

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**PERİMENOPAZAL DÖNEMDEKİ KADINLARDA MEDİAL
LONGİTUDİNAL ARK YÜKSEKLİĞİ VE MEDİAL ARK DESTEKLİ
SERT TABANLIĞIN DENGEE ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. LEVENT KARATAŞ

TEZ DANIŞMANI:
DOÇ. DR. ZAFER GÜNENDİ

ANKARA
NİSAN/2017

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**PERİMENOPAZAL DÖNEMDEKİ KADINLARDA MEDİAL
LONGİTUDİNAL ARK YÜKSEKLİĞİ VE MEDİAL ARK DESTEKLİ
SERT TABANLIĞIN DENGeye ETKİSİ**

UZMANLIK TEZİ
DR. LEVENT KARATAŞ

TEZ DANIŞMANI:
DOÇ. DR. ZAFER GÜNENDİ

ANKARA
NİSAN/2017

Tez çalışmam ve uzmanlık eğitimim sürecinde bilgi ve tecrübesinden faydalandığım ve bana destek olan tez danışmanım, Sayın Doç. Dr. Zafer Günendi'ye,

Uzmanlık eğitimimde büyük emeği geçen, bilgi ve deneyimleri ile yanımda olan başta Anabilim Dalı Başkanımız Sn. Prof. Dr. Belgin Karaoğlu'na; Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri, Sn. Prof. Dr. Nesrin Demirsoy'a, Sn. Prof. Dr. Jale Meray'a, Sn. Prof. Dr. Gülçin Kaymak Karataş'a, Sn. Prof. Dr. Feride Göğüş'e, Sn. Doç. Dr. Murat Zinnuroğlu'na; eski öğretim üyeleri Sn. Prof. Dr. Fatma Atalay'a, Sn. Prof. Dr. Nihal Taş'a ve Sn. Doç. Dr. Özden Özyemişçi Taşkiran'a,

Uzun uzmanlık eğitimim süresince yardım ve dostluklarını esirgemeyen, gerçek bir uyum içinde çalıştığım tüm asistan arkadaşlarım ve Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı çalışanlarına,

Bugünlere gelmemde büyük emeği olan, bana maddi ve manevi her türlü desteği sağlayan aileme,

*Hayatı paylaştığım ve her zaman yanımda olan eşim Berna Şen Karataş'a
En içten teşekkürlerimi sunarım.*

Dr. Levent Karataş

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR	iv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi	2
2.1.1. Kemikler	2
2.1.2. Eklemler ve Bağlar	2
2.1.3. Ayak Kubbesi	5
2.1.4. Aponevrozis Plantaris	5
2.1.5. Kaslar	6
2.1.6. Fonksiyonel Anatomi ve Ayak Hareketleri	6
2.2. Medial Longitudinal Ark'ın Değerlendirilmesi ve Pes Planus	7
2.2.1. Pes Planus Sınıflaması	8
2.2.2. Etyoloji.....	10
2.2.3. Klinik Değerlendirme	11
2.2.4. Radyolojik Değerlendirme.....	12
2.2.5. Özel Teknikler	13
2.2.6. Tedavi	17
2.3. Denge, Postür ve Stabilite.....	18
2.4. Dengenin Değerlendirilmesi	20

2.4.1.	Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT)	21
2.4.2.	Kinestetik Beceri Eğitim Sistemi 3000	22
2.5.	Ayak ve Denge.....	23
3.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	25
3.1.	Olgular	26
3.2.	Değerlendirme	27
3.3.	İstatistiksel Analiz.....	33
4.	BULGULAR.....	33
5.	TARTIŞMA	41
6.	SONUÇLAR.....	52
7.	KAYNAKLAR	54
8.	ÖZET	66
9.	SUMMARY	68
10.	ÖZGEÇMİŞ	70
11.	EK-1.....	71

SİMGELER ve KISALTMALAR

SİMGELER

p	İstatistiksel bir hipotez testinin olasılık değeri
n	Olgu sayısı
SS	Standart sapma
min	Minimum
maks	Maksimum
*	İstatistiksel olarak anlamlı fark varlığı (tablolarda)

KISALTMALAR

ART	Artikülasyo
ARTT	Artikülasyones
AP	Anteroposterior
FUT	Fonksiyonel uzanma testi
KBES 3000	Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000
LİG	Ligamentum
M	Muskulus
ML	Mediolateral
MLA	Medial longitudinal ark
MTF	Metatarsofalangeal
SDİ	Statik denge indeksi
UCBL	Kaliforniya Üniversitesi Biyomekanik Laboratuvarı

1. GİRİŞ

Ayak 26 kemik, bu kemikler arasında oluşan çok sayıda eklem, bağlar, tendonlardan oluşan; intrinsek ve ekstrinsek kaslar tarafından desteklenip hareket kazandırılan karmaşık bir yapıdır. Yürüyüş ve ayakta duruş sırasında ayak yapılarının esnekliği ve stabilitesi önem kazanır.

Bu yapılardan en önemli olanı medial longitudinal arktır. Pes planus medial longitudinal ark (MLA) yüksekliğinin azalması sonucunda ön ayakta normalden fazla abduksiyon, orta ve arka ayakta normalden fazla pronasyon ve eversiyon (valgus) postürünün gelişmesidir.¹ Düşük MLA ayak ve ayak bileği ağrısı, diğer alt ekstremitte sorunları ve omurga patolojileri ile ilişkilendirilmiştir. Özellikle fleksibl tip pes planusta ayak stabilitesi azalmaktadır. Bununla beraber ayakta duruş sırasındaki postüral kontrol ve denge olumsuz etkilenebilmektedir.²⁻⁵

Düşme ve düşmeye bağlı yaralanmalar önemli bir halk sağlığı sorunudur. İlerleyen yaşla birlikte dengede bozulma, düşme ve ilişkili sorunlar artmaktadır.^{6,7} Kadınlarda özellikle perimenopozal dönemde değişen hormonal durum, postüral kontrolü ve dengeyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir.⁸

Pes planusta ayak ağrısını azaltmada ve anatomik dizilimi düzeltmede farklı tabanlıklar kullanılmaktadır.⁹ Pratikte sıklıkla kullanılan tabanlıkların denge ve postüral kontrole etkisi hakkında çelişkili bilgiler mevcuttur.⁹⁻¹⁴

Bu çalışmada MLA yüksekliği düşük ve yüksek olan kişilerde, denge sınırları ve postüral kontrol açısından farklılık olup olmadığını araştırdık. Aynı zamanda medial ark destekli sert tabanlıkların denge ve postüral salınımına etkisi için tabanlıklı ve tabanlıksız ölçümler yaptık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ayak ve Ayak Bileği Anatomisi

2.1.1. Kemikler

Ayak iskeleti ossa tarsi (tarsalia), ossa metatarsi (metatarsalia) ve ossa digitorum (falanges) olmak üzere 3 bölümden oluşur. Toplamda 26 kemik ihtiva eder.¹⁵ (Şekil-1)

Ossa tarsi grubunda proksimalde talus ve kalkaneus; distalde os navikulare, os küneiforme mediale, intermedius, laterale ile os küboideum bulunur. Talus, kruris kemikleri ile eklem yapan tek tarsal kemiktir. Kalkaneus talar kemiklerin en büyüğüdür. Topuğu oluşturan kalkaneus ayak bileği hareketlerinde kaldıraç görevi görür. Ayak kubbesinin medial yüzünde ise cilt üzerinden elle de palpe edilebilen tuberositas ossis navikularis bulunur, klinik olarak önemlidir.

Metatarsal kemikler 5 adet olup medialden laterale doğru I-V şeklinde Roma rakamları ile adlandırılır.¹⁵

Ayak parmak kemikleri 14 falankstan oluşur. 1. parmakta proksimal ve distal olmak üzere 2 falanks bulunurken diğer 4 parmakta bunlara ek olarak falanks intermedius bulunur.¹⁵

2.1.2. Eklemler ve Bağlar

Sindesmosis tibiofibularis: Tibia ve fibula distal uçları arasındaki sindesmosis tipi bir eklemdir.¹⁶

Art. talokruralis: Eklemın proksimal kısmını tibia, fibula ile medial ve lateral malleolün dâhil olduğu kemik çatal oluşturur. Distal kısmı ise troklea tali tarafından oluşturulur. Eklem yüzeyle hyalin kıkırdakla kaplıdır. Eklem kapsülü lig. kollaterale mediale (deltoideum), lig. kollaterale laterale tarafından desteklenir. Talokrural eklem ginglimus tipi bir eklem olup tek eksenle hareket yapar.¹⁶

Art. subtalaris: Talus ve kalkaneus arasında oluşur. Ayrı eklem kapsülleri olan birbiri ile bağımsız iki kısımdan oluşur. Hareketleri ligamentler nedeniyle sınırlı olup minimal kayma şeklindeyir.¹⁶

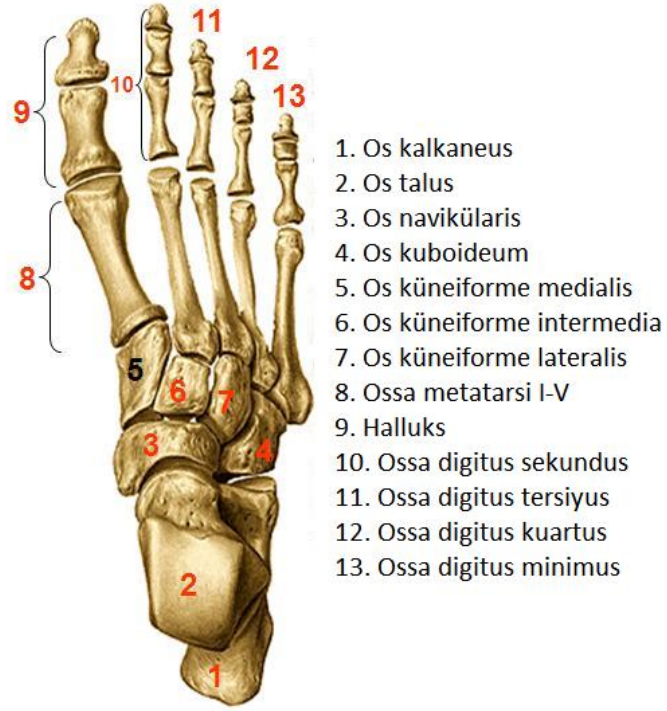
Art. tarsi transversa (Chopart eklemi): Art. talokalkaneonaviküla ve art. kalkaneoküboideayı iğerir.¹⁶

Art. küneonavikülaris, art. küboideonaviküla, artt. interküneiformes, art. küneoküboidea, artt. tarsometatarsales (Lisfranc eklemi) ve artt. intermetatarsales orta ayaktaki plana grubu eklemler olup ligamentler ve fibröz köprülerle sabitlenmiştir.¹⁶

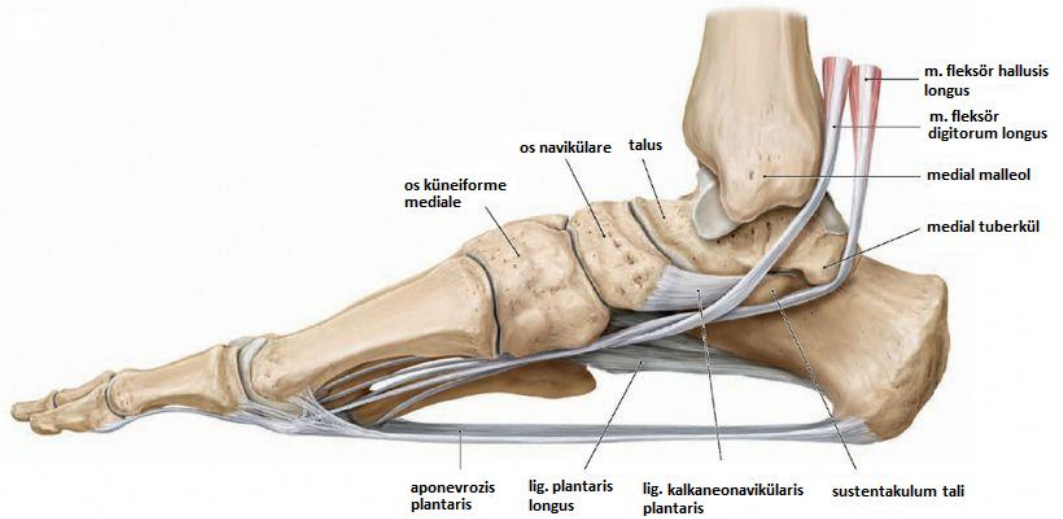
Artt. metatarsofalangea: Elipsoid tipte eklemlerdir.¹⁶

Artt. interfalangea pedis: Gingilimus tipi eklemler olup fleksiyon ve ekstansiyona izin verir.¹⁶

Lig. kalkaneonaviküla plantare (spring ligament) sustentakulum talinin ön kenarını os navikülaenin alt yüzüne bağlar. Bu şekilde kaput taliyi alttan destekler. Hemen altından geçer musculus tibialis posteriorun tendonu ile birlikte ayak kubbesini desteklerler.¹⁶



Şekil-1: Ayak kemikleri (üstten görünüm)



Şekil-2: Ayak kubbesi - medial longitudinal ark

2.1.3. Ayak Kubbesi

Longitudinal yöndeki ayak kubbesi yedi tarsal, beş metatarsal kemik ve bunları birbirine bağlayan bağlar oluşturur. Ayak kavsinin yere temas noktaları tuber kalkanei ve metatarsal kemiklerin başlarıdır. Lateral longitudinal arkı kalkaneus, os kuboideum ve 4.5. metatarsal kemikler oluşturur. MLA'yı kalkaneus, talus, os navikulare, küneiform kemikler ve ilk 3 metatarsal kemik oluşturur. MLA lig. plantare longum, lig. kalkaneonavikulare ve aponeurosis plantaris tarafından pasif olarak korunur. M. tibialis anterior, m. tibialis posterior, m. fibularis longus ve m. fleksör hallusis longus ayak arkını aktif olarak korurlar. Parmak ucuna yükselme hareketi sırasında özellikle m. tibialis posterior aktivitesi ile ayak kavsini düzelteren kuvvetler 4 katına çıkar.¹⁶ (Şekil-2)

Transvers yöndeki ayak kavsi ise metatarsal kemiklerin başları ve distal sıra tarsal kemiklerin ön kısımları arasında oluşur. Muskulus fibularis longus ve bu kasın tendonu transvers arkı koruyan en önemli faktördür.¹⁶

2.1.4. Aponevrozis Plantaris

Filogenetik açıdan m. plantaris'e ait olan ayak kubbesini koruyan kalın ve sağlam fibrotik yapıdır. Topuktan ön ayağa uzanan bir yelpaze şeklindedir. Kemiğe uzanan septalar plantar boşluğu 3 kompartmana ayırır. Medial kompartmanda 1. parmağa, lateral kompartmada ise 5. parmağa uzanan intrinsek kasların gövdeleri bulunur. Orta kompartmanda ise diğer parmaklara ait kaslar mevcuttur.¹⁷

Aponevrozis plantarisin medial, lateral ve orta olmak üzere 3 kısmı bulunur. En kalın ve sağlam olanı orta kısımdır ve ayak kavsinin destekler.¹⁷

2.1.5. Kaslar

Ekstremsel ayak kasları: Orijinleri kruris olup ayak ve ayak bileğine hareket kazandırır. Plantar fleksörler m. triceps sura, m. plantaris, m. tibialis posterior, m. fleksör digitorum longus, m. fibularis longus ve brevis ile m. fleksör hallucis longus olarak sayılır. Dorsal fleksörler m. tibialis anterior, m. ekstansör digitorum longus, m. ekstansör hallucis, m. fibularis tertius olarak sayılır. Supinator-adduktorler m. tibialis anterior, m. tibialis posterior'dur. Pronator-abduktorler m. fibularis longus ve brevis'tir.¹⁷

İntrensek ayak kasları: Ayağın dorsal ve plantar bölgesinde bulunur. Kısaca fonksiyonları metatarsofalangeal eklemlerde fleksiyon-ekstansiyon, abduksiyon-adduksiyon ile interfalangeal eklemlerde fleksiyon ve ekstansiyon yaptırmaktır.¹⁷

2.1.6. Fonksiyonel Anatomi ve Ayak Hareketleri

Ayak fonksiyonel olarak 3 kısma ayrılır. Ön ayak 5 metatarsal kemik ve 14 falanks ve bunların birbiri ile yaptıkları eklemlerden oluşur. Fonksiyonel önemi yürüyüş sırasında salınım öncesi dönemdeki itme (push-off) hareketini yapmaktır. Ön ayak ve orta ayak arasındaki eklemler horizontal plandaki hareketlerde önem kazanır.¹⁸

Orta ayak talus ve kalkaneus haricindeki tarsal kemikler ile Lisfranc ve Chopart eklemlerinden oluşur. Sagittal ve frontal plandaki hareketlerde önemlidir.

Horizontal ve sagittal arkların tepesini oluşturur. Düzensiz zemine ayağın adaptasyonu orta ve arka ayak kısımları arasındaki eklemin hareket kabiliyetine bağılıdır.¹⁸

Arka ayak talus, kalkaneus, subtalar eklem ve naviküler kemikten oluşur. Bacak ile eklemleşir. Ayağın stabilitesinden sorumludur.¹⁸

Ayak-ayak bileğİ sagittal planda plantar ve dorsal fleksiyon, frontal planda eversiyon ve inversiyon, transvers planda abduksiyon ve adduksiyon yapar. Varus (supinasyon) hareketi inversiyon+adduksiyon; valgus (pronasyon) hareketi eversiyon+abduksiyon şeklinde tanımlanabilir. Ayağın supinasyonu ve pronasyonu sırasında resiprokal tibial rotasyon hareketi gerçekteşir.¹⁸

2.2. Medial Longitudinal Ark'ın Değerlendirilmesi ve Pes Planus

Pes planus genel bir tanımdır. Temel patoloji medial longitudinal arkın yüksekliğinin azalmasıdır. Bunun yanında basma sırasında ön ayakta normalden fazla abduksiyon, orta ve arka ayakta normalden fazla pronasyon ve eversiyon (valgus) ile birlikte yerle temas eden ayak alanında artış izlenir. Kozmetik şikâyetlerin yanında yürüme açısından çok absorbsiyonu, destek ve ilerleme fonksiyonlarında bozukluklara yol açar.¹ Pes planusun plantar fasiit, halluks valgus, aşıl tendiniti, tibialis posterior tendon disfonksiyonu, patellofemoral ağrı sendromu ile ilişkisi gösterilmiştir.³

Pes planusun patolojik ve fizyolojik sınırları kesin değıldir. Bu nedenle prevelans belirtmek zordur. Rapor edilen veriler değışmekle birlikte erişkinlerde pes planus sıklığı %5-15'tir. MLA yapısının yaş, cinsiyet ve genetik faktörlerle

değiştii bildirilmiştir. Kadınlarda ayak kavsinin erkeklere göre daha konkav olduğu öne sürölmüştür. 3-6 yaş çocuklarda pes planus sıklığı %44'lere ulaşmaktadır.¹

2.2.1. Pes Planus Sınıflaması

Staheli pes planusu fizyolojik ve patolojik olmak üzere ikiye ayırmıştır.¹⁹ (Tablo-1) Daha ayrıntılı bir sınıflama da öne sürölmüştür.²⁰ (Tablo-2)

Tablo-1: Pes planus sınıflandırması

1. Fizyolojik
Gelişimsel pes planus
Hipermobil pes planus
Kalkaneovalgus ayak
2. Patolojik
Aşıl tendon gerginliği ile beraber olan pes planus
Tarsal koalisyonlar (talokalkaneal, kalkaneonaviküler)
Vertikal talus
Nörojenik pes planus

Tablo-2: Pes planus sınıflandırması

KONJENİTAL

1) Rijit:

Konjenital konveks pes valgus

Tarsal koalisyon

2) Fleksibl:

Talipes kalkaneovalgus

Talipes valgus (triseps sura kası kontraksiyonuna bağlı kalkaneal ekin deformitesi)

Sustentakulum hipoplazisi

EDİNSEL

1) Ligamentöz laksiteye bağlı olanlar:

Ailesel

Jeneralize sendromun bir parçası olarak (Ehler-Danlos, Marfan, Down, Osteogenesis İmpperfekta)

2) Kas zayıflığına veya dengesizliğine bağlı olanlar:

Tibialis posterior kası yetmezliği ile birlikte aksesuar tarsal naviküler

Miyopatik (musküler distrofi)

Periferik sinir yaralanmaları

Medulla spinalis tutulumları (poliomyelit, myelodisplazi)

Serebral palsi (spastik-hipotonik)

3) Artrite bağlı olanlar:

Subtalar ve midtarsal eklemlerdeki iltihabi durumlar (ör: Romatoid artrit)

Travmatik artrit

4) Kontraktürlere bağlı olanlar:

Peroneal kasların kontraktürüne bağlı

Triceps suranın kazanılmış kontraktürlerine bağlı

En sık görüleni fleksibl tipte olan fizyolojik pes planustur. Ayağa yük verilmediğinde normal izlenen ark yüksekliği basma sırasında azalır. 4-6 yaşa kadar normal olarak kabul edilir. Erişkinlerin %15'inde izlenir. Eklem laksitesi ve obezitesi olanlarda daha sık rastlanır.¹

2.2.2. Etiyoloji

Pes planus etiyojisi konusunda farklı teoriler öne sürülmüştür. Travma, artritik sebepler²¹ yanında muskuler disfonksiyon da sorumlu tutulmaktadır. Kalkaneonaviküler ligament ve medial tibiotalar ligament hasarı erişkin pes planus gelişiminde suçlanmaktadır. Aynı şekilde medial küneiform, 1. metatarsal kemik, 1. parmağın proksimal ve distal falanksları tarafından oluşturulan ve "first ray" olarak adlandırılan ayak medial kolonunun hipermobilitesi de kazanılmış pes planusa yol açabilmektedir.²² Tibialis posterior kası ve tendonu patolojilerine bağlı pes planus gelişimi bilinmektedir. Tibialis posterior tendon rüptürü sonucu talus başı desteklenememekte, spring ligaman zamanla gevşemekte ve MLA çökmektedir. Abduktor hallusis ve fleksör hallusis longus kaslarının disfonksiyonunun pes planus ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür.^{23,24} Kısa 1. metatarsal kemik ve subtalar eklem instabilitesi de pes planus etiyojisinde sayılabilir.¹

2.2.3. Klinik Değerlendirme

Pes planus tanısı koymak için çok sayıda test ve klinik belirti öne sürülmüştür. Ancak hafif derecede MLA çökmesini belirlemek zordur. Yakınmaların sorgulanması ve öykü alınması sonrası fizik muayene yapılmalıdır. Muayene otururken, ayak üzerinde dururken ve yürürken yapılır. Ayak medial, lateral ve posteriordan izlenir. Asimetritler not edilir. Her iki ayak üzerinde dururken posteriordan bakıldığında ayak lateralinde çok sayıda parmak izlenmesi ön ayakta abduksiyon deformitesi olduğunu gösterir. Topuktaki valgus-varus pozisyonu iki ayak üzerinde durma, tek ayak üzerinde durma ve yürüyüş sırasında gözlemlenir. Kaslarda atrofi ve tendon ve eklemlerde şişlik varlığı not edilmelidir. Bacak uzunluk farkı ve femorotibial valgus postürünün varlığı değerlendirilmelidir.²²

Ayak eklemlerinin hareket açıklıkları, aşil tendon gerginliği ve hiperlaksite varlığı incelenmelidir. Nörolojik muayene yapılmalıdır. Tibialis posterior kas fonksiyonu ve gücü ayrıca test edilmelidir. Medial malleol posterosuperiorunda ağrı ve palpasyonla hassasiyet varlığı tibialis posterior kası tendiniti veya tendon rüptürünü düşündürür. Bipedal parmak ucu duruş sırasında normalde topuğun bir miktar varusa gidişi izlenmelidir. Eğer valgusa kaçış izleniyorsa tibialis posterior kası veya tendonunun patolojileri ile kalkaneonavikuler ligament hasarı akla gelmelidir.²²

Ayak postürünü kantitatif olarak değerlendirmek için Ayak Postür İndeksi tanımlanmıştır. Temeli inspeksiyon ve palpasyona dayanır. 6 komponentten

oluşur. Ayak üzerine basarken talar başın palpasyonu, lateral malleol üstü ve altındaki eğrilik, frontal planda kalkaneusun pozisyonu, talonaviküler eklem çıkıntısı, MLA şekli, ön ve arka ayaktaki abduksiyon-adduksiyon görünüşü -2 ve +2 puan aralığında puanlanır. Düşük skorlar pronasyon, yüksek skorlar ise supinasyondaki postürü gösterir. Geçerliliği gösterilmiş olup uygulamada deneyimli bir değerlendirici gerektirir.²⁵

Pes planus tanısı konduktan sonra fleksibl ve rijit ayrımı için Jack testi ve parmak ucu testi yapılmalıdır.¹ Jack testinde pasif olarak halluks dorsifleksiyonu yapıp fleksör hallusis longus tendonu gerilir. Eğer medial ark belirginleşirse fleksibl; ark oluşmazsa rijit pes planus olarak değerlendirilir. Parmak ucu testi de aynı mekanizmaya dayanır. Hintermann testinde de ayaktaki pronasyon deformitesinin fleksibilitesi incelenir. Pes planus ve ön ayakta pronasyon postürü olan kişi ayak üzerinde dururken tibia pasif olarak dış rotasyona zorlanır. Eğer 1. metatars başının yerle teması kesilirse pronasyon fleksibl değil, rijittir.²⁶

Pes planus için öne sürülen klinik evrelemede hafif, orta ve ağır olmak üzere 3 derece öne sürülmüştür. Hafif derecede tam bası halinde MLA yüksekliği azalır. Orta derecede ise tam bası sırasında MLA izlenmez. Ağır derecede ise MLA hiç oluşmaz, ayak medial kenarı talus başının mediale kayması nedeniyle konveks olup topuk valgustadır.²⁷

2.2.4. Radyolojik Değerlendirme

a) Anteroposteior talokalkaneal açı: Talus ve kalkaneus uzun eksenindeki arasındaki açıdır. Arka ayakta valgus deformitesini değerlendirmede kullanılır.²⁸

b) Lateral talokalkaneal açı: Talusun uzun eksenine ile kalkaneal eğim çizgisinin arasında oluşan açıdır. Normal değerleri tartışmalı olup 20-40 derece arasında değişmektedir. Azalması pes planus ve kalkaneovalgus deformitesi lehinedir.²⁸

c) Talo-1. metatarsal açı: Midtarsal çizgi ile navikuler kamik ve 1. metatars şaftını birleştiren çizgi arasında oluşan açıdır. Normalde -4 ile +4 derece arasında değişir. Pes planusta açı pozitif yönde değişir.¹

d) Talohorizontal açı: Talusun uzun eksenine ile zemin arasında oluşan açıdır. Normali 26 derece olup 30 ve üzerinde pes planus düşünülür.²⁸

e) Kalkaneal eğim: Zemin ile kalkaneusun plantar yüzdeki ön ve arka tuberositasları arasında çizilen çizgi arasında oluşan açıdır. Normal değeri 20-25 derece olup azalması pes planus lehinedir.²⁷

f) Feiss çizgisi: 1. metatars başı ve medial malleolü birleştiren çizgidir. Navikula tuberkülü bu çizginin altında kalırsa pes planus lehinedir.²⁹

Ayrıca grafide talar subluksasyon, talus başının naviküler kemik tarafından kaplanan kısmında azalma, kalkaneofibular mesafede daralma ve dejeneratif değişiklikler izlenebilir.

2.2.5. Özel Teknikler

2.2.5.1. Ayak İzi İnceleme Yöntemleri

Ayak izi ölçümü mürekkepli bir zemin üzerinde basarken ayak temas yüzeyinin gösterilmesi esasına dayanır. Pedoskopi yönteminde ise cam bir yüzeye basarken altta yerleştirilen ayna ile temas yüzeyi incelenir.¹

Dijital pedobarografi cihazları kullanılarak da ayak izi kaydı alınmaktadır. Bu yöntemin avantajları kantitatif alan ve basınç ölçümüne imkan vermesidir. Pes planus tanısında kullanılmaktadır.³⁰

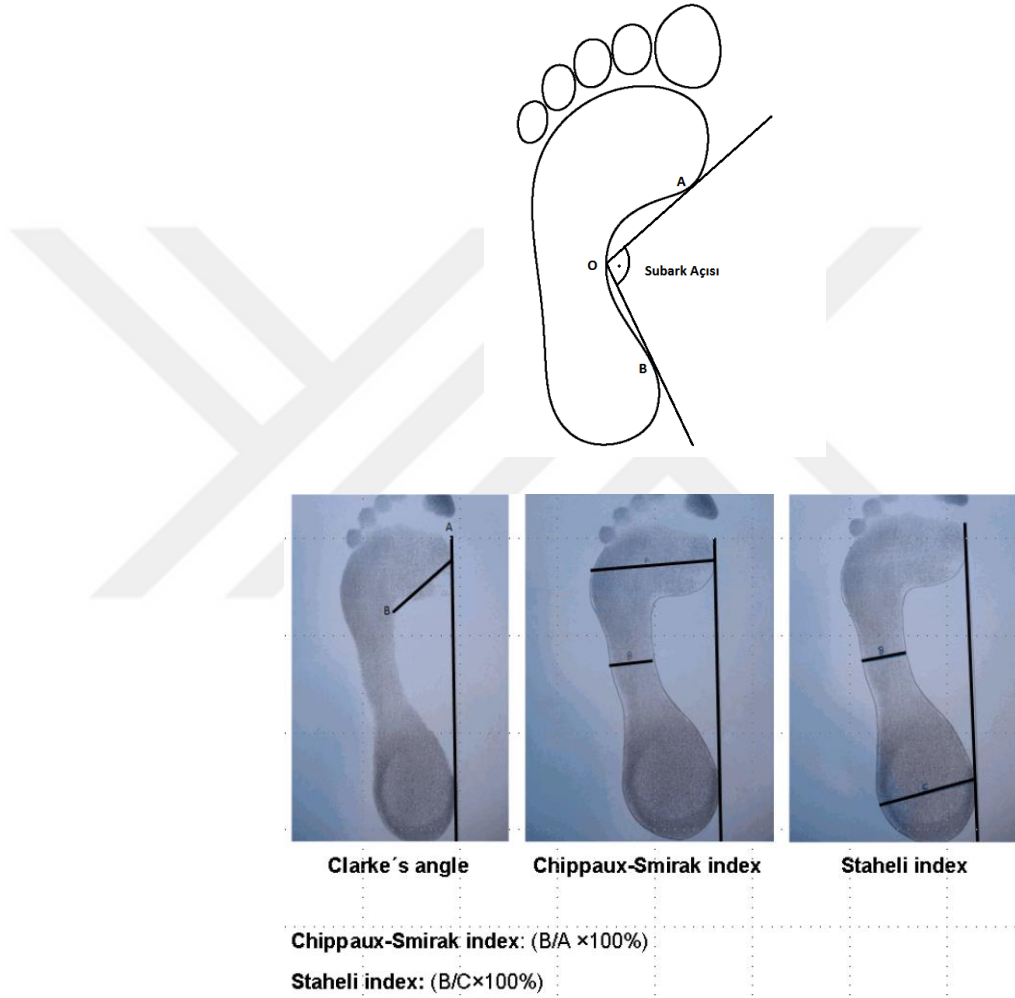
Elde edilen ayak izleri üzerinde Chippaux-Smirax ve Staheli indeksleri hesaplanır. Chipparux-Smirax indeksi ayak izinin en dar kısmının metatarsal alanın en geniş yerine oranıdır. 0,45 ve üzerinde pes planus tanısı konulurken 0,44-0,29 arası düşük longitudinal ark lehine yorumlanır. Staheli indeksinde ise ayak izinin en dar kısmının topuğun en geniş kısmına oranıdır. 0,6 ve üzeri değerler düşük medial longitudinal arkı gösterir.¹ Staheli indeksinin tanıda radyolojik ölçümler kadar etkin olduğu bildirilmiştir.³¹ (Şekil-3)

Clarke açısı ayak izi üzerinde ölçülür. Ayak medialini teğet geçen çizgi ile 1. metatars başından MLA konkavitesinin tepe noktasına çizilen çizgi arasındaki açıdır. Açının azalması pes planus lehinedir. Tanıda diğer indeksler kadar etkin olduğu ileri sürülmüştür.³² (Şekil-3)

Subark açısının da MLA yüksekliğini belirlemede faydalı olduğu öne sürülmüştür. Ayak izi üzerinden yapılan bu ölçümde, MLA konkavitesinin en lateralde kalan noktasından topuk ve metatarsal kenara teğet iki çizgi çizilir. Bu çizgiler arasında kalan açı Subark açısı olarak adlandırılır. Açının artması pes planus lehinedir.³³ (Şekil-3)

Ayak izi temelli değerlendirmelerin, medial longitudinal arktaki kemik ve ligamentöz yapı anormalliğini her hastada aynı doğrulukta yansıtmadığı gösterilmiştir. Direk grafi baz alındığında ayak izi ölçümlerinde özellikle obez

kişilerde plantar yağ dokusunun artışı nedeniyle pes planus tanısında yalancı pozitiflik yüksektir.^{34,35}



Şekil-3: Ayak izi ölçüm metodları

2.2.5.2. Hareket Analiz Sistemleri

Görüntülü 3 boyutlu hareket analiz sistemleri son yıllarda biyometrik ölçümlerde kullanılmaya başlamıştır. Bu sistemler medial longitudinal arkın dinamik düzeyde değerlendirilmesinde faydalı olmaktadır. Referans kemik

noktalara yerleştirilen yansıtıcı işaretçiler özel kameralarla izlenerek, hareket sırasında ark yüksekliğinin değişimi saptanabilmektedir.³⁶

2.2.5.3. Ark Yüksekliği İndeksleri



Şekil-4: Ark yükseklik indeksi

Ayak izi ölçüm yöntemlerinin plantar yağ dokusu miktarından etkilenebileceği fikri nedeniyle daha güvenilir ve radyogramlarla uyumlu olabilecek değerlendirme yöntemleri araştırılmıştır. Kemik ark incelendiğinde, tepe noktasını os navikülaenin oluşturduğu görülmüştür. Bu nedenle tuberkulum os navikülaenin palpasyon ile belirlenip yüksekliğinin ölçümü ve ayak uzunluğuna oranlanmasına dayanan metodlar geliştirilmiştir.³⁷ Geçerlilik ve güvenilirlik çalışmalarındaki farklı sonuçların muhtemel nedenleri bazı hastalarda tuberkulum os navikülaenin lokalizasyonunun zor olması, değerlerin ölçüm yapan kişinin tecrübesine bağlı değişebileceğidir.³⁸

Bu nedenle ayak dorsum yüksekliğinin ölçülmesi ve kırpılmış ayak uzunluğuna bölünmesi ile elde edilen “ark yükseklik indeksi” ortaya atılmıştır. Bu ölçümde ayak zemine temas ederken topuğun en arka hizası ile en uzun parmağın ucu arasındaki mesafe ölçülür. Bu mesafenin orta noktasından ayak sırtına olan

yükseklik, ark yüksekliği olarak kaydedilir. Topuğun en arka hizasından 1. metatarsofalangeal eklemın medialdeki en çıkıntılı noktasına kadar olan mesafe ise “kırpılmış (parmakları içermeyen) ayak uzunluğu” olarak kabul edilir. Bu iki değerin oranlanması ile “ark yükseklik indeksi” elde edilir. Artan değeri yüksek ark, azalan değeri düşük arkı temsil eder. Farklı sonuçlar bildirilse de genellikle 0,34 altındaki değeri düşük medial arkı göstermektedir.^{38,39} (Şekil-4)

Ark yükseklik indeksi otururken, ayrıca ayakta duruş pozisyonunda vücut ağırlığının %10, %50 ve %90’ı ile ayağa yük verilirken ölçülmüş, medial longitudinal arkın mobilitesi değerlendirilmiştir.^{40,41} Ayağa binen yük miktarı arttıkça ark yükseklik indeksinin anlamlı olarak azaldığı bilinmektedir.⁴² Geçerlilik ve güvenilirliği gösterilen bu yöntemlerde vücut ağırlığının %50’si (her iki ayak üzerinde sakin duruş) ile yapılan ölçümlerin göreceli olarak daha tutarlı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.^{38,41,43}

2.2.6. Tedavi

Tedavi yöntemleri altta yatan diğer hastalıklar, hastanın yaşı, semptomların süresi, şiddeti ve fonksiyonel duruma göre değişir. Öncelikle altta yatan diğer nörolojik hastalıklar araştırılmalı, varsa tedavi edilmelidir.¹

Üç yaşına kadar saptanan pes planus normaldir. Takip edilmeli, aşil gerginliği saptanırsa germe egzersizleri verilmelidir. Konservatif tedavide invertör ve plantar fleksörleri güçlendirmek, dorsifleksör ve evertörleri germek ve gevşetmek, aşil tendon gerginliğini azaltmak amaçlanır. Beraberinde topuktaki valgus ve inversiyonu düzeltici ortezeleme veya ayakkabı kullanımı önerilir. İlerleyen yaşlarda MLA destekleri önerilir. Erişkin pes planuslu hastalarda ayak

ayak bileği ağrısının tedavisinde ark destekli tabanlıkların olumlu etkisi bilinmektedir.⁹ Çocukluk döneminde hızlı ilerleyen pes planus saptanırsa UCBL (Kaliforniya Üniversitesi Biyomekanik Laboratuvarı) ortezi kullanımının deformitenin düzelmesinde faydalı olduğu gösterilmiştir. İlerleyen dönemde ortez kullanımının deformite üzerine olumlu etkisinin olmadığını savunan görüşler de vardır. Benzer şekilde fleksibl pes planuslu çocuklarda ayakkabısız dolaşma ve yumuşak tabanlı ayakkabı kullanımı da tercih edilebilmektedir.¹

İleri derecede deformite varlığı, yürüme problemleri ve ayakkabı kullanım zorluğunda konservatif tedaviye yetersiz cevap varsa cerrahi tedaviye başvurulabilir. 10 yaşın altında cerrahi girişim tercih edilmez. Cerrahi tedavide yumuşak dokuya yönelik girişimler, tarsal eklemlerin artrodezi ve füzyonu, kalkaneus ve diğer tarsal kemiklerin osteotomisi ile bunların kombinasyonları uygulanmaktadır.¹ Travmatik vakalarda ligament ve tendon tamirleri yapılmaktadır. Seçilmiş vakalarda arkı destekleyici tendon transferleri de önerilmektedir.²² Tibiotalar ekleminde ilerlemiş osteoartrit varlığında eklem replasmanı düşünülebilir.⁴⁴

2.3. Denge, Postür ve Stabilité

Vücudun dik konumda dengede kalması ağırlık merkezi, yerçekimi hattı ve destek yüzeyi arasındaki ilişkiye bağlıdır. Ağırlık merkezi, bir cismi oluşturan parçacıklara etki eden yerçekimi kuvvetlerinin bileşkesinin uygulama noktasıdır. İnsanın ağırlık merkezinin, hareket ve pozisyona göre yer değiştirmekle birlikte, dik konumdayken sakral 2. vertebranın anteriorunda olduğu bildirilmiştir.

Yerçekimi hattı ise ağırlık merkezinden geçen ve yer küre merkezine uzanan çizgidir. Bu çizgi kalça ekleminin medialinden diz ekleminin üzerinden, ayak bileğinin anteriorundan geçer. Destek yüzeyi ise yerle temas eden noktalar ve bu noktaların arasında kalan alandır. İki ayak üzerinde duran insanda her iki ayağın lateral kenarı arasındaki alandır. Tek ayak üzerinde duruşta destek yüzeyi ayağın yerle temas alanıdır.⁴⁵

Denge, vücudu etkileyen karşıt kuvvetlerin düzen içinde olduğu durumdur. Vücut kısımlarının yerçekimi hattına göre pozisyon ve düzeni postür olarak isimlendirilir. Yerçekimi hattı destek yüzeyi içinden geçiyorsa dengeli duruş gerçekleşir. Dengeli duruşu devam ettirebilme yeteneği stabilite olarak adlandırılır.⁴⁶

Stabilitenin derecesi ağırlık merkezinin yere mesafesi, destek yüzeyinin genişliği ve yerçekimi çizgisinin destek yüzeyinin neresinden geçtiğine bağlı olarak değişir.⁴⁵ Ağırlık merkezinin yere uzak olması ve destek yüzeyinin darlığı nedeniyle oldukça instabil olan insan vücudunda, stabilite için yerçekimi çizgisinin destek yüzeyinin merkezine yakın yerleşimi önem kazanır. Bunu sağlamak için vücut parçalarının doğru postürde durması gerekmektedir. Doğru postür eklem, kas ve ligamentlerin işlevi, yeterli duyusal geribildirim, etkin nöromusküler kontrol ve postüral refleksler ile sağlanır.⁴⁷

Duyusal geribildirim mekanizması 3 komponentten oluşur. Görsel bilgiler hareketi planlama ve engellerden sakınmayı sağlar. Vestibuler sistem baş ve vücudun çizgisel ve açısal hızlanmasını algılar. Somatosensöriyel sistem ise

ekstremitte pozisyon ve hareketi duyusu ile yer ve cisimlerle temas bilgisini aktarır. Bu sistemlerden biri zayıfladığında diğerleri ile kompanse edilir.⁴⁷

Yerçekimi çizgisi destek yüzeyinin dışına çıkarsa denge bozulur. Dengenin tekrar düzenlenmesi için farklı stratejiler devreye girer. Dengenin bozulma yönüne adım atma ve üst ekstremitte ile tutunma destek yüzeyini büyütür ve düşmeyi engeller. Diğer bir strateji ise ayak bileği ve kalça eklemi çevresinde moment uygulayarak ağırlık merkezinin yer değiştirmesidir. Bu sayede destek yüzeyi değişmeksizin yerçekimi çizgisine bileşke kuvvet uygulanarak yer çekimi merkezi değiştirilir.⁴⁸ Bu stratejiler merkezi sinir sistemine gelen çok sayıda verinin işlenmesi ile ortaya çıkan postüral cevaplara dayanır, egzersiz ve eğitimle iyileştirilebilir.⁴⁹

2.4. Dengenin Değerlendirilmesi

Denge birçok faktörden etkilenir. Bu nedenle denge tam anlamıyla değerlendirilmesi zordur.⁴⁹ Denge değerlendirmesinde 2 ana komponent incelenir. Ayakta hareketsiz durma sırasında statik denge; yürüme koşma ve merdiven çıkma gibi durumlarda dinamik denge komponenti önem kazanır. Denge ve postürün değerlendirilmesinde klinik ve bilgisayarlı yöntemler kullanılmaktadır.⁵⁰

Klinik yöntemler içinde tek ayak üzerinde durma süresi ve Romberg testi statik denge hakkında bilgiler verir. Performansa dayalı değerlendirme yöntemleri ise aktiviteye spesifik denge güvenlik ölçeği, modifiye hızlı mobilite-denge-korku değerlendirme anketi, Berg denge ölçeği, Tinetti denge ve yürüme testi, balans hata skorum sistemi, zamanlı kalkma yürüme testi, fonksiyonel uzanma testi ve çok yöne erişme testleridir.⁵¹

Bilgisayarlı yöntemlere örnek olarak kuvvet platformları, postürografi sistemleri ve Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000 (Med-Fit Systems Inc. Fallbrook, CA, USA) sayılabilir.⁵²⁻⁵⁵

2.4.1. Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT)

Fonksiyonel uzanma testi ayakta durma pozisyonunda stabilitenin sınırlarını tespit etmede kullanılır. Denge bozukluklarının belirlenmesinde, denge değişimini tespit etmede faydalıdır. Bu testte ayakta duruş pozisyonunda, bireyin destek yüzeyi üzerinde stabilitesini koruyarak horizontal planda öne ve yanlara doğru uzanabildiği maksimum mesafe ölçülmektedir. Testin geçerliliği, tekrarlanabilirliği, gözlemciler arası güvenilirliği gösterilmiştir.⁵⁶ Fonksiyonel uzanma testi sonucunun boy uzunluğu ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle uzanma mesafesinin boy uzunluğuna bölünerek normalize edilmesi de önerilmiştir.^{57, 58}

Öne uzanma testinde kişiden, ayakları yerde sabit bir pozisyondayken, kolunu omuz ekleminde 90 derece fleksiyona gelecek şekilde kaldırıp, duvara temas etmeden, adım atmadan ve dengesini kaybetmeden uzanabileceği en uzak mesafeye uzanması istenir. Başlangıç noktasına göre erişilen mesafe ölçülür. Ölçüm 3 kez tekrarlanıp en iyi sonuç dikkate alınır. 15 cm ve altındaki değerler düşme riskinin önemli ölçüde arttığını göstermektedir.^{56, 59}

Sağa ve sola uzanma testlerinde kişiden, ayakları yerde sabit bir pozisyondayken, sağ veya sol kolu 90 derece abduksiyona gelecek şekilde kaldırıp, duvara temas etmeden, adım atmadan ve dengesini kaybetmeden uzanabileceği en uzak mesafeye uzanması istenir. Başlangıç noktasına göre

erişilen mesafe ölçülür. Ölçüm 3 kez tekrarlanıp en iyi sonuç dikkate alınır.⁶⁰ Aynı ölçüm sağ ve sol skapular planda (sagittal plana 45 derece açıda) ve arkaya uzanma şeklinde de yapılmaktadır.^{57, 58, 61}

2.4.2. Kinestetik Beceri Eğitim Sistemi 3000

Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000 (KBES 3000) denge değerlendirilmesi ve rehabilitasyonu için kullanılmaktadır. Hem statik, hem de dinamik denge değerlendirilebilmektedir. KBES 3000, merkez noktasından bir pivotla desteklenmiş hareketli bir platform ile platformun önünde bulunan ve platformun referans noktasına göre eğimini bilgisayara ileten bir algılayıcı ve monitörden meydana gelmektedir. Platformun stabilitesi, platform ile ünitenin tabanı arasında bulunan pnömotik yastık içindeki basıncın değiştirilmesi ile istenilen düzeye ayarlanabilmektedir. Pnömotik yastık basıncı pound/inç kare şeklinde ifade edilir. Üretici tarafından düzenlenen kullanma yönergesinde ilk ölçümlerde yastık basıncının, hasta profiline göre değişmekle birlikte, 6 ila 7 pound/inç kare olarak ayarlanması önerilmektedir.

Platformda sabit duran kişiler kendi vücut ağırlık merkezlerinin hareketi ile platformu testte istenilen şekilde hareket ettirmeye veya istenilen noktada stabil tutmaya çalışırlar. Bu esnada göz hizasında yer alan bilgisayar monitöründen hareketlere ilişkin görsel geribildirim izlenebilir. Platformun önünde, bilgisayar ile bağlantılı olan eğim algılayıcısı, test süresi boyunca platformun referans pozisyonundan sapması hakkında saniyede 18,2 kez kayıt alır. Platformun merkezinden referans pozisyonuna olan uzaklık her kayıtlamada ölçülür. Bu uzaklıkların toplamı denge indeksini verir.

Statik ve dinamik incelemelerde referans noktası değişmektedir. Statik incelemede hastanın monitördeki X işaretini (vücut ağırlık merkezi) ekranın tam ortasında tutması istenir. Dinamik testte ise kişinin ekranda daire çizen hareketli bir nokta ile birlikte hareket etmesi istenir. Kişinin vücut ağırlık merkezini kontrollü olarak öne, arkaya, sağ ve sola kaydırarak tam bir daire çizebilmesi gerekmektedir. Denge indeksinin düşük olması kişinin denge fonksiyonunun iyi olduğunu gösterir.⁵⁵ Sağlıklı gönüllüler üzerinde yapılan bir çalışmada statik denge indeksi skorunun diğer klinik denge testleri ile korele olduğu gösterilmiştir.⁶²

2.5. Ayak ve Denge

Plantar cilt, ayak arklarını oluşturan ligamentler, eklem kapsülleri ile intrinsek ve ekstrinsek ayak kas-tendonlarında yer alan mekanoreseptörlerden gelen duyuşal girdiler ayakta duruş ve yürüyüş dengesi ile yakından ilişkilidir.⁶³ Ayak bileğinden gelen proprioseptif bilgiler postür ve dengenin korunmasında gereklidir.⁴⁶ Ayrıca plantar kutanöz mekanoreseptörler destek yüzeyinin sınırları, plantar basınç dağılımı, yerçekimi merkezinin konum ve hareketinin algılanmasını sağlar. Plantar basınç duyusunu bozan nöropatik durumlarda denge olumsuz etkilenmektedir.⁶⁴⁻⁶⁶

Ön ve orta ayak yapılarının normal postür, fonksiyon ve fleksibiliteye sahip olması dengede önemlidir. Sadece ön ayak postürünün değiştirilmesinin vücut postürü ve dengesinde değişikliklere yol açtığı gösterilmiştir.⁶³ Ayak parmak fleksör kas kuvveti ve ayak parmak deformitelerinin yaşlı popülasyonda denge ile yakın ilişkisi öne sürülmüştür.⁶⁷ Bunun yanında tek ayak üzerinde duruş

gibi zorlayıcı postürlerde ayak tabanındaki intrensek kasların aktivitesinde anlamlı artış olmaktadır.⁶⁸

İyi bir postürün sağlanmasında ayak arkalarının yeterliliği vurgulanmaktadır.⁴⁶ Ayak rijit bir destek yüzeyi olmaktan çok zemine uyum sağlayan dinamik fonksiyona sahiptir. Pes planus ve pes cavus gibi hipermobil veya hipomobil medial arkı olanlarda, normal ayak yapısı olanlara göre, statik ve dinamik dengenin olumsuz etkilendiği gösterilmiştir.²⁻⁵ Artan ön ayak valgusunun postüral stabilitede azalmaya yol açtığı savunulmaktadır.⁶⁹ Düşük medial longitudinal arklı kişilerde anteroposterior yöndeki postüral sınıımın daha fazla olduğu bulunmuştur.⁶³

Pes planuslu hastalarda MLA destekli tabanlıkların ayakta duruş ve yürüyüş esnasında anatomik dizilim ve ayak-ayak bileği kinematiğinde değişiklikler yaptığı gösterilmiştir.^{9, 70, 71} Aynı zamanda ark destekli tabanlıkların ayak tabanı basınç dağılımını düzeltici etkisi ile ön ayak ve topuk bölgesindeki aşırı yüklenmeyi azalttığı bilinmektedir.^{71, 72}

Aksini gösteren çalışmalar olsa da^{9, 13, 14} medial ark destekli rijit tabanlıkların, vücut dengesi ve postüral kontrolde olumlu etkilere yol açtığı ile ilgili kanıtlar mevcuttur. Muhtemelen tabanlıklar, ayak-ayak bileği mekaniği ve ayak tabanı basınç dağılımındaki yaptığı değişiklikler ile eklem stabilitesini artırıp, proprioseptif girdileri güçlendirmektedir. Medial ark desteğinin denge üzerine etkisi bu mekanizmalar ile açıklanmaktadır.^{10, 12, 73}

Orta ve ileri yaştaki düşme ve düşme ile ilişkili yaralanma sıklığının kadın popülasyonunda daha fazla olduğu saptanmıştır.⁷⁴ Yaşlı popülasyonda

postüral instabilitenin düşme riskinde artış ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.^{6, 7} Perimenopozal dönemdeki hormonal değişimlerin kadınlarda postüral stabilitede azalmaya yol açabileceği öne sürülmüştür.^{8,93-95} İlerleyen yaş ile birlikte MLA yüksekliği, ayak bileği fleksibilitesi, parmak ve ayak bileği kas gücü ile plantar cilt duyarlılığı azalır; ayak deformite sıklığı artmaktadır.⁷⁵ Bu durumun mobilite ve denge parametreleri üzerinde olumsuz etkileri bildirilmiştir.^{67,76-79} Bunun yanında uygunsuz ayakkabı kullanımının düşme ve düşme ilişkili yaralanma riskini arttırdığı vurgulanmaktadır.⁸⁰

Mevcut bilgilerin ışığında, denge ve mobilizasyon parametrelerinin değişmeye başladığı perimenopozal dönemde, MLA yapısının postüral stabilitedeki rolü önem kazanmaktadır. Medial ark destekli tabanlıkların denge ve postür üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaların sonuçları birbiri ile çelişmektedir. Bu çelişki, çalışmalara dâhil edilen katılımcıların MLA yapısı çeşitliliğinden kaynaklanıyor olabilir. Düşük arklı hastalarda dengeye olumlu etkilerinin gösterilmesi, medial ark destekli tabanlıkların, deformite ve ağrının yanı sıra yeni bir kullanım endikasyonunu doğurabilir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada Ocak 2016 ile Haziran 2016 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine ayaktan başvuran ve rutin muayenede pes planus şüphesi olan perimenopozal dönemdeki kadın hastalar “ark yükseklik indeksi” yöntemi ile değerlendirildi. Düşük ve normal ark grubu arasında statik denge indeksinde 55 ± 102 birim fark saptayabilmek için %80 güç ve %5 yanlışma payı ile her iki

gruba 30 katılımcı alınmasına karar verildi.⁸ Ark yükseklik indeksine göre düşük MLA yapısı saptanan ve çalışma kriterlerini karşılayan 30 hasta ile normal longitudinal arkı olan 30 kadın sağlıklı gönüllü çalışmaya dâhil edildi. Çalışma öncesi, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Etik Kurul onayı alındı. Hastalara ve sağlıklı gönüllülere çalışmanın amacı ve kapsamı hakkında ön bilgi verildikten sonra çalışmaya katılmayı kabul eden 30 düşük medial longitudinal arklı hastaya ve 30 sağlıklı gönüllüye “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” esas alınarak çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgiler verildi ve imzaları alındı. Araştırma süresince Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi ve İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu kurallarına uyuldu.

3.1. Olgular

Katılımcıların çalışmaya alınma kriterleri Tablo-3’te, çalışmadan dışlanma kriterleri ise Tablo-4’te gösterilmiştir.

Tablo-3: Araştırmaya dâhil olma kriterleri

- 35-65 yaş aralığında olmak
- Kadın olmak
- Sert zeminde sağ ve sol ayak ile en az 15 saniye tek ayak üzerinde durabiliyor olmak
- Çalışmaya katılmayı kabul etmek

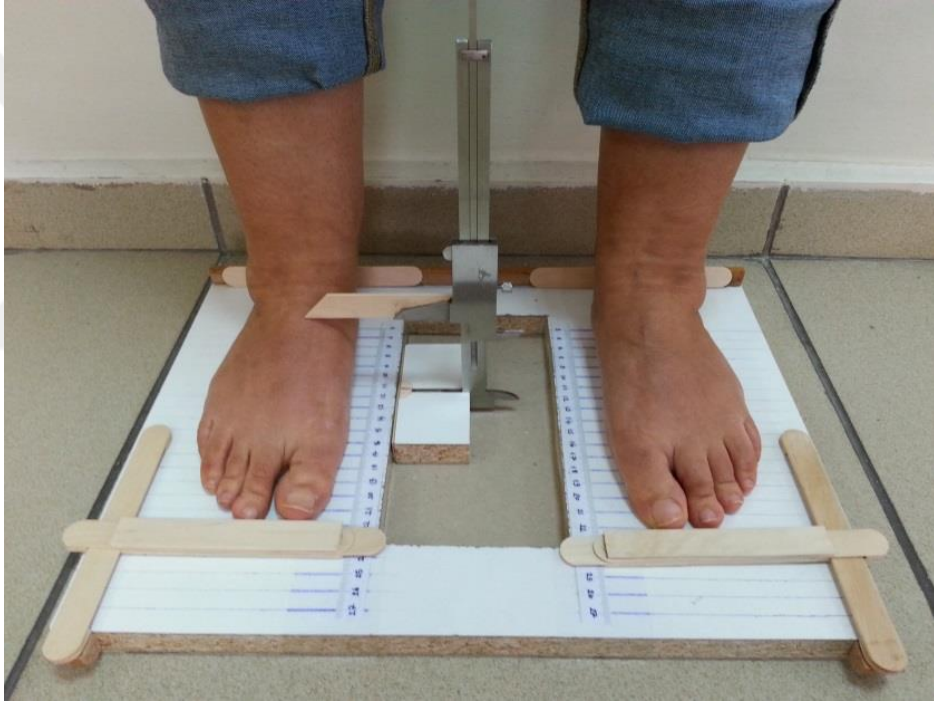
Tablo-4: Araştırmadan dışlanma kriterleri

-
- 35 yaşın altında, 65 yaşın üstünde olmak
 - Bel ve alt ekstremitelerde eklem hareketleride kısıtlılık ve ağrı varlığı
 - Omurga ve alt ekstremitelerle ilgili kırık ve geçirilmiş cerrahi öyküsü
 - Bilinen alt ekstremitelerle ilgili radikülopati, pleksus bozukluğu, periferik nöropati varlığı
 - Bilinen santral sinir sistemini etkileyen (Parkinson hastalığı, inme, ataksi, demans vb.) hastalık varlığı
 - Bilinen vestibuler sistemi etkileyen hastalıkların (vertigo vb.) varlığı
 - Denge testlerinin yapılmasını engelleyecek bilişsel bozukluk veya görme bozukluğu varlığı
-

3.2. Değerlendirme

Çalışma kriterlerini karşılayan ve pes planus şüphesi olan hastaların ark yükseklik indeksleri belirlendi. Bunun için Şekil-5'teki düzenek kullanıldı. Hastalar vücut ağırlığını her iki ayak üzerinde mümkün oldukça eşit verecek şekilde sakın dururken ölçümler yapıldı. Öncelikle topuğun en arka noktası ile ayak parmaklarının en öndeki ucu arasındaki uzaklık olan “ayak uzunluğu” ölçüldü. Daha sonra topuğun en arka noktasından itibaren 1. metatarsofalangeal

eklem çıkıntısı esas alınarak “kırpılmış ayak uzunluğu” ölçüldü. Ayak uzunluğunun %50’si hizasında, zeminden ayak dorsumuna kadar olan dik mesafe ise “ark yüksekliği” olarak kabul edildi. Ark yüksekliği, kırpılmış ayak uzunluğuna oranlanarak “ark yükseklik indeksi” hesaplandı. Ark yükseklik indeksi 0,34’ün altında kalan 30 hasta, düşük MLA grubunda çalışmaya dâhil edildi.³⁸



Şekil-5: Ark yükseklik indeksi ölçüm metodu

Çalışma kriterlerini karşılayan sağlıklı gönüllülerden ark yükseklik indeksi 0,34’ün üzerinde olan 30 kişi ise kontrol grubuna alındı.

Katılımcıların adı, soyadı, yaşı, mesleği, boy, kilo, vücut kitle indeksi, telefon numarası, dosya numarası, sistemik hastalıkları, dominant alt ekstremitesi

kaydedildi. Dominant alt ekstremiteler belirlenirken hastalardan yerde duran bir topa tekme atmaları istendi. Tercih ettikleri taraf, dominant alt ekstremiteler olarak kabul edildi.⁸¹

Katılımcıların lökomotor sistem muayenesi yapıldı. Omurga, kalça, diz ve ayak bileği eklemlerinde ağrılı hareket kısıtlılığı, alt ekstremitelerde duyu-motor defisiti varlığı durumunda katılımcı çalışmadan çıkarıldı. Muayenede eşlik eden diğer minör ayak deformiteleri de not edildi. Ayak  zerine basarken birinci metatarsofalangeal eklem açısı ayak dorsalinden goniometre ile ölçüldü, 20 derece ve üzerindeki değerler halluks valgus deformitesi olarak kabul edildi.  eki  parmak, parmaklarda pençeleşme vb. varlığı ise inspeksiyonla kontrol edildi. Düşük MLA saptanan hastalarda ark fleksibilitesini değerlendirmek için Jack testi yapıldı. Bipedal parmak ucunda duruş testi ile tibialis posterior kasının fonksiyonu gözlemlendi.

Katılımcıların denge fonksiyonunu incelemek için statik denge indeksi (SD )  l  m  ve fonksiyonel uzanma testi (FUT) uygulandı.

SD   l  m , KBE 3000 cihazı platformu üzerinde gözler açık ve arayüz ekranındaki X işaretine bakarken, kollar göğüs üzerinde çaprazlanmış şekilde çıplak ayakla tek ayak üzerinde dururken yapıldı. (şekil-6) Platform stabilitesi tüm katılımcılarda pound/in  kare değer 7 olacak şekilde ayarlandı. Ölçümlerde güvenliği sağlamak için muhtemel denge kaybı anında düşmeye engel olabilecek şekilde katılımcının arkasında duruldu.  l  m yapılan ayak, uzun eksen platformun y eksenine gelecek ve arka orta noktası platformun merkezinde olacak şekilde konumlandırıldı. Katılımcılardan diğer alt ekstremitelerini,

platforma ve ölçüm yapılan bacağa temas etmeyecek şekilde, dizi fleksiyona getirerek tutmaları istendi. Başlangıçta teste alışma amaçlı 15 saniyelik deneme seansı yapıldı. Ardından en az 3 dakikalık dinlenme araları ile 15 saniyelik 3 kayıt alındı. Kolların pozisyonunun bozulması, diğer alt ekstremitenin ya da ellerin platforma veya destek barlarına teması ve ölçüm yapılan ayağın yerinin değişmesi durumlarında ölçüm sonlandırıldı. Total SDİ puanı en düşük olan ölçüm, analizler için esas alındı. Total SDİ yanında anterior, posterior, sağ ve sol yöndeki SDİ değerleri de kaydedildi. Anterior ve posterior SDİ skorları aritmetik olarak toplanıp anteroposterior SDİ; sağ ve sol SDİ skorları aritmetik olarak toplanıp mediolateral SDİ skorları hesaplandı. Test prosedürü her iki ayak için aynı kurallara uyularak yapıldı.

Fonksiyonel uzanma testi çıplak ayakla, sert zemin üzerinde yapıldı. Teste topuklar arasında 10 cm, başparmaklar arasında 12 cm kalacak şekilde her iki ayak üzerinde sakın dururken başlandı. Daha sonra hastadan kolunu omuz ekleminde 90 derece elevasyona gelecek şekilde kaldırıp dengesini kaybetmeden, duvara temas etmeden, ayaklarını zeminden kaldırmadan ve adım atmadan uzanabileceği en uzak mesafeye uzanması istendi. Uzanma sırasında ayağın yer değiştirmesi veya herhangi bir kısmının yer ile temasının kesilmesi halinde deneme başarısız kabul edildi. 3 başarılı uzanma denemesi sonucunda ulaşılan en uzak mesafe analizler için esas alındı. Test öne, sağ ve sol yanlara doğru uygulandı.



Şekil-6: KBE 3000 ile statik denge indeksi ölçümü

Çalışmanın amacı gereği tabanlığın denge üzerine etkisini araştırmak için, statik denge indeksi ölçümü ve fonksiyonel uzanma testleri tüm katılımcılara hem tabanlı ile hem de tabanlısız yapıldı. Çalışmada Aurafix® marka hazır üretilmiş sert mantar tabanlıklar kullanıldı. (Şekil-7) Tabanlıkların medialinde ark boşluğunu dolduracak 15-18 mm'lik anatomik bir destek; ön kısmında ise metatarsal alanı destekleyen 3mm'lik bir kabartı mevcuttu. Katılımcının ayak ölçüsü dikkate alınarak 3 farklı boyuttaki tabanlıktan biri seçildi. Öğrenmenin sonuçları üzerindeki etkisini engellemek için hem hasta hem de kontrol grubundaki katılımcıların rastgele seçilen yarısına önce tabanlı ile diğer yarısına ise önce tabanlı kullanılmadan testler uygulandı.



Şekil-7: Çalışmamızda kullanılan ark destekli Aurafix® marka sert mantar tabanlı

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizlerde SPSS for Windows version 23.0 programı kullanıldı. Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma ve median [min-maks], niteliksel değişkenler ise sayı ve yüzde ile gösterildi. Niteliksel değişkenlerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanıldı. Sayısal değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı Shapiro Wilk's testi ile incelendi. Bağımsız gruplar arasında farkın değerlendirilmesinde parametrik test olarak Student-t testi, nonparametrik test olarak Mann Whitney-U testi kullanıldı. Bağımlı gruplar arasında fark olup olmadığı, parametrik değişkenlerde Eşleştirilmiş (bağımlı) örneklemelerde t testi, nonparametrik değişkenlerde Wilcoxon işaretli sıra testi ile değerlendirildi.

4. BULGULAR

Katılımcıların demografik özellikleri Tablo-5'te gösterilmektedir. Düşük ve normal ark grupları arasında yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi, alt ekstremitte dominansı, diğer ayak deformiteleri ve eşlik eden diğer hastalıklar açısından anlamlı fark yoktu. Her iki grupta da katılımcıların büyük kısmı sağ dominantı (Düşük ark grubunda %93, normal ark grubunda %100). Düşük ark grubundaki tüm katılımcılarda Jack testi ile fleksibl tipte ark çökmesi izlendi. Katılımcıların hiçbirinde bipedal duruş testinde tibialis posterior kası disfonksiyonu yoktu.

Tablo-5: Katılımcıların demografik özellikleri

	Düşük Ark Grubu(n=30)	Normal Ark Grubu(N=30)	P
Yaş(yıl)(ortalama±SS)	49±5,5	50,4±5,4	0,327
Boy(cm)(ortalama±SS)	158±5,7	159±7,2	0,781
Kilo(Kg)(ortalama±SS)	73±10,3	68,4±9,6	0,073
VKİ(ortalama±SS)	28,9±4	27,1±4,4	0,088
Dominant ekstremita(sağ/sol)	28/2	30/0	0,492
Diabetes Mellitus	3/30 (%10)	2/30 (%7)	0,500
Guatr	8/30 (%27)	8/30 (%27)	0,614
Halluks valgus	1/30 (%3)	1/30 (%3)	0,754
Diğer sistemik hastalıklar	16/30 (%53)	17/30 (%57)	0,500

VKİ: Vücut kitle indeksi

Ark yükseklik indeksi ortalaması düşük ark grubunda sağ ayak için 0,314 ± 0,016; sol ayak için 0,310 ± 0,017 idi. Normal ark grubunda ark yükseklik indeksi ise sağ ayak için 0,364 ± 0,02; sol ayak için 0,362 ± 0,017 olarak saptandı. Tüm katılımcılarda sağ ve sol ayak ark yükseklik indeksi arasında anlamlı fark saptanmadı. (Tablo-6)

Tabanlıksız yapılan ölçümlerde her iki grupta da sağ ve sol ayak SDİ-total skorları arasında anlamlı farklılık izlenmedi. (Tablo-7)

Tabanlıksız yapılan ölçümlerde elde edilen fonksiyonel uzanma mesafesi ve statik denge indeksi skorları Tablo-8’de gösterilmiştir. Sağ SDİ-total, sol SDİ total, sağ SDİ-ML, sol SDİ-ML ve sol SDİ-AP skorları, düşük ark grubunda normal ark grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p<0,05$). Ancak

fonksiyonel uzanma mesafeleri açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tabanlık kullanımının statik denge indeksi ve fonksiyonel uzanma mesafelerine etkisi Tablo-9 ve Tablo-10'da gösterilmektedir. Düşük ark grubunda tabanlık kullanımı ile sağ ve sol ayak SDI-total, SDI-ML ve SDI-AP skorlarında anlamlı azalma saptandı ($p<0,001$). Normal ark grubunda ise tabanlık kullanımı SDI skorları üzerinde anlamlı değişikliğe yol açmadı ($p>0,05$). Her iki grupta da tabanlık ile yapılan ölçümlerde FUT-sağ ve FUT-sol mesafeleri anlamlı olarak artarken; FUT-ön mesafeleri anlamlı olarak azaldı ($p<0,05$). Tabanlık kullanımı ile ortaya çıkan FUT mesafeleri mutlak değişim ve yüzde (%) değişim oranları gruplar arasında farklı değildi ($p>0,05$). (Şekil 8-12)

Tablo-6: Katılımcıların sağ ve sol ayak ark yükseklik indeksleri

	Sağ ayak Ark İndeksi	Sol ayak Ark İndeksi	p
Düşük Ark Grubu (n=30)	0,314±0,016	0,310±0,017	0,089
Yüksek Ark Grubu(n=30)	0,364±0,02	0,362±0,017	0,550
Tüm katılımcılar(n=60)	0,339±0,031	0,336±0,032	0,102

Tablo-7: Tabanlıksız ölçümlerde sağ ve sol ayak statik denge indeksi-total değerlerinin karşılaştırılması

	Sağ ayak SDİ-total ortanca(min-maks)	Sol ayak SDİ-total ortanca(min-maks)	p
Düşük Ark Grubu (n=30)	122(58-269)	162(79-386)	0,280
Yüksek Ark Grubu (n=30)	117(34-253)	169(55-309)	0,405

SDİ: Statik denge indeksi

Tablo-8: Tabanlıksız ölçülen statik denge indeksi ve fonksiyonel uzanma testi sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması

	Düşük Ark Grubu(n=30)	Normal Ark Grubu(N=30)	p
Sağ SDİ-total (ortalama±SS)	167,07±58,4	126,87±49,5	0,006
Sağ SDİ-AP (ortalama±SS)	154,37±59,3	127,1±58,9	0,080
Sağ SDİ-ML (ortalama±SS)	167,43±58,5	126,73±49,6	0,005
Sol SDİ-total (ortanca min-maks)	169(79-386)	117(55-309)	0,007
Sol SDİ-AP (ortanca min-maks)	162(79-386)	108,5(42-435)	0,017
Sol SDİ-ML (ortanca min-maks)	166(92-386)	117(55-483)	0,005
FUT-ön (cm) (ortalama±SS)	28,03±3,91	28,3±4,75	0,813
FUT-sağ (cm) (ortanca min-maks)	16(10-24)	16(10-22)	0,929
FUT-sol (cm) (ortalama±SS)	15,88±3,12	16,13±2,60	0,737

AP: Anteroposterior ML: Mediolateral SDİ: Statik denge indeksi
FUT: Fonksiyonel uzanma testi

Tablo-9: Düşük ark grubunda tabanlığın dengeye etkisi

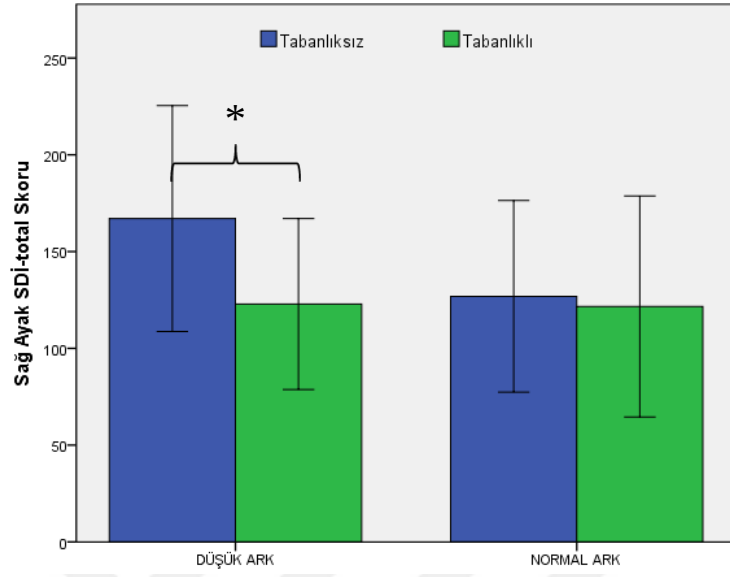
	Tabanlıksız	Tabanlıklı	p
Sağ SDİ-total (ortalama±SS)	167,07±58,36	122,9±44,17	<0,001
Sağ SDİ-AP (ortanca min-maks)	148(58-296)	121,5(4-212)	<0,001
Sağ SDİ-ML (ortanca min-maks)	162(58-296)	121(34-211)	<0,001
Sol SDİ-total (ortanca min-maks)	169(79-386)	107(46-277)	<0,001
Sol SDİ-AP (ortalama±SS)	154,36±59,34	122,2±46,25	<0,001
Sol SDİ-ML (ortalama±SS)	167,43±58,52	122,8±44,05	<0,001
FUT-ön (cm) (ortanca min-maks)	29 (18-34)	28(20-33)	0,018
FUT-sağ (cm) (ortalama±SS)	15,67±2,8	16,58±2,48	0,002
FUT-sol (cm) (ortalama±SS)	16,13±2,6	17,4±2,77	<0,001

SDİ: Statik denge indeksi FUT: Fonksiyonel uzanma testi AP: Anteroposterior
ML: Mediolateral

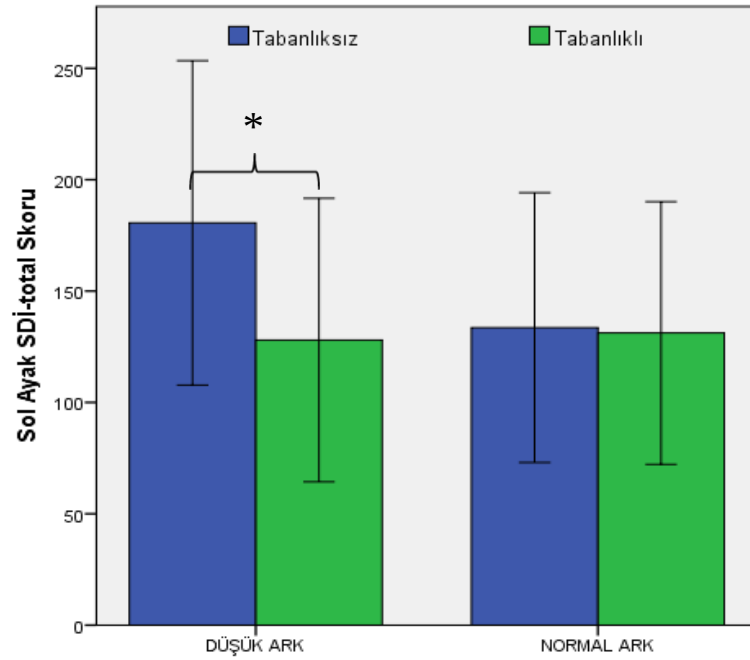
Tablo-10: Normal ark grubunda tabanlığın dengeye etkisi

	Tabanlıksız	Tabanlıklı	p
Sağ SDİ-total (ortalama±SS)	126,87±49,49	121,63±57,12	0,496
Sağ SDİ-AP (ortalama±SS)	127,13±58,89	121±57,37	0,523
Sağ SDİ-ML (ortalama±SS)	126±49,58	121±57,09	0,506
Sol SDİ-total (ortanca min-maks)	117(55-309)	121,5(40-227)	0,789
Sol SDİ-AP (ortanca min-maks)	108,5(42-435)	121,5(40-227)	0,959
Sol SDİ-ML (ortanca min-maks)	117(55-483)	118(23-227)	0,666
FUT-ön (cm) (ortalama±SS)	28,3±4,75	26,23±5,09	0,001
FUT-sağ (cm) (ortanca min-maks)	16(10-22)	17(12-22)	0,013
FUT-sol (cm) (ortalama±SS)	15,88±3,12	17,03±2,73	0,001

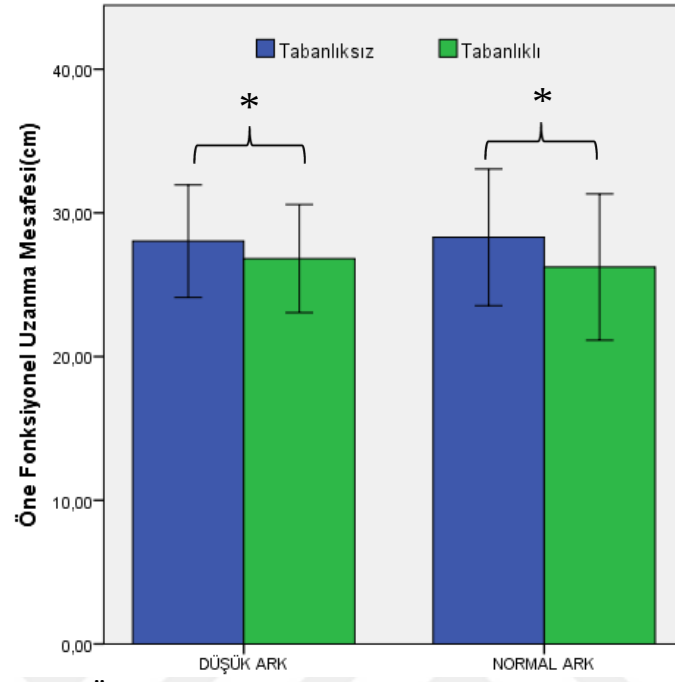
SDİ: Statik denge indeksi FUT: Fonksiyonel uzanma testi AP: Anteroposterior
ML: Mediolateral



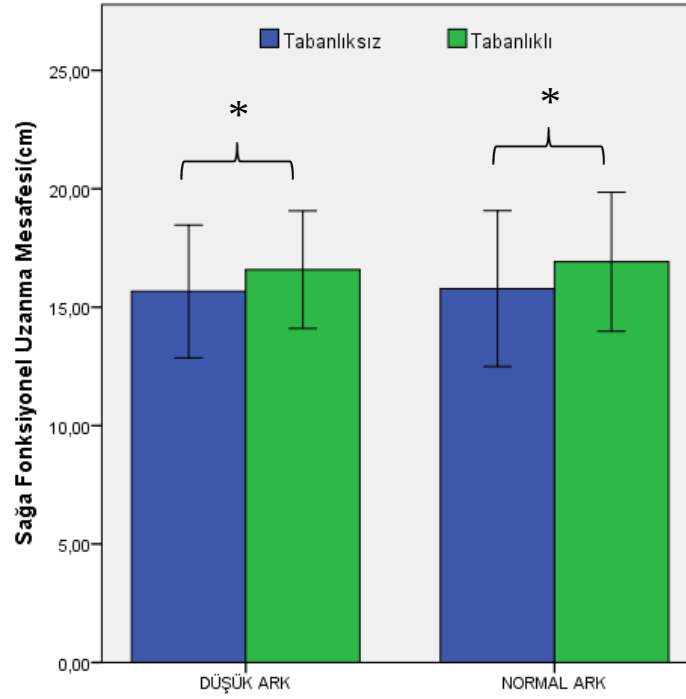
Şekil-8: Sağ ayak üzerinde duruş dengesine tabanlığın etkisi



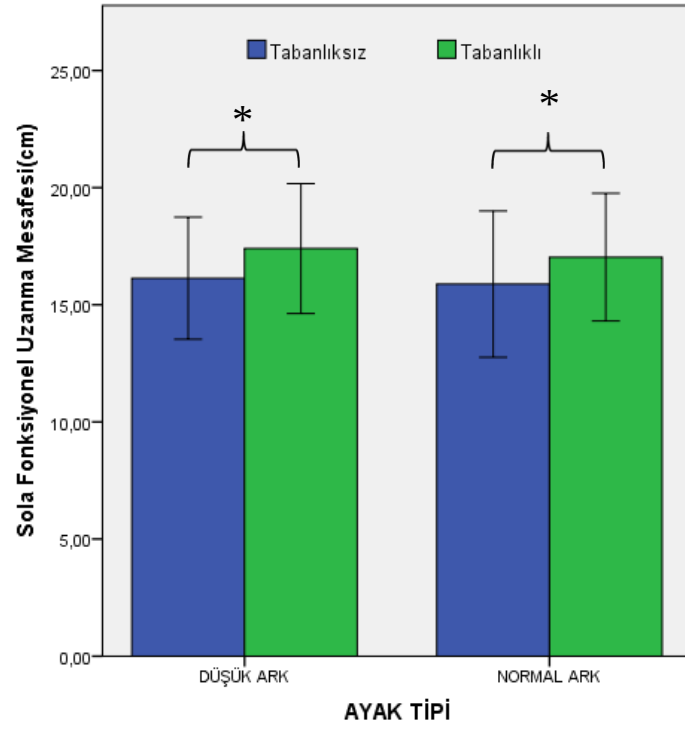
Şekil-9: Sol ayak üzerinde duruş dengesine tabanlığın etkisi



Şekil-10: Öne doğru fonksiyonel uzanma testine tabanlığın etkisi



Şekil-11: Sağa doğru fonksiyonel uzanma testine tabanlığın etkisi



Şekil-12:Sola doğru fonksiyonel uzanma testine tabanlığın etkisi

5. TARTIŞMA

Edinilmiş pes planus ve diğer ayak deformitelerinin yaşla birlikte daha sık görüldüğü bilinmektedir.⁷⁵ Ayak morfolojisi ve fonksiyonunun denge ve postüral stabilite ile ilişkisi gösterilmiştir. Ayak deformiteleri kötü postüral kontrole yol açabilmektedir.²⁻⁵ Düşme ve düşmeye bağlı yaralanmalar önemli bir halk sağlığı sorunudur. İlerleyen yaşla beraber denge ve postüral kontroldeki bozulma düşme riskini artırmaktadır.^{6, 7} Yaşlılarda düşme ve düşme ile ilgili yaralanma prevalansı kadın popülasyonda daha fazladır.⁷⁴ Perimenopozal dönemde yaşanan hormonal değişimler, denge ve postüral kontrol sorunları ile ilişkilendirilmiştir.⁸ Bu nedenle ark yüksekliği ve denge ilişkisini perimenopozal dönemdeki kadınlarda incelemeyi tercih ettik.

Perimenopozal dönemdeki kadınlarda MLA yüksekliğinin ve ark destekli tabanlıkların dengeye etkisini değerlendirdiğimiz bu çalışmada düşük ark yapısının statik denge indeksini olumsuz yönde etkilediği saptandı. Tabanlık kullanımında düşük arklı hastalarda statik denge indeksinde iyileşme izlenirken; normal ark yapılı katılımcılarda anlamlı değişiklik olmadı. Bununla birlikte fonksiyonel uzanma testlerinde ark yüksekliğine bağlı kalmaksızın tabanlık kullanımı ile mediolateral uzanma mesafesinde artış olduğu gözlemlendi.

Katılımcıların ark yükseklik indeksleri sağ ve sol ayak arasında karşılaştırıldığında asimetri izlenmedi. McPoil ve ark. yaptığı çalışmada 393 sağlıklı kadında yapılan ark yükseklik indeksi ölçümünde sağ ve sol ayak arasında anlamlı asimetri bildirmemiştir.³⁸ Wendi ve ark. ise 29 üniversiteli kadın öğrencide sağ ayak ark yükseklik indeksini sola göre anlamlı olarak yüksek

saptamıştır.⁴² Ancak bu çalışmada katılımcı sayısının az oluşu önemli bir eleştiri konusudur.

Çalışmaya katılan toplam 60 katılımcıdan 58'i sağ dominanttı. Tabanlıksız ölçülen sağ ve sol ayak SDİ-total skorları arasında farklılık yoktu. Alonso ve ark. 40 erişkin erkekte yaptıkları çalışmada, tek ayak üzerinde postüral stabiliteyi Biodex denge sistemi ile değerlendirmiş, dominant ve non dominant ekstremite arasında anlamlı farklılık saptamamışlardır.⁸² Hoffman ve arkadaşları da genç erişkinlerde benzer sonuçlara ulaşmıştır.⁸¹ Bu bilgiler ışığında ekstremite dominansının tek ayak üzerinde duruş dengesine etkisinin olmadığı söylenebilir.

Tabanlıksız ölçülen SDİ-total, SDİ-ML ve SDİ-AP skorları her iki ayak için düşük MLA grubunda, normal ark grubuna göre daha yüksek saptandı. Literatürde, düşük medial ark yapısı ve pes planusun kötü postüral kontrolle ilişkisini gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak kullanılan yöntemlerin farklılığı ve çalışma tasarımlarının heterojen olması nedeniyle bulgular perimenopozal dönemdeki kadınları yansıtmamaktadır. Saghazadeh ve ark. 3 boyutlu tarayıcılarla ark yükseklik indeksi ve ark rijidite indeksini belirlediği 65-85 yaş arası 140 kadında tek ayak üzerinde durma süresi, zamanlı kalkma yürüme testi ve kuvvet platformunda postüral salınımı incelemiştir. Sonuçta oturur konumda ölçülen ark yükseklik indeksinin tek ayak üzerinde duruş süresi ve postüral salınım mesafesi ile anlamlı korelasyon gösterdiğini saptamıştır.⁸³ Tsai ve ark.'nın 45 genç erişkinde yaptığı çalışmada “medial longitudinal ark açısı” ve “tibiokalkaneal açı” dikkate alınarak belirlenen pes planus, normal ve pes kavus olan kişilerde, yumuşak ve sert zeminde kuvvet platformu ile denge ölçümleri yapılmıştır. Pes

planus grubunda tek ayak üzerinde durma süresi anlamlı olarak daha kısa, anteroposterior yönde salınım miktarı ise daha fazla bulunmuştur.² Anzai ve ark. 65 yaş üstü 143 kişide yaptığı çalışmada stabilometri ile ayak basınç dağılımını değerlendirmiştir. Orta ayak basıncını tüm ayağın basıncına oranlamış, bu oranın 3 boyutlu tarayıcılarla elde edilen MLA yapısıyla korele olduğu bulunmuştur. Sonuçlara göre orta ayak basınç oranı arttıkça MLA yüksekliği azalmaktadır. Aynı zamanda çalışma popülasyonunda orta ayak basınç oranı artışı ile bipedal duruş sırasında ölçülen basınç merkezi sapma mesafesi arasında anlamlı korelasyon izlenmiştir. MLA yüksekliğinin azalması ile özellikle mediolateral yöndeki basınç merkezi sapma mesafesinin arttığı vurgulanmıştır.⁵

Bahsedilen sonuçların aksine, ayak ark anormalliğinin denge ve postüral kontrolle ilişkisi olmadığını öne süren çalışmalar da mevcuttur. Cote ve ark. naviküler çökme testi ile belirlenen prone, normal ve supine ayak postürlü genç erişkinlerde “Chattecx Denge Sistemi” kullanarak tek ayaküstünde duruş dengesini değerlendirmişlerdir. Sadece dominant ekstremitenin değerlendirildiği bu çalışmada denge parametrelerinde gruplar arasında anlamlı fark izlenmemiştir.⁸⁴ Abdulwahab ve ark. 41 genç erişkinde yaptıkları çalışmada, ayak postürünün denge ile ilişkisini incelemişlerdir. Ayak postür indeksi ile katılımcıların ark yapısı, Bilgisayarlı Dinamik Postürografi ile denge parametreleri değerlendirilmiştir. Düşük ark grubunda denge parametreleri daha kötü izlense de istatistiksel anlamlı fark gösterilememiştir.³

Çalışmamızda tabanlık kullanımı ile statik denge indeksi total, mediolateral ve anteroposterior skorları, düşük arklı hastalarda anlamlı düzelme

gösterirken, normal ark grubunda anlamlı değişim izlenmedi. MLA destekli tabanlıkların dengeye olumlu etkisi birkaç yolla açıklanabilir. Ayak eklem stabilitesini arttırarak pronasyona kaçışı azaltması ve ayak tabanındaki basınç dağılımını değiştirmesi gibi mekanik etkilerin yanı sıra; plantar ciltteki duyuşal reseptörlerden gelen uyarıları düzenlemesi, eklem pozisyon değişikliği ile proprioseptif farkındalık yaratması ve ayak ark desteğini sağlayan kasların tonusunu değiştirmesi gibi sensörimotor adaptasyon mekanizmaları bunlardan bazılarıdır. Akbari ve ark. ark yükseklik indeksine göre tespit edilen belirgin pes planuslu 20 genç kadında yaptıkları çalışmada, 2 eşit gruba ayırdıkları katılımcıların yarısı medial ark destekli sert, diğer yarısı medial ark destekli yumuşak tabanlıkları 14 gün boyunca kullanmıştır. Hem başlangıçta, hem de 14. günün sonunda tabanlıklılı ve tabanlıksız koşulda Biodex denge sistemi ile tek ayak üzerinde duruş dengesi ölçülmüştür. İki haftalık kullanım sonrası başlangıca göre her iki grupta da hem tabanlıksız hem de tabanlıklılı denge skorlarının anlamlı olarak iyileştiği izlenmiştir. Ancak başlangıçta, medial ark desteğinin denge üzerinde anlık etkisi saptanmamıştır.⁸⁵

Ayak orteşlerinin subtalar eklemi stabilize ederek ayak fleksibilitesini ve dolayısıyla postürsal salınımı azaltabileceği savunulmaktadır.¹⁰ Özellikle ayak ark ve topuk destekli tabanlıkların, fonksiyonel ayak bileği instabilitesi olan hastalarda postürsal salınıma ve stabilizeye katkı sağladığı gösterilmiştir. Hamlyn ve ark. tek taraflı kronik ayak bileği inversiyon yaralanması olan ve ayak bileği instabilitesi izlenen 40 genç erişkinde, ark ve topuk destekli tabanlıkların kuvvet platformu üzerinde ölçülen postürsal salınım alanına etkisini araştırmışlardır.

Hasarlı ekstremitede tek ayak üzerinde duruş sırasında postüral salınım miktarı sağlam tarafa göre anlamlı olarak fazla saptanmıştır. Tabanlık kullanımı ile instabilite olan taraftaki postüral salınım anlamlı olarak düzelmiş; üstüne üstlük bu olumlu etki 2 haftalık tabanlık kullanımını takiben daha da artmıştır.⁸⁶ Orteza ve ark. son 6 hafta içinde ayak bileği burkulması geçiren 9 hasta ve 15 sağlıklı gönüllüde hastaya özel üretilen subtalar eklemi destekleyici ortezlerin dengeye etkisini araştırmışlardır. Tek ayak üzerinde duruş sırasında yalnızca mediolateral doğrultudaki denge bozulmasını tespit eden dijital denge değerlendirme cihazı ile yaptıkları ölçümlerde, hastaların denge skorlarının kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha kötü olduğu; hasta grubunda subtalar eklem destekli tabanlık kullanımı ile dengenin anlamlı düzeyde iyileştiği raporlanmıştır.⁸⁷

Tabanlık kullanımıyla ayak eklemlerinin hareket paterni ve plantar basınç dağılımı değişmektedir. Delacroix ve ark. ayak bileğinde postüral valgus disfonksiyonu olan 26 katılımcıda, ayağı supinasyonda destekleyen tabanlık kullanımının yürüyüş kinematiğine etkisini incelemiştir. Bu çalışmaya göre tabanlık kullanımı sonucunda ayak bileği pronasyonunda ve supinasyon momentinde azalma, ayak tabanındaki basınç merkezinde ise laterale kayma izlenmiştir.⁷⁰ Aminian ve ark. fleksibl pes planuslu 12 genç erişkinde medial ark destekli hazır tabanlıkların ayak tabanı basınç ve kuvvet dağılımına etkisini araştırmışlardır. Ayakkabı içine giyilebilen Pedar-X basınç ölçüm cihazı ile yürüyüş sırasında ayak basınç dağılımı hakkında bilgiler toplanmıştır. Tabanlık varlığında basınç ve kuvvet değerlerinin özellikle 2-3. metatars başı ve topuk alanında azaldığı, orta ayak bölgesinde ise arttığı gösterilmiştir.⁷² Tang ve ark. da

20 semptomatik pes planuslu genç erişkinde yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır.⁷¹

Plantar duyuyu etkileyen tabanlıkların dengeyle ilişkisi tartışmalıdır. Wilson ve ark. sağlıklı orta yaş kadınlarda plantar sensöriyel modifikasyonun dengeye etkisini araştırmışlardır. Katılımcılardan standart yürüyüş ayakkabılarına monte edilmiş, medial ark takviyesi olmayan, yüzeyi farklı dokuda (gamzeli, ızgara vb.) üretilmiş tabanlıkları 4 hafta boyunca kullanmaları istenmiş; başlangıçta ve 4. hafta sonunda postüral salınım ve ayak destek yüzeyi ölçülmüştür. Özel dokulu tabanlıkların 4 haftalık kullanımı ile denge parametrelerinde anlamlı fark saptanmamıştır. Postüral salınım ve destek yüzey alanını etkileyebilecek ayak morfoloji farklılıklarının dikkate alınmaması, çalışmanın zayıf yönüdür.⁸⁸ Steinberg ve ark. 44 genç bale dansçısı üzerinde yaptıkları çalışmada ark desteksiz ve özel dokulu (tüm yüzeyde küçük kabartılar barındıran) tabanlıkların ayak bileği propriosepsiyonu üzerinde etkisini araştırmışlardır. Bunun için ayak bileğine farklı açıda pasif inversiyon ve eversiyon pozisyonu veren AMEDA isimli cihaz kullanılmıştır. Gözler kapalı ayakta duruş sırasında, cihaz ayak bileğine çeşitli pozisyonlar verirken, katılımcılardan ayak pozisyonu ile ilgili sözel yanıtlar alınmıştır. Tabanlıklılı ve tabanlıksız koşullarda yapılan testler sonucunda tabanlık varlığının proprioseptif algıda anlamlı değişiklikle sonuçlanmadığı görülmüştür. Katılımcıların yaptıkları işten dolayı normal kişilere göre daha iyi proprioseptif düzeye sahip olduğu ve bu nedenle tabanlık etkisinin gözlenemeyebileceği savunulmuştur.⁸⁹ Perry ve ark. plantar dokunma ve basınç hissi bozulmuş 65 yaş üzeri 40 erişkinde denge-uyarıcı

tabanlığın etkisini araştırmışlardır. Bunun için geleneksel özelliksiz tabanlık ve orta-arka ayağı uyarması için çepeçevre 3 mm'lik kabartı eklenen özel tabanlıklar kullanılmıştır. Katılımcılardan, düzgün olmayan zemini taklit edecek şekilde tasarlanan platform üzerinde yürürken, pedobarografik yöntemlerle stabilite verileri toplanmıştır. Sonuçta uyarıcı kabartı eklenen tabanlığın geleneksel özelliksiz tabanlığa göre denge üzerinde olumlu etkisi olduğu ve bu etkinin 12 haftalık alışma periyodu ile değişmediği savunulmuştur.¹¹ Priplata ve ark. 15 sağlıklı genç erişkin (ortalama yaş 23) ve 12 yaşlı bireyde (ortalama yaş 73) 1. metatars başı, 5. Metatars başı ve topuk kısmında titreşim üreten bölgeler olan silikon tabanlıkların vücut salınımına etkisini incelemişlerdir. Plasebo etkisini dışlamak için minimum hissedilen şiddetin %90'ı şiddetinde (katılımcıların hissetmeyeceği düzeyde) titreşimler gönderilmiştir. Tüm katılımcıların bipedal duruş sırasındaki vücut salınımı, tabanlığın titreşim fonksiyonu açık ve kapalı iken, vücuttaki anahtar noktalara yerleştirilen yansıtıcı işaretçiler üzerinden optik cihazlar yardımıyla ölçülmüştür. Sonuçta, özellikle yaşlı grupta, titreşim açıkken elde edilen postüral salınım değerleri anlamlı olarak azalmıştır. Bu çalışmalar ışığında, özellikle plantar duyunun bozulduğu yaşlı popülasyonda, duyuşal girdiyi arttıran tabanlıkların dengeye faydalı olduğu söylenebilir. Bizim çalışmamızda da tabanlığın tüm katılımcılarda mediolateral yönde uzanma mesafesini arttırması, MLA desteğinin orta ayak bölgesine sağladığı duyuşal girdi artışı ile ilgili olabilir.

Pes planuslu hastalarda MLA desteği yanında diğer ayak yapılarının desteğinin de dengeye etkisi araştırılmıştır. Takata ve ark. Kemik Ark İndeksi metodu ile belirlenen 20 pes planuslu ve 20 sağlıklı gönüllüde MLA destekli

tabanlık ve küboid destekli tabanlıkları denge açısından karşılaştırmıştır. Katılımcıların tabanlıklı ve tabalıksız koşullarda bipedal duruş sırasında Zebris FDM-SX kuvvet platformu kullanılarak postüral salınım mesafesi ve alanı hesaplanmıştır. Tabanlıksız ölçülen salınım skorları pes planus grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek saptanmıştır. Bununla beraber tüm katılımcılarda küboid destekli tabanlık ile karşılaştırıldığında MLA destekli tabanlıkların salınım parametlerine etkisi anlamlı olarak üstün bulunmuştur.⁹⁰ Pes planuslu kişilerde denge ve postüral salınım açısından özellikle medial longitudinal arkın takviyesi diğer yapıların desteklenmesinden daha önemlidir.

Pes planus ve tabanlık kullanımının tek ayak üzerinde duruş sırasındaki postüral salınımı hangi doğrultuda etkilediği akla gelen bir başka sorudur. Literatürde tabanlık kullanımı ile bazı çalışmalar anteroposterior, bazıları mediolateral yönde değişiklik raporlamıştır. Tahmasebi ve ark. ayak izi yöntemi ile belirlenen 15 pes planuslu genç erişkin ve 15 sağlıklı gönüllü üzerinde pes planusun ve medial ark destekli tabanlığın postüral salınımına etkisini araştırmışlardır. Postüral kontrol için Kistler kuvvet platformu ile tek ayak üzerinde duruş sırasında basınç merkezi salınım mesafesi ve hızını değerlendirmişlerdir. Tabanlıksız koşullarda anteroposterior yöndeki salınım mesafesi ve tüm yönlere olan salınım hızı pes planus grubunda anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Pes planuslu hastalarda tabanlıkla yapılan ölçümlerde basınç merkezi salınım mesafesinde anlamlı değişiklik olmazken; salınım hızı anlamlı olarak azalmıştır. Ancak pes planusun şiddeti ile basınç merkezi salınım hızları arasında beklenen korelasyon izlenmemiştir. Kontrol grubunda tabanlık etkisinin

incelenmemesi ve katılımcı sayısının azlığı çalışmanın eksik yönleri olarak dikkati çekmektedir.⁹¹ Rome ve ark. Ayak Postür İndeksine göre şiddetli pes planus tanısı alan 20'si erkek toplam 50 genç erişkinde ark destekli sert tabanlıkların dengeye etkisini araştırmışlardır. İki gruba ayırdıkları katılımcılardan bir gruba 4 haftalık tabanlık kullanımı önermişler, başlangıçta ve 4 haftalık kullanım sonrasında kuvvet platformunda kendi ayakkabıları ile (tabanlıksız) bipedal duruşu değerlendirmişlerdir. Dört haftalık tabanlık kullanımı ile mediolateral doğrultudaki salınım azalırken, total salınım skorları gruplar arasında benzer saptanmıştır.⁹² Payehdar ve ark. Ayak Postür İndeksi'ne göre belirlenen orta ve ileri evre pes planuslu 7'si erkek 20 genç erişkinde tabanlıkların dengeye etkisini araştırmışlardır. Dominant ekstremitte üzerinde 30 saniyelik duruş dengesi Biodex denge sistemi ile değerlendirilmiştir. Yalnızca ayakkabı, ayakkabı ve kişiye özel sert tabanlık (UCBL ortezi), ayakkabı ve yarı sert tabanlık (modifiye ayak ortezi) varlığında postüral salınım ölçülmüş, mediolateral ve anteroposterior salınım skorlarında anlamlı değişiklik saptanmamıştır.¹³ Bizim çalışmamızda tabanlık ile düşük ark grubunda hem anteroposterior hem de mediolateral salınım miktarı anlamlı olarak azalmıştır. Bunun yanında fonksiyonel uzanma mesafesi her iki grupta lateral yönde artarken; anterior yönde azalmıştır.

Çalışmamızda tabanlıksız yapılan FUT-ön, FUT-sağ, FUT-sol skorları gruplar arası farklı değildi. Tabanlık kullanımı ile yapılan Fonksiyonel uzanma testinde sağa ve sola uzanma mesafesi tüm katılımcılarda anlamlı olarak artarken öne uzanma mesafesi ise azaldı. Tabanlıkları FUT-ön, FUT-sağ ve FUT-sol skorları her iki grupta benzerdi. FUT skorlarının mutlak değişim ve yüzde (%) değişim

oranları da karşılaştırıldığında iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı. Literatürde ark destekli tabanlık kullanımının fonksiyonel uzanma testi sonucuna etkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır. Fonksiyonel uzanma testinde yerçekimi merkezinin destek yüzeyi sınırlarına ne kadar yaklaştırılabildiği test edilmektedir. Bu açıdan bakıldığında medial ark destekli tabanlıklar, ayak ark yapısına bakılmaksızın tüm katılımcılarda, mediolateral doğrultudaki stabilite sınırını artırmış, anterior yöndeki stabilite sınırını azaltmıştır.

Denge ve postüral kontrolde yaş ve cinsiyetin etkisi bilinmektedir.^{57,77} Özellikle kadın popülasyonda perimenopozal dönemdeki hormonal değişimler, nöronal ve muskuloskeletal etkiler yoluyla denge ve postüral kontrolü bozabilmektedir. Crilly ve ark. menopoz ile birlikte düşme insidansında artış olduğunu saptamış, bunun östrojen çekilmesi ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir.⁹³ Denge ve postüral kontrol açısından perimenopozal döneme dikkat çeken benzer çalışmalar da mevcuttur. Bu dönemde özellikle mediolateral salınımın bozulduğu vurgulanmıştır.^{94,95} Çalışmamız perimenopozal dönemdeki kadınlarda ark yüksekliğini dikkate alarak ark destekli tabanlıkların dengeye etkisini ele alan az sayıda çalışmadan biridir. Aynı zamanda tabanlık kullanımının mediolateral yöndeki fonksiyonel uzanma mesafesine etkisini gösteren ilk çalışmadır.

Çalışmamızda ark yüksekliğini değerlendirmede ayak izi yöntemleri yerine ark yükseklik indeksinin kullanılması ayak tabanındaki yumuşak doku yapısının karıştırıcı etkisini önlemiştir. Ayak izi tabanlı ölçüm metodları plantar yağ dokusundan etkilenebilmektedir.³⁵ Bunun yanında ayak dorsumu veya

naviküler kemiği esas alan ark yükseklik ölçümleri radyolojik yöntemlerle oldukça koreledir. Özellikle ayak dorsumundan yapılan ark yükseklik indeksi ölçümlerinin geçerlilik ve güvenilirliği oldukça yüksek saptanmıştır.³⁷⁻⁴³

Çalışmamızın bir diğer üstün yönü tek ayak üzerinde duruş dengesinin değerlendirilmiş olmasıdır. Bipedal duruş pozisyonu hem destek alanının artışı hem de bir ayaktaki patolojinin diğer ayağın desteği ile düzeltilmesi olasılığı nedeniyle mevcut denge problemini maskeleyebilir. Bu açıdan tek ayak üzerinde duruş daha zorlayıcı bir görevdir. Çalışmamızda farklı ayakkabıların yol açabileceği karıştırıcı etkiyi önlemek için denge ölçümleri çıplak ayakla yapılmıştır.

Statik denge ölçümünü bilgisayarlı bir arayüzü ile ölçüm yapılan kişiye görsel geri besleme sağlayan bir kuvvet platformu olan Kinestetik beceri eğitim sistemi 3000 ile yapmayı tercih ettik. KBES kullanılarak yapılan denge görevlerinde, tekrarlı ölçümler sonucunda denge skorlarının giderek iyileştiği gösterilmiş, bunun öğrenmenin etkisi olduğu bildirilmiştir.⁵⁵ Bu bağlamda tabanlı ve tabanlısız denge sonuçlarına öğrenmenin etkisini dışlamak için, her iki gruptaki katılımcıların rastgele seçilen yarısına önce tabanlı; diğer yarısına ise önce tabanlısız ölçüm yapmayı tercih ettik.

KBES vb. kuvvet platformlarında yapılan statik denge ölçümlerinde gözlerin açık veya kapalı olması, test süresi ve platformunun stabilitesi sonuçları etkilemektedir. Uzun test süresi katılımcıların yorgunluğu ile sonuçlanır. Platform stabilitesinin azaltılması ise denge görevi zorluğunun artmasına ve daha kötü denge skorlarına yol açar.⁹⁶ KBES 3000 üzerinde tek ayak duruş dengesini

ölçmek için belirlenmiş standart bir yöntem yoktur. Payehdar ve ark. platform stabilitesini maksimumdan giderek azaltırken (2,5 saniyede 1), tek ayak üzerinde 30 saniye duruşu tercih etmişlerdir.¹³ Akbari ve ark. ise Biodex denge sistemi ile tek ayak üzerinde 20 saniye ölçüm yapmış, platform stabilitesini 1 ila 8 üzerinden 4 olarak seçmişlerdir.⁸⁵ Çalışmamızda katılımcıların güvenliği de dikkate alınarak gözler açık, tek ayak üzerinde 15 saniye duruş sırasında ölçüm yaptık. Platform stabilitesini ise 1-12 aralığından 7 pound/inç kare olarak ayarlamayı tercih ettik. Testler sırasında düşme ve ilişkili bir olay yaşanmadı.

Ön planda statik dengenin değerlendirilmiş olması çalışmamızın eksik yönüdür. Bu nedenle pes planusun ve tabanlık varlığının dinamik dengeye etkisi hakkında yorum yapılamamaktadır. Tabanlık kullanım etkisinin kısa ve uzun vadede incelenmemesi bir başka eleştiri konusudur. Tabanlıkların bir süre kullanımının önerilmesi ve sonrasında ölçümlerin tekrarlanması hem tabanlığa alışma, hem de sensörimotor adaptasyon mekanizmaları hakkında bilgi sağlayabilir.

6. SONUÇLAR

Perimenopozal dönemdeki kadınlarda MLA yüksekliği ve medial ark destekli sert tabanlığın dengeye etkisini araştırdığımız bu çalışmada düşük ark grubunda normal ark grubuna göre SDİ total, AP ve ML skorları anlamlı olarak yüksekti. Tabanlık varlığında düşük ark grubunda SDİ total, AP ve ML skorları anlamlı olarak azalırken, normal ark grubunda değişiklik izlenmedi. Fonksiyonel uzanma mesafeleri ise her iki grupta da tabanlık varlığında anterior yönde azalırken, sağ ve sol yönde artmıştır. Bu bulgular dikkate alındığında özellikle

düşük ark grubunda kötü olan postüral kontrol ve denge, ark destekli tabanlık kullanımı ile iyileşmektedir.

MLA destekli tabanlıklar pratikte sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürdeki çalışmalar da dikkate alındığında bazı denge parametlerine olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Özellikle pes planus gibi hipermobil durumlarda ayak arkının sert tabanlıklarla desteklenmesi postüral salınımda düzelme ile sonuçlanmaktadır. Perimenopozal dönemdeki düşük medial arklı hastalarda ayak ağrısı olmasa da duruş biyomekaniğini düzeltmek postüral kontrolü iyileştirmek amacıyla ark destekli tabanlıklar önerilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Yalçın E. Pes Planus : Tanısı , Etiyolojisi ve Tedavisi. *Türkiye Klin.* 2008;28:743-753.
2. Tsai L-C, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(12):942-953.
3. Al Abdulwahab SS, Kachanathu SJ. The effect of various degrees of foot posture on standing balance in a healthy adult population. *Somatosens Mot Res.* 2015;32(3):172-176.
4. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J Athl Train.* 2002;37(2):129-132.
5. Anzai E, Nakajima K, Iwakami Y, Sato M, Ino S, Ifukube T, Yamashita K OY. Effects of Foot Arch Structure on Postural Stability. *Clin Res Foot Ankle.* 2014;2(2):132.
6. Stalenhoef PA, Diederiks JPM, Knottnerus JA, Kester ADM, Crebolder HFJM. A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: A prospective cohort study. *J Clin Epidemiol.* 2002;55(11):1088-1094.
7. Topper AK, Maki BE, Holliday PJ. Are activity-based assessments of balance and gait in the elderly predictive of risk of falling and/or type of fall? *J Am Geriatr Soc.* 1993;41(5):479-487.
8. Gunendi Z, Ozyemisci-Taskiran O, Demirsoy N. The effect of 4-week aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with

osteoporosis. *Rheumatol Int.* 2008;28(12):1217-1222.

9. Landsman A, Defronzo D, Anderson J, Roukis T. Scientific assessment of over-the-counter foot orthoses to determine their effects on pain, balance, and foot deformities. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2009;99(3):206-215.

10. Perciun R. Balance and Pressure Distribution under the Foot during Standing and Walking with no Orthotics Compared to Custom and off the Shelf Orthotics, A Pilot Study. *Clin Res Foot Ankle.* 2015;3(1):1-7.

11. Perry SD, Radtke A, Mcilroy WE, Fernie GR, Maki BE. Efficacy and Effectiveness of a Balance-Enhancing Insole. *J Gerontol.* 2008;63(6):595-602.

12. De Moraes Barbosa C, Barros Bértolo M, Marques Neto JF, Bellini Coimbra I, Davitt M, de Paiva Magalhães E. The effect of foot orthoses on balance, foot pain and disability in elderly women with osteoporosis: a randomized clinical trial. *Rheumatology (Oxford).* 2013;52(3):515-522.

13. Payehdar S, Saeedi H, Ahmadi A, Kamali M, Mohammadi M, Abdollah V. Comparing the immediate effects of UCBL and modified foot orthoses on postural sway in people with flexible flatfoot. *Prosthet Orthot Int.* 2016;40(1):117-122.

14. Percy ML, Menz HB. Effects of prefabricated foot orthoses and soft insoles on postural stability in professional soccer players. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2001;91(4):194-202.

15. Arıncı K, Elhan A. Ayak Kemikleri. In: *Anatomi.* 4th ed. Ankara; 2006:26-30.

16. Arıncı K, Elhan A. Alt Ekstremit Eklemleri. In: *Anatomi.* 4th ed. ;

2006:95-111.

17. Arıncı K, Elhan A. Alt Ekstremitenin Fasias ve Kasları. In: *Anatomi*. 4th ed. ; 2006:201-221.

18. Yavuzer MG. Ayak-Ayak Bilek Eklem Sorunları ve Rehabilitasyonu. *Türkiye Klin*. 2007;3(27):44-59.

19. Staheli L. Flatfeet. In: Wilkins LW, ed. *Practice of Pediatric Orthopaedics*. 1. Washington; 2001:106-115.

20. Barry R, Scranton PJ. Flat feet in children. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(181):68-75.

21. Dubbeldam R, Baan H, Nene A V., et al. Foot and ankle kinematics in rheumatoid arthritis: Influence of foot and ankle joint and leg tendon pathologies. *Arthritis Care Res*. 2013;65(4):503-511.

22. Toullec E. Adult flatfoot. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101(1):S11-S17.

23. Wong Y. Influence of the abductor hallucis muscle on the medial arch of the foot: a kinematic and anatomical cadaver study. *Foot Ankle Int*. 2007;(28):617-620.

24. Baan H, Drossaers-Bakkers, WK Dubbeldam R, Buurke J, Nene A, van de Laar M. Flexor Hallucis Longus tendon rupture in RA patients is associated with MTP 1 damage and pes planus. *BMC Musculoskelet Disord*. 2007;(8):110.

25. Redmond AC, 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(1):89-98.

26. Hintermann B, Gächter A. The first metatarsal rise sign: a simple, sensitive sign of tibialis posterior tendon dysfunction. *Foot ankle Int.* 1996;17(4):236-241.
27. Tachdjian M. Flexible pesplanovalgus (flat foot). In: *Pediatric Orthopedics*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1990:2717-2759.
28. Vanderwilde R, Staheli L, Chew D, Malagon V. Measurements on radiographs of the foot in normal infants and children. *J Bone Jt Surg Am.* 1988;(77):407-415.
29. Giallonardo L. Clinical evaluation of foot and ankle dysfunction. *Phys Ther.* 1988;(68):1850-1856.
30. Chyn W, Lee SH. The Use of Arch Index to Characterize Arch Height : A Digital Image Processing Approach. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1995;42(11):1088-1094.
31. Pluimarom Y, Imjaijitt W, Chaiphrom N. Comparison between Staheli index on Harris mat footprint and Talar-first metatarsal angle for the diagnosis of flatfeet. *J Med Assoc Thai.* 2014;97(2):131-135.
32. Pita-fernández S, González-martín C, Seoane-pillado T, López-calviño B, Pérttega-díaz S, Gil-guillén V. Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *J Epidemiol.* 2015;25(2):148-154.
33. Chen C, Huang M, Chen T, Weng M, C-I L, The WG. The Correlation Between Selected Measurements From Footprint and Radiograph of Flatfoot. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(February):235-240.
34. Wearing SC, Grigg NL, Lau HC, Smeathers JE. Footprint-based estimates

of arch structure are confounded by body composition in adults. *J Orthop Res.* 2012;30(8):1351-1354.

35. Wearing SC, Hills AP, Byrne NM, Hennig EM, McDonald M. The Arch Index : A Measure of Flat or Fat Feet ? *Foot Ankle Int.* 2014;25(8):575-581.

36. Chang Y, Hung W, Wu H, Chiu Y, Hsu H. Measurements of Foot Arch in Standing, Level Walking, Vertical Jump and Sprint Start. *Int J Sport Exerc Sci.* 2010;2(2):31-38.

37. Menz HB. Alternative Techniques for the Clinical Assessment of Foot Pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1998;88(3):119-129.

38. McPoil TG, Cornwall MW, Vicenzino B, et al. Effect of using truncated versus total foot length to calculate the arch height ratio. *Foot.* 2008;18(4):220-227.

39. Williams DS, McClay IS. Measurements Used to Characterize the Foot and the Medial Longitudinal Arch : Reliability and Validity. *J Am Phys Ther Assoc.* 2000;80:864-871.

40. Howard JS. The Arch-Height-Index Measurement System : A New Method of Foot Classification. *Athl Ther Today.* 2006;11(september):56-57.

41. Richards C, Card K, Song J, Hillstrom H. A Novel Arch Height Index Assessment: Intra-Rater Reliability. In: *Proceedings of American Society of Biomechanics Annual Meeting.* ; 2003:1-2.

42. Weimar WH, Shroyer JF. Arch Height Index Normative Values of College-Aged Women Using the Arch Height Index Measurement System. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2013;103(3):213-217.

43. Butler RJ, Hillstrom H, Song J, Richards CJ, Davis IS. Arch Height Index Measurement System Establishment of Reliability and Normative Values. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2008;98(2):102-106.
44. Coetzee JC. Management of varus or valgus ankle deformity with ankle replacement. *Foot Ankle Clin.* 2008;13(3):509-520.
45. Beyazova M, Kutsal YG. Biyomekaniğin Temel İlkeleri. In: *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2nd ed. Ankara; 2011:157-174.
46. Beyazova M, Kutsal YG. Postür. In: *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2nd ed. Ankara; 2011:243-258.
47. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3(4):193-214.
48. Nashner L, McCollum G. The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. *Behav Brain Sci.* 1985;(8):135-172.
49. Pollock a S, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000;14(4):402-406.
50. Tosun A. Denge Sorunları ve Rehabilitasyonu. *Türkiye Klin.* 2013;6(4):70-74.
51. Balaban Ö, Nacır B, Rana Erdem H, Karagöz A. Denge Fonksiyonunun Değerlendirilmesi. *FTR Bil Der.* 2009;12(3):133-139.
52. Nardone A, Schieppati M. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(2):221-237.
53. Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter (São Carlos (São Paulo, Brazil)).*

14(3):183-192.

54. Karlsson A, Frykberg G. Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2000;15(5):365-369.

55. Hansen MS, Jensen K. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer. *Knee Surg, Sport Traumatol, Arthrosc*. 2000;(8):180-185.

56. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional Reach : A New Clinical Measure of Balance. *J Gerontol*. 1990;45(6):192-197.

57. Hageman PA, Leibowitz JM, Blanke D. Age and Gender Effects on Postural Control Measures. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(October):961-965.

58. Chesser J, Werley J, Yeager M, Chesser J, Yeager M. Modification of the Functional Reach Test : Validity & Reliability. 1998.

59. Isles RC, Choy NLL, Steer M, Nitz JC. Normal values of balance tests in women aged 20-80. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52(8):1367-1372.

60. Tantisuwat A, Chamonchant D, Boonyong S. Multi-directional Reach Test : An Investigation of the Limits of Stability of People Aged between 20 – 79 Years. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:877-880.

61. Newton RA. Validity of the Multi-Directional Reach Test : A Practical Measure for Limits of Stability in Older Adults. *J Gerontol*. 2001;56(4):248-252.

62. Günendi Z, Özyemişci-Taşkıran Ö. Reliability of Quantitative Static and Dynamic Balance Tests on Kinesthetic Ability Trainer and Their Correlation with Other Clinical Balance Tests. *J Phys Med Rehabil Sci*. 2010;13:1-5.

63. Wright WG, Ivanenko YP, Gurfinkel VS. Foot anatomy specialization for

- postural sensation and control. *J Neurophysiol.* 2012;107(December):1513-1521.
64. Kavounoudias A, Roll R, Roll JP. The plantar sole is a “dynamometric map” for human balance control. *Neuroreport.* 1998;9(14):3247-3252.
 65. Song J, Hillstrom HJ, Secord D, Levitt J. Foot type biomechanics. comparison of planus and rectus foot types. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1996;86(1):16-23.
 66. Watanabe I, Okubo J. The role of the plantar mechanoreceptor in equilibrium control. *Ann N Y Acad Sci.* 1981;374:855-864.
 67. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and Ankle Characteristics Associated With Impaired Balance and Functional Ability in Older People. *J Gerontol.* 2005;60(12):1546-1552.
 68. Kelly LA, Kuitunen S, Racinais S, Cresswell AG. Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clin Biomech.* 2012;27(1):46-51.
 69. Cobb S, Tis L, Johnson B, Higbie E. The effect of forefoot varus on postural stability. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34(2):79-85.
 70. Delacroix S, Lavigne a, Nuytens D, Chèze L. Effect of custom foot orthotics on three-dimensional kinematics and dynamics during walking. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2014;17 Suppl 1(October 2014):82-83.
 71. Tang SFT, Chen CH, Wu CK, Hong WH, Chen KJ, Chen CK. The effects of total contact insole with forefoot medial posting on rearfoot movement and foot pressure distributions in patients with flexible flatfoot. *Clin Neurol Neurosurg.* 2015;129(S1):S8-S11.

72. Aminian G, Safaeepour Z, Farhoodi M, Pezeshk AF, Saeedi H, Majddoleslam B. The effect of prefabricated and proprioceptive foot orthoses on plantar pressure distribution in patients with flexible flatfoot during walking. *Prosthet Orthot Int*. 2013;37(3):227-232.
73. Gross MT. Effects of Foot Orthoses on Balance in Older Adults. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(7):649-657.
74. Williams JS, Kowal P, Hestekin H, et al. Prevalence, risk factors and disability associated with fall-related injury in older adults in low- and middle-income countries. Results from the WHO study on global AGEing and adult health (SAGE). *BMC Med*. 2015;10(6):1-12.
75. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture*. 2007;26(1):68-75.
76. Spink MJ, Fotoohabadi MR, Wee E, Hill KD, Lord SR, Menz HB. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011;92(1):68-75.
77. Butler AA, Menant JC, Tiedemann AC, Lord SR. Age and gender differences in seven tests of functional mobility. *J Neuroeng Rehabil*. 2009;6:31.
78. Keysor JJ, Dunn JE, Link CL, Badlissi F, Felson DT. Are Foot Disorders Associated With Functional Limitation and Disability Among Community-Dwelling Older Adults? *J Aging Health*. 2005;17(6):734-752.
79. Menz HB, Lord SR. The contribution of foot problems to mobility impairment and falls in community-dwelling older people. *J Am Geriatr Soc*.

2001;49(12):1651-1656.

80. Keegan THM, Kelsey JL, King AC, Quesenberry CP, Sidney S. Characteristics of Fallers Who Fracture at the Foot, Distal Forearm, Proximal Humerus, Pelvis, and Shaft of the Tibia/Fibula Compared with Fallers Who Do Not Fracture. *Am J Epidemiol.* 2004;159(2):192-203.

81. Hoffman M, Schrader J, Applegate T, Koceja D. Unilateral postural control of the functionally dominant and nondominant extremities of healthy subjects. *J Athl Train.* 1998;33(4):319-322.

82. Alonso AC, Brech GC, Bourquin AM, Greve JM. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Med J.* 2011;129(6):410-413.

83. Saghazadeh M, Tsunoda K, Tomohiro O. Foot arch height and rigidity index associated with balance and postural sway in elderly women using a 3D foot scanner. *Foot Ankle Online J.* 2014;7(4).

84. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train.* 2005;40(1):41-46.

85. Akbari M, Mohammadi M, Saeedi H. Effects of rigid and soft foot orthoses on dynamic balance in females with flatfoot. *Med J Islam Repub Iran.* 2007;21(2):91-97.

86. Hamlyn C, Docherty CL. Orthotic Intervention and Postural Stability in Participants With Functional Ankle Instability After an Accommodation Period. *J Athl Train.* 2012;47(2):130-135.

87. Orteza LC, Vogelbach WD, Denegar CR. The effect of molded and

unmolded orthotics on balance and pain while jogging following inversion ankle sprain. *J Athl Train*. 1992;27(1):80-84.

88. Wilson ML, Rome K, Hodgson D, Ball P. Effect of textured foot orthotics on static and dynamic postural stability in middle-aged females. *Gait Posture*. 2008;27(1):36-42.

89. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. Use of a Textured Insole to Improve the Association Between Postural Balance and Ankle Discrimination in Young Male and Female Dancers. *Sci Med*. 2015;(December):217-223.

90. Takata Y, Matsuoka S, Okumura N. Standing Balance on the Ground — The Influence of Flatfeet and Insoles. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(12):1519-1521.

91. Tahmasebi R, Karimi MT, Satvati B, Fatoye F. Evaluation of Standing Stability in Individuals With Flatfeet. *Foot Ankle Spec*. 2015;8(3):168-174.

92. Rome K, Brown C. Randomized clinical trial into the impact of rigid foot orthoses on balance parameters in excessively pronated feet. *Clin Rehabil*. 2004;18:624-630.

93. Crilly RG, Richardson LD, Roth JH, Vandervoort AA, Hayes KC, Mackenzie RA Postural stability and colles' fracture. *Age Ageing* 1987; 16:133–138

94. Nitz JC, Choy NL, Isles RC Medial-lateral postural stability in community-dwelling women over 40 years of age. *Clin Rehabil* 2003;17:765–767

95. Brooke-Wawel K, Prelevic GM, Bakridan C, Ginsburg J Effects of physical activity and menopausal hormone replacement therapy on postural

stability in postmenopausal women: a crosssectional study. *Maturitas* 2001;37(3):167–172

96. Hinman MR. Factors Affecting Reliability of the Biodex Balance System : A Summary of Four Studies. *J Sport Rehabil.* 2000;(9):240-252.



8. ÖZET

Pes planus, MLA yüksekliğinde azalma ve ayak kemiklerinde anormal dizilimle karakterize bir durumdur. Erişkinlerde pes planusun ayak-ayak bileği ağrısı, alt ekstremité-omurga sorunları ve yürüyüş bozukluğu ile ilişkisi bilinmektedir. Bunun yanında pes planus vb. ayak deformitelerinin kötü postüral kontrole ve denge sorunlarına yol açtığı savunulmaktadır. Ayak patolojilerinde, ağrı ve anatomik dizilimi düzeltmek için farklı özellikteki tabanlıklar sıkça kullanılmaktadır. Bu tabanlıkların denge üzerine etkisini araştıran çalışmalarda çelişkili sonuçlar göze çarpmaktadır. Kadınlarda perimenopozal dönemde östrojen çekilmesine bağlı denge ve postüral kontrol değişikliklerinin olduğu bilinmektedir. Öte yandan pes planuslu orta yaş kadınlarda tabanlıkların dengeye etkisi hakkında yeterli çalışma yoktur. Biz bu çalışmada, perimenopozal dönemdeki orta yaşlı kadınlarda medial ark yüksekliğinin ve medial ark destekli sert tabanlığın postüral salınım ve dengeye etkisini araştırdık.

Çalışmaya 35-65 yaş arası yaş, boy, kilo ve vücut kitle indeksi açısından aralarında anlamlı fark saptanmayan 30 sağlıklı ve 30 düşük arklı kadın dâhil edildi. Katılımcıların ayak morfolojisi “ark yükseklik indeksi” ile belirlendi. Dengenin değerlendirilmesinde Fonksiyonel Uzanma Testi ve KBES 3000 ile ölçülen SDİ kullanıldı. Dengeye olan etkisini karşılaştırmak için ölçümler tüm katılımcılara medial arkı destekleyen sert tabanlık varlığında ve tabanlıksız olarak uygulandı.

Sağ ve sol ayakta tabanlıksız ölçülen SDİ-total skorları düşük ark grubunda normal ark grubuna göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p<0,05$). Tabanlık varlığında SDİ total, AP ve ML skorları düşük ark grubunda anlamlı olarak düzelirken ($p<0,001$), normal ark grubunda tabanlık kullanımı anlamlı değişikliklerle sonuçlanmadı ($p>0,05$).

Tabanlıksız ölçülen fonksiyonel uzanma mesafeleri açısından iki grup arasında anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). Bunun yanında her iki grupta da tabanlık varlığında sağa ve sola uzanma mesafeleri artarken, öne uzanma mesafeleri azaldı ($p<0,05$). Ancak tabanlıkla ortaya çıkan bu değişim gruplar arasında anlamlı farklı değildi ($p>0,05$).

Bu sonuçlar bize perimenopozal dönemdeki orta yaşlı kadınlarda MLA yüksekliği ve medial ark destekli sert tabanlıkların denge parametrelerini etkilediğini göstermiştir. Özellikle düşük ark grubunda postüral salınımda anlamlı azalmaya yol açmış olması, ark destekli tabanlıkların pes planusta ağrı ve anatomik dizilimin yanında dengeye de faydalı olduğunu desteklemektedir.

9. SUMMARY

Pes planus is a condition characterized by decrease in medial longitudinal arch (MLA) height and abnormal alignment of foot bones. It is widely known that adult pes planus is associated with foot and ankle pain, lower limb and spine problems and gait disorders. Also it is suggested that foot deformities like pes planus may result in poor postural control and balance impairment. Various insoles are used to correct foot alignment and reduce the pain in patients with foot deformity. Studies have reported controversial results about the effects of these insoles on balance. It is reported that women at perimenopausal period have changes in balance and postural control due to estrogen withdrawal. On the other hand, there are few studies investigating the effects of insoles and pes planus on balance in women during the perimenopausal period. Therefore we investigated the effects of MLA height and MLA-supported rigid insoles on postural sway and balance in perimenopausal women.

Thirty women with low medial longitudinal arch and 30 healthy women were included in the study. Participants' foot arch types were identified by using "arch height index" measurement. There was no statically significant difference in age, height, weight and body mass index between groups. Balance measurements were performed with Kinesthetic Ability Trainer-3000 (KAT-3000) and functional reach test (FRT). All measurements were applied with and without medial longitudinal arch supported insole to investigate and compare their effect on balance.

Static balance index (SBI) scores including total, mediolateral and anteroposterior directions, measured by KAT-3000 without insole, were significantly worse in low arched group than control group ($p<0,05$). SBI scores improved in low-arched group with insole, but there was no change in control group.

Functional reach test scores were similar in both groups. After applying insole, the lateral reach distance increased, anterior reach distance decreased, in both groups. However, these changes in FRT scores did not show a significant difference between normal and low arched participants.

These results showed that the height of the MLA and using the arch-supported rigid insole might affect balance parameters in perimenopausal middle aged-women. Especially in low-arched individuals, MLA-supported insoles are useful to improve balance by decreasing postural sway besides correcting anatomical alignment and relieving pain.

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Levent Karataş

Doğum Yeri: Giresun

Doğum Tarihi: 02/04/1988

EĞİTİM

1994-1996: Şair Zihni İlkokulu, Bayburt

1996-2002: 75. yıl İlköğretim Okulu, Edremit/Balıkesir

2002-2006: Ankara Polis Koleji, Ankara

2006-2012: Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Edirne

2012-2017: Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon
Anabilim Dalı, Araştırma Görevlisi, Ankara

YABANCI DİL: İngilizce

11. EK-1

**PERİMENOPAZAL DÖNEMDEKİ KADINLARDA MEDİAL
LONGİTUDİNAL ARK YÜKSEKLİĞİ VE MEDİAL ARK DESTEKLİ
TABANLIĞIN DENGEE ETKİSİ**

OLGU RAPOR FORMU

*İlk önce tabanlıkl

**İlk önce tabanlıksız

TARİH:	
AD-SOYAD:	
CİNSİYET:	
DOSYA NO:	
YAŞ:	
MESLEK:	
TELEFON NO:	
BOY:	
KİLO:	
VÜCUT KİTLE İNDEKSİ:	
DOMİNANT EKSTREMİTE:	
EK HASTALIK(lar):	

	MUAYENE BULGULARI	
	SAĞ	SOL
Bipedal Parmak Ucu Testi		
Jack Testi		
Ark İndeksi		

	TABANLIKLI	TABANLIKSIZ
Statik Denge İndeksi Skoru-Sağ ayak üzerinde	Total: A: P: Sağ: Sol:	Total: A: P: Sağ: Sol:
Statik Denge İndeksi Skoru-Sol ayak üzerinde	Total: A: P: Sağ: Sol:	Total: A: P: Sağ: Sol:
Fonksiyonel Uzanma Testi-Anteior		
Fonksiyonel Uzanma Testi-Sağ Lateral		
Fonksiyonel Uzanma Testi-Sol Lateral		