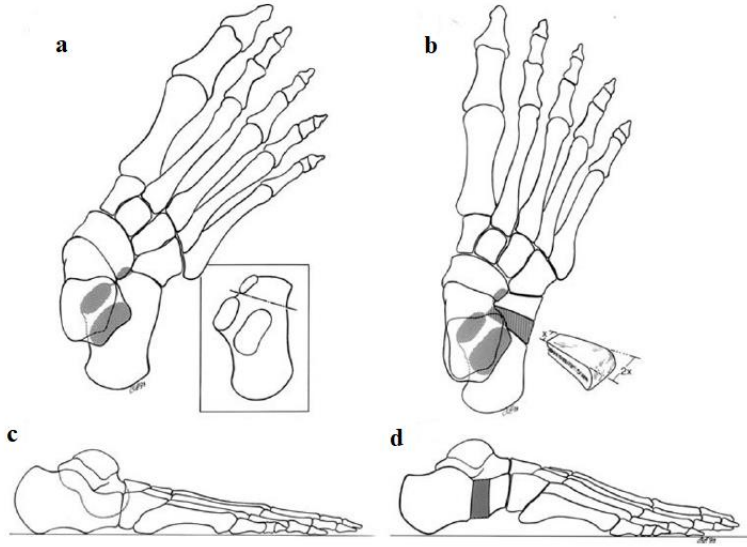
##### **IV.G.a. Lateral Kolon Uzatma ve Kalkaneal Osteotomi Tekniği**

Kalkaneal osteotomi tekniğinin biyomekanik anlamda nasıl sağlıklı olarak yapılabileceği zamanla ortaya çıkmıştır. Transvers planda sinüs tarsi tabanının yükseltilmesi gerektiği görüşü öne sürülmüştür (20). Bir başka görüş ise bir kadavra çalışması sonrasında ortaya atılan kalkaneusta yük taşıyan arka ayak aksının düzeltilmesi ve normal ayak aksına denk getirilmesi gerektiği bunun için kalkaneal tüberosite denk gelen oblik plan osteotomi hattının arkasında kalan parçanın mediale kaydırılması gerektiği görüşüdür (19) . 1975 Yılında Evans D. 1959 yılından beri pes planus tedavisinde kullandığı cerrahi



teknik olan kalkaneal uzatma osteotomisini tanımlamış (22) ve bu osteotominin Evans Osteotomisi olarak bilinmesini sağlamıştır. Evans'ın ortaya attığı kalkaneal uzatmanın kalkaneoküboid eklem proksimalinden abdüksiyonu düzeltecek şekilde lateral kolonu uzatan ve ön ayak ile navikular kemiği medialize edilecek şekilde yapılması gerektiği düşüncesi çoğu çalışmada kabul görmüştür (23, 24) . Mosca 1995 yılında(23) osteotominin hangi şekilde yapılması gerektiğini, osteotomi hattında kullanılacak kemik greftinin nasıl olması gerektiğini ve kalkaneal osteotomi ile birlikte ayakta hangi teknikler izlenmesi gerektiğini tanımlamış ve günümüzde çok sık kullanılan modifiye bir kalkaneal uzatma ameliyatı tanımlamıştır.

Bu teknikte, sinüs tarsi üzerinden yapılan modifiye ollier insizyonu, kalkanesun anterior çıkıntısının 1 cm proksimalinde sonlanır. Kalkaneoküboid eklem ortaya konulur. Subtalar eklem medial ve anterior eklem yüzleri ve aralarındaki dar oluk açığa çıkarılır. Osteotomi hattı kalkaneoküboid eklem 1.5 cm proksimalinden ve talokalkaneal eklem medial ve anterior eklem yüzlerinin arasındaki oluktan yapılır. Osteotomi hattı, eklem zarar vermemesi için bu aralıktan geçmelidir ve 3 boyutlu düzlemde uygun yapıyı sağlayabilmek için proksimal-lateralden distal-mediale doğru hafif oblik olmalıdır. İliak kanattan alınabilecek trapezoid şekilli trikortikal veya apofizi kapanmamış çocuklarda bikortikal greftler osteotomi hattına yerleştirildikten sonra tespit edilir (Şekil-23). Greft uzunluğunun mediale doğru 10-12 mm boyutlarında olması beklenir. Mosca, eğer bu işlem sonrasında subtalar eklem oblik hareketi dışında talonaviküler eklemde sıra dışı bir hareketlilik gözleniyorsa posterior tibial tendon güçlendirme ve talonaviküler eklem kapsül plikasyonu önermektedir. Osteotomi alanında uzatmaya direnç var ise peroneal tendonların "Z" plastisi ve işlem sonrası diz ekstansiyondayken ayak bileği dorsi-fleksiyonunda 10° 'lik kayıp görülmesi durumunda aşil tendonunun uzatılması işlemleri yine Mosca'nın modifiye lateral kolon uzatma tekniğinde belirtilmiştir (17, 23, 45, 62).



**Şekil-23:** Kalkaneal Uzatma Osteotomisi (Mosca VS, 2010).

a- Ayağın ap görüntüsü ve talokalkaneal eklem yüzeyleri arasından yapılacak osteotomi hattı

b- Osteotomi hattının distraksiyonu ve trapezoid greftin yerleşimi

c- Cerrahi öncesi pes planus ayak lateral görüntü

d- Cerrahi sonrası ayak lateral görüntü.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 09/12/2020 tarih, 2020-22/22 numaralı etik kurul onayı ile başlanan çalışmada, 01/01/2010 -25/11/2020 tarihleri arasında semptomatik hiper mobil pes planus tanısı nedeniyle kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanmış olan ve Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı polikliniğinde takip edilen 20 hastanın 30 ayağı retrospektif olarak değerlendirildi. Ameliyat edilen her ayak için klinik anketleri dışında ameliyat öncesi ve sonrasında ayrı veri girişleri yapıldı.

Hastaların, çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- Ameliyat tarihinde 18 yaşın altında olması
- Ameliyattan sonra en az 12 ay düzenli takip edilmiş olması
- Radyolojik ve podografik incelemelerin eksiksiz olması ve standartlara uygun yapılmış olması

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- Vertikal talus, tarsal koalisyon gibi konjenital veya travma, nörolojik hastalık gibi akkiz pes planus etiyojisi bulunması
- Bilişsel fonksiyonların yetersiz olması
- Ameliyat sonrası komplikasyon gözlenmiş olması veya revizyon ameliyatının gerekli görülmesi
- Yandaş hastalık nedeniyle immobil veya destekli mobil olan hastalar
- Aynı ameliyat sırasında kalkaneal uzatma osteotomisi dışında başka bir osteotomi uygulanmış olması olarak belirlendi.

Değerlendirilen hastaların ameliyat tarihindeki demografik verilerine, sistemik ek hastalıklarının varlığına, ameliyat öncesi radyolojik ölçümlerine ve klinik değerlendirme skorlarına bakıldı. Ameliyat sonrası son takiplerde, radyolojik ölçümlerin, klinik değerlendirme skorlarının ve podografik ölçümlerin sonuçları elde edildi. Ameliyat ile kalkaneus morfolojisinin nasıl değiştiğini anlamak için kalkaneusun radyolojik ölçüm sonuçlarındaki ameliyat öncesi ve

sonrası değerlerin arasındaki değişim istatistiksel olarak değerlendirildi. Ameliyat sonrasında ayak yapıları, MLA radyolojik ölçümleriyle ve podografik ölçümlerle, normal sınır aralıkları dikkate alınarak “normal” ve “normal dışı” olarak tiplendirildi. Yapılan tiplendirmenin, MLA radyolojik ölçümlerine ve podografik ölçümlere göre uyumu istatistiksel olarak analiz edildi. Uyum düzeyleri Kappa kat sayısı (k) ile belirtildi. MLA radyolojik ölçümlerinin ve podografik ölçümlerin hastanın klinik memnuniyet düzeyi ile ilişkisini anlamak için bu yöntemlerin klinik değerlendirme skorlarıyla korelasyonları hesaplandı.

## **I. Çalışma Gereçleri**

### **I.A. Anamnez**

Hastaların en sık başvuru nedeninin “ayaklarının içine basarak yürüme” şeklinde tarif edilen yürüyüş bozukluğu ve uzun süre ayakta kalma veya aktivite ile artan ağrı olduğu saptandı.

### **I.B. Klinik Değerlendirme – Ayak, Ayak Bileği Skorlamaları**

Tüm hastaların detaylı ortopedik muayeneleri ameliyattan önceki ve son kontrollerinde yapıldı. Klinik memnuniyet değerlendirmesi ameliyat öncesi ve sonrası dönemde; Oxford Çocuklar için Ayak, Ayak Bileği Anketi (OxAFQ-C) ile yapıldı (Tablo-2). Bu anketin tercih nedeni, çocukların yeterli bilgi veremeyecek kadar küçük yaşta olduğu durumlarda ebeveynlere uygulanabilen alternatif (OxAFQ-P) anketinin, çocuklara uygulanan anketle uyumlu sonuçlar verebilmesiydi. Ancak çocuklara uygulanan OxAFAQ-C anketlerinden yeterli geri dönüş alındı.

Bu anket, hastanın ayak ve ayak bileği ile ilgili sorunlarını temel olarak hayat kalitesini “Fiziksel Durum”, “Duygu Durum”, “Okul ve Oyun” ve “Ayakkabı Konforu” şeklinde 4 alanda değerlendirmektedir.

## Tablo-2: Oxford Çocuklar için Ayak, Ayak Bileği Anketi (OxAFQ-C)

Aşağıdaki sorular gençlerin yaşadığı ayak veya ayak bileği sorunları nedeniyle bize söylediklerine dayanmaktadır.

Her soruyu düşünmenizi ve sizi en iyi ifade edecek cevabın yanına tik veya ok işareti koymanızı istiyoruz.

Hep sıkıntı yaşadığınız bir konu mu? Hiç sıkıntı yaşamadığınız bir konu mu? veya arada bir seviyede sıkıntı yaşadığınız bir konu mu?

Geçen haftayı düşününce;

1-Ayağınız veya ayak bileğiniz yüzünden yürümekte güçlük çektiniz mi?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

2-Ayağınız veya ayak bileğiniz yüzünden koşmakta güçlük çektiniz mi?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

3-Uzun süre ayakta durmakta zorlandığınız oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

4-Ayağınızda veya ayak bileğinizde ağrı oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

5-Yürüyüş veya koşu sonrası bacaklarınızda ağrı ve acı hissi oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

6-Ayağınız veya ayak bileğiniz yüzünden kendinizi yorgun hissettiniz mi?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

7-Ayağınız veya ayak bileğiniz nedeniyle parkta diğerlerine katılamadığınız oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

8-Ayağınız veya ayak bileğiniz nedeniyle parkta veya dışarıda oynayamadığınız oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

9-Ayağınız veya ayak bileğiniz nedeniyle beden eğitimi dersine katılamadığınız oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

10-Ayağınız veya ayak bileğiniz nedeniyle okuldaki diğer derslere giremediğiniz oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

11-Ayağınız veya ayak bileğinizin görünümü sizi rahatsız etti mi?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

12-Yürüyüş şekliniz sizi rahatsız etti mi?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

13-Ayağınız veya ayak bileğiniz yüzünden utandınız mı?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

14-Ayağınız veya ayak bileğiniz yüzünden size kaba davranan oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

15-Ayağınız veya ayak bileğiniz nedeniyle beğendiğiniz bir ayakkabıyı giyemediğiniz oldu mu?

Hiç Seyrek Bazen Sıklıkla Her zaman

Puanlama Hiç=4 puan Her zaman= 0 puan olacak şekilde hesaplanır ve yüzde olarak değerlendirilir. 1-6. sorular "Fiziksel Durum", 7-10. sorular "Okul ve Oyun", 11-14. sorular "Duygu Durum", 15. soru ise "Ayakkabı Konforu" alanlarında değerlendirme yapmaktadır.

### I.C. Radyolojik Değerlendirme

Ameliyat öncesi klinik olarak pes planus tanısı konulan hastaların, basarak ayak AP, lateral direkt radyografileri çekildi. Pes planus için tanı

koydurucu nitelikte olan radyolojik yöntemlerden, lateral radyografide talokalkaneal açı, talo-1.metatarsal açı, talohorizontal açı, kalkaneal inklinasyon açısı; AP radyografide ise, talo-1.metatarsal açı ve talonavikular örtüm açıları ölçüldü.

Kalkaneal uzatma osteotomisi ameliyatında kalkaneusun yapısının ne kadar değiştiğini anlamak için kalkaneusun radyolojik ölçümlerine bakıldı. Bu amaçla gissane açısı, boehler açısı, posterior eklem yüzeyi yüksekliği ve kalkaneal uzunluk ölçüldü.

Ameliyattan sonraki takipler sırasında, radyolojik ölçümler tekrarlandı. Ameliyat sonrası takiplerde kalkaneal uzatma sahasına konulmuş olan otojen kemik greftinin kaynama durumu ve ayak yapısı takip edildi.

Ameliyat öncesi ve sonrası elde edilen radyolojik sonuçlar, bu ölçümler için kabul edilen normal ayak referans değerleri ile karşılaştırıldı (Tablo-3) (6, 30, 33, 44, 46, 53, 56 -59). Radyolojik olarak “normal” ve “normal dışı” şeklinde ayak yapısı tiplendirildi.

**Tablo-3:** Radyolojik ölçümlerin referans değerleri (6, 30, 33, 44, 46, 53, 56-59)

MLA Radyolojik Ölçümleri		Pes Planus için Sınır Değer	Normal Ayak için Referans Değerleri
Talokalkaneal Açı		50° <	30°-50°
Lateral Talo-1.metatarsal Açı		4° <	-
Talohorizontal Açı		32° <	20°-32°
Kalkaneal İnklinasyon Açısı		< 10°	10° - 20°
AP Talo-1.metatarsal Açı		0° <	0° - (-)20°
Talonavikular Örtüm Açısı	Kadın	21.7°<	6.7° - 21.7°
	Erkek	19.3°<	1.8° - 19.3°
Kalkaneusun Radyolojik Ölçümleri		-	
Gissane Açısı		-	105° - 135°
Boehler Açısı		-	20°-40°

#### I.D. Podografik Değerlendirme

Ameliyat sonrasında, podografik ölçümler için basınca duyarlı sensörlü platform (Diagnostic Support® Podoscanalyzer) ve yazılım

programının bulunduğu bir dizüstü bilgisayar (Şekil-24) kullanılmıştır. Hastaların ayak tiplendirmesi (normal/ normal dışı) ameliyattan sonra en erken 12. ayda yapılan statik podografi sonuçları kullanılarak değerlendirildi (Şekil-25).



**Şekil-24:** Podografik ölçümlerin yapıldığı platform.

Statik ölçümler, çocuklar ayakta, serbest dik duruşta ve ayaklar nötral pozisyonda, karşıda sabit bir noktaya bakarlarken yapıldı.



**Şekil-25:** Statik podografi ile elde edilen ayak izi örneği.

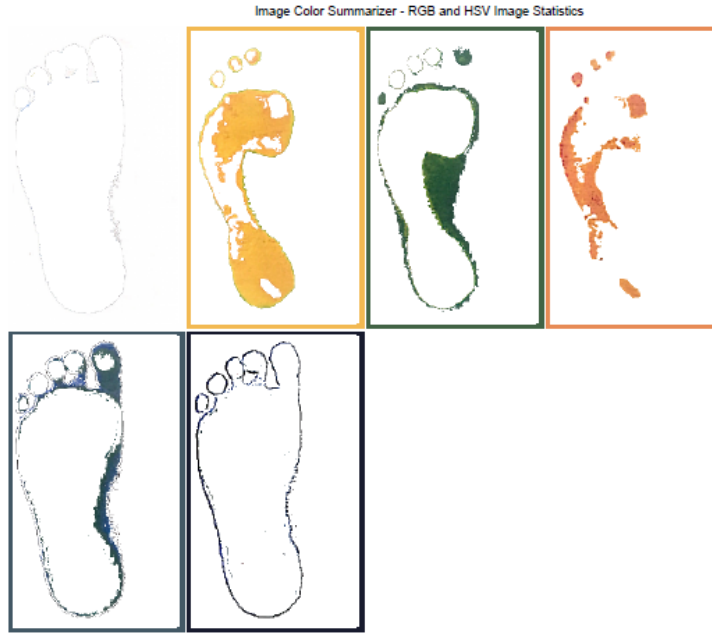
MLA'nın değerlendirilmesi için, podografi ile elde edilen "ayak izi" verisi kullanılarak; podografik ölçümlerden ark indeksi, clarke açısı ve footprint indeksleri hesaplandı. Hesaplamalar, ölçümlerin tanımlandığı çalışmalardaki tekniklere uygun olarak yapıldı (10, 14, 16, 43).

Basınçlar üzerinden elde edilen ayak izi resimlerini otomatik olarak hesaplamak için "Image Color Summarizer 0.76 © 2006-2021" ve "AutoCAD © 2021 version: R 154.0.0 AutoCAD 2021.1.1" isimli 2 adet ticari yazılım kullanıldı.

"Image Color Summarizer" yazılımı ile renk analizi yapıldı ve yük taşıyan sarı alanlar otomatik olarak yük taşımayan alandan ayrıldı (Şekil-26).

Ayak izi açıkça ortaya çıkarıldıktan sonra elde edilen ayak izi üzerinde AutoCAD yazılımı kullanıldı



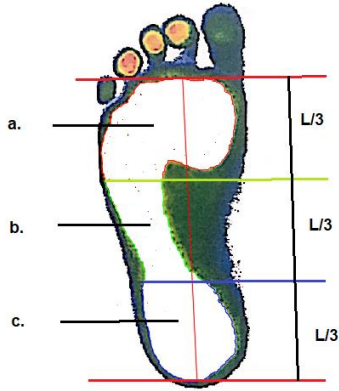


**Şekil-26:** Image Color Summarizer analizi ile renk analizi.

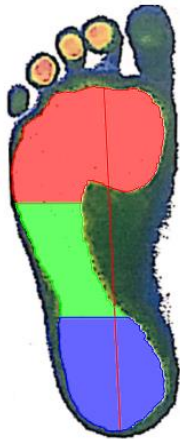
Ark indeksi ölçümü için ayak izinde 2. parmak temas noktasından topuğun en proksimalindeki noktaya uzanan ayak aksı çizgisi çizildi (Şekil-27). Metatars başlarının ayak plantar yüzünde oluşturduğu temas alanının en uç noktasından geçen ve aks çizgisine dik çekilen bir çizgi ile ayak aks çizgisi distalden sınırlandırıldı. Distalden ve proksimalden sınırları belirlenen ayak aks çizgisini 3 eşit parçaya bölecek şekilde dik olarak çizilen 2 çizgi ile ayak tabanı temas yüzeyi 3 parçaya bölündü (Şekil-28). Ayak alanlarının çevrelerine "poligon çizimi" yapılarak ön, orta ve arka ayak alanları hesaplandı (Şekil-29). Orta ayak alanının tüm ayak alanına oranı hesaplanarak ark indeksi ölçüldü. Footprint indeksi için metatarsal bölgenin en medial noktası ve topuğun en medial noktası arasında çekilen çizgi ile ayak medial sınırının etrafına "poligon çizimi" yapıldı ve temas etmeyen yüzey alanı hesaplandı (Şekil-30). Temas etmeyen yüzey alanının tüm ayak alanına oranı ile footprint indeksi ölçüldü. Clarke açısı ölçümü için metatarsal bölgenin en medialindeki noktadan ayak medial kavisinin tepe noktasına çekilen çizgi ile metatarsal bölgenin en medialindeki noktadan topuğun en medialindeki noktaya ölçülen çizgi arasındaki açı ölçüldü (Şekil-31).



**Şekil-27:** Ark indeksi ölçümü için ayak aks çizgisinin belirlenmesi.



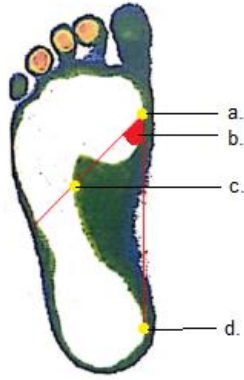
**Şekil-28:** Ark indeksi ölçümü için ayak aksının 3 eşit parçaya bölünmesi ve ayağın bölümlere ayrılması a. Ön ayak b. Orta ayak c. Arka ayak.



**Şekil-29:** Ark indeksi ölçümü için ayak alanlarının ölçülmesi; Kırmızı alan: Ön ayak alanı, Yeşil alan: Orta ayak alanı, Mavi alan: Arka ayak alanı.



**Şekil-30:** Footprint indeksi ölçümü için ayağın temas etmeyen alanının ölçümü  
a. Metatarsal bölgenin en medial noktası b. Ayağın temas etmeyen alanı c. Topuğun en medial noktası.



**Şekil-31:** Clarke açısı ölçümü; a. Metatarsal bölgenin en medial noktası b. Clarke açısı c. Ayak medial kavsinin tepe noktası d. Topuğun en medial noktası.

Ark indeksi için normal ayak sınır değer aralığı:  $0.21 < \text{normal} < 0.26$  olarak kabul edildi. 0,26 ve üzerindeki değerler pes planus; 0,21 ve altındaki değerler pes kavus ile uyumlu ayak olarak değerlendirildi (10).

Footprint indeksinde normal ayak için belirtilen sınır değerleri:  $0.23 < \text{normal} < 0.29$  olarak kabul edildi. 0,29 ve üzerindeki değerler pes kavus ile 0,23 ve altındaki değerler pes planus ile uyumlu olarak değerlendirildi (14, 15, 39).

Clarke açısının normal ayak için belirtilen sınır değerleri:  $42^{\circ} \leq$  normal  $\leq 55^{\circ}$  olarak kabul edildi.  $55^{\circ}$  üzerindeki açılar pes kavus ile  $42^{\circ}$  altındaki değerler pes planus ile uyumlu olarak değerlendirildi (16, 63, 64).

Podografik ölçüm yöntemlerinde normal sınırlar içinde değerlere sahip ayaklar podografik olarak "normal", normal sınırların dışında kalan (pes planus ve pes kavus ile uyumlu) ayaklar ise "normal dışı" olarak tiplendirildi.

## **II. Tedavi ve Takipler**

### **II.A. Ameliyat Tekniği**

Hastaların hepsine aynı cerrah tarafından, Mosca'nın tanımladığı modifiye kalkaneal uzatma osteotomisi ameliyatı uygulandı. On iki hastada peroneal tendon "Z" plastisi ve 11 hastada aşil tendon uzatma işlemi gerekli görüldü ve uygulandı. Osteotomi hattında kullanılan trapezoid kortikal greftlerin hepsi hastanın kendi iliak kanadından alındı. Greftlerin tespiti K telleri aracılığı ile sağlandı.

Hastalar, genel anestezi altında, ameliyat masasına sırt üstü pozisyonunda yatırıldı. Ameliyat edilecek alt ekstremitelerine yüksek uyluk pnömatik turnike sarıldı. Antibiyotik profilaksisi, 30 mg/kg, maksimum doz 2 gr olacak şekilde intravenöz Sefazolin Sodyum ile yapıldı. Ameliyat edilecek alt ekstremitenin turnike distalinde kalan bölgesi steril olarak örtüldü. Ameliyat edilecek alt ekstremiteye steril Esmarch bandajı sarılıp turnike kan basıncının 80-100 mmHg fazlası olacak şekilde şişirildi. Ayak lateralinde, sinüs tarsinin üstünden kalkaneoküboid eklem distaline doğru modifiye Ollier insizyonu ile cilt ve cilt altı geçildi (Şekil-32).



**Şekil-32:** Modifiye Ollier insizyonu.

Sural sinir ve yüzeysel peroneal sinir dalları ekarte edilerek kesi derinleştirildi. Ekstansör retinakulum kalkaneusun superolateralinden gevşetildi. Peroneus longus ve brevis tendonları dorsale ve plantara ekarte edildi. Kalkaneoküboid eklem C kollu floroskopi cihazı ile belirlendi, eklem kapsülü açılmadı. Periost elevatörü yardımıyla subtalar eklem medial eklem yüzü, anterior eklem yüzü ve aralarındaki oluk bulundu. Kalkaneusun lateralinden, medial ve anterior talokalkaneal eklem yüzleri arasından ve kalkaneoküboid eklem yüzünün yaklaşık 1.5 cm proksimalinden, proksimalden laterale ve distalden mediale yönelen hafif oblik osteotomi yapıldı. Osteotomiden sonra proksimal ve distal fragmanlara 1'er K teli yerleştirilerek osteotomi hattının manipülasyonu sağlandı (Şekil-33). Osteotomi hattının distraksiyonundan önce 1 K teli ile kalkaneoküboid eklem tespit edilerek manipülasyon sırasında bu eklem uyumu korundu.



**Şekil-33:** Manipülasyon altında osteotomi hattı.

Hastanın aynı taraf iliak kanadından trapezoid şekilli trikortikal veya bikortikal greft alındı. Greftin kortikal kenarları dorsal, lateral ve plantar yüzeylere uygun hale getirildi. Yapısal stabilite sağlandıktan sonra greft lateralden mediale büyük kısmı plantarda olacak şekilde osteotomi hattına çakılarak oturtuldu. Sonrasında 1 adet K teli, ayak dorsal yüzünde distalden proksimale yönlenecek kalkaneoküboid eklem, osteotomi hattı ve grefti tespit edecek şekilde gönderildi (Şekil-34).



**Şekil-34:** Osteotomi hattının greft yerleştirildikten sonra K teli ile tespiti.

Cilt ve cilt altı, emilebilir suture materyalleriyle anatomisine uygun kapatıldıktan sonra, medial arkı destekleyen, kısa bacak sirküler alçı yapıldı.

### **II.B. Cerrahi Sonrası Takipler**

Hastaların tamamına ameliyat sonrası 1. gün yatak istirahati ve ayak elevasyonu uygulandı.

#### **II.B.a. Hareket**

Ameliyat sonrası 2. günden itibaren hastaların çift taraflı koltuk değneğiyle ameliyatlı tarafa yük vermeden mobilize olmalarına izin verildi.

Alçılar ortalama 6-8 haftada sonlandırılırken K telleri poliklinik ortamında çıkarıldı. Ortalama 6. haftada hastaların parsiyel yük vererek mobilizasyonlarına izin verildi. Tüm hastalar 8. haftadan itibaren tam yükte mobilize oldu.

Yara yeri enfeksiyonuna dair bulgu olmadıkça ameliyattan sonraki ilk hafta dışında antibiyotik kullanılmadı.

### **II.B.b. Kontroller**

Hastalar en geç 2. günün sonunda taburcu edildiler. Hastaların ilk kontrolleri 1. haftada, ikinci kontrolleri 3. haftada yapıldı. Her kontrolde direkt radyografiler değerlendirildi. Daha sonraki kontrolleri 3-4 haftalık aralıklarla yapıldı. Osteotomi hattında kaynaması tamamlanan hastaların, uygun şekilde mobilize olup olmadıkları, yk vermede sorun yaşıyıp yaşımadıkları, kalkaneoküboid eklem ve talonaviklar eklem uyumunun durumu kontrollerde değerlendirildi.

### **III. İstatistiksel Değerlendirme**

Verinin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Tanımlayıcı istatistikler nicel veri için ortalama ve standart sapma ve medyan (minimum-maksimum); nitel veri için frekans ve yüzde olarak belirtilmiştir. Bağımlı grupların karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaret Sıra testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenlerin arasındaki uyum Kappa katsayısı ile incelenmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Anlamlılık düzeyi  $p=0,05$  olarak belirlenmiştir. Verinin istatistiksel analizi IBM SPSS 23.0 (IBM Corp. Released 2015. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 23.0. Armonk, NY: IBM Corp.) istatistik paket programında yapılmıştır.

## BULGULAR

### I.Demografik Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 20 hastanın 4'ünün kadın, 16'sının erkek olduğu; değerlendirilen 30 ayağın 6'sının kadın, 24'ünün erkek hastalara ait olduğu görüldü. Ameliyat sırasında yaş ortalamaları 15,1 yıl (11 yıl – 17 yıl), ortalama boy, kilo ve beden kitle indekslerinin sırasıyla 166 cm (138 cm- 187 cm), 69,9 kg (34 kg - 100 kg) ve 27,8 (17,2 - 38,1) olarak ölçüldü. Ortalama takip süresi 49 ay ( 12 ay – 136 ay) idi. Ameliyat öncesi değerlendirmede 13 hastanın çift taraflı pes planus olduğu görüldü. Ameliyat olan ayakların, 10'u sağ 20'si sol taraftı. Otuz ayak için ameliyat sonrası kullanılan ayakkabı numarası ortalamasının 40,4 (36 - 45,5) olduğu, kas-iskelet sistemini etkilemeyen ek hastalık olarak, 1 hastada hipotiroidi, 1 hastada tip 1 diabetes mellitus ve 1 hastada konjenital kalp hastalığı olduğu saptandı (Tablo-4).

**Tablo-4:** Hastaların demografik verileri

<b>Hasta Sayısı</b>	20
<b>Ameliyat Edilen Ayak Sayısı</b>	30
<b>Kadın / Erkek (Ayaklara Göre)</b>	6/24
<b>Ortalama Yaş (Yıl)</b>	15,1 yıl (11- 17)
<b>Takip Süresi (Ay)</b>	49 ay ( 12 - 136)
<b>Boy (cm)</b>	166 cm (138- 187)
<b>Kilo (kg)</b>	69,9 kg (34- 100)
<b>BKI (Beden Kitle İndeksi)</b>	27,8 (17,2 - 38,1)
<b>Çift ayak / Tek ayak</b>	13/7
<b>Sağ /Sol Ayak</b>	10/20
<b>Ameliyat Sonrası Ayakkabı Numarası</b>	40,4 (36 – 45,5)
<b>Kronik Hastalık Varlığı</b>	4 hasta



Yaş ve ameliyattan sonrası MLA açısı ölçümleri arasındaki ilişki değerlendirildiğinde yaşın küçülmesiyle birlikte talokalkaneal açı dışındaki açı değerlerinin normale dönme oranının arttığı saptandı (Tablo-5).

Hastaların boyu ve beden kitle indeksi ile ameliyat sonrası MLA radyolojik ölçüm sonuçları arasında herhangi bir ilişki bulunmadı (Tablo-5).

**Tablo-5:** Demografik verilerin ameliyat sonrası MLA radyolojik ölçümleriyle korelasyonları

	Yaş	Boy	BKİ
Talokalkaneal Açısı	0,979	0,415	0,1
Lateral Talo-1. Metatarsal Açısı	0,023	0,556	0,366
Talohorizontal Açısı	0,018	0,545	0,54
Kalkaneal İnklinasyon Açısı	0,02	0,853	0,989
AP Talo-1. Metatarsal Açısı	0,019	0,226	0,665
Talonavikular Örtüm Açısı	0,003	0,606	0,458

Sonuçlar, "p" değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

## II.Radyolojik Bulgular

- MLA radyolojik ölçümlerinin sonuçları;

Lateral talokalkaneal açı ameliyat öncesinde 51,6° (45,2°- 57,2°), ameliyat sonrasında 39,2°(31,1°- 54,3°), talo-1. metatarsal açı ameliyat öncesinde 14,9° (5,3°- 31,4°) ameliyat sonrasında 3,5° (0,5°- 17,8°), talohorizontal açı ameliyat öncesinde 35°(28,2°- 41,3°) ameliyat sonrasında 25,7° (17,2°- 39,2°) ve kalkaneal inklinasyon açısı ameliyat öncesinde 6,4° (1,2°- 9,5°) ameliyat sonrasında 15,7° (7,7°- 22,6°) ölçüldü (Tablo-6).

AP radyografide talo-1. metatarsal açı ameliyat öncesinde 10,7° (3,1° - 20,2°), ameliyat sonrasında -2,6° (-9,6° - 7,1°), talonavikular örtüm açısı ameliyat öncesinde 24,8° (20,2°- 33,6°) ameliyat sonrasında 7,6° (1,2°- 23,2°) ölçüldü (Tablo-6).

MLA radyolojik ölçümlerinin tümünde ameliyat sonrasında saptanan düzelme istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ) (Tablo-6).

Kalkaneus yapısını değerlendiren radyolojik ölçümlerden; gissane açısının ortalama değeri ameliyat öncesinde  $121,7^\circ$  ( $105,5^\circ - 132,6^\circ$ ), ameliyat sonrasında  $124^\circ$  ( $108,1^\circ - 137,9^\circ$ ), boehler açısının ortalama değeri ameliyat öncesinde  $29,1^\circ$  ( $7,8^\circ - 42,2^\circ$ ) sonrasında  $29,9^\circ$  ( $15,7^\circ - 43,9^\circ$ ) ölçüldü. Gissane açısı ve boehler açısındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo-6). Posterior eklem yüzeyi yüksekliğinin ortalama değeri ameliyat öncesinde 4,3cm (3,2- 5,3), ameliyat sonrasında 4,5 cm (3,4 - 5,8), kalkaneal uzunluğun ortalama değeri ameliyat öncesinde 8 cm (6,3- 9,5) ameliyat sonrasında ise 8,7 cm (6,6 - 10,1) ölçüldü. Posterior eklem yüzeyi yüksekliğinin ortalama 0,2 cm arttığı ve kalkaneal uzunluğun ise ortalama 0,7 cm uzadığı ölçüldü. Bu değişimler istatistiksel olarak anlamlı düzeydeydi (Tablo-6).

Ameliyat öncesinde, MLA radyolojik ölçümlerine göre normal sınırların dışında kalan 21 ayak vardı. Talokalkaneal açıya göre 8 ayak, lateral talo 1. metatarsal açıya göre ise 4 ayak normaldi.

Ameliyat sonrasında MLA radyolojik ölçümlerinin tümü normal olan 16 ayak varken, 2 ayakta hiçbir radyolojik ölçüm normal sınırlarda değildi. Ameliyat sonrası ölçümleri normal sınırlarda bulunan ayakların sayısı en fazla talokalkaneal açı ölçümünde (28 ayak) en az talohorizontal açı ölçümündeydi (23 ayak) (Tablo-7).

Ameliyat öncesinde gissane açısı tüm ayaklarda normal sınırlardayken ameliyat sonrasında 1 ayakta normal sınırların dışındaydı. Boehler açısı ise ameliyat öncesinde 3 ayakta normal sınırların dışındayken ameliyat sonrasında bu 3 ayakta normale döndü, başka bir hastada ameliyattan önce normal olan boehler açısı ameliyattan normal sınırların dışında ölçüldü (Tablo-7).

**Tablo-6:** Ameliyat öncesi ve sonrası radyolojik değerlendirme sonuçları

		Ameliyat Öncesi	Ameliyat Sonrası	Ortalama Değişim Miktarı	P Değeri
MLA Radyolojik Ölçümleri	Talokalkaneal Açığı	51,6° (45,2° - 57,2°)	39,2° (31,1° - 54,3°)	12,3°	<0,001
	Lateral Talo-1. Metatarsal Açığı	14,9° (5,3° - 31,4°)	3,5° (0,5° - 17,8°)	11,4°	<0,001
	Talohorizontal Açığı	35° (28,2° - 41,3°)	25,7° (17,2° - 39,2°)	9,2°	<0,001
	Kalkaneal İnklinasyon Açısı	6,4° (1,2° - 9,5°)	15,7° (7,7° - 22,6°)	9,2°	<0,001
	AP Talo-1. Metatarsal Açığı	10,7° (3,1° - 20,2°)	-2,6° (-9,6° - 7,1°)	13,4°	<0,001
	Talonavikular Örtüm Açısı	24,8° (20,2° - 33,6°)	7,6° (1,2° - 23,2°)	17,2°	<0,001
Kalkaneus Radyolojik Ölçümleri	Gissane Açısı	121,7° (105,5° - 132,6°)	124° (108,1° - 137,9°)	2,3°	0,084
	Boehler Açısı	29,1° (7,8° - 42,2°)	29,9° (15,7° - 43,9°)	0,8°	0,453
	Posterior Eklem Yüzeyi Yüksekliği	4,3 cm (3,2 - 5,3)	4,5 cm (3,4 - 5,8)	0,2	0,001
	Kalkaneal Uzunluk	8 cm (6,3 - 9,5)	8,7 cm (6,6 - 10,1)	0,7	<0,001

**Tablo-7:** Ameliyat öncesi ve sonrası radyolojik sonuçlara göre normal ve normal dışı ayak sayılarının dağılımı

Radyolojik Sonuçlar		Ayak Sayıları (n=30,%)			
		Ameliyat Öncesi		Ameliyat Sonrası	
		Normal	Normal Dışı	Normal	Normal Dışı
MLA Radyolojik Ölçümleri	Ölçümlerin Tümüde	0 (%0)	21 (%70)	16 (%53,3)	2 (%6,6)
	Talokalkaneal Açığı	8 (%26,6)	22 (%73,3)	28 (%93,3)	2 (%6,6)
	Lateral Talo-1. metatarsal Açığı	0 (%0)	30 (%100)	24 (%80)	6 (%20)
	Talohorizontal Açığı	4 (%13,3)	26 (%86,6)	23 (%76,6)	7 (%23,3)
	Kalkaneal İnklinasyon Açısı	0 (%0)	30 (%100)	24 (%80)	6 (%20)
	AP Talo-1. metatarsal Açığı	0 (%0)	30 (%100)	26 (%86,6)	4 (%13,3)
	Talonavikular Örtüm Açısı	0 (%0)	30 (%100)	23 (%76,6)	7 (%23,3)

<b>Kalkaneus Radyolojik Ölçümleri</b>	<b>Gissane Açısı</b>	30 (%100)	0 (%0)	0 (%0)	1 (%3,3)
	<b>Boehler Açısı</b>	27 (%90)	3 (%10)	3 (%10)	1 (%3,3)

6 farklı MLA radyolojik ölçüm yönteminin birbirleriyle ilişkileri değerlendirildiğinde, ameliyat sonrası talohorizontal açı ve lateral talo-1. metatarsal açının diğer tüm açı ölçüm yöntemleriyle korelasyon gösterdiği saptanırken en düşük korelasyon talokalkaneal açıda ve talonavikular örtüm açısında saptandı (Tablo-8).

**Tablo-8:** Ameliyat sonrası MLA radyolojik ölçüm yöntemlerinin birbirleriyle korelasyonları

	Talokalkaneal Açısı	Lateral Talo-1. Metatarsal Açısı	Talohorizontal Açısı	Kalkaneal İnklinasyon Açısı	AP Talo-1. Metatarsal Açısı	Talonavikular Örtüm Açısı
<b>Talokalkaneal Açısı</b>	-	0,014	0,004	0,183	0,047	0,131
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açısı</b>	0,014	-	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
<b>Talohorizontal Açısı</b>	0,004	<0,001	-	0,011	0,004	<0,001
<b>Kalkaneal İnklinasyon Açısı</b>	0,183	0,001	0,011	-	0,013	0,001
<b>AP Talo-1. Metatarsal Açısı</b>	0,047	<0,001	0,004	0,013	-	0,055
<b>Talonavikular Örtüm Açısı</b>	0,131	<0,001	<0,001	0,001	0,055	-

Sonuçlar "p" değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

### III.Klinik Değerlendirme Skorları

Klinik memnuniyeti ölçmek için uygulanan OxAFQ-C skorlamasında değerlendirilen 4 alandan; Fiziksel Durum'un ortalama değeri ameliyat öncesinde 41,91 ( 20,83- 62,5) ameliyat sonrasında 72,88 ( 41,6 - 95,8), Okul

ve Oyun'un ortalama değeri ameliyat öncesinde 70 (31,25- 100) ameliyat sonrasında 86,04 (56,25 – 100), Duygu Durum'un ortalama değeri ameliyat öncesinde 81,21 (62,5-100) ameliyat sonrasında 93,12 (75 -100) ve Ayakkabı Konforu'nun ortalama değeri ameliyat öncesinde 40,83 (0 – 100) ameliyat sonrasında ise 81,5 (20 – 100) olarak lld (Tablo-9).

Klinik değerlendirme alanlarının tümünde ameliyat sonrasında saptanan düzelme istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ) (Tablo-9)

**Tablo-9.** Ameliyat ncesi ve sonrası klinik değerlendirme skorları

OxAFQ-C	Ameliyat ncesi	Ameliyat Sonrası	Ortalama Düzelme Miktarı	P Değeri
<b>Fiziksel Durum</b>	41,91 ( 20,83- 62,5)	72,88 ( 41,6 - 95,8)	32,06	<0,001
<b>Okul ve Oyun</b>	70 (31,25- 100)	86,04 (56,25 – 100)	16,04	<0,001
<b>Duygu Durum</b>	81,21 (62,5-100)	93,12 (75 -100)	11,87	<0,001
<b>Ayakkabı Konforu</b>	40,83 (0 – 100)	81,5 (20 – 100)	41,66	<0,001

Ameliyat sonrasında, klinik değerlendirme skorları ile karşılaştırıldığında lateral talo 1. metatarsal aı 4 alanın tümüyle korelasyon gösterirken, en düşük korelasyon sıklığı talonavikular örtüm açısı ve talokalkaneal aı ölçümlerinde saptandı (Tablo-10). Yani klinik değerlendirme skorlarıyla en çok ilişki lateral talo-1.metatarsal açıda, en az ilişki ise talonavikular örtüm açısı ve talokalkaneal açıda bulunmaktaydı (Tablo-10).

**Tablo-10.** Ameliyat sonrasında MLA radyolojik ölçümleri ve klinik değerlendirme skorlarının birbirleriyle korelasyonu

	<b>OxAFQ-C</b>			
	<b>Fiziksel Durum</b>	<b>Okul ve Oyun</b>	<b>Duygu Durum</b>	<b>Ayakkabı Konforu</b>
<b>Talokalkaneal Açığı</b>	0,084	0,019	0,005	0,457
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açığı</b>	<0,001	0,007	<0,001	0,021
<b>Talohorizontal Açığı</b>	0,002	0,059	<0,001	0,038
<b>Kalkaneal İnklınasyon Açığı</b>	0,01	0,118	0,016	0,026
<b>AP Talo-1. Metatarsal Açığı</b>	0,001	0,01	0,002	0,164
<b>Talonavikular Örtüm Açığı</b>	0,028	0,172	0,006	0,065

Sonuçlar “p” değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

Ameliyattan önce ve sonra ölçülen klinik değerlendirme skorları arasındaki artış miktarı ile MLA radyolojik ölçüm sonuçlarındaki düzelme oranları arasında bir ilişki saptanmadı (Tablo-11).

**Tablo-11:** MLA radyolojik ölçümlerinin ve klinik değerlendirme skorlarının ameliyat öncesi ve sonrası gösterdikleri değişim oranları açısından birbirleriyle korelasyonu

<b>Ameliyat Öncesi ve Sonrası Ölçümlerdeki Değişim Miktarı</b>	<b>OxAFQ-C</b>			
	<b>Fiziksel Durum</b>	<b>Okul ve Oyun</b>	<b>Duygu Durum</b>	<b>Ayakkabı Konforu</b>
<b>Talokalkaneal Açığı</b>	0,561	0,644	0,601	0,606
<b>Lateral Talo 1. Metatarsal Açığı</b>	0,66	0,644	0,734	0,117
<b>Talohorizontal Açığı</b>	0,242	0,117	0,254	0,967
<b>Kalkaneal İnklınasyon Açığı</b>	0,464	0,403	0,435	0,354
<b>AP Talo 1. Metatarsal Açığı</b>	0,255	0,452	0,953	0,817
<b>Talonavikular Örtüm Açığı</b>	0,183	0,552	0,684	0,745

Sonuçlar “p” değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

#### IV.Podografik Bulgular

Ameliyat sonrası değerlendirilen podografiler üzerinden ölçülen ark indeksi, clarke açısı ve footprint indeksi sırasıyla 0,247 (0,205- 0,361), 39,2° (21 – 56), 0,266 ( 0,109- 0,357) şeklindeydi (Tablo-13).

Ark indeksine göre 23 ayakta normal, 7 ayakta normalin dışında değer ölçüldü (Tablo-12).

**Tablo-12.** Podografik ölçüm yöntemlerinin sonuçları

	Ortalama (Min.- Maks.)	Normal Sınırlardaki Ayak Sayısı (n=30,%)
<b>Ark İndeksi</b>	0,247 (0,205- 0,361)	23 (%76,6)
<b>Clarke Açısı</b>	40,1° (21 – 58)	8 (%26,6)
<b>Footprint İndeksi</b>	0,266 ( 0,109- 0,357)	15 (%50)

“Normal” ve “normal dışı” şeklinde ayak tiplerini sınıflandırma açısından ark indeksi ve 6 farklı MLA radyolojik ölçümün tümü arasında uyum vardı ( $p<0,05$ ) (Tablo-13).

Cohen'in kappa katsayısına göre ark indeksi ve MLA radyolojik ölçüm yöntemlerinin ayak tiplendirmesi açısından uyum düzeyleri belirlendi. Uyum düzeyi lateral talo-1. metatarsal açı ve talohorizontal açı için mükemmelken (sırasıyla  $k=0,902$ ,  $k=0,814$ ), kalkaneal inklinasyon açısı, ap talo-1. metatarsal açı, talonaviküler örtüm açısı için orta (sırasıyla  $k= 0,510$ ,  $k=0,453$ ,  $k=0,441$ ) ve talokalkaneal açı ( $k=0.380$ ) için ise yeterli bulundu (65) (Tablo-13).

**Tablo-13.** Ark indeksi ve farklı MLA radyolojik ölçüm yöntemlerine göre aynı ayak tipi (normal veya normal dışı) saptanan ayakların dağılımı ve tiplendirme açısından aralarındaki uyum düzeyi.

	Ark indeksi				
	Aynı Tipte Bulunanlar			Uyum	Uyum Düzeyi
	Normal	Normal Dışı	Toplam (% , n=30)		
<b>Talokalkaneal Açı</b>	23	2	25 (%83,3)	Var (p=0,008)	k = 0,38
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açı</b>	23	6	29 (%96,6)	Var (p<0,001)	k = 0,902
<b>Talohorizontal Açı</b>	22	6	28 (%93,3)	Var (p<0,001)	k = 0,814
<b>Kalkaneal İnklinasyon Açısı</b>	21	4	25 (%83,3)	Var (p=0,005)	k = 0,510
<b>AP Talo-1. Metatarsal Açı</b>	22	3	25 (%83,3)	Var (p=0,009)	k = 0,453
<b>Talonavikular Örtüm Açısı</b>	20	4	24 (%80)	Var (p=0,016)	k =0,441

Clarke açısına bakıldığında yalnızca 8 ayağın normal sınırlarda olduğu görüldü (Tablo-12).

Clarke açısıyla ve MLA radyolojik ölçüm yöntemleriyle ayak yapısı için yapılan ayak tiplendirmesi (normal / normal dışı) arasında uyum bulunmadı (p>0,05) (Tablo-14). Ameliyattan sonra clarke açısıyla, ayak yapısını tiplendirme yönünden en çok sayıda ortak sonuç lateral talo-1. metatarsal açı ile (normal: 8, normal dışı: 6, toplam:14 ayak); en az sayıda ortak sonuç ise talonavikular örtüm açısı ile (normal: 5, normal olmayan: 4, toplam: 9 ayak) görüldü.



**Tablo 14.** Clarke açısına ve MLA radyolojik ölçümlerine göre aynı ayak tipi (normal veya normal dışı) saptanan ayakların dağılımı ve tiplendirme açısından aralarındaki uyum düzeyi.

	Clarke Açısı			Uyum
	Aynı Tipte Bulunanlar			
	Normal	Normal Dışı	Toplam (% , n=30)	
<b>Talokalkaneal Açı</b>	8	2	10 (%33,3)	Yok (p=0,377)
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açı</b>	8	6	14 (%46,6)	Yok (p=0,099)
<b>Talohorizontal Açı</b>	7	6	13 (%43,3)	Yok (p=0,398)
<b>Kalkaneal İnklinasyon Açısı</b>	7	5	12 (%40)	Yok (p=0,536)
<b>AP Talo-1. Metatarsal Açı</b>	8	4	12 (%40)	Yok (p=0,195)
<b>Talonavikular Örtüm Açısı</b>	5	4	9 (%30)	Yok (p=0,269)

Footprint indeksine göre 15 ayak normal sınırlardaydı (Tablo-15).

Footprint indeksiyle ve MLA radyolojik ölçümleriyle; ayak yapısı için “normal” ve “normal dışı” şeklinde yapılan ayak tiplendirmeleri arasında uyum bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-15). Ameliyattan sonra footprint indeksiyle, ayak yapısını tiplendirme yönünden en çok sayıda ortak sonuç talohorizontal açı ile (normal: 13, normal olmayan: 5, toplam: 18 ayak); en az sayıda ortak sonuç ise talokalkaneal açı ile (normal: 14, normal olmayan: 1, toplam: 15 ayak) görüldü.

**Tablo-15.** Footprint indeksine ve MLA radyolojik ölçümlerine göre aynı ayak tipi (normal veya normal dışı) saptanan ayakların dağılımı ve tiplendirme açısından aralarındaki uyum düzeyi.

	Footprint İndeksi			Uyum
	Aynı Tipte Bulunanlar			
	Normal	Normal Dışı	Toplam (% , n=30)	
<b>Talokalkaneal Açı</b>	14	1	15 (%50)	Yok (p=1)
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açı</b>	13	4	17 (%56,6)	Yok (p=0,361)
<b>Talohorizontal Açı</b>	13	5	18 (%60)	Yok (p=0,195)
<b>Kalkaneal İnklinasyon Açısı</b>	13	4	17 (%56,6)	Yok (p=0,361)
<b>AP Talo-1. Metatarsal Açı</b>	14	3	17 (%56,6)	Yok (p=0,283)
<b>Talonavikular Örtüm Açısı</b>	12	4	16(%53,3)	Yok (p=0,666)

Ayak tiplendirmesinde görülen uyumun yanında ark indeksinde ölçülen değerler ile MLA'nın radyolojik ölçümlerinde elde edilen değerler arasında da korelasyon bulunmaktaydı. Ayak tiplendirmesi yönünden footprint indeksi ve clarke açısı ile 6 farklı MLA radyolojik ölçümleri arasında herhangi bir uyum olmamasına rağmen; footprint indeksinde ölçülen değerler ile 5 farklı MLA radyolojik ölçüm yönteminde elde edilen değerler arasında ve clarke açısıyla talokalkaneal açı ve talohorizontal açı arasında korelasyon bulunmaktaydı (Tablo-16).

**Tablo-16.** MLA radyolojik ölçümleriyle podografik ölçüm sonuçlarının korelasyonları

	Ark İndeksi	Clarke Açısı	Footprint İndeksi
<b>Talokalkaneal Açı</b>	0,016	0,02	0,04
<b>Lateral Talo-1. Metatarsal Açı</b>	<0,001	0,155	0,013
<b>Talohorizontal Açı</b>	<0,001	0,033	0,001
<b>Kalkaneal İnklinasyon Açısı</b>	0,005	0,07	0,01

<b>AP Talo-1. Metatarsal Açı</b>	0,003	0,101	0,062
<b>Talonavikular Örtüm Açısı</b>	<0,001	0,173	0,045

Sonuçlar “p” değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

Ark İndeksinde ölçülen değerlerle, ameliyat sonrası ölçülen klinik değerlendirme alanlarının tümü arasında korelasyon vardı. Clarke açısı ile ayakkabı konforu dışındaki klinik değerlendirme alanları arasında korelasyon bulunurken, footprint indeksi ile klinik değerlendirme alanlarından yalnızca duygu durum ve ayakkabı konforu arasında korelasyon bulunmaktaydı (Tablo-17).

**Tablo-17:** Podografik ölçümlerde elde edilen değerlerin, klinik değerlendirme skorlamasına ait sonuçlarla korelasyonları

	<b>Ark İndeksi</b>	<b>Clarke Açısı</b>	<b>Footprint İndeksi</b>
<b>OxAFQ-C “Fiziksel Durum”</b>	0,001	0,026	0,081
<b>OxAFQ-C “Okul ve Oyun”</b>	0,04	0,011	0,549
<b>OxAFQ-C “Duygu Durum”</b>	0,001	0,035	0,014
<b>OxAFQ-C “Ayakkabı Konforu”</b>	0,005	0,116	0,024

Sonuçlar “p” değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

Ark indeksi ve footprint indeksi toplam 18 ayakta; ark indeksi ve clarke açısı ise toplam 13 ayakta aynı ayak tipini göstermekteydi. Bu sonuçlara göre istatistiksel olarak ark indeksi ile diğer 2 podografi yöntemi arasında ayak tiplendirmesi açısından herhangi bir uyum bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-18).

**Tablo-18:** Ark indeksi ve diğer podografik ölçüm yöntemlerine göre aynı ayak tipi (normal veya pes planus) saptanan ayakların dağılımı ve tiplendirme açısından aralarındaki uyum düzeyi.

	Aynı Tipte Bulunanlar			Uyum
	Normal	Normal Dışı	Toplam (% , n=30)	
<b>Ark İndeksi ile Clarke Açısı</b>	7	6	13 (%43,3)	Yok (p=0,398)
<b>Ark İndeksi ile Footprint İndeksi</b>	13	5	18 (%60)	Yok (p=0,195)
<b>Footprint İndeksi ile Clarke Açısı</b>	5	12	17 (%56,6)	Yok (p=0,409)

Footprint indeksi ve clarke açısı toplam 17 ayakta (normal: 5, normal dışı: 12 ayak) aynı ayak tipini göstermekteydi (Tablo-18). Bu sonuçlara göre ayak yapısını tiplendirme açısından footprint indeksi ve clarke açısı arasında istatistiksel olarak herhangi bir uyum gözlenmedi ( $p>0,05$ ) (Tablo-18)

Ayağı tiplendirme açısından birbirleriyle hiçbir uyum göstermemelerine rağmen 3 farklı podografik ölçüm yöntemiyle elde edilen değerler arasında korelasyon bulunmaktaydı ( $p<0,05$ ) (Tablo-20).

**Tablo-20:** Podografik ölçüm değerlerinin birbirleriyle olan korelasyonları

	Ark İndeksi	Clarke Açısı	Footprint İndeksi
<b>Ark İndeksi</b>	-	0,035	0,001
<b>Clarke Açısı</b>	0,035	-	0,003
<b>Footprint İndeksi</b>	0,001	0,003	-

Sonuçlar “p” değeri cinsinden istatistiksel anlamlılık düzeyini yansıtmaktadır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

MLA; pes planusun anlaşılması, tedaviye karar verilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi için en kesin, en önemli bileşendir. Ancak MLA'yı değerlendirilme yöntemleri tartışmalıdır. Klinik, radyografik veya podografik değerlendirme yöntemleriyle elde edilebilecek yanlış tanımlar, yanlış tedavilere, ekonomik kayıplara ve psikososyal yan etkilere yol açabilmektedir (4).

Ayak plantar basınç ölçüm sistemlerinin kullanımı, yürüyüş şekillerinin anlaşılması, ayak morfolojisini tiplendirmek, ayak ameliyatlarının başarısını değerlendirmek ve ayak ortezleri ile ayakkabı desteklerini tasarlamak için rutin klinik uygulamalarda yaygınlaşmıştır. İdeal podografik ölçüm sistemi; konforlu, ekonomik, kolay temizlenebilen, güvenli, küçük kullanım alanına sahip, kolay sökülebilen ve nakil edilebilen bir sistemdir. Bu sistemler üzerinden yapılan ölçümler ise tatmin edici sonuçlar verme, kısa sürme ve tekrarlanma avantajlarına sahip olmalıdır (10, 42).

Medial longitudinal arkın anlaşılmasını sağlayan statik parametreler, yürüme gibi dinamik durumlarda da değerlendirilebilmektedir. Bu durum, ölçümlerin statik mi yoksa dinamik mi yapılması gerektiği konusunda tartışmalar ortaya çıkarmıştır. Bazı çalışmalar, ayağın dinamik yapısının statik ölçüm yöntemleri ile tanımlanabileceğini savunurken (8, 13, 40, 41) bazı çalışmalar statik ölçümlerin ayağın dinamik yapısını yansıtmayacağını savunmaktadır (39, 66). Hangi yöntemin daha güvenli, kolay, tekrarlanabilir ve klinik olarak kullanışlı olduğu halen tartışmalıdır.

Dinamik podografi kullanılarak yapılan analizler diğer dinamik ölçümlere göre daha basit ve ucuzdur. Bu nedenle daha yaygın kullanılmaktadır. Yine de kullanımı, çoğu hasta popülasyonu üzerinde oldukça zordur. Dinamik podografi ile ayağın yürüme sırasındaki analizinin yapılabilmesi için bir adımın tamamlanıp 2. adımın gerçekleşmiş olması gerekmektedir (34). Alexander ve ark.(67) yaptıkları çalışmada plantar basınç

ölçüm sistemlerinin gelişimini araştırmışlar ve 27.4 cm x 48.8 cm boyutlarında ölçüm platformu olan sistemlerin dinamik ölçümler için yeterli olacağını söylemişlerdir. Ancak yürüme sırasında bir adım uzunluğu 20-25 yaş arası yetişkin bir erkekte ortalama 78 cm kadardır (68). Bu nedenle yürüme siklusu sırasında platforma bir kere basılabilecektir. Kesin sonuç almak için yürüyüş siklusu, yürüyüş şekli bozulmadan 5-6 defa tekrarlanmalıdır (69). Bu durum, çocuk hastalarda dinamik ölçümlerin kullanılması için bir dezavantajdır. Fazla sayıda yürüyüş siklusuna ve adımların tekrarlanmasına izin verecek uzunlukta bir platform kullanılması ile bu durumun önüne geçilebilmektedir. Ancak uzun bir platform kullanımı ergonomik açıdan sorun oluşturmaktadır. Çalışma grubumuz, ortalama ayakkabı numarası 40,4 (en küçük 36, en büyük 45,5) olan, başka bir deyişle ortalama ayak boyu yaklaşık 25cm olan çocuk hastalardan oluşmaktadır. Bu nedenle 60x40 cm'lik basit bir platform üzerinde hasta karşıya bakarken, vücut serbest dik duruş ve ayaklar nötral pozisyondayken yapılan statik podografi değerlendirmesi çalışma grubumuz için daha işlevsel olmuştur.

Ayak izi ölçümleri, MLA'nın anlaşılması için pek çok yazar tarafından kullanılan bir yöntem olsa da, kabul görmüş tek bir ölçüm ve hesaplama yöntemi bulunmamıştır (8, 10, 11, 14 - 16, 39, 70).1937 yılında Irwin (14) footprint İndeksinin güvenilirliğini yüksek (güvenilirlik katsayısı "r" = 0,982) bulmuştur. Hawes ve ark. (39) 1992 yılındaki çalışmalarında da footprint indeksinin güvenilirliğinin yüksek (r= 0,94) olduğunu göstermişlerdir. Clarke açısının güvenilirliği için yüksek (r=0.971) ve orta-az (r = 0.51–0.29) arasında değişen düzeyler belirtilmiştir (10, 39, 71). Cavanagh ve ark. (10) 1987 yılında ark indeksini tanımladıkları çalışmada, güvenilirlik testi için farklı parametreleri ölçüt alan clark açısı ve footprint indekslerini kullanmış ve her 3 yöntemin birbiriyle uyumlu sonuçlar verdiğini ve ark indeksinin güvenilirliğinin de yüksek (r=0.96) olduğunu bulmuşlardır. Ark indeksinin güvenilirliği başka çalışmalarda tekrar değerlendirilmiş ve yüksek bulunmuştur (39, 71, 72). Bu 3 indeks, ayağı farklı parametrelerle değerlendirmeleri, güvenilirlik ve geçerliliklerinin kanıtlanmış olması nedeniyle podografik ölçüm çalışmalarında çoğunlukla birlikte kullanılmıştır (10, 39, 43, 71). Çalışmamızda bu 3 yöntem kullanılarak

elde edilen sayısal değerler birbirleriyle genel bir uyum içerisinde olmalarına karşın ayak yapısını normal ve normal dışı olarak tiplendirme açısından birbirleriyle uyumsuz sonuçlar vermişlerdir. Bu durum, podografik ölçüm yöntemlerinde ayak tiplendirmesi için belirlenen sınır aralıklarının, pes planus ameliyatlarından sonra kalkaneusun morfolojisinin değişmesine bağlı olarak yöntemlerin güvenilirliğini zedeleyecek biçimde değiştiğini göstermektedir. Çalışmamızda, normal bir popülasyonda ayak yapısını değerlendirme açısından güvenilirlikleri kanıtlanmış olan 3 farklı podografik değerlendirme yönteminin kalkaneal osteotomi geçirmiş hasta grubunda neden birbirleriyle uyumsuz sonuçlar verdiğini anlayabilmek için MLA radyolojik ölçüm yöntemleri doğrulama yöntemi olarak kullanılmıştır.

Radyolojik ölçümlerin, podografik yöntemlerle ilişkisini ve uyumunu sorgulayan çalışmaların çoğu ameliyat olmamış ayaklarda ve erişkin hasta gruplarında yapılmıştır (8, 13, 42, 55, 73, 74). Literatürde semptomatik hiper mobil pes planus nedeniyle çocukluk çağında kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanmış hastalarda yapılan çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda podografik ölçümlerin basınç dağılımları analiz edilmiş ancak ayak morfolojisini tiplendiren basit ayak izi ölçüm teknikleri kullanılmamıştır (75, 76). Çalışmamızda, aynı ayağın radyolojik ve podografik ölçümleri kullanılarak referans aralıklarına göre yapılan ayak tiplendirmelerinin uyumuna ve ölçümlerde elde edilen değerlerin birbirleriyle korelasyonuna bakıldı. Ark indeksi ve radyolojik ölçümler aynı ayakları, morfolojik olarak “normal” ve “normal dışı” şeklinde uyumlu olarak tiplendirebilmekteydi. Ark indeksi ile lateral talo 1. metatarsal açı ve talohorizontal açı arasında mükemmel düzeyde uyum varken, en az uyum talokalkaneal açıyla idi. Clarke açısı ve footprint indeksi yöntemleriyle radyolojik ölçümler arasında ayak tiplendirmesi açısından uyum yoktu. Bu durum, ark indeksi için belirlenen sınır aralıklarının ameliyat sonrasında belirgin bir değişiklik göstermediğini ve ark indeksinin halen güvenilir olduğunu düşündürürken clarkes açısı ve footprint indeksi için tam tersini göstermektedir. Ark indeksinde ölçülen değerler ile klinik değerlendirme alanlarının tümü arasında korelasyon varken clarkes açısı ile 4 alandan 3’ü arasında, footprint

indeksiyle ise yalnızca 2'si arasında korelasyon bulunuyor olması da bu sonucu destekler niteliktedir. Böylece çalışmamız, kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında ark indeksi ile yapılacak bir ayak tiplendirmesinin radyolojik ölçümlerle yapılan ayak tiplendirmeleriyle ve hastanın klinik memnuniyet düzeyiyle uyumlu olacağını, diğer 2 podografik ölçüm yönteminin ise yetersiz kalacağını göstermiştir.

Saltzman ve ark. (77) yaptıkları çalışmada MLA değerlendirmesinde radyolojik kriterlerin altın standart olduğunu söylemişlerdir. Kanatlı ve ark.(13) ise yaptıkları çalışmada MLA'yı değerlendirmede altın standart kabul edilebilecek açıların lateral talokalkaneal açısı, lateral talo-1.metatarsal açısı, talohorizontal açısı ve kalkaneal inklinasyon açısı olduğunu ancak lateral talo 1. metatarsal açısı ve talohorizontal açısının daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Lateral talo 1. metatarsal ve talohorizontal açılarının, klinik durumu ve MLA'nın yapısını yansıtmada konusunda öne çıktığı başka çalışmalarda da belirtilmiştir (7, 16, 75). Talokalkaneal açısının ise klinik durumu yansıtmadaki güvenilirliği tartışmalıdır. Özyalçın ve ark. (78) esnek pes planusu olan 225 hasta ile yaptıkları bir çalışmada; kalkaneal inklinasyon açısının azaldığı durumlarda, talohorizontal açısının da uyumlu şekilde artacağını söylemişlerdir. Bu nedenle talokalkaneal açısının değişmeyeceği ve tanıda değerli olmayacağını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Cobey ve ark. (79) talokalkaneal açısının tanıda kesinliğinin ve tekrarlanabilirliğinin olmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda, ark indeksi, footprint indeksi ve clarke açısında ölçülen sayısal değerlerin MLA radyolojik ölçümlerinde elde edilen sayısal değerler ile değişen oranlarda korelasyonları bulunmaktaydı. Bu korelasyonların varlığı sayesinde 3 farklı podografik ölçümün sayısal değerlerine bakarak MLA radyolojik ölçümlerinin sayısal değerleri hakkında varsayımda bulunmak ameliyat sonrasında da mümkündür. Ancak clarke açısı ve footprint indeksinde sınır aralıklarının ameliyat sonrasında öngörülememesi nedeniyle ölçülen sayısal değerler deformite şiddetini doğru gösterememektedir. Ark indeksinin ise, ameliyat sonrasında ayak tiplendirmesi yönünden MLA radyolojik ölçümleriyle uyumlu sonuçlar vermesi nedeniyle deformite şiddetini de dolaylı olarak doğru biçimde yansıtmaya devam ettiğini düşünmekteyiz. Ark



indeksinin normal popülasyonda ayağı tiplendirmesi yanında deformitenin şiddetini de yansıtmada başarılı olduğunu gösteren çalışmalar vardır (8, 13, 42, 75). Ark indeksiyle, ayak tiplendirmesi yönünden MLA radyolojik ölçümleri arasında en çok uyum gösteren lateral talo-1.metatarsal açı, klinik memnuniyet düzeyi ile de en çok ilişkiyi göstermektedir. Ark indeksiyle ayak tiplendirmesi yönünden en az uyum gösteren talokalkaneal açı ve talonavikular örtüm açısının ise ark indeksinin deformite şiddetini ameliyat sonrasında doğru yansıttığı sonucunu desteklemektedir.

Pauk ve ark. (73) pes planuslu 60 çocukta yaptıkları çalışmada clarke açısı ile kalkaneal inklinasyon açısının uyumlu sonuçlar verdiğiinden bahsetmişlerdir. Çalışmamızda ameliyat olmuş ayaklarda clarke açısı ile kalkaneal inklinasyon açısı arasında bir korelasyon veya ayak tiplendirme açısından uyum gözlenmedi.

Kalkaneal uzatma osteotomisi yapılan hastalarda talonavikular örtüm açısının klinik durumu, ayaktaki deformiteyi en iyi şekilde yansıttığını savunan çalışmalar bulunmaktadır (56, 75, 80). Çalışmamızda talonavikular örtüm açısının klinik değerlendirme alanlarından yalnızca 2'si ile korelasyonu bulunurken, ameliyat sonrasında ayağı tiplendirme yönünden clarke açısı ve footprint indeksi ile uyumsuz, ark indeksi ile orta düzeyde uyumlu olduğu görüldü. Bu sonuçlara göre talonavikular örtüm açısı kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında hastanın klinik durumunu ve ayak morfolojik yapısını yeteri kadar yansıtmamaktadır.

Çalışmada yer alan hastalarda ameliyat sonrası MLA radyolojik ölçümlerinin tümü ameliyat öncesine kıyasla belirgin düzelme gösterdi. Ortalama düzelme miktarı en fazla talonavikular örtüm açısı (17,2°) ve ap talo-1.metatarsal açıdaydı (13,4°). Talonavikular açının kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında düzelme miktarını en iyi şekilde yansıttığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (58, 75, 81). Sangeorzan ve ark. (58) yaptıkları çalışmada, ayakları kalkaneal uzatma osteotomisi öncesi ve sonrasında 6 farklı MLA radyolojik ölçümü ile değerlendirmiş ve talonavikular örtüm açısının 26° derece düzeldiğini, en fazla düzelen MLA radyolojik ölçümünün

talonavikular örtüm açısı olduğunu belirtmişlerdir. Davitt ve ark. (75) benzer şekilde ameliyat sonrasında talonavikular örtüm açısının 17,3° arttığını ve en fazla artış gösteren MLA radyolojik ölçümü olduğunu söylemiştir. Doğan ve ark. (81) ise kalkaneal uzatma osteotomisi öncesinde ve sonrasında 6 farklı MLA radyolojik ölçümünü değerlendirmiş, en çok değişen MLA radyolojik ölçümlerinin lateral talo-1.metatarsal açı ve ap talo-1.metatarsal açı olduğunu belirtmişlerdir. Kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında ayaktaki düzelleme miktarlarının radyolojik sonuçlarını değerlendiren çalışmalarda kalkaneus morfolojisinin ne düzeyde değiştiğini anlamak için kalkaneus radyolojik ölçümleri de kullanılmıştır (58, 75, 76, 81). Kalkaneus radyolojik ölçümlerinden posterior eklem yüzeyi yüksekliği, boehler ve gissane açısı kalkaneus kırıkları sonrasında kalkaneus morfolojisinin nasıl değiştiğini ve kalkaneus eklem yüzleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için kullanılmaktadır (59, 60). Bu radyolojik ölçüm yöntemleri, MLA yapısını ve pes planus cerrahisinin sonuçlarını değerlendirme açısından bir önem taşımamaktadır. Kalkaneal uzunluk ise kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında ortalama 0,5-0,8 cm değiştiği gösterilen (75, 76, 81), ameliyatın kalkaneus morfolojisi üzerindeki etkileri hakkında fikir veren bir radyolojik ölçümdür. Çalışmamızda, boehler ve gissane açısının ameliyatla anlamlı değişim göstermediğini; ortalama kalkaneal uzunluk (0,7 cm) ve ortalama posterior eklem yüzeyi yüksekliğinin (0,2 cm) ise ameliyat öncesine göre anlamlı olarak arttığını, yani kalkaneus morfolojisinin çalışmalarda belirtilenlerle benzer şekilde değiştiğini gördük.

Kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanan ayaklarda 3 farklı podografi yöntemi ayağı tiplendirme ve klinik değerlendirme açısından birbirine uyumsuz sonuçlar vermiştir. Bunun en önemli nedeni olarak kalkaneusun yapısının ve bununla bağlantılı olarak ayak tabanının basınç dağılım özelliklerinin osteotomi sonrasında değişmiş olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Tien ve ark. yaptıkları çalışmada (82), kalkaneal uzatma ameliyatı sonrasında, ayak yapısının radyolojik olarak normal sınırlara getirilebileceğini, gözle görülebilir bir MLA yaratılarak, deformitenin önüne geçilebileceğini söylemişlerdir. Ancak ameliyat sonrasında küboid kemiğin kalkaneusa göre plantar fleksiyona gelmesi nedeniyle ayak plantar basınçlarının lateralde

normal ayakta görülenden fazla olduğunu ve ayak medialinde azalan plantar basıncın, özellikle ön ayak lateralinde oluşacak plantar basınç artışıyla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer bir çalışmada (75) ayrıca, ameliyat sonrasında ön ayağın göreceli olarak varusa gelmesi nedeniyle, normalde 2. metatars altında gözlenen yüksek basınç noktasının (83) ayak lateralindeki 3. ve 5. metatars arasına kaydığı gösterilmiştir. Aynı çalışmada normalin dışında plantar basınç dağılımının 5. metatarsta stres kırıklarına yol açabileceği bildirilmiştir. Ellis ve ark. (76) kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında orta ayak lateralinde normal ayakta görülenden daha fazla plantar basınç görüleceğini söylemiş, bundan kaçınmak için ise kalkaneus distal segmentinin 0.5 cm superiora kaydırılabileceğini belirtmişlerdir. Kalkaneal uzatma osteotomisi sonrası ayak plantar basıncını değerlendiren 3 çalışma da (75, 76, 82) plantar yüzdeki basınç dağılımlarının ve basınç miktarlarının özellikle kalkaneus uzunluğu ile değiştiğini göstermiştir. Aynı çalışmalarda kalkaneus morfolojisinin değiştiği ve ayak lateralinde gözlenen normalden fazla plantar basıncın ameliyat sonrası geçmeyen lateral ayak ağrılarının neden olduğu belirtilmiştir (75, 76, 82). Deformiteyi cerrahi olarak düzeltmeye çalışırken ön ayağın basınç noktasının laterale kayması ve ayak lateralinde plantar basıncın artması, radyolojik ölçümlerle uyumlu bir ayak tiplendirmesi yapabilmek açısından niye yalnız ark indeksi başarılı olurken diğer 2 podografik yöntemin başarısız olduğunu açıklamaktadır. Çünkü ark indeksi ölçümü ayağın plantar basınç alanlarının oranı üzerinden yapılmaktayken, footprint indeksi ve clarke açısı ölçümü ayak plantar basınç alanlarının konumu ile ilgili parametreler üzerinden yapılmaktadır. Ameliyat sonrasında ayağın plantar basınç alanlarının oranları normal ayakta kiyle uyumlu duruma gelmektedir. Ancak ayak plantar basınç alanlarının dizilimleri ayak lateralindeki artmış olan yüksek plantar basınçlar nedeniyle değişmektedir. Sonuç olarak kalkaneal uzatma osteotomisi sonrasında ark indeksi yine de güvenilir sonuçlar vermeye devam ederken, clarke açısı ve footprint indeksini için yeni referans aralıklarının tanımlanmasına, güvenilirlik testlerinin kalkaneal uzatma osteotomisi sonrası yeniden yapılmasına ya da bu podografik ölçümlerin ayak alanlarının dizilimini değerlendiren başka ölçümlerle birlikte

değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Rose ve ark. (66) 1985 yılında yaptıkları çalışmada normal bir MLA'sı ve normal morfolojisi olan ayaklarda normal görünümde bir "ayak izi" olabileceğini ancak normal olmayan bir topuk valgusunun veya ön ayak varusunun eşlik edebileceğini göstermişlerdir. Bu nedenle ayağın morfolojisinden bahsedebilmek için, podografik ölçümlerin yanında valgus indeksi, ayak aksı gibi dizilimi değerlendiren yöntemlere de bakılması gerektiğini bildirmişlerdir.

Cavanagh ve ark'ın (84) 1987 yılındaki çalışmasında ayak tabanındaki basınç dağılımının, kemik çıkıntılar, ayağın yağ dokusu ve sağlam MLA için gerekli tendon ve bağ yapıları nedeniyle farklı sonuçlar gösterebileceğini bildirmiştir. Çocuk yaş grubunda, plantar yağ dokusunun podografik ölçümleri etkileyebileceği ve 5-6 yaşta genel görünümünü kazanan ayakların plantar yağ dokusunun ise ilk 10 yılda yüksek oranda gerilediği çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (3, 7, 10, 39, 45, 55, 62, 70, 79). Ameliyat sırasında düzeltilmesi gereken bağ ve tendon patolojilerine yeterli müdahale edilmediği takdirde klinik değerlendirmelerin ve podografik sonuçların beklendiği gibi sonuçlanmayacağı çok defa belirtilmiştir (3, 17, 12, 22, 23, 25, 62). Çalışma grubumuzda en küçük hasta 11 yaşındaydı; 12 ayakta peroneal tendon "Z" plastisi ve 11 ayakta aşil tendon uzatma işlemi gerekli görüldü ve uygulandı. Bu nedenle plantar yağ doku, bağlar ve tendonlar nedeniyle oluşacak kısıtlılıkların çalışmamızdaki sonuçları etkilemediği inancındayız.

Evans D. (22) 1975 yılında yaptığı çalışmasında "idiopatik olmayan" pes planuslu hastalarda kalkaneal uzatma osteotomisi için uygun yaş aralığının 8-12 yaş olduğunu bildirmiştir. Şiddetli pes planus deformitelerinde ise bu yaş aralığının daha yukarıya çekilmesi gerektiğini, erken yaşta ameliyat olan hastaların ilerde tekrar ameliyat olmalarının gerekebileceğini belirtmiştir. Doğan ve ark. (81) ise yaptıkları çalışmada son takiplerinde, ortalama yaşı 10 yıl 10 ay olan esnek pes planovalguslu hastaları ameliyat sonrası ortalama 18 ay takip etmiş ve hastaların tekrar ameliyat gereksinimi duymadıklarını belirtmişlerdir. Son kontrollerde semptomatik hiper mobil pes planus nedeniyle kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanan hiçbir hastada yeniden ameliyata ihtiyaç duyulmazken; ameliyat sırasında daha küçük yaşta olan hastaların,

ameliyat sonrasında talokalkaneal açı dışındaki açı değerlerinde gözlenen normale dönme oranlarının daha fazla olduğunu bulduk.

Klinik durumları değerlendirmede kullandığımız OxAFQ anketinin, hayat kalitesini yansıtmada konusunda geçerli ve güvenilir olduğu çalışmalarda bildirilmiştir (85, 86). Bu anket, özellikle çocukluk yaş grubunda yapılabilmesi ve anketin OxAFQ-P versiyonunun çocuktan düzgün bilgi alınamadığı takdirde aileye de uygulanabiliyor olması nedeniyle seçildi. Ancak çalışma grubumuzdaki tüm çocukların anketi sorunsuz yanıtlayabilmesi sayesinde çalışma boyunca anketin OxAFQ-C versiyonu kullanıldı. Pes planus ve normal ayak morfolojisine sahip çocuklardan oluşan 2 grupta OxAFQ-C anketinin sonuçlarını inceleyen bir çalışma (87) bulunsa da ayakların durumu hakkında "iyi", "orta", "kötü" gibi tanımlamalar yapılmasını sağlayacak sınır değerler hiçbir çalışmada bildirilmemiştir. Elde edilen klinik değerlendirme skorlarının ayağın klinik memnuniyet durumunu tiplendirmiyor olması çalışmamız için kısıtlayıcı olmuştur.

Pes planus için tanı yöntemlerinin güvenilirliğine yönelik çalışmalar geniş hasta gruplarında yapılmıştır ( 15, 16, 39, 42, 71). Hasta sayısının çok olması sayesinde tanı yöntemlerinin pes planus, normal ayak ve pes kavus gibi tüm ayak morfolojileri hakkında bilgi vermede birbirleriyle uyumuna ve güvenilirliğine bakılabilmektedir. Kalkaneal uzatma osteotomisi uygulanmış hastaların sonuçlarıyla ilgili çalışmalar ise semptomatik ve ameliyat ihtiyacı olan hastalar gerektirmesi ve ameliyat seçeneğinden çocukluk çağında daha çok kaçınılması nedeniyle genellikle az sayıda hasta ile yapılmıştır (22, 23, 58, 75, 76, 81). Bu konudaki diğer çalışmalardan çok farklı olmamakla birlikte az sayıda hastayı değerlendirmek çalışmamızın kısıtlayıcı bir özelliğiydi. Çünkü hasta sayısı radyolojik ve podografik ölçümlerin geçerliliği ve güvenilirliği hakkında yorum yapabilmek için yetersizdi.

Bir diğer kısıtlayıcı özellik ise podografik ölçümlerin ameliyat öncesi değerlerinin ölçülmemiş olmasıydı. Bu nedenle çalışmamızda yalnızca ameliyat sonrası podografik ölçümler ile ameliyat sonrası radyolojik ölçümlerin uyumu değerlendirilebilmiştir. Podografik ölçümlerin ameliyat öncesinde de

yapılması durumunda hastalardaki ameliyat öncesi ölçümlerinin uyumu ve düzelme miktarlarının uyumu da değerlendirilebilecektir.

Sonuç olarak, çocukluk çağında, kalkaneusun yapısını değiştiren ameliyatlardan sonra ayağın normal olup olmadığını anlamak için podografik ölçümlerden ark indeksi, radyolojik ölçümlerden ise özellikle lateral talo 1. metatarsal açı ve talohorizontal açı rutin olarak kullanılabilir. Clarke açısı ve footprint indeksi ise bu yönden yetersizdir. Bu durumdan yola çıkarak, ucuz, basit ve kolay olan podografik ölçümlerinden bazılarının, ameliyat sonuçlarını değerlendirmek ve hasta takibi yapmak için daha yaygın kullanılabilmesini düşünmekteyiz.

Literatürde çocuk hastalarda kalkaneal uzatma osteotomisinden sonra podografik ölçümlerin geçerliliği ve güvenilirliği hakkında çalışma bulunmamaktadır. Çalışmamız, kalkaneusun yapısını değiştiren kalkaneal uzatma osteotomisi gibi bir ameliyattan sonra podografik ölçüm yöntemlerinin radyolojik ölçüm yöntemleriyle ayak morfolojisini ayırt etme konusunda uyumlu olup olmayacağı hakkında fikir vermektedir. Bu durum çalışmamızın kuvvetli bir yönünü oluşturmaktadır. Çünkü çalışmadan elde edilen sonuçlar ileride aynı hasta grubu üzerinde yapılacak podografik ölçüm yöntemlerinin geçerliliğini ve güvenilirliğini inceleyen çalışmalar için yol gösterici olacaktır.

Ayak biyomekaniğinin daha iyi anlaşılması, ayak biyomekaniğini klinik düzeyde inceleyen yöntemlerin gelişmesi ile kalkaneal uzatma osteotomisi gibi özel durumlarda podografik ölçümlerin nasıl sonuç vereceği daha çok anlaşılacak ve podografik ölçüm yöntemlerinin kullanım alanları da değişebilecektir.

## KAYNAKLAR

1. STANDRING Susan, *Gray's Anatomy The Anatomical Basis of Clinical Practice*, 41. ed. e-book, Elsevier, 2016.
2. Ferciot CF. The etiology of developmental flatfoot. *Clin Orthop Relat Res.*, 1972; 85:7-10.
3. STAHELI Lynn T., *Staheli Pediatrik Ortopedinin Temelleri - 5.b*, Ankara, Kongre Kitabevi, 2020.
4. Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, Miller SJ, Gassen SC. Clinical Practice Guideline Adult Flatfoot Panel. Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *J Foot Ankle Surg.*, 2005; 44(2):78-113.
5. Katz MA, Davidson RS, Chan PSH, Sullivan RJ. Plain Radiographic Evaluation of the Pediatric Foot and Its Deformities. *UPOJ*, Vol. 10 Spring 1997.
6. Vanderwilde R, Staheli LT, Chew DE, Malagon V. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(3):407-15.
7. Cavanagh PR, Morag E, Boulton AJ, Young MJ, Deffner KT, Pammer SE. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J Biomech.* 1997;30(3):243-50.
8. Chen CH, Huang MH, Chen TW, Weng MC, Lee CL, Wang GJ. The correlation between selected measurements from footprint and radiograph of flatfoot. *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87:235-40.
9. Elftman HA. cinematic study of the distribution of pressure in the human foot. *Anat Rec.*, 1934;59:481.
10. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech.* 1987;20(5):547-51.
11. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop.* 1994;14(1):83-5.

12. Viladot A. Surgical treatment of the child's flatfoot. *Clin Orthop*, 1992;283:34–8.
13. Kanatli U, Yetkin H, Cila E. Footprint and radiographic analysis of the feet. *J Pediatr Orthop*. 2001; 21(2):225-8.
14. Irwin LW. A study of the tendency of school children to develop flat-footedness. *Res. Q.* 1937; 8:46-53.
15. Gilmour JC, Burns Y. The measurement of the medial longitudinal arch in children. *Foot Ankle Int.* 2001;22:493-8.
16. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle.* 1990;11(2):101-4.
17. Canale ST, Beaty JH. (eds) *CAMPBELL'S OPERATIVE ORTHOPAEDICS*. 11. Baskı, Ankara, Güneş Tıp Kitabevi. 2011.
18. Golding-Bird CH: Operations on the tarsus in confirmed flat foot, *Lancet*, 1889; 1:677.
19. Gleich A. Beitrag zur operativen plattfussbehandlung. *Arch Klin Chir.* 1893;46:383–8.
20. Chambers EF. An operation for the correction of flexible flat feet of adolescents. *West J Surg Obstet Gynecol.* 1946;54:77-86.
21. Miller OL. A plastic flat foot operation. *J Bone Joint Surg* 1927;9:84-91.
22. Evans D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br.* 1975;57(3):270-8.
23. Mosca VS. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. *J Bone Joint Surg Am* 1995; 77:500–12
24. Phillips GE. A review of elongation of os calcis for flat feet. *J Bone Joint Surg Br.* 1983;65(1):15-8.
25. Oh I, Williams BR, Ellis SJ, Kwon DJ, Deland JT. Reconstruction of the symptomatic idiopathic flatfoot in adolescents and young adults. *Foot Ankle Int.* 2011;32(3):225-32.
26. Gupta SC, Gupta CD, Arora AK. Pattern of talar articular facets in Indian calcanei. *J Anat.* 1977;124(Pt 3):651-55.
27. Snell RS. *Clinical Anatomy for Medical Students*. 5th edition. Boston, 1995.



28. Angin S. Ayak bileği ve ayak kompleksi. In: Akalan NE, Temelli Y, editors. Temel kineziyo-mekanik klinik örnekli anlatım. 1st edition. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2016.
29. Carroll NC. Pathoanatomy and surgical treatment of the resistant clubfoot. Instr Course Lect. 1988;37:93-106.
30. Flores DV, Mejía Gómez C, Fernández Hernando M, Davis MA, Pathria MN. Adult Acquired Flatfoot Deformity: Anatomy, Biomechanics, Staging, and Imaging Findings. Radiographics. 2019;39(5):1437-60.
31. Levangie PK, Norkin CC, Lewek MD. Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. 4th edition. Philadelphia; 2005.
32. Nordin M, Frankel VH. Basic Biomechanics Of The Musculoskeletal System. 4th edition. Philadelphia; 2012.
33. Crim JR. Imaging Anatomy. Knee, Ankle, Foot. 2nd edition. Salt Lake City; 2017.
34. Rodgers MM. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. Phys Ther 1988; 68 (12):1822-30.
35. Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman C Surgery of the foot and ankle. 8th edition, Philadelphia; 2007.
36. Wright DG, Desai SM, Henderson WH. Action of the subtalar and ankle-joint complex during the stance phase of walking. Bone Joint Surgery 1964;46(2):361-464.
37. Elftman H. The transverse tarsal joint and its control. Clin Orthop. 1960;16:41-6.
38. Yalçınkaya S, Özerdemoğlu RA, Mumcu F. Radiological features of pes cavus deformity. Acta Orthop Traumatol Turc 2001;35:292-98
39. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D, Nigg BM. Footprint parameters as a measure of arch height. Foot Ankle. 1992;13(1):22-6.
40. Mathieson I, Upton, D, Birchenough, A. Comparison of footprint parameters calculated from static and dynamic footprints. The Foot, 1999; 9(3), 145–49.
41. Cashmere T, Smith R, Hunt A. Medial longitudinal arch of the foot: stationary versus walking measures. Foot Ankle Int. 1999;20(2):112-8.

42. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U, Yetkin H. Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2010;44(3):241-5.
43. Shiang TY, Lee SH, Lee SJ, Chu WC. Evaluating different footprint parameters as a predictor of arch height. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 1998;17(6):62-6.
44. Cassar-Pullicino VN, Davies AM. *Measurements in Musculoskeletal Radiology.* e-book; ISBN 978-3-540-68897-6; 2020.
45. Herring, JA. *Tachdjian's Pediatric Orthopaedics from the Texas Scottish Rite Hospital for Children.* 5th edition. Philadelphia; 2014.
46. Butterworth ML, Marcoux JT. *The Pediatric Foot and Ankle -Diagnosis and Management,* e-book ISBN 978-3-030-29788-6; 2020.
47. Chang HW, Lin CJ, Kuo LC, Tsai MJ, Chieh HF, Su FC. Three-dimensional measurement of foot arch in preschool children. *Biomed Eng Online.* 2012; 25;11:76.
48. Pandey S, Pal CP, Kumar D, Singh P. Flatfoot in Indian population. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2013;21(1):32-6.
49. Evans AM. The paediatric flat foot and general anthropometry in 140 Australian school children aged 7 - 10 years. *J Foot Ankle Res.* 2011; 22;4(1):12.
50. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006;118(2):634-9.
51. Chang JH, Wang SH, Kuo CL, Shen HC, Hong YW, Lin LC. Prevalence of flexible flatfoot in Taiwanese school-aged children in relation to obesity, gender, and age. *Eur J Pediatr.* 2010; 169(4):447-52.
52. Yates B, White S. The incidence and risk factors development of medial tibial stress syndrome among naval recruits. *J Sports Med Am* 32 (3): 772-80, 2004.
53. Gentili A, Masih S, Yao L, Seeger LL. Pictorial review: foot axes and angles. *Br J Radiol.* 1996; 69(826):968-74.

54. Bordelon RL. Hypermobility flatfoot in children: comprehension, evaluation, and treatment. *Clin Orthop* 1983;181:7–14.
55. Villarroya MA, Manuel J. Esquivé assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr* 2009;168:559–67.
56. Pedowitz WJ, Kovatis P. Flatfoot in the Adult. *J Am Acad Orthop Surg*. 1995;3(5):293-302.
57. Simons GW. Analytical radiography of club feet. *J Bone Joint Surg Br*. 1977;59-B(4):485-9.
58. Sangeorzan BJ, Mosca V, Hansen ST Jr. Effect of calcaneal lengthening on relationships among the hindfoot, midfoot, and forefoot. *Foot Ankle*. 1993;14(3):136-41.
59. Arslan G, Yirgin IK, Tasguzen A. A measuremental approach to calcaneal fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2014; 40(5):593-9.
60. Schepers T, Ginai AZ, Mulder PG, Patka P. Radiographic evaluation of calcaneal fractures: to measure or not to measure. *Skeletal Radiol*. 2007; 36(9):847-52.
61. Fraser RK, Menelaus MB, Williams PF, Cole WG. The Miller procedure for mobile flat feet. *J Bone Joint Surg Br*. 1995;77(3):396-9.
62. Mosca VS. Flexible flatfoot in children and adolescents. *J Child Orthop*. 2010; 4(2):107-21.
63. Pauk J, Kuzmierowski T, Ostaszewski M, Daunoraviciene K. The impact of different processing techniques on foot parameters in adults. *Journal of Vibroengineering, JVE International Ltd.*; 2017; 19(4):2987–94.
64. Jaworski, JM, Puch EA. Morphology of overweighted children foot. 82. *Versammlung der Anatomischen Gesellschaft, Leipzig*, 1987: 89.
65. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33(1):159-74.
66. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *J Bone Joint Surg Br*. 1985;67(1):71-8
67. Alexander IJ, Chao EY, Johnson KA. The assessment of dynamic foot-to-ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the

- evolution of current techniques and clinical applications. *Foot Ankle*. 1990;11(3):152-67.
68. Murray MP, Drought AB, Kory RC. WALKING PATTERNS OF NORMAL MEN. *J Bone Joint Surg Am*. 1964;46:335-60.
69. Yavuzer G. Uçboyutlu niceliksel yürüme analizi [Three-dimensional quantitative gait analysis]. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2009; 43(2):94-101.
70. Staheli LT, Chew DE, Corbett M. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(3):426-8.
71. Nikolaidou ME, Boudolos KD. A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young school children. *The Foot*. 2006;16:82–90
72. Menz HB, Fotoohabadi MR, Wee E, Spink MJ. Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *J Foot Ankle Res*. 2012.
73. Pauk J, Ihnatouski M, Najafi B. Assessing plantar pressure distribution in children with flatfoot arch: application of the Clarke angle. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2014;104(6):622-32.
74. Murley GS, Menz HB, Landorf KB. A protocol for classifying normal- and flat-arched foot posture for research studies using clinical and radiographic measurements. *J Foot Ankle Res*. 2009; 4;2:22.
75. Davitt JS, MacWilliams BA, Armstrong PF. Plantar pressure and radiographic changes after distal calcaneal lengthening in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*. 2001; 21(1):70-5.
76. Ellis SJ, Yu JC, Johnson AH, Elliott A, O'Malley M, Deland J. Plantar pressures in patients with and without lateral foot pain after lateral column lengthening. *J Bone Joint Surg Am*. 2010; 92(1):81-91.
77. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil* 1995;76:45-9.
78. Özyalçın H, Alper H, Sesli E. Pes planusta radyolojik yaklaşım, klinik ve radyolojik değerlerin kıyaslanması. *Radyoloji Dergisi* 1989; 2:162-66.

79. Cobey JC, Sella E. Standardizing methods of measurement of foot shape by including the effects of subtalar rotation. *Foot Ankle* 1981;2:30-6..
80. Oh I, Imhauser C, Choi D, Williams B, Ellis S, Deland J. Sensitivity of plantar pressure and talonavicular alignment to lateral column lengthening in flatfoot reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2013; 19;95(12):1094-100.
81. Doğan A, Albayrak M, Akman YE, Zorer G. Fleksibl pes planovalgusta kalkaneal uzatma osteotomisinin sonuçlari ve ayak diziliminin değerlendirilmesi [The results of calcaneal lengthening osteotomy for the treatment of flexible pes planovalgus and evaluation of alignment of the foot]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2006; 40(5):356-66.
82. Tien TR, Parks BG, Guyton GP. Plantar pressures in the forefoot after lateral column lengthening: a cadaver study comparing the Evans osteotomy and calcaneocuboid fusion. *Foot Ankle Int.* 2005; 26:520-5.
83. Hutton WC, Dhanendran M. A study of the distribution of load under the normal foot during walking. *Int Orthop.* 1979; 3(2):153-7.
84. Cavanagh PR, Rodgers MM, Iiboshi A. Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing. *Foot Ankle.* 1987; 7(5):262-76.
85. Hajebrahimi F, Tarakci D, Arman N, Emir A, Bursali A, Tarakci E. Cross-cultural adaptation, validity and reliability of Turkish version of Oxford Ankle Foot Questionnaire for children with congenital talipes equinovarus. *Foot Ankle Surg.* 2021; 27(4):439-42.
86. Morris C, Doll HA, Wainwright A, Theologis T, Fitzpatrick R. The Oxford ankle foot questionnaire for children: scaling, reliability and validity. *J Bone Joint Surg Br.* 2008; 90(11):1451-6.
87. Kothari A, Dixon PC, Stebbins J, Zavatsky AB, Theologis T. The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet. *Gait Posture.* 2015; 41(3):786-90.

## TEŞEKKÜR

Asistanlık sürecimde üzerimde büyük emeği olan, başta tez danışmanım sayın Prof.Dr. M. Bartu SARISÖZEN olmak üzere 5 yıl boyunca bilgi ve becerilerinden yararlandığım, eğitimime çok büyük katkıları olan Prof. Dr. Kemal DURAK, Prof.Dr. H. Tufan KALELİ, Prof.Dr. M. Sadık BİLGEN, Doç.Dr. Burak AKESEN, Doç.Dr. Teoman ATICI ve Doç.Dr. Cenk ERMUTLU hocalarıma da sonsuz teşekkür ederim

5 yıl boyunca iş arkadaşından öte ailem gibi olan Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı asistanlarına, asistanlık sürecimde birlikte çalıştığım tüm asistan doktor arkadaşlarıma, uzun süre klinikte ve poliklinikte; benden yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen tüm hemşire ve hastane personeline teşekkürlerimi sunarım.

Hayattaki en büyük varlığım olan aileme; beni eğiten, hayata hazırlayan, maddi manevi hep destekçim olan annem Mükafat ÖZYALÇIN'a, mesleğimde örnek aldığım, yol göstericim olan babam Halit ÖZYALÇIN'a, her ihtiyacımda yanıma koşan ablam Banu ÖZYALÇIN'a, hep yanımda olan, yaşadığım zorlukları atlatmamı sağlayan, çok sevgili eşim Ezgi BUDAK ÖZYALÇIN'a çok teşekkür ederim.

