

T.C

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AYAK AĞRISI ŞİKAYETİYLE KLİNİĞE  
BAŞVURAN YETİŞKİN HASTALARIN  
RADYOLOJİ VE PODOGRAFİK  
İNCELEMELERİNİN KORELASYONU**

**ORTOPEDİK FİZYOTERAPİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fzt. Dilek BAYRAKTAR**

**İZMİR-2018**

**Tez kodu:** DEU.HSI.Msc-2016970155

T.C

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AYAK AĞRISI ŞİKAYETİYLE KLİNİĞE  
BAŞVURAN YETİŞKİN HASTALARIN  
RADYOLOJİ VE PODOGRAFİK  
İNCELEMELERİNİN KORELASYONU**

**ORTOPEDİK FİZYOTERAPİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Fzt. Dilek BAYRAKTAR**

Tez Danışmanı Doç. Dr. Selnur NARİN

**Tez kodu:** DEU.HSI.Msc-2016970155

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, yüksek lisans öğrencisi Dilek Bayraktar ‘ AYAK AĞRISI ŞİKAYETİYLE KLİNİĞE BAŞVURAN YETİŞKİN HASTALARIN RADYOLOJİ VE PODOGRAFIK İNCELEMELERİNİN KORELASYONU ‘ konulu yüksek lisans tezini 19/06/2018 tarihinde başarı ile tamamlamıştır.

  
Doç. Dr. Selnur NARİN

DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO

BAŞKAN

  
Prof. Dr. Bayram ÜNVER

DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO

ÜYE

  
Prof. Dr. M. Halit ÖZYALÇIN

EUTF Ortopedi ve Travmatoloji AD

ÜYE

Prof. Dr. Tülay TARSUSLU ŞİMŞEK

DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO

YEDEK ÜYE

Doç. Dr. Burçin Keçeci

EUTF Ortopedi ve Travmatoloji AD

YEDEK ÜYE

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

|                                                       |      |
|-------------------------------------------------------|------|
| İÇİNDEKİLER .....                                     | i    |
| TABLolar DİZİNİ .....                                 | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                 | v    |
| KISALTMALAR .....                                     | vii  |
| TEŞEKKÜR .....                                        | viii |
| ÖZET .....                                            | 1    |
| ABSTRACT .....                                        | 3    |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ .....                                | 5    |
| 2. GENEL BİLGİLER.....                                | 7    |
| Ayak bileği ve ayak ağrısını oluşturan nedenler ..... | 7    |
| Ayak biyomekaniği .....                               | 7    |
| Ayak bileği eklemi .....                              | 8    |
| Ayağın kemik yapısı .....                             | 9    |
| Ayağın arkları .....                                  | 10   |
| Planta fasya.....                                     | 12   |
| Ayağın kinematiği .....                               | 13   |
| Ayağın hareketleri .....                              | 13   |
| Yürüyüşte ayak ve ayak bileği hareketleri .....       | 14   |
| Yürüyüş esnasında kas aktivasyonu .....               | 18   |
| Yürüyüşte eklem hareketleri.....                      | 19   |
| Ayak bileği eklemi .....                              | 19   |
| Subtalar eklem .....                                  | 20   |

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Midtarsal eklem .....                                                          | 20 |
| Tarsometatarsal ve intertarsal eklemler .....                                  | 22 |
| Metatarsofalangial eklemler .....                                              | 22 |
| Parmaklar.....                                                                 | 23 |
| Ayağın kinetiği .....                                                          | 23 |
| Medial longitudinal ark yüksekliğinin pes planus ve pes kavusla ilişkisi ..... | 25 |
| Pes planus .....                                                               | 25 |
| Klinik bulgular.....                                                           | 26 |
| Etiyoloji .....                                                                | 26 |
| Esnek pes planus.....                                                          | 26 |
| Posterior tibial tendon disfonksiyonu .....                                    | 27 |
| Travma.....                                                                    | 27 |
| Artritler .....                                                                | 27 |
| İyatrojenik deformite .....                                                    | 27 |
| Nöropatik artropati (Charcot ayağı) .....                                      | 27 |
| Nöromusküler hastalıklar .....                                                 | 27 |
| Tarsal koalisyon.....                                                          | 28 |
| Pes Kavus .....                                                                | 28 |
| Medial longitudinal ark yüksekliğini değerlendirmede kullanılan yöntemler..... | 29 |
| Longitudinal ark açısı (Feiss çizgisi).....                                    | 29 |
| Naviküler yükseklik ve naviküler düşme testi.....                              | 30 |
| Ayak postür indeksi .....                                                      | 30 |
| Radyolojik ölçümler .....                                                      | 31 |
| Lateral grafi üzerinde bakılan açılar .....                                    | 31 |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Yürüme analizi .....                                                       | 32 |
| Podografik ölçüm .....                                                     | 32 |
| Ayakta pes planus ve pes kavus deformitelerinin konservatif tedavisi ..... | 33 |
| Egzersiz .....                                                             | 33 |
| Ortez .....                                                                | 34 |
| 3.GEREÇ VE YÖNTEM.....                                                     | 36 |
| 3.1. Araştırmanın tipi.....                                                | 36 |
| 3.2.Araştırmanın yeri ve zamanı .....                                      | 36 |
| 3.3.Araştırmanın evreni ve örnekleme / çalışma grupları .....              | 36 |
| 3.4.Çalışma materyali .....                                                | 37 |
| 3.5.Araştırmanın değişkenleri .....                                        | 37 |
| 3.6. Veri toplama araçları .....                                           | 37 |
| Medial lonlitudinal ark yüksekliğinin radyolojik değerlendirilmesi .....   | 38 |
| Lateral talokalkaneal açısı.....                                           | 38 |
| Talo-birinci metatarsal açısı.....                                         | 38 |
| Talohorizontal açısı.....                                                  | 39 |
| Kalkaneal pitch açısı.....                                                 | 39 |
| Medial longitudinal arkın podografik incelemesi.....                       | 40 |
| 3.7.Araştırmanın planı ve takvimi .....                                    | 43 |
| 3.8.Verilerin değerlendirilmesi.....                                       | 44 |
| 3.9. Araştırmanın sınırlılıkları .....                                     | 44 |
| 3.10. Etik Kurul Onayı .....                                               | 45 |
| 4.BULGULAR .....                                                           | 46 |
| 5.TARTIŞMA.....                                                            | 57 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 6.SONUÇ ve ÖNERİLER .....    | 64 |
| 7.KAYNAKLAR.....             | 66 |
| 8.EKLER .....                | 72 |
| Ek 1: Veri Kayıt Formu ..... | 72 |
| Ek 2: Etik Kurul Onayı.....  | 73 |
| Ek 3: Özgeçmiş.....          | 74 |



## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Bireylerin demografik özellikleri.....                                                                                                                                                                                                                     | 45 |
| Tablo 2. Sağ ayak için ark indeksi ve ölçülen açılarının en yüksek ve ortalama değerleri.....                                                                                                                                                                       | 47 |
| Tablo 3. Sol ayak için ark indeksi ve ölçülen açılarının en yüksek ve ortalama değerleri .....                                                                                                                                                                      | 48 |
| Tablo 4. Cinsiyetler ile ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümleri sonucunda konan tanılar arasındaki ilişkisi .....                                                                                                                                            | 49 |
| Tablo 5. Beden kitle indeksine göre sol ve sağ ayağın ark indeksi ve ve radyolojik ölçümü yapılan açılarının anlamlılık karşılaştırması .....                                                                                                                       | 50 |
| Tablo 6. Ark indeksi ve ve radyolojik ölçümü yapılan açılarının sağ ve sol ayağa göre uyumunun karşılaştırması .....                                                                                                                                                | 52 |
| Tablo 7. Bağımlı değişkenler (statik, dinamik ark indeks ölçümü ) ölçümü ile elde edilen pes planus ve pes kavus tanıları toplamının bağımsız değişkenler (yaş, boy, kilo, Beden kitle indeksi, ayak numarası, radyolojik açı ölçümleri) ile arasındaki ilişki..... | 54 |
| Tablo 8. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiye ait bulgular.....                                                                                                                                                                                      | 55 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Ayak bileği eklemi .....                                                                         | 9  |
| Şekil 2. Ayaktaki eklemler .....                                                                          | 9  |
| Şekil 3. Ayağı oluşturan kemikler .....                                                                   | 10 |
| Şekil 4. MLA ( medial longitudinal ark ), LLA ( lateral longitudinal ark ),<br>TSA ( transvers ark) ..... | 12 |
| Şekil 5. Çıkık mekanizması.....                                                                           | 13 |
| Şekil 6. Ayağın hareket eksenini .....                                                                    | 14 |
| Şekil 7. Yürüme fazları.....                                                                              | 16 |
| Şekil 8. Vücudun yolcu birimi, lökomotor birimi .....                                                     | 17 |
| Şekil 9. Subtalar hareket ortalama 20°-30° inversiyon ve 5°-10° eversiyondur .....                        | 20 |
| Şekil 10. Midtarsal eklem longitudinal hareket eksenini ; a) medial görünüm,<br>b) dorsal görünüm .....   | 21 |
| Şekil 11. Midtarsal eklem oblik hareket eksenini ; a) medial görünüm , b) dorsal görünüm .....            | 22 |
| Şekil 12. Yürüme sırasında ayağın plantar basınç noktaları .....                                          | 24 |
| Şekil 13. Lateral talokalkaneal açı.....                                                                  | 38 |
| Şekil 14. Talo-I. Metatarsal açı .....                                                                    | 38 |
| Şekil 15. Talohorizontal açı.....                                                                         | 39 |
| Şekil 16. Kalkaneal pitch açısı .....                                                                     | 39 |
| Şekil 17. Podografik ölçümlerin yapıldığı platform .....                                                  | 40 |
| Şekil 18. Statik podografik ölçüm .....                                                                   | 40 |
| Şekil 19. Dinamik podografik ölçüm .....                                                                  | 41 |
| Şekil 20. Parmaklar olmaksızın tüm ayak alanı .....                                                       | 42 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Şekil 21. Orta ayak ..... | 42 |
|---------------------------|----|



## KISALTMALAR

|                          |                                                  |
|--------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>MLA</b>               | Medial Longitudinal Ark                          |
| <b>LLA</b>               | Lateral Longitudinal Ark                         |
| <b>TSA</b>               | Transvers Ark                                    |
| <b>BKI</b>               | Beden Kitle İndeksi                              |
| <b>PF</b>                | Plantar Fasya                                    |
| <b>N</b>                 | Newton                                           |
| <b>cm</b>                | Santimetre                                       |
| <b>mm</b>                | Milimetre                                        |
| <b>N / m<sup>2</sup></b> | Newton/ metrekare                                |
| <b>STE</b>               | Subtalar Eklem                                   |
| <b>MTF</b>               | Metatarsofalangial Eklem                         |
| <b>PTT</b>               | Posterior Tibial Tendon                          |
| <b>UCBL</b>              | University of California Biomechanics Laboratory |

## TEŞEKKÜR

Geç yaşlarımda başlayan fizyoterapi eğitim hayatım boyunca mesleki deneyimi, bilgisi ve tüm sabrı ile hep yanımda olan, meslek ve kariyer yaşantımda her zaman örnek aldığım çok sevgili danışman hocam Doç. Dr. Selnur NARİN 'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ege Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği'nin çok değerli öğretim üyesi, benim meslek ve eğitim yaşantım boyunca her zaman yanımda olan, tez araştırmam sırasında bilgisini ve deneyimini esirgemeyen, manevi desteğini hep yanımda hissettiğim çok saygıdeğer hocam Prof. Dr. M.Halit Özyalçın'a teşekkürü bir borç bilirim.

Podografik ölçümler sırasında hesaplama konusundaki yardımlarından dolayı ise Dr. Özgür Koska'ya ayrıca teşekkür ediyorum.

Eğitim hayatım başta olmak üzere tüm zor zamanlarımda yanımda olan sevgili aileme sevgi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Dilek BAYRAKTAR

Mayıs 2018

# AYAK AĞRISI ŞİKAYETİYLE KLİNİĞE BAŞVURAN YETİŞKİN HASTALARIN RADYOLOJİ VE PODOGRAFIK İNCELEMELERİNİN KORELASYONU

Fzt. Dilek BAYRAKTAR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İnciraltı Yerleşkesi / İzmir

## ÖZET

**Amaç:** Ayak patolojilerinin tanısında kullanılan radyolojik ve podografik tetkikler arasında çelişkili sonuçlara rastlanmaktadır. Bu nedenle gereksiz ve hatalı tedavi yöntemleri uygulanabilmektedir (cerrahi, ortez, rehabilitasyon ). Araştırma, ayak ağrısı şikayetiyle ortopedi kliniğine başvurmuş yetişkin hastalarla yapıldı. Radyolojik ve podografik tetkiklerin arasındaki uyum tespit edilerek güvenilir olan tanı yöntemi belirlendi. Böylece gereksiz ve yanlış tedavi uygulamalarının önlenmesi amaçlandı.

**Yöntem:** Temmuz 2017 - Ocak 2018 tarihlerinde Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji kliniğine başvurmuş, radyolojik ve podografik ölçümleri yapılmış 60 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların yüklenmede ayak grafilerinde lateral talokalkaneal, talo-birincimetatarsal, talohorizontal ve kalkaneal pitch açıları ölçüldü. Değerlerin referans aralıklarına göre ayağın pes planus, pes kavus ve normal olmasına bakıldı. Aynı hastaların yürüme analizi laboratuvarında 100 cm'lik Rs Scan International Gait 2nd Generation® podografi cihazında ölçülmüş statik ve dinamik ark indeks değerleriyle (orta ayağın basış alanının, ön, orta ve arka ayağın toplam basış alanına oranı ) medial longitudinal ark yüksekliğine bakıldı. Referans değerlerine göre ayağın pes planus, pes kavus ve normal olması değerlendirildi. Radyolojik ve podografik ölçümlerin sonuçlarının korelasyonu karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Cinsiyet, yaş, boy, ayakkabı numarasıyla ayak patolojileri arasında ilişki saptanmadı ( $p>0.005$ ). Beden kitle indeksiyle patolojiler arasında ilişki anlamlı bulundu ( $p<0.001$ ). Lateral talokalkaneal, talo-birincimetatarsal, talohorizontal açılarla ark indeks

ölçümleri arasında anlamlılık bulunmadı ( $p>0.005$ ). Kalkaneal pitch açısıyla ark indeks ölçümleri arasındaki ilişki düşük düzeyde anlamlıydı ( $p>0.005$ ).

**Sonuç:** Sonuçlarımız, doğru tanı ve tedavi yöntemlerinin uygulanabilmesi için bağımlı değişkenlerimiz olan statik ve dinamik ark indeks ölçümlerinin bağımsız değişkenler olan radyografik ölçümlerine göre daha güvenilir olduğunu göstermiştir. Daha fazla hastanın dahil edildiği çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar sözcükler:** ayak ağrısı, podografi, ayak, radyografi, antropometri, referans değerler



# **CORRELATION of RADIOLOGY AND PODOGRAPHIC EXAMINATION of ADULT PATIENTS WHO COMPLAIN of FOOT PAIN**

Fzt. Dilek BAYRAKTAR

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

İnciraltı Yerleşkesi / İzmir

## **ABSTRACT**

**Objective:** There are conflicting results between the radiological, podographic examinations used in the diagnosis of foot pathologies. Therefore, unnecessary, incorrect treatments can be applied (surgery, orthosis, rehabilitation). The study was carried out with adults admitted to orthopedic clinic with foot pain complaint. The correlation between the radiological, podographic examinations was determined, a reliable diagnostic method was determined. Thus, it was aimed to prevent unnecessary improper treatment practices

**Method:** Between July 2017, January 2018, 60 patients with radiological, podographic measurements who were admitted to the Orthopedic Traumatology Clinic of Ege University Medical Faculty were included in the study. Measurements of lateral talocalcaneal, talo-firstmetatarsal, talohorizontal, calcaneal pitch were measured on foot graphs. According to the reference ranges of values, the foot was measured as pes planus, pes cavus and normal. The medial longitudinal arch height was measured the same patients using the measured static, dynamic arch index values (ratio of the middle leg pressing area, total area of the front, middle and back legs pressing areas ) at 100 cm Rs Scan International Gait 2nd Generation® podography device. According to the reference values, the foot was evaluated. Correlation of the results of radiological, podographic measurements was compared.

**Results:** There was no relationship between gender, age, height, foot number, foot pathology. ( $p > 0.005$ ). The relationship between body mass index, pathology was significant ( $p < 0.001$ ). There was no significant difference between talocalcaneal, talo-firstmetatarsal, talohorizontal angle, static, dynamic arch index measurements ( $p > 0.005$ ). The relationship between calcaneal pitch, arch index was low in significance ( $p > 0.005$ ).

**Conclusion:** Our results showed that arch index is much more reliable than radiological measurements in determining medial longitudinal arch height by podographic measurement so that accurate diagnosis in clinic, proper treatment methods can be applied. There is a need for work involving more patients.

**Keywords:** foot pain, podography, foot, radiography, anthropometry, reference values





## **1.GİRİŞ VE AMAC**

Ayak ağrısı, fiziksel olarak aktif bir yaşamın sürdürülmesinde sınırlayıcı bir faktör olarak görülmektedir ve daha fazla profilaktik ve tıratik ilgi görmesi gerekmektedir (1). Ayak ağrısı, yaşlı olan popülasyonda genç olana göre daha yüksek görülme sıklığına sahiptir (1,2). Biyomekanik bakış açısıyla, ayakta meydana gelen ağrı ve disfonksiyon, lokomotor sistemde genel bir ağrı durumu yaratmaktadır (1, 2, 3).

Tarihsel olarak ayağın yapı ve işlevleri konusunda birçok görüş ifade edilmiştir. Örneğin yumuşak doku kalınlığı, göreceli metatarsal uzunluk, ayakta bulunan kemik çıkıntılarının medial longitudinal ark (MLA ) konfigürasyonu ile çekiç parmak varlığının yüksek plantar basınca yol açtığı düşünülmektedir. Aynı zamanda MLA ne kadar yüksekse ayakta burkularak yaralanma riski de o kadar yüksektir hükmü klinikte oldukça yaygın olan bir görüştür (4).

Ayak tiplerini karşılaştırmada önemli bir husus da doğru ve güvenilir sınıflama yönteminin tespit edilebilmesidir (5). Pes planus ve pes kavus ayak problemleri ortopedide sıklıkla görülür. Pes planus ve pes kavusun belirlenmesinde MLA yüksekliği önemli bir referanstır (6). MLA ölçümüyle ilgili ortopedide tartışmalar ve sorunlar devam etmektedir (7). MLA'yı tanımlamak ve belirlemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir ancak hiçbir evrensel kabul görmemiştir(6).

MLA ölçümüyle ilgili birçok teknik önerilmektedir. Bunlar direkt ve indirekt yöntemlerdir (6, 8, 9). Direkt yöntemler; antropometrik ölçümler ve radyografik değerlendirmelerdir (10). İndirekt yöntemler ise görsel muayene, ayak izi ve podografik analizlerdir (6, 11, 12).

Radyografik ölçümler statik bir yöntemdir ve ayağın dinamik yapısını yansıtmaz. Yürüme dinamik ve karmaşık bir süreçtir. Son yıllarda podografi ile ayak problemlerinin dinamik değerlendirilmesi gündeme gelmiştir (5, 6, 9, 11, 13).

Dinamik podografik ölçümün radyolojik sistemlere kıyasla birçok avantajı vardır. Özellikle ayak patolojilerine sahip hastaların tekrarlanan röntgen analizlerinde hastalar kümülatif radyasyona maruz kalmaktadır (7).

Araştırmayı yapmamızın amacı daha önce yapılan çalışmalarda ayak ağrısı şikayeti olmayan hasta popülasyonunda radyografi ve podografik ölçümler arasındaki korelasyona bakılmıştır (7,8). Ancak hiçbir çalışma ayak ağrısı şikayeti ile kliniğe gelen hasta grubunda yapılmamıştır.

Bu nedenle bu çalışma ile bu çelişkiyi varsa ortaya çıkarmak ve bu inceleme yöntemlerinin güvenilirliğini araştırmaktır. Bunun sonucunda teşhis koymada gereksiz tetkik yapılmasını önleyerek zaman, maliyet ve iş gücünü azaltarak doğru tedavi, fizyoterapi ve ortez uygulanmasını sağlamaktır.

## **2.GENEL BİLGİLER**

### **Ayak bileği ve ayak ağrısını oluşturan nedenler**

Ayak ağrısı, fiziksel olarak aktif bir yaşamın sürdürülmesinde sınırlayıcı bir faktör olarak görülmektedir ve daha fazla profilaktik ve tıbbi ilgi görmesi gerekmektedir (1). Ayak ağrısı yaşlı olan popülasyonda gençlere göre daha yüksek oranda görülme sıklığına sahiptir (1,2). Biyomekanik bakış açısıyla, ayakta meydana gelen ağrı ve disfonksiyon, lokomotor sistemde genel bir ağrı durumu yaratmaktadır (1, 2, 3).

Ayak bileği ve ayaktaki ağrı, kemik yapılar, eklemler, eklem etrafında yumuşak dokulardan kaynaklanabileceği gibi sinir ve damar yetmezliği kaynaklı da olabilir (14).

Ayak bileğine ait olan ağrı sebepleri burkulma, sıkışma, posterior tibial tendon yetmezliği, proneal kas tendinopatisi, osteokondral lezyon, sinüs tarsi sendromu gibi patolojilerdir (14).

Ayakta ise ön ayağa ait patolojiler; halluks rijitus, halluks valgus, nöromolar, metatarsalji olarak sayılabilir. Bunun dışında orta ve arka ayağa ait olan patolojilerin bazıları ise; pes planus, pes kavus, plantar fasit, epin kalkanei, tarsal tünel sendromu, haglung deformitesidir (14).

### **Ayak biyomekaniği**

Ayak bileği ve ayak, vücudun yer ile temasını sağlayan dinamik bir bileşkedir. Bu bileşkenin birincil işlevi, şoku emmek ve yürüme sırasında vücuda itme gücü vermektir (15). Ayak bileği ve ayak biyomekaniği, hem birbiriyle hem de alt ekstremitenin diğer bölümleri ile doğrudan ilişki içindedir. Düzgün ve dengeli bir yürüyüş sağlayan ayak, karmaşık yapısı ile değişik yüzeylerde vücut ağırlığının çok üzerindeki yükleri taşıyabilecek bir destek platformu durumundadır.

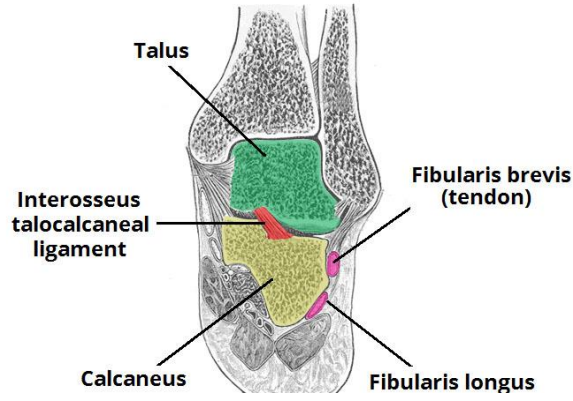
Ayak bileği, vücut ağırlığını alt ekstremiteden ayağa transfer ederken ayağın yer ile olan ilişkisini etkiler. Bu fonksiyonları yerine getirebilmek, ayak bileği ve ayak bileşkesinin stabilite ve mobilitayı sağlaması ile mümkün olabilmektedir. Ayak, farklı ağırlık taşıma postürlerinde aşırı kas aktivasyonu ve enerji harcaması olmaksızın sağlam bir destek sağlarken, yürüyüşte ise etkili bir itme fazı gerçekleştirmek amacıyla kaldıraç kolu olarak görev yapmak amacıyla rijit durumdadır. Yerle temas esnasında yeterli şok absorbasyonu

gerçekleştirmek ve farklı zemin yapılarına uyum sağlamak için ise esnek hale gelir. Ayak, yürüyüşün her adımında şok absorbe eden esnek bir platformdan, vücudu ileri itmeye elverişli rijit bir kaldıraç koluna dönüşür (16, 17).

### **Ayak bileği eklemi**

Ayak bileği eklemi, tibia ve fibulanın distali ile talusun troklear yüzeyinin oluşturduğu distal tibiofibular, tibiotalar ve fibulotalar olmak üzere üç eklemden meydana gelir. Ayak bileği eklem yüzleri birbirine tam olarak uyum sağlar (18,19). Ayak bileği ve ayak hareketlerinin vücudun kardinal düzlemlerinde oluştuğu kabul edilmekte ise de bu durum gerçek hareket eksenini ve düzlemlerini tanımlamaktan uzaktır. Ayak bileği ve ayak hareket eksenleri kardinal düzlemlere oblik pozisyonda olduğundan, üç kardinal düzlemi de içine alan hareket ortaya çıkar.

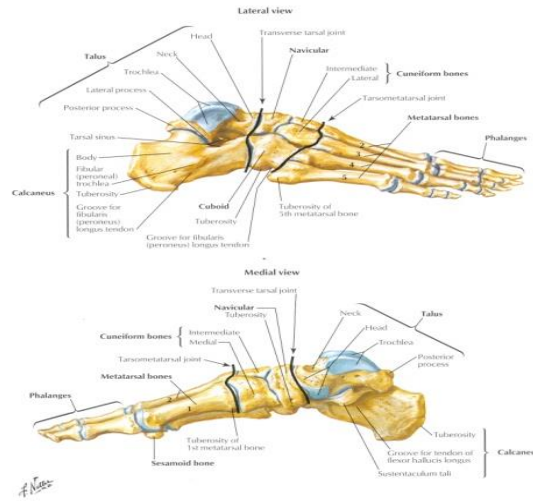
Ayak bileği hareket eksenini kısmen malleollerden geçen menteşe tipi bir eklemdir. Talusun gövdesinin medial ve lateralinde bulunan malleoller ayak bileği eklemine eksenini oluşturur. Lateral malleol, medial malleolden daha büyüktür, daha distalde ve posteriorde bulunur. Malleollerin bu pozisyonu, ayak bileği eklem ekseninin oblikliğini belirler. Eklem eksenini medial malleolün altından, lateral malleolün ise ortasından geçer. Yaklaşık olarak transvers düzlemle 8°, frontal düzlemle ise 20°-30° açı meydana getirir. Sinovial kapsül ve kollateral ligamentler ayak bileğinin non-kontraktıl destekleyicileridir (19). Lateral kollateral ligamentler ve medial kollateral ligament, eklem stabilizasyonunu sağlayarak sagittal düzlemde meydana gelebilecek aşırı hareketi engeller. Statik olarak ayakta durma esnasında her bir ayak bileği eklemi vücut ağırlığının yarısını taşır (17, 18) (**Şekil 1**).



**Şekil 1.** Ayak bileği eklemi (20)

### Ayağın kemik yapısı

Ayak yedi adet tarsal ( kalkaneus, talus, naviküla, küboid ve üç küneiform), beş adet metatarsal kemik ve 14 adet falanks ile toplam 26 kemikten oluşan bir yapıdır. Bu kemikler subtalar eklem, talonaviküler eklem, kalkaneoküboid eklem, beş tarsometatarsal eklem, beş metatarsofalangeal eklem ve yedi interfalangeal eklemi oluşturur (Şekil 2).



**Şekil 2.** Ayaktaki eklemler (21)

Ayak bileği ve ayak kompleksini yeterince iyi anlayabilmek için ayak kemikleri üç fonksiyonel segmente ayrılarak incelenmektedir.

- Arka ayak: Talus ve kalkaneus tarafından oluşturulur.
- Orta ayak: Naviküla, küboid ve üç küneiformun oluşturur.
- Ön ayak: Metatars ve falankslar oluşturur (Şekil 3).



**Şekil 3.** Ayağı oluşturan kemikler (21)

Ön ayakta birinci küneiform kemik birinci fonksiyonel uzantıyı meydana getirir. İkinci metatars ve ikinci küneiform kemik ikinci fonksiyonel uzantıyı, üçüncü metatars ve üçüncü küneiform kemikler ise üçüncü fonksiyonel uzantıyı meydana getirirler. Dördüncü ve beşinci fonksiyonel uzantılar ise dördüncü ve beşinci metatarsal kemikler tarafından oluşturulur (19).

### Ayağın Arkları

Ayak değerlendirmesi genellikle her eklemi ayrı ayrı inceleyerek ve eklemlerin komşu eklemler üzerindeki etkilerine bakılarak yapılmakta iken birleşik fonksiyon en iyi ark yapılarının durumuna bakılarak tespit edilebilir (19).

Ayakta üç ark bulunmaktadır:

1. Medial longitudinal ark
2. Lateral longitudinal ark
3. Transvers ark

MLA kalkaneus, talus, navikula, üç küneiform ve medial üç tarsal kemikten oluşur. Lateral longitudinal ark (LLA) ise kalkaneus, talus, küboit ve lateral iki metatarsal kemikten meydana gelir. Transvers ark (TSA) proksimalde küboit ve küneiform kemiklerden başlayıp distalde metatars başlarına kadar devam eder (19).

Bu arkların en geniş medial longitudinal arktır. Tepe noktasında olan navikulanın yerden yüksekliği 15-18 mm arasındadır. LLA tepe noktasında bulunan küboid kemiğin yerden yüksekliği 3-5 mm arasındadır. Medial longitudinal ark daha yüksek olduğundan değerlendirmede referans alınır. Transvers arkın en yüksek bölümünü arkada medialde talus başı ve naviküler kemik, lateralde ise kalkaneusun anterioru ve küboid oluşturur. Ortada üç küneiform ve küboid kemik, önde ise metatarsal başlar tarafından oluşturan transvers ark, öne doğru giderek düzleşir. Ayağın ağırlık taşıdığı pozisyonlarda metatars başları yere paraleldir. Ayak, duruş fazında hem ağırlık taşımak, hem de farklı zeminlere adapte olmak zorundadır (19).

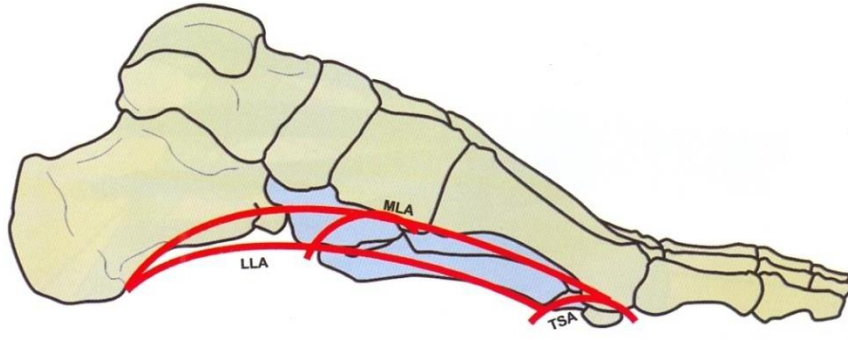
Bu durumda arklar:

1. Ağırlık taşıma kuvvetlerinin etkisini azaltmak,
2. Ek rotasyonel hareketleri azaltmak,
3. Destek yüzeyindeki değişikliklere adapte olmak için esnek olmalıdır.

Stabilizasyon için ise arklar:

1. Uygun yük taşıma için ağırlığı dağıtmak,
2. Esnek ayağı ise rijit bir kaldıraca dönüştürmek durumundadır.

Arkların temel fonksiyonu plantar yüzdeki bütün yumuşak dokuların doğrudan yüklenmesini engellemek ve korumak, aynı zamanda yer reaksiyon kuvvetlerini absorbe etmektir. Bununla birlikte yürüme sırasında mekanik enerjiyi depolar ve bu enerjiyi yine yürüme sırasında kullanır. Ayak arkları sekiz-on yaşında normal formuna ulaşır. Bu form primer olarak ligamentler, kemik dizilimleri ve kaslar tarafından korunur. Orta ve lateral küneiform kemiklerin kama şeklindeki yapısı transvers arkın şeklini almasında ve korumasında önemli rol oynarken, uzun ve kısa plantar ligamentler spring ligament, ayak bileği kollateral ligamentleri, subtalar eklemin interosseöz ligamenti ve plantar fasya arkın şeklinin korunmasında hayati önem taşır (19) (**Şekil 4**).



**Şekil 4.** Medial longitudinal ark (MLA), lateral longitudinal ark (LLA), transvers ark (TSA) (19)

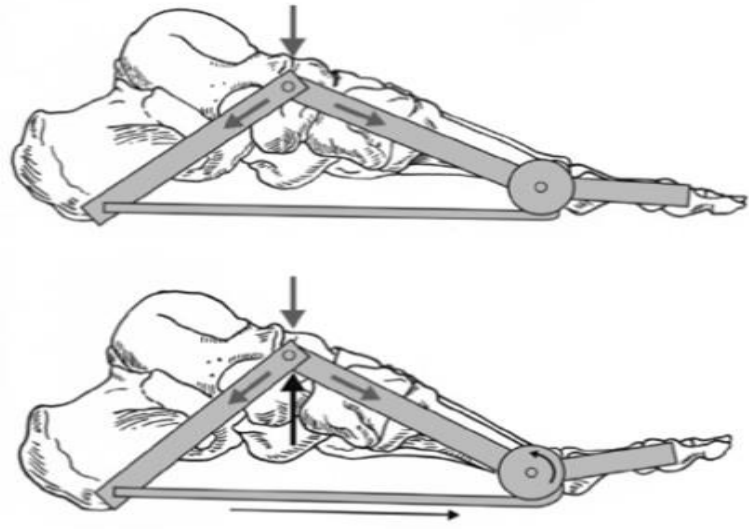
### **Plantar fasya**

Plantar fasya, ayağın tümünü birden destekler ve şeklini korurken, ayağın fonksiyonlarını doğrudan etkiler (19). Posteriorıda kalkaneusun tüberkülünden başlar, öne doğru plantar yüzey boyunca ve her bir parmağın posterior falanksına kadar uzanır (17, 22). Kalın ve derin bölümü olan plantar aponevroz 1000-1500 N gibi yüksek bir gerilim kuvvetine sahiptir (19). Yürüyüşün duruş fazının başından sonuna dek plantar aponevrozun gerilimi artar.

Fasyanın çatısını oluşturan bir tarafta talus ve kalkaneus, diğer tarafta ise diğer tarsal ve metatarsal kemikler kompresyon kuvvetine maruz kalırken, fasya gerilim kuvvetine maruz kalır (17, 22). Ayak üzerine yüklenildiğinde MLA yüksekliği azalırken PF gerilimi artar. Deneysel olarak PF'nın kesilmesi MLA yükselmesinde azalmaya neden olurken diğer ligamentler üzerine binen stresi azaltmaktadır (19). Kemiklere binen bu kuvvetin neden olabileceği yaralanma riski, bu gerilim ile azalır.

Duruş fazının sonundaki metatarsofalangeal eklem ekstansiyonu ile fasya gerilimi artar, topuk ve metatarsofalangeal eklem birbirine doğru hareket eder, ark yükselir ve böylece ayağın supinasyonuna katkıda bulunur. “Windlass” ya da “çıkırık” mekanizması olarak adlandırılan bu durum, fasyanın arkı destekleme rolünü artırır ( **Şekil 5** ). Gerilmiş olan fasya, topuk kalkışı esnasında ayağın rijit bir kaldırıca dönüşüp etkili bir itme fazı gerçekleştirmesine yardımcı olur (17, 22).





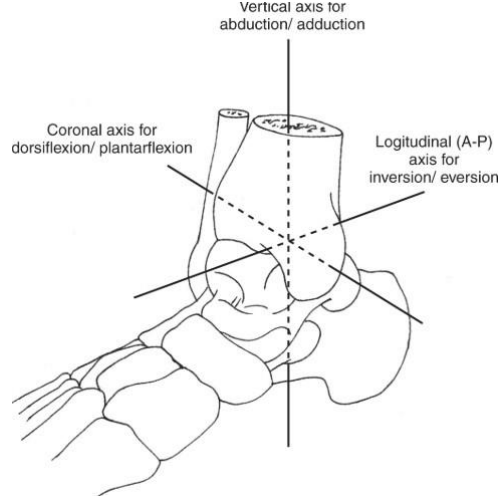
**Şekil 5.** Çıkırık mekanizması (23)

### **Ayağın kinematiği**

#### *Ayağın hareketleri*

Bütün olarak ayak bileği, ayak hareketlerine bakıldığında, ayaktaki eklemlerin çoğunun birbirine benzediği ve üç düzlemlili harekete sahip olduğu görülür (19).

1. Sagital düzlemde ve koronal eksen etrafında plantar fleksiyon ve dorsi fleksiyon,
2. Frontal düzlemde ve longitudinal eksen etrafında inversiyon ve eversiyon,
3. Transvers düzlemde ve vertikal eksen etrafında abduksiyon ve adduksiyon (**Şekil 6**).



**Şekil 6.** Ayağın hareket eksenleri (52)

Supinasyon ve pronasyon genellikle ayağın plantar yüzeyinde meydana gelen hareketi tanımlamada kullanılmaktadır ve esas olarak subtalar ekleminde meydana gelmektedir. Ayak tabanı supinasyon esnasında mediale, pronasyon esnasında ise laterale döner. Supinasyon ; inversiyon, plantar fleksiyon ve adduksiyonu içerirken, pronasyon ise eversiyon, dorsi fleksiyon ve abduksiyonu içeren birleşik hareketlerden oluşur. Ayak hareketlerini tanımlarken kullanılan diğer terimler ise varus ve valgustur. Valgus, kalkaneus ve bacağın arkası arasındaki medial açının arttığı, varus ise bu açının azaldığı durumları tanımlamakta kullanılır (16, 17, 22).

Pratikte ayak hareketi iki ayrı tipte değerlendirilir. Bunlar ağırlık taşıyan ve ağırlık taşımayan pozisyonlardaki hareketlerdir. Ayağın ağırlık taşımadığı pasif hareket, kişi otururken, ayak ve ayak bileği serbest pozisyondayken test edilebilir. Ayağın ağırlık taşıyan aktif hareketi ise pasif hareketten farklıdır. Çünkü vücut ağırlığının ürettiği kuvvet ayağı etkilemekte ve kas kontraksiyonu eklemleri sabitleyici bir rol oynamaktadır. Genellikle yürüyüş esnasındaki aktif ayak ve ayak bileği hareketleri pasif ayak ve ayak bileği hareketlerinden daha azdır (16).

Eklemler aynı yönde hareket ettiklerinde ayakta ortaya çıkan total hareket miktarı artmaktadır. Diğer taraftan bir ekleminde meydana gelen hareket kısıtlılığı komşu ekleminde ilave

hareket artışına yol açmaktadır. Arka ayaktaki pronasyon ön ayağın pasif mobilitesini arttırırken, supinasyon ön ayağın hareketlerini kısıtlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda ayak alt ekstremitenin distalinde açık sistem olarak düşünülse de fonksiyonel olduğu bütün durumlarda kapalı zincir sistemi içinde hareket eder (19).

### **Yürüyüşte ayak ve ayak bileği hareketleri**

Ayak, insan vücudunun ayakta duruş ve bipedalizme geçişteki en önemli unsurdur. Bipedalizm yürüme, koşma ve atlama da dâhil olmak üzere en doğal insan hareketidir ve normal bir vücuda sahiplerse herkesin kolayca yapabileceği varsayılan davranışlardır (24).

Yürümenin amacı; vücudu istenilen hızda ve doğrultuda, farklı yönlerde hareket ettirmektir. Bu işlem sırasında canlı, ilgili uzuvlarındaki eklemler, kaslar, tendon ve bağları belirgin bir şekilde kullanır (25).

Yürüme siklusu, fazları ve destek noktalarına göre iki farklı şekilde evrelendirilir. Yürümenin duruş (stance) ve salınım (swing) olmak üzere iki fazı vardır. Duruş fazı ayağın destek yüzeyi ile temasta olduğu süreyi tanımlar. Salınım fazı ise alt ekstremitenin öne doğru sallandığı, ayağın destek yüzeyi ile temasının kesildiği fazdır. Salınım fazı bacağın öne doğru momentini sağlarken aynı anda ayağı topuk vuruşuna hazırlar. Duruş fazı normal yürüyüşte yürüme periyodunun %62'sini salınım fazı ise %38'ini oluşturur (16, 26).

Destek noktaları göz önüne alındığında ise yürüme siklusu tek destek (single support) ve çift destek (double support) olmak üzere iki evreye ayrılır. Tek destekte sadece tek ayak, çift destekte ise her iki ayak zemin ile temas eder. Hızın artması ile çift destek evresinin oranı azalır, tek destek evresinin oranı ise artar (25). Çift destek duruş fazının ilk ve son %12'lik kısmında meydana gelir (16, 26).

Duruş fazının bölümleri:

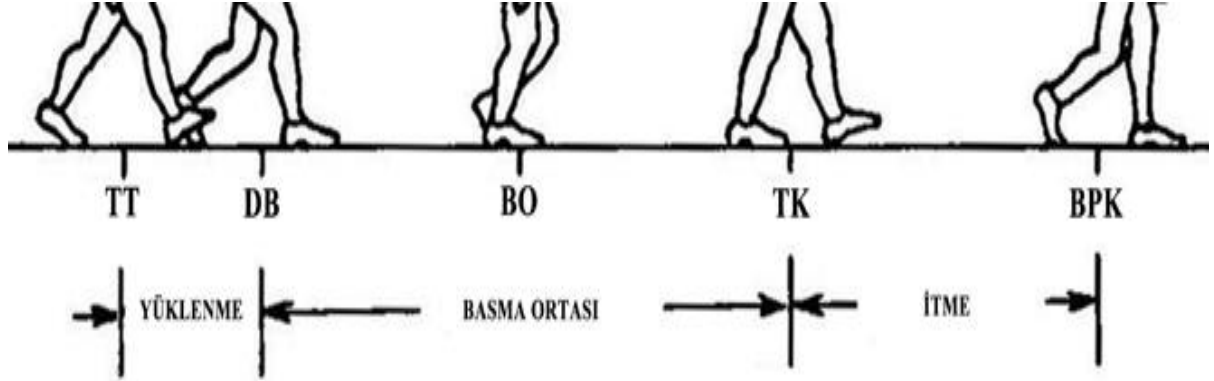
1. Topuk vuruşu
2. Taban teması
3. Orta duruş
4. Topuk kalkışı
5. Parmak kalkışı

Salınım fazının bölümleri:

1. Akselerasyon

2. Orta sallanma

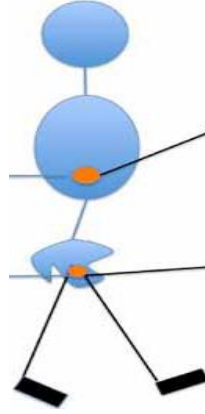
3. Deselerasyon (16, 26) (**Şekil 7**).



**Şekil 7.** Yürüme fazları (25)

Yürüme esnasında vücut işlevsel olarak yolcu ve lökomotor birim olmak üzere ikiye ayrılır:

*1.Yolcu birim:* Baş, gövde ve kollardan oluşur ve lökomotor birim tarafından taşınır. Hareket sırasında yolcu birim kendisine ait duruşsal bütünlükten sorumludur. Ancak yürüyüş sırasındaki dizilimi lökomotor sistem içindeki kas hareketlerinin temel belirleyicisidir. Bu noktada baş ve gövdedeki kas hareketleri normal yürüyüş esnasında en az postüral değişikliklerle omurganın nötral dizilimini sağlamayı amaçlar. Kolların sallanması ise aktif ve pasif alt evrelerden oluşur ancak normal yürüyüş için gerekli değildir. Yapılan çalışmalar bu hareketlerin kısıtlanmasının enerji tasarrufuna yol açmadığını göstermiştir. Yolcu birimi kütleli olarak vücut ağırlığının yaklaşık %70'ini oluşturur. Bu birimin ağırlık merkezi onuncu torasik omurganın hemen önünde yer alır. Bu durum kalça eklemlerinin yukarısında ortalama bir insan boyu düşünüldüğünde yaklaşık 33 cm'lik uzun bir kaldıraç koluna denk gelir. Bu nedenle, yolcu biriminin dengesi alt ekstremitelerin anlık dizilimine oldukça bağımlı kalır (**Şekil 8**).



**Şekil 8.** Vücudun yolcu birimi (mavi renkler), lökomotor birimi (siyah renkler) (25)

2) *Lökomotor birim:* Pelvis ve iki alt ekstremiteden oluşur. Lumbosakral, ikişer kalça, diz, ayak bileği ve subtalar eklemin yanında iki adet metatarsofalangeal eklemler bütünü olmak üzere toplam 11 eklemi içerir. Her ekstremiteye ait hareketin zamanlama ve büyüklüğü yaklaşık 57 kasın kontrolü altındadır. Kemiksel birimler (pelvis, uyluk, kaval, ayak ve parmak kemikleri) kaldıraç kolu görevi görür. Alt ekstremitelerden her biri yolcu biriminin desteklenmesi ve ileri taşınmasında sorumluluk alır. Sonrasında ise hızla yeni bir pozisyon için salınma geçerek tekrar destek oluşturmak için hazırlanır (25).

Yürüyüş sırasında ayak ve ayak bileği hareketlerini incelemek için lökomotor sistemin diğer bölümlerine de bakmak gerekir. Yürüyüş esnasında pelvik rotasyon, femur, tibia ve fibulanın alt ekstremitenin uzun eksenini etrafında rotasyonuna neden olur. Alt ekstremitenin salınım fazında ve duruş fazının başında genel olarak mediale döner. Duruş fazının devamında, duruş fazı tamamlanıp parmak kalkışı oluşana dek alt ekstremiteler laterale döner. Topuk vuruşu sırasında tibia nötral pozisyonundan yaklaşık 5° internal rotasyona gelir. Bu esnada ayak bileği, nötralde ya da hafif plantar fleksiyondadır. Topuk vuruşunun hemen ardından ayak yere doğru yaklaşır ve plantar fleksiyona, dorsi fleksör kasların kontrolünde gelir. Bu, ayağın taban temasına gelirken yere çarpmamasını sağlar.

Topuk vuruşundan taban temasının hemen öncesine kadar tibia ve fibulanın artan internal rotasyonu ayak bileğinden talusa aktarılır. Internal rotasyon ve ayak bileği ekleminin plantar fleksiyonu, ön ayağın nötralden mediale doğru gelişini sağlar. Topuğun yer ile temas alanı, ayak bileği merkezinin lateralinde bulunur. Bu anda, subtalar ekleminde pronasyon

momenti meydana gelir. Talus, kalkaneus üzerinde internale döner. Subtalar eklemin eksenini etrafında kalkaneusu pronasyona zorlar (27). Wright'a göre ortalama yürüme hızında ayak, duruş fazının ilk %8'inde  $10^{\circ}$  pronasyona gelir. Bu pronasyon pozisyonunda midtarsal ekleminde serbest hareket mümkündür (28). Ayak navikula ve küboidin distalinde esnek hale gelir. Bu durumda ayak, destek yüzeyi ile yakın temasa geçebilecek ve şokları absorbe edebilecek duruma gelir (27).

Taban temasında alt ekstremitede eksternal rotasyon meydana gelir. Ön ayak o sırada yerle temas halindedir. Eksternal rotasyon ayak bileğinden talusa aktarılır. Eksternal rotasyon devam ederken, ayak supinasyona gelir, midtarsal eklem kilitlenir, ekleminde ve MLA'da stabilizasyon artar. Bu mekanizma, ayağı vücut ağırlığını taşıyabilecek sabit bir yüzeye dönüştürür. Bu sırada aktarılan ağırlığın eksenini ayakta laterale doğru hareket eder.

Bacak, ayağın önüne geçtiğinde ayak bileği dorsi fleksiye gelmeye başlar. Topuk kalkışından sonra ayak bileği eklemi tekrar plantar fleksiye gelir ve metatarsophalangeal eklemi dorsi fleksiye zorlar. PF metatars başlarına tutunduğu için "windlass" mekanizması devreye girer ve medial longitudinal arkadaki gerilim artar. Bunun sonucunda ark yükselir ve ayağın stabilizasyonu artar. Parmak kalkışından hemen önce ağırlık taşıma, windlass mekanizması ve supinasyonun etkileri ayağı itme fazı için rijit hale getirir (27, 29).

#### *Yürüyüş esnasında kas aktivasyonu*

Yürüyüşte ayak bileği ve ayak hareketleri esas olarak eklem ve ligamentlerin kontrolünde ise de, son yapılan elektromyografi çalışmaları, normal yürüyüş esnasındaki kas aktivitesini daha net olarak göstermektedir. Topuk vuruşu başlangıcından taban temasına kadar bacağın ön grup kasları aktif rol oynar. Bu kasların eksentrik kontraksiyonu, taban temasına geçiş sırasında ayağı kontrol ederek yere çarpmasını engeller ve enerji depolanmasını sağlar. Orta duruş fazında tibialis posterior kasının aktivasyonu devreye girer. Bu ayağın aşırı pronasyonunu engelleyerek stabilizasyonu sağlar. Ayak bileği dorsi fleksiye gelirken, ayağın arkasını varusta stabilize etmek için peroneal kaslar aktive olur. Tibialis posterior aktivitesi aynı zamanda taban teması fazının sonunda itme fazını başlatır. Gastrocnemius ve soleus kasları da topuk kalkışından parmak kalkışına kadar aktivasyonunu devam ettirir. Salınma fazı başladığında tibialis anterior ve parmak ekstansörleri aktive olarak ayağı bir sonraki topuk vuruşuna hazırlarlar (16, 29).

## Yürüyüşte eklem hareketleri

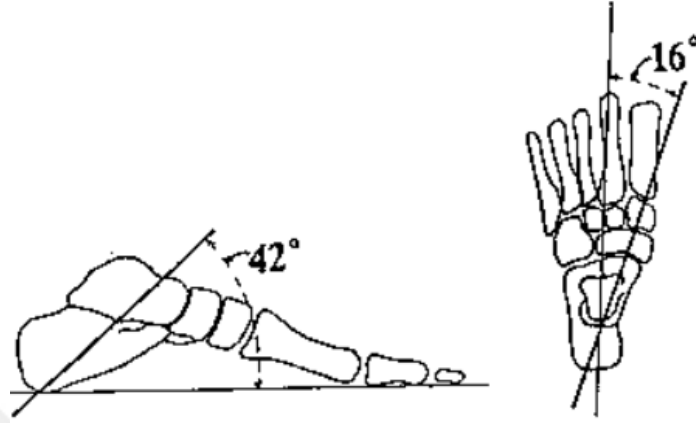
### *Ayak bileği eklemi*

Alt ekstremitte ile karşılaştırıldığında ayağın hareketi tibia, fibula, tarsal ve metatarsal kemikler arasında meydana gelen hareketlerin toplamıdır (19). Ayak bileğinde yürüyüş esnasında eklem hareket açıklığı fazla olmasa da, duruş fazında gövdeyi öne ivmelendirdiği, şok absorpsiyonu sağladığı, salınım fazında ise bacağın öne hareketine katkıda bulunduğu için önemlidir.

Ayak bileği ekleminde yürüme periyodu sırasında art arda iki kez plantar fleksiyon ve dorsi fleksiyon meydana gelir. Duruş fazında sırayla plantar fleksiyon, dorsi fleksiyon ve sonra yine plantar fleksiyon oluşur. Salınım fazında ise ayak bileği dorsi fleksiyondadır. Yürüyüş sırasında ayak bileği ekleminin hareket açıklığı ortalama 30°'dir (20°-40° arası). Topuk vuruşunda ayak bileğinde hafif derecede plantar fleksiyon meydana gelir (3°-5°). Taban temasına kadar plantar fleksiyon derecesi artar, orta duruş fazında ise hareket yönü aniden değişir, dorsi fleksiyon yönünde hareket başlar. Topuk kalkışından parmak kalkışına kadar olan sürede plantar fleksiyona giden ayak bileğinde, plantar fleksiyon parmak kalkışı esnasında maksimuma ulaşır (15°-20°). Maksimum dorsi fleksiyon ise duruş fazının %70'i esnasında gerçekleşir (16, 30, 31).

### *Subtalar eklem*

Fonksiyonel olarak subtalar eklem talusun inferiorundaki üç eklem yüzünün kalkaneusun superiorundaki üç eklem yüzü ile eklemleşmesinden oluşur (19). Subtalar eklemin (STE) üç düzlemdeki bileşik hareketi ile pronasyon ve supinasyon hareketleri meydana gelir. Oluşan bu hareketler klinikte subtalar inversiyon ve eversiyon olarak tanımlanır. STE yürüme sırasında tibiadaki hareketleri ayağa ve ayaktaki hareketleri tibiaya aktararak ayağın farklı zeminlere uyumunu ve ani yön değiştirmelerde ayağın pivot rol oynamasını sağlar. Bu önemli özelliği yerine getirebilmek için STE gerektiği kadar harekete izin verirken aynı zamanda yük taşıyabilmek için sabit olmak zorundadır (19). Ayak bileği eklemi tek eksenli bir eklem olduğu için rotasyonel stresleri STE karşılar (16). STE ekseninin, ayağın horizontal ekseni ile arasında 42°'lik bir açı mevcuttur. Orta hattın medialinde ve orta hatta 16°'lik açı yapacak şekilde yerleşmiştir (32) (**Şekil 9**) .



**Şekil 9.** Subtalar hareket ortalama  $20^{\circ}$ - $30^{\circ}$  inversiyon ve  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$  eversiyondur (33).

Yürüyüş esnasındaki fonksiyonel subtalar hareket ise  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ 'dir. Yürüyüş periyodu sırasında topuk vuruşunda hafif inversiyon, sonra yürüyüş periyodunun %10'unda en fazla  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$ 'ye çıkan hızlı bir eversiyon gerçekleşir (16).

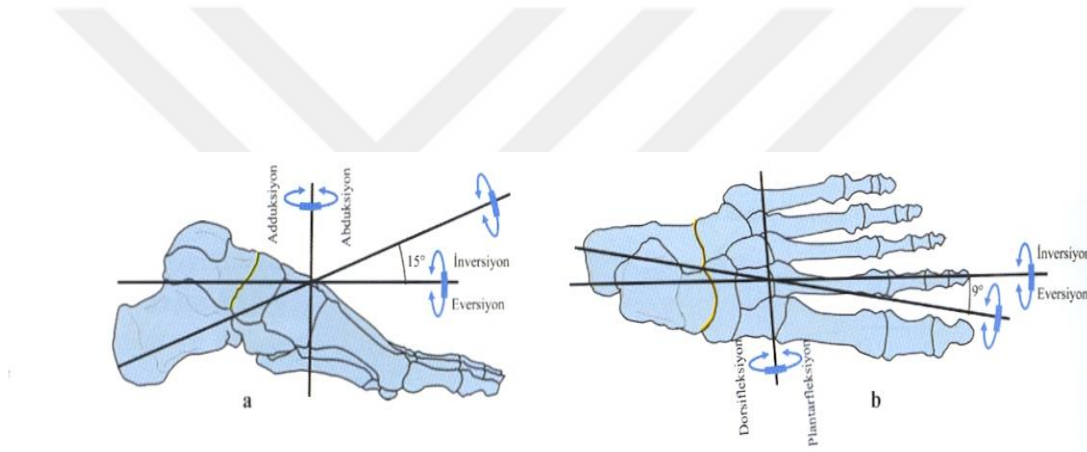
#### *Midtarsal eklem*

Midtarsal eklem, talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerden oluşur. Talonavikular ve kalkaneoküboid eklemler bir ünite olarak hareket ederler (19). Midtarsal eklemden iki adet hareket eksen tanımlanmıştır. Bunlardan biri longitudinal, diğeri ise oblik eksen. Longitudinal eksen ayağın horizontal ekseninden  $15^{\circ}$  yukarıda, longitudinal ekseninden ise  $9^{\circ}$  medialde yer alır. Longitudinal ekseninde inversiyon ve eversiyon hareketleri meydana gelir. Oblik eksen ayağın horizontal ekseninden  $52^{\circ}$  yukarıda ve  $57^{\circ}$  anteromedialindedir. Bu ekseninde esas olarak fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri oluşur. Talonaviküler eklemin fleksiyon-ekstansiyon hareketinin  $7^{\circ}$ , pronasyon-supinasyon hareketinin  $17^{\circ}$ , kalkaneoküboid

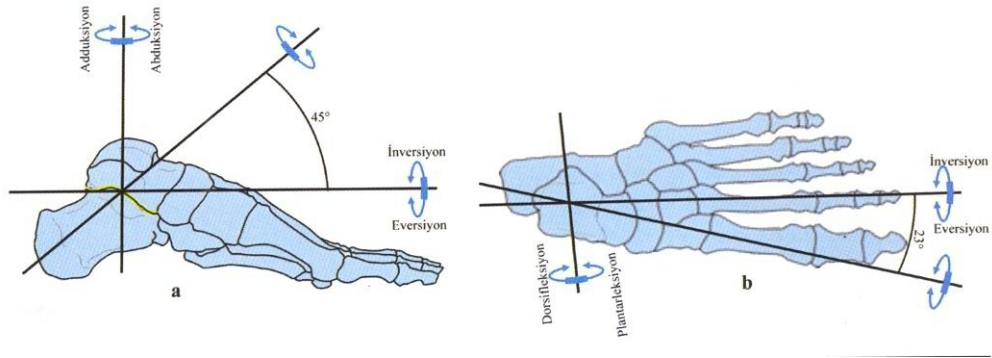


eklemin ise fleksiyon-ekstansiyon hareketinin  $2^\circ$ , pronasyon-supinasyon hareketinin  $7^\circ$  olduğu belirtilmiştir (15).

Subtalar eklem ve midtarsal eklemin hareketleri birlikte ayak fleksibilitesi ve rijiditesini sağlar. Subtalar eklem eversiyonda iken kalkaneoküboid ve talonaviküler eklemlerin eksenleri birbirine paralel olarak konumlanır. Bu durum midtarsal eklemin hareketine izin verir. Subtalar eklem inversiyona geldiğinde ise bu eklemlerin eksenlerinin paralelliği ortadan kalkar ve midtarsal eklem kilitlenir. Bu durumda orta ayak rijit hale gelir. Yürüyüşün orta duruş fazından parmak kalkışı fazına dek subtalar eklemin inversiyonu ve midtarsal eklemin kilitlenmesi ile ayak rijit bir kaldırıca dönüşür (16) (**Şekil 10, 11**).



**Şekil 10.** Midtarsal eklemin longitudinal hareket eksenleri; a) medial görünüm, b) dorsal görünüm (19)



**Şekil 11.** Midtarsal eklemin oblik hareket eksen; a) medial görünüm, b) dorsal görünüm (19)

### *Tarsometatarsal ve intertarsal eklemler*

Lisfrank eklemi olarak da bilinir. Küboid üç küneiform ve beş metatarstan oluşmuştur. Tarsometatarsal eklemin (TMT) hareketi birbirinden farklıdır. Birinci metatarsal ekleminde sagittal düzlemde 0-4° hareket ortaya çıkar. Eklem yüzleri sagittal düzlemde yaklaşık 15 mm yer değiştirir. Birinci metatarsoküneiform eklemin hareketi 3,5° fleksiyon-ekstansiyon ve 1,5° pronasyon supinasyondur. Bu hareketin dorsal yönde artmış olmasının halluks valgus veya bir ön ayak deformitesi ile ilişkili olabileceği savunulmaktadır. Birinci metatarsal kemik ve başparmak, eversiyon ve abduksiyonla birlikte plantar fleksiyon yaparken pronasyon ve supinasyon hareketleri meydana getirmez. İkinci TMT eklem hareketi birinci TMT ekleme göre daha limitlidir. Bunun nedeni ikinci metatarsal kemiğin proksimal kısmının birinci ve üçüncü küneiform kemikler ile birinci metatarsal kemikler arasına yerleşmiş olmasıdır. Üç, dört ve beşinci TMT eklemler daha mobildir (19). Dördüncü ve beşinci metatarsoküboid ekleminde ise 9°-10° fleksiyon-ekstansiyon ve 9°-11° pronasyon-supinasyon hareketi gerçekleşmektedir (16, 34). İntertarsal eklemler ise tarsal kemikler arasındaki minimal kayma hareketinden sorumludur.

### *Metatarsofalangial eklemler*

Metatarsofalangial eklemler (MTF) yapısal olarak eldeki metakarpofalangial eklemlere benzerler (19). Birinci metatarsofalangeal eklemin hareket aralığı 30° plantar fleksiyon ve 90° dorsi fleksiyondur. Birinci metatars yere 20° eğimle durduğu için halluksun

zemine göre hareketi 50° plantar fleksiyon ve 70° dorsi fleksiyondan meydana gelir. Normal yürüyüşün parmak kalkışı fazında birinci MTF eklemin maksimum dorsi fleksiyonuna ihtiyaç duyulur (16). Metatars başının yere temas alanı maksimum dorsi fleksiyonda eklem kompresyonu ile dorsale doğru yer değiştirir. MTF eklem, plantar aponevrozun çıkık mekanizması ile ayağın medial kısmında dengeyi sağlar. Yürüme siklusunda, parmak kalkışı esnasında proksimal falanks, metatars başını deprese eder. Bu fazda basınç analizlerinde de ortaya konulduğu üzere birinci metatars başı altındaki basınç artar (16).

### *Parmaklar*

Lateralde bulunan dört parmak, her birinin hareketinin intrinsik ve ekstrinsik kaslarla kontrol edildiği üçer falanksa sahiptir. MTF eklemlerin normal hareketi yaklaşık 90° ekstansiyon ve 50° fleksiyondur. Yürüme periyodunda, topuk vuruşu esnasında MTF eklemler yaklaşık olarak 25° dorsi fleksiyondadır. Taban teması boyunca nötrale gelir ve orta duruş fazı boyunca da nötral pozisyonundadır. Topuk kalkışı ile birlikte MTF eklemler yaklaşık 21° dorsi fleksiyona gelirken, parmak kalkışından, sallanma fazına geçene dek yaklaşık 55° dorsi fleksiyondadırlar. Orta sallanmaya kadar nötralde olan parmaklar, bu fazda topuk temasına hazırlık için tekrar dorsi fleksiyona gelirler(16, 30).

### **Ayağın kinetiği**

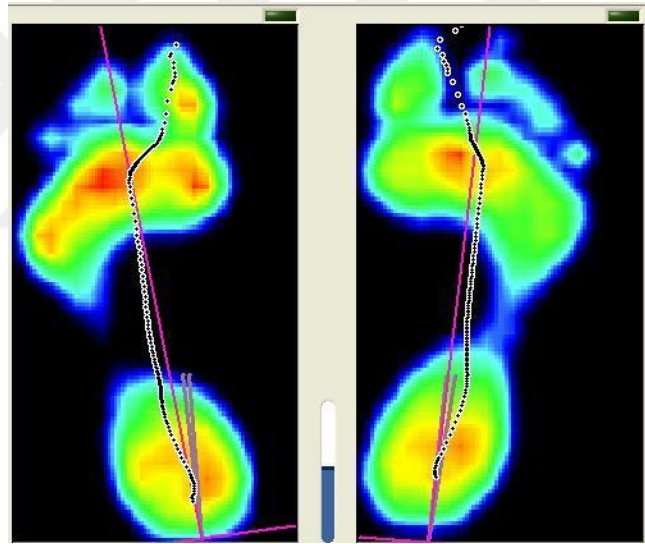
Kinetik, hareketi ortaya çıkaran internal ve eksternal kuvvetlerle ilgilenir. Internal kuvvetlere kas aktivitesi, ligamentler, kas ve eklemlerin friksiyonu, eksternal kuvvetlere ise yerçekimi, atalet ve yer tepki kuvveti örnek verilebilir (27, 35).

Vertikal kuvvetler destek yüzeyine dik uzanan kuvvetlerdir (15). Yürüyüşte ayakta ulaşılan tepe vertikal kuvvetler vücut ağırlığının %120'sine ulaşırken, koşma sırasında bu kuvvetler vücut ağırlığının %275'ine çıkar (30).

Duruş boyunca ayakaltındaki basınç merkezinin izlediği yol nispeten tekrarlanabilir bir patern izler (15). Vücut ağırlığı ayaklarla desteklenirken plantar dokularda basınç meydana gelir. Bu kompresyonun büyüklüğü yüklenen kuvvetin şiddeti arttıkça ve ayağın yer ile temas alanı azaldıkça artar. Basınç merkezi topuk temasında topuk orta noktasının lateralinde yer alır (15). Ayakta meydana gelen en büyük yüklenme bu sırada oluşur. Vücut ağırlığının %70-100'ü oranındaki bu kuvvet, 0,05 sn gibi kısa bir zaman aralığında topuğa aktarılır. Vücut

ağırlığının oluşturduğu kuvvetin topuğun orta kısmına doğru ilerlemesi, basınçları  $1/3$ 'e, vücut ağırlığı yaklaşık  $\%33$ 'e düşürür.

Taban teması fazına geçerken orta ayağın lateral kısmı yerle temasa geçer. Bu temas noktasında vücut ağırlığının  $\%10$ 'u kadar, düşük yoğunlukta basınçlar oluşur. İtme fazında metatars başlarının altındaki basınç oranları birbirlerinden farklıdır. Genellikle en yüksek basınçlar ikinci ve üçüncü metatars başları altında kaydedilmiştir. Bu meydana gelen basınçların vücut ağırlığının  $\%60-100$ 'ü arasında olduğu kaydedilmiştir. Parmakların altında oluşan basınçlar ise belirgin olarak birbirinden farklılık gösterir. Parmak kalkışı fazının hemen öncesinde en yüksek basınç noktasının birinci metatarsın altında ve vücut ağırlığının  $\%30-55$ 'i kadar olduğu bulunmuştur. Ön ayakta oluşan en düşük basınç beşinci metatars başının altındadır. Bu, üçüncü metatars başı altında ölçülen basıncın yaklaşık yarısı kadardır (30, 36, 37) (Şekil 12).



**Şekil 12.** Yürüme sırasında ayağın plantar basınç noktaları

Tarsal eklemler arasında en büyük yüklenme miktarı sırasıyla, longitudinal arkın en yüksek bölümü, talonaviküler ve naviküloküneiform eklemlerdedir. Ayağın medial bölümü, talus, naviküla, küneiformlar ve ilk üç metatars yükün daha fazlasını taşıırken, lateral bölümü, kalkaneoküboid eklem ve lateral iki metatars daha az yük taşır (16). Morton'a göre ayak, yüklerin birinci, beşinci metatars ve topukta taşındığı bir tripota benzer. Morton, ön ayağın yükü eşit paylaşan altı temas noktasına (iki sesamoid ve dört küçük metatars başı) sahip olduğunu öne sürmüştür (38). Daha sonraki plantar basınç çalışmalarında çıplak ayak ile

ayakta duruşta yük dağılımının oranı topukta %60, orta ayakta %8, ön ayakta %28 ve parmaklarda %4 olarak bulunmuştur. Topuğun altındaki tepe basınç alanları, ön ayaktaki tepe basınç alanlarından 2,6 kat daha büyüktür. Ön ayaktaki tepe basınç alanları ikinci metatars başının altında oluşur (16).

Ayakta yapılan statik ölçümler, değişen, dinamik basınçları ölçmede yetersiz kalmıştır (4). Hutton ve arkadaşları (39) yürüyüş esnasında basınç merkezinin ayak tabanı boyunca nasıl ilerlediğini incelemişlerdir. Çıplak ayak ile yapılan yürüyüşte basınç merkezi öncelikle topuğun ortasındadır. Sonra hızlıca orta ayağa doğru ilerler ve sonrasında ön ayağa ulaşır. Ön ayak tepe basınç alanına duruş fazının %80'lik noktasında ulaşılır. Basınç alanı merkezi ikinci metatars başının altındadır. Parmak kalkışı esnasında basınç merkezi birinci metatarsın altında yer alır. Metatars başları duruş fazının en az %50'sinde yer ile temastadır (16). Yapılan bir araştırmada, çıplak ayak yürüyüşte en yüksek tepe basınç alanının ve en büyük ayak-zemin impulsun üçüncü metatars başı altında olduğu bulunmuştur (40).

### **Medial longitudinal ark yüksekliğinin pes planus ve pes kavus ile ilişkisi**

Ayak arkının yapısı ile alt ekstremitenin biyomekaniği arasında fonksiyonel bir ilişki vardır. Ayak arkı, ön ayak ve arka ayak arasında elastik, yaysı bir bağlantı sağlar. Bu ilişki, ağırlık aktarımı sırasında meydana gelen kuvvetlerin çoğunun, bacak ve uyluk uzun kemiklerine ulaşmadan dağılmasını sağlar. Ayak arkı, anatomik yapısal konumun iki uç noktasını, pes kavusunun yükselmiş ark karakteristiğini ve pes planusunun düzleşmiş ark karakteristiğini gösterir. Her ne kadar üç ayrı arkın ayağı desteklediği gösterilse de, MLA bu bozuklukların her ikisinde de klinik öneme sahip olarak bulunmuştur. Özellikle MLA ile ortaya çıkan problemler ve dizilim bozuklukları en sonunda, ayak bileği, diz, kalça ve bel çevresi kaslarının ve eklemlerinin işlevini etkiler. Kas dengesizlikleri, eklemlerin yapısal dizilim bozuklukları, ayağın kompensatuvar pronasyonu ve yürüme anormallikleri sıklıkla pes kavus veya pes planustan kaynaklanır (41).

### **Pes planus**

Erişkin pes planusu, iskelet matüritesinin tamamlanması sonrasında devam eden veya ortaya çıkan ve MLA'ta yükseklik kaybı ile karakterize bir durumdur. Pes planusta, talusun başı, medialden ve navikuladan düzlemsel olarak yer değiştirir. Bu yer değiştirme tibialis posterior kasının spring ligamanı ve tendonunu uzatır ve bu da MLA 'da yükseklik kaybına

neden olur (40). Mevcut deformite ağrı, instabilite ve ciddi fonksiyonel kısıtlılıklar yaratabileceği gibi herhangi bir şikayete de neden olmayabilir. Daha çok posterior tibial tendonun (PTT) dejenerasyonu sonucu oluştuğundan literatürde çoğu kez “tibialis posterior tendon yetmezliği” veya “erişkin edinilmiş pes planus” olarak da geçer (42).

### *Klinik bulgular*

Pes planusu olan hastalardaki tek patoloji MLA yüksekliğindeki azalma değildir. Topukta valgus diziliminin izlenmesi, subtalar ve talonaviküler eklemlerde subluksasyon, ayak önünün ayak arkasına göre supinasyonu ve kalkaneusun subtalar eklem seviyesinde eversiyonu yanında midtarsal eklem seviyesinde de abduksiyonu görülebilecek diğer değişikliklerdendir.

Bunların yanı sıra ayağa arkadan bakıldığında normalde yalnızca beşinci parmak izlenebilirken, planovalgusu olan bir ayakta daha fazla parmak izlenebilir. “Too many toes” (çok fazla parmak) bulgusu olarak tanımlanan bu durum deformitenin derecesinin belirlenmesinde yardımcı olabilir. Ayrıca, hastanın tek ilgili ayağı üzerinde dururken arka arkaya beş-altı kez parmak ucuna kalkamaması veya ağrı nedeniyle çok zorlanması da posterior tibial tendon yetmezliği için bir bulgudur (42).

### *Etiyoloji*

Erişkinlerde pes planus izlenmesi durumunda etiyolojide esnek pes planus, PTT disfonksiyonu, travma, artritler, iyatrojenik deformite, nöropatik artropatiler (Charcot), nöromusküler hastalıklar ve tarsal koalisyon gibi nedenler bulunabilir (42).

#### *1.Esnek pes planus*

Pes planustaki esneklik subtalar eklemdaki hareket ile değerlendirilir. Yük taşımadığı sırada subtalar eklemnin valgustan nötral pozisyona gelmesi ve longitudinal arkın izlenmesi durumunda esnek pes planustan bahsedilir. Bu durum ilk olarak Jack tarafından tarif edilen ve ardından Hicks tarafından açıklanan başparmak kaldırma testi (toe-raising test) ile de ortaya konabilir (42).

## 2. Posterior tibial tendon disfonksiyonu

Erişkinlerde edinilmiş düztabanlılığın en sık nedeni PTT'nin tendinopatisi'dir. PTT tendinopatinin erken dönemlerinde şikayetler ayak bileği posteromediyalinde ağrı ve şişliktir. Bu dönemde hastalar özellikle artan fiziksel aktiviteler sonrasında yürümeye güçlükten şikayet ederler. Tendinopatinin ilerlemesi ile birlikte fonksiyonel kayıplar ve ilerleyici şekil bozuklukları yanında tek ayak üzerine kalkmada zorlanma ortaya çıkmaya başlar. Sonrasında daha önce ayak bileği mediyalinde hissedilmekte olan ağrı subfibular impingement (sıkışma) nedeniyle ayak bileği lateraline doğru kayar (42).

## 3. Travma

Ayak bileği kırık-çıkıkları, kalkaneus kırıkları, talus boyun kırıkları, lisfrank kırıklı çıkıkları ve ayak arkası ya da ayak ortasında görülen diğer kırık-çıkıklar sonrasında post-travmatik pes planus gelişimi izlenebilir (42).

## 4. Artritler

Romatoid artrit gibi altta yatan hastalıkların olması durumunda da pes planus izlenebilir. Bu hastalarda pes planus gelişimi daha yavaş olur ve deformite ile ağrı ilerleyici bir şekilde ortaya çıkar (42).

## 5. İyatrojenik deformite

İyatrojenik pes planus; pes ekinovarus, pes kavus, metatarsus adduktus, pes planovalgus gibi deformitelerin yetersiz veya fazla düzeltilmesi sonrasında ortaya çıkabilir (42).

## 6. Nöropatik artropati (Charcot ayağı)

Charcot ayağı periferik nöropati ile ilişkili bir patoloji olup, patolojik kırıklar, eklem dislokasyonu ve normal ayak yapısında belirgin bir kayıp ile karakterizedir. Bu durumun en sık nedeni diabetes mellitus olmakla beraber; sifiliz ve alkolizm gibi daha az rastlanan nedenleri de bulunmaktadır (42).

## 7. Nöromusküler Hastalıklar

Ayak kaslarında zayıflık veya hiperaktiviteye neden olan durumlar sonrasında nörovasküler pes planus izlenebilir. Konjenital veya kalıtsal hastalıklara ikincil, serebrovasküler hadiseler sonrasında, post-travmatik veya iyatrojenik kaynaklı olabilir (42).

## 8. Tarsal Koalisyon

Tarsal koalisyon genellikle çocukluk çağında rijid pes planus araştırılırken tanı alır. Erişkin dönemde ise insidental olarak veya hastaların semptomatik hale gelmeleri sonrasında tanı alabilir.

Semptomatik hastalarda ilk basamakta uygulanabilecek konservatif tedavi seçenekleri arasında aktivite modifikasyonları, germe egzersizleri, manipülasyonlar, seri alçı uygulamaları, kilo verme, ağrı ile enflamasyona yönelik ilaç kullanımı, ayakkabı değişiklikleri, ayakkabı modifikasyonları, ayak veya ayak bileği ortezi kullanımı bulunmaktadır (42).

## Pes kavus

Pes kavus deformitesi literatürde farklı şekillerde tarif edilmesine karşın, deformitenin en kısa tanımı ayağın uzunlamasına arkının normalden yüksek olmasıdır. Pes kavusun tanımlanmasında kesin kriterler bulunmamaktadır. Bunun nedeni, deformitenin, birçok etiyolojik nedene bağlı olarak, çok farklı şekillerde karşımıza çıkmasıdır (43).

Pes kavus ayak etiyolojisi, idiyopatik, yani bilinmeyen bir neden olarak ya da nörojenik olarak kategorize edilebilir. Nörojenik pes kavus olguları arasında % 50'si Charcot-Marie-Tooth hastalığıdır ki alt ekstremitayı etkileyen bir nöromüsküler bozukluk olan bu hastalık dengesiz kas kuvvetleri ve ayak ağrısı ile kendini gösterir (5). Bu deformitenin ayak karakteristiğinde, ağırlık merkezi metatarsal başları ve ayağın lateral sınırı boyunca eşit olmayan şekilde dağıtılır. Bu ayak durumu, popülasyonun % 8-15'inde bilateral olarak ortaya çıkar (24).

Yafl'a göre prevalans açısından, pes kavus üç yaşın altında çok nadir ortaya çıktığı bilinir. Yumuşak dokular, altta yatan yapısal deformiteyi gizlerler; bu nedenle, deformite çoğu zaman yedi-on yaşından sonra ortaya çıkar. Deformitenin oluşumu ön ayaktan başlar ve ilk aşamada birinci metatars göreceli olarak plantar fleksiyona gelir. Daha sonraki aşamada arka ayak olaya katılır ve ön ayak pronasyonunu dengelemek için topuk varusa ve supinasyona gelir. Pes kavusta parmaklar normal olabilir, ancak deformite arttıkça parmaklarda pençe ayak deformitesi ortaya çıkar (43).

Ayak metatarsal baş ve kuneiformların birleştiği yerde osteofit oluşumuna eğilimlidir.



Bu alan cilt altında oldukça belirgindir ve hasarlanmaya oldukça duyarlıdır. Esnek pes kavusa sahip ayakta genellikle ikinci metatarsal başın altında bir kallus bulunur. Bu durum, arkın kuvvetleri ve şok emilimini eksikliği nedeniyle ortaya çıkar.

Esnek pes kavuslu ayak, MLA'yı destekleyen, ayağı dengeleyen ve şok emilimi sağlayan ortezlere iyi cevap verir. Sert pes kavuslu ayak ise ek problemler yaratır. Birinci, ikinci ve beşinci metatarsal başların altında kallus oluşumunun yanı sıra, bu ayaklar yüksek ark tarafından oluşturulan gerilmelerden kaynaklanan gergin, şerit halini almış plantar fasyaya sahiptir. Zayıf şok emilimi ve çok küçük olan vücut ağırlığını taşıma bölgesinden dolayı, esnek veya rijit pes kavuslu ayaklar, topuk ağrısına ve stres kırılmasına eğilimlidir. Araştırmalar, plantar temas alanının azaltılmasının ön ayak ve arka ayak bölgesinde birim alan başına daha büyük yük düşmesi ile ilişkili olduğunu ve bu durumun, alt ekstremitede aşırı yüklenme yaralanmaları için bir risk faktörü olabileceğini göstermiştir (44).

Kavus pozisyonunda uzun süre yürüme ayak bileğinde ve üçlü eklem kompleksinde (subtalar, talonaviküler, ve kalkaneoküboid eklemler) aşırı yüklenmeye yol açabilir. Ayak bileği mediyalinde dejeneratif değişiklikler görülürken, talusta varus tiltine ve buna eşlik eden lateral bağ gevşekliğine yol açabilir (43, 45).

### **Medial longitudinal ark yüksekliğini değerlendirmede kullanılan yöntemler**

Medial longitudinal arkın değerlendirilmesi veya ölçülmesi hep tartışılan bir konu olmuştur. Arkın yüksekliğinin klinik veya radyolojik olarak ölçülmesinde tüm dünya tarafından kabul görmüş, üzerinde uzlaşılmış tek bir yöntem henüz yoktur (7).

1. Longitudinal Ark Açısı (Feiss çizgisi)
2. Naviküler Yükseklik ve Naviküler Düşme Testi
3. Ayak Postür İndeksi
4. Radyografik Ölçümler
5. Yürüme Analizi
6. Pedobarografik Ölçüm

#### *Longitudinal ark açısı (Feiss çizgisi)*

Medial longitudinal ark yüksekliğini ölçmek, ark düşüklüğünü derecelendirmek için 1909'da bulunmuş olan bir yöntemdir. Ayakta birinci metatars başı ve medial malleol orta

noktasını birleştiren çizgi “Feiss çizgisi” olarak tanımlanmıştır. Normal ark yüksekliğine sahip bir ayakta navikülanın tüberkülü, bu çizginin üzerinde bulunur. Değerlendirilen kişi ayakta dururken yapılan ölçümde naviküla tüberkülünün bu çizginin altında olması MLA düşüklüğü olarak yorumlanır. Naviküla tüberkülünün Feiss çizgisi ile yer arasındaki mesafenin 1/3’ü kadar düşmesi 1°, 2/3’ü kadar düşmesi 2°, yere temas ediyor olması ise 3° ark düşüklüğü olarak tanımlanır (22, 46, 47, 48).

#### *Navikülar yükseklik ve navikülar düşme testi*

MLA yüksekliğini ve ayakta pronasyonu değerlendirmek için kullanılan bir testtir. Navikülar yükseklik, kişi ayakta, ayağına tam vücut ağırlığını verirken yer ile navikülar tüberkül arasındaki mesafe ölçülerek bulunur. Ayağına ağırlık vermeden kişi oturur pozisyondayken, , subtalar nötral pozisyon sağlanarak ölçülen yer ve navikülar tüberkül arasındaki mesafe ile navikülar yükseklik arasındaki fark ise navikülar düşmeyi ifade eder. Navikülar düşme testi ilk kez (49) Brody, tarafından 1982’de tanımlanmış ve koşucuların ayaklarındaki pronasyon miktarını ölçmek için kullanılmıştır. Bu tanıma göre, 10mm ve altındaki navikülar düşme miktarının normal, 15 mm üzerinin ise anormal olduğunu kaydetmiştir. Loudon ve arkadaşlarının (50) yaptıkları bir çalışmada 6-9 mm arası navikülar düşme miktarının normal, 10mm ve üzerinin ise anormal olduğu sonucunu bulmuşlardır (51, 52).

#### *Ayak postür indeksi*

Ayak pozisyonunu değerlendirmek için geliştirilmiş olan hızlı, kolay, geçerli bir yöntemdir. Kişi ayakta, gevşek pozisyonda iken ön ve arka ayakla ilgili altı ölçüt üzerinden değerlendirme yapılır.

Arka ayakta:

- Talus başı palpasyonu
- Lateral malleol altında ve üzerindeki eğimin gözlenmesi
- Kalkaneusun inversiyon/eversiyonu

Ön ayakta ise:

- Talonavikülar eklem bölgesindeki balonlaşma
- MLA yapısı

- Ön ayağın arka ayağa göre abduksiyon/adduksiyonu değerlendirilir.

Bu ölçütlerin her biri -2 ile +2 arasında puanlar almakta ve toplam skor elde edilmektedir. 0 puan ayağın nötral pozisyonda olduğunu, pozitif değerler ayakta pronasyonu negatif değerler ise supinasyonu ifade eder.

Ayak Postür İndeksi, klinikte ve araştırmalarda çeşitli amaçlar için kullanılır:

- Diyabette nöropatik ülserasyonlarda risk faktörlerini belirlemek
- Klinik araştırmalar için ayak tipini tanımlamak
- Spor yaralanmalarının risk faktörlerini araştırmak
- Yaşlılarda ayak postürünün düşmelerle ilişkisini araştırmak
- Ayak yapısında yaşla ilgili farklılıkları değerlendirmek (53, 54).

#### *Radyografik ölçümler*

Ayakta radyografik yöntemle yapılan açı ölçümleri, kişi ayaktayken ve ayaklarına tam ağırlık aktardığı pozisyonda çekilen lateral grafipler üzerinden yapılır.

#### *Lateral grafi üzerinde bakılan açılar*

a) Lateral talokalkaneal açı: talus ile kalkaneusun uzun eksenini kesişme noktalarından oluşur. Talusun boyun ve gövdesinden çizilen çizgilerin orta noktası ile kalkaneusun plantar kenarından çizilen çizginin arasında kalan açıdır. Normal açı değerleri 25-45 °arasındadır. Arka ayağın ekin ve varus açılanması ile azalır, pes kalkaneus ve topuk valgusunda artar (55).

b) Talo-birinci metatarsal açı: . Bu açı çoğu yazar tarafından ark yüksekliğini gösteren en önemli açı olarak kabul edilir. Bu, talusun uzun eksenini ile birinci metatars arasında oluşan bir açıdır. 4 ° 'den büyük açılar pes planus ile ilgilidir Kavus ayaklarda deformite derecesine göre giderek artan negatif değerler gözlenir. Düztabanlıkta ise tersine pozitif değerlere artış görülür (55).

c) Talo-horizontal açı: Talusun inklinasyonu hakkında bilgi verir. Talusun eğim çizgisi ile yüzeyin enine düzlem çizgisi arasında kalan açıdır. Normal açı değerleri 15°-25° arasındadır (55).

d) Kalkaneal pitch açısı: Arka ayağın doğrultusu bu açı ile değerlendirilir. Kavus ayaklarda artar, düztabanlıkta azalır. Kalkaneusun plantar yüzeyinden distal artiküler yüzeyin alt kenarına doğru bir çizgi çizilir. Bu çizgi ile enine düzlem (ya da kalkaneusun plantar yüzeyinden 5. metatarsal başın alt yüzeyine doğru olan çizgi) arasındaki açı, kalkaneal pitch açısıdır. Normal kalkaneal pitch aralığı 18 ila 20 ° arasındadır (56, 57).

#### *Yürüme analizi*

Yürüyüşü sayısal verilerle değerlendirmek ve yorumlamak için kullanılan yürüme analizi, günümüz teknolojilerindeki ilerleme ile birlikte kas iskelet sistemindeki araştırma ve klinik uygulamalarda tanı konması, tedavi planlaması ile tedavinin sonucunu ölçme ve sonrasında izleme amacıyla giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Modern yürüme analizi laboratuvarlarında kullanılan değerlendirme yöntemleri;

- Gözleme dayalı analiz ve video kaydını,
- Kinematik analizi,
- Kinetik analizi,
- Dinamik pedobarografiyi,
- Dinamik elektromyografiyi,
- Enerji tüketiminin hesaplanması yöntemlerini içerir (35, 58).

#### *Podografik ölçüm*

Podografi, ayak tabanının farklı alanlarında meydana gelen basınçların dinamik değişikliklerinin pedobarograf kullanılarak ölçülmesidir (59). Plantar basınçların ölçülmesi, yürüyüş ve diğer fonksiyonel aktiviteler sırasında vücut ağırlığını taşıma ve aktarma için gerekli destek ve esnekliği birlikte sağlamak zorunluluğu olan ayak ve ayak bileğinin fonksiyonu hakkında bilgi verir (60). Yürüme esnasında yer reaksiyon kuvvetinin oldukça hassas bir şekilde ölçülmesini, yere temas eden ayağın dinamik ve objektif kriterler dahilinde oluşturduğu basınçların karşılaştırılmasını ve beraberinde değerlendirilmesini sağlar (35).

Ayak taban basıncını ölçen en eski teknik, 1925 yılında kullanılmış olan statik ayak izi tekniğidir. Bu teknik, mürekkepli bir mat üzerindeki kağıda kişinin ayakta durarak basması ile oluşmuştur (61). Daha sonra 1930'da Morton, ilk dinamik metodu uzun, mürekkepli mat üzerinde kişiyi yürüterek kullanmıştır (62). Literatüre bakıldığında ayak taban basınç ölçümleri, 1980'li yıllardan itibaren başlamıştır. Bu tekniğin klinik kullanımına gün geçtikçe

artan ilgi bilim insanlarını biyomekanik, ortopedik cerrahi, nörolojik problemler, diyabetik ayak, ve ortez-ayakkabı modifikasyonları ile ilgili çalışmalara yöneltmiştir (60, 62, 64). Gelişen teknoloji ile birlikte ayak taban basınç ölçümleri, sensörleri olan bir platform, verileri toplamak için bir bilgisayar ve görüntülemek için bir monitöre sahip sistemler kullanılarak, statik ve dinamik olarak yapılmaktadır (60).

Statik podografik değerlendirmede;

- Ayaktaki toplam basınç,
- Toplam basıncın ayağın ön ve arkasına düşen yüzdeleri,
- Toplam temas alanı,
- N/m<sup>2</sup> cinsinden ayağın altı bölgesinin (arka ayak, orta ayak, ön ayağın iç, orta, dış tarafı ve parmaklar) maksimal basınç ölçümleri,
- Ön ve arka ayaktaki maksimal basınç değerleri,
- Toplam temas alanının ön ve arka ayağa düşen yüzdelik değerleri elde edilir.

Dinamik podografik değerlendirmede ise hareket sırasında;

- Varus ve valgus pozisyonlarında basınç değişiklikleri,
- Ayağın yere basan kısmının uzunluğu,
- Parmakların pozisyonları değerlendirilebilir.

Dinamik ölçümde ayağın altı bölgesine ait maksimal basınç verileri ve taban temas alanı kaydedilir (35, 64).

### **Ayakta pes planus ve pes kavus deformitelerinin konservatif tedavisi**

#### *Egzersiz*

Pes kavus tedavi protokolünde, deformitenin esnekliğine, tutulan ekstremitenin derecesine, temelde görülen nörolojik bozukluk düzeyine bağlı olarak değişik yöntemler uygulanır. Fizik tedavi ve rehabilitasyon, özellikle zayıf kas güçlendirilmesi, esnetmenin ilerletilmesi konusunda işe yarar. Amaç eşit yük dağılımı olan plantigrad bir ayak sağlamaktadır (45).

Fizyoterapist, kas dengesizlikleri için alt ekstremitayı değerlendirerek pes kavuslu hastaya daha fazla yardımcı olabilir. Gergin ayak bileği invertörleri, plantar fleksör kasları ve zayıf

ayak bileği evertörleri sıklıkla pes kavusa eşlik eder. Tibialis posterior ve gastroknemiussoleus bileşkesinin gerilmesi ve peroneal kasların güçlendirilmesi, ayağın düzgün bir şekilde hizalanması için ayağın destekleyici yapılarının dengelenmesine yardımcı olacaktır (41).

Pes planusta egzersiz programının ana odak noktası, sert yapıların gerilmesi, zayıf bileşenlerin güçlendirilmesi ve proprioepsiyon ve postural dengenin iyileştirilmesidir. Esneklik için ayak bileği ve tüm ayak eklemlerine pasif eklem hareket açıklığı egzersizleri, gastrokinemius, soleus bileşkesine ve peronous brevis kasına germe egzersizleri uygulanır. Kuvvetlendirme için anterior ve posterior tibialis kasına, fleksör halluksis longus kasına, intrinsik, interosseos plantaris ve abduktör halluksis kaslarına kuvvetlendirme egzersizleri verilir. Tek ayak üzerinde durma, parmak ucunda yürüme ise kuvvetlendirme ve proprioepsiyon için kullanılır. Bir ekinus deformitesi varsa, aşıl tendonu pasif gerdirilmeli ve esneme yapılmalıdır. Aşıl tendonu için çoklu germe egzersizleri hastaya kolayca öğretilebilir. Bazı yazarlar, aktif güçlendirme egzersizlerinin kas zayıflığı olmadıkça bir ekinus bozukluğuna fayda sağlayamayabileceğini düşünmektedir (65, 66) .

### *Ortez*

Ortez, vücudun hareket eden bölümlerini desteklemek, düzeltmek, korumak, o bölgedeki deformiteleri düzeltmek ya da fonksiyonu geliştirmek için kullanılan ortopedik uygulamalar veya aparatlar olarak tanımlanır (67). Kirby'nin “reaksiyon kuvvetlerinin büyüklüklerini ve zamansal paternlerini değiştiren ve böylece patolojik yükleme kuvvetlerini azaltan daha normal bir ayak ve alt ekstremitte fonksiyonuna izin veren bir ayakkabı içi tıbbi cihaz” tanımı sık sık alıntılanmıştır (68).

Bir ortez, yürüyüş döngüsü sırasında ayağı nötr pozisyonda dengelemeyi amaçlayan yumuşak, yarı-sert veya sert bir cihazdır. Ayak konturlarına uyum sağlayacak bu materyaller, anormal pronasyon ve supinasyon gibi problemlerin düzeltilmesine yardımcı olur, metatarsal ve ark desteği sağlar ve daha iyi şok emilimi gerçekleştirir. Bir ortezin ana işlevi, ayağın daha ideal ağırlık taşıyan bir pozisyona yeniden ayarlanması girişimi sırasında, nöromüsküler yeniden eğitim ve vücut mekaniğinde bir değişiklik sağlamaktır (41).

Pes kavus ve pes planus deformiteleri özel yapım tabanlılık şeklindeki ortezler yöntemiyle konservatif olarak tedavi edilir. Girişimsel olmayan bir yöntem olan özel yapım tabanlıklar, hastanın ayağına uyacak şekilde üretilir. Üretim amacı disfonksiyonu önlemek

veya düzeltmek için (hareket kısıtlılığı, ayağın kötü pozisyonunu veya deformasyonları düzeltmek veya önlenmek ve aksiyel yükün azaltılması) tasarlanan vücut bölümlerine uygulanan harici cihazlar olarak tasarlanır. Anormal ayak hareketlerini kontrol ederler ve yorgunluk ve ağrı gibi hastalık semptomlarını azaltırlar. Ayrıca aşırı veya istenmeyen hareketi düzeltmek için kullanılırlar (24).



### **3.GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın tipi**

Araştırmanın tipi geriye dönük retrospektif bir araştırmadır.

#### **3.2 Araştırmanın yeri ve zamanı**

Araştırma Şubat 2018 –Mayıs 2018 tarihleri arasında Ege Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

#### **3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi /Çalışma Grupları**

Araştırmaya Ege Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı'na daha önce ayak ağrısı şikayetiyle başvuran podografik olarak statik ve dinamik incelemeleri yapılmış ve yüklenmede ayak grafileri çekilmiş 60 yetişkin hasta çalışmanın evrenini oluşturmuştur.

Bu çalışmaya dahil edilmesi planlanan örneklem büyüklüğüne G-Power programı ile karar verildi. Çalışmaya alınacak örneklem etki büyüklüğü 0.5, hata payı ( $\alpha$ ) 0.05, güç analizi ( $\beta$ ) 0.96 alınarak 60 hasta olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18 üstü olmak
- Ayak ağrısı şikayeti olması
- Yüklenmede ayak grafisi çekilmiş olması
- Podografik incelemesinin yapılmış olması

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- 18 yaşından küçük olmak
- Ayakta konjenital anomali
- Daha önce geçirilmiş alt ekstremiteye ait fraktür
- Daha önce geçirilmiş ayak ve ayak bileği yumuşak doku yaralanmaları
- Diabetes mellitus
- Romatoid Artrit



### **3.4. Çalışma Materyali**

Hastaların değerlendirilmesi çalışma başlangıç tarih olan Şubat 2018 tarihinden itibaren iki ay boyunca yapıldı.

### **3.5.Araştırmanın Değişkenleri**

Bağımlı değişken:

- Statik podografik ölçümde MLA yüksekliği
- Dinamik podografik ölçümde MLA yüksekliği

Bağımsız değişken:

- Yaş
- Cinsiyet
- BKİ(Beden kitle indeksi)
- Lateral talokakaneal açı
- Talo-birincimetatars açısı
- Talohorizontal açı
- Kalkaneal pitch açısı

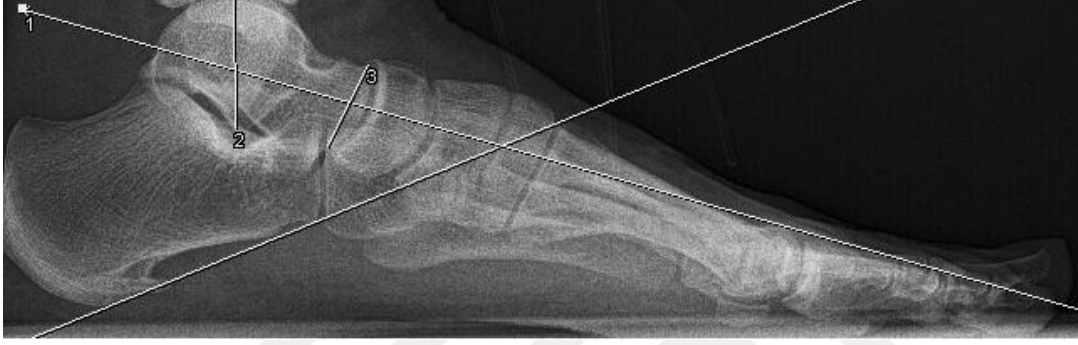
### **3.6. Veri Toplama Araçları**

Araştırmaya dahil edilen tüm olguların demografik bilgileri kaydedildi. Yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi, ayakkabı numarası, lateral talokalkaneal açı, talo-birincimetatars açısı, talohorizontal açı, kalkaneal pitch açısı, statik ark indeks, dinamik ark indeks ölçümleri değerlendirildi.

## Medial longitudinal ark yüksekliğinin radyolojik değerlendirmesi

### *Lateral talokalkaneal açı*

Talusun boyun ve gövdesinden çizilen çizgilerin orta noktası ile kalkaneusun plantar kenarından çizilen çizginin arasında kalan açı ölçüldü. Normal açı değerleri  $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$  arasında kabul edildi.  $25^{\circ}$  'nin altı pes kavus,  $45^{\circ}$  'nin üstü pes planus olarak değerlendirildi (7, 56, 68, 69) (Şekil13).



Şekil 13. Lateral talokalkaneal açı

### *Talo-birincimetatarsal açı*

Talusun boyun ve gövdesinden çizilen çizgilerin orta noktası ile talusun uzun eksenini bulunduru ve birinci metatarstan çizilen çizgi ile oluşan açı ölçüldü.  $4^{\circ}$  'den büyük açılar pes planus kabul edildi (7, 56, 68, 69) (Şekil 14).



Şekil 14. Talo-birincimetatarsal açı

#### *Talohorizontal açı*

Talusun eğim çizgisi ile yüzeyin enine düzlem çizgisi arasında kalan açı ölçüldü. Normal açı değerleri  $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$  arasında kabul edildi.  $15^{\circ}$ 'nin altı pes kavus,  $25^{\circ}$ 'nin üstü pes planus olarak değerlendirildi (7, 56, 68, 69) (**Şekil 15**).



**Şekil 15.** Talohorizontal açı

#### *Kalkaneal pitch açısı*

Kalkaneusun plantar yüzeyinden distal artiküler yüzeyin alt kenarına doğru bir çizgi çizildi. Bu çizgi ile enine düzlem (ya da kalkaneusun plantar yüzeyinden 5. metatarsal başın alt yüzeyine doğru olan çizgi) arasındaki açı ölçüldü.  $18^{\circ}$ - $20^{\circ}$  arası normal değer olarak kabul edildi.  $20^{\circ}$ 'nin üstü pes cavus,  $18^{\circ}$ 'nin altı pes planus kabul edildi (7, 56, 68, 69) (**Şekil 16**) .



**Şekil 16.** Kalkaneal Pitch Açısı

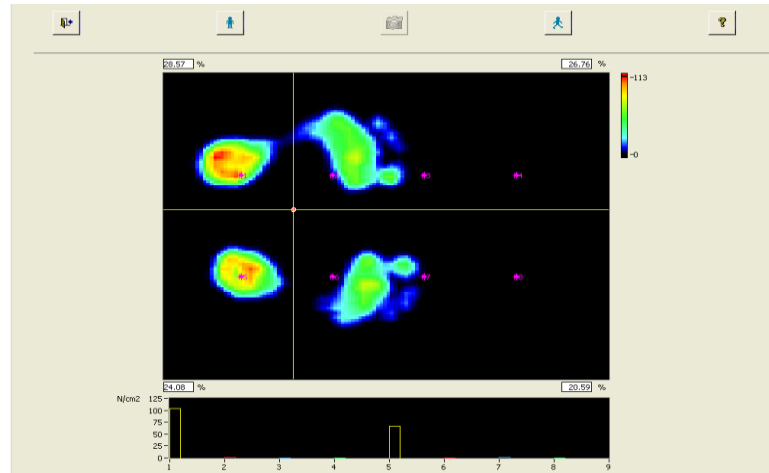
### Medial longitudinal arkın podobarografik değerdendirilmesi

Ayak taban basınçlarını değerdendirmek için yapılan podobarografik ölçümler, Rs Scan-Footscan® International Gait 2nd Generation cihazı ile 8x1 m'lik sensörlü yürüyüş platformu, programın kayıtlı olduğu ve verilerin depolandığı bir bilgisayara sahip yürüyüş laboratuvarında statik ve dinamik olarak yapılmış. (Şekil 17).



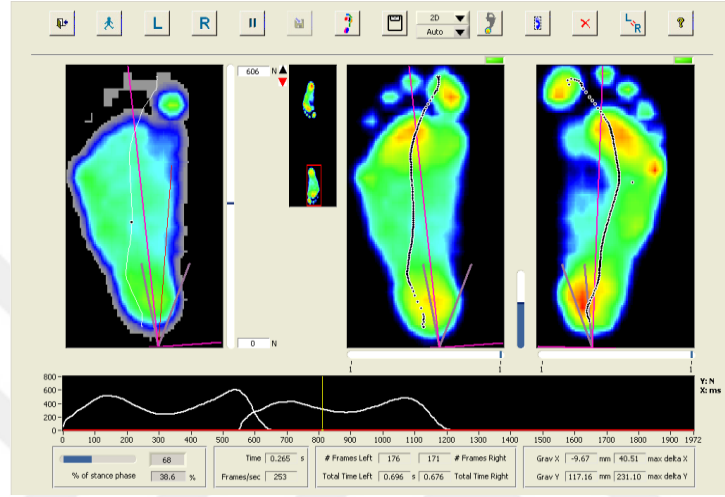
Şekil 17. Podografik ölçümlerin yapıldığı platform

Statik ölçümler kişiler ayakta gevşek pozisyonda, karşıda sabit bir noktaya bakarken yapılmış (Şekil 18).



Şekil 18. Statik Podografik Ölçüm

Dinamik ölçümler ise kişiler platform üzerinde normal yürüme hızında yürürken yapılmış (Şekil 19).



Şekil 19. Dinamik Podografik Ölçüm

Tüm ölçümler aynı gözlemci tarafından kaydedilmiştir. Her ayak için 3-4 adımın tam olarak ekranda görüldüğü veriler elde edilene kadar hastaların yürüyüşlerini tekrar etmeleri istenmiştir.

MLA'nın değerlendirilmesi için Cavanagh ve Rodgers tarafından tarif edilen 'ark indeksi' yöntemine benzer bir yöntem kullanıldı (13). Bu yazarlar ark indeksini hesaplarken, parmaklar hariç tüm ayağı üç eşit parçaya bölmüşler, her parçayı ön ayak, orta ayak, arka ayak olarak isimlendirmişlerdir. Orta ayağın basınç alanının tüm ayağın alanına oranını da 'ark indeksi' olarak isimlendirmişlerdir.

Biz ise, basınç resimlerini otomatik olarak hesaplamak için 'Matlab 2015 b Mathworks ®' adı verilen ticari bir yazılım kullandık. Bu yazılımla ayak: ön ayak, orta ayak, arka ayak olmak üzere ayrıldı.

Parmakların basış alanları sistem tarafından otomatik olarak kaldırılarak, kalan basış alanları hesaplamada kullanıldı. Matlab yazılımı ile podografik olarak elde edilen

görüntülerde ön, orta ve arka mask alanlarının sınırları, parmaklardan topuğa kadar ölçülen toplam ayak boyunun %50'si ve %69'undan çizilen çizgiler ile belirlendi (Şekil 20– Şekil 21).



Şekil 20. Parmaklar olmaksızın tüm ayak alanı



Şekil 21. Orta ayak

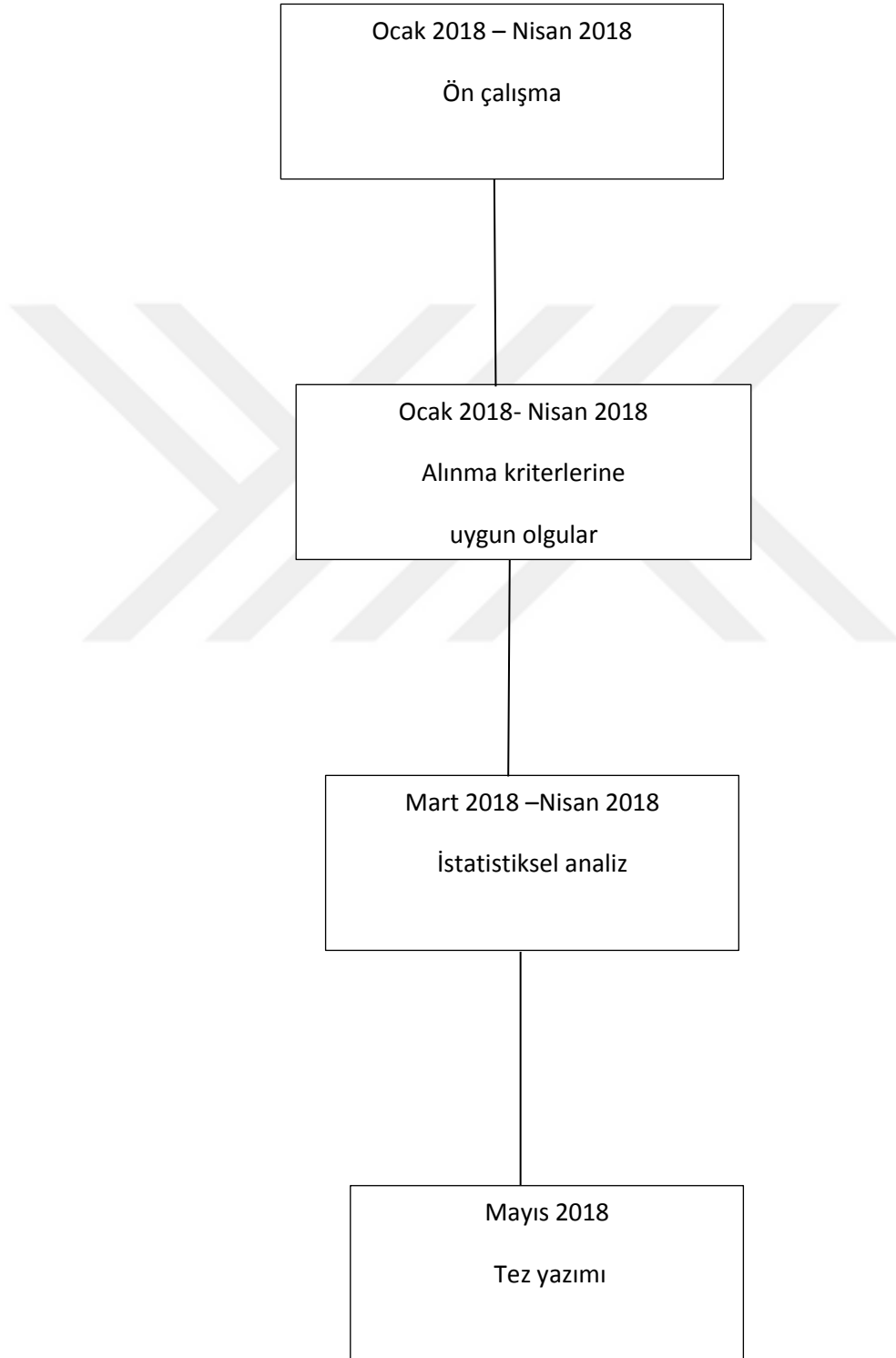
Statik ve Dinamik ark indeks ölçümleri sağ ve sol ayak için ayrı ayrı hesaplandı. Elde edilen değerlerde referans aralıkları şu şekilde kabul edildi (24,30).

0,21 -0,26 Normal

$\leq 0,21$  Pes Kavus

$\geq 0,26$  Pes Planus

### 3.7. Araştırmanın Planı ve Takvimi



### 3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Değişkenlerin analizinde SPSS 24,0 (IBM Corporation, Armonk, New York, United States) programları kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Değişkenlerin birbiriyle olan korelasyonlarını incelemek için Kendall's tau-b testi kullanıldı.

Kategorik değişkenlerin birbiri ile karşılaştırılmasında Pearson Chi-Square, Fisher Exact ve Fisher-Freeman-Holton testleri Monte Carlo Simülasyon tekniği ve Exact sonuçları ile test edildi.

Yöntemler arasındaki uyum ve uyuşumları değerlendirmek için Kappa istatistiği Monte Carlo Simülasyon sonuçlarına göre değerlendirildi.

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki nedenselliği matematiksel model şeklinde ortaya koyabilmek için Linear Regression analizi Setepwise metodu ile test edildi. Bağımlı kategorik değişkenlerimiz olan podografik ölçümde Statik ve Dinamik MLA yüksekliği ile diğer bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi modellemek için Logistic regresyon analizleri kullanılmış olup modeller anlamlı olmadığından tablolarda yer verilmedi. Nicel değişkenler tablolarda ortalama $\pm$ Ss.(standart sapma) ve medyan(Minimum/Maximum), Kategorik değişkenler ise n(%) olarak gösterildi. Değişkenler %95 güven düzeyinde incelenmiş olup p değeri 0,005 ten küçük anlamlı kabul edildi.

### 3.9 Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmamızın en önemli sınırlılığı ayakta konjenital anomalisi olmayan, daha önce geçirilmiş alt ekstremiteye ait fraktür, ayak ve ayak bileği yumuşak doku yaralanmaları bulunmayan, diabetes mellitus, romatoit artrit gibi sistemik hastalıkları bulunmayan, podorafik ve radyolojik görüntülemeleri yapılmış yetişkin hastalarla sınırlandırıldığı için örneklem sayısının kısıtlı kalmasıdır.



### **3.10 Etik Kurul Onayı**

Araştırmanın uygulanmasında etik açıdan bir sakınca olmadığına Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu’nun 08.02.2018 tarih ve 2018/05-38 karar numarası ile onay verildi (Ek 2).



#### 4. BULGULAR

##### **Bireylerin demografik özellikleri ile ilgili bulgular**

Bu çalışma retrospektif olarak, Ege Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı'na ayak ağrısı başvuran 21 erkek, 39 kadın yetişkin hasta ile gerçekleştirilmiştir. Bireylerin yaşları 18-69 arasında olup yaş ortalamaları 45,32 yıldır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi (BKI) ve ayak numaraları ile ilgili değerler Tablo 1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Bireylerin demografik özellikleri (n=60).

| <b>Demografik Veriler</b> | <b>Means <math>\pm</math> SS</b> | <b>Median ( min/ max )</b> |
|---------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| <b>Yaş</b>                | <b>45.32</b>                     | <b>46 (18/69)</b>          |
| <b>Boy</b>                | <b>165.88</b>                    | <b>165(150/182)</b>        |
| <b>Kilo</b>               | <b>75.27</b>                     | <b>75(45/115)</b>          |
| <b>BKI</b>                | <b>127,43</b>                    | <b>27,09(16.65/46,07)</b>  |
| <b>Ayak no</b>            | <b>39.35</b>                     | <b>39,25(36/43.5)</b>      |

## Medial longitudinal ark yüksekliğinin radyolojik ve podografik değerlendirmesi ile ilgili bulgular

### *Ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümlerinin her iki ayağa ait bulguları*

Lateral talokalkaneal, talo-birinci metatarsal, talohorizontal ve kalkaneal pitch açılarının ortalamaları sağ ayak için sırasıyla 37.76°, 6.53°, 17.42°, 20.46° olarak bulunmuştur. Sol ayak için ise değerler aynı sırayla 37.07°, 7.49°, 15.72°, 18.80° şeklinde hesaplanmıştır. Statik olarak yapılan ark indeks ölçümünde sağ ayak ortalama değeri 0.24 iken sol ayak ise 0.23 olarak bulunmuştur. Dinamik podografik ark indeks ölçümünde sağ ayak ortalama değeri 0.25 ve sol ayak içinse 0.24 ' tür (Tablo 2, Tablo 3 ).

**Tablo 2.** Sağ ayak için ark indeksi ve ölçülen açıların en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

| Sağ ayak için Ark indeksi ve ölçülen açıların en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri |          |           |          |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|----------------|
|                                                                                         | En düşük | En yüksek | Ortalama | Standart sapma |
| Statik Ark indeks                                                                       | 0.06     | 0.42      | 0.24     | 0.08           |
| Dinamik Ark indeks                                                                      | 0.08     | 0.38      | 0.25     | 0.06           |
| Talokalkaneal açı (°)                                                                   | 3.73     | 51.86     | 37.76    | 7.99           |
| Talo-birinci metatarsal açı (°)                                                         | -13.04   | 15.39     | 6.53     | 5.18           |
| Talohorizontal açı (°)                                                                  | 6.69     | 28.99     | 17.42    | 4.8            |
| Kalkaneal eğim açısı (°)                                                                | 0        | 28.95     | 20.46    | 5.03           |

**Tablo 3.** Sol ayak için ark indeksi ve ölçülen açılarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri

| Sol ayak için Ark indeksi ve ölçülen açılarının en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri |          |           |          |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|----------------|
|                                                                                           | En düşük | En yüksek | Ortalama | Standart sapma |
| Statik Ark indeksi                                                                        | 0.04     | 0.46      | 0.23     | 0.09           |
| Dinamik Ark indeksi                                                                       | 0.05     | 0.37      | 0.24     | 0.06           |
| Talokalkaneal açı (°)                                                                     | 24.15    | 47.96     | 37.07    | 5.08           |
| Talo-birinci metatarsal açı (°)                                                           | -13.61   | 23.6      | 7.49     | 6.05           |
| Talohorizontal açı (°)                                                                    | 6.77     | 23.61     | 15.72    | 4.46           |
| Kalkaneal eğim açısı (°)                                                                  | 0.54     | 29.74     | 18.80    | 5.85           |

*Cinsiyetler ile ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümleri sonucunda konan tanılar arasındaki ilişkiye ait bulgular*

Cinsiyetler ile statik ve dinamik ark indeks ölçüm sonuçlarına göre konan pes planus ve pes kavus tanıları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.005$ ). Aynı şekilde radyolojik ölçümlere göre saptanan pes planus ve pes kavus tanıları ile cinsiyetler arası anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir ( $p>0.005$ ) ( Tablo 4).

**Tablo 4.** Cinsiyetler ile ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümleri sonucunda konan tanımlar arasındaki ilişkisi

|                 | Sağ       |           | P Value | Sol       |           | P Value | Total     |           | P Value |
|-----------------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
|                 | Kadın     | Erkek     |         | Kadın     | Erkek     |         | Kadın     | Erkek     |         |
|                 | n(%)      | n(%)      |         | n(%)      | n(%)      |         | n(%)      | n(%)      |         |
| <b>Talokal</b>  |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 32 (84,2) | 17 (81,0) | 0,515   | 34 (89,5) | 20 (95,2) | 1,000   | 67 (86,8) | 37 (88,1) | 1,000   |
| Pes kavus       | 0 (0,0)   | 1 (4,8)   |         | 1 (2,6)   | 0 (0,0)   |         | 1 (1,3)   | 1 (2,4)   |         |
| Pes planus      | 7 (15,8)  | 3 (14,3)  |         | 4 (7,9)   | 1 (4,8)   |         | 10 (11,8) | 4 (9,5)   |         |
| <b>Talo1.mt</b> |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 19 (50,0) | 7 (33,3)  | 0,241   | 15 (39,5) | 8 (38,1)  | 0,246   | 35 (44,7) | 15 (35,7) | 0,066   |
| Pes kavus       | 9 (21,1)  | 9 (42,9)  |         | 11 (28,9) | 10 (47,6) |         | 19 (25,0) | 19 (45,2) |         |
| Pes planus      | 11 (28,9) | 5 (23,8)  |         | 13 (31,6) | 3 (14,3)  |         | 24 (30,3) | 8 (19,0)  |         |
| <b>Talohori</b> |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 28 (73,7) | 13 (61,9) | 0,521   | 28 (73,7) | 5 (23,8)  | 0,001   | 57 (73,7) | 18 (42,9) | 0,003   |
| Pes kavus       | 7 (18,4)  | 7 (33,3)  |         | 10 (23,7) | 14 (66,7) |         | 16 (21,1) | 21 (50,0) |         |
| Pes planus      | 4 (7,9)   | 1 (4,8)   |         | 1 (2,6)   | 2 (9,5)   |         | 5 (5,3)   | 3 (7,1)   |         |
| <b>Kal-Pi</b>   |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 22 (55,3) | 12 (57,1) | 1,000   | 16 (39,5) | 13 (61,9) | 0,112   | 37 (47,4) | 25 (59,5) | 0,250   |
| Pes kavus       | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   |         | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   |         | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   |         |
| Pes planus      | 17 (44,7) | 9 (42,9)  |         | 23 (60,5) | 8 (38,1)  |         | 41 (52,6) | 17 (40,5) |         |
| <b>Statik</b>   |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 11 (26,3) | 8 (38,1)  | 0,685   | 14 (36,8) | 6 (28,6)  | 0,343   | 24 (31,6) | 14 (33,3) | 0,628   |
| Pes kavus       | 12 (28,9) | 5 (23,8)  |         | 10 (23,7) | 9 (42,9)  |         | 21 (26,3) | 14 (33,3) |         |
| Pes planus      | 17 (44,7) | 8 (38,1)  |         | 15 (39,5) | 6 (28,6)  |         | 33 (42,1) | 14 (33,3) |         |
| <b>Dinamik</b>  |           |           |         |           |           |         |           |           |         |
| Normal          | 15 (39,5) | 12 (57,1) | 0,431   | 16 (42,1) | 7 (33,3)  | 0,120   | 32 (40,8) | 19 (45,2) | 0,191   |
| Pes kavus       | 7 (15,8)  | 3 (14,3)  |         | 5 (10,5)  | 7 (33,3)  |         | 11 (13,2) | 10 (23,8) |         |
| Pes planus      | 17 (44,7) | 6 (28,6)  |         | 18 (47,4) | 7 (33,3)  |         | 35 (46,1) | 13 (31,0) |         |

Pearson chi-Square test(Monte Carlo), Fisher freeman Halton Test(Mote Carlo)

Talokal: lateral talokalkaneal aç1, Talo1.mt: talo-birincimetatarsal aç1, Talohori: talohorizontal aç1, Kal-Pi: kalkaneal pitch açısı, Statik :statik podografik ark indeks ölçümü, Dinamik: dinamik podografik ark indeks ölçümü, Total: her iki ayak sayısı

*Beden kitle indeksi ile ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümleri sonucunda konan tanılar arasındaki ilişkiye ait bulgular*

Sağ ve sol ayağa ait radyolojik açı ölçümleri sonucunda pes planus ve pes kavus tanısı almış hastalarda BKİ 'de artış ile ayak patolojileri görülme durumu arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $p>0.05$ ). Sağ ve sol ayak statik ark indeks ölçümü sonuçlarına göre ise BKİ arttıkça pes planus görülmesi arasındaki ilişki anlamlı bulunmuştur ( $p=0.010$ ,  $p=0.003$ ). Aynı şekilde her iki ayakta dinamik ark indeks ölçüm değerinde pes planus tanısı almış hasta oranı ile BKİ arasındaki artış açısından anlamlılık düzeyi yüksek olarak bulunmuştur ( $p=0.006$ ,  $p=0,001$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.** BKİ ile ark indeksi ölçümü ve radyolojik açı ölçümleri sonucunda konan tanılar arasındaki ilişki

|                 | Sağ - BKİ |           |           |           |          | P Value | Sol - BKİ |            |            |          |          | P Value |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|---------|-----------|------------|------------|----------|----------|---------|
|                 | <18,5     | 18,5-24,9 | 25-29,9   | 30-34,9   | >35      |         | <18,5     | 18,5-24,9  | 25-29,9    | 30-34,9  | >35      |         |
|                 | n(%)      | n(%)      | n(%)      | n(%)      | n(%)     |         | n(%)      | n(%)       | n(%)       | n(%)     | n(%)     |         |
| <b>Talokal</b>  |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 2 (50,0)  | 14 (93,3) | 19 (76,0) | 9 (100,0) | 6 (85,7) | 0,287   | 2 (50,0)  | 15 (100,0) | 25 (100,0) | 7 (77,8) | 6 (85,7) | 0,002   |
| Pes kavus       | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   | 1 (4,0)   | 0 (0,0)   | 0 (0,0)  |         | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    | 1 (11,1) | 0 (0,0)  |         |
| Pes planus      | 2 (50,0)  | 1 (6,7)   | 5 (20,0)  | 0 (0,0)   | 1 (14,3) |         | 2 (50,0)  | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    | 1 (11,1) | 1 (14,3) |         |
| <b>Talo1.mt</b> |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 2 (50,0)  | 7 (46,7)  | 8 (32,0)  | 5 (55,6)  | 5 (71,4) | 0,490   | 1 (25,0)  | 10 (66,7)  | 7 (28,0)   | 3 (33,3) | 3 (42,9) | 0,101   |
| Pes kavus       | 2 (50,0)  | 4 (26,7)  | 7 (28,0)  | 2 (22,2)  | 2 (28,6) |         | 3 (75,0)  | 3 (20,0)   | 8 (32,0)   | 3 (33,3) | 4 (57,1) |         |
| Pes planus      | 0 (0,0)   | 4 (26,7)  | 10 (40,0) | 2 (22,2)  | 0 (0,0)  |         | 0 (0,0)   | 2 (13,3)   | 10 (40,0)  | 3 (33,3) | 0 (0,0)  |         |
| <b>Talohori</b> |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 4 (100,0) | 10 (66,7) | 17 (68,0) | 6 (66,7)  | 5 (71,4) | 0,988   | 3 (75,0)  | 8 (53,3)   | 11 (44,0)  | 7 (77,8) | 5 (71,4) | 0,643   |
| Pes kavus       | 0 (0,0)   | 4 (26,7)  | 6 (24,0)  | 2 (22,2)  | 2 (28,6) |         | 1 (25,0)  | 7 (46,7)   | 11 (44,0)  | 2 (22,2) | 2 (28,6) |         |
| Pes planus      | 0 (0,0)   | 1 (6,7)   | 2 (8,0)   | 1 (11,1)  | 0 (0,0)  |         | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 3 (12,0)   | 0 (0,0)  | 0 (0,0)  |         |
| <b>Kal-Pi</b>   |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 4 (100,0) | 11 (73,3) | 10 (40,0) | 4 (44,4)  | 5 (71,4) | 0,075   | 3 (75,0)  | 8 (53,3)   | 10 (40,0)  | 3 (33,3) | 4 (57,1) | 0,588   |
| Pes kavus       | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   | 0 (0,0)   | 0 (0,0)  |         | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    | 0 (0,0)  | 0 (0,0)  |         |
| Pes planus      | 0 (0,0)   | 4 (26,7)  | 15 (60,0) | 5 (55,6)  | 2 (28,6) |         | 1 (25,0)  | 7 (46,7)   | 15 (60,0)  | 6 (66,7) | 3 (42,9) |         |
| <b>Statik</b>   |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 0 (0,0)   | 6 (40,0)  | 8 (32,0)  | 4 (44,4)  | 0 (0,0)  | 0,010   | 1 (25,0)  | 4 (26,7)   | 10 (40,0)  | 2 (22,2) | 3 (42,9) | 0,003   |
| Pes kavus       | 4 (100,0) | 6 (40,0)  | 5 (20,0)  | 1 (11,1)  | 1 (14,3) |         | 3 (75,0)  | 9 (60,0)   | 7 (28,0)   | 0 (0,0)  | 0 (0,0)  |         |
| Pes planus      | 0 (0,0)   | 3 (20,0)  | 12 (48,0) | 4 (44,4)  | 6 (85,7) |         | 0 (0,0)   | 2 (13,3)   | 8 (32,0)   | 7 (77,8) | 4 (57,1) |         |
| <b>Dinamik</b>  |           |           |           |           |          |         |           |            |            |          |          |         |
| Normal          | 0 (0,0)   | 9 (60,0)  | 12 (48,0) | 5 (55,6)  | 1 (14,3) | 0,006   | 2 (50,0)  | 6 (40,0)   | 13 (52,0)  | 1 (11,1) | 1 (14,3) | 0,001   |
| Pes kavus       | 3 (75,0)  | 4 (26,7)  | 3 (12,0)  | 0 (0,0)   | 0 (0,0)  |         | 1 (25,0)  | 7 (46,7)   | 4 (16,0)   | 0 (0,0)  | 0 (0,0)  |         |
| Pes planus      | 1 (25,0)  | 2 (13,3)  | 10 (40,0) | 4 (44,4)  | 6 (85,7) |         | 1 (25,0)  | 2 (13,3)   | 8 (32,0)   | 8 (88,9) | 6 (85,7) |         |

Pearson chi-Square test(Monte Carlo) , Fisher freeman Halton test (Monte Carlo)

Talokal: lateral talokalkaneal açısı, Talo1.mt: talo-birincimetatarsal açısı, Talohori: talohorizontal açısı, Kal-Pi: kalkaneal pitch açısı, Statik: statik podografik ark indeks ölçümü, Dinamik: dinamik podografik ark indeks ölçümü, Sağ-BKİ: sağ ayak için BKİ, Sol: sol ayak için BKİ

*Ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümlerinin arasındaki uyumun karşılaştırılmasına ait bulgular*

Kappa istatistiğine göre ölçümler arası uyumun belirlenmesine ait bulgularda statik olarak yapılan sağ ayağa ait ark indeks ölçümüyle, radyolojik ölçümlerden talo-birincimetatarsal açısının ölçümü arasında orta derecede uyumluluk bulunmuştur ( $p=0.012$ ). Sol ayak ve toplam ayak patolojileri ile ilgili yapılan uyumluluk düzeyi tespitinde statik ark indeks ölçümünün diğer radyolojik açı ölçümleriyle uyumluluğu tespit edilmemiştir ( $p>0.005$ ). Sağ ayağa ait statik ark indeks ölçümünde ise hiçbir radyolojik ölçüm değeriyle uyum görülmemiştir ( $p>0.005$ ). Aynı şekilde her iki ayağa ait dinamik ark indeks ölçümleri de radyolojik açı ölçümleriyle uyumsuz bulunmuştur ( $p>0.005$ ) (Tablo 6).

**Tablo 6.** Ark indeks ölçümü ve radyolojik açı ölçümlerinin arasındaki uyumun karşılaştırılması

|       |          | Statik     |            |            |                | Dinamik   |            |            |                |
|-------|----------|------------|------------|------------|----------------|-----------|------------|------------|----------------|
|       |          | Normal     | Pes kavus  | Pes planus | K / P Value    | Normal    | Pes kavus  | Pes planus | K / P Value    |
|       |          | n (%)      | n (%)      | n (%)      |                | n (%)     | n (%)      | n (%)      |                |
| Sağ   | Talokal  | Normal     | 17 (94,4)  | 11 (64,7)  | -0,001 / 1,000 | 24 (88,9) | 7 (70,0)   | 19 (82,6)  | 0,026 / 0,843  |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 1 (4,0)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 1 (4,3)    |                |
|       |          | Pes planus | 1 (5,6)    | 2 (8,0)    |                | 3 (11,1)  | 3 (30,0)   | 3 (13,0)   |                |
|       | Talo1.mt | Normal     | 10 (55,6)  | 11 (44,0)  | 0,233 / 0,012  | 11 (40,7) | 5 (50,0)   | 11 (47,8)  | 0,100 / 0,324  |
|       |          | Pes kavus  | 4 (22,2)   | 4 (16,0)   |                | 9 (33,3)  | 5 (50,0)   | 3 (13,0)   |                |
|       |          | Pes planus | 4 (22,2)   | 10 (40,0)  |                | 7 (25,9)  | 0 (0,0)    | 9 (39,1)   |                |
|       | Talohori | Normal     | 11 (61,1)  | 18 (72,0)  | -0,030 / 0,730 | 18 (66,7) | 9 (90,0)   | 15 (65,2)  | -0,021 / 0,868 |
|       |          | Pes kavus  | 5 (27,8)   | 5 (20,0)   |                | 8 (29,6)  | 1 (10,0)   | 5 (21,7)   |                |
|       |          | Pes planus | 2 (11,1)   | 2 (8,0)    |                | 1 (3,7)   | 0 (0,0)    | 3 (13,0)   |                |
|       | Kal-Pi   | Normal     | 7 (38,9)   | 12 (48,0)  | -0,027 / 0,748 | 13 (48,1) | 10 (100,0) | 11 (47,8)  | -0,008 / 0,939 |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                |
|       |          | Pes planus | 11 (61,1)  | 13 (52,0)  |                | 14 (51,9) | 0 (0,0)    | 12 (52,2)  |                |
| Sol   | Talokal  | Normal     | 20 (100,0) | 18 (85,7)  | 0,049 / 0,403  | 21 (91,3) | 12 (100,0) | 22 (88,0)  | 0,001 / 1,000  |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 1 (4,8)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 1 (4,0)    |                |
|       |          | Pes planus | 0 (0,0)    | 2 (9,5)    |                | 2 (8,7)   | 0 (0,0)    | 2 (8,0)    |                |
|       | Talo1.mt | Normal     | 6 (30,0)   | 8 (38,1)   | -0,022 / 0,890 | 11 (47,8) | 6 (50,0)   | 7 (28,0)   | 0,108 / 0,260  |
|       |          | Pes kavus  | 9 (45,0)   | 6 (28,6)   |                | 6 (26,1)  | 5 (41,7)   | 10 (40,0)  |                |
|       |          | Pes planus | 5 (25,0)   | 7 (33,3)   |                | 6 (26,1)  | 1 (8,3)    | 8 (32,0)   |                |
|       | Talohori | Normal     | 12 (60,0)  | 13 (61,9)  | 0,083 / 0,358  | 14 (60,9) | 2 (16,7)   | 18 (72,0)  | 0,149 / 0,053  |
|       |          | Pes kavus  | 8 (40,0)   | 6 (28,6)   |                | 7 (30,4)  | 10 (83,3)  | 6 (24,0)   |                |
|       |          | Pes planus | 0 (0,0)    | 2 (9,5)    |                | 2 (8,7)   | 0 (0,0)    | 1 (4,0)    |                |
|       | Kal-Pi   | Normal     | 9 (45,0)   | 7 (33,3)   | 0,063 / 0,440  | 10 (43,5) | 9 (75,0)   | 9 (36,0)   | 0,054 / 0,576  |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                |
|       |          | Pes planus | 11 (55,0)  | 14 (66,7)  |                | 13 (56,5) | 3 (25,0)   | 16 (64,0)  |                |
| Total | Talokal  | Normal     | 37 (97,4)  | 40 (87,0)  | 0,027 / 0,520  | 45 (90,0) | 19 (86,4)  | 41 (85,4)  | 0,010 / 0,883  |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 2 (4,3)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 2 (4,2)    |                |
|       |          | Pes planus | 1 (2,6)    | 4 (8,7)    |                | 5 (10,0)  | 3 (13,6)   | 5 (10,4)   |                |
|       | Talo1.mt | Normal     | 16 (42,1)  | 19 (41,3)  | 0,106 / 0,094  | 22 (44,0) | 11 (50,0)  | 18 (37,5)  | 0,106 / 0,110  |
|       |          | Pes kavus  | 13 (34,2)  | 10 (21,7)  |                | 15 (30,0) | 10 (45,5)  | 13 (27,1)  |                |
|       |          | Pes planus | 9 (23,7)   | 17 (37,0)  |                | 13 (26,0) | 1 (4,5)    | 17 (35,4)  |                |
|       | Talohori | Normal     | 23 (60,5)  | 31 (67,4)  | 0,026 / 0,647  | 32 (64,0) | 11 (50,0)  | 33 (68,8)  | 0,073 / 0,192  |
|       |          | Pes kavus  | 13 (34,2)  | 11 (23,9)  |                | 15 (30,0) | 11 (50,0)  | 11 (22,9)  |                |
|       |          | Pes planus | 2 (5,3)    | 4 (8,7)    |                | 3 (6,0)   | 0 (0,0)    | 4 (8,3)    |                |
|       | Kal-Pi   | Normal     | 16 (42,1)  | 19 (41,3)  | 0,015 / 0,804  | 23 (46,0) | 19 (86,4)  | 20 (41,7)  | 0,028 / 0,691  |
|       |          | Pes kavus  | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                | 0 (0,0)   | 0 (0,0)    | 0 (0,0)    |                |
|       |          | Pes planus | 22 (57,9)  | 27 (58,7)  |                | 27 (54,0) | 3 (13,6)   | 28 (58,3)  |                |

Kappa Statistic (Monte Carlo), K:Kappa Coefficient

Talokal: lateral talokalkaneal açı, Talo1.mt: talo-birincimetatarsal açı, Talohori: talohorizontal açı, Kal-Pi: kalkaneal pitch açısı, Statik: statik podografik ark indeks ölçümü, Dinamik: dinamik podografik ark indeks ölçümü, Total: her iki ayak sayısı



*Bağımlı değişkenler ( statik, dinamik ark indeks ölçümü ) ölçümü ile elde edilen pes planus ve pes kavus tanıları toplamının bağımsız değişkenler (yaş, boy, kilo, BKİ, ayak numarası, radyolojik açı ölçümleri) ile arasındaki ilişkiye ait bulgular*

Sağ ayağa ait statik ark indeks ölçümü ile tanı alan ayak patolojileri toplamı ile yaş, boy, ayak numarası ve talo-birincimetatarsal açı, lateral talohorizontal açı ölçümleri sonucu pes planus ve pes kavus tanısı alan toplam hasta sayısı arasında anlamlılık bulunamamıştır ( $p>0.005$ ). Kilo, BKİ ile sağ ayakta görülen ve statik ark indeks ölçümü ile tanı alan toplam ayak patolojisi sayısı arasında düşük düzeyde ilişki saptanmıştır ( $p=0.004$ ,  $p=0.001$ ). Lateral talokalkaneal ve kalkaneal pitch açı ölçümleri ile tanı konan toplam ayak patolojileri ile sol ayak statik ark indeks ölçümü patolojileri toplamı arasında negatif yönde zayıf bir ilişki bulunmuştur ( $p=0.016$ ,  $p=0.017$ ).

Sol ayak statik ark indeks ölçümü ile tanı alan toplam ayak patolojisi sayısı ise boy arasında negatif yönde zayıf ilişki tespit edilmiştir ( $p=0,013$ ). Sol ayak statik ark indeks ölçümü ile tanı alan toplam ayak patolojisi sayısı ile kilo ve BKİ arasında zayıf ilişki görülmüştür ( $p=0.003$ ,  $p<0.001$ ). Lateral talokalkaneal ve kalkaneal pitch açıları ile zayıf negatif ilişki saptanmıştır ( $p=0.036$ ,  $p<0.001$ ).

Statik ark indeks ölçümü ile tanı alan toplam patoloji sayı değerlerinin boy ile ilişkisine bakıldığında negatif yönde zayıf ilişki, kilo ve BKİ ile ise zayıf ilişki görülmüştür ( $p=0.025$ ,  $p=0.028$ ,  $p<0.001$ ). Lateral talokalkaneal ve kalkaneal pitch açıları ile ise negatif yönlü zayıf ilişki bulunmuştur ( $p=0.002$ ,  $p<0.001$ ).

Sağ ayağa ait dinamik ark indeks ölçümü ile tanı alan ayak patolojileri toplamı ile yaş, boy, ayak numarası ve talokalkaneal, talo-birincimetatarsal, talohorizontal açı ölçümleri sonucu pes planus ve pes kavus tanısı alan toplam hasta sayısı arasında ilişki bulunmazken, sağ ayak dinamik ark indeks ölçümü sonucuna göre ayak patolojisi belirlenen toplam hasta sayısı ile kilo ve BKİ arasında zayıf ilişki tespit edilmiştir ( $p=0.018$ ,  $p=0.003$ ). Açı ölçümlerinde ise sadece kalkaneal pitch ile arasında negatif yönlü zayıf ilişki saptanmıştır ( $p=0,009$ ).

Sol ayak dinamik ark indeks ölçümü değerlerine göre pes planus ve pes kavus tanısı alan toplam hasta sayısı ve boy arasında negatif yönde zayıf ilişki ( $p=0.025$ ), kilo ve BKİ ile zayıf ilişkisi olduğu tespit edilmiştir ( $p=0.028$ ,  $p<0.001$ ). Açısız değerlere bakıldığında ise

tüm değerlerle arasında negatif yönde zayıf bir ilişki görülmüştür ( $p=0,013$ ,  $p=0,003$ ,  $p=0,003$ ,  $p<0,001$ ).

Her iki ayakta görülen pes planus ve pes kavus patolojileri toplamının statik ve dinamik ark indeks ölçümlerine göre ile değerlendirilmesinde boy ile negatif yönde zayıf ilişki ( $p=0.005$ ), kilo ve BKİ ile zayıf ilişki bulunmuştur ( $p=0,001$ ,  $p<0.001$ ). Radyolojik açıları ile tespit edilen ayak patolojileri toplamı ile negatif yönde zayıf ilişki saptanmıştır ( $p=0,006$ ,  $p=0.003$ ,  $p=0,003$ ,  $p<0,001$ ) (Tablo 7) .

**Tablo 7.** Bağımlı değişkenler ( statik, dinamik ark indeks ölçümü ) ölçümü ile elde edilen pes planus ve pes kavus tanıları toplamının bağımsız değişkenler (yaş, boy, kilo, BKİ, ayak numarası, radyolojik açı ölçümleri) ile arasındaki ilişki

|          | Sağ    |              |         |              | Sol    |                  |         |                  | Total  |                  |         |                  |
|----------|--------|--------------|---------|--------------|--------|------------------|---------|------------------|--------|------------------|---------|------------------|
|          | Statik |              | Dinamik |              | Statik |                  | Dinamik |                  | Statik |                  | Dinamik |                  |
|          | r      | P            | r       | P            | r      | P                | r       | P                | r      | P                | r       | P                |
| Yaş      | 0,002  | 0,985        | -0,018  | 0,838        | 0,029  | 0,745            | -0,057  | 0,523            | 0,014  | 0,819            | -0,044  | 0,483            |
| Boy      | -0,139 | 0,122        | -0,136  | 0,130        | -0,223 | <b>0,013</b>     | -0,202  | <b>0,025</b>     | -0,178 | <b>0,005</b>     | -0,176  | <b>0,005</b>     |
| Kilo     | 0,259  | <b>0,004</b> | 0,213   | <b>0,018</b> | 0,266  | <b>0,003</b>     | 0,197   | <b>0,028</b>     | 0,256  | <b>&lt;0,001</b> | 0,204   | <b>0,001</b>     |
| BKİ      | 0,285  | <b>0,001</b> | 0,262   | <b>0,003</b> | 0,392  | <b>&lt;0,001</b> | 0,310   | <b>&lt;0,001</b> | 0,332  | <b>&lt;0,001</b> | 0,281   | <b>&lt;0,001</b> |
| Ayak no  | 0,099  | 0,287        | 0,131   | 0,159        | 0,049  | 0,601            | -0,008  | 0,933            | 0,078  | 0,230            | 0,056   | 0,393            |
| TaloKal  | -0,214 | <b>0,016</b> | -0,139  | 0,118        | -0,185 | <b>0,036</b>     | -0,220  | <b>0,013</b>     | -0,190 | <b>0,002</b>     | -0,168  | <b>0,006</b>     |
| Talo1.mt | -0,101 | 0,254        | -0,124  | 0,161        | -0,111 | 0,211            | -0,262  | <b>0,003</b>     | -0,096 | 0,121            | -0,186  | <b>0,003</b>     |
| Talohori | 0,062  | 0,483        | 0,102   | 0,248        | 0,105  | 0,235            | 0,260   | <b>0,003</b>     | 0,093  | 0,133            | 0,185   | <b>0,003</b>     |
| Kal-Pi   | -0,212 | <b>0,017</b> | -0,231  | <b>0,009</b> | -0,327 | <b>&lt;0,001</b> | -0,402  | <b>&lt;0,001</b> | -0,260 | <b>&lt;0,001</b> | -0,315  | <b>&lt;0,001</b> |

Kendall's tau-b Test, r: Corelaction Cofficient

*Bağımlı ve bağımsız değişkenlerden kalkaneal pitch arasındaki ilişkiye ait bulgular*

Çalışmanın bağımlı değişkenleri olan statik ve dinamik podografik ark indeks hesaplamaları ile radyolojik açı ölçümleri arasında yapılan istatistikler sonucunda sadece kalkaneal pitch açısı ile aralarında düşük düzeyde bir ilişki bulunmuştur ( $p<0,005$ ) (Tablo 8).

**Tablo 8.** Bağımlı ve bağımsız değişkenlerden kalkaneal pitch arasındaki ilişki

|       | Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişkenler | B±Sh.        | R <sup>2</sup> | P Value |
|-------|------------------|----------------------|--------------|----------------|---------|
| Sağ   | Dinamik          | Kal-Pi               | -0,007±0,002 | 0,330          | 0,040   |
|       |                  | Sabit                | 0,400±0,048  |                | <0,001  |
| Sol   | Dinamik          | Kal-Pi               | -0,007±0,002 | 0,346          | 0,003   |
|       |                  | Sabit                | 0,362±0,041  |                | <0,001  |
| Total | Dinamik          | Kal-Pi               | -0,00±0,002  | 0,360          | 0,002   |
|       |                  | Sabit                | 0,263±0,081  |                | <0,001  |
| Sağ   | Statik           | Kal-Pi               | -0,008±0,003 | 0,188          | 0,029   |
|       |                  | Sabit                | 0,404±0,072  |                | <0,001  |
| Sol   | Statik           | Kal-Pi               | -0,009±0,002 | 0,367          | 0,002   |
|       |                  | Sabit                | 0,392±0,051  |                | <0,001  |
| Total | Statik           | Kal-Pi               | -0,008±0,002 | 0,286          | <0,001  |
|       |                  | Sabit                | 0,398±0,042  |                | <0,001  |

*Linear Regression(Stepwise Method), B: regresyon katsayılar, Sh: standart hata, R<sup>2</sup>: Modelin Açıklayıcılık düzeyi*

Kal-Pi: kalkaneal pitch açısı, Statik: statik podografik ark indeks ölçümü, Dinamik: dinamik podografik ark indeks ölçümü, Total: her iki ayak sayısı

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamız, ayak ağrısı şikayetiyle Ege Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yürüme Analizi Laboratuvarı 'na başvuran altmış yetişkin hasta (120 ayak ) ile yapılmıştır. Retrospektif araştırmamızda hastaların elektronik podografi ile yapılmış olan statik ve dinamik ayak ölçümlerine göre ark indeks hesaplanmıştır. Yüklenmedeki lateral ayak grafilerinde; talokalkaneal, talo-birincimetatarsal, talohorizontal ve kalkaneal pitch açıları ölçülmüştür. Elde edilen verilerin pes planus ve pes kavus tanısı koymada güvenilirlikleri açısından ilişkisine bakılmıştır. Çalışmamızda podografi doğruluk ilişkisinin radyolojik açılar arasında sadece kalkaneal pitch ile zayıf olarak paralellik gösterdiği görülmüştür.

Kantitatif yürüyüş analizi için, ayak basıncı ölçümü, araştırma ve klinik uygulamalarda giderek popüler hale gelmiştir. Bu ölçüm sistemleri, normal ve patolojik yürüyüş tespiti, ayak tiplerini sınıflandırmak, düzeltici ayak cerrahisinin başarısını değerlendirmek ve ayak ortezleri ve ayakkabı desteklerini tasarlamak için kullanılabilir. İdeal bir plantar basınç sistemi; uygun kullanım, konfor, ekonomi, temizlik, güvenlik, küçük kullanım alanı, kolay sökme ve nakliye, yüksek düzeyde hesaplamada kesinlik ve tatmin edici tekrarlanabilirlik avantajlarına sahip olmalıdır (13). Alınacak görüntüler klinik tanı koymakta kullanılacak ise basit, anlaşılabilir ve yorumlanması kolay olmalıdır. Hatta hastaya podografik görünümünü izah etme kolaylığı da taşınmalıdır. Ayrıca ayak ağrısı şikayeti olan hastaların analizi hızlı yapılmalı ve sonuçlandırılmalıdır. Bu nedenle çalışmamızda fazlaca grafik ve analiz gerektirmeyen ve kısa sürede yapılan bu yöntemi tercih ettik. Çünkü ayak ağrısı olan hastaların en kısa sürede podografisi alınabilmekte ve ayrıca bir çalışma içinde yüksek sayıda ve kısa zamanda hasta popülasyonuna ulaşılabilir.

Ayak basınç ölçümünün statik ve dinamik olarak yapılması önemlidir. Çalışmamızda 100 cm'lik "footplate" kullandık. Statik ölçümlerde standart 50 cm'lik "footplate" yeterli olurken dinamik ölçümlerde bu uzunluk yetersiz kalmaktadır. Çünkü erkeklerde ortalama adım aralığı 79 cm, kadınlarda 66 cm'dir. Yürüyüş siklusu içerisinde, her iki ayağın tek yürüme denemesi sırasında cihaz tarafından algılanması ancak çalışmamızda kullandığımız 100 cm'lik plate ile sağlanabilmektedir. Bu şekilde hasta defalarca yürüyüş yapmaktan kurtulmakta ve üç yürüyüş ile ortalama almak mümkün olabilmektedir. Çalışmamızda yaş ortalamasının 45.32'dir. Ayak ağrısı olan hasta popülasyonunun orta yaş grubuna mensup olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu hasta grubunun çok tekrarlı yürüme denemeleri

yapması yürüyüş şeklini bozmakta ve elde edilecek verilerin güvenilirliğini azaltmaktadır. Statik ölçümlerin öncelikle yapılması bu nedenle önemlidir.

Günümüzde giderek yayınlasmaya başlayan kameralı sistem yürüme analizi laboratuvarları bulunmaktadır. Yavuzer çalışmasında (62) üç boyutlu yürüme analizi laboratuvarının standartlarını ve hasta değerlendirmede gerekenleri anlatmıştır. Araştırmasında analiz için gerekli verileri toplamak için gereken sürenin 1-2 saat, yorumlama için gereken sürenin ayrıca 1-2- saat sürdüğünü belirtmiştir. Yani bir hastanın değerlendirilmesi için gereken toplam süre 3-4 saattir. Ayrıca analizi yapılan kişilerin boyunun 100 cm'den kısa olmamasını, komutlara uyacak mental yeterliliğe sahip olması gerektiğine değinmiştir. Burada belirtilen şartların klinikte uygulanabilirliğinin son derece zor olduğunu düşünmekteyiz. Ayak ağrısı şikayeti bulunan hastaların bu kadar uzun süre değerlendirilebilmesi hastaların ağrı yakınmaları sebebiyle mümkün değildir. Ayrıca hastaların belli boy ölçülerinin altında olmamaları şartı ve mental açıdan yeterlilik, klinikte sadece belli kriterlere sahip hastaların değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Çocuk hastalar, beyin felci gibi mental yetersizliğe sahip hasta popülasyonu bu laboratuvarlarda değerlendirilemez. Ayrıca kliniklerdeki hasta sayısının çokluğu ve zaman kısıtlılığı sebebiyle tanı konacak hastayı günde 4- 5 gibi bir sayı ile limitleyecektir. Oysaki elektronik podografi cihazlarıyla bunun gibi limitasyonlar bulunmamaktadır. Hastanın yürüyebilmesi patolojisinin değerlendirilmesi için yeterlidir. Hatta bazı durumlarda sadece statik ölçüm yapabilmek için ayakta bağımsız olarak durabilmesi bile yetmektedir. Statik ölçüm, dinamik ölçüm kadar yürüme sırasındaki ayak patolojisini gösteremese de en azından klinisyene bir fikir verebilir.

Hawes ve arkadaşları (63) ark yüksekliğinin alt ekstremitte patolojileri ile ilişkisi olduğunu düşünmüşlerdir. Ultrason ve grafiye göre ayak izi ölçümünün daha ucuz yöntem olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayak izi üzerinden; ark açısı, "footprint index", ark yükseklik indeksi ve kesikli ark indeksi gibi yöntemleri kullanmışlardır. Biz de çalışmamızda bu tekniklerin arasında yaygın olarak kullanılan ark indeks ölçümünü tercih ettik. Bu çalışmayı planlarken yaptığımız literatür taramalarında, medial longitudinal ark yüksekliği ölçümünün podografik olarak genellikle bu yöntemle yapıldığına rastladık (6,7,13,64). Çalışmamızda kalkaneal pitch açısı ile ark indeks arasında zayıf bir ilişki bulduk. Yalçın ve arkadaşları (7) çalışmalarında kalkaneal pitch açısı ile ark indeks ölçümünün uyumlu olmadığını söylemişlerdir. Bu çalışma sağlıklı insan popülasyonunda gerçekleştirilmiştir. Ayrıca örneklem yaş dağılımı 11-85 olup çocuklar da bu çalışmaya dahil edilmiştir. Dolayısıyla

yetişkin patolojik ayak kliniğini yansıtmamaktadır. Vanderwild ve diğerlerinin (57) sağlıklı çocuklar üzerinde yaptığı radyolojik incelemelere ait çalışmada metatarsal ve lateral talohorizontal açıyı düşük güvenilirlikte bulmuşlardır. Biz talo-birincimetatarsal, lateral talohorizontal ve talokalkaneal açılar ile ark indeks ölçümü arasında pes planus ve pes kavus ile ilgili tanı koymada ilişki bulmadık. Cavanag ve arkadaşları (13) yaptıkları çalışmada radyolojik ölçümler ile podografik yöntemle navikula yükseklik tayinini %50 uyumlu bulmuşlardır. Özyalçın ve arkadaşları (65) 225 esnek pes planus tanısı almış hasta ile yaptıkları çalışmalarında lateral talokalkaneal açı ölçümünün kalkaneusun eğim açısının azaldığı durumlarda, talar eğim açısının senkronize olarak arttığını söylemişlerdir. Bu nedenle talokalkaneal açının değişmeyeceği ve tanıda göz önünde bulundurulmasının hatalı olacağını belirtmişlerdir.

Kanatlı ve diğerlerinin (6) ark indeks ve radyolojik uyumu incelediği çalışmalarında talo-birincimetatarsal açı ve talohorizontal açıyı podografi ile uyumlu bulurken kalkaneal pitch ve lateral talokalkaneal açıyı ise ilişkili bulmamışlardır. Saltzman ve diğerleri (66), 100 hasta ile yaptıkları çalışmada hastaları " Harris mat " baskısına bastırarak ayak izlerini almışlardır. Bu izler üzerinde ayak uzunluğunu topuk posterioründen birinci metatars başına bir teğet çizerek belirlemişlerdir. Radyolojik olarak lateral grafide kalkaneal açı, kalkaneal birinci metatarsal açı ve talar yüksekliği ölçmüşler ve güvenilirliğine bakmışlardır. Ayak patolojilerini belirlemek için radyolojik ölçümleri altın standart olarak belirlemişlerdir. Ancak bu çalışmada yapılan podografik ölçüm şekli bizim çalışmamızda kullandığımız elektronik podografi cihazından farklıdır ve podografik veriler üzerinde yaptıkları ölçüm tekniği tam olarak anlaşılamamaktadır. Razeghi ve diğerleri (67) yaptıkları eleştirel incelemelerinde ayak tiplerini tespit etmede kullanılan birçok farklı metodun güvenilirliğini karşılaştırmışlardır. Radyolojik ölçümlerin tutarlı olarak yüksek güvenilirlik sağladığını söylemişlerdir. Ancak pahalı olması, potansiyel olarak tehlikeli oluşu ve ayağın sadece 2 boyutlu görüntüsünü yansıttığına da değinerek bu yöntemin dezavantajlarından bahsetmişlerdir. Cyhyn ve arkadaşları (68) ise yaptıkları çalışma ile radyolojik ölçümle elde edilen açıların çok güvenilir olamayacağını söylemişlerdir. Nedenini ise X-ray kaynağının doğru pozisyonda yerleştirilemeyeceğine ve normal olmayan ayak yapılarının bulunmasına bağlamışlardır. Doğan (59) ve diğerleri ise ayak lateral grafileri çekilirken uyulması gereken standartları açıklamıştır. Bu açıklamalar dikkate alındığında bahsedilen standartların sağlanmasının zorluğu da anlaşılmaktadır. Bu durum açı ölçümleriyle konan tanıların güvenilirliğini tartışılır

kılmaktadır. Biz de radyolojik ölçüm standartlarının her zaman sağlanamayacağını düşünmekteyiz.

Ayak patolojileri belirlenirken yüklenmede ayak grafilерinin çekilmesi önemlidir. Özyalçın ve arkadaşlarının (69) 300 ayak üzerinde yaptıkları çalışmada hastaların yüklenmede ve yüklenmesiz olarak grafilерini çekmişlerdir. Görüntülerde kalkaneal eğim, talar eğim ve kalkeno-beşincimetatarsal açıların ölçümünü yapmışlar. Yüklenmede çekilen ayak grafilерinde kalkaneal eğim açısının yüklenmesiz olana göre ortalama 10° azaldığını görmüşlerdir. Talar eğim açısının yaklaşık 15° , kalkeno- beşincimetatarsal açının ise yaklaşık 16° arttığını bildirmişlerdir. Özellikle ölçümler yüklenmesiz çekildiğinde ölçülen açı değerleri değişmektedir. Hatta yüklenmenin artması veya azalması ile frontal düzlemde ayağın anatomik görünümü değişebilmektedir. Yani sadece longitudinal kavisin çökmesi değil aynı zamanda ayağın frontal düzlemde valgus veya varus pozisyonu da göz önünde bulundurulması gerekir. Grafilер üzerinden yapılan ölçümler bu nedenle yanıltıcı olabilir.

Urry ve arkadaşları (64) 16 üniversite öğrencisiyle ayak izi ve elektronik podografi ölçümleri arasındaki farkı kıyaslamışlardır. Çalışmalarında bizim çalışmamızda kullandığımız ark indeks ölçümünü kullanmışlar ve ark indeksi hesaplamışlardır. Elektronik podografi cihazında bulunan yazılımın otomatik olarak hesaplamaya izin vermediğini söylemişlerdir. Ancak bu zorluklara rağmen iki ölçüm arasındaki uyumu yüksek olarak bulmuşlardır. Biz de çalışmamızda bu zorluğu yaşadık ancak günümüzde kolaylıkla kullanılabilen yazılımlar olduğu için bunun hesaplamada bir zorluk olarak görülmemesi gerektiğini düşünüyoruz. Gelecekte elektronik podografilere bu anlamda ark indeks ölçümüyle ilgili programların eklenmesi tanı koymada kolaylık sağlayacaktır

Çalışmamızda BKI artışıyla pes planus görülmesi arasında ilişki olduğunu saptadık. Butterworth ve arkadaşlarının (70) muskuloskeletal ayak bozuklukları ile BKI arasındaki ilişkiyi araştırdıkları sistematik derlemede, artmış BKI'nin, genel popülasyonda spesifik olmayan ayak ağrısı ve atletik olmayan bir popülasyonda kronik plantar topuk ağrısı ile kuvvetle ilişkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak bu çalışmada ayak ağrısını azaltmak için kilo kaybını destekleyen sınırlı sayıda kanıtın bulunmakta olduğunu söylemişlerdir. Rano ve diğerlerinin (71) topuk ağrısı ile BKI arasındaki ilişkiye baktıkları çalışmalarında topuk ağrısı ile BKI artışı arasında bağlantı olduğunu bulmuşlardır. Özdemir ve arkadaşlarının (72) plantar faciit ve BKI arasındaki ilişkiyi sonografik olarak inceledikleri çalışmada BKI düşük olan grupta plantar fasya kalınlığının, yüksek olan gruba göre daha fazla olduğunu göstermişlerdir.

Beslenme alışkanlıklarının değiştiği ve obez nüfusun giderek artmaya başladığı günümüzde obezitenin ayak ağrısı ve patolojisiyle olan ilişkisini göz ardı etmememiz gerektiğini düşünmekteyiz. Bu sebeple ayak ağrısı konusunda fizyoterapik tavsiyelerde bulunurken hastanın ideal kilosuna ulaşması için de önerilerde bulunulmasının bir zorunluluk olduğunu da unutmamız gerekmektedir.

Pes planus ve pes kavus tanısı koymada güvenilir olarak bulduğumuz podografik ölçümler sonrasında hastaya önerilecek ortez tedavisinin de güvenilirliğini sağlayacağımızı düşünüyoruz. Yaptığımız çalışmada hastaların tümüne University California Biomechanics Laboratory (UCBL) tip ortez verilerek tedavisi sağlanmaya çalışılmış. Hawke ve arkadaşları (73) ayak ağrısı şikayeti olan hastalara uyguladıkları kişiye özel yapılmış tabanlıkların ayak ağrısını gidermede etkili olduğunu bulmuştur. Banwell ve diğerleri (74) esnek pes planuslu yetişkin hastalarda ayak ortezi uygulamalarıyla ilgili yaptıkları sistematik gözden geçirmede, tabanlık kullanımının etkinliğini tespit etmiştir. Powell ile arkadaşları (75) ve ayrıca Trotter ve diğerleri (76) yaptıkları çalışmalarda tabanlık kullanımının etkinliğini göstermişlerdir. Castro-Méndez ve diğerleri (77) çift kör randomize kontrollü çalışmalarında, kişiye özel tabanlığın ağrıyı azalttığını bulmuşlardır. Chao (78) ve diğerleri patellar tibial tendon disfonksiyonunda UCBL tip ortezin, ayak –ayak bileği ortezi kadar etkili olduğunu bulmuşlardır. Özyalçın ve arkadaşları bot etkinliğini araştırmak için podoskop ve ayak grafilerinin karşılaştırmışlardır. Bunun sonucunda kalkaneal pitch açısının  $1,2^\circ$ , talar eğim açısının  $4^\circ$  ve kalkaneo beşinci metatarsal açının  $5,1^\circ$  olarak düzeldiğini belirtmişlerdir. Özyalçın ve diğerleri (79) pes planusta UCBL tip ortezin biyomekaniğini araştırmışlardır. Ortez ağrıyı önemli ölçüde azalttığını ve açısal değerlerde ortalama  $4^\circ$ ’lık düzeltme yaptığını belirtmişlerdir. Ayak ağrısı olan hastalara podografide de patolojik görüntü mevcut ise gerek literatürde ve gerekse bizim hastalarımızda UCBL tip ortez önerilmektedir. Bu tip ortez verilmesinin arkasında yatan düşünce elektronik podografi cihazlarının ölçümlerinin iki boyutlu olmasıdır. Ancak biyomekanik laboratuvarlarında detaylı analiz yapabilmek için yatay algılayıcılar kullanılarak ayak üç boyutlu olarak analiz edilmeye çalışılır. Elektronik podografide iki boyutlu ölçümler bilgisayar yardımlı bir yazılımla üç boyutlu olarak görüntülenebilmektedir. Hatta bu görüntüler üzerinde çalışılarak computer aided design (Cad), computer aided manufacturing (Cam) tekniği ile ortez imalatı yapılmaktadır. Fakat bunun çok başarılı olmadığını düşünmekteyiz. Çünkü görüntü ideal olarak üç boyutlu olsa dahi ayağın uygulanacak orteze vereceği cevap tamamen bireyin ayak yapısına ve patolojisine



bağlı olarak değişir. Bu nedenle UCBL tip ortez için ölçü alınması sırasında ayak patolojisine göre gerekli olan düzeltmeler ve basınçların ayarlanması ortezin etkinliğini belirlemede kritiktir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda, ortez tipi, imalat tekniği, kullanılan malzeme (yoğunluk, sertlik, dayanıklılık vb.) ve yapan kişi standardizasyonunun sağlanması durumunda ortezin etkinliği objektif olarak araştırılabilir. Bu düşüncelerle yapılacak olan çalışmalarda ayrıca ayak ağrısı şikayetine yol açan patolojiler çok iyi ayırt edilmeli ve sınıflandırılmalıdır.

Yaptığımız çalışma podografik ölçümlerin tanı koymada radyolojik açı ölçümlerine göre daha güvenilir olması nedeniyle uygun fizyoterapi uygulamalarının yapılmasına da rehberlik edecektir. Eng ve diğerleri (80), patellafemoral ağrı sendromlu bireylerde egzersiz tedavisine ek olarak 4° metatarsokalkaneal ilaveli bir tabanlık uygulaması ile sadece egzersiz tedavisi alan gruptan daha başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Hertel ve arkadaşları (81), 10 sağlıklı bireyde tabanlık ve egzersizin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Tabanlık ve beraberinde gluteus medius, vastus medialis ve lateralise verdikleri egzersizler sonrasında yaptıkları EMG çalışmalarında vastus medialis ve gluteus medius aktivitesinin arttığını bulmuşlardır. Riccio ve diğerleri (82) 300 pes planuslu çocuk ile yaptığı çalışmada rehabilitasyon yaklaşımının ortezle tedaviye göre daha etkili olduğunu bulmuştur. Joung ve arkadaşları (83) 28 pes planuslu hastayla yaptıkları randomize kontrollü çalışmada 8 haftalık takipte abduktör halluksis ve fleksör halluksis kaslarına verilen kuvvetlendirme egzersizleri ile sadece ortez verilen gruptaki sonuçlara bakmışlardır. Çalışma sonucunda egzersiz grubunun üstün olduğunu bulmuşlardır. Almubarak ve Foster (84) yaptıkları sistematik derlemede, plantar topuk ağrısında egzersiz terapisinin etkinliği hakkında kanıtları özetlemeyi amaçlamışlardır. Bu sistematik derlemeyle ağrı ve fonksiyon kaybı açısından egzersiz terapisini farklı egzersiz formlarıyla, plaseboyla, sham terapiyle, hiç tedavi görmeyen kontrol grubuyla ve diğer konservatif tedavi yöntemleriyle karşılaştırmışlardır. Bu derlemenin sonuçları akut veya kronik plantar topuk ağrısında egzersiz terapisinin kontrol/sham tedaviden, tekrarlı Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) tedavisinden, non-steroid'ten ve ortotik cihazlardan daha üstün olduğunu bulmuşlardır. Konservatif tedavilerle kombine edilen egzersizin, tek başına uygulanan egzersiz tedavisinden daha etkili olduğunu desteklemektedirler. Özyalçın'ın çalışmasında (69) hastalara fizyoterapi verildiği belirtilmiştir. Ancak verilen tedavi çıplak ayakla kumda ve evde yürüme şeklinde olmuştur. Bu fizyoterapi uygulamasının süresi, standardizasyonu ve etkinliği araştırılmadığı için işe yararlılığı konusunda fikir sahibi olamadık.

Çalışmamızda sırasında konservatif ve cerrahi tekniklerle tedavi edilen ayakların rehabilitasyonuna dair yeterli çalışmaya rastlayamadık. Ayak egzersizleriyle ilgili egzersiz standartlarının olmadığını fark ettik. Biz çalışmamızı retrospektif olarak yaptığımız için hastaların fizyoterapik tedavi alıp almadıkları ile ilgili istatistik anlamda veriye ulaşamadık. Hastalara bu anlamda fizyoterapi programlarının uygulanmadığını düşünmekteyiz. Oysaki bu hastalardaki ayak ağrıları ve sonrasındaki ortez uygulamalarının ayak kaslarında az ya da çok atrofiye sebep olacağı açıktır. Hasta her ne kadar yürüyüş sırasında ayak kaslarını kullansa da bu atrofiden kaçınamayacağını düşünmekteyiz. Bu tip hastalara standart fizyoterapi yaklaşımlarının bulunmayışı bu sorununun devamlılığına sebep olmaktadır. İleride yapılacak olan çalışmalarda ortez kullanımı sırasında meydana gelebilecek kas atrofileri araştırılmalı ve bu bağlamda standardize edilmiş fizyoterapi uygulamaları denenmelidir.

Çalışmamızda radyolojik tanı yöntemlerinin yeterli güvenilirliğe sahip olmadığını, podografik ark indeks ölçümlerinin tanı koymada daha üstün olduğunu gösterdik. Bu veriler doğrultusunda ayak ağrısı şikayeti olan hastaların tanısında elektronik podografi kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Konservatif tedavide ortez önerisi ile rehabilitasyon programı beraberce kullanılmalıdır.

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamız sonucunda aşağıdaki sonuçları elde ettik ve sonuçlarımıza ilaveten yapabileceğimiz farklı çalışmalara değindik.

Ark İndeks ölçümü ile radyolojik açı ölçümlerinin cinsiyet ile ilişkisi olmadığını bulduk.

Ayak numarası ile ölçümler arasında herhangi bir anlamlı ilişki saptamadık.

Her iki ayağa ait Ark İndeks ölçümü ile sol ayağa ait talokalkaneal açı ölçümlerinde BKİ artışıyla pes planus görülmesi arasında yüksek anlamlılık düzeyi bulunmuştur.

Statik ve dinamik podografik verilerle yapılan ark indeks ölçümlerinin pes planus ve pes kavus için tanı koymada güvenilir olduğunu bulduk.

Statik podografik verilerle yapılan ark indeks ölçümlerinde talokalkaneal ve kalkaneal pitch açıları arasında negatif yönde zayıf ilişkisi olduğunu bulduk.

Dinamik podografik verilerle yapılan ark indeks ölçümlerinde tüm açılar ile negatif yönde zayıf ilişki saptadık.

Kalkaneal pitch açısı ile bağımlı değişkenler olan statik ve dinamik podografik ark indeks ölçümleri arasında düşük oranda anlamlı ilişki bulduk.

Kliniğe ayak ağrısı şikayetiyle gelen hastaların hepsine UCBL tabanlık tedavisi verildiğini saptadık.

Hastalara fizyoterapi uygulamaları yapılıp yapılamadığını tespit edemedik.

Çalışmamız sırasında tespit ettiğimiz BKİ ile pes planus arasındaki uyum doğrultusunda BKİ azaltmaya yönelik egzersiz takipleriyle ayak ağrısının değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmalar sayesinde, ayak ağrısı rehabilitasyon programına aerobik egzersiz reçetelerinin eklenmesi de sağlanabilir.

Ayak ağrısı olan hastaların tanısında podografi mutlaka yer almalı ve klinik kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Podografi non-invazivdir. Teşhis koymada çok daha güvenli ve temin edilme maliyeti X-ray cihazlarına göre çok düşüktür. Bu cihazların kullanımı fizyoterapistler tarafından daha etkin hale getirilmelidir. Pes planus, pes kavus gibi ayak patolojilerinin takibinde, ortez ve egzersiz gibi konservatif tedavilerin etkinliğini takip etmede

kullanılmalıdır. Çalışmamızda tespit ettiğimiz üzere podografinin dinamik bir yöntem olması ve teşhis koymadaki doğruluğu dolayısıyla daha geniş olgu serileri ile yapılacak çalışmalarda kullanılabilir. Ancak podografi yorumu bilgi ve deneyim gerektirdiğinden bu çalışmaları yapacak kişilerin yeterli donanıma sahip olması gerektiği gerçeği de göz ardı edilmemelidir.



## **7.KAYNAKLAR**

1. Molgaard C, Soren LC, Simonsen O. High prevalence of foot problems in the Danish population: A survey of causes and associations. *The foot*, 2010;20: 7-11.
2. Garrow PA, JSilman A, JMacfarlane G. The Cheshire Foot Pain and Disability Survey: a population survey assessing prevalence and associations. *Pain*, 2004;110:378-384.
3. Prem B, Priti B,Graven-Nielsen T ve ark. Osteoarthritis and its association with muscle hyperalgesia: an experimental controlled study. *Pain*, 2001;93(2):107-144.
4. Cavanagh PR, Morag E, Boulton AJM ve ark. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *Journal of Biomechanics*, 1997;30(3): 243-250.
5. Burns J, Crosbie J, Hunt A ve ark. The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clinical Biomechanics* 2005;20: 877–882.
6. Kanatlı U,Yetkin H,Cila E. Footprint and Radiographic Analysis of the Feet. *Journal of Pediatric Orthopaedics*.2001;21:225–228.
7. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U ve ark. 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):241-245.
8. 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):426-428.
9. Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot & ankle int*. 1990;1:101-104.
10. Viladot A. Surgical treatment of the child's flatfoot. *Clin Orthop Relat Res*. 1992;(283):34-38.
11. Volpon JB. Footprint analysis during the growth period. *J Pediatr Orthop*. 1994;14(1):83-85.
12. Saltzman CL, Nawoczenski DA, Talbot KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(1):45-49.
13. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *J Biomech*. 1987;20(5):547-551.
14. [www.tftr.org.tr](http://www.tftr.org.tr) 19.06.18

15. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system foundations for physical rehabilitation USA, Mosby Elsevier, 2002; 477-478.
16. Sammarco GJ, Hockenbury RT. Biomechanics of the foot and ankle. In: Nordin M, Frankel VH, editors. Basic biomechanics of the musculoskeletal system. 3<sup>rd</sup> ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p. 222-225.
17. Mueller MJ. The ankle and foot complex. Levangie PK, Norkin CC, editors. Joint structure and function. 4<sup>th</sup> ed. USA: F. A. Davis Company; 2005. p. 437-477.
18. Isman R, Inman V. Anthropometric studies of the human foot and ankle. Bull Prosthet Res 1969; spring:97-129.
19. Angın S. Ayak bileği ve ayak kompleksi. In: Akalan NE, Temelli Y, editors. Temel kinezio-mekanik klinik örnekli anlatım. 1<sup>st</sup> ed. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 257-302.
20. teachmeanatomy.info 10.05.18
21. Netter FH. Atlas of human anatomy. Fifth Edition. Philadelphia, USA, 2006; 511-512.
22. Uygur SF. Ayak deformite ve ortezleri. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 1992. p. 11-30.
23. <https://acikders.ankara.edu.tr> 09.05.18
24. Choi JK, Cha EJ, Kimb K ve ark. Effects of custom-made insoles on idiopathic pes cavus foot during walking Bio-Medical Materials and Engineering 2015;26 : 705–715.
25. Şeker A, Talmaç MA, Sarıkaya İ. Biomechanics of the gait. TOTBİD Dergisi 2014; 13:314–324
26. Jenkins DB. Functional anatomy of the limbs and back. Eight Edition. USA: Saunders, 2002; 353-377.
27. Rodgers MM. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running. Phys Ther 1988; 68 (12):1822-1830.
28. 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.

29. Michelson JD. Foot and ankle biomechanics. In: Mizel MS, Miller RA, Scioli MW, editors. Foot and ankle. 1<sup>st</sup> ed. USA: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 1998.p.1-10
30. Perry J. Gait analysis normal and pathological function. J Pediatr Orthop 1992;12(6): 51-87.
31. Murray MP, Drought AB, Kory RC. Walking patterns of normal men. J Bone Joint Surg Am 1964; 46(2):335-360.
32. Manter JT. Movements of the subtalar and transverse tarsal joints. Anat Rec 1941;80 (4):397-410.
33. Rocker PA, The subtalar joint: Anatomy and joint motion. J Orthop Sports Phys Ther 1995: 21; 361-372
34. Ouzounian TJ, Shereff MJ. In vitro determination of midfoot motion. Foot & Ankle Int 1989;10(3):140-146.
35. KanatlıU, Yetkin H, Songür M ve ark. Yürüme analizinin ortopedik uygulamaları. TOTBİD Dergisi 2006; 5(1,2):53-59.
36. Hutton WC, Dhanendran M. A study of the distribution of load under the normal foot during walking. Int Orthop 1979;3(2):153-157.
37. Collis WJ, Jayson MI. Measurement of pedal pressures. An illustration of a method. Ann Rheum Dis 1972;31(3):215-217.
38. Morton DJ. The human foot: its evolution, physiology, and functional disorders. Postgrad Med J 1940;6:270.
39. Hutton WC, Scott JRR, Stokes IAF. The mechanics of the foot. In: Klenerman L, editor. The foot and its disorders. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1973.p. 41-57.
40. Soames RW. Foot pressure patterns during gait. Journal of Biomedical Engineering 1985; 7 (2):120-126.

41. Franco AH. Pes cavus and pes planus. Analyses and treatment. Phys Ther 1987; 67(5):688-694.
42. Ögüt T, Yontar NS. Erişkinlerde pes planus. TOTBİD Dergisi 2013; 12:425–432.
43. Yalçinkaya S, Özerdemiroğlu RA, Mumcu EF. Pes cavus: an analysis of epidemiologic and clinical features. Acta Orthop Traumatol Turc 2001;35:283-291.
44. Lourdes M, Seguin F, Mancha JAD, Rodriguez RS ve ark. Comparison of plantar pressures and contact area between normal and cavus foot. Gait & Posture 2014;39: 789–792.
45. Akan HK. Erişkin kavus ayağı. TOTBİD Dergisi 2013; 12: 433–446.
46. Nilsson MK, Friis R, Michaelsen MS ve ark. Classification of the height and flexibility of the medial longitudinal arch of the foot. J Foot Ankle Res 2012;5 (3):1-9.
47. Feiss HO. A simple method of estimating the common variations and deformities of the foot. Am J Med Sci 1909; 138:231-231.
48. Bruce D, Beynnon PA, Renstrom A ve ark. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. J Orthop Res 2001;19: 213-220.
49. Brody DM. Techniques in the evaluation and treatment of the injured runner. Orthop Clin North Am 1982;13(3):18.
50. Loudon JK, Jenkins W, Loudon KL. The relationship between static posture and ACL injury in female athletes. J Orthop Sports Phys Ther 1996;24 (2):91-97.
51. Morrison SC, Durward BR, Watt GF ve ark. A literature review evaluating the role of the navicular in the clinical and scientific examination of the foot. Br J Pod 2004; 7(4):1-7.
52. Ünver B, Bek N. Tabanlık kullanımının plantar temas alanları ve basınç dağılımına etkisi. Turk J Physiother Rehabil 2014; 25(2):86-92.
53. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the foot posture index. J Foot Ankle Res. 2008;1(1): 1-9.
54. Redmond CR, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the foot posture index. Clin Biomech 2006;21: 89–98.



55. Villarroya MA, Manuel J. Esquive assessment of the medial longitudinal arch in children and adolescents with obesity: footprints and radiographic study. *Eur J Pediatr* 2009;168:559–567.
56. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U ve ark. Medial longitudinal arkın değerlendirilmesi: dinamik plantar basınç ölçüm sistemi ile radyografik yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2010;44(3):241-245.
57. Vanderwilde R, Staheli LT, Chew DE ve ark. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Joint Surg Am* 1988; 70(3):407-415.
58. Özaras N, Yalçın S. Normal yürüme ve yürüme analizi. *Turk J Phys Med Rehab* 2002;48(3): 8-16.
59. Doğan A, Üzümcügil O, Zorer G ve ark. Çocuk ayak radyografisinin değerlendirilmesi ve sık görülen konjenital ayak deformitelerinin radyografik özellikleri. *TOTBİD Dergisi* 2007;6:1-11.
60. Yalçınkaya S, Özerdemoğlu RA, Mumcu F. Radiological features of pes cavus deformity. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2001;35:292-298.
61. Xu C, Wen X, Huang LY ve ark. Normal foot loading parameters and repeatability of the Footscan® platform system. *J Foot Ankle Res*. 2017;10:10.
62. Yavuzer G. Three-dimensional quantitative gait analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009;43(2):94-101.
63. Hawes MR, Nachbauer W, Sovak D. Footprint parameters as a measure of arch height. *Foot&Ankle* 1992;13:22-26.
64. Urry SR. A comparison of footprint indexes calculated from ink and electronic footprints. *J Am Podiatr Med Assoc* 2001;91(4): 203-209.
65. Özyalçın H, Alper H, Sesli E. Pes planusta radyolojik yaklaşım, klinik ve radyolojik değerlerin kıyaslanması. *Radyoloji Dergisi* 1989; 2:162-166.
66. Saltzman CL, Nawoczenski A, Talbal KD. Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch. Phys Med. Rehabil.* 1995;76: 45-49.
67. Razzeghi M, Batt ME. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait and Posture* 2002;15:282–291.
68. Chu WC, Lee SH, Chu W ve ark. The use of arch a digital index to characterize arch height: image processing approach *IEEE Trans Biomed Eng* 1995;42: 88-93.

- 69.Özyalçın H, Eroğlu M, Sesli E. Pes planusun konservatif tedavisinde ortopedik ayakkabının yeri. BEGV 1988;1:47-52.
70. Butterworth PA, Landorf KB, Smith SE ve ark. The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: a systematic review. *Obes Rev* 2012;13(7):630-42.
71. Rano AJ, Fallat LM, Facfas RT. Correlation of heel pain with body mass index and other characteristics of heel pain. *J Foot Ankle Surg* 2001;40(6):351-356.
72. Özdemir H, Yılmaz E, Murat A. Sonographic evaluation of plantar faciitis and relation to body mass index. *Eur J Radiol* 2005;54:443-447.
73. Hawke F, Burns J, Radford JA ve ark. Custom-made foot orthoses for the treatment of foot pain. *The Cochrane Library* 200;4:1-7.
74. Banwell HA, Mackintosh S, Thewlis D. Foot orthoses for adults with flexible pes planus: a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research* 2014;7:23-27.
75. Powell M, Seid M, Szer IS. Efficacy of custom foot orthotics in improving pain and functional status in children with juvenile idiopathic arthritis: a randomized trial. *J Rheumatol* 2005;32 (5):943-950.
76. Trotter LC, Pierrynowski MR. The short-term effectiveness of full-contact custom-made foot orthoses and prefabricated shoe inserts on lower-extremity musculoskeletal pain: a randomized clinical trial. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98 (5):357-363.
77. Castro-Méndez A, Munuera PV, Albornoz-Cabello M. (2013) The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *Prosthet Orthot Int* 2013;37 (5):384-390.
- 78.Chao W, Wapner KL, Lee TH ve ark. Nonoperative management of posterior tibial tendon dysfunction. *Foot & Ankle International*, 1996;17 (12):736-741.
79. Özyalçın H, Sesli E, Yensel U ve ark. Ayak ağrılarında UCBL tipi ayak ortezinin biomekaniği. *Ege tıp dergisi* 1991;30(3):385-387.
80. Eng JJ, Pierrynowski MR. Evaluation of soft foot orthotics in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Phys Ther* 1993;73 (2):62-68.
81. Hertel J, Brent R, Jennifer E. Effect of foot orthotics on quadriceps and gluteus medius electromyographic activity during selected exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:27-30.

82. Riccio I, Ginigliano F, Ginigliano R ve ark. Rehabilitative treatment in fleksible flatfoot. Chir Organi Mov Musculoskeletal Surgery 2009;93(3):101-7.
83. Jung DY, Koh EK, Kwon OY. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: a randomized controlled trial. J Back Musculoskeletal Rehabil. 2011;24(4):225-31.
84. Ameer A, Almubarak, Foster N. Exercise therapy for plantar heel pain: A systematic review. International Journal of Exercise Science 2012;5(3) : 276-295.



## **8. EKLER**

### **Ek 1: Veri Kayıt Formu**

Adı Soyadı:

Yaş :

Boy :

Kilo :

BKI:

Ayak no:

Ayak ağrısı şikayet süresi :

Lateral Talokalkaneal aç:

Talo-birincimetatarsal aç:

Talohorizontal aç:

Kalcaneal Pitch açısı:

Statik ark indeks değeri :

Dinamik ark indeks değeri:

## Ek 2: Etik Kurul Onayı

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| KARAR BİLGİLERİ      | Karar No:2018/05-38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Tarih:15.02.2018 |
|                      | Doç.Dr.Selnur NARİN'in sorumlusu olduğu "Ayak Ağrısı Şikayetiyle Kliniğe Başvuran Yetişkin Hastaların Radyoloji ve Podografik İncelemelerinin Korelasyonu" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir. |                  |
| ETİK KURUL BİLGİLERİ |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| ÇALIŞMA ESASI        | Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |
| ETİK KURUL ÜYELERİ   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |

| Unvanı/Adı/Soyadı                     | Uzmanlık Alanı                                       | Kurumu                                                             | Cinsi yet | Araştırma ile ilişkili mi? |                                       | İmza                 |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)         | Tıbbi Biyokimya                                      | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı                    | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Banu</i>          |
| Prof.Dr.Gül ERGÖR (Başkan Yardımcısı) | Halk Sağlığı                                         | DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.                                | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Gül Ergör</i>     |
| Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU           | Kalp Damar Cerrahisi                                 | DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı               | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Katılmadı</i>     |
| Prof.Dr.Sevinç ERASLAN                | Endokrinoloji                                        | DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı                    | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Katılmadı</i>     |
| Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK            | Tıbbi Mikrobiyoloji                                  | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı                | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Ayşe</i>          |
| Prof.Dr.Müge KIRAY                    | Fizyoloji                                            | DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı                          | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Müge</i>          |
| Prof.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER             | Anesteziyoloji                                       | DEU Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.               | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>S.Özkardeşler</i> |
| Prof.Dr.Sülen SARIOĞLU                | Patoloji                                             | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji A.D.                              | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Katılmadı</i>     |
| Prof.Dr.Bilge KARA                    | Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon                       | DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu                    | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Bilge</i>         |
| Prof.Dr.Sefa KIZILDAĞ                 | Tıbbi Biyoloji ve Genetik                            | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik A.D.                   | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>S.Kızıldağ</i>    |
| Prof.Dr.Ayhan ABACI                   | Pediyatrik Endokrinoloji ve Metabolizma Hastalıkları | DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı      | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Ayhan</i>         |
| Doç.Dr.M.Aylin ARICI                  | Tıbbi Farmakoloji                                    | DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı                  | Kadın     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Katılmadı</i>     |
| Doç.Dr.Murat BEKTAŞ                   | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği            | DEU Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Murat</i>         |
| Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN               | Hukuk                                                | DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D.                                        | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Ahmet Can</i>     |
| Mehmet Erhan ÖZKUL                    | Sağlık mensubu olmayan üye                           | D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler                               | Erkek     | E <input type="checkbox"/> | H <input checked="" type="checkbox"/> | <i>Mehmet Erhan</i>  |

### Ek 3: Özgeçmiş

|                       |                                                        |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Ad Soyad</b>       | Dilek BAYRAKTAR                                        |
| <b>Doğum Yılı</b>     | 1976                                                   |
| <b>Yazışma adresi</b> | EUTF Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği<br>Bornova İZMİR |
| <b>Telefon</b>        | 0 232 3902700                                          |
| <b>Faks</b>           |                                                        |
| <b>e-posta</b>        | dilekbayraktar8@gmail.com                              |

### Eğitim Bilgileri

| Ülke    | Üniversite               | Fakülte/Enstitü                            | Öğrenim Alanı                  | Derece        | Mezuniyet |
|---------|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------|
| Türkiye | Dokuz Eylül Üniversitesi | Sağlık Bilimleri Enstitüsü                 | Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon | Yüksek lisans | 2018      |
| Türkiye | Dokuz Eylül Üniversitesi | Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu | Fizyoterapi ve Rehabilitasyon  | Lisans        | 2015      |
| Türkiye | Hacettepe Üniversitesi   | Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu       | Protez / Ortez                 | Ön Lisans     | 1997      |

### Tez Bilgileri

**Yüksek Lisans Tezi:** Ayak ağrısı şikayetiyle kliniğe başvuran yetişkin hastaların radyoloji ve podografik incelemelerinin kolerasyonu

**Danışmanı:** Doç. Dr. Selnur NARİN

**Akademik /Meslekte Deneyim**

| <b>Kurum/Kuruluş</b> | <b>Ülke</b> | <b>Şehir</b> | <b>Bölüm/Birim</b>               | <b>Görev Türü</b> | <b>Görev Dönemi</b> |
|----------------------|-------------|--------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| EUTF Hastanesi       | Türkiye     | İzmir        | Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği | Fizyoterapist     | 2017-Halen          |
| EUTF Hastanesi       | Türkiye     | İzmir        | Acil Servis                      | Sağlık Teknikeri  | 2012-2017           |
| EUTF Hastanesi       | Türkiye     | İzmir        | Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği | Sağlık Teknikeri  | 2006-2012           |