

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI**

**PES PLANUSU OLAN BİREYLERDE DENGİ, AYAK TABAN BASINÇ
DAĞILIMI VE YÜRÜMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

HASAN YASİN ACAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA - 2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON TEZLİ YÜKSEK LİSANS
PROGRAMI**

**PES PLANUSU OLAN BİREYLERDE DENGİ, AYAK TABAN BASINÇ
DAĞILIMI VE YÜRÜMENİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

HASAN YASİN ACAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. Z. ÖZLEM YÜRÜK

ANKARA - 2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Hasan Yasin Acar tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

Tez Adı: Pes Planusu Olan Bireylerde Denge, Ayak Taban Basıncı Dağılımı ve Yürümenin Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ONAY

Prof. Dr. F. Belgin ATAÇ

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ... / ... /

Öğrencinin Adı, Soyadı: Hasan Yasin ACAR

Öğrencinin Numarası: 21920131

Anabilim Dalı: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Programı: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı: Prof. Dr. Z. Özlem YÜRÜK

Tez Başlığı: Pes Planusu Olan Bireylerde Denge, Ayak Taban Basınç Dağılımı ve Yürümenin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 45 sayfalık kısmına ilişkin, 28 / 06 / 2022 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %13'dir. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası: Hasan Yasin ACAR

ONAY

Tarih: 28/06/2022

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad

Prof. Dr. Z. Özlem YÜRÜK

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin tüm aşamalarında desteği, tecrübeleri ve bilgi birikimi ile her türlü bilimsel katkı ve manevi destek sağlayan tez danışmanım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Zeliha Özlem YÜRÜK'e

Tezimin birçok aşamasında yön gösteren, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Gökhan DELİCEOĞLU'na

Tezimin planlanmasında bilgi birikimi ile destek veren Dr. Öğr. Üyesi Senay ÇEREZCİ DUYGU'ya

Tez dönemim boyunca beni destekleyen ve yardımlarını benden esirgemeyen Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı'nda çalışmakta olan tüm meslektaşlarıma,

Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan babam Ramazan ACAR'a ve annem Belma ACAR'a

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Fzt. Hasan Yasin ACAR

ÖZET

Acar HY. Pes Planusu Olan Bireylerde Denge, Ayak Taban Basınç Dağılımı ve Yürümenin Değerlendirilmesi, Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2022.

Bu çalışmanın amacı; pes planusu olan bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı ve yürümenin değerlendirilmesi ve normal ark yapısına sahip bireyler ile karşılaştırılmasıdır. Çalışmaya 18-35 yaşları arasında 76 kadın, 32 erkek toplam 108 birey katıldı. Bireyler, Naviküler Düşme Testi ve Ayak Postür İndeksi'ne göre değerlendirilerek çift taraflı pes planusu olan (n=54) ve normal ark yapısına sahip bireyler (n=54) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Pes planusu olan bireylerin yaş ortalamaları $20,87 \pm 3,50$ yıl, normal ark yapısına sahip bireylerin yaş ortalamaları $20,96 \pm 3,19$ yıl idi. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri kaydedildi. Pes planus yapısını değerlendirmek için Jack'in Parmak Kaldırma Testi; posterior tibial tendon disfonksiyonu varlığını belirlemek için posterior tibial tendon değerlendirmesi; yürüyüş ve parmak ucuna kalkma esnasında ayaktaki ağrı şiddetini belirlemek için Görsel Analog Skalası kullanıldı. Bireylerin statik dengesi Hur Smart Balance sistemi, dinamik dengesi ise Y denge testi ile ölçüldü. Yürümenin zaman mesafe karakteristikleri ve dinamik ayak taban basınç dağılımı ise DIERS Pedogait Sistemi ile değerlendirildi. Gruplar arasında bireylerin yaş, vücut kütle indeksi, meslek, ayakkabı numarası ve dominant alt ekstremité gibi tanımlayıcı özellikleri benzerdi ($p > 0,05$). Bireylerin 49 (%90,7)'u rijit olmayan pes planusa sahipti. Gruplar arasında posterior tibial tendon yetmezliği yönünden fark yoktu ($p > 0,05$). Pes planuslu bireylerin yürüme sırasındaki ağrı şiddeti normal arka sahip bireylere göre yüksekti ($p < 0,05$), parmak ucunda yükselme sırasındaki ağrı açısından ise gruplar benzerdi ($p > 0,05$). Pes planusu olan bireyler ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında statik ve dinamik denge, yürüme ve dinamik taban basınç dağılımı değerleri açısından fark bulunmadı ($p > 0,05$). Sonuç olarak; çalışmada genç yetişkinlerden oluşan pes planuslu bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı ve yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerinin normal ark yapısına sahip bireylere göre farklılık göstermediği bulundu. Genç yetişkinlerde sıklıkla görülen pes planusun semptomatik olmadığı durumlarda da ileride neden olabileceği biyomekanik sorunlar göz önüne alınarak değerlendirilmesi ve fizyoterapi açısından ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ayak, Pes Planus, Postüral Denge, Yürüyüş.

Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no: KA21/410).



ABSTRACT

Acar HY. Evaluation Of Balance, Plantar Pressure and Gait in Individuals with Pes Planus, Baskent University, Institute of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Master's Degree Thesis, Ankara, 2022

The aim of this study was to evaluate balance, plantar pressure, and gait in individuals with pes planus and compare them with individuals with a normal arch. The 76 females and 32 males, a total of 108 individuals between the ages of 18-35 years participated in the study. Individuals were divided into two groups individuals with bilateral pes planus (n=54) and individuals with normal arch structure (n=54) according to the Navicular Drop Test and Foot Posture Index. The mean age was 20.87 ± 3.50 years in individuals with pes planus, and 20.96 ± 3.19 years in individuals with a normal arch. The descriptive characteristics of the individuals were recorded. Pes planus rigidity was evaluated by Jack's Toe Test, the tibial tendon was assessed by posterior tibial tendon dysfunction test, and foot pain severity during walking and toe-up using Visual Analog Scale. The static balance of the individuals was measured with the Hur Smart Balance system, and the dynamic balance was measured with the Y balance test. Gait and dynamic plantar pressure were evaluated with the DIERS Pedogait System. The descriptive characteristics of the individuals such as age, body mass index, occupation, shoe size, and dominant lower extremity were similar ($p > 0.05$). The 49 (90.7%) individuals had non-rigid pes planus. There was no difference between the groups in terms of posterior tibial tendon dysfunction ($p > 0.05$). The pain intensity of individuals with pes planus during walking was higher than individuals with normal arch ($p < 0.05$), and the groups were similar in terms of pain during toe-up ($p > 0.05$). There was no difference between individuals with pes planus and with a normal arch in terms of static and dynamic balance, gait, and dynamic plantar pressure values ($p > 0.05$). As a result; it was found that balance, plantar pressure distribution and time-distance characteristics of gait in individuals with pes planus with young adults did not differ from individuals with normal arch structure. It is thought that pes planus, which is frequently seen in young adults, should be evaluated in terms of biomechanical problems that it may cause in the future and should be addressed in terms of physiotherapy, even in cases where it is not symptomatic.

Keywords: Foot, Pes Planus, Postural Balance, Gait.

Approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee. (Project no: KA21/410).

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLolar LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Ayak Yapısı.....	4
2.1.1. Ayak kemikleri	4
2.1.2. Ayak eklemleri.....	5
2.1.3. Ayak kasları.....	8
2.1.4. Ayak arkları ve biyomekaniği.....	9
2.2. Pes Planus	14
2.2.1. Tanım.....	14
2.2.2. Görülme sıklığı	14
2.2.3. Sınıflandırma	14
2.2.4. Yaşla birlikte görülen değişiklikler	15
2.3. Pes Planus ve Denge.....	15
2.4. Pes Planus ve Yürüme	17
2.5. Pes Planus ve Dinamik Taban Basıncı Dağılımı	19
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1. Çalışma Dizaynı ve Bireyler.....	21
3.2. Yöntem	23

3.2.1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri.....	23
3.2.2. Naviküler düşme testi.....	23
3.2.3. Ayak postür indeksi	24
3.2.4. Jack'in parmak kaldırma testi.....	25
3.2.5. Posterior tibial tendon değerlendirilmesi.....	26
3.2.6. Ağrı değerlendirilmesi	26
3.2.7. Dengenin değerlendirmesi	27
3.2.8. Yürüme ve ayak taban basınç dağılımı analizi.....	30
3.3. İstatistiksel Analiz.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri.....	32
4.2. Ayak Yapısı ile İlgili Bulgular	33
4.3. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular.....	34
4.4. Denge ile İlgili Bulgular.....	35
4.5. Yürüme ile İlgili Bulgular	36
4.6. Dinamik Taban Basınç Dağılımı ile İlgili Bulgular	38
5. TARTIŞMA.....	39
5.1. Pes Planus ve Denge.....	42
5.2. Pes Planus ve Yürüme	43
5.3. Pes Planus ve Ayak Dinamik Taban Basıncı.....	44
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
KAYNAKLAR.....	48
EK 1: ETİK KURUL ONAYI	
EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU	
EK 3. ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ HESAPLAMASI	
EK 4. SOSYODEMOGRAFİK ANKET	
EK 5. AYAK POSTÜR İNDEKSİ	

EK 6. ÖZGEÇMİŞ



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4. 1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri.	32
Tablo 4. 2. Ayak Yapısı ile İlgili Bulgular.	33
Tablo 4. 3. Ağırlı Şiddeti ile İlgili Bulgular.	34
Tablo 4. 4. Denge ile İlgili Bulgular.	35
Tablo 4. 5. Yürüme ile İlgili Bulgular.	36
Tablo 4. 6. Dinamik Taban Basınç Dağılımı ile İlgili Bulgular.	38



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2. 1. Ayak Kemikleri.	5
Şekil 2. 2. Ayak Kasları-Alttan Görünüm	8
Şekil 2. 3. Ayak Kasları-Üstten Görünüm	9
Şekil 2. 4. Ayağın Longitudinal Arkları	13
Şekil 2. 5. A: Pes Planus, B: Sağlıklı Ayak Görünümü.....	14
Şekil 2. 6. Yürüyüşün Fazları	18
Şekil 3. 1. Araştırma Akış Diyagramı	22
Şekil 3. 2. Naviküler Düşme Testi.....	24
Şekil 3. 3. Jack'in Parmak Kaldırma Testi	25
Şekil 3. 4. Posterior Tibial Tendon değerlendirilmesi.....	26
Şekil 3. 5. HUR Smart Balance ile Dengenin Değerlendirilmesi.....	27
Şekil 3. 6. Denge Analizine Ait Veri Örneği.....	28
Şekil 3. 7. Y Denge Testi-Anterior Yönde	29
Şekil 3. 8. Y Denge Testi Posteromedial Yönde	29
Şekil 3. 9. Y Denge Testi Posterolateral Yönde	29
Şekil 3. 10. Yürüme ve Dinamik Taban Basınç Dağılımı Analizi	30
Şekil 3. 11. Yürüme ve Dinamik Taban Basınç Analizine Ait Veri Örneği	31

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

cm	santimetre
GAS	görsel analog skala
kg	kilogram
m	metre
Max	maksimum
Min	minimum
NDT	naviküler düşme testi
p	anlamlılık değeri
RD	romberg değeri
SS	standart sapma
X	ortalama
¥	kikare Değeri
§	bağımsız örneklem t testi

1. GİRİŞ

Ayak; ayak bileği, diz ve kalça eklemleriyle birlikte alt ekstremité kinematik zincirini oluşturur. Ayak insan vücudunun en distal segmentidir. Bu kompleks yapı vücudun zemin ile ilişkisini sağlar (1). Ayak; denge ve yürüme için gerekli olan somatosensoriyal bilginin en önemli kaynaklarından biridir. Ayak altından alınan duyusal girdiler, ayaktaki eklemler, kaslar ve ligamentlerden gelen propriyoseptif bilgi dik duruşun sağlanmasına ve kontrolüne katkıda bulunur (2). Ayrıca; yürüyüş sırasında yer reaksiyon kuvvetlerinin absorbe edilmesine ve farklı zeminlere adapte olarak dengenin sağlanmasına yardımcıdır (3).

Ayağı oluşturan yapılar içerisinde ayak arkları, stabilite ve esneklik açısından önemli bir role sahiptirler. Bu arklar vücut ağırlığını taşıma, yürüme mekanizmasına katkıda bulunma ve enerji üretme gibi fonksiyonlar sunmaktadır (4). Ayağın transvers düzlemde iki longitudinal arkı bulunmaktadır: medial longitudinal ark ve lateral longitudinal ark. Medial longitudinal ark; kalkaneus, talus, navikula, kuneiform kemikler ve ilk üç metatarsal kemiklerden oluşmaktadır ve ayağın birincil olarak ağırlık taşıyan ve şok absorbe eden yapısıdır (5). Medial longitudinal arkın gelişimi artan yaşla birlikte vücut ağırlığı, fiziksel aktivite ve ayakkabı kullanımı gibi dış faktörlerden etkilenir (6).

Pes planus, ayağın medial longitudinal arkının yüksekliğinin azalması veya tamamen yok olması durumu olarak tanımlanır (6). Pes planus ayak deformiteleri arasında en sık karşılaşılan problemdir. Bütün bebeklerin doğumdan itibaren ayaklarında pes planus mevcuttur. Medial longitudinal ark sağlıklı bebeklerin ayaklarında 3 yaşına kadar oluşmayabilir. İlerleyen yaşlarda bağların güçlenmesi ile midtarsal eklemlerin ve kemiklerin gelişimini destekleyerek medial ark gelişir (7). Ancak medial longitudinal arkı destekleyen plantar fasya ve kas gruplarının zayıflığı ile ark desteği azalabilir ve pes planus görülebilir (8). Ayrıca yetişkinlerde mesleği gereği uzun süre sert zemin üzerinde duran bireylerde, obez bireylerde, kaslar arasında kuvvet dengesizliği olan durumlarda plantar fasyaya aşırı yük binmesi sonucu görülebildiği gibi, çocukluk çağındaki pes planusun ilerlemesi sonucu olarak da ortaya çıkabilir (9).

Pes planus, ayaktaki yük dağılımının değişmesine ve ayağın medialine normalden fazla yük binmesine yol açar (10). Alt ekstremité eklemlerine ve lumbal vertebralara binen yüklerin şiddeti ve lokalizasyonları değişir. Bu biyomekanik değişim sonrasında çeşitli semptomlar görülür. Özellikle yürüme ve ayakta durma ile ayakta ortaya çıkan ağrı, kuvvet

kaybı, yorgunluk, instabilite ve fonksiyonel kısıtlanmalar bu semptomlardan bazılarıdır. Ortaya çıkan semptomlar sonucunda bireylerin enerji harcaması da artmaktadır. Bu da alt ekstremitte performansını olumsuz yönde etkileyebilir (11,12).

Denge; oturma, ayakta durma veya yürüme gibi aktivitelerde vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyinin kabul edilebilir sınırları içerisinde tutabilme yeteneği olup, çok yönlü duyuşal, motor ve biyomekanik bileşenleri içeren karmaşık bir süreçtir. Statik ve dinamik denge olmak üzere ikiye ayrılır (13). Pes planusta ayaktaki normal dizilimde meydana gelen değişimler, ayaktan gelen anormal duyu girdisine neden olabilir ve bu durum postür ve postüral salınımlar için gereken kas aktivitesinin doğru şekilde gerçekleşmesini engeller. Bu nedenle denge etkilenebilir (14,15). Literatürde bazı çalışmalarda pes planusu olan bireylerde kuvvet plağı veya denge sistemleri ile değerlendirilen statik postüral stabilitenin azaldığı gösterilirken (16,17); bazı çalışmalarda normal ark yapısına sahip bireylere göre fark olmadığı bildirilmiştir (18,19). Kim ve arkadaşları (17) ise, pes planus olan ve normal ark yapısına sahip bireyler arasında statik stabilitenin değiştiğini ancak dinamik stabilitede fark olmadığını belirtmişlerdir.

Ayak taban basınç dağılımı hem denge hem de yürüyüşü etkileyen bir faktördür. Pes planusu olan bireylerin normal ark yapısına sahip bireylere göre ayak başparmağı, ön ayağın ortası ve ayak medialine daha fazla yük verdikleri görülmüştür (20). Bir başka çalışmada ise pes planus, pes cavus ve normal ayaktaki taban basınç dağılımı karşılaştırılmış ve yalnızca duruşun terminal fazı ve salınım öncesi fazda farklılık olduğu bulunmuştur (21). Sonuçta; taban basınç paternlerine dair bazı bulgular tespit edilmiş olsa da yürüyüş analizi protokollerindeki ve basınç dağılımı analizi tekniklerindeki farklılıklar net bir sonuç elde etmeyi zorlaştırmaktadır.

Yürüme döngüsü birçok patolojiden etkilenmektedir (22). Yürüme döngüsünü deformiteler, kas kuvvet kaybı, azalmış motor ya da duyuşal kontrol, denge problemleri gibi faktörler olumsuz etkiler, kompanse edici hareketler ortaya çıkar ve yürüyüş bozukluğuna neden olur. Pes planus da yürüme paternini etkileyebilir (23). Pes planus deformitesinin yürüme döngüsünde ekstremiteye yük verme sırasında ayağın pronasyona gitmesine ve plantar fleksiyona, talusun adduksiyona gitmesine ve kalkaneusun valgusa gitmesine neden olabileceği bulunmuştur. Hunt ve arkadaşları (24), pes planusu olan bireylerde yürüyüşün kinetik ve kinematik analizini yapmışlardır. Ancak pes planus olan bireyler ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında fark bulmamışlardır. Bu sonucun bireylerde hafif semptomu olan veya semptomu olmayan pes planus olmasından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Tüm bu biyomekanik problemler uzun dönemde metatars stres kırıklarına, plantar fasiite, aşıll tendinitine, tibialis anterior inflamasyonuna veya patellofemoral eklem ağrısına yol açabilir (25,26). Bu nedenle pes planusun çok yönlü değerlendirilmesi gereklidir.

Literatürde pes planusu olan bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı veya yürüyüşün değerlendirildiği çalışmaların sonuçları değişkenlik göstermektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak planlanan çalışmanın amacı; pes planusu olan bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı ve yürümenin değerlendirilmesi ve normal ark yapısına sahip bireyler ile karşılaştırılmasıdır. Çalışmanın hipotezleri aşağıda yer almaktadır.

Hipotez 1:

H₀: Pes planusu olan bireylerin statik ve dinamik denge değerleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin statik ve dinamik denge değerleri arasında fark yoktur.

H₁: Pes planusu olan bireylerin statik ve dinamik denge değerleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin statik ve dinamik denge değerleri arasında fark vardır.

Hipotez 2:

H₀: Pes planusu olan bireylerin ayak taban basınç dağılımı değerleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin ayak taban basınç dağılımı değerleri arasında fark yoktur.

H₁: Pes planusu olan bireylerin ayak taban basınç dağılımı değerleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin ayak taban basınç dağılımı değerleri arasında fark vardır.

Hipotez 3:

H₀: Pes planusu olan bireylerin yürüme parametreleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin yürüme parametreleri arasında fark yoktur.

H₁: Pes planusu olan bireylerin yürüme parametreleri ile normal ark yapısına sahip bireylerin yürüme parametreleri arasında fark vardır.

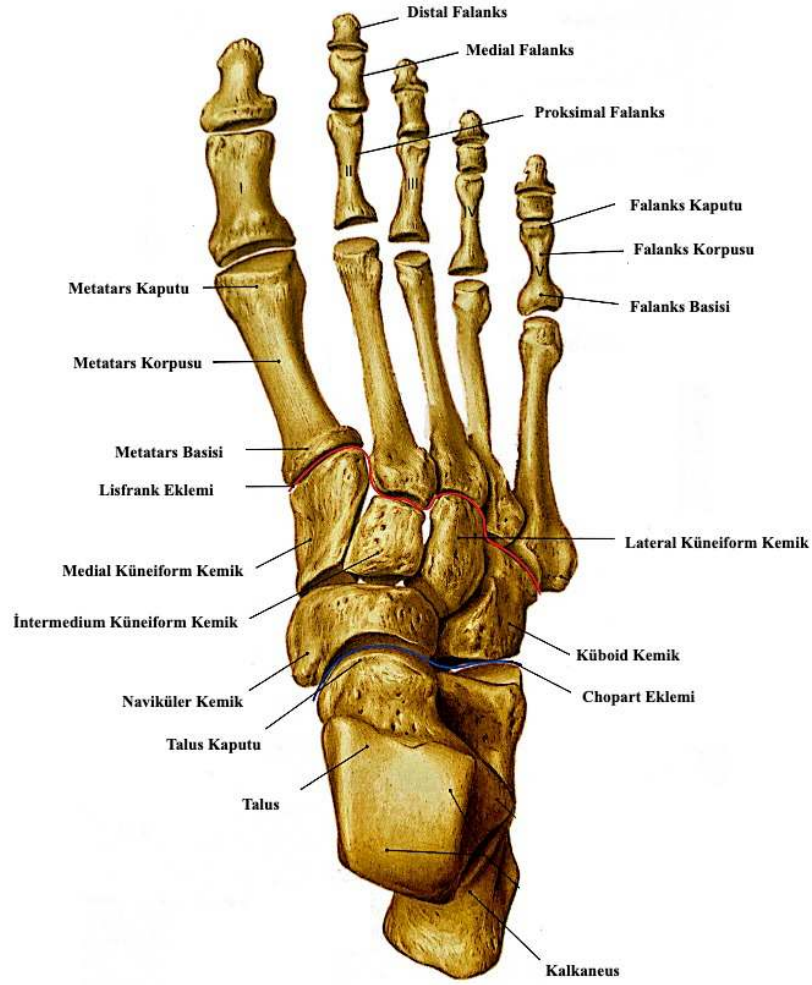
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ayak Yapısı

Ayak; alt ekstremitenin en distal segmenti olup, vücudun yer ile temasını sağlayan kompleks bir yapıdır (1-3). Denge, yürüme ve dik postürün sağlamasında önemlidir.

2.1.1. Ayak kemikleri

Ayak yapısını oluşturan 26 adet kemik bulunmaktadır. Ayağın yapısı üç bölgede incelenebilir. İlk bölgeye tarsal kemikler ismi verilir. Bu bölgede ayak bileğini oluşturan talus, kalkaneus ve naviküler kemik, önünde ise medial kuneiform, intermedium kuneiform, lateral kuneiform ve kuboid kemik bulunur. Metatarsal kemikler ise beş adet uzun kemikten oluşmaktadır. Bu kemiklerin proksimal uçlarına basis denir ve tarsal kemikler ile eklem yapar. Distal kısımlarına ise kaput denir ve falanksların proksimalinde bulunan basisleri ile eklem yapmaktadır. Falankslar ise ayak parmaklarının iskeletini oluşturan küçük uzun kemiklerdir. Bu kemikler baş parmakta proksimal falanks ve distal falanks olmak üzere iki adet, diğer parmaklarda ise proksimal falanks, intermedial falanks ve distal falanks olmak üzere üç adet bulunmaktadır (27) (Şekil 2.1).



Şekil 2. 1. Ayak Kemikleri (28).

2.1.2. Ayak eklemleri

Ayak bileği eklemi üç kemiğin eklem yapması ile oluşur. Bunlar; tibia, fibula ve talustur. Tibia ile talus arasında bulunan eklem talokrural eklem denir. Bu eklem ayak bileğinin en temel eklemidir. Talusun yaptığı eklemleri inceleyecek olursak; medialde medial malleol ile, lateralde lateral malleol ile, posteriorda posterior malleol ile superiorda ise tibia platformu ile eklem yapmaktadır (29,30).

Ayak bileği kompleksi üç eklemden oluşur. Bu eklemler tibiotalar eklem, subtalar eklem ve distal tibiofibular eklemdir. Bu üç eklem arka ayakta gerçekleşen hareketler esnasında koordine çalışır. Arka ayak sagittal düzlemde plantar fleksiyon, dorsi fleksiyon, frontal düzlemde inversiyon, eversiyon ve transvers düzlemde iç ve dış rotasyon hareketlerini gerçekleştirir (30). Ayağın hareketleri düzlemlerde izole olarak ortaya çıkmaz.

Hareket üç eklem koordineli bir şekilde bacağın uzun eksenine eğik bir dönme ekseninde tek bir birim olarak gerçekleşir. Talokrural ve subtalar eklemler pozisyon olarak oblik bir dönme eksenine sahiptir. Bu nedenle talokrural ve subtalar eklem üzerinde gerçekleşen hareketler kardinal eksen üzerinde değerlendirilemez.

Ayak bileği hareketlerini incelediğimizde ise iki hareket karşımıza çıkmaktadır. Bu hareketler pronasyon ve supinasyondur. Açık kinetik zincirde supinasyon plantar fleksiyon, eversiyon ve iç rotasyon hareketlerinin birleşmesi ile oluşurken; pronasyon dorsifleksiyon, eversiyon ve dış rotasyondan oluşur (29).

Talokrural eklem

Talokrural eklem (tibiotalar eklem); talus, medial malleol, distal tibial plato ve lateral malleolün bir araya gelmesi ile oluşan bir eklemdir. Talokrural eklem şekli, ağırlık taşıma sırasında torkun bacadan ayağına iletilmesine izin verir. Talokrural eklem üzerinde gerçekleşen izole hareket dorsifleksiyon ve plantar fleksiyondur. Bu nedenle menteşe tipi bir eklem olarak düşünülebilir. Talokrural eklem izole hareketi sagittal eksen üzerinde gerçekleşir (31). Talokrural eklem için ligamentler ise medial ve lateral ligamentlerdir. Medial ligament üçgen şeklinde bir bağ olduğu için deltoid ligament olarak da adlandırılır. Deltoid ligament tibionaviküler, tibiokalkaneal ve tibiotalar olmak üzere üç farklı bölümden oluşur. Lateral ligament ise üç bölüme incelenebilir: anterior talofibular ligament, posterior talofibular ligament ve kalkaneofibular ligament (27).

Subtalar eklem

Subtalar eklem talus ile kalkaneus arasında yer almaktadır. Bu eklem temel görevlerinden biri ayakta oluşan supinasyon ve pronasyon esnasında talus ile kalkaneus arasındaki torku aktarmaktır (32). Bu eklemi lateral, medial, posterior ve talokalkaneal ligamentler destekler (27).

Distal tibiofibular eklem

Tibia ve fibulanın distalde ayak bileğinde yaptığı, iki kemik arasında sınırlı harekete izin veren sindesmoz tipte bir eklemdir. Bu eklemden gerçekleşen aksesuar gliding, tüm ayak bileği normal mekaniği için önemlidir (33). Aynı zamanda bu eklem talokrural eklem için bir çatı oluşturur. Distal talofibular eklemi anterior tibiofibular ligament ve posterior tibiofibular ligament destekler (27).

Talokalkaneonaviküler eklem

Subtalar eklem ile birlikte hareket eden bir eklemdir. Talokalkaneonaviküler eklem yukarıdan aşağıya, içten dışa ve önden arkaya seyreden oblik bir eksene sahiptir. Bu eğik eksen etrafında ayağın supinasyonu ile adduksiyonu ve pronasyonu ile abduksiyonu gerçekleşir. Bu eklemi eklem kapsülü ve talonaviküler ligament çevreler (27).

Kalkaneokuboid eklem

İnsan ayağındaki en az hareketli eklemlerden biri olarak tanımlanır. Eklem oluşturulan yüzler nispeten düz bir şekildedir. Bununla birlikte inversiyon ve eversiyon hareketinde eğik bir eksen etrafında 25° kadar döner (34). Bu eklem plantar kalkaneokuboid ligament, dorsal kalkaneokuboid ligament, bifurkat ligament ve uzun plantar ligament ile desteklenir (27).

Tarsometatarsal eklem

Medial, lateral ve intermedium kuneiform kemik, kuboid kemik ve metatarsal kemiklerin yaptığı eklemeye verilen isimdir. Sınırlı bir kayma hareketine izin verir. Bu eklemi dorsal tarsometatarsal ligament, plantar tarsometatarsal ligament ve interöz kuneometatarsal ligament destekler (27).

İntermetatarsal eklemler

Metatarsal kemiklerin proksimal uçlarının birbirine bakan yüzlerinin oluşturduğu eklemlere denir. Sınırlı bir kayma hareketine izin verir. İntermetatarsal eklem ve metatarsofalangeal eklem bağları ortaktır (27).

Metatarsofalangeal eklemler

Metatarsal kemiklerin distal uçları ile falanksların proksimal uçlarının yaptığı eklemeye verilen isimdir. Bu eklemden fleksiyon ve ekstansiyon hareketi gerçekleşir fakat fleksiyon hareketi gerçekleşirken bir miktar adduksiyon, ekstansiyon hareketi gerçekleşirken de bir miktar abduksiyon gözlemlenir. Bu eklemeye ait bağlar eklem kapsülü, plantar ligament, transvers metatars profundum ve kollateral ligamenttir (27).

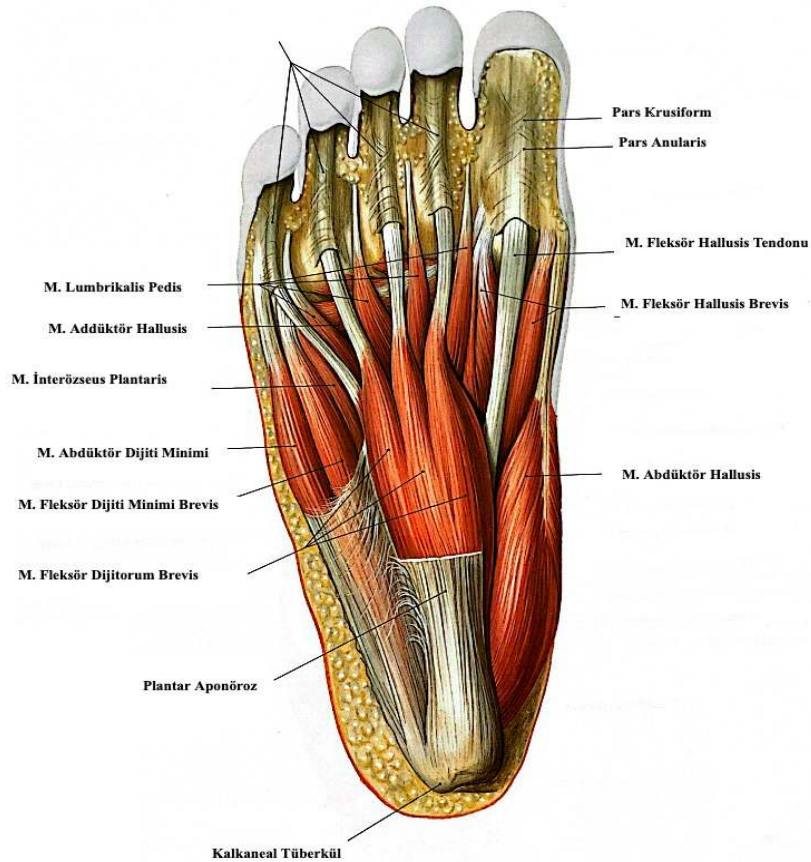
İnterfalangeal eklemler

Proksimal falanksların kaput kısmı ile orta falanksların basis kısmı, orta falanksların kaput kısmı ile distal falanksların basis kısmının yaptığı eklemlerdir. Bu eklemlerde

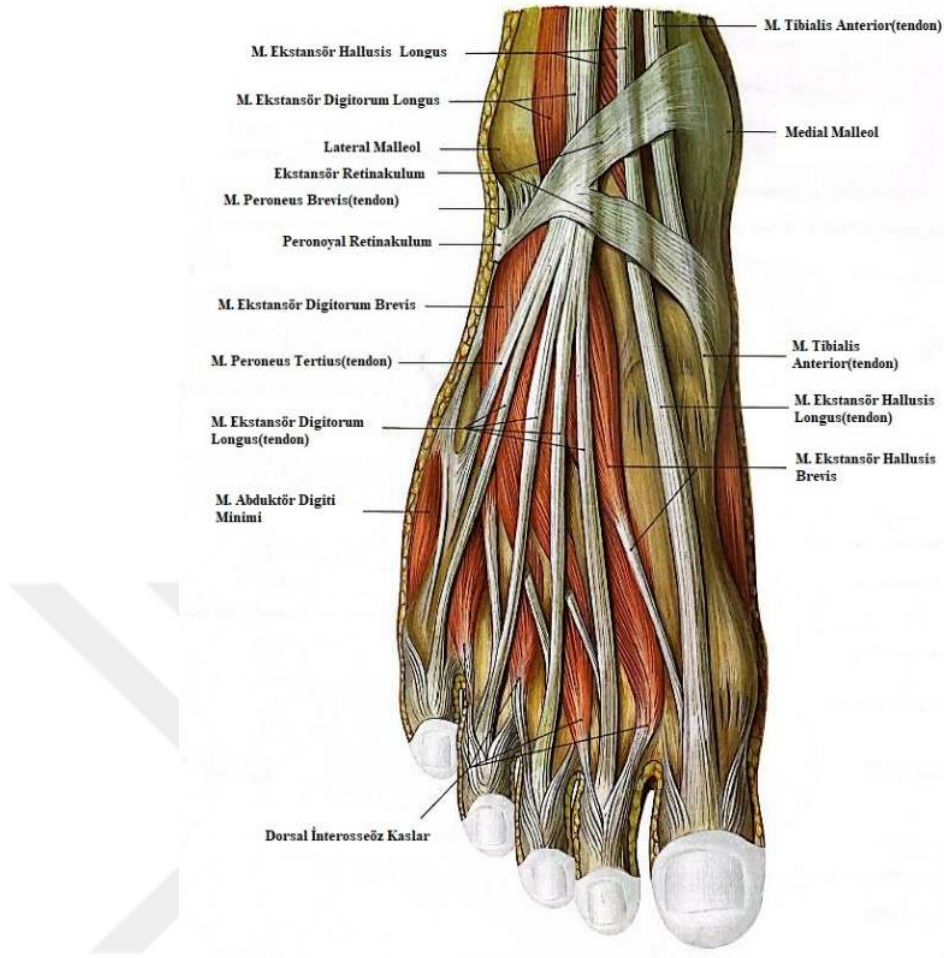
fleksiyon ve ekstansiyon hareketi gerçekleşir. Bu eklemleri eklem kapsülü, kollateral ligament ve plantar ligament destekler (27).

2.1.3. Ayak kasları

Ayak bileğinde gerçekleşen hareketler; inversiyon, eversiyon, dorsifleksiyon ve plantar fleksiyondur. Bu hareketleri gerçekleştiren kasların birçoğunun origosu ayak bileğinin üstünde yer alırken, insersiyosu ise ayak üzerinde yer almaktadır. Ayağa plantar fleksiyon yaptıran kaslar; gastroknemius, soleus, plantaris, fibularis longus, fibularis brevis, tibialis posterior, fleksör digitorum longus ve fleksör hallusis longustur. Ayağa dorsifleksiyon yaptıran kaslar ise tibialis anterior, ekstansör digitorum longus, ekstansör hallusis longus, fibularis tertiusdur. Ayağa inversiyon yaptıran kaslar tibialis posterior ve tibialis anteriordur. Ayağa eversiyon yaptıran kaslar ise peroneus longus, peroneus brevis ve peroneus tertiusdur (27) (Şekil 2.2 ve Şekil 2.3).



Şekil 2. 2. Ayak Kasları-Alttan Görünüm (28).



Şekil 2. 3. Ayak Kasları-Üstten Görünüm (28).

Ayakta bulunan kasların primer görevleri parmakların fleksiyonu, ekstansiyonu, abduksiyonu ve adduksiyonudur. Ayak parmaklarına ekstansiyon yaptıran kaslar ekstansör hallusis longus, ekstansör digitorum longus, ekstansör digitorum brevis ve lumbrikal kaslardır. Ayak parmaklarına fleksiyon yaptıran kaslar ise fleksör digitorum longus, fleksör digitorum brevis, fleksör hallusis longus, fleksör hallusis brevis, fleksör digiti minimi ve lumbrikal kaslardır. Ayak parmaklarına abduksiyon yaptıran kaslar abduktör hallusis, abduktör digiti minimi ve dorsal interosseözlerdir. Ayak parmaklarına adduksiyon yaptıran kaslar ise adduktör hallusis ve plantar interosseözlerdir (27,35).

2.1.4. Ayak arkları ve biyomekaniği

Ayak kemikleri konvitesi aşağıya bakan üç tane ark oluşturacak şekilde eklem yapar. Bu arkların bir tanesi medialde, bir tanesi lateralde bulunur ve longitudinal şekilde

uzanır. Diğeri ise ortada transvers bir şekilde uzanır. Medial longitudinal arkı; kalkaneus, talus, naviküler kemik, kuneiform kemik ve ilk üç metatars oluşturur. Ayağın en yüksek arkıdır. Transvers arkı; metatarsal kemikler ve tarsal kemiklerin distalinde bulunan kemik yapılar oluşturur. Lateral longitudinal arkı ise kalkaneus, kuboid kemik ve dördüncü ve beşinci metatarslar oluşturur (27) (Şekil 2.4).

Medial longitudinal ark

Medial longitudinal ark ayaktaki şokları absorbe eden ve primer yük taşıyan arktır. Medial longitudinal ark kalkaneus, talus, navikula, üç kuneiform ve ayağın medialinde bulunan ilk üç metatarsal kemiği kapsar. Medial longitudinal arkın etkisi olmadan, (örneğin koşu sırasında) üretilen hız ve kuvvet kemiğin fizyolojik taşıma kapasitesini aşabilir. Buna ek olarak ayağa etki eden bu kuvvetlerin azalmasına plantar yastıkçıklar, plantar fasya ve sesamoid kemikler de yardımcı olur. Talonaviküler eklem ve bu eklem ile ilişkili olan diğer bağ dokular, medial longitudinal arkın temelini oluşturur. Medial longitudinal arkın yüksekliği ve şeklini koruyan yapılar; plantar fasya, spring ligament, medial tarsometatarsal eklemlerin stabilitesi, plantar bağlar ve ayağın intrinsik ve ekstrinsik kaslarıdır (36,37).

Medial longitudinal arkı destekleyen iki kuvvet vardır. Bunlardan biri aktif kas kuvveti diğeri ise kemiklerin şeklini koruyan bağ dokuların elastik ve gerilme kuvveti tarafından üretilen pasif kuvvettir. Normal duruşta arkı desteklemek için pasif kuvvetler yeterlidir. Bunun yanı sıra parmak uçlarına kalkmak, yürümek ve koşmak gibi dinamik hareketler esnasında arkın desteklenmesi için aktif kuvvetlere ihtiyaç vardır (38).

Statik bir duruşta ayağın arkının oluşmasını sağlayan temel yapılar ligamentlerdir. Fakat yük altındayken ayağın arkının desteklenmesi için ligament desteği yetersizdir. Medial longitudinal arkın yük altındayken desteklenmesi için kassal kuvvetlere de ihtiyaç vardır. Medial arkın altında longitudinal düzlemde uzanan kaslar arkın yük altındayken düzgünlüğünü koruması için kuvvet oluşturan primer kaslardır. Bu kaslardan en önemlisi fleksör hallusis longus kasıdır. Fleksör hallusis longus baş parmağa uzanmasının yanında aynı zamanda 2. ve 3. parmaklardan geçen fleksör digitorum longus kaslarının tendonlarına da kayganlık sağlar. Fakat fleksör hallusis longus kısa süre ayakta kalma esnasında aktif değildir. Uzun süreli ayakta kalma durumlarında yüzeye karşı parmak yastıkçıklarına olan basıncı artırıp ligamentleri rahatlatmak için kasılır. Yürüyüşün parmak kalkışı fazında ve taban teması sırasında medial longitudinal ark üzerinde oluşan gerilimi azaltmak için fleksör hallusis longus kuvvetlice kasılarak ark düzgünlüğünün korunmasında yardımcı olur. Arkın desteklenmesinde önemli olan diğer kaslar ise tibialis anterior ve tibialis posterior kasıdır.

Bu iki kasın inversiyon ve addüksiyon yönündeki hareketi ayağın medial kısmını yerden yükseltir. Bu nedenle de ayağın arkının oluşmasında önemli bir rol oynarlar. Medial longitudinal arkın düzgünlüğünün korunmasında önemli olan bir diğer kas ise peroneus longus kasıdır. Peroneus longus eversiyon esnasında medial arkın yukarıya çekilmesini sağlar (35).

Ayakta duruşta, vücut ağırlığı medial longitudinal ark boyunca ayağın topuk ve topukta bulunan kalın dermise dağılır. Ön tarafta ise basınç altında kalan bölge 2. ve 3. metatarsların başıdır. Yürüme esnasında bu basınç daha da artar ve hatta koşarken ve zıplarken çok daha fazla basınç oluşur. Ayakta duruşta vücut ağırlığının %60'ı topukta, %28'i ön ayakta ve %8'i orta ayakta taşınır. Vücut ağırlığı talusu aşağı doğru bastırıp medial longitudinal arkı düzleştirme eğilimindedir. Bu hareket kalkaneus ve metatars başları arasındaki mesafeyi artırmaktadır. Gerginlik özellikle plantar fasyada bulunan bağ dokuların gerilmesi ile oluşur. Ark deprese edildiğinde, arka ayakta bir miktar pronasyon görülür. Kalkaneus ile tibia arasındaki oblik eksenden dolayı kalkaneus hafifçe dışa dönük olduğu için, pronasyon en çok arkadan bakıldığında belirgindir. Sonrasında ise örneğin, vücut ağırlığı diğer bacağa aktarılırken, zeminle olan temas kesildikçe, doğal olarak elastik ve esnek ark, önceki yüksekliğine geri döner. Kalkaneus ise hafifçe nötr konumuna geri dönerek ayakta bulunan çıkık mekanizmasının şok absorpsiyonu işlevini bir kez daha tekrarlamasına izin verir (38,39).

Sağlıklı bir duruş için ayağın intrinsik ve ekstrinsik kaslarının minimal aktivasyonuna ihtiyaç vardır (40). Medial longitudinal arkın yüksekliği ve kavisli, primer olarak bağ dokuların oluşturduğu pasif kuvvetler ile meydana gelir. Aktif kas desteği, arkın kavisli yapısını düzleştirmeye sebep olacak eksternal durumlarda devreye girer (41). Basmajian ve Stecko (40), yapmış oldukları çalışmada yüklenme miktarı arttıkça tibialis posterior ve ayak intrinsik kaslarından daha fazla elektromiyografik (EMG) sinyaller alındığını göstermişlerdir.

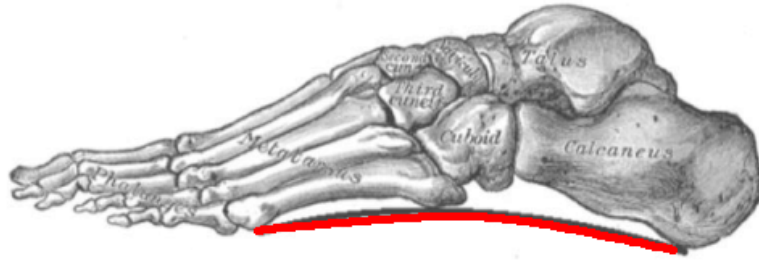
Plantar Fasya

Plantar fasya medial longitudinal ligamenti destekleyen primer yapıdır (36). Plantar fasya kollajen bakımından zengin geniş, kalın ve kuvvetli olan transvers ve longitudinal bantlardan oluşur (37). Plantar fasya ayağın tabanını ve yanlarını kapsayan yüzeyel ve derin katmanlardan oluşur. Yüzeyel lifler dermise bağlıdır ve fonksiyonel olarak şok absorpsiyonu sağlar ve ayırıcı kuvvetleri azaltır. Derin plantar fasyanın posterioru ise kalkaneal tuberositasın medial çıkıntısına yapışır. Bu başlangıç noktasından merkezi lifler

lateral, medial ve öne doğru ilerler ve ayağın intrinsik kaslarına karışarak bu kasları kapsar. Plantar fasyanın ana lif grubu metatarsofalangeal eklemleri ve parmakların fleksör tendonlarının fibröz kılıflarını kaplar. Aktif ayak ekstansiyonunda, derin fasyanın merkezindeki lifler gerilerek medial longitudinal arktaki gerilimi artırır (38). Plantar fasya yük altında hafifçe eğilen ve arkta marjinal bir düşüşe izin veren yarı elastik bir bağlantı çubuğu görevi görür. Bir kadavra üzerinde yapılan deney sonucu plantar fasyanın medial longitudinal arkın yüksekliğinin korunmasında önemli bir rol aldığı görülmüştür ve fasyanın kesilerek devreden çıkarılması sonucu ark sertliğinin %25 azaldığı bulunmuştur (36).

Tibialis Posterior Tendonu

Tibialis posterior tendonu medial malleolün arkasından seyrederek naviküler tüberkül ve tarsal kemiklerin ortasına girer. Tibialis posterior tendonu medial longitudinal ark düzgünlüğünün korunmasında önemli bir rol oynar. Biyomekanik olarak tibialis posterior kası medial longitudinal arkın birincil dinamik stabilizatörüdür (42). Tibialis posterior kası sayesinde oluşan bu dinamik stabilizasyon sonucunda gastroknemius kası daha verimli bir hareket paterni ortaya çıkartır. Gastroknemiusun etkin bir şekilde hareket etmesi için tibialis posterior kasının aktivasyonu gereklidir. Posterior tibial tendon yetmezliği sonucunda ise arkı oluşturan diğer yapılar zayıflar ve pes planus gelişme riski artar (43).



LATERAL LONGITUDINAL ARK



MEDIAL LONGITUDINAL ARK

Şekil 2. 4. Ayağın Longitudinal Arkları (39).

Lateral longitudinal ark

Lateral longitudinal ark kalkaneustan başlayarak kuboid kemik ve dört ile beşinci metatarsal kemik arasında uzanan yapıdır (27). Ayak yapısının düzgünlüğünü sağlamasında rol oynar. Lateral longitudinal arkın yapısını destekleyen birçok kas vardır. Peronous longus kası lateral longitudinal arkı yukarı doğru çeker ve arkın bütünlüğünün sağlamasında önemli bir rol oynar. Bunun dışında fleksör digitorum longusa ait 4. ve 5. parmaklara giden tendonlar, fleksör digitorum brevisin lateral yarısı ve abduktör digiti minimi desteği sütunların birbirinden ayrılmasını önleyerek lateral arkın düzgünlüğünün korunmasını sağlar (35).

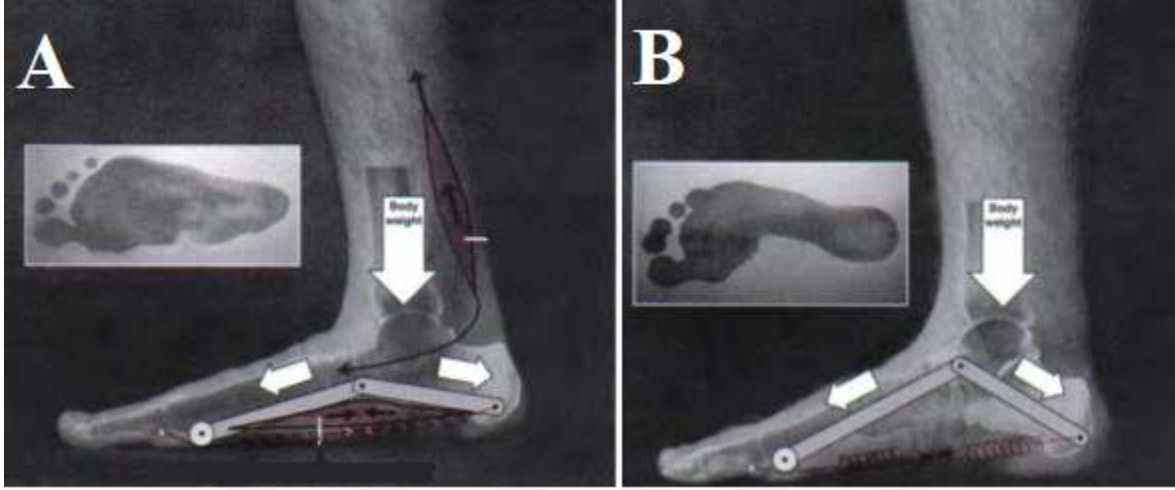
Transvers ark

Transvers ark transvers düzlemde uzanan ayağın arklarından biridir. Anterior transvers ark 1. ve 5. metatars başlarının hemen arkasında uzananır, mid transvers ark üç kuneiform kemikle kuboid arasında oluşturulur, posterior transvers ark kuboid ile navikula arasında uzanan arktır (27). Transvers arkın bütünlüğü kuboid ve kuneiform kemik yüzleri sayesinde pasif olarak sürüdürülebilir. Peronous longus ve peronous brevis kasları aktif olarak arkın gerimini sağlar (35).

2.2. Pes Planus

2.2.1. Tanım

Pes planus ayak tabanında bulunan medial longitudinal arkın gerginliğinin normalden daha gevşek olmasından dolayı meydana gelen bir patolojidir (44) (Şekil 2.5). Fizyolojik veya patolojik etkenlere bağlı olarak medial longitudinal arkta çökme meydana gelir. Bu meydana gelen deformiteye ise “pes planus” ya da “düz tabanlık” ismi verilir.



Şekil 2. 5. A: Pes Planus, B: Sağlıklı Ayak Görünümü (38).

2.2.2. Görülme sıklığı

Pes planus deformitesi toplumun %15’inde rastlanan bir deformitedir (45). Vakaların büyük çoğunluğu esnek pes planustur. Siyah ırkta pes planus deformitesine daha fazla rastlanmaktadır (46). Çocuklarda daha sık görülür. Erkek çocuklarında %56, kız çocuklarında ise %32 oranında pes planusa rastlanabilir. Yaş ile birlikte arkın gerilimi artar ve genellikle ilerleyen yaşlarda pes planus görülme oranı azalır (47).

2.2.3. Sınıflandırma

Pes planus deformitesi fizyolojik veya patolojik olarak görülebilir. Deformitenin başlangıç yaşı bu durumun değerlendirilmesinde önemlidir. Pozitif aile öyküsü pes planusun altında yatan nedeni ortaya çıkarmakta yardımcı olabilecek bir etkidir. Aile öyküsünde bulunan artrit, eklem laksitesi gibi etkenler sorgulanarak deformite fizyolojik veya patolojik olarak sınıflandırılabilir (48). Ağrı pes planusun sınıflandırılmasında kullanılan bir diğer

etkendir. Ağrılı bir ayak bazen tümör, artrit veya enfeksiyon varlığına işaret edebilir (49). Ayrıca pes planus rijit ya da esnek olarak da sınıflandırılabilir (47).

Esnek pes planusda medial longitudinal arkın yalnızca ağırlık taşırken çöktüğü, yük altında değilken düzeldiği görülür. Esnek pes planusta medial longitudinal arkın ayak parmak ucunda veya ayak bileği plantar fleksiyondayken gerginliğinin yeniden ortaya çıkması rijit pes planustan ayırt edilmesinde gözlemlenen en büyük kriterlerden birisidir. Esnek pes planusa sebep olan etmenler kas zayıflığı, obezite, ligament laksitesi ve diğer biyomekanik sebeplerdir. Rijit pes planusta ise hem yük altında hem de yük altında değilken ayak ark yüksekliği azalmıştır. Konjenital vertikal talus, tarsal koalisyon veya septik artrit gibi nedenler rijit pes planusa yol açabilmektedir (47).

2.2.4. Yaşla birlikte görülen değişiklikler

Pes planus doğum sonrası var olan ve çocuklarda yetişkinlere göre daha sık görülen bir ayak deformitesidir. Büyüme ile birlikte medial longitudinal ark şekillenir. Ancak gelişimsel pes planusu olan yetişkinler de vardır ve büyük çoğunluğunun şikâyeti bulunmamaktadır. Staheli ve arkadaşları (44), pes planusun yaşla birlikte gösterdiği değişimi incelemişler ve bebeklik ve çocukluk döneminde sık görüldüğünü, ergenliğe doğru azaldığını, sonrasında ise tekrar artış eğilimine girdiğini belirtmişlerdir. Ancak, söz konusu artış bir yandan düşük seviyede iken, bir yandan da geniş bir zaman aralığına yayılmış durumdadır. Erkeklerde 18-39 yaşları arasında, kadınlarda ise 30-50 yaşları arasında daha yaygın görülebilir (50,51). Yetişkinlerde mesleği gereği uzun süre sert zemin üzerinde duran bireylerde, obez bireylerde, kaslar arasında kuvvet dengesizliği olan durumlarda plantar fasyaya aşırı yük binmesi sonucu görülebildiği gibi, çocukluk çağındaki pes planusun ilerlemesi sonucu olarak da ortaya çıkabilir (9).

2.3. Pes Planus ve Denge

Denge, destek tabanı üzerinde vücut ağırlık merkezini koruma yeteneği olarak tanımlanır (52). Dengenin sağlanabilmesi için dışarıdan gelen propriyoseptif, görsel ve vestibuler bilgiler, ekstrapiramidal sistem, serebellum, retiküler formasyon ve serebellar kortekste işlenir. İşlenen bu duysal veriler sonucunda ortaya çıkan sinir kas etkileşimi, destek yüzeyi ile ağırlık merkezinin en optimal olduğu vücut postürü oluşturularak denge sağlanır (53).

Denge statik ve dinamik denge olmak üzere ikiye ayrılır. Sabit bir zeminde hareket etmeden elde edilen postüral salınımları kontrol etme yeteneği statik denge olarak tanımlanır. Hareket esnasında oluşan postüral değişikliklerin vücut dışından gelen uyarılar ile birlikte uyumlu olarak uygun postür oluşturma yeteneği ise dinamik denge olarak tanımlanır (54).

Dengeyi etkileyen faktörler ağırlık merkezi, yerçekimi hattı ve destek yüzeyidir (52). Ağırlık merkezinin destek yüzeyine olan uzaklığının artması, destek yüzeyinin daralması ve yerçekimi hattının ağırlık merkezine olan uzaklığının artması dengeyi olumsuz yönde etkiler. Bir kişinin destek yüzeyini değiştirmeden uzanarak, dengesinin bozulmadan gidebileceği son sınır ise stabilite limiti olarak tanımlanır. Vücut stabilite limitinin dışına çıkacak bir salınım yaptığında, kişi dengesini koruyabilmek için destek yüzeyini değiştirerek koruyucu mekanizmaları tekrar devreye sokar, aksi takdirde denge bozularak düşme gerçekleşebilir.

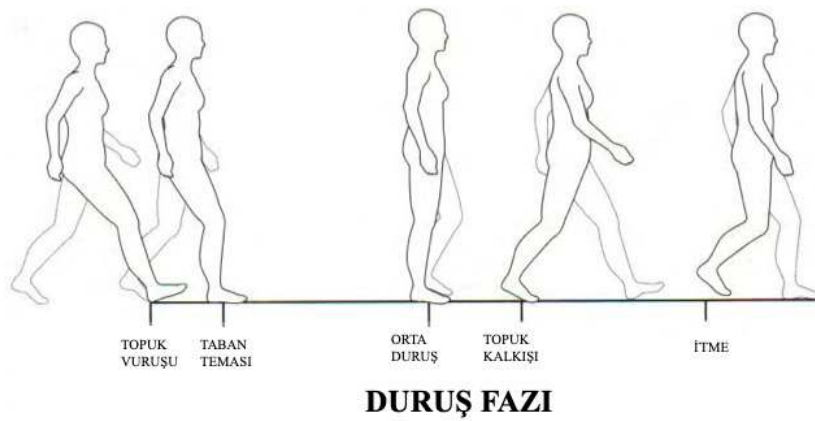
Dengenin sürdürülebilmesi için ayak tabanından alınan yüzeyel ve propriyoseptif duysal girdilerin merkezi sinir sistemine iletilmesi, algılanması ve yorumlanması önemlidir. Ayak tabanından gelen bu afferent duysal girdiler sonucunda postüral stabilite ve denge sağlanır (14). Ayak tabanından alınan duysal girdiler, ayak deformitelerinin varlığında bozulabilir. Çünkü ayak yapısındaki değişimler ile ayak tabanından alından duyu girdileri değişebilir ve merkezi sinir sistemine iletilen afferent bilgiler yanlış yorumlanabilir. Bu durum alt ekstremité kaslarının denge ve yürüme esnasında postüral stabiliteyi korumak için daha fazla çalışmasına ve bunun sonucunda da daha erken yorulmasına ya da ağrıya sebep olur (55).

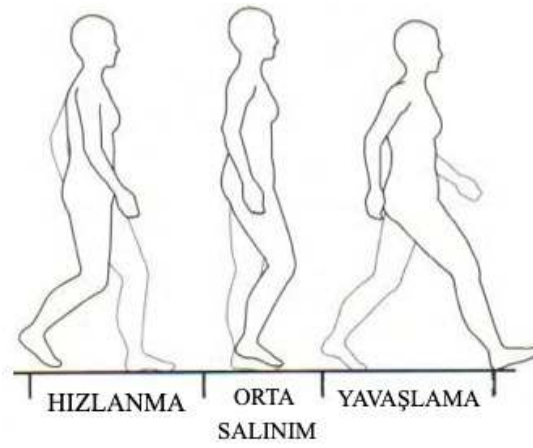
Pes planuslu bireylerde medial longitudinal ark gerginliğinin azalması sonucunda ayağın yer reaksiyon kuvvetini sönmleme yeteneğinde birtakım değişiklikler açığa çıkarak denge için gerekli olan stabilite sağlanamaz. Her ne kadar pes planusta ayağın yerle temas yüzeyinin arttığı ve dengenin etkilenmeyeceği düşünülse de çalışmalar farklı sonuçlar vermektedir (56). Kabak ve arkadaşlarının (57), yapmış olduğu bir çalışmada pes planuslu sporcuların dominant bacak üzerinde dengede durma yeteneklerinin azaldığı görülmüştür. Pes planuslu bireylerde postüral stabiliteyi değerlendiren bir diğer çalışmada ise statik denge performansının azaldığı tespit edilmiştir (58). Kızılcı (59) ise, yüksek lisans tez çalışmasında pes planuslu erkeklerin fiziksel uygunluğunu değerlendirmiş ve medial longitudinal ark yüksekliğindeki azalmanın derecesine göre dengede kalma yeteneklerinin azaldığını belirlemiştir. Telfer ve arkadaşları (60) ise, pes planuslu bireylerde destek yüzeyinin arttığını fakat denge ve yürüme parametrelerinin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

2.4. Pes Planus ve Yürüme

Yürüyüş, vücudun gravite merkezinin sagittal düzlemde öne doğru yer değiştirmesiyle gövdenin ve ekstremitelerin ritmik alternatif hareketleri olarak ifade edilmektedir. Yürüme paterni birbirini tekrar eden simetrik bir hareket zinciri olarak tanımlanabilir. Temel yürüme paterni üzerine öğrenilen davranışların eklenmesi sonucunda bireylerin yürüme paterni anlık ruh hali ile bile değişebilir (61). Yürüme için gerekli olan hareketi başlatma ve hareket paterni merkezi sinir sistemi olarak da adlandırılan supraspinal mekanizmalar tarafından kontrol edilerek spinal kordda bulunan hareketten sorumlu lokomotor jeneratörler tarafından oluşturulmaktadır (62). Yürüme esnasında denge ve propriosepsiyonu korumak amaçlı bazı tepkisel cevaplar gereklidir. Bu gerekli olan tepkisel cevaplar spinal kord düzeyinde oluşturulur (63). Yürüme paternini gerçekleştirmek için supraspinal sistemler ve spinal kordda bulunan motor sistemlerin yanında, kişinin tüm vücut segmentlerinin uzaydaki pozisyonunu, segmentlerdeki kasların kasılma miktarını düzenleyen afferent propriyoseptif girdiler de normal yürüme paterninde önemli bir rol oynar (62).

Yürümenin iki fazı bulunmaktadır: Duruş fazı ve sallanma fazı. Duruş fazında ayakta sırasıyla; topuk vuruşu, taban teması, orta duruş, topuk kalkışı ve itme evreleri bulunur. Sallanma fazı ise hızlanma, orta salınım ve yavaşlama evrelerinden meydana gelir (Şekil 2.6).





SALINIM FAZI

Şekil 2. 6. Yürüyüşün Fazları (38).

Yürüme paterni birçok patolojide değişkenlik gösterir. Bu nedenle patolojinin yorumlanması için yürümenin analiz edilmesi gereklidir. Yürüme analizi gözlemsel yürüme analizi ve bilgisayarlı yürüme analizi olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Yürüme analizi sonucunda elde edilen zaman-mesafe parametreleri klinik değerlendirme açısından yararlı bilgiler sağlar. Zaman-mesafe parametreleri sırayla kadans (adım/dk), yürüme hızı (m/sn), çift adım süresi (sn), tek destek fazı (%), çift destek fazı (%), adım uzunluğu (m)'dur. Yürüme döngüsü değerlendirilirken iki faza dikkat edilir. Bu fazlar; tek destek ve çift destek fazlarıdır. Tek destek fazında sadece bir ayağın yer ile teması görülürken, çift destek fazında ise her iki ayağın da yer ile teması görülür. Yürümede hız azaldıkça bireyin çift destek fazı süresi artarken, hız arttıkça tek destek fazı süresi artar. Vücut ağırlık merkezi yürümenin değerlendirilmesinde önemli rol oynayan diğer bir etkidir. Vücudun ağırlık merkezi normal bir bireyde ikinci sakral vertebranın tam önünde yer almaktadır. Bu konum yürüme esnasında dikey düzlemde yukarıya ve aşağıya hareket ederken; yatay düzlemde ise sağa ve sola olmak üzere iki yana doğru yön değiştirir. Vücut ağırlık merkezinin duruş fazının ortasında en yüksek, çift destek fazında ise en düşük seviyede bulunduğu bilinmektedir (64).

Pes planusu olan bireylerin alt ekstremit ve ayaklarına binen yük miktarı ve kas aktivasyonunun yüksek olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir (26,64). Ayrıca yürümede ayak eversiyonu normalden fazla açığa çıkmaktadır. Duruş fazında ise ayağın normalden fazla dorsifleksiyon yaptığı görülmüştür (65). Kas aktivasyonundaki bu artış nedeniyle pes planusun metatarsal stres kırıkları, plantar fasiit, aşıl tendiniti, tibialis anterior inflamasyonu

ve patellofemoral eklem ağrısı dahil olmak üzere birçok patoloji ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir (25,26,67,68).

2.5. Pes Planus ve Dinamik Taban Basınç Dağılımı

Yürüme duruş ve sallanma fazı olmak üzere iki fazdan meydana gelen karmaşık bir hareket paternidir. Duruş fazında ayakta sırasıyla; topuk vuruşu, taban teması, orta duruş, topuk kalkışı ve itme evreleri bulunur. Salınım fazı ise hızlanma, orta salınım ve yavaşlama evrelerinden meydana gelir. Bu fazlar her iki ayakta da meydana gelirken ayakta kinematik değişiklikler görülür. Bu kinematik değişiklikler sonucu ayak tabanında fazlara göre farklı bölgelerde yük aktarımı ve ayak taban basıncı değişmektedir (69). Ayaktaki yük aktarımının incelenmesi yöntemi dinamik ayak tabanı basınç dağılımı analizi olarak isimlendirilir. Normal yürüyüşte meydana gelen ayak taban basınç değişimini inceleyen çeşitli çalışmalar mevcuttur. Hutton ve Dhanendran (50), Grundy ve arkadaşları (69), Soames (70), Katoh ve arkadaşları (71) ve Cavanagh ve arkadaşlarının (72) yaptıkları çalışmalar yürüme analizinde dinamik plantar basıncın nasıl değerlendirildiğine dair temel bilgileri vermiştir. Yürüme gerçekleşirken tüm fazlarda ağırlık merkezi yer değiştirir. Ağırlık merkezinin yer değiştirmesi sonucunda ayak tabanındaki basıncın ayağın farklı bölgelerinde arttığı görülür. Çıplak ayak ile yapılan ölçümlerde topuk vuruşu esnasında basınç başlangıçta topuğun lateral kısmındadır. Topuk basıncının en yüksek noktaya ulaştığı ana ise ayağın tümünün zeminle temas halinde olduğu duruş fazının %25'ine kadar ulaşamaz (70). Topuk vuruşunun gerçekleştiği ilk anda ağırlık merkezi yer değiştirme hızı çok yüksektir. Bu verinin yüksek olması kuvvetin öne transferinin hızlı bir şekilde gerçekleştiğini gösterir. Ağırlık merkezi yer değiştirme hızı topuk vuruşundan sonra yavaşlar fakat sonrasında basınç merkezinin orta ayağa geçmesi için tekrar hızlanır (72). Topuk ve orta ayağın zemin ile tam temas süresi duruş fazının ortalama %50'sinde gerçekleşir. Arka ayaktan ön ayağa doğru yük aktarımı gerçekleşirken ağırlık merkezi orta ayaktan geçer. Fakat tüm fazlarda orta ayaktaki basınç miktarı genellikle düşük olur. Erken duruş fazının %40'ında ise ağırlık merkezi ön ayaktadır. Metatars başları duruş fazının yaklaşık %60-%80'i kadarında zemin ile temas halinde bulunur (70). Ağırlık merkezinin öne doğru yer değiştirmesi sonucunda ön ayakta oluşan basınç miktarı metatars başının ağırlık aktarımında önemli bir rol oynadığını gösterir. Ön ayaktaki en yüksek basınç miktarına ise duruş fazının yüzde 80'ine kadar ulaşmaz. Normal duruş fazının sonuna doğru ağırlık merkezi itme fazını gerçekleştirmek üzere birinci ve ikinci parmaklara doğru yer değiştirir (69). İtme fazında ise bu bölgedeki basınç miktarı maksimuma ulaşarak döngü tamamlanmış olur.

Scranton ve arkadaşlarının (73) yaptığı araştırmaya göre, pes planuslu bireylerde pes kavusu olan bireylere göre orta ayakta daha fazla yük taşındığı görülmüştür. Hunt ve arkadaşları (24), pes planusu olan ve olmayan bireylerde yürümenin duruş fazındaki mekanikleri incelenmişler ve anlamlı farklılıklar olmadığı bulmuşlardır. Stolwijk ve arkadaşları (74) ise, pes planusu olan Afrikalı ve Hollandalı bireylerin dinamik taban basınç dağılımını ve statik ayak geometrisini değerlendirmişlerdir. Sonuçta; Afrikalı bireylerde yüklenme alanı, taban basıncının dağılımı ve orta ayaktaki yüklenme süresi sonuçlarında anlamlı farklılıklar bulmuşlardır. Aminian ve arkadaşları (75), pes planuslu bireylerin dinamik taban basıncında farklılıklar saptamış ve orteز kullanımı ile bu farkların ortadan kaldırılabileceğini belirtmişlerdir.

Literatürde pes planusu olan bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı veya yürüyüşün değerlendirildiği çalışmaların sonuçları değişkenlik göstermektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak planlanan çalışmanın amacı; pes planusu olan bireylerde denge, ayak taban basınç dağılımı ve yürümenin değerlendirilmesi ve normal ark yapısına sahip bireyler ile karşılaştırılmasıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Çalışma Dizaynı ve Bireyler

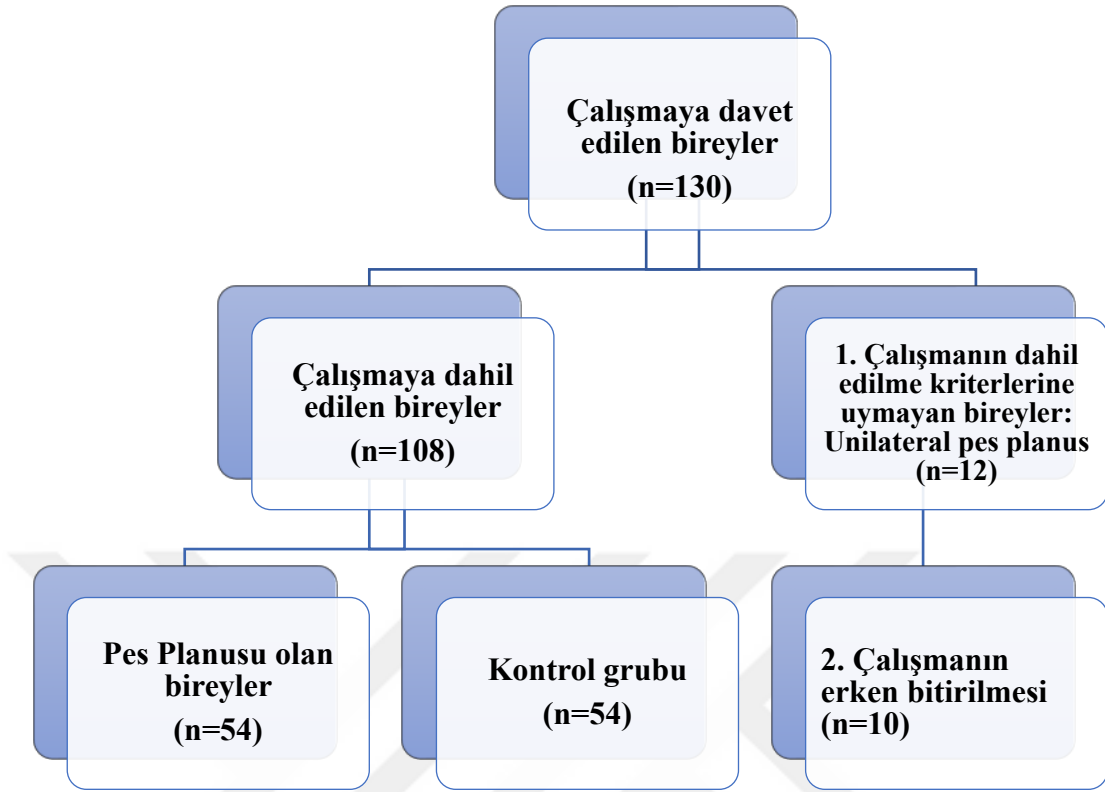
Çalışma T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı'nda yürütüldü. Çalışmanın yapılabilmesi için önce Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alındıktan sonra T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı'na başvurularak buradan da gerekli izinler alındı (Proje no: KA21/410, Tarih: 20/10/2021) (Ek 1). Çalışmaya katılan tüm bireyler bilgilendirilmiş onam formunu okudu ve imzaladı (Ek 2).

Çalışma klinik kontrollü bir değerlendirme çalışmasıdır. Çalışmada örneklem basit rastgele yöntem ile belirlendi. Araştırmacıların iş ve arkadaş çevrelerinde bulunan ve araştırmanın kriterlerini sağlayan bireyler ile iletişime geçilerek çalışmaya davet edildi.

Çalışmaya başlamadan önce örneklem büyüklüğü G Power Version 3.1.9.5 (Universität Kiel, Kiel, Germany) programı ile %85 güç ve 0,05 hata payı ile hesaplandı ve her grupta 59 birey olmak üzere toplam 118 bireyin çalışmaya dahil edilmesi gerektiği bulundu (Ek 3). Ancak çalışmanın yürütüldüğü klinik ile ilgili elde olmayan nedenlerle çalışma toplam 108 birey ile tamamlandı.

Çalışmada iki grup bulunmaktadır (Şekil 3.1):

- 1) Pes planusu olan bireylerden oluşan çalışma grubu (n=54)
- 2) Normal ark yapısına sahip bireylerden oluşan kontrol grubu (n=54)



Şekil 3. 1. Araştırma Akış Diyagramı

Pes planusu olan bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri (74,76):

- 18-35 yaşları arasındaki bireyler
- Naviküler Düşme Testi (NDT) ve Ayak Postür İndeksi'ne göre değerlendirilen ve çift taraflı pes planusu olan bireyler

Normal ark yapısına sahip bireylerin (kontrol grubu) dahil edilme kriterleri:

- 18-35 yaşları arasındaki bireyler
- Naviküler Düşme Testi (NDT) ve Ayak Postür İndeksi'ne göre pes planusu veya pes kavusu olmayan bireyler

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- Son 6 ay içerisinde geçirilmiş alt ekstremiteye yönelik travma, düşme, yaralanma vb. öyküsü olan bireyler
- Yürüme ve dengeyi etkileyen herhangi bir kronik hastalığı olan bireyler
- Daha önce alt ekstremita cerrahisi geçirmiş olan bireyler
- Araştırma sırasında herhangi bir medikal tedavi alan bireyler

3.2. Yöntem

Çalışmaya katılan bireylere bir kez olmak üzere aşağıdaki değerlendirmeler yüz yüze yapıldı:

1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri
2. Naviküler Düşme Testi (NDT)
3. Ayak Postür İndeksi
4. Jack'in Parmak Kaldırma Testi (Pes planusu olan bireyler için)
5. Posterior Tibial Tendon Değerlendirmesi
6. Ağrı şiddetinin değerlendirilmesi
7. Denge değerlendirilmesi (Bilgisayar destekli ölçüm ve Y Denge Testi)
8. Yürüme ve ayak taban basınç dağılımı analizi

Çalışmada öncelikle bireylerin tanımlayıcı özellikleri kaydedildi. Daha sonra Naviküler Düşme Testi ve Ayak Postür İndeksi uygulanarak, bireyler pes planus veya normal ark yapısına sahip olmak üzere iki gruba ayrıldılar.

3.2.1. Bireylerin tanımlayıcı özellikleri

Bireylerin yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, ayakkabı numarası, dominant alt ekstremita ve meslek gibi tanımlayıcı özellikleri kaydedildi (Ek 4). Dominant alt ekstremita topa vurma testi ile belirlendi (77).

3.2.2. Naviküler düşme testi

NDT, pes planus olup olmadığını ve varsa pes planusun derecesini belirlemede kullanılan bir testtir (78). Bireyler oturur pozisyonda ayaklarına ağırlık vermeden, sadece yer ile temas halinde iken naviküler tüberkül ile yer arasındaki mesafe kumpas ile ölçüldü. Daha sonra bireylerden ayağa kalkması istendi ve ayaklarına eşit ağırlık verirken yer ile

naviküler tüberkül arasındaki mesafe tekrar ölçüldü. Ölçümler çift taraflı yapıldı ve aradaki fark mm cinsinden kaydedildi (Şekil 3.2). NDT ölçümlerine göre ağırlıklı ve ağırlıksız ölçümler arası fark 5-9 mm arası ise normal (nötral), 10 mm ve üzeri ise pronasyon (pes planus), 4 mm ve altı ise supinasyon (pes cavus) olarak değerlendirildi (18). Çalışmamızda bu test sonucunda her iki ayağında 10 mm ve üzeri fark olan bireyler pes planus, 5-9 mm arası fark olan bireyler ise kontrol grubuna dahil edildi. NDT ayak arkalarının incelendiği çalışmalarda sık kullanılan geçerli ve güvenilir bir testtir (79).



Şekil 3. 2. Naviküler Düşme Testi

3.2.3. Ayak postür indeksi

Ayağın gözlemsel olarak değerlendirildiği 6 maddeden oluşan bir ölçektir (80,81). Değerlendirmede bireyin ayakta rahat ve gevşek bir pozisyonda durması istendi. Fizyoterapist ön ayakta; medial longitudinal ark yapısını, talonaviküler eklem bölgesi yapısını, arka ayağa göre ön ayakta abduksiyon/adduksiyon derecesini gözlemledi. Arka ayakta ise; kalkaneusun inversiyon/eversiyonu, talus başı pozisyonu ve lateral malleolün üzerinde ve altındaki görünüm değerlendirildi. Bu indekste her bir kriter -2 ile +2 değerler arasında puanlanarak toplam skora ulaşılır. 0; nötral pozisyonu, (+) değerler pronasyonu (pes planus), (-) değerler ise supinasyonu (pes cavus) göstermektedir. Çalışmamıza bu indeksten

+6 ile +12 puan bireyler dahil edildi. Bu indeks değerlendirici bazlı bir ölçek olduğundan dolayı Türkçe geçerlik çalışması yapılmamıştır. Ayak Postür İndeksi Ek 5'te gösterildi.

3.2.4. Jack'in parmak kaldırma testi

Jack'in parmak kaldırma testi (diğer adıyla Hubscher manevrası) rijit ya da rijit olmayan pes planusun sınıflandırılmasında kullanılan bir değerlendirme yöntemidir (43). Pes planusa sahip olan bireyler ayak tabanları yerle tam temas halinde iken sabit bir sandalyeye oturdular. Bireylerin birinci parmağına ekstansiyon yaptırılırken medial longitudinal arkta kavis oluşup oluşmadığı gözlemlendi. Medial longitudinal arkta kavis meydana gelen bireyler rijit olmayan pes planus; kavis meydana gelmeyen bireyler ise rijit pes planus olarak kaydedildi (şekil 3.3).



şekil 3. 3. Jack'in Parmak Kaldırma Testi

3.2.5. Posterior tibial tendon değ erlendirilmesi

Tibialis posterior kası medial longitudinal arkin desteklenmesinde önemli bir rol oynar. Bu nedenle posterior tibial tendon yetersizliğinin değ erlendirilmesi pes planusun saptanmasında kullanılan parametrelerden biridir (42). Posterior tibial tendonun değ erlendirilmesi için Topuk Kaldırma Testi yapıldı. Bireylerin bir yerden destek alarak tek ayak üzerinde durmaları ve ayak parmakları üzerinde yükselmeleri istendi. Bu pozisyonda ayak bileği inversiyonu gözlemlenen bireylerin testi negatif (posterior tibial tendon yetmezliği yok), ayak bileği nötral ya da eversiyon gözlemlenen bireylerin veya parmak ucunda duramayan bireylerin testi ise pozitif (posterior tibial tendon yetmezliği var) olarak kaydedildi.



Şekil 3. 4. Posterior Tibial Tendon değ erlendirilmesi

3.2.6. Ağrı değ erlendirilmesi

Görsel Analog Skala (GAS) ağrı şiddetinin değ erlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemlerden biridir (83). Bireylerden değ erlendirme formunda bulunan 10 cm uzunluğundaki bir çizgi üzerinde yürüme ve parmak ucuna yükselme sırasında ayak bölgesindeki ağrı  iddetlerini işaretlemeleri istendi. Çizginin sol ucunun hiç ağrının olmadığını; en sağ ucunun ise dayanılmaz ağrının olduğu durumu gösterdiği açıklandı. Belirlenen nokta cetvel ile ölçülerek ağrı şiddeti cm cinsinden kaydedildi (Ek 4).

3.2.7. Dengenin değeriendirilmesi

Çalışmada denge değeriendirilmesi HUR Smart Balance Denge Sistemi ve Y Denge Testi olmak üzere iki farklı yöntem ile yapıldı.

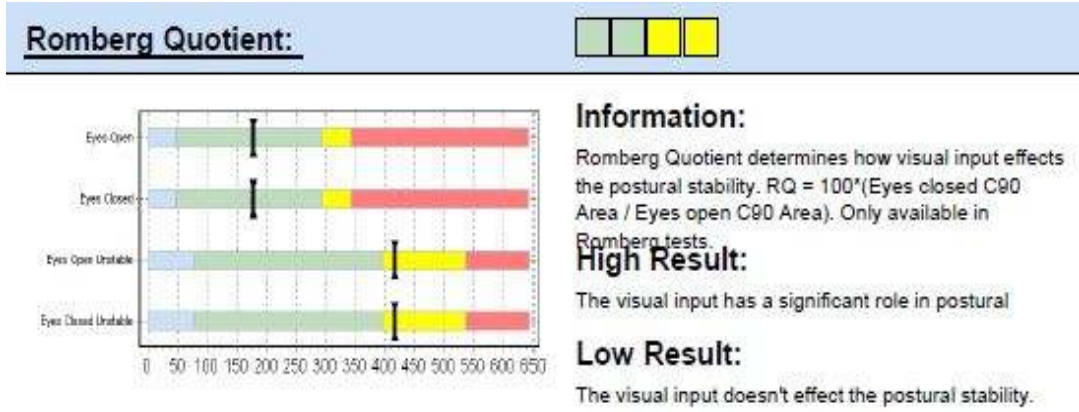
Bilgisayar destekli denge değeriendirilmesi

Bireylerin statik değeriendirmeleri için HUR Smart Balance (SME Inc, USA) denge ölçüm cihazı kullanıldı. Bireylerden çıplak ayak ile cihazın platformuna çıkmaları istendi. Denge ölçümü için bireyler ellerden destek almadan platform üzerinde sabit duruş pozisyonunda her bir ölçüm 30 saniye olmak üzere 4 kere değeriendirmeye alındı. İlk ölçüm gözler açık sert zeminde, ikinci ölçüm gözler kapalı sert zeminde, üçüncü ölçüm gözler açık yumuşak zeminde ve dördüncü ölçüm gözler kapalı yumuşak zeminde yapıldı. Ölçümler sonucunda her bir değeriendirmeye ait alan değerieleri cihaz tarafından kaydedildi (Şekil 3.5).

Statik denge ölçümü sonrasında görsel girdilerin postural stabilite üzerindeki etkilerini saptamak için “Romberg Değeri (RQ)” elde edildi. $[RQ = 100 * (\text{gözler kapalı C90 alanı} / \text{gözler açık C90 alanı})]$. Romberg değeri; 0-50 arası düşük, 50-300 arası normal, 300-350 arası yüksek ve 350 ve üstü değerielerde çok yüksek olarak sınıflandırılır. Romberg değeriinde yüksek sonuçlar görsel girdilerin postural stabilite üzerinde anlamlı etkilerini ifade ederken, düşük sonuçlar görsel girdilerin postural stabilite üzerinde bir etkisi olmadığını gösterir (84) (Şekil 3.6).



Şekil 3. 5. HUR Smart Balance ile Dengenin Değeriendirilmesi



Şekil 3. 6. Denge Analizine Ait Veri Örneği

Y Denge Testi

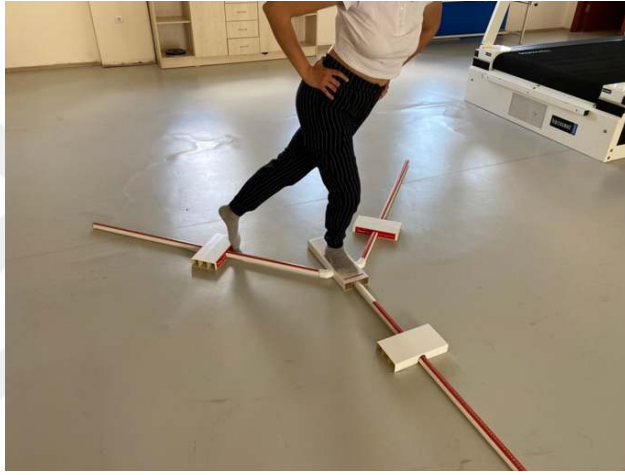
Y Denge Testi, Functional Movement Systems (FMS) tarafından geliştirilen dinamik dengeyi ölçmede kullanılan bir yöntemdir. Star Excursion Balance Test'in geliştirilmiş hali olarak kullanılmaktadır (85).

Teste başlamadan önce bireylerin alt ekstremité uzunluğu spina iliaca anterior superior (SIAS) ile medial malleol noktaları referans alınarak mezura ile ölçüldü. Test ayakkabısız ve eller belde her iki yanda olacak şekilde yapıldı. Y Denge Testi'nde bireylerden tek bacak üzerinde durarak diğer bacakları ile anterior, posteromedial ve posterolateral yönler doğru uzanarak kit üzerindeki plakaları itmeleri istendi (Şekil 3.7., Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.). Bu itmeler her yön için üçer kez tekrarlanarak elde edilen sonuçlar not edildi. Bireylerin son noktada plakayı itemediği ya da başlangıç pozisyonuna döndüğünde dengeyi sağlayamadığı durumlar geçersiz sayıldı. Ölçüm sonrası elde edilen verilerle ise tüm yönlerdeki en iyi skor kullanılarak "Bileşik Denge Skoru" hesaplandı (86).

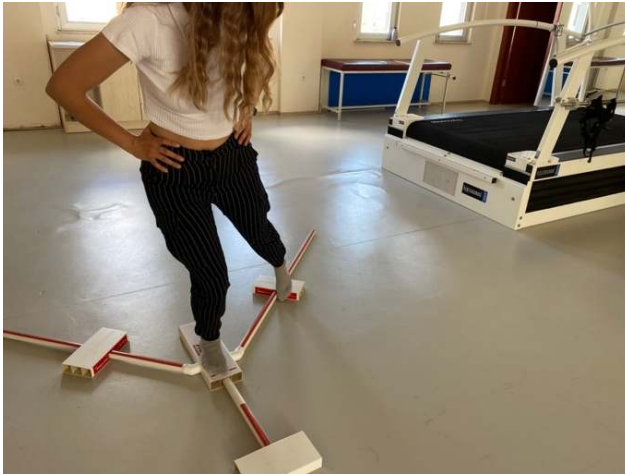
$$\text{Bileşik Denge Skoru} = \frac{(\text{Anterior} + \text{Posteromedial} + \text{Posterolateral})}{3 \times \text{Ekstremité Uzunluğu}} \times 100$$



Şekil 3. 7. Y Denge Testi-Anterior Yönde



Şekil 3. 8. Y Denge Testi Posteromedial Yönde

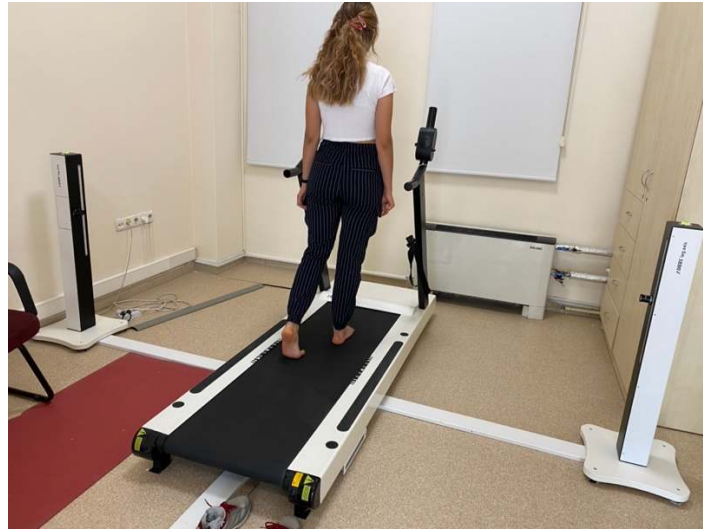


Şekil 3. 9. Y Denge Testi Posterolateral Yönde

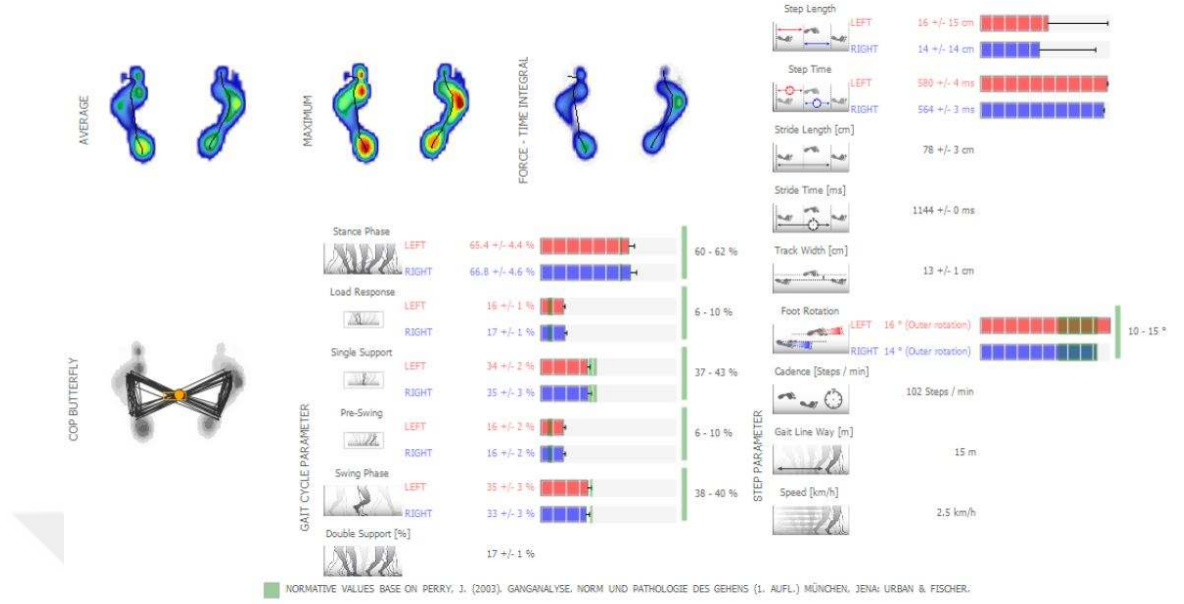
3.2.8. Yürüme ve ayak taban basınç dağılımı analizi

Yürümenin zaman-mesafe parametreleri DIERS Pedogait v3.10.8 (2019) sistemi ile değerlendirildi. Sistem bir yürüyüş bandından ve bilgisayardan oluşmaktadır. Yürüyüş bandına alınan bireylerden çıplak ayak, rahat ettikleri hızda yürümeleri istendi. Bireylerin normal yürüme hızı tespit edilene kadar hız kademe kademe artırılarak sözlü geri dönüş yolu ile optimal yürüme hızı bulundu. Değerlendirme ortalama 5 dakika sürdü. Değerlendirmede; ağırlık merkezi değişimi (%), yürüme hızı (km/h), duruş ve salınım fazı (%), adım uzunlukları (cm), tek ve çift destek fazı (%), adım süresi (ms) gibi yürüyüşün karakteristikleri cihaz tarafından kaydedildi ve cihazdan çıktı olarak alındı (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11).

Bireylerin dinamik ayak taban basınç dağılımı analizi, yürümenin zaman-mesafe analizi ile aynı anda DIERS Pedoscan DICAM 3 v3.10.8 (2019) cihazı ile ölçüm yapılarak değerlendirildi. DIERS Pedoscan duruş esnasında ayak tabanındaki basınç dağılımını ölçen koşu bandına entegre bir sistemdir. Ölçüm çıplak ayak ve rahat yürüme hızı belirlenerek yapıldı. Bu değerlendirme sonucunda ön, orta ve arka ayağa ait temas alanı yüzdeleri kaydedildi (87) (Şekil 3.10). Cihaz sonuçları yürümenin zaman-mesafe analizi sonuçları ile birlikte çıktı olarak vermektedir (Şekil 3.11).



Şekil 3. 10. Yürüme ve Dinamik Taban Basınç Dağılımı Analizi



Şekil 3. 11. Yürüme ve Dinamik Taban Basınc Analizine Ait Veri Örneği

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizinde sosyal bilimler için hazırlanmış istatistik programı (SPSS) sürüm 21.0 kullanıldı (IBM SPSS Statistics for Windows, Armonk, NY: IBM Corp.). Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Levene testi ile incelendi. Nitel değişkenlerin karşılaştırılması için Ki-kare testi kullanıldı. Nicel değişkenlerin gruplararası karşılaştırılması için İki Ortalama Arasındaki Farkın Önemlilik Testi yapıldı. Nicel değişkenlerin tümü ortalama±standart sapma ($\bar{X} \pm SS$), minimum ve maksimum değerler olarak verildi. Nitel değişkenler ise sayı-yüzde (n%) olarak gösterildi. Anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri

Bireylerin tanımlayıcı özellikleri Tablo 4.1’de gösterildi. Bireylerin tanımlayıcı özelliklerinin benzer olduğu bulundu ($p>0,05$).

Tablo 4. 1. Bireylerin Tanımlayıcı Özellikleri.

Tanımlayıcı Özellikler	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p
Yaş (yıl, X±SS)	20,87±3,50	20,96±3,19	0,886 [§]
(Min.-maks.)	(18-32)	(18-32)	
Cinsiyet (n%)			
Kadın	39 (72,2)	37 (68,5)	0,673 [¥]
Erkek	15 (27,7)	17 (31,4)	
Boy Uzunluğu (cm, X±SS)	171,28±9,76	172,04±9,17	0,678 [§]
(Min.-maks.)	150-187	149-185	
Vücut Ağırlığı (kg, X±SS)	76,02±17,12	70,59±12,17	0,060 [§]
(Min.-maks.)	(43-144)	(45-97)	
Vücut Kütle İndeksi			
(kg/m², X±SS)	25,18±3,53	23,53±2,28	0,052 [§]
(Min.-maks.)	(19,03-36,42)	(19,1-28,73)	
Meslek, (n)			
Öğrenci	47 (87)	49 (90,7)	
Sağlık Çalışanı	4 (7,4)	3 (7,4)	0,825 [¥]
Ofis Çalışanı	3 (5,5)	2 (3,7)	

§ Bağımsız Örneklem t Testi, ¥ Ki kare testi, $p<0,05$, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, n: Sayı, %: Yüzde, min: Minimum, maks: Maksimum, kg: Kilogram, cm: Santimetre, m²: Metrekare.

4.2. Ayak Yapısı ile İlgili Bulgular

Bireylere ait ayak yapısı ile ilgili bulgular Tablo 4.2’de gösterildi. NDT ve Ayak Postür İndeksi bulguları açısından gruplar arasında fark bulundu ($p<0,05$). Ayağa ait diğer bulgular birbirine benzerdi ($p>0,05$).

Tablo 4. 2. Ayak Yapısı ile İlgili Bulgular.

Parametreler	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p
Ayakkabı numarası (X±SS) (Min.-Maks.)	40,98±3,04 (35-45)	40,44±2,56 (35-45)	0,323 [§]
Dominant ekstremite, (n %)			
Sağ	48 (88,9)	44 (81,5)	0,279 [¥]
Sol	6 (11,1)	10 (18,5)	
NDT, sağ (mm, X±SS) (Min.-Maks.)	11,9±1,0 (10-20)	6,3±0,5 (5-9)	0,000^{§*}
NDT, sol (mm, X±SS) (Min.-Maks.)	11,17±0,33 (10-20)	6,05±0,24 (5-8)	0,000^{§*}
Ayak Postür İndeksi, sağ (X±SS) (Min.-Maks.)	6,28±1,61 (6-9)	1,43±1,87 (1-4)	0,013^{§*}
Ayak Postür İndeksi, sol (X±SS) (Min.-Maks.)	6,24±1,58 (6-8)	1,44±1,90 (0-3)	0,020^{§*}
Jack’in Parmak Kaldırma Testi, sağ (n %)			
Rijit Pes Planus	2 (3,7)	-	
Rijit Olmayan Pes Planus	52 (96,2)	-	
Jack’in Parmak Kaldırma Testi, sol (n %)			
Rijit Pes Planus	5 (9,2)	-	
Rijit Olmayan Pes Planus	49 (90,7)	-	
Posterior Tibial Tendon, sağ (n %)			
İnversiyon	52 (96,2)	54 (100)	0,153 [¥]
Eversiyon	2 (3,7)	0 (0)	

Posterior Tibial Tendon, sol			
(n %)			
İnversiyon	53 (98,1)	54 (100)	0,315 [¥]
Eversiyon	1 (1,8)	0 (0)	

§ Bağımsız Örneklem t Testi, ¥ Ki kare testi, $p<0,05$, NDT: Naviküler Düşme Testi, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, °: derece, n: Sayı, %: Yüzde, min: Minimum, maks: Maksimum.

4.3. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular

Bireylerin GAS ile ölçülen ağrı şiddetine yönelik bulguları Tablo 4.3'te gösterildi. Bireylerin yürüme sırasındaki ağrı şiddeti pes planus grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0,05$). Grupların parmak ucuna kalkma sırasındaki ağrı şiddeti ise birbirine benzerdi ($p>0,05$).

Tablo 4. 3. Ağrı Şiddeti ile İlgili Bulgular.

Ağrı şiddeti (cm)	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p§
GAS Yürüme,			
(X±SS)	1,09±0,39	0±0	0,042*
(Min.-Maks.)	(0-6)	(0-0)	
GAS Parmak Ucuna Kalkma			
(X±SS)	0,83±0,19	0,27±0,04	0,213
(Min.-Maks.)	(0-5)	(0-2)	

§ Bağımsız Örneklem t Testi, $p<0,05$, GAS: Görsel Analog Skala, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, min: Minimum, maks: Maksimum.

4.4. Denge ile İlgili Bulgular

Bilgisayarlı denge sistemi ve Y Denge Testi ile değerlendirilen denge ile ilgili bulgular Tablo 4.4'te gösterildi. Pes planus olan ve olmayan bireyler arasında denge değerleri açısından anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4. 4. Denge ile İlgili Bulgular.

Parametreler	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p§
Romberg Değeri Sert			
Zemin, (X±SS)	174,8±156,1	183,4±139,5	0,763
(Min.-Maks.)	(4-1116)	(23-737)	
Romberg Değeri Yumuşak			
Zemin, (X±SS)	273,5±202,1	254,9±191,7	0,624
(Min.-Maks.)	(76-1177)	(42-926)	
Y Denge Testi, sağ (X±SS)	94,0±9,5	93,5±8,3	0,754
(Min.-Maks.)	(75,0-112,4)	(77,3-114,1)	
Y Denge Testi, sol (X±SS)	93,5±9,9	93,2±8,9	0,841
(Min.-Maks.)	(75,6-122,3)	(71,7-113,0)	

§ Bağımsız Örneklem t Testi, $p<0,05$, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, min: Minimum, maks: Maksimum.

4.5. Yürüme ile İlgili Bulgular

Gruplara ait yürüme ilgili bulgular Tablo 4.5'te gösterildi. Pes planus olan ve olmayan bireyler arasında yürüyüş parametreleri açısından anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4. 5. Yürüme ile İlgili Bulgular.

Parametreler	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p§
Ağırlık Merkezi Lateral Salınımı Sol			
(%), (X±SS)	68,5±19,0	70,9±17,8	0,492
(Min.-Maks.)	(9,6-110,3)	(24,6-117,8)	
Ağırlık Merkezi Lateral Salınımı Sağ			
(%),(X±SS)	76,2±18,4	71,0±17,2	0,134
(Min.-Maks.)	(25,7-124,2)	(22,7-123,2)	
Yürüme Hızı (km/h), (X±SS)	3,02±0,81	2,89±0,8	0,407
(Min.-Maks.)	(1,5-4,5)	(1,5-4,5)	
Yüklenme Yanıtı, Sol (%), (X±SS)	17,4±10,9	16,9±10,3	0,807
(Min.-Maks.)	(8,0-81,7)	(9,4-69,7)	
Yüklenme Yanıtı, Sağ (%), (X±SS)	16,8±9,2	16,9±9,0	0,955
(Min.-Maks.)	(4,4-70,5)	(4,4-66,9)	
Tek Destek Fazı, Sol(%), (X±SS)	36,1±4,3	36,8±3,9	0,392
(Min.-Maks.)	(27,6-54,5)	(29,5-50,6)	
Tek Destek Fazı, Sağ(%), (X±SS)	35,2±4,7	35,4±3,7	0,877
(Min.-Maks.)	(17,9-46,5)	(22,5-44,9)	
Çift Destek Fazı (%), (X±SS)	17,3±11,5	15,5±2,8	0,278
(Min.-Maks.)	(4,7-92,5)	(6,0-23,8)	
Duruş Fazı, Sol(%), (X±SS)	63,8±4,4	64,6±3,4	0,228
(Min.-Maks.)	(42,8-71,3)	(55,0-75,5)	
Duruş Fazı, Sağ(%), (X±SS)	63,0±7,8	63,7±3,4	0,546
(Min.-Maks.)	(21,9-73,8)	(48,6-70,5)	
Salınım Öncesi, Sol(%),(X±SS)	16,1±8,8	14,39±2,71	0,164
(Min.-Maks.)	(7,1-72,5)	(5,07-20,46)	
Salınım Öncesi, Sağ(%),(X±SS)	15,4±9	14,2±3,4	0,360
(Min.-Maks.)	(3,2-75,4)	(4,4-26,5)	
Salınım Fazı, Sol(%),(X±SS)	36,1±4,4	35,3±3,4	0,288
(Min.-Maks.)	(28,6-57,1)	(24,4-44,9)	

Salınım Fazı, Sağ(%),(X±SS)	36,9±7,8	36,2±3,4	0,546
(Min.-Maks.)	(26,1-78,0)	(29,4-51,3)	
Adım Uzunluğu (cm), (X±SS)	99,8±22,0	99,8±22,0	0,483
(Min.-Maks.)	(47,1-157,9)	(58,4-129,2)	
Adım Uzunluğu, Sol(cm), (X±SS)	30,3±20,6	24,7±12,5	0,094
(Min.-Maks.)	(2,9-96,4)	(9,3-91,5)	
Adım Uzunluğu, Sağ(cm), (X±SS)	24,0±10,1	23,8±12,2	0,943
(Min.-Maks.)	(2,2-52,1)	(6,3-65,4)	
Adım Süresi (ms), (X±SS)	1258,7±325,7	1289,8±371,8	0,645
(Min.-Maks.)	(1004,8-3047,7)	(968,3-3019)	
Adım Süresi, Sol (ms), (X±SS)	633,0±210,8	634,6±195,1	0,968
(Min.-Maks.)	(469,4-1875)	(236,3-1412)	
Adım Süresi, Sağ(ms), (X±SS)	601,3±120	639,2±190,3	0,219
(Min.-Maks.)	(225,2-1226,2)	(484,7-1598)	

§ Bağımsız Örneklem t Testi, $p < 0,05$, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, min: Minimum, maks: Maksimum.

4.6. Dinamik Taban Basınç Dağılımı ile İlgili Bulgular

Gruplara ait dinamik taban basınç dağılımı ile ilgili bulgular Tablo 4.6’da gösterildi. Pes planus olan ve olmayan bireyler arasında dinamik taban basınç dağılımı değerleri açısından anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4. 6. Dinamik Taban Basınç Dağılımı ile İlgili Bulgular.

Parametreler	Pes Planus Grubu (n=54)	Kontrol Grubu (n=54)	p§
Ön Ayak Duruş Fazı, Sol(%),(X±SS) (Min.-Maks.)	22,7±5,5 (7,2-44,6)	22,1±3,6 (9,2-28,3)	0,500
Ön Ayak Duruş Fazı, Sağ(%),(X±SS) (Min.-Maks.)	21,8±4,7 (2,4-33,1)	22,4±4,1 (11,2-39,4)	0,457
Orta Ayak, Sol(%), (X±SS) (Min.-Maks.)	55,1±12,1 (0,0-92,3)	56,1±6,8 (40,2-79,3)	0,612
Orta Ayak, Sağ (%),(X±SS), (Min.-Maks.)	55,5±7,4 (38,5-83,5)	55,1±7,1 (33,5-79,7)	0,822
Arka Ayak Duruş Fazı, Sol(%), (X±SS) (Min.-Maks.)	22,7±5,7 (9,6-44,7)	21,3±4,6 (0,0-31,8)	0,163
Arka Ayak Duruş Fazı, Sağ(%), (X±SS) (Min.-Maks.)	22,2±3,8 (7,0-30,9)	22,3±3,7 (9-29,6)	0,896

§ Bağımsız Örneklem t Testi, $p<0,05$, X: Ortalama, SS: Standart Sapma, min: Minimum, maks: Maksimum.

5. TARTIŞMA

Pes planuslu bireylerde denge, yürüyüş ve dinamik ayak taban basınç dağılımını değerlendirmek ve normal ark yapısına sahip bireyler ile karşılaştırmak amacıyla yapılan bu çalışmaya 108 birey katıldı. Çalışmada pes planusu olan bireylerin denge, yürüme ve dinamik taban basıncının normal ark yapısına sahip bireylere göre farklılık göstermediği sonucuna ulaşıldı. Her üç hipotez için de yokluk hipotezi olan H_0 hipotezi kabul edildi.

Pes planusun nedenleri arasında yaş, obezite, meslek gibi kişisel faktörler yer almaktadır (9). Pes planus her yaşta bireyde görülebilir ve çocuk, yetişkin ve yaşlı bireylerde denge, yürüyüş ve taban basıncını etkileyebilir (76,88,89). Çalışmaya katılan her iki gruptaki bireyler 18-32 yaşları arasında genç yetişkin bireylerden oluşmaktaydı.

Pes planus her iki cinsiyette de görülmekle birlikte kadınlarda daha sık görüldüğüne dair bilgiler mevcuttur (90). Khan ve arkadaşları (90), 252 bireyi dahil ettikleri çalışmada Ayak Postür İndeksi ile yaptıkları değerlendirmede ayak pronasyonu ile kadın cinsiyet arasında ilişki bulmuşlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde çalışmaya katılan bireylerin büyük çoğunluğu kadınlardan oluşmaktaydı. Pes planus grubundaki bireylerin %72,2'si, kontrol grubunda ise %68,5'u kadındı. Her iki grupta ise cinsiyet dağılımı benzerdi. Çalışmada bireyler basit rastgele randomizasyon ile seçildi. Yaş ve cinsiyetin gruplar arası homojen dağılımı sonuçların güvenilir olması açısından önemlidir.

Pes planusun önemli nedenlerinden biri vücut kütle indeksinin yüksek olmasıdır (9). Faria ve arkadaşlarının (91), 81 bireyin katılımı ile yapmış olduğu çalışmada postmenopozal kadınlarda vücut kütle indeksi, yaş ve triseps surae kas sertliğinin ayak yapısı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçta; medial longitudinal arkın vücut kütle indeksi yüksek bireylerde daha fazla etkilendiğini tespit etmişlerdir. Tenenbaum ve arkadaşları (92) ise, rijit olmayan pes planuslu adolesan bireylerde vücut kütle indeksi, boy uzunluğu ve cinsiyetin etkisini araştıran çalışmalarında vücut kütle indeksinin yüksek olması ile pes planusun ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Çalışmamıza katılan bireylerin boy ve kilo gibi fiziksel özellikleri birbirine benzerdi. Pes planus grubunda vücut kütle indeksi “normal” ile “2.derece obez” arasında değişmekteydi. Kontrol grubunda ise “normal” ile “hafif kilolu” bireyler bulunmaktaydı. Her iki grup arasında istatistiksel fark olmamakla birlikte pes planus grubunda vücut kütle indeksinin daha yüksek olduğu söylenebilir.

Yetişkinlerde mesleği gereği uzun süre sert zemin üzerinde duran bireylerde pes planus görülme oranının arttığı bildirilmiştir (9). Çalışmaya katılan bireylerin büyük

çoğunluğu öğrencilerden oluşmaktaydı. Bu açıdan bireylerin çalışma durumu literatür ile uyumlu değildir. Diğer taraftan her iki grupta öğrencilerin çoğunlukta olması sonuçların homojenliği açısından önemlidir. Ayrıca çalışmaya katılan bireylerin ayakkabı numarası ve dominant ekstremitelerinin de birbirine benzer olduğu bulundu. Bu değerlerin benzer çıkmasının Y denge testi gibi ölçümler için homojen sonuç elde edilmesini sağladığı düşünüldü.

Ayak postürü, klinik ve radyolojik testler gibi çeşitli yöntemler ile değerlendirilir (93). NDT medial longitudinal arkın değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (94,96). Vauhnik ve arkadaşları (97), testin gözlemci içi güvenilirliğinin ortadan iyiye doğru değiştiğini bulurken; ve arkadaşları gözlemci içi güvenilirliğinin zayıftan ortaya doğru değiştiğini, gözlemciler arası güvenilirliğin zayıf olduğunu; Sell ve arkadaşları (95) ise gözlemciler arası ve gözlemci içi güvenilirliğin iyi olduğunu bulmuşlardır. Hanninghan-Downs ve arkadaşları (99) ise, radyolojik değerlendirme ile Naviküler Düşme Testi arasında orta ile kuvvetli ilişki bulmuşlardır. Literatürdeki sonuçların gösterdiği farklılığa rağmen, Naviküler Testi Testi uygulama kolaylığı ve geçerli bir yöntem olması nedeni ile pes planus değerlendirmesinde klinikte kullanılabilecek uygun teknik olduğu söylenebilir (100).

Ayak postürünün değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntem Ayak Postür İndeksi'dir. Ayak Postür İndeksi, farklı düzlem ve anatomik segmentlerde ayak postürünü değerlendiren geçerli bir yöntem olduğu için sıklıkla kullanılmaktadır (81). Ayak Postür İndeksi'nin gözlemci içi güvenilirliğinin çok iyi düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca radyolojik değerlendirme ile Ayak Postür İndeksi sonuçlarının ilişkili olduğu gösterilmiştir (101).

Çalışmada bireylerin ayak yapısının değerlendirilmesinde NDT ve Ayak Postür İndeksi kullanıldı. Her iki yöntem bir arada kullanılarak daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi amaçlandı. Çalışmamızda NDT'ye göre pes planus olan bireylerde sağ ayak ortalama değeri 11,9 mm ve sol ayak ortalama değeri 11,1 mm olarak bulunmuştur. Pes planus olmayan bireylerde ise sağ ayak ortalama değeri 6,3 mm ve sol ayak değeri 6,05 mm olarak bulunmuştur. Literatür incelendiğinde Ünver ve arkadaşları (102) pes planusun alt ekstremitte biyomekaniği ve fonksiyonelliği üzerindeki etkilerine yönelik olarak 60 sedanter bireyde Naviküler Düşme Testi kullanarak pes planus değerlendirmesi yapmışlardır. Pes planus deformitesi olan bireylerin ayaklarında görülen naviküler tüberkül düşme değeri ortalamaları sağ ve sol ayak için sırasıyla 12,96 mm ve 12,33 mm'dir. Pes planus deformitesi olan bireylerde ise bu ortalama değerler 6,03 mm ve 5,76 mm'dir. Bu sonuçlar incelendiğinde çalışmamızın Ünver ve arkadaşlarının (102) yaptığı çalışma ile uyumlu

sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Çalışmamızda Ayak Postür İndeksi sonuçları ise pes planusu olan bireylerde sağ ayakta ortalama 6,28 puan ve sol ayakta 6,24 puan; sağlıklı bireylerde ise sağ ayakta 1,43 puan, sol ayakta ise 1,44 puan bulundu. Çalışmanın sonuçları yine Ünver ve arkadaşlarının bir başka çalışmasının sonuçlarına yakındır. Araştırmacılar pes planuslu bireylerin Ayak Postür İndeksi değerlerini sol ayaklarında 8,95 puan, sağ ayaklarında ise 8,76 puan bulmuşlardır (76).

Pes planus; rijit ve esnek pes planus olmak üzere ikiye ayrılır. Rijit tip pes planusta ayak üzerinde yük olsa da olmasa da ark düşüktür. Esnek pes planusta ise ayağa yük bindiğinde ark azalırken; yükün kalkması ile ark eski haline döner (5). Çalışmaya katılan 54 pes planuslu bireyden 2'sinde sağ ayakta, 5'inde ise sol ayakta rijit pes planusu olduğu belirlendi.

Pes planusu olan bireylerde kas iskelet sisteminde oluşan değişiklikler yük dağılımında dengesizliğe neden olmaktadır (103). Bunu kompanse etmeye çalışan kaslarda problemler görülmektedir. Bu problemlerin başında posterior tibial tendon disfonksiyonu vardır ve pes planuslu bireylerde değerlendirilmesi gerekir (104). Çalışmamıza katılan pes planuslu bireylerin sağ ekstremitede yalnızca 2'sinde, sol tarafta ise 1'inde posterior tibial tendon yetmezliği bulunmaktaydı. Bu sonuca göre çalışmaya katılan pes planuslu bireylerin hafif etkilendiği varsayılabilir.

Pes planusta biyomekanik değişimler nedeniyle çeşitli semptomlar görülür (10). Özellikle yürüme ve ayakta durma ile ayakta ortaya çıkan ağrı ve yorgunluk bu semptomlardan bazılarıdır (105). Spahn ve arkadaşları (106), 2368 adolesan ile yapmış oldukları çalışmada pes planus varlığının ağrıda önemli bir etken olduğunu göstermişlerdir. Büyükturan ve arkadaşları da (107) sağlıklı genç yetişkinlerde pes planus ile ağrı arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmada pes planusda ile ağrının ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Görsel Analog Skala ile ölçtükleri ağrı şiddeti ortalamasını ise $1,03 \pm 0,90$ puan bulmuşlardır. Çalışmamızda pes planusu olan bireylerde yürüme sırasında ayaktaki ağrı şiddeti $1,09 \pm 0,39$ puan bulundu. Bu değer Büyükturan ve arkadaşlarının çalışması ile uyumludur (107). Ayrıca yürüme sırasındaki ağrı şiddeti kontrol grubuna göre daha yüksek bulundu. Bununla birlikte parmak ucuna kalkmada hissedilen ağrı şiddeti her iki grupta benzerdi. Yürüme süre ve fonksiyon olarak bireylerin yaşamını daha fazla etkileyen bir aktivitedir. Bu nedenle çalışmada yürümede ağrının parmak ucunda kalkışa göre daha fazla etkilendiği düşünüldü. Yürüme esnasındaki ağrı şiddeti ortalamasının düşük olmasının ise bireylerin genç olması ve pes planustan hafif etkilenmeleri nedeniyle olabileceği düşünüldü. Çalışmada yorgunluk şiddeti ise sorgulanmadı.

5.1. Pes Planus ve Denge

Günlük hareket paternlerinin temelinde denge ve stabil bir postürü devam ettirme becerisi gereklidir (1). Denge kontrolü, duyuşal girdilerin bütünleşmesi ile beraber hareket planlanmasının oluşturulması ve uygulanmasını içeren karmaşık bir motor yetenektir. Literatürde pes planuslu bireylerin statik ve dinamik dengelerinin değişebileceği bildirilmiştir (19). Dengedeki değişimin pes planuslu bireylerde meydana gelen ark yüksekliğindeki azalma ve kaybolma, postüral dizilim bozuklukları, arkı destekleyen kas, tendon ve ligamentlerdeki zayıflıklar gibi biyomekanik bozukluklardan kaynaklanabileceğini, bu bozukluklar sonucunda oluşan ağrı ve yorgunluk eşliğindeki azalmaların da denge etkilenimlere sebebiyet verebileceğini savunulmaktadır. Dengenin sağlanabilmesi için gerekli olan parametrelerden biri de propriyoseptif girdilerdir (108). Pes planuslu bireylerde medial longitudinal arkın gerginliğinin azalması pes planusu olmayan bireylere göre farklı propriyoseptif girdilere sebep olacağı düşünülmüş ve bununla ilgili literatürde çalışmalar yapılmıştır.

Dengenin etkilenimi ile ilgili iki farklı görüş öne sürülmüştür. Bu görüşlerden ilki pes planus deformitesi olan bireylerin ayak tabanında daha iyi duyu girdisinin sağlanması ve düşük ark yüksekliğinin daha esnek bir biyomekani sağlaması olduğudur. Bu görüşü destekleyen bir çalışmada Lin ve arkadaşları (109), pes planuslu bireylerin dengeleri pes planus olmayan bireylere göre daha iyi olduğunu bulmuştur. Diğer görüş ise bunun tersini savunur. Pes planusta ark yüksekliğinin azalmasıyla hiper mobil bir ayak yapısının ortaya çıktığı ve bu hiper mobil yapının çevresindeki kas ve sinirlere basınç uygulaması sonucu denge azaldığı savunulmaktadır. Harrison ve arkadaşları (58), 18-33 yaş arası bireyler üzerinde yaptıkları bir çalışmada pes planus derecesi arttıkça denge olumsuz yönde etkilendiğini rapor etmişlerdir. Kim ve arkadaşları, pes planuslu bireylerin denge merkezi değişiminin sağlıklı bireylere göre daha geniş alanda gerçekleştiğini bildirmişlerdir (17). Tsai ve arkadaşları da (110) pes planusta anteroposterior denge olumsuz etkilendiğini göstermiştir.

Literatürdeki bazı çalışmalar ise pes planuslu bireylerde denge etkilenmediğini savunmaktadır (18,111). Cote ve arkadaşları (18), dinamik denge ve postüral salınım açısından pes planus ile sağlıklı bireyler arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Hyong ve arkadaşları (111), farklı tipte ayak yapısına sahip bireylerin dinamik denge parametrelerini Y denge testi ile değerlendirdikleri çalışmalarında, bireylerin ayak yapısı farklı olsa da dinamik denge becerilerinin benzer olduğunu ve anlamlı olarak bir farklılık

göstermediklerini tespit etmişlerdir. Görüldüğü gibi literatürde pes planusun denge üzerindeki etkisi konusunda fikir birliği yoktur.

Çalışmamızda statik denge bilgisayar destekli ölçüm ile yapıldı. Aynı sistem ile dinamik denge de ölçülmüş olmasına rağmen, dinamik ölçümlerde cihazın kalibrasyonu ile ilgili bir problem yaşandığı için bu ölçümler analize katılmadı. Dinamik denge ise Y denge testi ile değerlendirildi.

Pes planus olan ve normal ark yapısına sahip bireylerde sert ve yumuşak zemin Romberg puanları birbirine benzerdi. Her iki grubun statik denge puanları normal olarak kabul edilen “50-300” puanları arasındaydı ve dengenin etkilenmediği bulundu. Y Denge Testi ile ölçülen dinamik denge puanları da gruplar arasında benzerdi ve pes planuslu bireylerin dinamik dengesinin etkilenmediği saptandı. Kim ve arkadaşları da pes planus ve sağlıklı bireylerde Y Denge Testi sonuçlarının benzer olduğunu bildirmişlerdir (17). Çalışmamızın sonuçları Kim ve arkadaşlarının çalışmalarına ve Cote ve arkadaşlarının çalışmalarının sonuçlarını desteklemektedir (17,18).

Çalışmada gruplar arasında denge değerlerinin farklı çıkmamasının bir nedeni bireylerin genç yetişkinlerden oluşması olabilir. Artan yaşla birlikte duyu girdilerinde azalma, anatomik ve fizyolojik farklılıklar görülebilmektedir. Ancak anatomik deformitelere karşı genç bireyler ileri yaştaki bireylere göre daha üstün kompensasyon stratejileri geliştirebilirler (112).

Hyong ve arkadaşları da (111) genç yetişkin bireyleri dahil ettikleri çalışmalarında dinamik denge becerilerinin benzer olması ve gruplar arasında anlamlı fark olmamasını yaş faktörüne bağlamışlardır. Ayrıca elde edilen bu sonuç test sırasında ortaya çıkan kompensatuar postüral mekanizmalara bağlı olabilir. Norris ve arkadaşları (113), yaptıkları bir çalışmada bireylerin dinamik test sırasında öne uzanırken kalçada meydana getirdikleri reaksiyon ile ağırlık merkezini koruyarak dengelerini koruduklarını bulmuşlardır. Çalışmamızda da bireylerin ayaktan bağımsız olarak kalça reaksiyonları ile dengelerini koruyabildikleri için böyle bir sonucun çıktığını düşünmekteyiz.

5.2. Pes Planus ve Yürüme

Yürüme kompleks bir biyomekanik gerektiren hareket paternidir. Bu sebeple alt ekstremitede bulunan herhangi bir deformitenin yürüme paternini etkileyebileceği düşünülmektedir. Pes planuslu bireylerde gelişen mekanik farklılıklar sonucu yürüme parametrelerinin etkilenebileceği düşünülmüş ve çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları pes planuslu bireyler ile sağlıklı bireyler arasında yürüme döngüsünde

kinematik farklılıklar olduğunu savunmaktadır. Heil ve arkadaşları (67), yaptıkları çalışmada koşucularda yaralanmaya sebep olabilecek alt ekstremitte biyomekaniğini incelemişler ve pes planuslu bireylerde zemin tepki kuvvetinin etkilendiğini göstermişlerdir. Franco ve arkadaşları da (26), yaptıkları çalışmada pes planus ve pes kavuslu bireyleri incelemişler, pes planus deformitesinde yürüme kinematiğinin etkilendiğini göstermişlerdir.

Pes planuslu bireylerde yürüme parametrelerinin etkilenmediğini gösteren çalışmalar da mevcuttur. Hunt ve arkadaşları (114), yürüme sırasında görülen inversiyon ve eversiyon hareketinin pes planus ile ilişki olmayabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızda yürümenin temel parametrelerinde pes planus ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında fark bulunmadı. Pes planusu olan bireylerin yürüme sırasında ayak ağrı şiddeti diğer gruba göre yüksek bulunsa da bu değer oldukça düşüktü. Dolayısıyla çalışmaya katılan bireylerin pes planus açısından semptomlarının az olduğu söylenebilir. Bazı çalışmalarda semptomu olmayan pes planuslu bireylerin yürüme sırasında tibialis, peroneus ve fibularis kaslarında kassal kompensasyon geliştirmiş oldukları gösterilmiştir (115,116). Pes planuslu bireylerde sağlıklı bireylerden farklı olarak yürüme paterninin etkilenmesinin bir nedenin ise yaş olduğu düşünülmektedir. Ledoux ve Hillstrom (117), yaptıkları çalışmada pes planuslu bireylerde yürümenin topuk vuruşu fazında kalkaneusun akselerasyonunu incelemişler, iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Araştırmacılar bu sonucun nedenlerinden biri katılımcıların genç bireylerden oluşmasından kaynaklı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bireylerin yaşı ilerledikçe ayak yapısında ve kinematiklerinde ortaya çıkan farklılıklar konusunda araştırmalar mevcuttur. Scott ve arkadaşları (112) yaptıkları çalışmada genç ve yaşlı bireylerin ayak yapılarındaki anatomik farklılıkları, yürüme ve taban basınç dağılımındaki farklılıkları incelemişlerdir. Ayak yapıları benzer olsa bile artan yaş ile birlikte yürüme döngüsü ve ayak taban basıncının etkilendiği, gençler ile daha ileri yaştaki bireyler arasında farklılıklar olabileceği sonucuna varmışlardır. Literatürdeki bu bilgiler ışığında çalışmamızda iki grup arasında yürüme analizi verilerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemesinin nedeninin katılımcıların genç yaştaki bireylerden oluşmasından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz.

5.3. Pes Planus ve Ayak Dinamik Taban Basıncı

Dinamik ayak taban basıncının dağılımı; kişilerin ağırlık merkezinin ayak tabanındaki göstergesidir ve yer çekimi etkisinin değişimini yorumlamak için önemli bir değerlendirme yöntemidir. Literatürde medial longitudinal arkın gerginliğinin azalması

sonucu ağırlık merkezinin ayağın ortasına doğru yer değiştirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (49,75). Değişen ağırlık merkezinin yürüme esnasındaki yer değiştirme miktarını görmek için dinamik ölçümler yapılmalıdır. Aynı zamanda dinamik taban basıncı ile kişilerin yürüme esnasındaki ayak hacimleri incelenerek uygun ortezi seçimi de yapılabilir. Chang ve arkadaşları (118), esnek pes planuslu bireylerde dinamik taban basıncını değerlendirmiş ve klinik değerlendirme açısından önemli bulgular elde etmişlerdir. Ayağın yürüme esnasındaki hacmi, naviküler yükseklik ve ayağın basınç dağılımının kişilerde pes planusun ortaya çıkardığı deformasyonları değerlendirmekte önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Dinamik taban basınç dağılımı analizinde ayak bölgelere ayırarak inceleme yapılır. Wearing ve arkadaşları (119), sağlıklı bireyler üzerinde yaptıkları çalışmada ayağı 7 alt bölgeye ayırarak incelemişlerdir. Ayağı daha az bölgeye ayırarak inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Fewzy ve arkadaşları (120), diyabetik ayak problemi olan bireylerde ayağı değerlendirirken ön ayak ve arka ayak şeklinde 2 bölgeye ayırarak incelemişlerdir. Çalışmamızda ayak ön, orta ve arka ayak olmak üzere 3 bölgede incelendi. Sonuçta, pes planusu olan ve normal ark yapısına sahip bireyler arasında dinamik taban basınç dağılımı verileri arasında anlamlı bir fark bulunmadı.

Zhai ve arkadaşları (121), pes planusu olan ve olmayan üniversite öğrencilerinde yaptıkları çalışmada orta ayak temas alanı bakımından gruplar arasında fark bulmuşlardır. Araştırmacılar bunun sebebinin pes planus deformitesinde ayağa yük verilmesiyle azalan ark yapısının zamanla ayak kemik dizilimi ve kemik yapısı bozması şeklinde açıklamışlardır. Zhai ve arkadaşlarının (121) çalışmasına benzer şekilde çalışmamıza da genç bireyler katılmasına rağmen sonuçlarımız bu çalışmadan farklıdır. Çalışmamıza katılan bireylerde ileri bir deformite olmamasının bu farklılığa neden olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmanın sonucunda elde ettiğimiz verilere göre pes planuslu bireyler ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında denge, yürüme ve dinamik taban basıncı parametreleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonucun bireylerin genç yetişkinlerden oluşması, kompensatuar mekanizmaların kullanılması ve bireylerin pes planustan etkilenim derecesinin düşük olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmada hem teknoloji destekli hem de klinik ölçümlerin bir arada kullanılması çalışmanın güçlü yönünü oluşturmaktadır.

Çalışmamızın bazı limitasyonları vardır. Bu limitasyonlardan ilki çalışma için hesaplanan örneklem sayısına ulaşamamasıdır. Çalışmanın yürütüldüğü merkez ile ilgili

problemlerden dolayı çalışma erken bitirilerek 10 birey eksik şekilde analiz yapıldı. Bir diğer limitasyon ise denge ölçümünün yapıldığı sistemin dinamik dengeyi değerlendiren programında kalibrasyon problemi nedeniyle dinamik denge ölçümünün eksik kalmasıdır. Bu durum Y Denge Testi sonuçları verilerek kompanse edilmeye çalışıldı. Çalışmaya katılan bireyler sedanter olmakla birlikte bu bilgiyi destekleyecek bir değerlendirme yapılmaması da bir limitasyondur. Yürüme ve basınç ölçüm sistemleri yalnızca sensör yüzeyine dik olan kuvveti ölçmeleri bakımından sınırlıdır. Bu nedenle, kesme kuvveti gibi diğer ilgili kuvvetler ölçülemez. Ayrıca tüm analizler ayakkabısız yapıldı ve taban sertliği gibi ayakkabı özelliklerinin ölçtüğümüz parametreleri etkilemesi de muhtemeldir.

Pes planus her yaştan bireyde görülen bir durumdur. Genç yaşlarda semptomu olmasa bile ilerleyen yaşlarda biyomekanik değişimin artarak ilerleyeceği göz önüne alınmalıdır. Bu nedenle erken dönemde ilerlemesinin önlenmesi ve ileride oluşabilecek ağrı ve fonksiyonel kayıpların en aza indirilmesi amacıyla fizyoterapi değerlendirmelerinin yapılması ve koruyucu veya tedavi edici yaklaşımlar ile desteklenmesini önermekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pes planusu olan bireylerde denge, dinamik taban basınç dağılımı analizi ve yürümenin değerlendirilmesi ve normal ark yapısına sahip bireyler ile karşılaştırılması amacıyla yapılan çalışmaya Naviküler Düşme Testi ve Ayak Postür İndeksi değerlendirmesine göre 54 pes planusu olan ve 54 normal ark yapısına sahip toplam 108 birey katıldı. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Bireylerin yaş, vücut kütle indeksi, meslek, ayakkabı numarası ve dominant alt ekstremité gibi tanımlayıcı özellikleri gruplar arasında benzerdi ($p>0,05$).
2. Gruplar arasında posterior tibial tendon yetmezliği yönünden fark yoktu. Bireylerin büyük çoğunluğunda tibial tendon yetmezliği bulunmamakta idi. Bireylerin 49 (%90,7)'u esnek pes planusa sahipti.
3. Pes planuslu bireylerin yürüme sırasındaki ayak ağrısı şiddeti değerleri normal arka sahip bireylere göre yüksekti. Parmak ucunda yükselme sırasındaki ağrısı ise gruplar arasında benzerdi.
4. Pes planusu olan bireyler ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında statik ve dinamik denge değerleri açısından fark bulunmadı.
5. Pes planusu olan bireylerin yürüme ve dinamik taban basıncı parametreleri normal ark yapısına sahip bireylere benzer bulundu.

Çalışmaya katılan bireylerin genç yetişkinlerden oluşması ve denge ve yürüyüş sırasında kompensatuar mekanizmaları kullanmaları nedeniyle pes planusa sahip bireyler ile normal ark yapısına sahip bireyler arasında denge, yürüme ve dinamik taban basıncı değerleri arasında fark bulunmadığını düşünmekteyiz. Çalışma bu sonucu ile literatürdeki bazı çalışmaların sonucunu desteklemektedir.

Yaşlanma ile pes planusun ağrı ve fonksiyonel kısıtlanmaya yol açtığı bilinmektedir. Genç yetişkinlerde sıklıkla görülen pes planusun semptomatik olmadığı durumlarda da ileride neden olabileceği biyomekanik sorunlar göz önüne alınarak değerlendirilmesi ve fizyoterapi açısından ele alınması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca farklı yaş gruplarının karşılaştırılacağı veya cinsiyete göre karşılaştırma yapılacak çalışmaların planlanmasını önermekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Al Abdulwahab SS, Kachanathu SJ. The effect of various degrees of foot posture on standing balance in a healthy adult population. *Somatosensory Motor Res.* 2015;32(3):172-176.
2. Ku PX, Osman NAA, Yusof A, Abas WABW. The effect on human balance of standing with toe-extension. *PLoS One.* 2012;7(7):e41539.
3. Breit GA, Whalen RT. Prediction of human gait parameters from temporal measures of foot ground contact. *Med Sci Sport Exerc.* 1997;29(4):540-547.
4. Birinci T, Demirbas SB. Relationship between the mobility of medial longitudinal arch and postural control. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2017;51(3):233-237.
5. Lee DB, Choi JD. The effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on plantar pressure and dynamic balance in adults flexible pes planus. *Phys Ther Korea.* 2016;23(4):27-37.
6. Fritz B, Mauch M. Foot development in childhood and adolescence. *Handbook of Footwear Design and Manufacture: Elsevier;* 2013. p.49-71.
7. Şenaran H. Çocuklarda pes planus tanımı, doğal seyri ve tedavi seçenekleri. *TOTBİD Derg.* 2006;5:1-2.
8. Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, Catanzariti AR, Kogler G, Kravitz SR, et al. Diagnosis and treatment of adult flatfoot, *J Foot Ankle Surg.* 2005;44(2):78-113.
9. Atamturk D. Relationship of flatfoot and high arch with main anthropometric variables, *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009;43(3):254-9.
10. Mosca V. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot, *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:500-12.
11. Rodgers MM. Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running, *Phys Ther.* 1988;68(12):1822-30.
12. Henceroth WD, Deyerle WM. The acquired unilateral flatfoot in the adult: some causative factors. *Foot Ankle.* 1982;2(5):304-308.
13. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture.* 1995;3(4):193-214.
14. Hillstrom HJ, Song J, Kraszewski AP, Hafer JF, Mootanah R, Dufour AB, et al. Foot type biomechanics part 1: structure and function of the asymptomatic foot. *Gait Posture.* 2013;37(3):445-51.

15. Dabholkar A, Shah A, Yardi S. Comparison of dynamic balance between flat feet and normal individuals using star excursion balance test. *Indian J Physiother Occupat Ther.* 2012;6(3):33-7.
16. Koshino Y, Samukawa M, Chida S, Okada S, Tanaka H, Watanabe K, et al. Postural stability and muscle activation onset during double- to single-leg stance transition in flat-footed individuals. *J Sports Sci Med.* 2020;19:662-9.
17. Kim JA, Lim OB, Yi CH. Difference in static and dynamic stability between flexible flatfeet and neutral feet. *Gait Posture.* 2015;41:546-50.
18. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athletic Train.* 2005;40:41-6.
19. Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J Athl Train.* 2000;37:129-32.
20. Buldt AK, Allan JJ, Landorf KB, Menz HB. The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: a systematic review. *Gait Posture.* 2018;62:56-67.
21. Buldt AK, Forghany S, Landorf KB, Murley GS, Levinger P, Menz HB. Centre of pressure characteristics in normal, planus and cavus feet. *J Foot Ankle Res.* 2018;11:3
22. Sarıkaya İ, İnan M. Patolojik yürüme. *TOTBİD Derg.* 2014;13:344-50.
23. Panichawit C, Bovonsunthonchai S, Vachalathiti R, Limpasutirachata K. Effects of foot muscles training on plantar pressure distribution during gait, foot muscle strength, and foot function in persons with flexible flatfoot. *J Med Assoc Thailand.* 2015;98:7-12.
24. Hunt AE, Smith RM. Mechanics and control of the flat versus normal foot during the stance phase of walking. *Clin Biomechanic.* 2004;19:391-97.
25. Simkin A, Leichter I, Giladi M, Stein M, Milgrom C. Combined effect of foot arch structure and an orthotic device on stress fractures. *Foot Ankle.* 1989;10(1):9-25.
26. Franco AH. Pes cavus and pes planus: analyses and treatment. *Phys Ther.* 1987; 67(5):688-94.
27. Taner D, Fonksiyonel anatomi ekstremiteler ve sırt bölgesi. 8.bs. Ankara, Hekimler Yayın Birliği, 2014.

28. Paulsen F, Waschke J. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. Elsevier Urban & Fischer, 8.bs. 2014.
29. Rockar PA. The subtalar joint: anatomy and joint motion. J Orthop Sports Phys Ther. 1995; 21:361-72.
30. Jones FW, Peltier LF. Structure and Function as seen in the Foot. Clin Orthop Relat Res. 2001;391:3-6
31. Lundberg A, Goldie I, Kalin B, Selvik G. Kinematics of the ankle/foot complex: plantarflexion and dorsiflexion. Foot Ankle. 1989;9:194-200.
32. Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Treni. 2002;37(4):364-75.
33. Mulligan, B. Manual therapy-“nags”,“snags”,“mwms”. Wellington, New Zealand: Plane View Service. 1999.
34. Greiner, T. M., & Ball, K. A. The calcaneocuboid joint moves with three degrees of freedom. J Foot Ankle Res. 2008;1(1):1-2.
35. Palastanga N, Soames R. Anatomi ve insan hareketi. 6. bs. İstanbul, HiperTıp Yayınları, 2019.
36. Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao, EY. Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. Foot Ankle Int. 1993;14:353-7.
37. Williams PL, Berry MM, Dyson M, Bannister LH, Dussek JE, Collins P, et al. Gray's Anatomy, 38. bs. New York, Churchill Livingstone, 1995.
38. Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system foundations for physical rehabilitation. 1.bs. Mosby Elsevier, Milwaukee, Wisconsin. 2002.
39. Lucas J, Khalaf K, Charles J, Leandro JJG, Jelinek HF. Automated spatial pattern analysis for identification of foot arch height from 2d foot prints. Front Physiol. 9:1216,2018.
40. Basmaian JV, Stecko G. The role of muscles in arch support of the foot. J Bone Joint Surg. 1963;45:1184-90.
41. Thordarson DB, Schmotzer H, Chon J, Peters J. Dynamic support of the human longitudinal arch: A biomechanical Evaluation. Clin Orthop Rel Res. 1995; 316:165-72.
42. Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity:treatment of the dysfunction of the posterior tibial tendon. Instr Course Lect. 1997;46:393-405.

43. Kohls-Gatzoulis J, Angel JC, Singh D, Haddad F, Livingstone J, Berry G. Tibialis posterior dysfunction: a common and treatable cause of adult acquired flatfoot. *BMJ*. 2004;329(7478):1328-33.
44. Staheli LT. Evaluation of planovalgus foot deformities with special reference to the natural history. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1987;77:2-6.
45. Ling SK, Lui TH. Posterior Tibial Tendon Dysfunction: An Overview. *Open Orthop J* 2017;11:714-23.
46. Eluwa MA, Omini RB, Akpantah AO, Ekanem TB. Incidence of Pes planus amongst the people of Cross River State. *Glob. J. Med. Res*, 2008;7:1-2.
47. Yeagerman SE, Cross MB, Positano R, Doyle SM. Evaluation and treatment of symptomatic pes planus. *Curr Opin Pediatr*. 2011;23(1):60-7.
48. Harris EJ, Vanore JV, Thomas JL, Kravitz SR, Mendelson SC. Diagnosis and treatment of pediatric flatfoot. *J Foot Ankle Surg*. 2004;43:341-73.
49. Herring JA. The orthopedic examination: clinical application. Tachdjian's pediatric orthopaedics 4.bs. Saunders, Philadelphia 2008.
50. Hutton WC, Dhanendran M. The mechanics of normal and hallux valgus feet – a quantitative study. *Clin. Orthop*. 1981;157:7-13.
51. Tomassoni D, Traini E, Amenta F. Gender and age related differences in foot morphology. *Maturitas*. 2014;79(4):421-7.
52. Nashner LM. Practical biomechanics and physiology of balance. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM, editors. *Handbook of balance function testing*. San Diego (CA): Singular Publishing Group, 1997: 61-79.
53. Means KM, Rodell DE, O'Sullivan PS. Use of an obstacle course to assess balance and mobility in the elderly: a validation study. *Am J Phys Med Rehabil*. 1996;75(2): 88-95.
54. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance, *journal of gerontology. Med Sci*. 1990;45:192-7.
55. Bandwell HA, Mickintosh S, Thewlis D. Foot orthoses for adults with flexible pes planus: A systematic review. *Foot Ankle Res*. 2014;7:23.
56. McDonald KA, Stearne SM, Alderson JA, North I, Pires NJ, Rubenson, J. The role of arch compression and metatarsophalangeal joint dynamics in modulating plantar fascia strain in running. *PloS One*. 2016;11(4):e0152602.
57. Kabak B, Kocahan T, Akinoğlu B, Genç A, Hasanoğlu A. Does pes planus influence balance performance in athletes? *Turk J Sports Med*. 2019;54(3):195-201.

58. Harrison PL, Littlewood C. Relationship between pes planus foot type and postural stability. *Indian J Physiother Occup*. 2010;4(3):21-25.
59. Kızılcı MH, Erbahçeci F. Pes planus olan ve olmayan erkeklerde fiziksel uygunluğun değerlendirilmesi. *Fizyoter Rehabil*. 2016; 27(2):25-33.
60. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose–response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture*. 2013;38(3):443-9.
61. Kirtley C. The temporal-spatial parameters in clinical gait analysis: theory and practice. 4.bs. Philadelphia: Churchill Livingstone-Elsevier 2006.
62. Yavuzer G. Yürüme Analizi ve Temel Kavramlar, TOTBİD. 2014;13:304-8.
63. Burke RE, Degtyarenko AM, Simon ES. Patterns of locomotor drive to motoneurons and last-order interneurons: clues to the structure of the CPG. *J Neurophysiol* 2001; 86(1):447-62.
64. Şeker A, Talmaç MA, Sarıkaya İ. Yürüme Biyomekanikliği. TOTBİD 2014;13:314-24.
65. Root ML, Orien WP, Weed JH. Normal and abnormal function of the foot. *Clin Biomech*. 1977;2.
66. Buldt AK, Murley GS, Butterworth P, Levinger P, Menz HB, Landorf KB. The relationship between foot posture and lower limb kinematics during walking: a systematic review. *Gait Posture*. 2013;38:363-72.
67. Heil B. Lower limb biomechanics related to running injuries. *Physiotherapy*. 1992;76:400-6.
68. Wallensten, R, Eriksson E. Intramuscular pressures in exercise-induced lower leg pain. *Int J Sports Med*. 1984;5:31-5.
69. Grundy M., Blackburn, PA, Tosh PA, McLeish RD, Smidt L. An investigation of the centres of pressure under the foot while walking. *J Bone Joint Surg*. 1975;57:98-103.
70. Soames RW. Foot pressure patterns during gait. *J Biomed Eng*. 1985;7:120-6.
71. Katoh Y, Chao EYS, Laughman RK, Schneider E, Morrey BF. Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. *Clin. Orthop*. 1983; 177:23-33.
72. Cavanagh PR, Ae M. A technique for the display of pressure distribution beneath the foot. *J. Biomech*. 1980;13:69-75.
73. Scranton PE, McMaster JH. Momentary distribution of forces under the foot. *J. Biomech*. 1976;9:45-8.

74. Stolwijk NM, Duysens J, Louwerens JWK, van de Ven YH, Keijsers NL. Flat feet, happy feet? comparison of the dynamic plantar pressure distribution and static medial foot geometry between malawian and dutch adults. *PLOS One*. 2013;8(2):1-9.
75. 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):227-32.
76. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of short-foot exercises on foot posture, pain, disability and plantar pressure in pes planus. *J Sport Rehabil*. 2019; 29(4):436-40.
77. van Melick N, Meddeler BM, Hoogebom TJ, Nijhuis van der Sanden MW, van Cingel RE. How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLoS One*. 2017;12(12): e0189876.
78. Morrison S, Durward B, Watt G, Donaldson M. Literature review evaluating the role of the navicular in the clinical and scientific examination of the foot. *Br J Pod*. 2004;7(4):110-4.
79. Zuñil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. Medial longitudinal arch: accuracy, reliability, and correlation between navicular drop test and footprint parameters. *J Manipulative Physiol Ther*. 2018;41(8):672-9.
80. 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.
81. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, Scutter SD, Williams MT. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position, *J Podiatr Med Assoc*. 2003;93(3):203-13.
82. Kurbaloğlu ED. Esnek pes planuslu bireylerde egzersiz tedavisinin etkinliği. Master tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2018.
83. Johnson C. Measuring pain. Visual analog scale versus numeric pain scale: what is the difference? *J Chiropr Med*. 2005;4(1):43.
84. Bronstein AM, Hood JD, Gresty MA, Panagi C. Visual control of balance in cerebellar and parkinsonian syndromes. *Brain*. 1990;113(3):767-79.
85. Plisky P, Gorman P, Butler K, Underwood F, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *N Am J Sports Phys Ther*. 2009;4(2):92-9.

86. Robinson R, Gribble P. Kinematic predictors of performance on the star excursion balance test. *Sport Rehabil.* 2008;17:347-57.
87. Uzunca K, Taştekin N, Birtane M. Erişkin tip pes planusta ağrı ve dizabilitenin radyografik ve pedobarografik parametreler ile ilişkisi. *Romatizma.* 2006;21(3):95-9.
88. Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, Hauser G, Sluga M. Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics.* 2006;118:634-9.
89. Hagedorn TJ, Dufour AB, Golightly YM, Riskowski JL, Hillstrom HJ, Casey VA, et al. Factors affecting center of pressure in older adults: the Framingham Foot Study. *J Foot Ankle Res.* 2013;6:18.
90. Khan FR, Chevidikunnan MF, Mazi AF, Aljawi SF, Mizan FH, BinMulayh EA, et al. Factors affecting foot posture in young adults: a cross sectional study. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2020; 20(2):216-22.
91. Faria A, Gabriel R, Abrantes J, Bras R, Moreira H. The relationship of body mass index, age and triceps -surae musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women. *Clin Biomechanic.* 2010;25(6):588-93.
92. Tenenbaum S, HersHKovich O, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, Tzur D, et al. Flexible pes planus in adolescents: body mass index, body height, and gender- an epidemiological study. *Foot Ankle Int.* 2013;34(6):811-7.
93. Kirmizi M, Cakiroglu MA, Elvan A, Simsek IE, Angin S. Reliability of different clinical techniques for assessing foot posture. *J Manipulative Physiol Ther.* 2020;43(9):901-8.
94. Allen MK, Glasoe WM. Metrecom measurement of navicular drop in subjects with anterior cruciate ligament injury. *J Athl Train.* 2000;35(4):403.
95. Sell KE, Verity TM, Worrell TW, Pease BJ, Wigglesworth J. Two measurement techniques for assessing subtalar joint position: a reliability study. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1994;19(3):162-7.
96. Deng J, Joseph R, Wong CK. Reliability and validity of the sit-to-stand navicular drop test: Do static measures of navicular height relate to the dynamic navicular motion during gait. *J Stu Phys Ther Res.* 2010;2(1):21-28.
97. Vauhnik R, Turk Z, PiliH IA, Mičetić-Turk, D. Intra-rater reliability of using the navicular drop test for measuring foot pronation. *Hrvatski Sportskomedicinski Vjesnik.* 2006;21(1):8-11.

98. Picciano AM, Rowlands MS, Worrell T. Reliability of open and closed kinetic chain subtalar joint neutral positions and navicular drop test. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1993;18(4):553-8.
99. Hannigan-Downs K, Harter R, Smith G. Radiographic validation and reliability of selected clinical measures of pronation. *J Athl Train.* 2000;35:12-30.
100. Menz HB. Alternative techniques for the clinical assessment of foot pronation. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1998;88(3):119-29.
101. Lee JS, Kim KB, Jeong JO, Kwon NY, Jeong SM. Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Ann Rehabil Med.* 2015;39(1):10-7.
102. Ünver B, Keklik SS, Şahan TY, Nilgün B. Pes planusun alt ekstremité biyomekaniğine ve fonksiyonelliğe etkisi. *Fizyoter Rehabil.* 2019;30(2):119-25.
103. Anderson JG, Harrington R, Ching RP, Tencer A, Sangeorzan BJ. Alterations in talar morphology associated with adult flatfoot. *Foot Ankle Int.* 1997;18(11):705-9.
104. Narvaez J, Narvaez JA, Sanchez-Marquez A, Clavaguera MT, Rodriguez Moreno J, Gil, M. Posterior tibial tendon dysfunction as a cause of acquired flatfoot in the adult: value of magnetic resonance imaging. *Br J Rheumatol.* 1997;36 (1):136-9.
105. Herchenröder M, Wilfling D, Steinhäuser J. Evidence for foot orthoses for adults with flatfoot: a systematic review. *J Foot Ankle Res.* 2021;14(1):57.
106. Spahn G, Schiele R, Hell AK, et al. The prevalence of pain and deformities in the feet of adolescents. Results of a cross-sectional study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 2004;142:389-96.
107. Büyükturan Ö, Büyükturan B, Karartı C. Sağlıklı genç yetişkinlerde pes planus ile ağrı, hipermobilité ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi. *F.Ü.Sağ.Bil.Tıp.Derg.* 2017;31(1):33-37.
108. Han J, Anson J, Waddington G, Adams R, Liu, Y. The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed Res Int.* 2015;2015:842804.
109. Lin CH, Lee HY, Chen JJJ, Lee HM, Kuo MD. Development of a quantitative assessment system for correlation analysis of footprint parameters to postural control in children. *Physiological Measurement.* 2005;27(2):119.
110. Tsai LC, 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):942-53.

111. Hyong IH, Kang JH. Comparison of dynamic balance ability in healthy university students according to foot shape. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(2): 661-4.
112. Scott G, Menz HB, Newcombe L. Age-related differences in foot structure and function. *Gait Posture.* 2007;26(1):68-75.
113. Norris RA, Wilder E, Norton J. The functional reach test in 3-to 5-year-old children without disabilities. *Pediatr Phys Ther.* 2008;20(1):47-52.
114. Hunt AE, Fahey AJ, Smith RM. Static measures of calcaneal deviation and arch angle as predictors of rearfoot motion during walking. *Aust J Physiother.* 2000;46(1):9-16.
115. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther.* 2013;18(5):425-30.
116. Gray EG, Basmajian JV. Electromyography and cinematography of leg and foot (normal and flat) during walking. *Anat Rec.* 1968;161(1):1-15
117. Ledoux WR, Hillstrom HJ. Acceleration of the calcaneus at heel strike in neutrally aligned and pes planus feet. *Clin Biomechanics.* 2002;16:608-13.
118. Chang HW, Chieh HF, Lin CJ, Su FC, Tsai MJ. The relationships between foot arch volumes and dynamic plantar pressure during midstance of waling in preschool children. *PloS One.* 2014;9(4):e94535.
119. Wearing SC, Urry S, Smeathers JE, Battistutta D. A comparison of gait initiation and termination methods for obtaining plantar foot pressures. *Gait Posture.* 1999;10(3):255-63.
120. Fawzy OA, Arafa AI, Wakeel MAE, Kareem SHA. Plantar pressure as a risk assessment tool for diabetic foot ulceration in egyptian patients with diabetes. *Clinical Medicine Insights: Endocrin Diabetes.* 2014;7:CMED. S17088.
121. Zhai JN, Qiu YS, Wang J. Effects of orthotic insoles on adults with flexible flatfoot under different walking conditions. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(11):3078-83.

EK 1: ETİK KURUL ONAYI

Etik Kurul Kararı: 03.11.2021-75340



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu

Sayı : E-94603339-604.01.02-75340
Konu : Proje Onayı

03.11.2021

DAĞITIM YERLERİNE

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde görev yapmakta olan Doç. Dr. Zehra Özlü Yurtk'ün danışmanlığında, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Tezli Yüksek Lisans programı öğrencisi Hanan Yasın Acar'ın sorumluluğunda yürütülecek olan KA21/410 netü "Pis planına olan bireylerde denge, ayak tutum basıncı dağılımı ve yürümenin değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Gelişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 26/10/2021 tarih ve 21/142 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sürdüğü kongre ve yayımlandığı dergi konusunda Kurulumuzun bilgi verilmesini arz ederim.

Not: Çalışma bildirisi ve/veya makale halinde geldiğinde "Görüş ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanın eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Proje no:...) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonu'na desteklenmiştir.

— This study was approved by Başkent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Başkent University Research Fund.

Dağıtım:
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne
Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığına

EK 2: BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (PES PLANUSU OLAN BİREYLER)

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ !!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce hekiminiz size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, hekimleriniz sizin tam sağlık halinizin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

Pes Planusu Olan Bireylerde Denge, Ayak Taban Basınç Dağılımı ve Yürümenin Değerlendirilmesi (Düz Tabanlılığı Olan Bireylerin Denge, Ayak Tabanı ve Yürüyüşlerinin Değerlendirilmesi)

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 118'dir. Gönüllülerin 59'u ayak tabanının orta kısmında çökme olan (düz tabanlılık), 59'u ise herhangi bir rahatsızlığı olmayan kişilerden oluşacaktır.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre yaklaşık 20 dakikadır. Tek seferlik görüşme ile değerlendirme yapılacaktır. İkinci bir değerlendirme olmayacaktır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı; ayağında düz tabanlılık problemi olan bireylerin dengesinin, ayak tabanına yük verdiği bölgelerin ve yürümesinin nasıl etkilendiğini belirlemektir. Bu amaçla düz tabanlılığı olan ve düz tabanlılığı olmayan kişiler çalışmaya alınarak karşılaştırma yapılacaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Bu araştırmaya dâhil edilebilmeniz için gereken koşullar şunlardır:

1. 18-35 yaşları arasında olmanız
2. İki farklı ayak değerlendirmesi sonucunda ayak tabanınızda orta kısmın yerden yüksekliğinin az olması (düz tabanlığınızın olması)
3. Son 6 ay içerisinde travma, düşme, yaralanma geçirmemiş olmanız
4. Yürüme ve dengeyi etkileyen kronik hastalığınızın olmaması
5. Daha önce bacaklarınızdan ameliyat geçirmemiş olmanız
6. Düzenli kullandığınız bir ilaç olmaması

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Çalışmaya katılmayı kabul ederseniz T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı'na davet edileceksiniz. Önce size yaş, cinsiyet, boy, kilo ve ayakkabı numarası, meslek gibi bilgilerinizin sorulduğu bir form doldurulacaktır. Daha sonra bir sandalyeye oturmanız istenecek ve ayak tabanınızın orta kısmının yerden yüksekliği bir cetvel ile ölçülecektir. Aynı ölçüm ayakta durmanız istenecek ve tekrar yapılacaktır. Bu ölçümden sonra çıplak ayak ayakta durmanız istenecek ve araştırmacı ayaklarınızın duruşunu gözlem yolu ile inceleyecek ve bir form üzerine not edecektir.

Bu işlemlerden sonra sizden dengeyi ölçmek için bir cihaz üzerine geçmeniz istenecektir. Cihaz bir bilgisayar ile zeminde ayaklarınızı yerleştireceği bir platformdan oluşmaktadır. Önce cihaz tanıtılacak ve ayaklarınızı zeminde nasıl tutmanız veya ağırlığınızı nasıl vermeniz gerektiği gösterilecektir. Gözleriniz açık, gözleriniz kapalı, sert ve yumuşak bir zemin üzerinde ayrı ayrı dengede durmanız istenecek ve bilgisayar tarafından ölçüm yapılacaktır. Daha sonra ayaklarınız ile öne, arkaya ve yanlara doğru vücut ağırlığınızı vermeniz istenecek ve hareket halinde dengeyi yine bilgisayar tarafından kaydedilecektir. Bu ölçüm bittikten sonra biraz dinlenip yürümeniz değerlendirilecektir. Bunun için bir koşu bandı üzerine çıkmanız gerekecektir. Araştırmacı koşu bandını en rahat olduğunuz hıza ayarlayacak ve sizden 5 dakika boyunca yürümeniz istenecektir. Bu sırada bilgisayar hem ayak tabanınızın hangi bölgelerine yük verdiğinizi hem de yürüyüşünüzü değerlendirecektir.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

1. Araştırma planına ve araştırmacının önerilerine uymalısınız.
2. Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir durum olursa araştırmacıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız yalnızca bilimsel araştırma olup gönüllünün doğrudan yarar görmesi beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar ayak tabanında problemi olan kişilerin tedavisinin planlanmasında katkı sağlayacaktır.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Yapılacak değerlendirmeler toplam 10 dakika ayakta dengede durmanızı ve 5 dakika arası istediğiniz hızda yorulmadan yürümenizi gerektirmektedir. Dolayısıyla araştırmadan kaynaklanabilecek olası bir risk bulunmamaktadır.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırmadan kaynaklanan bir zarar görmeniz söz konusu değildir.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili sorumluya ulaşabilirsiniz.

İstediğinizde Günü 24 Saati Ulaşılabilir Sorumlu Araştırmacının Adres ve Telefonları:

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi ve T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı'dır.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla, araştırma ile ilgili çıkabilecek zorunlu masraflar tarafımızdan karşılanacaktır. Bunun dışında size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz. Kendinize ait tıbbi bilgilere ancak verilerin analizinden sonra ulaşabilirsiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek durumlar nedenlerle hekiminiz sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da, sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Araştırmada uygulanacak bir tedavi yöntemi yoktur. Yalnızca yürüyüşünüz ve dengeniz bilgisayarlı cihazlar ile değerlendirilecektir.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılacaktır.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Z. Özlem Yürük tarafından T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı'nda tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılabileceğine inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütölmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkime herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 4 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum. Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

VASİ (Varsa)		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

ARAŞTIRMACI		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>	Doç. Dr. Z. Özlem Yürük	
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZASI
<i>İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ</i>		
<i>ADRES</i>		
<i>TELEFON</i>		
<i>TARİH</i>		

XXXXXX

EK 3. ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ HESAPLAMASI

t tests - Means: Difference between two independent means (two groups)

Analysis: A priori: Compute required sample size

Input:	Tail(s)	=	One
	Effect size d	=	0.5
	α err prob	=	0.05
	Power (1- β err prob)	=	0.85
	Allocation ratio N2/N1	=	1
Output:	Noncentrality parameter δ	=	2.715695
	Critical t	=	1.658096
	Df	=	116
	Sample size group 1	=	59
	Sample size group 2	=	59
	Total sample size	=	118

Etki büyüklüğü orta düzey kabul edilerek %85 güç ile gerçekleştirilecek olan çalışmanın örneklem büyüklüğü toplam 118 kişi olarak belirlenmiştir.

■■■■ Üniversitesi
İstatistik Bölümü

Diploma no: ■■■■

Cep tel: ■■■■

EK 4. SOSYODEMOGRAFİK ANKET

SOSYODEMOGRAFİK ANKET BİLGİ FORMU

SPSS no:

Telefon:

Ad- soyad:

Grup: 1) Pes planus
2) Pes planus olmayan

Yaş:

Cinsiyet: 1) Kadın
2) Erkek

Boy:

Kilo:

VKİ (kg/m²):

Ayakkabı numarası:

Dominant alt ekstremite: 1) sağ 2) sol

Meslek: 1) Öğrenci
2) Çalışıyor

Naviküler Düşme Testi

Değerlendirme	Sağ Ekstremit	Sol Ekstremit
Ağırlık Yok		
Ağırlık Verilerek		
Fark		

Y Denge Testi

Değerlendirme	Sağ Ekstremit	Sol Ekstremit
Anterior		
Posteromedial		
Posterolateral		

PES PLANUS DEĞERLENDİRMESİ

Jack'in Parmak Kaldırma Testi

Değerlendirme	Sağ Ekstremité	Sol Ekstremité
Rijit pes planus		
Rijit olmayan pes planus		

Posterior Tibial Tendon Değerlendirmesi

Değerlendirme	Sağ Ekstremité	Sol Ekstremité
Negatif (inversiyonda)		
Pozitif (eversiyonda/x)		

Ağrı Değerlendirmesi

Yürüme sırasındaki ağrı şiddeti (VAS)



Parmak ucuna yükselme sırasındaki ağrı şiddeti (VAS)



EK 5. AYAK POSTÜR İNDEKSİ

Talar Baş Palpasyonu	Talar baş medialde değil, lateral tarafta palpe edilir.	Talar baş lateraldedir fakat medialde de hafif palpe edilebilir.	Talar baş medial ve lateral tarafta eşit derecede palpe edilir.	Talar baş medialdedir fakat lateralde de hafif palpe edilebilir.	Talar baş lateralde değil, medial tarafta palpe edilir.
Alt ve Üst Lateral Malleoler Eğrilik	Malleolün altındaki eğri düz veya dış bükeydir.	Malleolün altındaki eğri içbükey fakat üzerindeki eğriye göre daha düzdür.	Malleolün altındaki ve üstündeki eğrilikler kabaca eşittir.	Malleolün altındaki eğri üzerindeki eğriye göre daha içbükeydir.	Malleolün altındaki eğri üzerindeki eğriye göre belirgin şekilde daha fazla içbükeydir.
Kalkaneusun Frontal Plan Pozisyonu	5° den fazla varus pozisyonundadır.	5° ile vertikal hat arasındaki varus pozisyonundadır.	Vertikal pozisyonundadır.	5° ile vertikal hat arasındaki valgus pozisyonundadır.	5° den fazla valgus pozisyonundadır.
Talonaviküler Eklem Bölgesindeki Bombeleşme	TNJ alanı belirgin şekilde içbükeydir.	TNJ alanı çok az içbükeydir.	TNJ alanı düzdür.	TNJ alanı hafifçe şiştir.	TNJ alanı belirgin şekilde şiştir.
Medial Longitudinal Ark Yüksekliği ve Uyumu	Ark yüksek ve arka ucuna doğru keskin açılıdır.	Ark orta derecede yüksektir.	Ark yüksekliği normal ve kavis merkezidir.	Kavis merkezi olmakla birlikte ark biraz düşüktür.	Ark çok düşük, orta bölümde şiddetli düzleşme vardır.
Ön Ayağın Arka Ayağa Göre Abduksiyon/ Adduksiyonu	Lateraldeki parmaklar görünmezken medialdekiler görülür.	Medialdeki parmaklar lateraldekilere göre daha iyi görülür.	Medial ve lateraldeki parmaklar eşit derecede görülür.	Lateraldeki parmaklar medialdekilere göre daha iyi görülür.	Medialdeki parmaklar görünmezken lateraldekiler görülür.

EK 6. ÖZGEÇMİŞ

I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı : Hasan Yasin ACAR

Doğum yeri ve tarihi :

Uyruğu : T.C

II- Eğitimi

Lisans : 2014-2019, Başkent Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara.

III- Mesleki Deneyimi

2019 Kasım-Aralık : S Fit EMS Training (EMS Antrenörü / Fizyoterapist)

2020-devam ediyor: T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı, TOHM, Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı (Spor Fizyoterapisti)

IV- Bilimsel Faaliyetleri

Projeler

Başkent Üniversitesi Ekin Ön Kuluçka Girişimcilik Yarışması, Birincilik derecesi. “Neg-STC Duyu Eğitim Cihazı”

Yayınları (ulusal/uluslararası makale, bildiri, poster, kitap ya da kitap bölümü vb.):

Ağırlık Kaldıran ve Ağırlık Kaldırmayan Spor Branşındaki Sporcuların Ayak Taban Basınç Analizinin Karşılaştırılması. [Comparison of Foot Plantar Pressure Analysis of Athletes in Weight Lifting and Non Weight Lifting Sport Branches.], Hareket ve Motor Kontrol Kongresi, Sözel Bildiri. (2021, Çevrimiçi Kongre)