



**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**AYAK KISALTMA VE HAVLU TOPLAMA EGZERSİZLERİNİN AYAĞIN
PEDOBAROGRAFİK PARAMETRELERİ VE DENGE ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE SEVİK

DANIŞMAN

PROF. DR. NAZAN TUĞAY

AĞUSTOS, 2018

MUĞLA



**T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ**

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**AYAK KISALTMA VE HAVLU TOPLAMA EGZERSİZLERİNİN AYAĞIN
PEDOBAROGRAFİK PARAMETRELERİ VE DENGE ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE SEVİK

DANIŞMAN

PROF. DR. NAZAN TUĞAY

**AĞUSTOS, 2018
MUĞLA**



T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

ENSTİTÜ ADI

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

AYAK KISALTMAYA VE HAVLU TOPLAMA EGZERSİZLERİNİN AYAĞIN
PEDOBAROGRAFİK PARAMETRELERİ VE DENGE ÜZERİNE OLAN
ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

MERVE SEVİK

Sağlık Bilimleri Enstitüsünde
“Yüksek Lisans”
Diploması Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 23/08/2018

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 15/08/2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nazan TUĞAY

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nilgün BEK

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Feral ÖZTÜRK


AĞUSTOS, 2018
MUĞLA

TUTANAK


Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 12/07/2018 tarih ve 111 sayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin 24/6 maddesine göre, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Merve SEVİK'in "Ayak Kısıltma ve Havlu Toplama Egzersizlerinin Ayağın Pedobarografik Parametreleri ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması" adlı tezini incelemiş ve aday 15/08/2018 tarihinde saat 13.30'da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra 105 dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin kabul olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Nazan TUĞAY


Üye
Prof. Dr. Nazan TUĞAY


Üye
Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA


Üye
Prof. Dr. Nilgün BEK

YEMİN

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Ayak Kısaltma ve Havlu Toplama Egzersizlerinin Ayağın Pedobarografik Parametreleri ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması” adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

29/08/2018

MERVE SEVİK



YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ
TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

YAZARIN **MERKEZİMİZCE DOLDURULACAKTIR.**

Soyadı : SEVİK

Adı : MERVE

Kayıt No:

TEZİN ADI

Türkçe : Ayak Kısaltma ve Havlu Toplama Egzersizlerinin Ayağın Pedobarografik Parametreleri ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Y. Dil : Comparing the Effects of Short Foot and Towel Curl Exercises on Foot Pedobarographic Parameters and Balance

TEZİN TÜRÜ: Yüksek Lisans

Doktora

Sanatta Yeterlilik

TEZİN KABUL EDİLDİĞİ

Üniversite : MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ

Fakülte : SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

Enstitü : SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Diğer Kuruluşlar:

Tarih :

TEZ YAYINLANMIŞSA

Yayımlayan :

Basım Yeri :

Basım Tarihi :

ISBN :

TEZ YÖNETİCİSİNİN

Soyadı, Adı : TUĞAY, NAZAN

Ünvanı : Prof. Dr.

TEZİN YAZILDIĞI DİL : TÜRKÇE

TEZİN SAYFA SAYISI: 83

TEZİN KONUSU (KONULARI) :

1. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması

TÜRKÇE ANAHTAR KELİMELEER :

1. Ayak
2. Ayak çekirdek sistemi
3. İntrinsik ayak kasları
4. Ayak kısaltma egzersizi
5. Havlu toplama egzersizi
6. Pedobarografik değerlendirme
7. Denge

İNGİLİZCE ANAHTAR KELİMELEER: Konunuzla ilgili yabancı indeks, abstract ve thesaurus'u kullanınız.

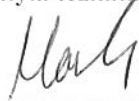
1. Foot
2. Foot core system
3. Intrinsic foot muscles
4. Short foot exercise
5. Towel curl exercise
6. Pedobarographic evaluation
7. Balance

1- Tezimden fotokopi yapılmasına izin vermiyorum

2- Tezimden dipnot gösterilmek şartıyla bir bölümünün fotokopisi alınabilir

3- Kaynak gösterilmek şartıyla tezimin tamamının fotokopisi alınabilir

Yazarın İmzası :



Tarih : 29/08/2018

ÖZET

Ayak Kısaltma ve Havlu Toplama Egzersizlerinin Ayağın Pedobarografik Parametreleri ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması

Amaç: Bu çalışmanın amacı havlu toplama egzersizleri ve ayak kısaltma egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkilerini karşılaştırmaktır.

Yöntem: Bu randomize kontrollü çalışmaya, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören sağlıklı, gönüllü ve dahil edilme kriterlerini taşıyan, yaş ortalamaları $20,65 \pm 2,41$ yıl olan toplam 91 öğrenci katıldı (63 kadın, 28 erkek) Katılımcılar randomize olarak Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu (n=28), Havlu Toplama Egzersizi Grubu (n=31) ve Kontrol Grupları'na (n=32) ayrıldı. Olguların demografik bilgileri kaydedildi, ayak numarası ölçümü, naviküler düşme testi, metatarsal genişlik ölçümü, statik ve dinamik pedobarografik değerlendirmeler ve denge değerlendirmesi yapıldı. Başlangıç değerlendirmesini takiben Ayak Kısaltma Egzersizi ve Havlu Toplama Egzersizi Grubu'na dahil olan katılımcılar dahil oldukları egzersiz grubuna göre 4 hafta boyunca fizyoterapist gözetiminde egzersizlerini uyguladı, kontrol grubuna ise herhangi bir egzersiz verilmedi. Dört haftanın tamamlanmasının ardından, tüm gruplarda başlangıç değerlendirmelerinin tamamı tekrarlandı.

Sonuçlar: Dört haftalık egzersiz programı sonucunda Ayak Kısaltma ve Havlu Toplama Egzersizi Grubu'nda naviküler düşme miktarında, statik ve dinamik denge indeksi değerlerinde azalma görüldü ($p=0.000$). Dinamik pedobarografik değerlendirmede dominant ayağa ait total yükleme skoru her iki grupta da tedavi öncesi ve sonrası değerler arasında anlamlı şekilde farklıydı ($p<0.05$).

Tartışma: Çalışmanın sonuçları her iki egzersizin de naviküler düşme miktarını, statik ve dinamik dengeyi olumlu etkilediğini gösterdi. Fakat Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'nda özellikle dominant ayak naviküler düşme miktarı ve dominant ayağa ait tek ayak üzerinde statik denge indeksi skorunda daha fazla azalma görüldü.

Anahtar Kelimeler: Ayak, ayak çekirdek sistemi, intrinsik ayak kasları, ayak kısaltma egzersizi, havlu toplama egzersizi, pedobarografik değerlendirme, denge.

ABSTRACT

Comparing the Effects of Short Foot and Towel Curl Exercises on Foot Pedobarographic Parameters and Balance

Purpose: The purpose of the study was to compare the effects of towel curl exercises and short foot exercises on pedobarographic parameters and balance.

Method: 91 healthy students (63 females, 28 males) with mean age of $20,65 \pm 2,41$ years who attend to Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Health Sciences and met the inclusion criteria and volunteered to participate included in this randomized controlled study. Participants were randomly divided into, Short Foot Exercise ($n=28$), Towel Curl Exercise ($n=31$) and Control Groups ($n=32$). Participant's demographic information were recorded, foot number measurement, navicular drop test, metatarsal width measurement, static and dynamic pedobarographic evaluations, and the balance evaluation were performed. Following the initial assessment, participants who included in Short Foot and Towel Curl Exercise Group performed the exercises that they were assigned to under the supervision of a physiotherapist for 4 weeks and no exercise was given to the control group. After the completion of 4 weeks all the initial assessments were repeated in all groups.

Results: As a result of the 4-week exercise program, reduction of navicular drop ($p=0.000$) and reduction in balance index scores were observed in Short Foot and Towel Curl Exercise Groups ($p=0.000$). In the dynamic pedobarographic evaluation, pre and posttreatment values for the total loading score of the dominant leg in both groups were significantly different ($p<0.05$).

Discussion: Results of the study showed that both exercise types positively affected the amount of navicular drop and balance scores. However, short foot exercises provided more improvement, especially on the dominant foot navicular drop amount and the static balance score on the single foot of the dominant leg.

Key Words: Foot, foot core system, intrinsic foot muscles, short foot exercise, towel curl exercise, pedobarographic evaluation, balance.

İÇİNDEKİLER**KABUL VE ONAY SAYFASI****TUTANAK****YEMİN****TEZ VERİ GİRİŞ FORMU****ÖZET****ABSTRACT**

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLolar.....	iii
ŞEKİLLER.....	v
SEMBOller VE KISALTMALAR.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Ayak Anatomisi.....	3
2.1.1. Ayağın Kemik Yapısı.....	3
2.1.2. Ayağın Eklemleri Ve Ligamentleri.....	5
2.1.3. Ayağın Arkları.....	10
2.1.4. Plantar Aponeurosis.....	12
2.1.5. Ayağın Kasları.....	13
2.2. Ayak Çekirdek Sistemi.....	16
2.3. Ayağın Yürüyüşteki Kinematığı.....	19
2.4. Ayağın Değerlendirmesi.....	21
2.5. Ayak Biyomekaniğini Bozan Durumlarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulamaları	25
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	28
3.1. Bireyler.....	28
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Çalışmanın Planı.....	30

3.2.2. Değerlendirmeler.....	32
3.2.2.1. Bireylerin Demografik Özellikleri.....	32
3.2.2.2. Naviküler Düşme Testi.....	33
3.2.2.3. Metatarsal Genişlik Ölçümü.....	34
3.2.2.4. Pedobarografik Değerlendirme.....	35
3.2.2.5. Denge Değerlendirmesi.....	38
3.2.3. Egzersiz Programı.....	41
3.2.4. İstatistiksel Yöntem.....	44
4. BULGULAR.....	45
4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri İle İlgili Bulgular.....	45
4.2. Egzersiz Öncesi Değerlerin Gruplar Arası Karşılaştırması.....	46
4.3. Naviküler Düşme ve Metatarsal Genişleme Miktarı İle İlgili Bulgular.....	50
4.4. Pedobarografi ve Denge Değerlendirmeleri İle İlgili Bulgular.....	54
5. TARTIŞMA.....	65
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
7.KAYNAKLAR.....	76
8. EKLER.....	81
EK 1: Etik Kurul Onayı	
EK 2: Kurum İzni	
EK 3: Özgeçmiş	

TABLULAR

Tablo 1.	Olguların demografik özelliklerinin gruplar arası karşılaştırılması	45
Tablo 2.	Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme miktarı, metatarsal genişliklerin ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	46
Tablo 3.	Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	47
Tablo 4.	Dominant ayak için statik pedobarografik skorların egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	48
Tablo 5.	Dominant ayak için dinamik pedobarografik skorların egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması	49
Tablo 6.	Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme, metatarsal genişleme miktarının ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi ve sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması	51
Tablo 7.	Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme, metatarsal genişleme miktarlarının ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması	52
Tablo 8.	Naviküler düşme miktarlarındaki ve ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranındaki farkın Post Hoc analizleri	53
Tablo 9.	Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması	54

Tablo 10. Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması	55
Tablo 11. Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarındaki farkın Post Hoc analizleri	56
Tablo 12. Dominant ayak için statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması.	57
Tablo 13. Dominant ayak için dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması.	60
Tablo 14. Dominant ayak için statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması	62
Tablo 15. Dominant ayak için dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması	63
Tablo 16. Maksimum basınç farkının Post Hoc analizi	64

ŞEKİLLER

Şekil 1. Ayak iskeletinin medial, lateral ve üstten görünüşü	3
Şekil 2. Arka, orta ve ön ayak	4
Şekil 3. Ayak bileği ekleminin menteşe yapısı	5
Şekil 4. Subtalar eklem eksenin sagittal düzlemle açılması (A) ve sagittal düzlemde horizontal eksenle yaptığı açılma (B)	7
Şekil 5. Ayağın arkları	10
Şekil 6. Ayağın arklarını oluşturan kemik yapılar	12
Şekil 7. Çıkrık mekanizması	13
Şekil 8. Plantar intrinsik kasların origo ve insersiyoları	16
Şekil 9. Ayak çekirdek sistemini oluşturan alt sistemler	17
Şekil 10. Mckenzie tarafından tarif edilen, orjini talusun tepe noktası olan yarım kubbe	19
Şekil 11. Havlu toplama egzersizi	27
Şekil 12. Ayak kısaltma egzersizi	27
Şekil 13. Olgu akış şeması	29
Şekil 14. Ayak numarası ölçüm cetveli	32
Şekil 15. Naviküler düşme testi	33
Şekil 16. INSIZE® 1108–200 dijital kaliper	34
Şekil 17. Metatarsal genişlik ölçümü	35
Şekil 18. Statik pedobarografi sonuçlarının ekran görüntüsü	37
Şekil 19. Dinamik pedobarografi sonuçlarının ekran görüntüsü	37
Şekil 20. Pedobarografik değerlendirme	38
Şekil 21. SportKAT® denge cihazı ile değerlendirme	39
Şekil 22. SportKAT® cihazına ait statik ve dinamik denge değerlendirme sonuçları ekran görüntüsü	40
Şekil 23. Egzersiz eğitimi sırasında yapılan ayak kısaltma egzersizi	42
Şekil 24. Egzersiz eğitimi sırasında yapılan havlu toplama egzersizi	43

KISALTMALAR

MLA	: Medial longitudinal ark
Ss	: Standart sapma
EÖ	: Egzersiz öncesi
ES	: Egzersiz sonrası
ND	: Naviküler düşme miktarı
MTG	: Metatarsal genişleme miktarı
CoF	: Kuvvet merkezi
SÇAD	: Statik çift ayak denge skoru
SDAD	: Statik dominant ayak denge skoru
SNDAD	: Statik nondominant ayak denge skoru
DÇAD	: Dinamik çift ayak denge skoru
DDAD	: Dinamik dominant ayak denge skoru
DNDAD	: Dinamik nondominant ayak denge skoru
Dİ	: Denge İndeksi
AKEG	: Ayak kısaltma egzersizi grubu
HTEG	: Havlu toplama egzersizi grubu
KG	: Kontrol grubu
VKİ	: Vücut kütle indeksi
EB	: Etki büyüklüğü
SEB	: Standartize etki büyüklüğü
PSI	: Pounds per square inch- İnç kareye pound cinsinden uygulanan kuvvet
n	: Olgu sayısı
%	: Yüzde
<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
=	: Eşittir
Δ	: Fark

°	: Derece
N	: Newton
kg	: Kilogram
mm	: Milimetre
cm ²	: Santimetrekare
m ²	: Metrekare



TEŞEKKÜR

Tüm yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini her zaman hissettiğim, tez konumun belirlenmesi ve tezin yazım süresince bilgi, deneyim ve sevgisini benden esirgemeyen çok değerli tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nazan TUĞAY'a,

Yüksek lisans eğitimim ve tez süresince engin bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, düşünceleriyle bana eleştirel bir bakış açısı kazandıran ve tezin istatistiksel analizinin yapılmasındaki önemli katkılarından dolayı değerli hocam Sayın Doç. Dr. Baki Umut TUĞAY'a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana katmış oldukları değerli bilgi ve düşünceleri için hocalarım Sayın Prof. Dr. İlkim ÇITAK KARAKAYA ve Sayın Prof. Dr. Mehmet Gürhan KARAKAYA'ya,

Tezin oluşumu süresince çok değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Nilgün BEK'e,

Tez çalışmama katılan Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencilerine,

Tüm eğitim hayatımda olduğu gibi bu zorlu tez sürecinde de bana olan sevgi, inanç ve desteklerinden dolayı biricik aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Fzt. Merve SEVİK

2018

1. GİRİŞ

Ayak, mobilite ve stabilitenin sağlanması için birden çok sistemin birleşmesinden oluşmaktadır ve bu sistemlerin bütünü ayak çekirdek sistemi olarak adlandırılmaktadır. Ayak çekirdek sistemini oluşturan alt sistemler; pasif alt sistem, aktif alt sistem, nöral alt sistemdir (1, 2). Bu üç sistem arasındaki benzersiz etkileşim özellikle vücut ağırlığını absorbe etmede, yürüyüş sırasında oluşan ve vücuda iletilen yer tepki kuvvetlerini azaltmada kritik bir yapı olan medial longitudinal arkı (MLA) destekleyerek ayağın postürünün korunmasını ve hareket sırasındaki görevlerini başarıyla yapmasını sağlamaktadır (1). Ayak çekirdek sistemini oluşturan yapılardan herhangi birinde meydana gelen bozulma ayağın olağan postürünün bozulmasına ve buna bağlı patolojilerin oluşmasına neden olmaktadır (2-10).

Ayağa yönelik patolojilerin değerlendirmesinde ayak çekirdek sistemini oluşturan yapıların değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Özellikle intrinsik ayak kaslarını değerlendirmek için; naviküler düşme testi, pedobarografik ölçümler, denge testleri, intrinsik ayak kası testi kullanılmaktadır.

Olası yaralanmaları önlemek, oluşan patolojiyi tedavi etmek amacıyla ayak çekirdek sisteminin önemli bir bileşeni olan intrinsik ve ekstrinsik ayak kaslarına yönelik kuvvetlendirme egzersizleri kliniklerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu egzersizler arasından ayağın ekstinsik kaslarının kuvvetlendirilmesinde kullanılan havlu toplama egzersizi klinikte fizyoterapistler tarafından en çok tercih edilen egzersizdir. Fakat son zamanlarda izole olarak ayak intrinsik kaslarını kuvvetlendirmeye yönelik geliştirilen ayak kısaltma egzersizinin etkinliği araştırılmaya başlanmıştır (11).

Ayak intrinsik ve ekstrinsik kaslarının kuvvetinin, ayağın doğru postürünü korumada, stabilitesini ve dinamiğini sağlamada önemli bir yere sahip olduğu, denge, mobilite ve fiziksel aktivite düzeyini etkilediği bilinmekle birlikte (12) literatürde, havlu toplama ve ayak kısaltma egzersizlerinin denge üzerine olan etkilerinin objektif olarak karşılaştırıldığı çok az çalışmanın bulunduğu görülmüş, ayağın pedobarografik parametreleri üzerine olan etkilerinin karşılaştırıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu nedenlerden yola çıkılarak çalışma, havlu toplama ve ayak kısaltma egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkileri karşılaştırmak amacıyla planlanmıştır.

Çalışmanın hipotezleri:

Hipotez 1: Ayak kısaltma egzersizleri ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerinde etkilidir.

Hipotez 2: Havlu toplama egzersizleri ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerinde etkilidir.

Hipotez 3: Ayak kısaltma egzersizleri ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerindeki etkileri arasında fark yoktur.

Hipotez 4: Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizleri naviküler düşme üzerine etkilidir.

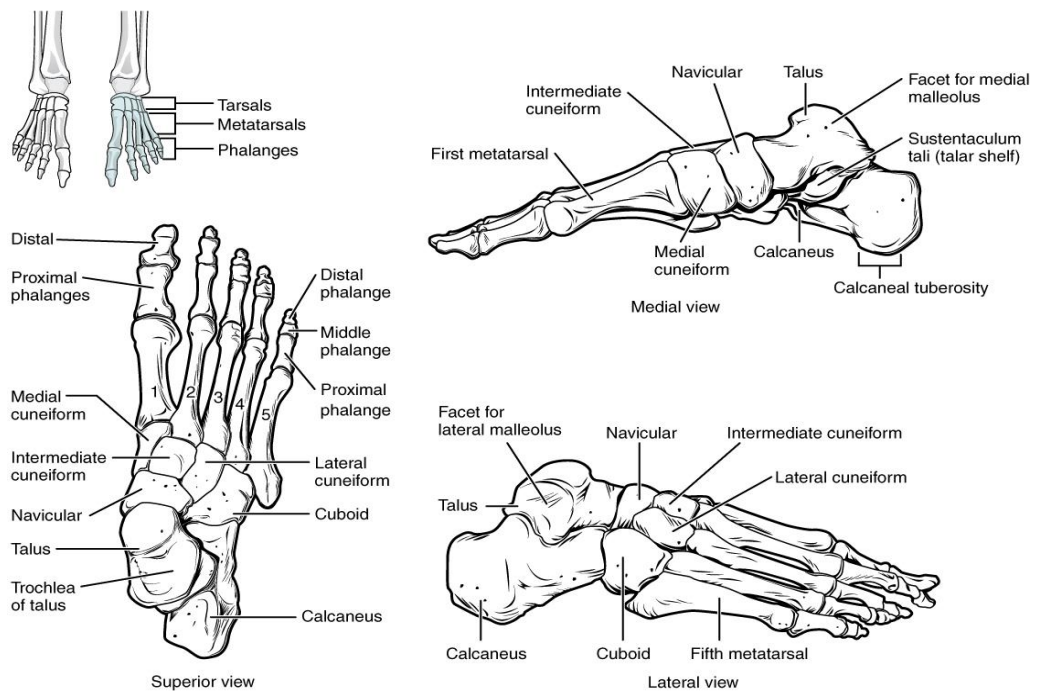
2.GENEL BİLGİLER

2.1 Ayak Anatomisi

Ayak alt ekstremitenin en distalinde bulunan, kompleks kemik bağlantıları, ligamentler ve kaslardan oluşan karmaşık bir yapıdır. Ayağın içerdiği yapılar, ayağın şeklini korumak ve yürümek, koşmak gibi aktiviteleri gerçekleştirmek için senkronize bir şekilde çalışırlar (11).

2.1.1. Ayağın Kemik Yapısı

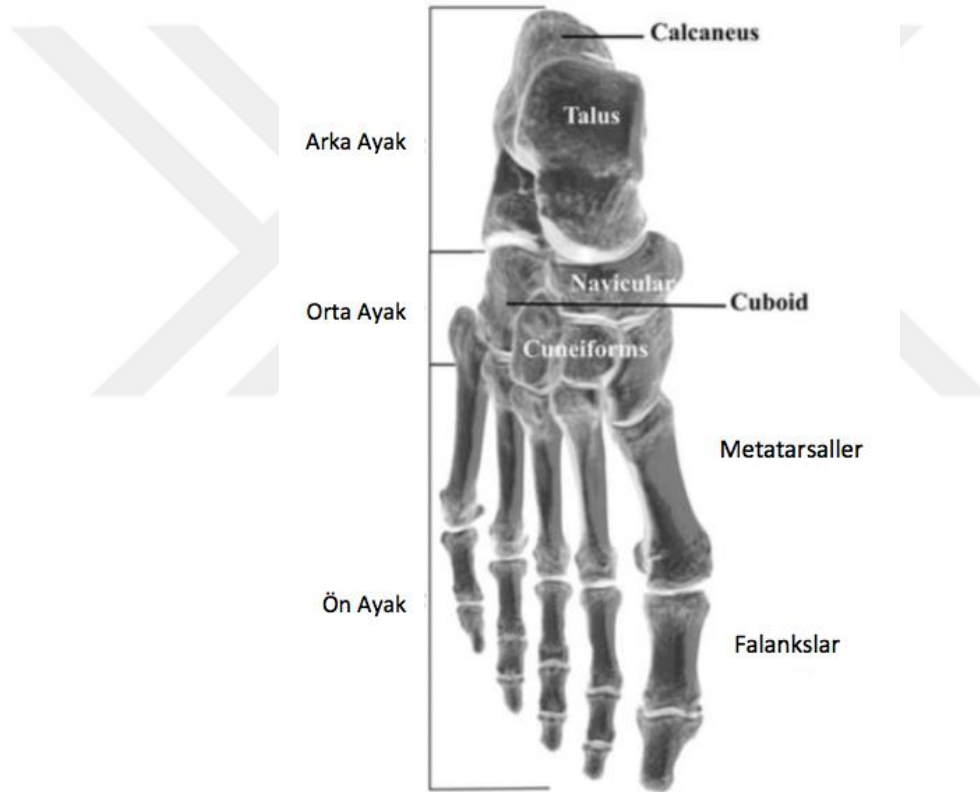
Ayak iskeleti aksesuar ve sesamoid kemikler haricinde 7 tarsal, 5 metatarsal kemik, 14 falanks olmak üzere toplam 26 kemikten oluşur (13) (Şekil 1). Ayak iskeletinin proksimalinde talus, kalkaneus, navikula, medial kuneiform, orta kuneiform, lateral kuneiform ve kuboid kemikten oluşan tarsal kemikler bulunurken tüm metatarsal kemikler medialden laterale numaralandırılarak isimlendirilirler. Distalde ise başparmakta iki, diğer parmaklarda üçer tane olmak üzere falankslar bulunur (13, 14).



Şekil 1. Ayak iskeletinin medial, lateral ve üstten görünüşü ©

Kompleks yapısını daha iyi anlayabilmek için ayak, fonksiyonel açıdan 3 anatomik bölgeye ayrılarak incelenebilir (Şekil 2).

- Arka ayak: Talus ve kalkaneus tarafından oluşturulur.
- Orta ayak: Navikula, medial kuneiform, orta kuneiform, lateral kuneiform ve kuboid kemik tarafından oluşturulur.
- Ön ayak: Metatarsal kemikler ve falankslar tarafından oluşturulur.

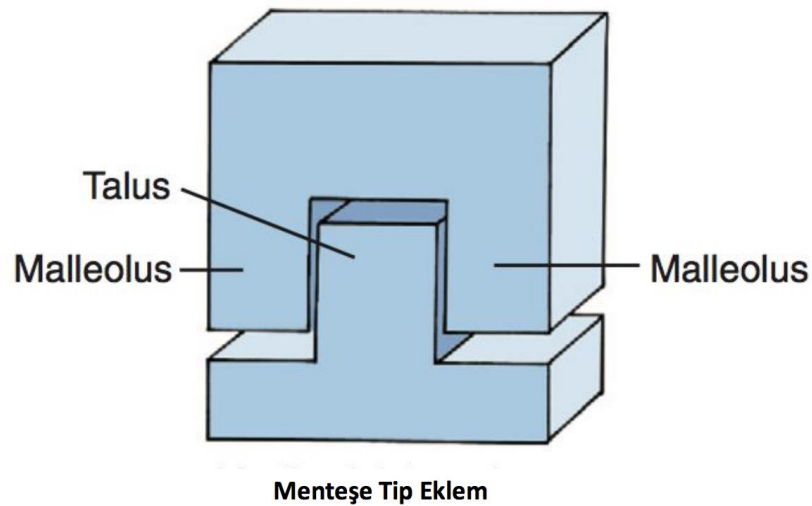


Şekil 2. Arka, orta ve ön ayak (15)

2.1.2. Ayağın Eklemleri ve Ligamentleri

Talokrural eklem

Tibia, fibula ve talusun troklear yüzeyinden oluşan talokrural eklem; tibiotalar, distal tibiofibular ve fibulotalar olmak üzere 3 eklemin birleşmesinden meydana gelir. Fonksiyonel açıdan menteşe tipi olan talokrural eklem sagittal düzlemde plantar ve dorsifleksiyon hareketlerine izin verir (16) (Şekil 3). Ayrıca medial malleolün, lateral malleole göre daha proksimal ve anterior yerleşimli olması sebebiyle malleollerden geçen eklem eksenini obliktir ve bu nedenle ayak bileğinin sagittal düzlemdeki plantar ve dorsi fleksiyon hareketlerine ek olarak talokrural ekleminde talar rotasyon, fibular kayma ve rotasyon hareketleri de meydana gelir (15).



Şekil 3. Ayak bileği ekleminin menteşe yapısı (16)

Talokrural eklemin stabilitesinden büyük oranda sorumlu olan yumuşak doku ve ligamentler ise şunlardır;

- Eklem kapsülü
- Medial kolletaral ligament (Deltoid ligament)
 - Tibionavikuler parça
 - Tibiokalkaneal parça
 - Anterior tibiotalar parça
 - Posterior tibiotalar parça

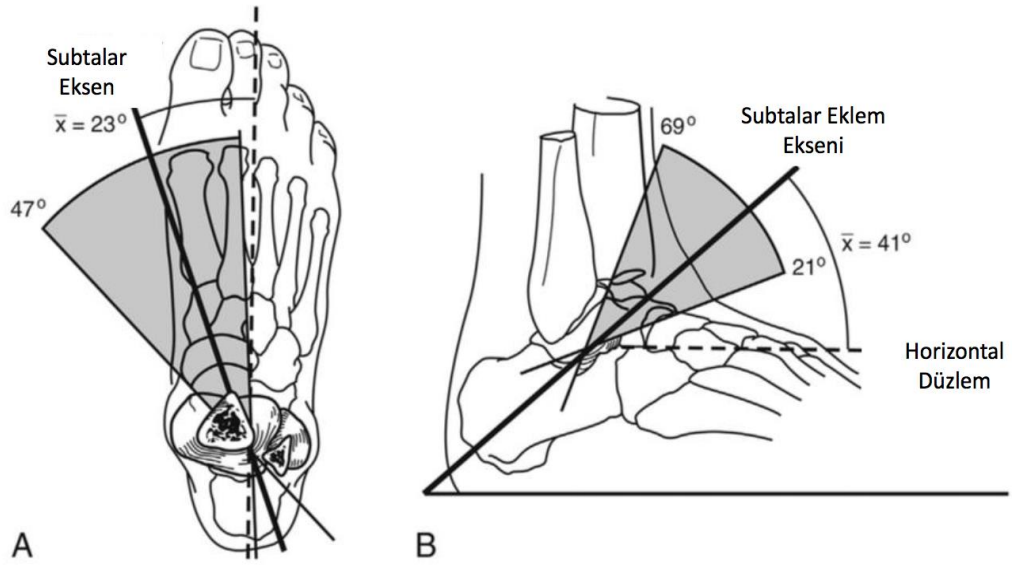
- Lateral kollateral ligament
 - Anterior talofibular ligament
 - Posterior taofibular ligament
 - Kalkaneofibular ligament

Subtalar eklem (Talokalkaneal eklem)

Ayağın en çok yük taşıyan kemikleri olan talus ve kalkaneustan oluşan bu eklemden pronasyon ve supinasyon hareketleri meydana gelmektedir. Pronasyon hareketi sırasında kalkaneus laterale kayarken talus mediale kayar, supinasyon hareketi sırasında ise kalkaneus mediale kayarken talus ise laterale yer değiştirir (17).

Subtalar eklemde açık ve kapalı paket pozisyonları midtarsal eklemden stabilizeyi büyük oranda etkilemektedir (15). Subtalar eklem pronasyonda yani açık paket pozisyonunda iken midtarsal eklem de açık paket pozisyonunda düzenlenir, böylelikle midtarsal eklem ve ön ayak esnek hale gelir ve orta ayağın yerle uyumu sağlanmış olur. Subtalar eklem supinasyonda yani kapalı paket pozisyonunda iken midtarsal eklem de kapalı paket pozisyonuna çevrilir, ayak rijit bir hale gelir ve özellikle yürüyüşün itme fazında gelen yüklerin karşılanması sağlanmış olur. Subtalar eklemde hareket eksenini obliktir ve pronasyon, supinasyon hareketleri de bu oblik eksene dik olan düzlemde meydana gelir. Subtalar eklemde oblik eksenini sagittal düzlemde horizontal eksenle yaklaşık 42°'lik açılma yaparken, sagittal düzlemde ise yaklaşık 16-23° kadar açılma yapmaktadır (17, 18) (Şekil 4).

Ayakta oluşan patolojilerin normalden ne kadar saptığını belirleyebilmek için kullanılan referans pozisyonuna 'subtalar pozisyon' adı verilmektedir (19). Subtalar pozisyon, talus başının medial ve lateralden eşit miktarda palpe edilebildiği, subtalar eklemde nötral açısında durduğu, 4. ve 5. metatars başlarının diğer metatars başlarıyla aynı düzleme getirildiği pozisyonudur (18).



Şekil 4. Subtalar eklem ekseninin sagittal düzlemle açılışması (A, \bar{x}) ve sagittal düzlemde horizontal eksenle yaptığı açılışma (B, \bar{x}) (17)

Subtalar eklemi kontrol eden yumuşak doku ve ligamentler ise şunlardır;

- Eklem kapsülü
- Anterior talokalkaneal ligament
- Posterior talokalkaneal ligament
- Medial talokalkaneal ligament (Plantar)
- Lateral talokalkaneal ligament (Plantar)
- İnterosseal talokalkaneal ligament

Midtarsal eklem

Chopart eklemi olarak da bilinen midtarsal eklem talokalkaneonavikular eklem, kalkaneokuboid eklem, kuneonavikular eklem, kuboidonavikular eklem, interkuneiform eklem ve kuneokuboid eklemin birleşmesinden meydana gelmektedir. Midtarsal eklem subtalar eklemle kombine olarak çalışır (18).

Midtarsal eklemi kontrol eden yumuşak doku ve ligamentler ise şunlardır;

- Fibröz eklem kapsülleri
- Spring ligament
- Uzun plantar ligament
- Kısa plantar ligament
- Dorsal kalkaneokuboid ligament
- Bifurkatum ligament
- Kalkaneokuboid ligament
- Kalkaneokuboid ligament

Tarsometatarsal eklem

Lisfrank eklemi olarak da bilinen tarsometatarsal eklem, lateralde küboid kemiğin 4. ve 5. metatarslarla, medialde ise üç küneiform kemiğin 1, 2 ve 3. metatarslarla yaptıkları eklemlerden oluşan plana tipi bir eklemdir. Tarsometatarsal eklemlerin hareketleri ile medial longitudinal arkın (MLA) da yapısı değişmektedir. 1. metatarsın fleksiyon ve abduksiyon yapması, 4. metatarsın ise fleksiyon ve adduksiyon yapmasıyla ark derinleşir ve eğimi artarken bu metatarsların tam tersi hareketleri yapmasıyla ise MLA düzleşir ve eğimini kaybeder (18).

Tarsometatarsal eklemi çevreleyen yumuşak doku ve ligamentler ise şunlardır;

- Fibröz eklem kapsülü
- Plantar tarsometatarsal ligament
- Dorsal tarsometatarsal ligament
- İnterosseal tarsometatarsal ligament

İntermetatarsal eklemler

Her bir metatarsal aralığın ayrı ayrı eklem kapsülü ile kaplı olduğu, ayağın metatarsal kemikleri arasında yer alan eklemlerdir.

İntermetatarsal eklem ligamentleri ise şunlardır;

- Eklem kapsülü
- Plantar metatarsal ligament
- Dorsal metatarsal ligament
- Kollateral ligament
- Derin transvers metatarsal ligamentler

Metatarsofalangeal eklemler

Metatarsların konveks distal ucu ile, proksimal falanksın tabanları arasında oluşan elipsoid tipi eklemdir (14). Çift eksenlidirler, fleksiyon ve ekstansiyon hareketinin yanı sıra abduksiyon ve adduksiyon hareketlerine de izin verirler.

Metatarsofalangeal eklemi çevreleyen yumuşak doku ve ligamentleri ise şunlardır;

- Fibröz eklem kapsülü
- Medial kollateral ligament
- Lateral kollateral ligament
- Plantar ligament

İnterfalangeal eklemler

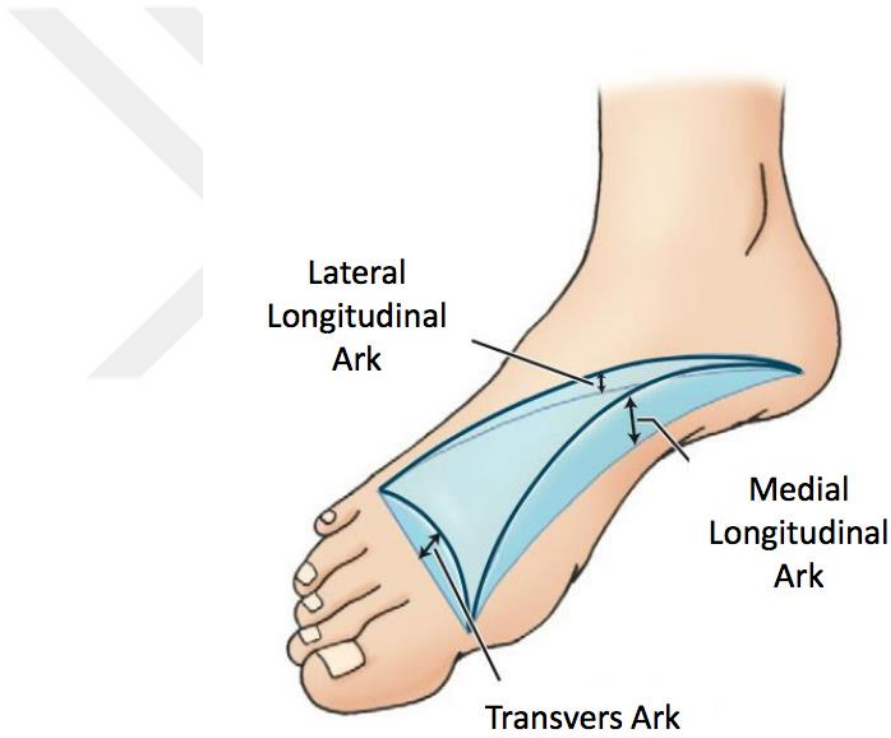
Distaldeki falanksın tabanı ile proksimaldeki falanksın başı arasında oluşan eklemlerdir. Tek eksenli, ginglymus tipi eklemlerdir.

İnterfalangeal eklemi çevreleyen yumuşak doku ve ligamentleri ise şunlardır;

- Fibröz eklem kapsülü
- Kollateral ligament
- Planar ligament

2.1.3 Ayağın Arkları

Ayakta medial longitudinal ark (MLA), lateral longitudinal ark ve transvers ark olmak üzere üç ark bulunur (Şekil 5). Arklar, ayağın yük taşıdığı sırada plantar yüzeydeki sinirleri, kan damarlarını ve kasları sıkışmaktan korurlar, ek rotasyonel kuvvetleri azaltırlar ayrıca destek yüzeyindeki değişikliklere adapte olmaya, ayağın yerle temasında şok absorpsiyonunun sağlanmasına ve mekanik enerjiyi depolayarak hareketin etkinliğinin artırılmasına yardım ederler (20).



Şekil 5. Ayağın arkları (16)

Medial longitudinal ark (MLA)

Arklar arasında en genişi olan MLA; kalkaneusun medial tüberkülünden başlayarak sustentakulum tali ve navikulanın tüberkülünü plato şeklinde geçtikten sonra median ve medial kuneiformları da içine alır ve 1. metatars başının arkasında sonlanır (Şekil 6). MLA'nın tepe noktasını navikula oluşturmaktadır (14, 16).

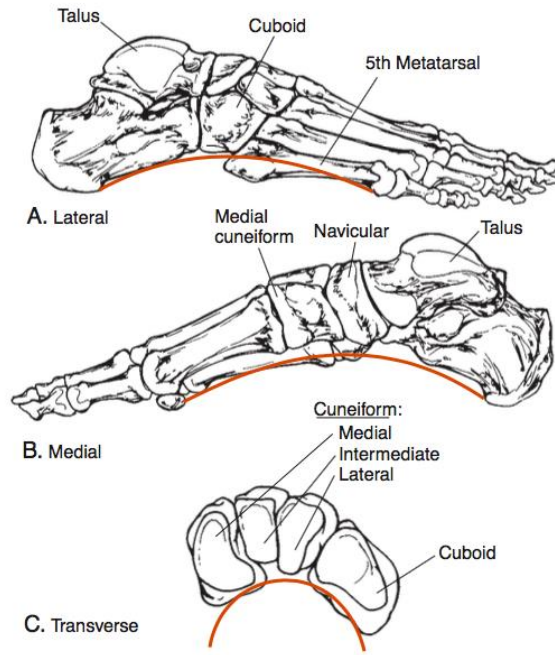
MLA hem pasif hem de aktif yapılar tarafından desteklenmektedir. Pasif destek sistemi; MLA'nın doğal şekli ve ligamentöz destekleridir. Bu ligamentöz destek sistemleri de plantar aponeurosis, uzun ve kısa plantar ligamentler ve spring ligamentten oluşmaktadır. Aktif destek sistemi ise anterior ve posterior tibialis, fibularis longus ve ayağın plantar intrinsik kaslarını içermektedir. Bu destek sistemlerinde meydana gelen bozulmalar medial longitudinal arkın yapısında ve fonksiyonlarında değişikliklere neden olup buna bağlı bazı ayak patolojilerinin oluşmasına sebep verebilmektedir (7, 18).

Lateral longitudinal ark

Kalkaneusun posterolateral kısmından başlar, oluşumuna kuboideum, 4. ve 5. metatarsal kemikler katılır (13) (Şekil 6). Yürüyüş esnasında topuk vuruşundan taban temasına geçerken kalkaneusun yerle temasından sonra yere temas eden arktır (14). Fonksiyonel açıdan stabilite amaçlı tasarlanmıştır, tepe noktası kalkaneokuboid eklem hizasındadır (16).

Transvers ark

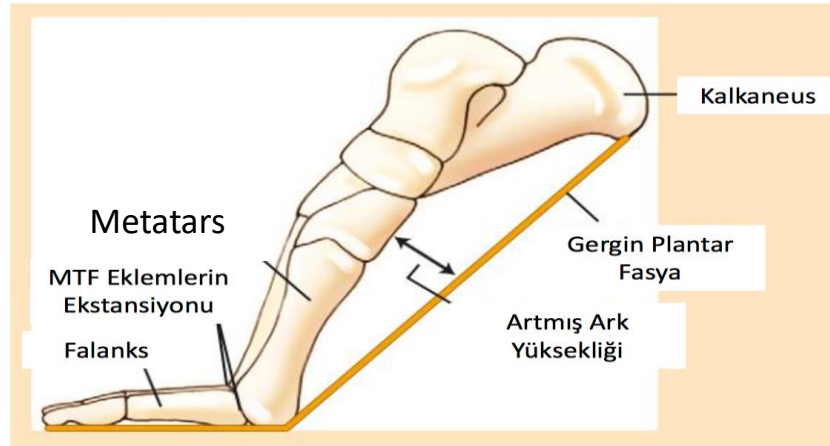
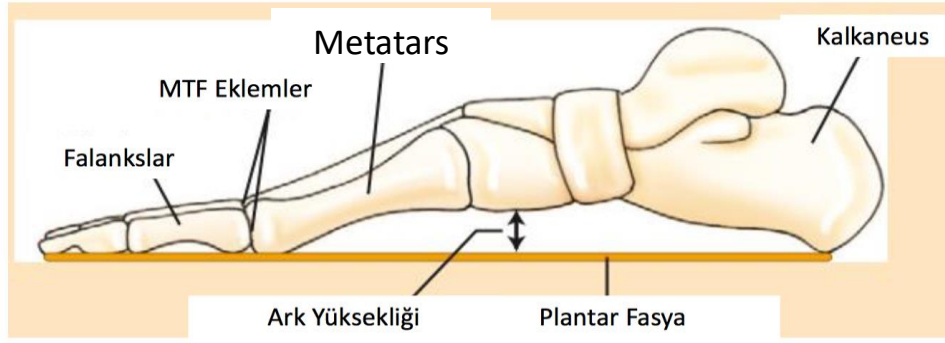
Transvers ark üç bölümde incelenebilir. Anterior transvers ark 1. ve 5. metatarslar arasında oluşur ve arkın stabilitesi intermetatarsal bağlar ve adduktor hallusis kasının transvers parçası tarafından sağlanır. Midtransvers ark üç kuneiform kemik ve kuboideum tarafından oluşturulur, stabilizasyonu peroneus longus kası tarafından sağlanır. Posterior transvers ark ise kuboid kemik ve navikula tarafından oluşturulur ve stabilizasyonu tibialis posterior kası tarafından sağlanır (15) (Şekil 6).



Şekil 6. Ayağın arklarını oluşturan kemik yapılar. A. Lateral longitudinal ark, B. Medial longitudinal ark, C. Transvers ark (20)

2.1.4 Plantar Aponeurosis

Yoğun fibröz dokudan oluşan plantar aponeurosis neredeyse tüm ayak boyunca uzanan kalın bir fasyadır. Yüzeysel ve derin olmak üzere iki katmandan meydana gelir. Yüzeysel katmanı ayak derisinin dermisinde yer alırken, derin katmanı ise posteriorda kalkaneal tüberkülden başlayıp beş bant şeklinde falankslara yapışmaktadır. Plantar fasyanın asıl görevi ayağın longitudinal arklarını korumak ve stabilizasyonunu sağlamaktır (16). Ayrıca plantar aponeurosis yürüyüşün itme fazında vücut ağırlığının öne taşınmasına yardım etmektedir. Duruş fazının sonunda meydana gelen metatarsofalangeal eklem ekstansiyonu ile plantar aponeurosis gerilir ve metatarsoflangeal eklem ile kalkaneus arasındaki mesafe kısalır, MLA yükselir, subtalar eklem supinasyonuna katkıda bulunur. Böylelikle midtarsal eklem eksenleri paralelliklerini kaybeder, ayak rijit bir kaldırıca dönüştürülür ve itme fazının kolay ve etkili olması sağlanmış olur (20). Bu mekanizma ‘Windlass’ ya da ‘çıkırık’ mekanizması olarak adlandırılır (16) (Şekil 7).



Şekil 7. Çıkırık mekanizması (16)

2.1.5 Ayağın Kasları

Ekstrinsik kaslar

M. tibialis anterior, m. ekstansor hallucis longus, m. ekstansor digitorum longus, m. peroneus tertius, m. peroneus longus, m. peroneus brevis, m. gastrocnemius, m. soleus, m. plantaris, m. tibialis posterior, m. fleksor digitorum longus, m. fleksor hallucis longus ayağın ekstrinsik kaslarıdır (18).

Tibialis anteriorun esas fonksiyonu ayak bileğinin dorsi fleksiyonudur ama rotasyon ekseninin medialinde kaldığı için dorsi fleksiyon hareketi sırasında subtalar ekleme inversiyon, talonavikular ekleme ise hem inversiyon hem de adduksiyon yaptırır. Aynı zamanda MLA'yı destekleyen önemli kontraktıl yapılardan biridir.

Ekstansor hallusis longus kası ise dorsifleksiyon ile birlikte 1. parmağa ekstansiyon yaptırır.

Ekstansor digitorum longus ve peroneus tertius kasları dorsi fleksiyon hareketiyle birlikte rotasyon ekseninin lateralinde kaldıkları için bir miktar eversiyon momenti yaratırlar.

Peroneus longus ve peroneus brevis kasları ayağın evertorleri olarak bilinirler. Peroneus longus, tibialis anteriorun 1. metatars üzerindeki adduksiyon etkisine karşı koyarak mediale deplase olmasına engel olur. Ayrıca yürüyüşün orta duruş fazında ayağa pronasyon yaptırarak midtarsal eklem eksenlerinin paralelleşmesini sağlar, ayağın yerle olan uyumunu arttırır (18). İtme fazında ise kontraksiyonunu devam ettirir ve 1. metatarsın inferiora deprese olmasını sağlayarak metatarsofalangeal eklem ekstremsiyon açıklığını 70°-90°'ye kadar arttırır (18).

Gastroknemius, soleus ve plantaris kasları ayak ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunu sağlayan kaslardır.

Tibialis posterior kası ayak ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunu ve subtalar eklem ekstremsiyonunu sağlar.

Fleksor digitorum longus kası ayak ve ayak bileğinin plantar fleksiyonunu, subtalar eklem ekstremsiyonunu sağlar ve 2 – 5 parmakların metatarsofalangeal ve interfalangeal eklemlerine fleksiyon yaptırır. MLA üzerinde büyük bir kontrole sahiptir (18).

Fleksor hallusis longus kası 1. parmağın metatarsofalangeal ve interfalangeal eklemlerine fleksiyon, ayağa plantar fleksiyon ve subtalar eklem ekstremsiyon yaptırır.

İntrinsik kaslar

- **Dorsal bölge kasları**

M. ekstansor digitorum brevis ayağın dorsal bölgesinde bulunan tek intrinsik kastır. 2-4 parmakların metatarsofalangeal, distal ve proksimal interfalangeal eklemlerine ekstansiyon yaptırır (18).

- **Plantar bölge kasları**

1. Tabaka

M. fleksor digitorum brevis 2-5 parmaklara fleksiyon yaptırır ve n. plantaris medialis tarafından inerve olur.

M. abduktor hallusis başparmağa abduksiyon ve fleksiyon yaptırır, n. plantaris medialis tarafından inerve edilir.

M. abduktor digiti minimi 5. parmağa abduksiyon ve fleksiyon yaptırır, n. plantaris lateralis tarafından inerve edilir.

2. Tabaka

M. quadratus plantae 2-5 parmakların fleksiyonunda m. digitorum longusa yardım eder, iki başlıdır ve n. plantaris lateralis tarafından inerve edilir.

Lumbrikaller 2-5 parmakların proksimal falanklarına fleksiyon, orta ve distal falanklara ise ekstansiyon yaptırır. 1. lumrikal kas n. plantaris medialis tarafından inerve olurken 2-4 lumrikaller lateralis tarafından inerve olurlar.

3. Tabaka

M. fleksor hallusis brevis baş parmağın proksimal falanksına fleksiyon yaptırır, iki başlıdır ve her başının içinde birer sesamoid kemik bulunur. Bu sesamoid kemikler 1. metatarsafalangeal eklemin yeterli ekstansiyon yapabilmesi için kaldıraç görevi görürler (18).

M. adduktor hallusis oblik ve transvers baş olmak üzere iki parçadır, başparmağa adduksiyon yaptırır ve n. plantaris lateralis tarafından inerve edilir.

M. fleksor digiti minimi brevis 5. parmağın proksimal falanksına fleksiyon yaptırır, n. plantaris lateralis tarafından inerve edilir.

4. Tabaka

Plantar interossealler 3 tanedirler. 3-5 parmaklara fleksiyon ve adduksiyon, ayrıca proksimal falanklara fleksiyon, orta ve distal falanklara da ekstansiyon yaptırırlar, n. plantaris lateralis tarafından inerve edilirler.



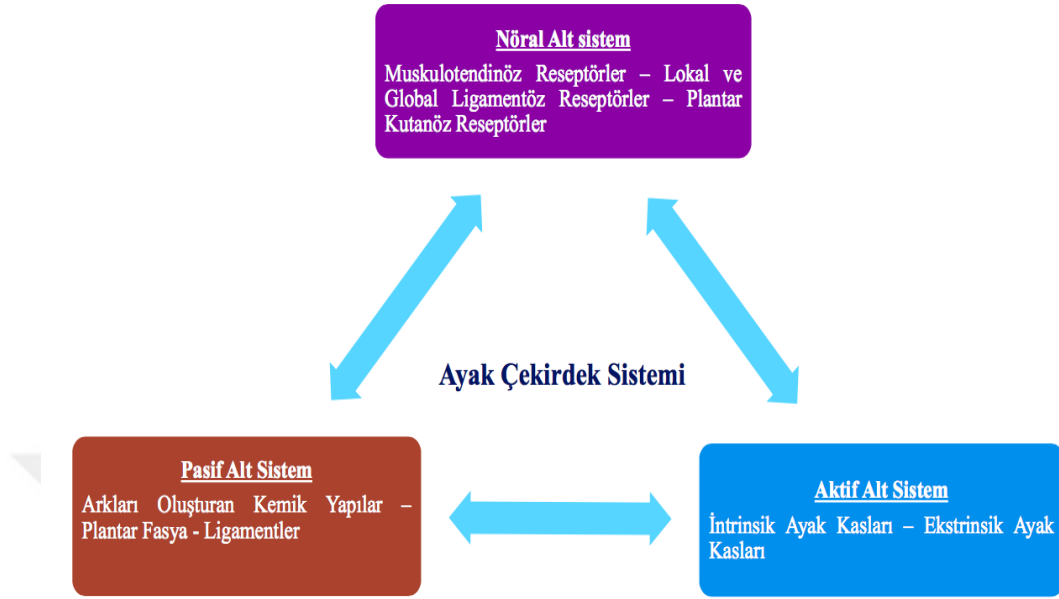
Şekil 8. Plantar intrinsik kasların origo ve insersiyoları. 1. Abduktor hallusis, 2. Fleksör digitorum brevis, 3. Abduktor digiti minimi, 4. Quadratus plantae, 5. Lumbrikaller, 6. Fleksör digiti minimi, 7. Adduktor hallusis oblique (a) ve transverse (b), 8. Fleksör hallusis brevis, 9. Plantar interossealler, 10. Dorsal interossealler, 11. Ekstansör digitorum brevis (2)

2.2 Ayak Çekirdek Sistemi

Ayak, kompleks kemik bağlantıları, ligamentler ve kaslardan oluşmaktadır. Ayak mobilite ve stabilitenin birlikte bulunduğu dinamik bir yapı olduğu için ayağı oluşturan bu yapılar, statik postürün sağlanması ve dinamik aktivitelerin gerçekleşmesinde önemli bir role sahiptir (1).

Ayağın dinamik kontrolü aktif, pasif ve nöral yapılar arasındaki karmaşık uyum ile sağlanmaktadır. Bu yapılar ise ayak çekirdek sistemini oluşturmaktadır. Ayak çekirdek sistemi ayağın stabilitesinin, dinamik ve statik fonksiyonunun sağlanmasından sorumludur (2). Ayak çekirdek sistemi Panjabi'nin lumbopelvik bölge için tanımlamış olduğu çekirdek sistem teorisi ile benzerlik göstermektedir (21).

Ayak çekirdek sistemini oluşturan alt sistemler pasif alt sistem, aktif alt sistem ve nöral alt sistemdir (Şekil 9).



Şekil 9. Ayak çekirdek sistemini oluşturan alt sistemler (2)

Pasif Alt Sistem

Ayak çekirdek sisteminin pasif alt sistemi ayağın arklarını koruyan kemikler, ligamentler, plantar fasya ve eklem kapsüllerinden oluşur. Ayak kemiklerinin fonksiyonel yapılaşması ve yerleşimleri medial ve lateral longitudinal ark, anterior ve posterior metatarsal arkın oluşmasına neden olmaktadır. Sıklıkla ayrı yapılar olarak görülse de, McKenzie bu arkların dinamik aktiviteler sırasında meydana gelen yüklenme değişikliklerine esnek bir şekilde uyum sağlamaktan sorumlu fonksiyonel bir yarım kubbe ile birleştiğini öne sürmüştür (2) (Şekil 10). Bu yarım kubbenin ağırlıklı olarak plantar fasya ve ligamentler gibi pasif yapılarla desteklendiği düşünülse de ayağın aktif alt sistemine ait intrinsik ve ekstrinsik kas kontraksiyonlarının da bu yarım kubbenin dinamik stabilitesinden sorumlu olduğu düşünülmektedir.

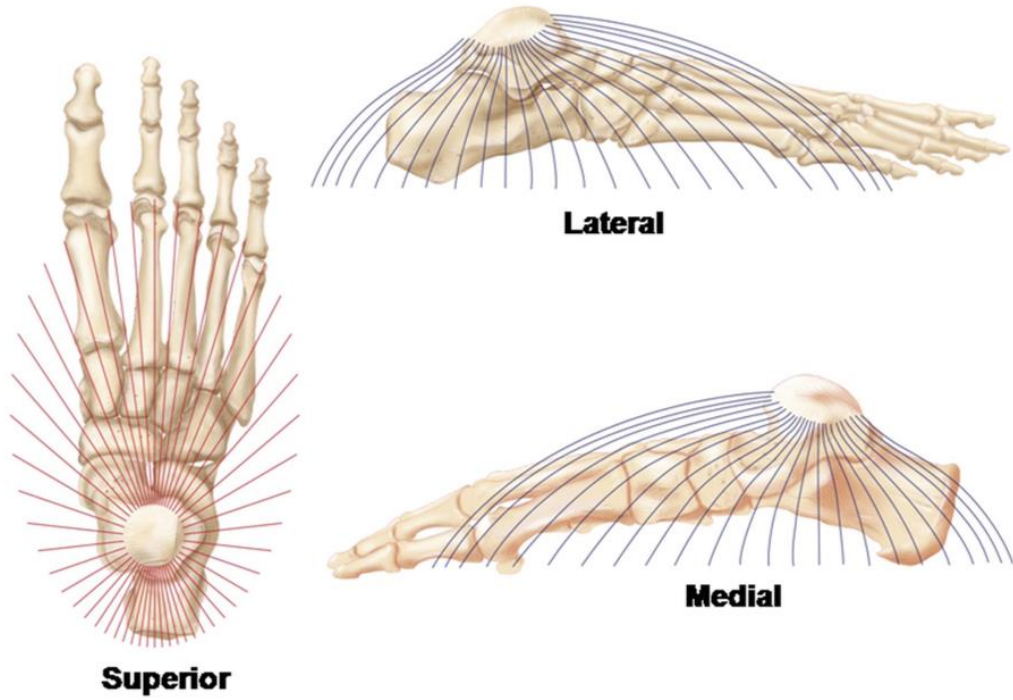
Aktif Alt Sistem

Ayak çekirdek sisteminin aktif alt sistemi ayağa yapışan kas ve tendonlardan oluşmaktadır. Ayağın lokal stabilizatörleri ayaktan orjin alan ve yine ayağa yapışan intrinsik ayak kaslarıdır. Ayağın global hareket ettiricileri ise alt bacadan orjin alan, ayak bileğini geçen ve ayağa yapışan ekstrinsik ayak kaslarıdır. Plantar intrinsik ayak kasları dört kas tabakasından oluşur. İlk iki tabaka, ayağın medial ve lateral longitudinal arkları ile hizalanan kas yapılanmalarına sahipken, daha derin tabakalar daha çok anterior ve posterior transvers arklarla hizalıdır (2, 11). İntrinsik ayak kasları arki destekleyip ayağın doğru postürünün korunmasına katkıda bulunurlar, yürümek gibi dinamik aktivitelerde statik aktivitelere göre, iki ayak üzerinden tek ayak üzerine geçişte, ayağa binen yükün arttığı durumlarda daha fazla aktivasyon gösterirler, ayağın arklarına dinamik bir destek sağlamak için birlikte, sinerjistik çalışırlar (22).

Ekstrinsik ayak kasları uzun tendonlarıyla ayak hareketlerinin oluşmasını sağlar ve pasif alt sistem içerisindeki yapıları kontrol ederler. Ekstrinsik ayak kasları arasındaki oryantasyon sayesinde ayağın longitudinal ve transvers yapılarına kontrol ve dinamik destek sağlanır (2).

Nöral Alt Sistem

Ayak çekirdek sisteminin nöral alt sistemi, pasif ve aktif alt sistemlerde bulunan; plantar fasya, ligamentler, eklem kapsülleri, kaslar ve tendonlardaki duyu reseptörlerinden oluşmaktadır. Plantar duyu denge ve yürüyüş için çok önemli bir yere sahiptir. Plantar intrinsik ayak kasları ayağa çok büyük açıklıklarda hareket yaptırılmayacak bir lokalizasyona sahip olsalar bile anlık duyu bilgisi sağlayabilmesi açısından avantajlı pozisyonlardır. Ayrıca pasif alt sistemin elemanlarında bulunan duyu reseptörlerinin aksine intrinsik kaslarda bulunan duyu reseptörleri eğitilebilmektedir (2). Duyusal reseptörlerde meydana gelen yorgunluklar ve bozulmalar ayağın ark yapısının ve postürünün bozulmasına neden olmaktadır (8).



Şekil 10. Mckenzie tarafından tarif edilen, orjini talusun tepe noktası olan yarım kubbe (2)

2.3 Ayağın Yürüyüşteki Kinematiği

Yürüyüş, bir kez başladığı zaman, hareket durduruluncaya kadar tekrarlı olarak devam eden, çok tekrarlanabilir olaylara sahip olan döngüsel hareketler serisidir (20). Bu serilerden her birisi yürüyüş periyodu olarak isimlendirilir. Bir yürüyüş periyodu aynı alt ekstremitenin iki topuk vuruşu arasında geçen süre olarak ölçülür. Yürüyüş periyodu duruş ve sallanma fazları olmak üzere iki fazdan oluşur. Duruş fazı topuk vuruşuyla başlar ve parmak kalkışıyla biterken, sallanma fazı parmak kalkışıyla başlar, topuk vuruşu ile biter. Duruş fazının beş işareti vardır, bunlar; topuk vuruşu, taban teması, orta duruş, topuk kalkışı (itme fazı), parmak kalkışıdır (16).

Duruş fazının topuk temasında alt ekstremitte yüklenir, yer reaksiyon kuvveti ayak bileğinin arkasından geçerek 10-15° plantar fleksiyon hareketine neden olur, tibialis anterior, ekstansor digitorum longus ve ekstansor hallucis longus kasları eksentrik çalışarak bu plantar fleksiyonun kontrollü yapılmasını sağlarlar (14).

Subtalar eklem supinasyondadır bu yüzden yerle ilk temas eden kalkaneusun lateral kondilidir. Yer reaksiyon kuvveti kalkaneusu eversiyona iter ve subtalar eklemden pronasyon hareketi başlar, bu pronasyon hareketinin kontrolü tibialis posterior kasının eksentrik kasılmasıyla sağlanır. Tibialis anterior, gastroknemius, soleus kasları da subtalar eklemde pronasyonun kontrolünde tibialis posteriora yardım ederler. Subtalar eklemde pronasyona gitmesiyle midtarsal eklemler arası paralellik artar, ön ayakta artan mobilite sayesinde duruş fazında ayağın yere adapte olması sağlanır.

Taban teması fazında tibiada meydana gelen internal rotasyon hareketi talusu da internale çevirir ve subtalar eklemde pronasyonu devam eder. Subtalar eklemde pronasyonuyla birlikte midtarsal eklemlerdeki paralellik artar ve buna bağlı olarak ön ayağın mobilitesi artar (14).

Orta duruş fazında vücut ağırlığı tek bir ektremite üzerinde taşındığı için eklemlerin daha stabil olması gereklidir. Diz eklemi ekstansiyona, ayak bileği ise yaklaşık 15°'lik dorsi fleksiyona gelir. Bu dorsi fleksiyon sırasında gastrosoleus kas grubunda enerji birikir ve bu enerji itme fazının daha etkili olması için kullanılır. Subtalar eklemde tibialis posterior tarafından supinasyon hareketi başlatılır. Peroneus longus kası 1. metatarsın plantar fleksiyonuna yardımcı olur. Subtalar eklemde supinasyona çevrilmesiyle midtarsal paralellik bozulur, ön ayak mobilitesi azalır, stabilitesi artar (20).

İtme fazında ayak ve ayak bileğine binen yükler en fazladır. Ayak bileğinin önünden geçen yer reaksiyon kuvveti dorsi fleksiyon momenti oluşturur. Gastroknemius ve soleus kasları bu momente karşı koyarak ayak bileğinde plantar fleksiyon hareketini açığa çıkartırlar. Subtalar eklemde supinasyon devam eder. Peroneus longus ve brevis kasları lateral longitudinal arkı yükselterek bu fazda ayağın lateral stabilitesini arttırırlar. Ön ayağın yerle temasının korunması için talonavikuler eklemde pronasyon açığa çıkar, midtarsal eklemlerin paralelliği bozulduğu için hareket açıklığı azalır. 1. metatarsın ekstansiyonuyla plantar fasya gerilir, MLA ve lateral longitudinal ark yükselir (14). Bu fazda intrinsik ayak kasları sayesinde ön ayak ve parmakların stabilitesi korunur.

Parmak kalkışı fazında itme olabilmesi için plantar fleksiyon devam eder. Parmak kalkışı sonrası ayağın yerde sürünmemesi için tibialis anterior bu fazın sonunda kasılmaya başlar. Subtalar eklem supinasyonu, midtarsal eklemlerdeki stabilite devam eder ve böylelikle intrinsik kaslar etkili bir şekilde kasılarak ön ayak ve metatarsofalangeal eklemlerin stabilitesini arttıırırlar.

Sallanma fazında kalça fleksor, hamstring ve dorsi fleksor kasları yardımıyla ekstremitte boyu kısaltılır ve öne atılması sağlanır. Sallanma fazının sonunda topuk vuruşunun kontrolü için hamstring kaslarının eksentrik çalışarak kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonunu yavaşlatması gereklidir. Supinasyonda olan subtalar eklem parmak kalkışı sonrası ekstansor digitorum longus ve peroneus longus kaslarının etkisiyle nötrale gelir. Midtarsal eklem supinasyona gelir (14).

2.4 Ayağın Değerlendirilmesi

Ayak gerekli postural kontrolün ve dengenin sağlanmasında gerek yapısal, gerek duyuşsal elemanlarıyla önemli bir yere sahiptir. Dengenin korunması için yerle adaptasyonu ve gerekli taktıl ve proprioseptif girdiyi sağlamaktadır (23). Ayakta meydana gelen yapısal veya fonksiyonel değişiklikler dengeyi kötü yönde etkilemektedir (24). Ayak çekirdek sistemini oluşturan intrinsik ayak kasları tek ayak üzerinde dengede durmada ve yürümede MLA'nın statik ve dinamik stabilizasyonunu ve arka ayak pronasyonun kontrolünü sağlamaktadır (5). Ayak çekirdek sistemini oluşturan yapılar arasındaki uyumun herhangi bir sebeple bozulması ayağın olağan postürünün bozulmasına, arka ayakta aşırı pronasyon artışına ve buna bağlı olarak sıklıkla karşılaşılan pes planus, plantar fasiit, halluks valgus, aşil tendonitis, tibialis anterior ve posterior aşırı kullanım sendromları, patellofemoral ağrı sendromu gibi problemlerin oluşmasına sebep olmaktadır (2-10). Fakat bu problemlerin asıl nedeninin artmış pronasyon miktarı değil azalmış pronasyon kontrolü olduğunu söyleyen çalışmalar da bulunmaktadır (5).

Ayağın mobilitesi ve postürünün sağlanmasından sorumlu olan intrinsik ayak kaslarını değerlendirmek için kullanılacak yöntemler ise şunlardır (14);

- Naviküler düşme testi
- Ayak mobilitesinin değerlendirilmesi
- İntrinsik ayak kası testi
- Denge testleri (Yıldız Diyagramı Denge Testi)
- Dinamik pedobarografik analiz

Ayak ve ayak bileğini ilgilendiren problemlerin genel tanısı ve değerlendirilmesi için kullanılan bazı yöntemler şunlardır;

- Gözlemsel analiz
- Radyografik ölçümler
- Kullanılan özel testler
- Eklem hareket genişliklerinin değerlendirilmesi
- Kas kuvvetinin değerlendirilmesi
- Ligamentlerin değerlendirilmesi
- Longitudinal ark açısının (Feiss Çizgisi) değerlendirilmesi
- MLA yüksekliğinin değerlendirilmesi
- Naviküler yükseklik ve naviküler düşme testi
- Coleman'ın blok testi
- Metatarsal genişlik ölçümü
- Topuk bacak açısı ölçümü
- Ayak izi yöntemi
- Valgus indeksinin hesaplanması
- Statik ve dinamik pedobarografik ölçümler
- Podoskop kullanımı ile değerlendirme

Pedobarografik Ölçüm

Pedobarografik ölçüm, ayak tabanının farklı alanlarındaki statik basıncın ve basınç değişikliklerinin pedobarograf kullanarak ölçülmesidir (14). Statik duruş ve yürüyüş, fonksiyonel aktivite gibi dinamik pozisyonlarda da ölçüm yapabilmek imkanı sunmaktadır. Pedobarografik ölçüm ayak ve ayak bileğinin fonksiyonunu, yürüme esnasında oluşan yer tepki kuvvetlerini, yere temas eden ayağın basınç değişikliklerinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Pedobarografik ölçümde, basınç sensörleri içeren bir platform, verileri toplamak için bir bilgisayar ve görüntülemek için bir monitöre ihtiyaç vardır.

Statik pedobarografik değerlendirmede;

- N/m² cinsinden ayağın 6 bölgesinin (arka ayak, orta ayak, ön ayağın iç, orta, dış tarafı ve parmaklar) maksimal basınç ölçümleri,
- Ön ve arka ayaktaki maksimal basınç değerleri,
- Ayaktaki toplam basınç,
- Toplam basıncın ayağın ön ve arkasına düşen yüzdeleri,
- Toplam temas alanı,
- Toplam temas alanının ön ve arka ayağa düşen yüzdelerik değerleri elde edilebilmektedir.

Dinamik pedobarografik değerlendirmede statik ölçümlerden elde edilen parametrelere ek olarak elde edilebilen parametreler ise şunlardır (14);

- Temas alanı
- Temas alanı yüzdeleri
- İmpuls yüzdeleri
- Ayak eksen açısı
- Subtalar eklem açısı
- Maksimum basınçlar

Denge Değerlendirmesi

Denge iyi işleyen bir postural kontrol sistemine bağlı, vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyi üzerinde tutma yeteneğidir. Dengenin sağlanabilmesi için bir çok sistemin birlikte çalışması gerekmektedir ve böylelikle görsel, vestibüler, somatosensoriyel girişler işlenerek bir nöromusküler aktivite açığa çıkar (25). Ayak çekirdek sistemi de statik duruş ve aktivite sırasında aktif, pasif ve nöral alt sistem elemanlarıyla birlikte ayağın stabilitesini sağlayarak dengenin korunmasına katkı vermektedir.

Yapılan çalışmalarda ayak çekirdek sisteminin bir parçası olan intrinsik ayak kaslarının statik duruş pozisyonunda çok aktifleşmedikleri, statik duruş pozisyonunda ayağa asıl destek sağlayan yapının plantar aponeurosis olduğu söylene de, özellikle oturmadan iki ayak ve tek ayak üzerine kalkma gibi iyi denge yetisi gerektiren aktivitelerde postural ihtiyaçların artmasıyla birlikte intrinsik ayak kaslarının aktivitesinin de arttığı gösterilmiştir (5). Bu sebeplerden dolayı çekirdek sistemde meydana gelen bozulmalar denge üzerine olumsuz etki edebilmektedir.

Kinestetik Yetenek Eğiticisi (SportKAT®), nöromusküler kontrol sisteminin eğitimi, fonksiyonel testi ve denge yetisinin ölçümü için tasarlanmış bir denge platformudur. Platformun dengesini kontrol etmek için patentli iç lastik sistemine sahip portatif SportKAT platformu, katı halli bir hareket sensörü (devrilme sensörü), dokunmatik ekrana sahip bir bilgisayar, rapor toplayıp (veri sistemi) üretmek için SportKAT yazılımından oluşan cihazın kullanımı kolaydır, testler tek ayak ve çift ayak üzerinde, statik ve dinamik olarak yapılabilmektedir (25).

Denge platformunun basıncı ayarlanarak stabilitesi değiştirilip, test zor veya kolaylaştırılabilmektedir. Ayrıca eğitimi ilerletebilmek veya denge testinin zorluk seviyesini değiştirebilmek için yine yazılımdan farklı zorluk seviyeleri seçilebilmektedir.

Platformun ön tarafındaki bir eğim sensörü, bir test periyodu boyunca platformun her saniyede 18,2 kez referans konumundan sapmasını kaydeden bir bilgisayara bağlanır. Platformun merkezinden referans konumuna olan mesafe her kayıta ölçülür; Bu mesafelerin toplamından, bir skor - Denge İndeksi (Dİ) – hesaplanabilir (25).

Denge indeksi, kişinin platformu, platformun referans konumuna yakın tutma yeteneğini ölçer; Düşük bir Dİ, denge görevini gerçekleştirmek için iyi bir yetenek demektir. Bilgisayar ekranında platformun orta noktası bir çarpı işareti ile temsil edilir. Statik test sırasında referans konumu, platformun hem yatay hem de ileri geri yönlerde düz olduğu anlamına gelir. Bir dinamik test sırasında referans pozisyonu bilgisayar ekranında bir imleç ile gösterilir; Bu imleç her 10 saniyede 360 ° 'lik bir dairesel hareket yapar. Dinamik bir test sırasında denge görevi, çarpı işaretini hareketli imlecin üzerine yerleştirip imleci takip etmektir. Test sonunda hesaplanan Dİ bilgisayar monitöründe gösterilir, indeksteki artış, kötü dengeyi ifade eder (25).

2.5 Ayak Biyomekaniğini Etkileyen Durumlarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulamaları

Ayağı içeren yaralanmaların tedavisinde ayağın statik duruş ve yürüyüş fonksiyonunu geliştirebilmek için, tabanlıklar, ortezler, bantlama yöntemleri, ayakkabı modifikasyonları, egzersiz, fizik tedavi modaliteleri ve mobilizasyon yöntemleri kullanılmaktadır (14). Son yıllarda ayağı içeren problemlerin değerlendirilmesinde ve tedavisinde ayak çekirdek sistemi öne çıkmaktadır. Yapılan elektromiyografi çalışmalarında intrinsik ayak kaslarının yorgunluğu ya da paralizisi durumunda naviküler düşme miktarının arttığı gösterilmiştir (8, 22). Değişmiş ayak biyomekaniğinin tedavisinde ayak çekirdek sistemini oluşturan aktif ve nöral alt sistemdeki yapıların eğitimi önem kazanmaktadır, özellikle ayağı oluşturan yapıların statik ve dinamik stabiliteyi sağlayan intrinsik ayak kaslarının eğitimi vurgulanmaktadır.

Olası yaralanmaları önlemek, oluşan patolojiyi tedavi etmek amacıyla ayak çekirdek sisteminin önemli bir bileşeni olan intrinsik ve ekstrinsik ayak kaslarına yönelik kuvvetlendirme egzersizleri kliniklerde yaygın olarak uygulanmaktadır. Havlu toplama, yerdeki objeleri toplama, tek taraflı denge aktiviteleri tercih edilen egzersizlerdir.

Manyetik rezonans görüntüleme kullanılarak yapılan çalışmalarda ayak kısaltma, ayak parmaklarını açma, baş parmağın ekstansiyonu, 2 ila 5 metatarsların ekstansiyonu gibi egzersizlerinin de intrinsik ayak kası aktivasyonunu arttırdığı gösterilmiştir (11). Bu egzersizler içerisinde havlu toplama egzersizi diğer egzersizlere göre daha fazla kullanılmaktadır. Havlu toplama egzersizinde ayak altına konulan havlunun ayak parmaklarının fleksiyonuyla toplanması istenir ve bu egzersiz sırasında; fleksor digitorum longus ve brevis, lumbrikal kaslar ve fleksor hallucis longus kasları aktive olmaktadır (6) (Şekil 11). Fakat son zamanlarda ayak çekirdek sistemi teorisinin ortaya atılması ve intrinsik ayak kaslarının yürüyüş sırasında medial longitudinal arka destek sağlayarak aşırı ayak pronasyonunu kontrol ettiğinin kanıtlanmasıyla beraber intrinsik ayak kaslarını kuvvetlendirmeye yönelik ayak kısaltma egzersizlerinin de etkinliği araştırılmaya başlanmıştır (11). Bu egzersiz ile ayağın intrinsik kaslarının istemli kasılması, böylece MLA'nın yükseltilmesi yani ayağın kısaltılması istenmektedir. Bu egzersiz yapılırken subtalar eklemin nötral pozisyonu korunmalı, 1. metatars başı kalkaneusa doğru çekilmeli fakat bunlar yapılırken ayak parmaklarında fleksiyon olmamalı ve 1. metatars başı ve kalkaneus yerden kalkmamalıdır (1) (Şekil 12). Bu egzersiz oturmada, ayakta durmada, tek ayak üzerinde durmada, çömelmede ve fonksiyonel aktiviteler gerçekleştirilirken yapılabilir ve böylece ilerletilebilir (2).

Ayak kısaltma egzersizi kavraması zor bir egzersiz olabilir. Bu yüzden bu kasların eğitimi için Janda ve arkadaşların öne sürdüğü üç strateji kullanılabilir, pasif modelleme, aktif asistif modelleme ve aktif modelleme (1).

Pasif modellemede terapist hastaya ayak kısaltma hareketini yaptırır, aktif asistif yöntemde terapistin pasif yardımı ve hastanın istemli kontraksiyonu beraberdir. Ayrıca bu modellemede nöromusküler elektrik stimülasyonundan (NMES) yararlanılabilir. Aktif modellemede ise hasta egzersizi kendisi yapar, intrinsik kaslarını kasarak arkını yükseltip ayağını kubbeleştirir. Aktif modellemede hasta bu hareketi oturmada, ayakta durmada, tek ayak üzerinde statik ve dinamik zeminlerde dengede durmada, farklı fonksiyonel aktiviteleri yerine getirirken de yapabilmektedir (1).

Havlu toplama ve ayak kısaltma egzersizinin MLA'nın dinamik stabilitesini sağlayan intrinsik ayak kaslarının en büyüğü olan abduktör halusis kasının aktivasyonu üzerine etkilerinin karşılaştırıldığı elektromiyografi çalışmalarında, ayak kısaltma egzersizi sırasında daha fazla kas aktivasyonu ortaya çıktığı, aynı zamanda tek ayak üzerinde ayakta durma pozisyonu sırasında yapılan egzersizlerinin oturmaya göre daha fazla kas aktivasyonu sağladığı görülmüştür. Yine aynı çalışmada videolu yöntemle ölçülen MLA açısının ayak kısaltma egzersizi sırasında havlu toplama egzersizine göre daha fazla küçüldüğü gösterilmiştir (6).



Şekil 11. Havlu toplama egzersizi (5)



Şekil 12. Ayak kısaltma egzersizi (2)

3. BİREYLER VE YÖNTEM

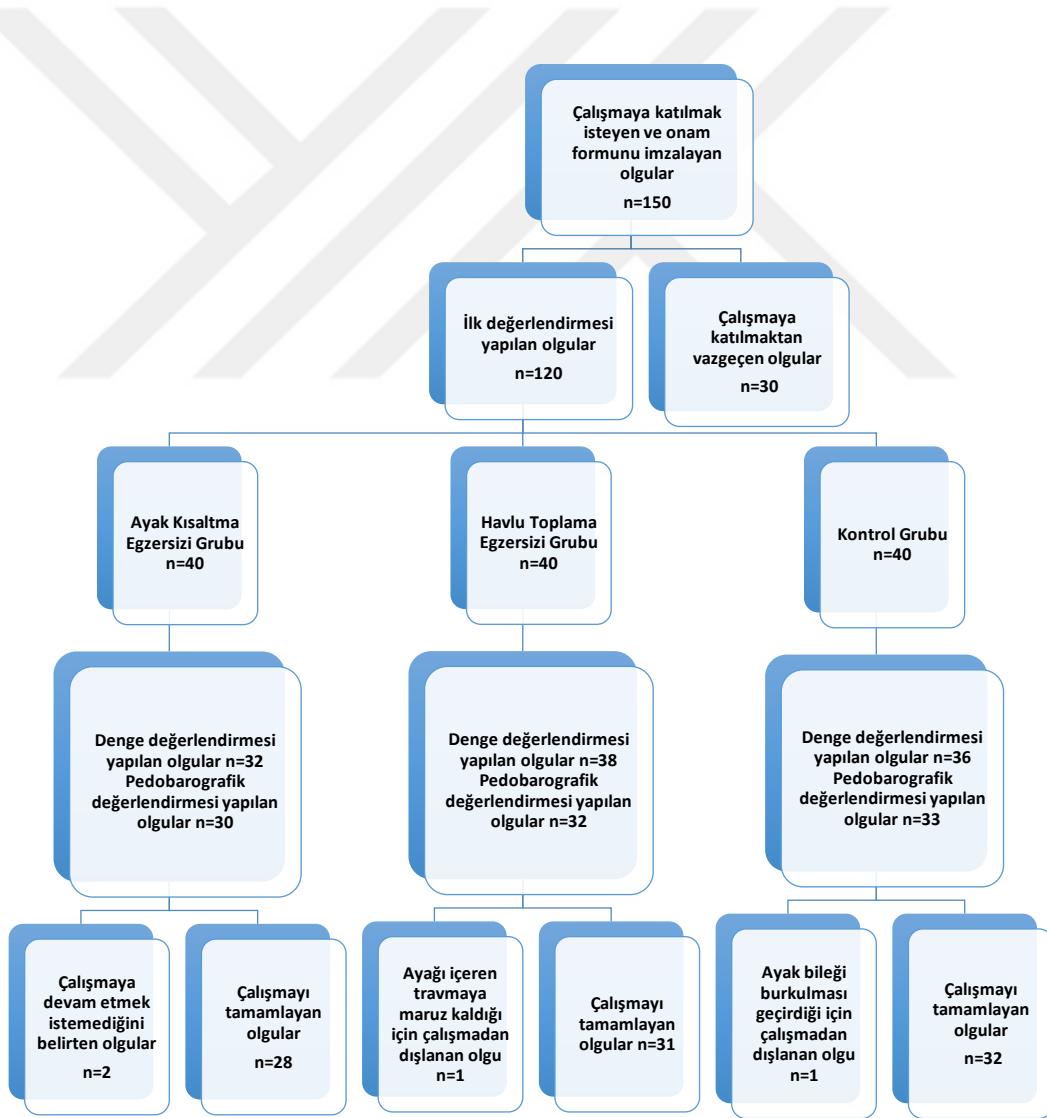
Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametleri ve denge üzerine olan etkilerini karşılaştırmak amacıyla gerçekleştirilen çalışmanın yapılabilmesi için, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 06.12.2017 tarihli, 170054 Protokol No ve 36 sayılı kararı ile izin ve onay alınmıştır. Bu araştırma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 18/038 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

3.1. Bireyler

Bu çalışmaya, tamamı Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü'nde öğrenim gören sağlıklı, gönüllü ve dahil edilme kriterlerini taşıyan öğrenciler katıldı.

Çalışmaya; öğrencilerle çalışmanın amacı, yöntemi, planı ve takvimi, dahil edilme ve dışlanma kriterleri ile ilgili bir bilgilendirme toplantısı yapılarak başlandı. Bu toplantı sonrasında 150 öğrenci katılmak istediğini belirtti ve aydınlatılmış onam formunu imzaladı. İlk değerlendirmeler 120 öğrenci üzerinde yapıldı ve bu öğrenciler Microsoft Excell Office programı kullanılarak basit rastgeleştirme yöntemi ile randomize bir şekilde "Ayak Kısaltma Egzersiz Grubu" (AKEG), "Havlu Toplama Egzersiz Grubu" (HTEG) ve "Kontrol Grubu" (KG) olarak 3 gruba ayrıldı ve her bir gruba 40 katılımcı dahil oldu. Sonraki değerlendirmeler için denge değerlendirmesine 106, pedobarografik değerlendirmeye 95 öğrenci katıldı. Tüm değerlendirmeleri tamamlanan toplam 95 olgu dahil oldukları gruplara göre egzersizlerini yapmaya başladı.

Değerlendirmenin farklı aşamalarında değerlendirmeye katılmayan katılımcılar ve 4 haftalık egzersiz eğitiminin 2. haftasında ayak kısaltma egzersizi grubuna dahil 2 kişi artık çalışmaya devam etmek istemediklerini belirtti ve bu katılımcılar çalışmadan ayrıldı. Havlu toplama egzersiz grubundan 1 katılımcı ayağını içeren bir travmaya maruz kaldığı için ve kontrol grubundan da bir katılımcı bu 4 haftalık süreç içerisinde ayak bileği burkulması geçirdiği için çalışmadan dışlandı. 4 haftalık egzersiz eğitiminden sonra ayak kısaltma egzersiz grubundan 28, havlu toplama egzersiz grubundan 31 ve kontrol grubundan 32 katılımcı son değerlendirme için kliniğe geldiler ve çalışma 91 katılımcı ile tamamlandı. Çalışmaya katılan olgulara ait olgu akış şeması Şekil 13'te verildi.



Şekil 13. Olgu akış şeması

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 18 yaşından büyük olmak
- Çalışma için gönüllü olmak,
- Bilgilendirilmiş onam formunu doldurmuş olmak,
- Daha önceden havlu toplama ve ayak kısaltma egzersizi tecrübesinin bulunmaması,

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Ayak ağrısı varlığı,
- Tanılanmış patellofemoral ağrı sendromu, plantar fasiit, tibialis anterior veya tibialis posterior disfonksiyonu gibi ayağı etkileyen problemlerin varlığı,
- Son 6 ay içerisinde geçirilmiş, etkileri halen devam eden alt ekstremiteye ait yaralanma veya cerrahi operasyon varlığı,
- Yürüyüşü etkileyecek alt ekstremitte uzunluk eşitsizlikleri,
- Motor fonksiyonu, dengeyi, yürüyüşü, etkileyecek tanı almış herhangi bir sistemik, nörolojik, ortopedik hastalık ya da deformite varlığı idi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışmanın Planı

Bu çalışma, fizyoterapi kliniklerinde ayağın kontraktıl yapılarında meydana gelen bozulmaların neden olduğu yaralanmalarda, özellikle pes planusu olan vakalarda sıklıkla kullanılan havlu toplama ve son zamanlarda yapılan çalışmalarla popülerliği artan ayak kısaltma egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkilerini karşılaştırmak amacıyla randomize kontrollü çalışma olarak planlandı. Çalışma Mart 2018 ve Haziran 2018 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Bireylerin değerlendirmeleri ve egzersizleri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Uygulama Kliniği'nde gerçekleştirildi.

Demografik bilgileri kaydedilen katılımcıların; ayak numarası ölçümü, naviküler düşme testi, metatarsal genişlik ölçümü yapıldı ve katılımcılar randomize olarak 'Ayak Kısıltma Egzersizi Grubu', 'Havlu Toplama Egzersizi Grubu' ve 'Kontrol Grubu' olmak üzere üç gruba ayrıldı. Daha sonra ise katılımcıların denge, statik ve dinamik pedobarografik değerlendirmeleri yapıldı.

Değerlendirmeleri için 3 kez kliniğe çağrılan bireylerin ilk gün demografik bilgileri, ayak numaraları, naviküler düşme testi sonuçları ve metatarsal genişlikleri, 2. gün SportKat cihazı ile denge skorları, 3. gün ise statik ve dinamik pedobarografi sonuçları kaydedildi. Ayak Kısıltma Egzersizi Grubu ve Havlu Toplama Egzersizi Grubu'na dahil olan bireylere yapılacak egzersizler araştırmacı fizyoterapist tarafından video ve canlı anlatımla anlatılıp, her bir katılımcı üzerinde denetilerak öğretildi. Tüm değerlendirmeleri biten bireyler dahil oldukları egzersiz gruplarına göre egzersizlerine başladılar, kontrol grubuna ise egzersiz verilmedi. 4 hafta boyunca fizyoterapist gözetiminde egzersizlerini yapan egzersiz grupları ve kontrol grubuna dahil olan bireyler tekrar kliniğe çağırıldı ve girişim sonrası son ölçümleri yapılarak kaydedildi.

3.2.2. Değerlendirmeler

3.2.2.1. Bireylerin Demografik Özellikleri

Çalışmaya dahil olan bireylerin ad ve soyadları, cinsiyetleri, yaşları (yıl), boy uzunlukları (m), vücut ağırlıkları (kg), vücut kütle indeksi, dominant alt ekstremiteleri, ayak numaraları, öğrencisi olduğu bölüm, sınıfı ve iletişim bilgileri kaydedildi. Vücut kütle indeksi Dünya Sağlık Örgütü'nün kriterlerine göre vücut ağırlığı (kg) boy uzunluğunun (m) karesine bölünerek (kg/m^2) hesaplandı (26). Dominant alt ekstremite belirlenirken ise katılımcıların önlerine konulan objeye tekme atmaları istendi ve tekme için kullanılan alt ekstremite dominant alt ekstremite olarak kaydedildi (7). Bireylerin ayak numaraları ise ayak cetveli kullanılarak Avrupa standartlarına göre belirlendi (Şekil 14).

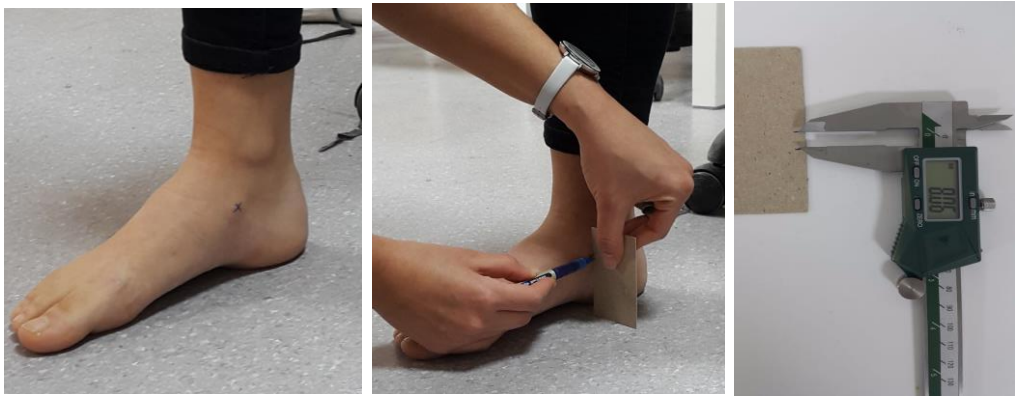


Şekil 14. Ayak numarası ölçüm cetveli

3.2.2.2. Naviküler Düşme Testi

MLA'nın fleksibilitesini değerlendirmek amacıyla yapıldı. İlk kez Brody tarafından 1982 yılında tanımlanan bu test MLA yüksekliğini ve ayaktaki pronasyon miktarını ölçmek için kullanılmaktadır. Test için birey çıplak ayakla kalça, diz ve ayak bileği 90 derece fleksiyonda ve ayak yerle tam temas ediyor olacak şekilde bir tabureye oturtuldu ve karşıda sabit bir noktaya bakması istendi. Bu pozisyonda naviküler tüberkül silinebilir kalem yardımıyla belirlendi ve navikulanın yerden yüksekliği bir indeks kartında işaretlendi. Daha sonra bireyden topuklarının pozisyonunu değiştirmeden ayağa kalkması istendi ve ayakta iken tekrar naviküler tüberkül belirlenip yerden yüksekliği indeks kartında işaretlendi (27). Oturma ve ayakta durma pozisyonlarında indeks kart üzerine işaretlenen naviküler yükseklikler arası mesafe INSIZE® 1108–200 dijital kaliper yardımıyla ölçülüp mm cinsinden kaydedildi (Şekil 15).

Brody' e göre 10 mm'den az olan naviküler düşme mesafesi normal, 15 mm üzeri anormal olarak tanımlanmıştır (28). Loundon ise sağlık ve alt ekstremitte yaralanması bulunan bireylerde yapmış olduğu çalışmada 6 - 9 mm naviküler düşme mesafesinin normal, 10 mm'den fazla olan naviküler düşme mesafesinin anormal olduğunu savunmuştur (7).



Şekil 15. Naviküler düşme testi

3.2.2.3. Metatarsal Genişlik Ölçümü

Metatarsal arkın esnekliğini ve ön ayak yapılarının yüklenmeye karşı olan cevabını değerlendirebilmek için kullanılır. Ağırlıklı ayakta durma pozisyonu ve ağırlicsız oturma pozisyonundaki metatarsal genişlikler kaliper yardımıyla ölçülür ve aralarındaki fark kaydedilir (14).

Bu çalışmada metatarsal genişlikler, ilk metatarsal baş seviyesindeki medial yumuşak doku çizgisi ile en lateral yumuşak doku çizgisi arasındaki en uç mesafenin ölçülmesiyle kaydedildi (29). Metatarsal genişlik kalça, diz ve ayak bileği eklemi 90 derece fleksiyonda oturur pozisyonunda her iki alt ekstremiteye de eşit miktarda ağırлік verilirken ve ayakta durma pozisyonunda her iki alt ekstremiteye eşit ağırлік verirken her iki ayak için de INSIZE® 1108–200 dijital kaliper (Şekil 16) kullanılarak ölçüldü. Oturma ve ayakta durma pozisyonlarındaki metatarsal genişlikler kaydedilip, aralarındaki fark metatarsal genişleme miktarı olarak mm cinsinden hesaplandı ve kaydedildi (Şekil 17).



Şekil 16. INSIZE® 1108–200 dijital kaliper



Şekil 17. Metatarsal genişlik ölçümü

3.2.2.4. Pedobarografik Değerlendirme

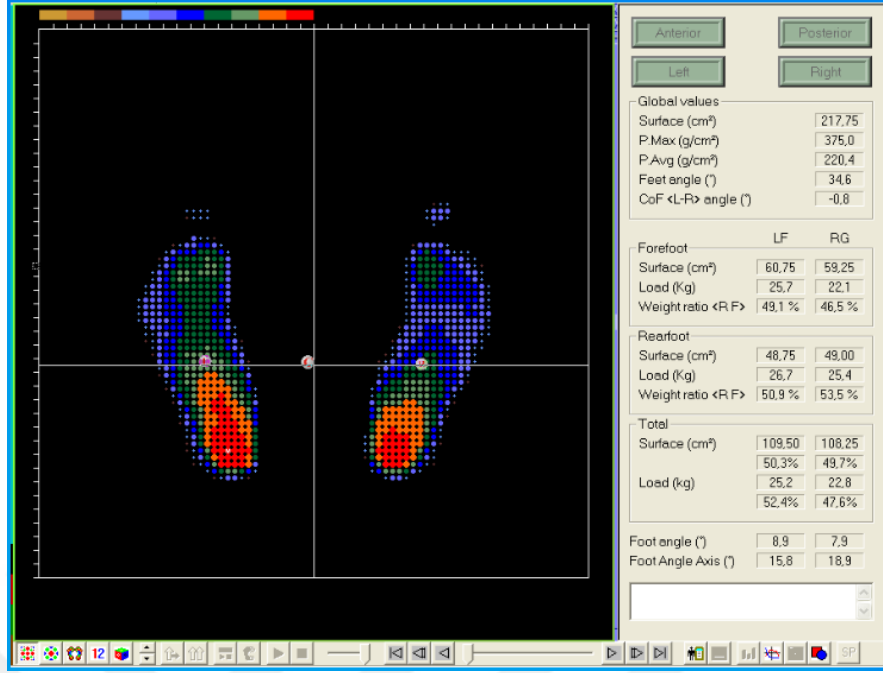
Ayak taban basınçlarını değerlendirmek için yapılan statik ve dinamik pedobarografik ölçümde Diagnostic Support Electronic Baropodometer ve Milletrix yazılımı (DIASU®, İtalya) kullanıldı.

Statik ölçümler birey ayakta basınç sensörlü platformun üzerinde, çıplak iki ayağıyla, gevşek duruş pozisyonunda, karşıda sabit bir noktaya bakıyorken yapıldı. Statik ölçüm ile ayağın global temas alanı (cm^2) maksimum basınç değeri (N/cm^2), ayak açısı ($^\circ$), kuvvet merkezi ($^\circ$), ön ve arka ayak için temas alanları (cm^2), yüklenme miktarları (kg) ve ağırlık oranları (%), dominant ayağa ait total temas alanı ve temas alanı yüzdesi (%) ölçülüp kaydedildi.

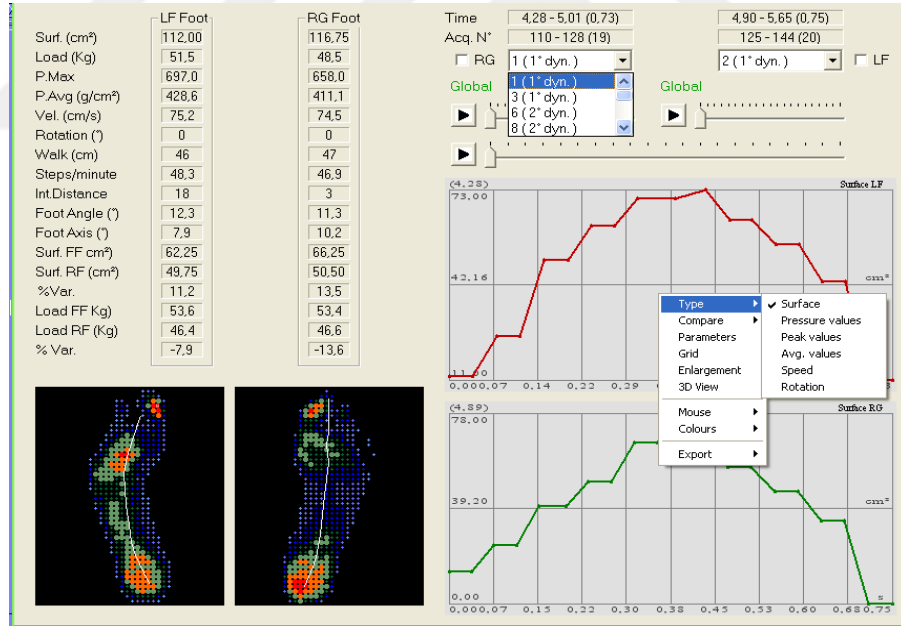
Dinamik ölçümler bireyler platform üzerinde 1 kez deneme yürüyüşü yaptıktan sonra yapıldı. Bireylerden olabildiğince günlük hayattaki yürüme hızı ve paterninde, daima karşıya bakarak yürümeleri istendi. Her iki ayak için 4'er dinamik ölçümün ortalama değerleri alınıp sonuçlar kaydedildi (Şekil 16). Dinamik değerlendirme ile ölçülen parametreler; dominant ayak temas alanı, yüklenme miktarı, maksimum basınç değeri, ayak eksen açısı, ön ve arka ayağa ait temas alanı ve yüklenme miktarlarıdır (14).

Pedobarografik Yöntemle Ölçülen Parametreler:

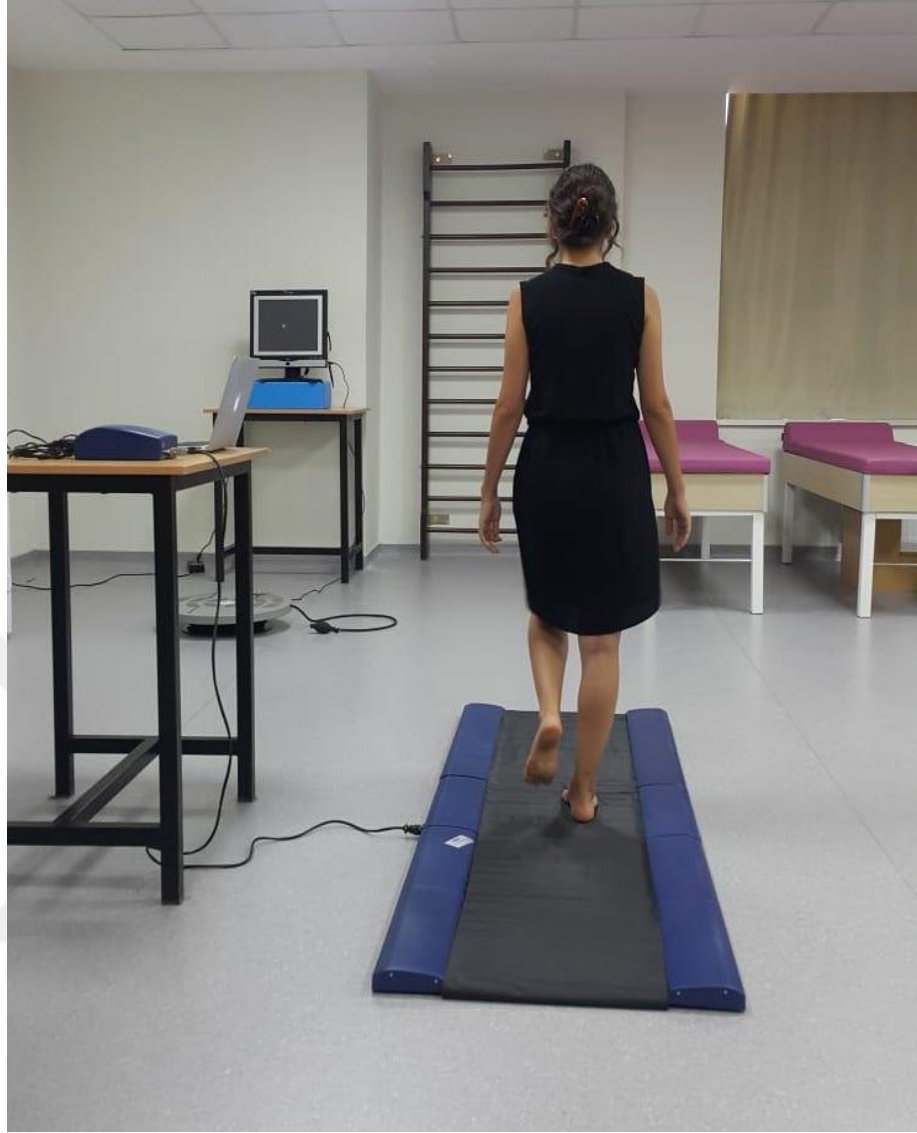
- **Temas alanı:** Statik duruş ve yürüyüş pozisyonlarında ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayağın temas alanını ifade etmektedir, birimi cm^2 'dir.
- **Maksimum Basınç:** Statik duruş ve yürüyüş pozisyonlarında ayrı ayrı ölçülmüştür. Her iki ayak tabanından alınan en yüksek basıncı ifade etmektedir. Birimi N/cm^2 'dir.
- **Kuvvet merkezi:** Yapıların tilti hakkında, özellikle kalçanın rotasyonu, bir fikir vermektedir. Negatif değerler saat yönünde, artmış pozitif değerler ise saat yönünün tersinde tildi göstermektedir. Birimi derecedir.
- **Ayak eksen açısı:** Ayağın anteroposterior ekseni ile sagittal eksen arasındaki açıdır. Birimi derecedir.
- **Temas alanı yüzdeleri:** Statik duruş ve yürüme pozisyonlarında sağ ve sol ayağın arka ve ön bölümlerine düşen yüzey alanlarının yüzde olarak ifadesidir. Birimi cm^2 'dir.
- **Yüklenme:** Hangi alanın daha fazla basınca sahip olduğunun gözlemlenmesini sağlar. Birimi kg 'dır
- **Ağırlık oranı:** Ön ayak ve arka ayak arasındaki yük dağılım oranlarının yüzdesine karşılık gelmektedir.



Şekil 18. Statik pedobarografik analiz sonuçlarının ekran görüntüsü



Şekil 19. Dinamik pedobarografik analiz sonuçlarının ekran görüntüsü



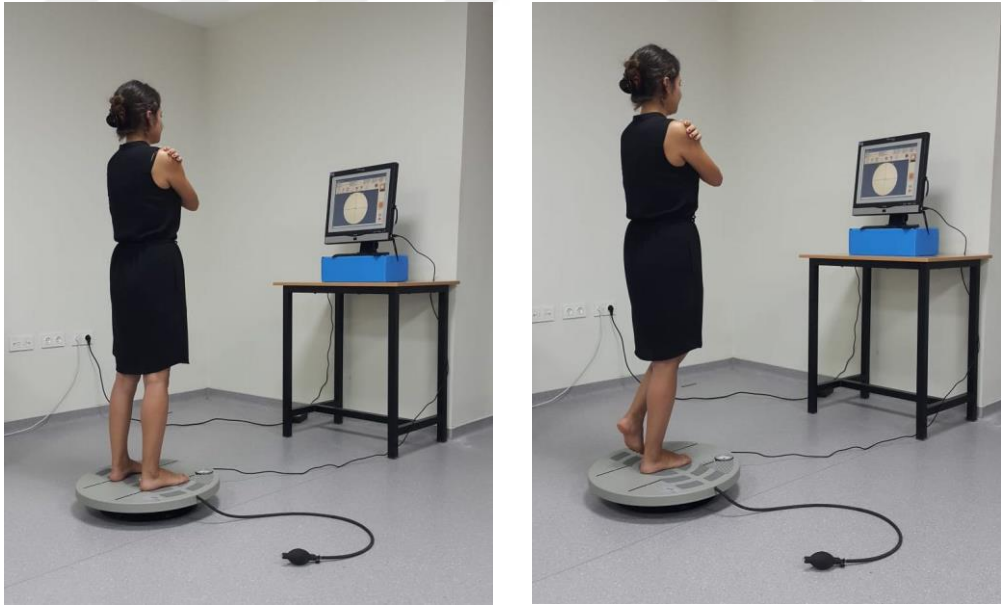
Şekil 20. Pedobarografik değerlendirme

3.2.2.5. Denge Değerlendirmesi

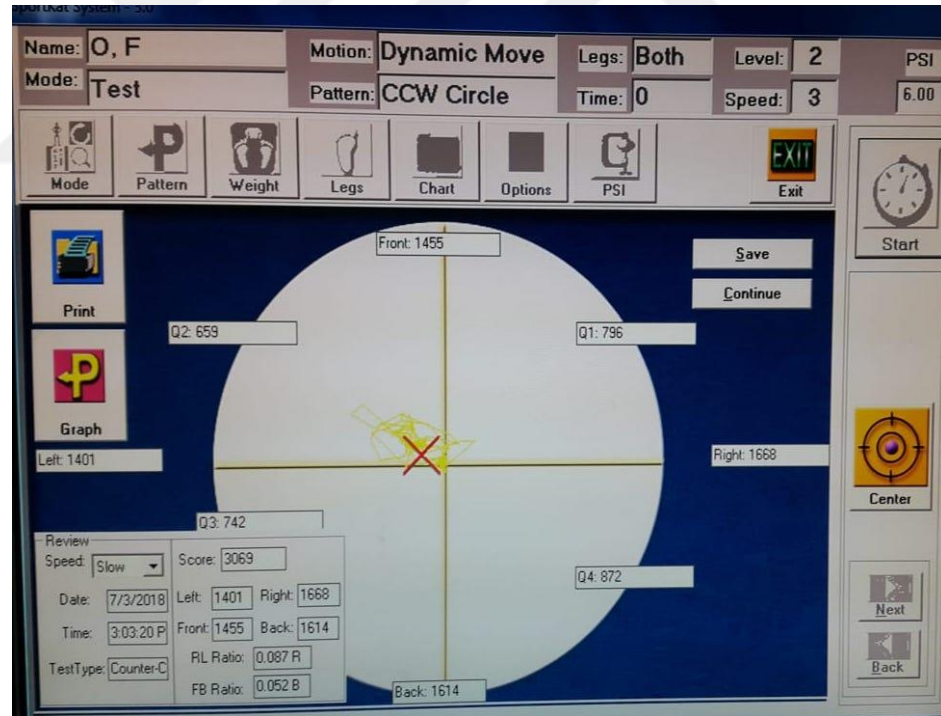
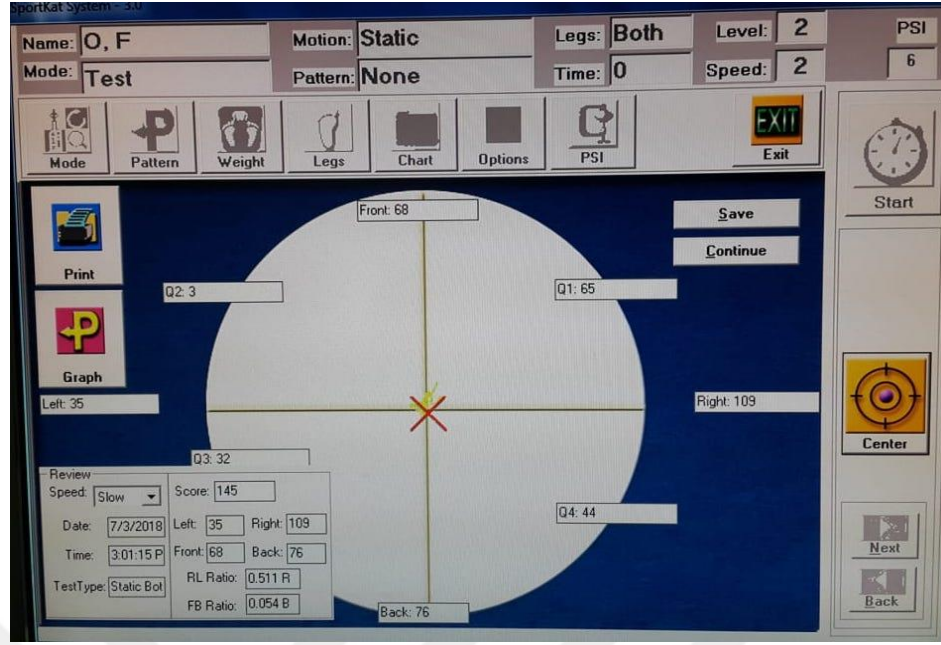
Bireylerin çift ayak ve tek ayak üzerinde statik ve dinamik dengeleri değerlendirildi. Değerlendirmede SportKAT® Model 650-TS, LLC, USA kullanıldı. Monitör bireyden 130 cm ileriye, yerden ise bireyin göz hizasına göre yerleştirildi. Denge testlerine ilk olarak çift ayak üzerinde statik denge değerlendirmesi ile başlandı. Basıncı 6 PSI (30) olarak ayarlanan platformun üzerine çıkan bireylerden kollarını omuzlarında çarpaz pozisyonlamaları istendi.

Bireyler 30 saniye boyunca çarpı işaretini monitörün orta noktasında tutmaya çalıştılar ve 30 saniye sonunda denge skorları kaydedildi. Bireylerin kollarının pozisyonu bozulması veya platformdan düşmeleri durumunda test iptal edilip tekrarlandı. Daha sonra tek ayak üzerinde statik dengeleri değerlendirildi, ilk önce sağ daha sonra da sol alt ekstremitelerinin üzerinde durmaları, tek ayak üzerindeyken diğer dizini yaklaşık 20 derece fleksiyona getirmeleri istendi. Kollarını yine omuzlarında çarpaz pozisyonlayan bireylerden 30 saniye boyunca dengelerini korumaya çalışmaları istendi (Şekil 21).

Statik değerlendirmeleri biten bireyler dinamik denge testine geçirildiler. Denge testleri statikte olduğu gibi çift ayaktan tek ayak üzerine iletildi. Yine 6 PSI basınca ayarlanan platform üzerine çıkan bireylerden kollarını yanda serbest bırakması istendi, hareketli imlecin hızı 3 seviyesinde seçildi, imlecin hareket tipi ve yönü dairesel ve saat yönünün tersi olarak belirlendi (25). Test sonunda monitörde çıkan Dİ, bireyin denge skoru olarak kaydedildi.



Şekil 21. SportKAT® Denge Cihazı ile değerlendirme



Şekil 22. SporKAT® cihazına ait statik ve dinamik değerlendirme sonuçları ekran görüntüsü

3.2.3. Egzersiz Programı

Değerlendirmesi tamamlanan, Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu ve Havlu Toplama Egzersizi Grubu'na dahil olan bireylere yapılacak egzersizler araştırmacı fizyoterapist tarafından videolu ve canlı anlatımla anlatılıp, her bir katılımcı üzerinde denetilerak öğretildi.

Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'na dahil olan bireylere ilk olarak subtalar nötral pozisyonu bulma ve koruma yöntemi öğretildi, daha sonra video ile ayak kısaltma egzersizi gösterildi. Ayak kısaltma egzersizi yapılırken subtalar nötral pozisyonu korumaları, daha sonra 1. metatars başını kalkaneusa doğru çekmeleri, böylelikle MLA'ı yükseltmeleri, MLA'ı yükselttiği, egzersizi tamamladığı son noktada arki o pozisyonda 5 saniye tutması ama bunları yaparken 1. metatars başı ve kalkaneusu yerden kaldırmamaları, ayak parmaklarını fleksiyona getirmemeleri, daha sonra ise yavaşça gevşemesi ve ayağı eski pozisyonuna getirmesi istendi (Şekil 23) (7). Anlaşılması zor bir egzersiz olduğu için videolu ve canlı anlatımdan sonra araştırmacı fizyoterapist tarafından egzersiz bireylere pasif olarak yaptırıldı, birey egzersizi öğrendikten sonra ise aktif olarak yaptı.

Havlu Toplama Egzersizi Grubu'na dahil olan bireylere de subtalar nötral pozisyonu bulma ve koruma yöntemi öğretildi, egzersize başlamadan ayağı subtalar nötral pozisyona getirmeleri, ayaklarının altına konulan havluyu 5 parmağın da fleksiyonuyla toplamaları, son noktada 5 saniye havluyu sıkıp, tekrar gevşeyip ayağı eski haline getirmeleri istendi (Şekil 24) (6, 31). Egzersiz videolu ve canlı anlatımla anlatılıp, her birey üzerinde denetilerak öğretildi. Kontrol grubuna ise egzersiz verilmedi.

Egzersizler öğretildikten sonra bireyler ilk egzersizlerini o gün yapmaya başladılar. Egzersizler haftanın 5 günü günde 30 tekrar şeklinde 4 hafta boyunca (7) fizyoterapist gözetiminde yapıldı. Fizyoterapist gözetimi için kliniğe gelemeyen bireyler telefon ile aranıp egzersizlerini yapıp yapmadıkları kontrol edildi. Her iki grup için de egzersizler 1 hafta boyunca oturarak, 2. hafta ayakta 3. ve 4. haftalarda ise tek ayak üzerinde yapılarak ilerletildi. Bu ilerlemeler yapılırken kriter, bireyin egzersizi yeni pozisyonda doğru yapabilmesiydi. Fizyoterapist tarafından gözlemlenen birey egzersizi o pozisyonda doğru yapabiliyorsa bir sonraki pozisyona ilerletildi.

Çalışmaya katılan 91 bireyin tamamı egzersizi o pozisyonlarda doğru yapabildikleri için ilk 1 hafta oturarak, 2. hafta ayakta, 3. ve 4. haftalarda ise tek ayak üzerinde durarak yapmıştır. Oturarak yapılan egzersizlerde bireylerden diz ve ayak bileği 90 derece olacak şekilde sırtı desteksiz bir taburede oturarak egzersizlerini yapması, ayakta yapılan egzersizlerde ise ağırlıklarını vermeden elleriyle duvardan hafif destek almaları, dengelerini sağlamayı öğrendiklerinde ise desteği bırakmaları istendi. Kontrol grubuna dahil olan bireyler ise bu 4 haftalık süreç boyunca günlük fiziksel aktiviteleri dışına çıkmadı.

4 haftalık egzersiz programını tamamlayan ve Kontrol Grubu'na dahil olan bireyler son değerlendirmeler için tekrar kliniğe çağrıldı, son değerlendirmeleri yapıp veriler kaydedildi.



Şekil 23. Egzersiz eğitimi sırasında yapılan ayak kısaltma egzersizi



Şekil 24. Egzersiz eğitimi sırasında yapılan havlu toplama egzersizi

3.2.4 İstatistiksel Yöntem

Araştırmadaki örneklem büyüklüğü hesaplanırken, literatürde benzer egzersiz programı ile birbirinden farklı etki büyüklüğü (EB) ve standart sapma (SS) değeri olan çalışmalar bulunduğundan iki çalışmadaki sonuçların ortalamaları üzerinden standardize etki büyüklüğü (SEB) hesaplandı. EB1 ve EB2, SS1 ve SS2 de birinci (7) ve ikinci (32) çalışmaları için;

$$\text{Ortalama EB} = (EB1 + EB2) / 2 = ((12.7 - 10.5) + (16.60 - 11.13)) / 2 = (2.2 + 5.47) / 2 = \underline{3.85}$$

$$\text{Ortalama SS} = (SS1 + SS2) / 2 = (6.0 + 3.52) / 2 = \underline{4.76}$$

$$\text{SEB} = EB / SS = 3.85 / 4.76 = \underline{0.80}$$

$$\text{Alfa (İki yönlü)} = \underline{0.05}$$

$$\text{Beta} = 1 - 0.80 = \underline{0.20}$$

Yukarıda verilen altı çizili değerler kullanılarak standartize etki büyüklüğü hesaplandıktan sonra örneklem büyüklüğüne baktığımız tabloya göre (33) her bir grup için $n=26$ olarak hesaplandı. Fakat bu çalışmada istatistiksel testlerde parametrik analizler yapabilmek için her bir grup için olgu sayısı $n=30$ alınması planlanmış, her bir grup için 30 olgunun, toplamda ise çalışmaya 90 olgunun çalışmaya dahil edilmesi planlandı.

İstatistiksel analizler SPSS 22 Mac paket programı ile yapıldı. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Shapiro Wilk-W testi ile analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama (standart sapma), kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Grupların karşılaştırılmasında ANOVA tek yönlü varyans analizi ve grup içi müdahale etkisinin analizinde bağımlı örneklem t testi kullanıldı. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Bireylerin Demografik Özellikleri ile İlgili Bulgular

Çalışma Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören sağlıklı, gönüllü ve dahil edilme kriterlerini taşıyan, yaş ortalaması $20,65 \pm 2,410$ yıl (18 – 34 yıl) olan, 68'i (%74.73) kadın 23'ü (%23.27) erkek, toplam 91 öğrenci ile gerçekleştirildi. Bu öğrencilerden %25.27'si 1. sınıf, %49.45'i 2. sınıf, %25.27'si ise 3. sınıf öğrencisiydi.

Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut kütle indeksi (VKİ) ve ayak numarası ile ilgili değerler ve değerlerin gruplar arası karşılaştırması Tablo 1'de verildi. Demografik özellikler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görüldü ($p > 0.05$) (Tablo 1).

Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'nda bulunan bireylerden 4'ü, Havlu Toplama Egzersizi Grubu'nda bulunan bireylerde 3'ü, Kontrol Grubu'nda bulunan bireylerden 4'ünün dominant alt ekstremitesi sol (%12,08), diğer bireylerin ise dominant alt ekstremiteleri sağ olarak kaydedildi (%87,92).

Tablo 1. Olguların demografik özelliklerinin gruplar arası karşılaştırılması.

Demografik Veriler	AKEG (n=28) X (Ss)	HTEG (n=31) X (Ss)	KG (n=32) X (Ss)	F	p
Yaş (yıl)	20.54 (1.73)	20.32 (2.77)	21.06 (2.55)	0.782	0.460
Boy (m)	1.65 (0.82)	1.67 (0.09)	1.66 (0.08)	0.417	0.663
Vücut Ağırlığı (kg)	60.63 (10.56)	64.38 (11.44)	64.01 (12.07)	0.954	0.389
VKİ (kg/m ²)	22.16 (2.16)	23.06 (2.95)	23.13 (3.88)	0.881	0.418
Ayak Numarası	38.48 (2.18)	39.29 (2.34)	39.15 (2.45)	1.001	0.372

F: ANOVA

m: Metre

kg: Kilogram

VKİ: Vücut Kütle İndeksi

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

4.2. Egzersiz Öncesi Değerlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme miktarı, metatarsal genişliklerinin değerleri ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı ve bu değerlerin gruplar arası karşılaştırması Tablo 2’de verildi.

Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre naviküler düşme miktarı, ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı ve metatarsal genişliklerin egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$) (Tablo 2).

Çalışmaya katılan 91 bireyden, AKEG’da 5, HTEG’da 9, KG’da 3 olmak üzere toplam 17’sinin (%18,68) naviküler düşme mesafesi 10 mm’den büyük, AKEG’da 5, HTEG’da 8, KG’da 5 olmak üzere toplam 18’inin (%19,78) naviküler düşme mesafesi ise 5 mm’den küçüktü.

Tablo 2. Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme miktarı, metatarsal genişliklerin ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

	AKEG (n=28) X (Ss)	HTEG (n=31) X (Ss)	KG (n=32) X (Ss)	F	p
ND Dominant Ayak (mm)	8.35 (1.65)	8.64 (3.03)	8.10 (2.52)	0.365	0.695
ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	7.79 (2.10)	8.00 (2.89)	7.51 (2.35)	0.316	0.730
Ayak Numarası / ND	4.75 (0.83)	5.12 (1.91)	5.32 (1.82)	0.935	0.396
Oturmada Metatarsal Genişlik Dominant Ayak (mm)	90.81 (5.17)	93.39 (7.51)	92.55 (7.96)	1.016	0.366
Oturmada Metatarsal Genişlik Dominant Olmayan Ayak (mm)	91.38 (5.59)	94.23 (7.88)	93.03 (6.84)	1.269	0.286
Ayakta Metatarsal Genişlik Dominant Ayak (mm)	93.21 (5.40)	96.28 (8.20)	95.12 (8.04)	1.291	0.280
Ayakta Metatarsal Genişlik Dominant Olmayan Ayak (mm)	94.36 (5.42)	97.23 (8.47)	96.13 (7.16)	1.196	0.307

F: ANOVA

mm: Milimetre ND: naviküler düşme miktarı

Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi değerleri ve bu değerlerin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 3’de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda statik çift ayak denge skorunun ve dominant olmayan ayak dinamik denge skorunun gruplar arasında farklı olduğu görüldü ($p<0.05$).

Tablo 3. Dominant ve nondominant ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

	AKEG (n=28) X (Ss)	HTEG (n=31) X (Ss)	KG (n=32) X (Ss)	F	p
Çift Ayak Statik Denge Skoru	216.61 (56.14)	214.87 (66.12)	184.31 (46.78)	3.172	0.047
Dominant Ayak Statik Denge Skoru	266.68 (88.56)	239.72 (65.59)	222.97 (75.56)	2.447	0.092
Dominant Olmayan Ayak Statik Denge Skoru	262.07 (80.35)	256.42 (73.25)	229.81 (69.48)	1.657	0.197
Çift Ayak Dinamik Denge Skoru	1902.46 (427.92)	1874.90 (492.69)	1695.13 (291.80)	2.353	0.101
Dominant Ayak Dinamik Denge Skoru	2558.14 (374.78)	2542.61 (463.42)	2427.06 (309.11)	1.057	0.352
Dominant Olmayan Ayak Dinamik Denge Skoru	2562.36 (377.88)	2578.84 (445.62)	2332.41 (374.84)	3.681	0.029

F: ANOVA

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Dominant ayak için yapılan statik pedobarografik değerlendirmeye ait değerler ve egzersiz öncesi değerlerin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4’de verildi. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre grupların farksız oldukları bulundu (Tablo 4).

Tablo 4. Dominant ayak için statik pedobarografik skorların egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

	AKEG (n=28) X (Ss)	HTEG (n=31) X (Ss)	KG (n=32) X (Ss)	F	p
Global Temas Alanı (cm²)	130.67 (27.60)	144.19 (33.13)	140.34 (27.17)	1.628	0.202
CoF (°)	-1.81 (4.57)	-2.90 (5.00)	-3.19 (5.03)	0.650	0.525
Maksimum Basınç (N/cm²)	936.36 (152.92)	929.10 (180.26)	902.75 (137.08)	0.386	0.681
Ön Ayak Temas Alanı (cm²)	26.75 (10.06)	28.97 (10.29)	27.86 (9.79)	0.359	0.700
Ön Ayak Yüklenme (kg)	15.11 (5.69)	14.75 (4.99)	14.77 (5.30)	0.043	0.958
Ön Ayak Ağırlık Oranı (%)	31.67 (10.76)	31.84 (9.82)	31.49 (11.52)	0.008	0.992
Arka Ayak Temas Alanı (cm²)	36.48 (9.78)	40.10 (13.71)	40.05 (14.09)	0.768	0.467
Arka Ayak Yüklenme (kg)	32.55 (6.75)	31.92 (7.85)	32.51 (7.82)	0.068	0.934
Arka Ayak Ağırlık Oranı (%)	68.33 (10.76)	68.16 (9.82)	68.51 (11.52)	0.008	0.992
Toplam Temas Alanı (cm²)	63.20 (14.97)	69.07 (18.31)	67.91 (18.69)	0.920	0.402
Toplam Temas Alanı Yüzdeleri (%)	48.25 (3.82)	47.77 (5.55)	48.03 (6.23)	0.060	0.942
Toplam Yüklenme (kg)	29.06 (7.32)	29.94 (7.26)	30.62 (8.85)	0.294	0.746
Toplam Yüklenme Yüzdeleri (%)	47.67 (7.01)	46.66 (8.39)	47.28 (7.66)	0.130	0.878
Ayak Eksen Açısı (°)	8.89 (4.63)	7.66 (5.44)	7.37 (4.09)	0.845	0.433

F: ANOVA

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Dominant ayak için yapılan dinamik pedobarografik değerlendirmeye ait skorlar ve skorların egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması Tablo 5’de verildi.

Yapılan istatistiksel analiz sonucunda arka ayak temas alanı değerlerinin gruplar arasında farklı olduğu, farkı doğuran grubun belirlenmesi için yapılan Post Hoc analizlerde farkın arka ayak temas alanı için Ayak Kısaltma Egzersizi ve Kontrol Grupları arasında olduğu görüldü ($p=0.043$).

Tablo 5. Dominant ayak için dinamik pedobarografik skorların egzersiz öncesi değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

	AKEG (n=28) X (Ss)	HTEG (n=31) X (Ss)	KG (n=32) X (Ss)	F	p
Temas Alanı (cm^2)	68.04 (16.98)	68.96 (16.07)	76.98 (17.55)	2.624	0.078
Yüklenme	48.46 (7.45)	48.83 (6.79)	49.58 (5.10)	0.234	0.792
Maksimum Basınç (N/cm^2)	1694.57 (445.47)	1686.34 (425.36)	1499.31 (247.91)	2.626	0.078
Ayak Eksen Açısı ($^\circ$)	7.46 (5.27)	6.44 (5.37)	6.96 (8.76)	0.172	0.842
Ön Ayak Temas Alanı (cm^2)	36.60 (10.76)	36.13 (12.57)	40.93 (13.40)	1.435	0.244
Arka Ayak Temas Alanı (cm^2)	31.44 (7.80)	32.83 (6.20)	36.12 (8.07)	3.211	0.045
Ön Ayak Yüklenme (kg)	45.16 (6.81)	43.84 (9.73)	43.91 (9.58)	0.204	0.815
Arka Ayak Yüklenme (kg)	52.06 (6.80)	53.44 (9.77)	53.41 (9.27)	0.234	0.792

F: ANOVA

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

4.3. Naviküler Düşme, Ayak Büyüklüğünün Naviküler Düşme Miktarına Oranı ve Metatarsal Genişleme Miktarı ile İlgili Bulgular

Bireylerin naviküler düşme testi, metatarsal genişlik ölçümleri ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı sonuçlarının egzersiz öncesi ve sonrası değerleri ve bu değerlerin grup içi karşılaştırılması Tablo 6'da verildi.

Naviküler düşme, ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı ve metatarsal genişleme miktarı değerlerinin grup içi egzersiz öncesi ve sonrası değerleri kıyaslandığında naviküler düşme miktarı ve ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı için iki egzersiz grubunda da anlamlı fark görülürken ($p<0.05$) kontrol grubunda anlamlı bir fark olmadığı görüldü. Her iki egzersiz grubu için naviküler düşme mesafesinin ve ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranlarının azaldığı bulundu. Metatarsal genişleme miktarının grup içi egzersiz öncesi ve sonrası değerleri karşılaştırıldığında her 3 grup için de anlamlı fark görülmedi ($p>0.05$).

Tablo 6. Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme, metatarsal genişleme miktarının ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi ve sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması

		Egzersiz Öncesi X (Ss)	Egzersiz Sonrası X (Ss)	t	p
Ayak Kısaltma Egzersiz Grubu	ND Dominant Ayak (mm)	8.35 (1.65)	7.07 (1.15)	7.334	0.000
	ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	7.79 (2.10)	6.86 (1.40)	5.190	0.000
	Ayak Numarası / ND	4.75 (0.16)	5.55 (0.73)	-8,904	0.000
	MTG Dominant Ayak (mm)	2.40 (1.80)	2.45 (1.77)	-0.380	0.707
	MTG Dominant Olmayan Ayak (mm)	2.98 (1.57)	3.22 (1.57)	-1.218	0.234
Havlu Toplama Egzersiz Grubu	ND Dominant Ayak (mm)	8.64 (3.03)	7.92 (2.56)	5.332	0.000
	ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	8.01 (2.89)	7.41 (2.34)	5.133	0.000
	Ayak Numarası / ND	5.12 (1.91)	5.47 (1.86)	-5.756	0.000
	MTG Dominant Ayak (mm)	2.90 (2.26)	2.91 (2.23)	-0.182	0.857
	MTG Dominant Olmayan Ayak (mm)	3.01(1.86)	3.02 (1.75)	-0.108	0.915
Kontrol Grubu	ND Dominant (mm)	8.10 (2.52)	8.10 (2.51)	0.992	0.329
	ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	7.51 (2.35)	7.51 (2.35)	0.680	0.501
	Ayak Numarası / ND	5.32 (1.82)	5.32 (1.81)	0.805	0.427
	MTG Dominant (mm)	2.57 (1.68)	2.55 (1.72)	0.459	0.650
	MTG Dominant Olmayan Ayak (mm)	3.10 (2.14)	3.23 (2.20)	-1.311	0.200

t: Bağımlı örneklem *t* testi

ND: Naviküler düşme miktarı

MTG: Metatarsal genişleme miktarı

mm: Milimetre

Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme, metatarsal genişleme miktarları ve dominant ayak için ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi ve sonrası farkları ve farkların gruplar arası karşılaştırmasına ait değerler Tablo 7’de verildi. Her iki ayak için de egzersiz öncesi ve sonrası naviküler düşme ölçümlerinin farklarının ve ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı farklarının gruplar arasında karşılaştırılması için yapılan istatistiksel analizler sonucunda gruplar arası anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$). Farkı doğuran grubun bulunması için yapılan Post Hoc analizlerin sonuçları Tablo 8’de verildi. Farkın egzersiz grupları ve kontrol grubu arasında olduğu, fakat dominant ayak için naviküler düşme miktarındaki azalmanın Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu’nda, Havlu Toplama Egzersizi Grubu’na göre daha fazla olduğu görüldü ($p = 0.005$).

Tablo 7. Dominant olan ve olmayan ayaklar için naviküler düşme, metatarsal genişleme miktarlarının ve dominant ayağa ait ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması

	AKEG X (Ss)	HTEG X (Ss)	KG X (Ss)	F	p
Δ ND Dominant Ayak (mm)	1.28 (0.92)	0.71 (0.75)	0.00 (0.02)	27.289	0.000
Δ ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	0.93 (0.95)	0.60 (0.65)	0.00 (0.02)	15.913	0.000
Δ (Ayak Numarası/ ND)	-0.79 (0.47)	-0.36 (0.34)	-0.36 (0.46)	43.449	0.000
Δ MTG Dominant Ayak (mm)	-0.05 (0.68)	-0.02 (0.50)	0.02 (0.25)	0.144	0.866
Δ MTG Dominant Olmayan Ayak (mm)	-0.24 (1.03)	-0.01 (0.76)	-0.13 (0.54)	0.580	3.562

F: ANOVA

ΔND: Egzersiz öncesi naviküler düşme miktarının egzersiz sonrası naviküler düşme miktarından farkı

Δ MTG: Egzersiz öncesi metatarsal genişleme miktarının egzersiz sonrası metatarsal genişleme miktarından farkı

Δ (Ayak Numarası/ND): Dominant ayak için ayak büyüklüğünün egzersiz öncesi naviküler düşme miktarına oranının, ayak büyüklüğünün egzersiz sonrası naviküler düşme miktarına oranından farkı

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Tablo 8. Naviküler düşme miktarlarındaki ve ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranındaki farkın Post Hoc analizleri

Bağımlı Değişken	Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Ana Fark	Ss	P	%95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
Δ ND Dominant Ayak (mm)	AKEG	HTEG	0.57	0.18	0.005	0.150	0,990
		KG	1,28	0.17	0.000	0.863	1.693
	HTEG	AKEG	-0.57	0.18	0.005	-0.990	-0.150
		KG	0.71	0.17	0.000	0.306	1.114
	KG	AKEG	-1.28	0.17	0.000	-1.693	-0.863
		HTEG	-0.71	0.17	0.000	-1.114	-0.310
Δ ND Dominant Olmayan Ayak (mm)	AKEG	HTEG	0.33	0.17	0.135	-0.080	0.731
		KG	0.93	0.17	0.000	0.530	1.330
	HTEG	AKEG	-0.33	0.17	0.135	-0.731	0.080
		KG	0.60	0.16	0.000	0.210	0.990
	KG	AKEG	-0.93	0.17	0.000	-1.330	-0.530
		HTEG	-0.60	0.16	0.001	-0.990	-0.210
Δ (Ayak Numarası/ND)	AKEG	HTEG	-0.44	0.09	0.000	-0.642	-0.232
		KG	-0.80	0.09	0.000	-0.100	-0.591
	HTEG	AKEG	0.44	0.09	0.000	0.232	0.642
		KG	-0.36	0.08	0.000	-0.556	-0.160
	Kontrol Grubu	AKEG	0.80	0.09	0.000	0.592	0.999
		HTEG	0.36	0.08	0.000	0.160	0.556

Δ ND: Egzersizi öncesi naviküler düşme miktarının egzersiz sonrası naviküler düşme miktarından farkı

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

4.4 Pedobarografik ve Denge Değerlendirmeleriyle İlgili Bulgular.

Dominant olan ve olmayan ayaklar için SportKAT® denge cihazıyla yapılan statik ve dinamik denge testinin egzersiz öncesi ve sonrası değerleri ve bu değerlerin grup içi karşılaştırması Tablo 9’da verildi. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizi gruplarında statik ve dinamik tüm denge skorlarında azalma görüldü, denge parametrelerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0.00$). Kontrol Grubu’nda ise egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 9. Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması

		E.Ö X (Ss)	E.S X (Ss)	t	p
Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu	SÇAD	216.61(56.149)	162.36 (34.42)	8.729	0.000
	SDAD	266.68 (88.56)	186.07 (46.29)	6.926	0.000
	SNDAD	262.07 (80.35)	188.93 (50.86)	7.332	0.000
	DÇAD	1902.46 (417.92)	1666.89 (354.15)	6.649	0.000
	DDAD	2558.14 (374.78)	2290.96 (329.95)	8.437	0.000
	DNDAD	2562.36 (377.88)	2262.46 (397.15)	4.819	0.000
Havlu Toplama Egzersizi Grubu	SÇAD	214.87 (66.11)	166.71 (42.15)	5.051	0.000
	SDAD	239.71 (65.59)	194.81 (55.33)	6.972	0.000
	SNDAD	256.42 (73.25)	197.81 (46.49)	7.332	0.000
	DÇAD	1874.90 (492.60)	1670.16 (406.23)	5.248	0.000
	DDAD	2542.61 (463.42)	2309.39 (354.01)	4.075	0.000
	DNDAD	2578.84 (445.62)	2312.42 (407.53)	6.761	0.000
Kontrol Grubu	SÇAD	184.31 (46.78)	188.63 (43.37)	-0.659	0.515
	SDAD	222.97 (75.56)	216.84 (63.77)	0.918	0.366
	SNDAD	229.81 (69.48)	223.59 (57.54)	0.776	0.444
	DÇAD	1695.13 (291.80)	1692.94 (284.20)	0.049	0.961
	DDAD	2427.06 (309.11)	2386.69 (376.28)	0.672	0.506
	DNDAD	2332.41 (374.84)	2429.03 (327.69)	-1.760	0.088

SÇAD: Statik çift ayak denge skoru

SDAD: Statik dominant ayak denge skoru

SNDAD: Statik nondominant ayak denge skoru

DÇAD: Dinamik çift ayak denge skoru

DDAD: Dinamik dominant ayak denge skoru

DNDAD: Dinamik nondominant ayak denge skoru

t: Bağımlı örneklem t testi

E.Ö: Egzersiz öncesi

E.S: Egzersiz sonrası

Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırmasına ait değerler Tablo 10'da verildi. Her iki alt ekstremite için de egzersiz öncesi ve sonrası denge skorları farklarının gruplar arasında karşılaştırılması için yapılan istatistiksel analizler sonucunda tüm değerler için gruplar arası anlamlı fark bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 10). Farkı doğuran grubun bulunması için yapılan Post Hoc analizlerin sonuçları Tablo 11'de verildi. Farkın egzersiz grupları ve kontrol grubu arasında olduğu, fakat dominant ayağa ait statik denge indeksindeki azalma miktarının Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'nda Havlu Toplama Egzersizi Grubu'na göre daha fazla olduğu görüldü.

Tablo 10. Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması

	AKEG X (Ss)	HTEG X (Ss)	KG X (Ss)	F	p
ΔŞÇAD	54.25 (32.89)	48.16 (53.09)	-4.31 (37.00)	18.068	0.000
ΔSDAD	80.61 (61.58)	44.90 (35.86)	6.13 (37.75)	19.767	0.000
ΔSNAD	73.14 (52.79)	58.61 (44.51)	6.22 (45.35)	16.862	0.000
ΔDÇDA	235.57 (187.49)	204.74 (217.23)	2.19 (250.43)	10.136	0.000
ΔDDAD	267.18 (167.57)	233.23 (318.67)	40.38 (339.70)	5.501	0.006
ΔDNDAD	299.89 (329.30)	266.42 (219.41)	-96.63 (310.58)	17.902	0.000

t: Bağımlı örneklem t testi

Δ ŞÇAD: E.Ö statik çift ayak denge skorunun E.S statik çift ayak denge skorundan farkı

Δ SDAD: E.Ö statik dominant ayak denge skorunun E.S statik dominant ayak denge skorundan farkı

Δ SNAD: E.Ö statik nondominant ayak denge skorunun E.S statik nondominant ayak denge skorundan farkı

Δ DÇDA: E.Ö dinamik çift ayak denge skorunun E.S dinamik çift ayak denge skorundan farkı

Δ DDAD: E.Ö dinamik dominant ayak denge skorunun E.S dinamik dominant ayak denge skorundan farkı

Δ DNDAD: E.Ö dinamik nondominant ayak denge skorunun E.S dinamik nondominant ayak denge skorundan farkı.

E.Ö: Egzersiz öncesi

E.S: Egzersiz sonrası

Tablo 11. Dominant olan ve olmayan ayaklar için statik ve dinamik denge skorlarındaki farkın Post Hoc analizleri.

B.D	Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Ana Fark	Ss	p	% 95 Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst sınır
Δ SÇAD	AKEG	HTEG	6.09	10.98	0.845	-20.097	32.274
		KG	58.56	10.90	0.000	32.572	84.553
	HTEG	AKEG	-6.09	10.98	0.845	-32.274	20.097
		KG	52.47	10.62	0.000	27.163	77.785
	KG	AKEG	-58.56	10.90	0.000	-84.553	-32.572
		HTEG	-52.47	10.62	0.000	-77.785	-27.163
Δ SDAD	AKEG	HTEG	35.70	11.96	0.010	7.195	64.213
		KG	74.48	11.87	0.000	46.185	102.779
	HTEG	AKEG	-35.70	11.96	0.010	-64.213	-7.195
		KG	38.78	11.56	0.003	11.221	66.335
	KG	AKEG	-74.48	11.87	0.000	-102.779	-46.185
		HTEG	-38.79	11.56	0.003	-66.335	-11.221
Δ SNAD	AKEG	HTEG	14.53	12.38	0.472	-14.983	44.043
		KG	66.92	12.29	0.000	37.630	96.217
	HTEG	AKEG	-14.53	12.38	0.472	-44.043	14.983
		KG	52.39	11.97	0.000	23.867	80.922
	KG	AKEG	-66.92	12.29	0.000	-96.217	-37.631
		HTEG	-52.39	11.97	0.000	-80.922	-23.867
Δ DÇAD	AKEG	HTEG	30.83	57.69	0.855	-106.707	168.366
		KG	233.38	57.26	0.000	96.871	369.896
	HTEG	AKEG	-30.83	57.69	0.855	-168.366	106.707
		KG	202.55	55.76	0.001	69.611	335.497
	KG	AKEG	-233.38	57.26	0.000	-369.896	-96.871
		HTEG	-202.55	55.76	0.001	-335.497	-69.611
Δ DDAD	AKEG	HTEG	33.95	75.51	0.895	-146.067	213.972
		KG	226.80	74.95	0.009	48.124	405.483
	HTEG	AKEG	-33.95	75.51	0.895	-213.972	146.067
		KG	192.85	72.99	0.026	18.843	366.858
	KG	AKEG	-226.80	74.95	0.009	-405.483	-48.124
		HTEG	-192.85	72.99	0.026	-366.858	-18.943
Δ DNAD	AKEG	HTEG	33.47	75.41	0.897	-146.306	213.253
		KG	396.52	74.85	0.000	218.076	574.959
	HTEG	AKEG	-33.47	75.41	0.897	-213.253	146.306
		KG	363.04	72.89	0.000	189.269	536.820
	KG	AKEG	-396.52	74.85	0.000	-574.959	-218.076
		HTEG	-363.04	72.89	0.000	-536.820	-189.269

BD: Bağımsız değişken

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Dominant ayak için yapılan pedobarografik değerlendirmede statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası değerleri ve değerlerin grup içi karşılaştırmasına ait veriler Tablo 12’de verildi. Yapılan istatistiksel analizler sonucu Ayak Kısıltma Egzersizi ve Kontrol Grubu için değerlerde anlamlı değişimler bulunmazken, Havlu Toplama Egzersizi Grubu’nda arka ayak yüklenme, toplam yüklenme, toplam yüklenme yüzdelik değerlerinin arttığı bulundu ($p<0.05$) (Tablo 12).

Tablo 12. Dominant ayak için statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması.

		E.Ö X (Ss)	E.S X (Ss)	t	p
Ayak Kısıltma Egzersizi Grubu	Global Temas Alanı (cm²)	130.67 (27.60)	131.63 (26.61)	-0.228	0.776
	Maksimum Basınç (N/cm²)	936.36 (152.92)	928.52 (161.82)	0.318	0.753
	CoF (°)	-1.81 (4.57)	-1.32 (4.76)	-0.548	0.588
	Ön Ayak Temas Alanı (cm²)	26.75 (10.069)	26.32 (10.93)	0.228	0.821
	Ön Ayak Yüklenme (kg)	15.12 (5.69)	16.69 (7.35)	-1.230	0.229
	Ön Ayak Ağırlık Oranı (%)	31.67 (10.76)	32.20 (10.02)	-0.224	0.825
	Arka Ayak Temas Alanı (cm²)	36.48 (9.78)	38.20 (8.79)	-1.141	0.264
	Arka Ayak Yüklenme (kg)	32.55 (6.75)	34.16 (7.87)	-0.903	0.374
	Arka Ayak Ağırlık Oranı (%)	68.33 (10.76)	67.80 (10.02)	0.224	0.825
	Toplam Temas Alanı (cm²)	63.20 (14.97)	65.23 (15.79)	-1.050	0.303
	Toplam Yüklenme (kg)	29.06 (7.32)	30.99 (9.29)	-1.514	0.142
	Toplam Yüklenme Yüzdelik (%)	47.67 (7.01)	50.85 (11.68)	-1.542	0.135
	Ayak Eksen Açısı (°)	8.89 (4.63)	8.76 (4.81)	0.218	0.829

Havlu Toplama Egzersiz Grubu	Global Temas Alanı (cm²)	144.19 (33.13)	143.20 (31.96)	0.277	0.784
	Maksimum Basınç (N/cm²)	929.10 (180.26)	922.90 (129.22)	0.181	0.857
	Cof (°)	-2.90 (4.10)	-1.84 (5.02)	-1.123	0.270
	Ön Ayak Temas Alanı (cm²)	28.97 (10.29)	28.83 (12.10)	0.074	0.941
	Ön Ayak Yüklenme (kg)	14.75 (4.99)	15.75 (7.15)	-0.706	0.486
	Ön Ayak Ağırlık Oranı (%)	31.84 (9.82)	30.59 (12.01)	0.592	0.558
	Arka Ayak Temas Alanı (cm²)	40.10 (13.719)	42.69 (13.75)	-1.380	0.178
	Arka Ayak Yüklenme (kg)	31.92 (7.85)	35.82 (9.90)	-2.273	0.030
	Arka Ayak Ağırlık Oranı (%)	68.16 (9.82)	69.41 (12.02)	-0.592	0.558
	Toplam Temas Alanı (cm²)	69.07 (18.31)	71.52 (19.70)	-0.991	0.330
	Toplam Yüklenme (kg)	29.94 (7.26)	33.32 (9.23)	-2.457	0.020
	Toplam Yüklenme Yüzdeleri (%)	46.66 (8.39)	51.55 (10.59)	-2.217	0.034
	Ayak Eksen Açısı (°)	7.66 (5.44)	7.67 (4.76)	-0.013	0.990
	Kontrol Grubu	Global Temas Alanı (cm²)	140.34 (27.17)	142.52 (30.99)	-0.906
Maksimum Basınç (N/cm²)		902.75 (137.08)	916.54 (175.13)	-0.702	0.488
Cof (°)		-3.19 (5.03)	-2.97 (5.70)	-0.257	0.799
Ön Ayak Temas Alanı (cm²)		27.86 (9.79)	29.29 (11.21)	-0.758	0.454
Ön Ayak Yüklenme (kg)		14.77 (5.31)	17.18 (7.65)	-1.832	0.077
Ön Ayak Ağırlık Oranı (%)		31.49 (11.52)	34.32 (12.67)	-1.334	0.192
Arka Ayak Temas Alanı (cm²)		40.05 (14.09)	40.91 (13.00)	-0.485	0.631

Kontrol Grubu	Arka Ayak Yükleme (kg)	32.51 (7.82)	31.99 (7.02)	0.398	0.693
	Arka Ayak Ağırlık Oranı (%)	68.51 (11.52)	65.68 (12.67)	1.334	0.192
	Toplam Temas Alanı (cm²)	67.91 (18.69)	70.30 (18.94)	-1.067	0.294
	Toplam Yükleme (kg)	30.62 (8.86)	31.58 (7.88)	-0.740	0.465
	Toplam Yükleme Yüzdeleri (%)	47.28 (7.66)	61.68 (70.96)	-1.147	0.260
	Ayak Eksen Açısı (°)	7.37 (4.09)	7.78 (3.82)	-0.590	0.559

Dominant alt ekstremite için yapılan pedobarografik değerlendirmede dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası değerleri ve değerlerin grup içi karşılaştırmasına ait veriler Tablo 13’de verildi.

Ayak Kısıltma Egzersizi Grubu için total yüklenme skorlarının arttığı, egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasındaki farkın anlamlı olduğu bulundu ($p<0.05$) (Tablo 13).

Havlu Toplama Egzersizi Grubu içinse total yüklenme, arka ayak yüzey alanı skorlarının arttığı, maksimum basınç değerinin azaldığı, egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasındaki farkların anlamlı olduğu bulundu ($p<0.05$) (Tablo 13).

Kontrol Grubu’nda ise egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasında anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo 13).

Tablo 13. Dominant ayak için dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası değerlerinin grup içi karşılaştırması.

		E.Ö X (Ss)	E.S X (Ss)	t	p
Ayak Kısıltma Egzersiziz Grubu	Total Temas Alanı (cm ²)	68.04 (16.98)	71.99 (20.11)	-1.041	0.307
	Total Yüklenme (kg)	48.46 (7.45)	55.11 (12.11)	-2.459	0.021
	Maksimum Basınç (N/cm ²)	1694.57 (445.47)	1519.85 (372.31)	1.788	0.085
	Ayak Eksen Açısı (°)	7.46 (5.27)	6.27 (5.30)	1.401	0.172
	Ön Ayak Yüzey Alanı (cm ²)	36.60 (10.76)	39.46 (13.64)	-1.128	0.269
	Arka Ayak Yüzey Alanı (cm ²)	31.44 (7.80)	32.53 (8.66)	-0.636	0.530
	Ön Ayak Yüklenme (kg)	45.16 (6.81)	46.47 (8.77)	-0.690	0.496
	Arka Ayak Yüklenme (kg)	52.06 (6.80)	50.91 (8.73)	0.596	0.556
Havlu Toplama Egzersiziz Grubu	Total Temas Alanı (cm ²)	68.96 (16.07)	75.47 (17.20)	-1.819	0.079
	Total Yüklenme (kg)	48.83 (6.79)	52.90 (7.70)	-2.259	0.031
	Maksimum Basınç (N/cm ²)	1686.34 (425.36)	1501.11 (276.66)	2.178	0.037
	Ayak Eksen Açısı (°)	6.44 (5.53)	6.34 (5.53)	0.132	0.896
	Ön Ayak Yüzey Alanı (cm ²)	36.13 (12.57)	39.56 (12.13)	-1.262	0.217
	Arka Ayak Temas Alanı (cm ²)	32.83 (6.21)	35.91 (7.10)	-2.587	0.015
	Ön Ayak Yüklenme (kg)	43.84 (9.73)	43.98 (7.64)	-0.78	0.938
	Arka Ayak Yüklenme (kg)	53.44 (9.77)	53.78 (7.50)	-0.189	0.852
Kontrol Grubu	Total Temas Alanı (cm ²)	76.98 (17.55)	74.15 (18.60)	0.937	0.356

Kontrol Grubu	Total Yükleme (kg)	49.58 (5.10)	52.28 (7.28)	-1.888	0.068
	Maksimum Basınç (N/cm²)	1499.31 (247.91)	1606.61 (363.11)	-1.514	0.140
	Ayak Eksen Açısı (°)	6.96 (8.76)	5.96 (4.43)	0.595	0.556
	Ön Ayak Yüzey Alanı (cm²)	40.93 (13.38)	38.94 (10.33)	0.840	0.408
	Arka Ayak Yüzey Alanı (cm²)	36.12 (8.07)	35.21 (10.71)	0.537	0.594
	Ön Ayak Yükleme (kg)	43.91 (9.58)	43.95 (7.33)	-0.20	0.984
	Arka Ayak Yükleme (kg)	53.41 (9.27)	53.65 (7.10)	-0.117	0.908

Dominant ayak için statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırmasına ait değerler Tablo 14'de verildi. Egzersiz öncesi ve sonrası statik pedobarografi skorları farklarının gruplar arasında karşılaştırılması için yapılan istatistiksel analizler sonucunda gruplar arası anlamlı fark bulunmadı ($p>0.05$) (Tablo14).

Tablo 14. Dominant ayak için statik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması

	AKEG X (Ss)	HTEG X (Ss)	KG X (Ss)	F	p
ΔGlobal Temas Alanı (cm²)	-0.96 (17.72)	0.99 (19.93)	-2.19 (13.66)	0.271	0.763
ΔMaksimum Basınç (N/cm²)	7.84 (130.39)	6.21 (190.53)	-13.79 (11.12)	0.205	0.815
Δcof (°)	-0.49 (4.76)	-1.07 (5.299)	-0.23 (5.02)	0.227	0.797
ΔÖn Ayak Temas Alanı (cm²)	0.43 (9.94)	0.14 (10.26)	-1.53 (11.42)	0.307	0.736
ΔÖn Ayak Yükleme (kg)	-1.57 (6.75)	0.10 (7.86)	-2.41 (7.45)	0.293	0.747
ΔÖn Ayak Ağırlık Oranı (%)	-0.53 (12.50)	1.25 (11.70)	-2.83 (12.00)	0.904	0.408
ΔArka Ayak Temas Alanı (cm²)	-1.71 (7.95)	-2.58 (10.41)	-0.85 (9.96)	0.258	0.774
ΔArka Ayak Yükleme (kg)	-1.61 (9.44)	-3.90 (9.56)	0.52 (7.41)	1.981	0.144
ΔArka Ayak Ağırlık Oranı (%)	0.53 (12.50)	-1.25 (11.70)	2.83 (12.00)	0.904	0.408
ΔToplam Temas Alanı (cm²)	-2.04 (10.26)	-2.44 (13.73)	-2.39 (12.68)	0.009	0.991
ΔToplam Temas alanı Yüzdeleri (%)	-1.30 (6.39)	-1.87 (7.10)	-1.00 (6.72)	0.124	0.883
ΔToplam Yükleme (kg)	-1.93 (6.74)	-3.38 (7.67)	-0.86 (6.55)	1.030	0.361
ΔToplam Yükleme Yüzdeleri (%)	-3.18 (10.90)	-4.89 (12.28)	-14.40 (71.05)	0.604	0.549
ΔAyak Eksen Açısı (°)	0.12 (3.03)	-0.01 (4.09)	-0.42 (3.98)	0.172	0.842

F: ANOVA

Δ: Egzersiz öncesi skorların egzersiz sonrası skorlardan farkı

AKEG: Ayak Kısıltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Dominant ayak için dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırmasına ait değerler Tablo 15’de verildi. Egzersiz öncesi ve sonrası dinamik pedobarografi skorları farklarının gruplar arasında karşılaştırılması için yapılan istatistiksel analizler sonucunda egzersiz öncesi maksimum basınç skorunun egzersiz sonrası maksimum basınç skorundan farkı gruplar arasında farklı bulundu ($p<0.05$). Farkı doğuran grubu belirlemek amacıyla yapılan Post Hoc analiz Tablo 16’da verildi. Farkın Havlu Toplama Egzersizi ve Kontrol Grubu arasında olduğu görüldü.

Tablo 15. Dominant ayak için dinamik pedobarografi skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası farklarının gruplar arası karşılaştırması

	AKEG X (Ss)	HTEG X (Ss)	KG X (Ss)	F	p
ΔTotal Temas Alanı (cm²)	-3.96 (20.10)	-6.51 (19.92)	2.83 (17.08)	2.024	0.138
ΔTotal Yüklenme (kg)	-6.66 (14.33)	-4.07 (10.02)	-2.70 (8.09)	0.992	0.375
ΔMaksimum Basınç (N/cm²)	174.71 (516.97)	185.23 (473.50)	-107.30 (400.99)	3.992	0.022
ΔAyak Eksen Açısı (°)	1.19 (4.50)	0.10 (4.21)	1.00 (9.50)	0.233	0.792
ΔÖn Ayak Yüzey Alanı (cm²)	-2.87 (13.45)	-3.43 (15.12)	1.99 (13.42)	1.411	0.249
ΔArka Ayak Yüzey Alanı (cm²)	-1.09 (9.06)	-3.08 (6.63)	0.90 (9.54)	1.731	0.153
ΔÖn Ayak Yüklenme (kg)	-1.30 (9.99)	-0.14 (10.11)	-0.04 (12.40)	0.119	0.888
ΔArka Ayak Yüklenme (kg)	1.15 (10.25)	-0.33 (9.71)	-0.24 (11.78)	0.178	0.837

F: ANOVA

Δ: Egzersiz öncesi skorların egzersiz sonrası skordan farkı

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

Tablo 16. Maksimum basınç farkının Post Hoc analizi

Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Dahil Olduğu Egzersiz Grubu	Ana Fark	Ss	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
AKEG	HTEG	-10.52	120.91	0.996	-198,769	277.733
	KG	282.02	120.01	0.054	-4.088	568.123
HTEG	AKEG	10.52	120.91	0.996	-277.733	298.769
	KG	292.54	116.87	0.037	13.911	571.160
KG	AKEG	-282.02	120.01	0.054	-568.123	4.088
	HTEG	-292.54	116.87	0.037	-571.160	-13.911

AKEG: Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu

HTEG: Havlu Toplama Egzersizi Grubu

KG: Kontrol Grubu

5. TARTIŞMA

Ayak çekirdek sistemini oluşturan yapılar arasındaki benzersiz etkileşim, ayağın postürünün ve olağan dengenin korunmasını, yürüyüş sırasında doğru kinematiğin oluşmasını sağlamaktadır. Ayak çekirdek sistemini oluşturan yapılardan herhangi birinde meydana gelen değişiklik ayağın fonksiyonlarını doğru şekilde gerçekleştirmesine engel olmaktadır. Ayak çekirdek sistemindeki değişiklikler sonrası meydana gelen patolojilerin tedavisinde havlu toplama egzersizi sıklıkla kullanılan bir terapatik egzersizdir ayrıca ayak çekirdek sistemi teorisinin ortaya atılmasıyla birlikte ayak kısaltma egzersizlerinin de etkinliği araştırılmaya başlanmıştır. Havlu toplama egzersizi sadece ayağın ekstrinsik yani global hareket ettirici kasları üzerine etki ederken, ayak kısaltma egzersizinin ayağın intrinsik yani lokal stabilizatör kasları, aynı zamandan nöral alt sistemin bir parçası olan proprioseptif reseptörler üzerine etki ettiği gösterilmiştir (1). Fakat klinikte halen fizyoterapistler tarafından sıklıkla kullanılan havlu toplama egzersizinin ve son yıllarda popülerliği artan ayak kısaltma egzersizinin etkinliklerinin karşılaştırıldığı kısıtlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Literatürde ayağa ait patolojilerin tanısında ve ayağın morfolojik yapısının da belirlenmesinde objektif bir yöntem olan pedobarografik değerlendirme yöntemi kullanılarak (14) bu iki egzersiz etkinliğinin karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ayak çekirdek sisteminin farklı elemanlarına etki eden iki ayrı egzersizin; ayak çekirdek sistemini oluşturan yapılar tarafından desteklenen ve ayağın mobilitesi ve stabilitesinin korunmasını sağlayan MLA'nın esnekliği hakkında bilgi veren naviküler düşme mesafesi, ayağa ait statik ve dinamik taban basınç verileri sunan pedobarografik parametreler ve statik, dinamik denge üzerine olan etkilerini objektif yöntemler kullanarak karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışma sonucunda ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizinin de her iki ayak için naviküler düşme miktarında azalma, ayrıca tüm denge parametrelerinde gelişme sağladığı görülmüş, dominant ayağa ait naviküler düşme miktarındaki azalma ve statik dominant ayak denge skorundaki gelişme ise ayak kısaltma egzersizi sonrası havlu toplama egzersizine göre daha etkili bulunmuştur.

Havlula toplama egzersizi sonrası bireylerin statik pedobarografik değerlendirme sonucunda arka ayak yüklenme, toplam yüklenme ve toplam yüklenme yüzdeleri miktarlarında, dinamik pedobarografik değerlendirme sonucunda ise total yüklenme, maksimum basınç ve arka ayak yüzey alanı parametrelerinde değişim olduğu, ayak kısaltma egzersizi sonrası ise bireylerin dinamik pedobarografik değerlendirme sonucunda total yüklenme miktarının değiştiği gözlenmiştir.

Bu çalışmaya üniversite dönemindeki 91 sağlıklı birey dahil edilmiştir. Literatüre bakıldığında çalışmaya dahil edilen katılımcı sayısı diğer çalışmalardan fazladır. Lynn ve ark. tarafından yapılan, havlula toplama ve ayak kısaltma egzersizinin denge üzerine olan etkilerinin kıyaslandığı çalışmaya 24 (31), Mulligan ve ark. tarafından yapılan ayak kısaltma egzersizlerinin ayağın morfolojisi üzerine olan etkilerinin değerlendirildiği çalışmaya ise 21 sağlıklı birey dahil edilmiştir (7).

Bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ ve ayak numaralarının kaydedildiği demografik veri sonuçlarının gruplar arasında farklı olmadığı görülmüştür. Yaş, boy, vücut ağırlığı ve VKİ'nin naviküler düşme miktarı ve ayak morfolojisi üzerine etkisinin olduğu bilinmekle beraber Selçuk ve ark. yapmış oldukları çalışmada VKİ'nin denge üzerine etkisinin olduğunu, artan VKİ'nin dengeyi olumsuz etkilediğini göstermişlerdir (27, 34-36). Ayrıca literatürde naviküler düşme mesafesinin ayak uzunluğundan etkilendiği görüşü hakimdir (14). Bu sebeple çalışmaya katılan bireylerin ayak numaraları kaydedilmiş, gruplar arası ayak numaraları açısından fark olmadığı görülmüştür. Bizim çalışmamızda egzersiz öncesi VKİ değerlerinin ve diğer demografik verilerin gruplar arası farklı olamamasının çalışmanın sonuçlarının objektifliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bireylerin MLA fleksibiliteleri naviküler düşme testi ile değerlendirilmiştir. Naviküler düşme testi arka ayak pronasyonu ve MLA'nın fleksibilitesini belirlemede uygulama kolaylığı ve geçerli bir yöntem olmasıyla klinikte sıklıkla kullanılan bir yöntemdir (28, 31, 34). Tedavi öncesi yapılan değerlendirmelerde bireylerin naviküler düşme miktarları, ayak büyüklüğünün naviküler düşme miktarına oranı kaydedilmiş ve bu değerler açısından gruplar arası anlamlı fark bulunmamıştır. İntirinsik ayak kaslarının disfonksiyonun naviküler düşme miktarını arttırdığı bilinmektedir (5, 8).

Mulligan ve ark. yaptıkları çalışmada naviküler düşme miktarı yüksek olan bireylerde uygulanan ayak kısaltma egzersizinin naviküler düşme miktarını azaltmada daha etkili olduğunu (7), Selçuk ve ark. yapmış oldukları çalışmada artan naviküler düşme miktarının özellikle posteromedial ve posterolateral denge üzerine olumsuz etkileri olduğunu göstermişlerdir (36).

Naviküler düşme miktarının egzersizin etkinliğine ve denge parametreleri üzerine etkisinin olduğu bilindiği için tedavi öncesi naviküler düşme miktarı açısından gruplar arası anlamlı bir fark bulunmamasının çalışma sonucunun objektifliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Naviküler düşme miktarının ayak büyüklüğünden etkilendiği görüşü hakimdir. Bu çalışmada ayak uzunluğunun naviküler düşme miktarına bölünmesiyle, bu iki parametrenin oranı elde edilmiş ve egzersiz öncesi bu değer de gruplar arası farklı olmadığı görülmüştür.

İntrinsik ayak kaslarının, ayağın transvers arkının da stabilizasyonu ve dinamik fonksiyonu üzerine etkisinin olduğu söylenmektedir (2). Bu yüzden çalışmada metatarsal arkın durumunu ve yüklenmeye karşı cevabını değerlendirmek amaçlı metatarsal genişlik ölçüldü, 1. metatars hizasındaki ayağın en mediali ve en laterali arasındaki mesafe kaydedildi (29). Tedavi öncesi metatarsal genişlikler için gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı görüldü.

Bireylerin statik ve dinamik dengeleri SportKAT® cihazı kullanılarak değerlendirildi. SportKAT® cihazının statik ve dinamik denge testleri için sağlıklı bireylerde ve test gruplarında güvenilir bir denge değerlendirme yöntemi olduğu gösterilmiştir (25, 37, 38). Bu çalışmada dinamik nondominat denge skoru ve statik çift ayak denge skoru hariç egzersiz öncesi denge skorlarının da gruplar arasında farklı olmadığı, denge yetisi yönünden egzersiz gruplarının benzer olduğu görüldü.

Egzersiz öncesi kaydedilen statik pedobarografi sonuçlarında grupların pedobarografik parametreler açısından benzer olduğu görüldü. Dinamik pedobarografik değerlendirmede ise sadece arka ayak temas alanı gruplar arasında farklı bulunmuştur.

Egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası naviküler düşme miktarları karşılaştırıldığında ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizi grupları için naviküler düşme miktarlarında azalma olduğu, tedavi öncesi ve sonrası değerler arasında oluşan farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. Dominant ayak için Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'nda naviküler düşme miktarı 1.28 (0.92) mm. azalırken Havlu Toplama Egzersizi Grubu'nda 0.71 (0.75) mm. azalmıştır. Bu iki grup için naviküler düşme miktarlarıdaki azalma karşılaştırıldığında gruplar arası fark olduğu, ayak kısaltma egzersizinin, havlu toplama egzersizine göre dominant ayak için naviküler düşme miktarına daha çok etki ettiği görülmüştür. Her iki egzersiz grubu için de dominant olmayan ayağa ait naviküler düşme miktarları azalmış, fakat azalma miktarları için gruplar arası anlamlı istatistiksel fark bulunamamıştır.

Kontrol grubu içinse her iki ayağa ait naviküler düşme miktarlarının ilk ve ikinci ölçüm değerleri arasında anlamlı bir fark yoktur.

Mulligan ve ark. ise yapmış oldukları çalışmada 4 haftalık ayak kısaltma egzersizi programı sonunda naviküler düşme miktarının 12.75 ± 6.0 mm'den 10.9 ± 5.5 mm'ye azaldığını göstermişlerdir (7). Lynn ve arkadaşlarının ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin etkinliklerini karşılaştırdıkları çalışmada ise dominant olan ve olmayan ayak için de naviküler düşme miktarındaki değişim farklı egzersiz grupları arasında da farklı bulunmamıştır (31). Literatürde bu konuyla ilgili sonuçlar tartışmalı olsa da bizim sonuçlarımız Mulligan ve ark. tarafından yapılan çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası metatarsal genişleme miktarları grup içi karşılaştırıldığında her iki ayak için de anlamlı bir fark bulunamadı. Her iki egzersizin de metatarsal genişleme miktarı üzerine etki etmediği görüldü.

Gooding ve ark. yapmış oldukları çalışmada intrinsik ayak kaslarının eğitimine yönelik 4 farklı egzersizin intrinsik ayak kasları üzerine olan etkilerini manyetik rezonans kullanarak görüntülemişler, ayak kısaltma egzersizi için özellikle abduktor digiti minimi, abduktor hallusis ve fleksor digitorum kaslarının egzersiz sırasında aktivasyonunun en fazla olduğunu göstermişlerdir (11). Bu 3 kas MLA boyunca longitudinal uzanan kaslardır ve ayak kısaltma egzersizi sırasında bu 3, longitudinal uzanan kasların, transvers uzanan intrinsik ayak kaslarından daha fazla aktive olduklarını göstermişlerdir.

Çalışmamızda MLA'nın esnekliğini gösteren naviküler düşme mesafesinde azalma olurken, transvers arkın durumunu değerlendirdiğimiz metatarsal genişleme miktarında herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Bunun nedeninin de Gooding ve ark. yaptıkları çalışmada (11) gösterdikleri gibi ayak kısaltma egzersizinin MLA'nın desteklenmesinde çok önemli yeri olan ve MLA boyunca longitudinal uzanan 3 kasın aktivasyonunun artması sonucu oluşmuş olabileceğini düşünmekteyiz

Dengenin sağlanabilmesi için bir çok sistemin birlikte çalışması gerekmektedir ve böylelikle görsel, vestibüler, somatosensoriyel girişler işlenerek bir nöromuskuler aktivite açığa çıkar. Ayak çekirdek sistemi de statik duruş ve aktivite sırasında aktif, pasif ve nöral alt sistem elemanlarıyla birlikte ayağın stabilitesini sağlayarak dengenin korunmasına katkı vermektedir. Ayak çekirdek sistemini geliştirmeyi hedefleyen ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerin etkinliğini görebilmek adına bu çalışmada denge değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca intrinsik ayak kaslarının kuvvetini değerlendirebilmek için altın standart bir değerlendirme yöntemi bulunmamakla birlikte, dolaylı yollardan intrinsik kasların fonksiyonu ve kuvveti değerlendirilebilmektedir, denge değerlendirmesi bu yöntemlerden biridir (5, 7).

Literatürde intrinsik ayaklarına yapılan uygulamaların sonuçlarının denge üzerine olan etkilerini değerlendirmek için yıldız diagram denge testi gibi uzanma aktivitesi içeren denge testleri kullanılmıştır (7, 31). Fakat bu çalışmaların sonuçları birbirleriyle örtüşmemektedir (7). Bu yüzden bu çalışmada denge parametresinin değerlendirilmesinde daha objektif, geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış bir denge değerlendirme yöntemi olan SportKAT® denge cihazı (25) tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda her iki alt ekstremité için de grup içi statik ve dinamik denge skorlarının egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası değerleri karşılaştırıldığında ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizi gruplarında denge parametlerinde gelişme görülmüştür. Kontrol grubunda ise denge parametlerinde bir değişime rastlanmamıştır.

Her iki egzersiz grubu için egzersizlerin tek ayak üzerine iletilmesi ve egzersizlerin önce hafif destek alınarak sonra desteksiz bir şekilde yapılması, dengeyle ilgili parametrelerin gelişmesini sağlamış olabilir. Böylelikle her iki egzersizin de denge yetisinin iyileştirilmesine yönelik kullanılabileceği düşünülürken, bu iki egzersizin de, dominant ayak denge skoru hariç tüm denge parametlerine benzer miktarlarda etki ettiği, fakat statik dominant ayak denge skorunun ayak kısaltma egzersizi grubundaki iyileşme miktarının daha fazla olduğu görülmüştür. İntrinsik ayak kaslarının özellikle tek ayak üzerinde dengede durmada aktivasyonun arttığı bilinmektedir (39). Bu çalışmada yapılan ayak kısaltma egzersizinin intrinsik ayak kaslarına ve ayak çekirdek sisteminin nöral alt sistemine de etki ederek propriosepsiyon duygusunu dolayısıyla tek ayak üzerinde dengede durma yetisini havlu toplama egzersizine göre daha fazla geliştirmiş olabileceği düşünülmektedir.

Mulligan ve ark. ayak kısaltma egzersizinin ark morfolojisi ve dinamik fonksiyonuna etkilerini araştırdıkları çalışmada dengeyi, yıldız diagram denge testi ile değerlendirmiş, anterior yön hariç, anteromedial, medial, posteromedial, posterior uzanma mesafelerinde anlamlı artış elde etmiştir. Asemptomatik popülasyonda uygulanan ayak kısaltma egzersizinin statik ve dinamik denge ve uzanma yeteneğini geliştirdiğini belirtmişlerdir (7).

Kim ve ark.'nın ayak kısaltma egzersizleri ve ark destekli tabanık kullanımının fleksible düz taban hastalarında dinamik denge üzerine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmada dinamik denge Y denge testi ile değerlendirilmiş, her iki grupta da anterior, posteromedial ve posterolateral uzanmalarda anlamlı artışlar görülürken, ayak kısaltma egzersizinin daha etkin olduğu gösterilmiştir (40).

Lynn ve ark. tarafından yapılan, ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizinin etkinliğinin karşılaştırıldığı çalışmada statik denge değerlerinde iyileşme görülmezken her iki grup için de dinamik denge skorlarında iyileşme görülmüştür (31).

Literatürde ayak kısaltma egzersizinin denge üzerine etkinliğini araştıran kısıtlı çalışma mevcuttur ve bu çalışmaların sonuçları da farklılık göstermektedir. Farklı denge değerlendirme yöntemlerini kullandıkları için çalışmaları kıyaslamak oldukça zor olsa da yapılan egzersizin dinamik ve statik denge üzerine etkinliği bakımından bizim çalışmamız da Kim ve ark., Mulligan ve ark.'nın yaptıkları çalışmaları destekler niteliktedir.

Ayaklar, lokomasyon sırasında ortam ile etkileşimin primer yüzeyini oluşturmaktadırlar. Bu nedenle, yaralanmaların önlenmesi, risk yönetimi ve genel iyilik hali için ayağa ait patolojilerin erken bir aşamada teşhis edilmesi önemlidir. Ayağa ait patolojilerin tanısı için teknolojinin gelişmesiyle beraber pedobarografik değerlendirme cihazlarında da ilerleme sağlanmıştır (41). Fakat yürüyüşteki basınç analizleriyle patolojiyi belirlemek konusunda henüz bir fikir birliği bulunmamaktadır. Patolojiyi değerlendirmek, asimetriyi ölçmek için standart bir yöntem ihtiyacı vardır (42).

Bu çalışmada pedobarografik değerlendirmeler Diagnostic Support Baropodometer® cihazıyla statik ve dinamik pozisyonlarda yapılmıştır. Statik değerlendirmede dominant ayağa ait global temas alanı, CoF, maksimum basınç, ön ve arka ayağa ait temas alanı, yüklenme ve ağırlık oranları, toplam temas alanı, temas alanı yüzdelik, yüklenme, yüklenme yüzdelik değerleri ve ayak eksen açısı kaydedilirken, dinamik değerlendirmede ise yine dominant ayağa ait temas alanı, yüklenme miktarı, maksimum basınç, ayak eksen açısı, ön ve arka ayağa ait temas alanı ve yüklenme değerleri kaydedilmiştir. Yapılan çalışmalarda sağlıklı olgularda yapılan pedobarografik analizlerde dominant ve nondominant alt ekstremite için pedobarografik değerlerin farklı olmadığı gösterilmiş (43), çalışmamızda sadece dominant ayağa ait pedobarografik değerlere yer verilmiştir.

Egzersizler sonrası yapılan statik pedobarografik değerlendirmede havlu toplama egzersizi sonrası bireylerin arka ayak yüklenme, toplam yüklenme, toplam yüklenme yüzdelik miktarlarında artış olduğu görülmüştür. Havlu Toplama Egzersizi Grubu'ndaki arka ayak yüklenme miktarındaki artışın, bireyin egzersizi yaparken, ayak parmaklarını fleksiyona getirmesi, böylece tüm ağırlığını topuğa aktarmak zorunda kalması nedeniyle olabileceği düşünülmüştür.

Egzersiz sonrası dinamik pedobarografik değerlendirmede Ayak Kısaltma Egzersizi Grubu'nda total yüklenme skoru artarken, Havlu Toplama Egzersizi Grubu'nda ise total yüklenme, arka ayak temas alanı skorları artmış, maksimum basınç miktarı azalmıştır.

Egzersiz sonrası yapılan değerlendirmede statik pedobarografik parametlerdeki değişimlerin ve dinamik pedobarografik parametlerden de maksimum basınç parametresindeki değişim hariç tüm parametrelerdeki değişimin Ayak Kısaltma ve Havlu Toplama Egzersizi Grupları için benzer olduğu, dinamik pedobarografik değerlendirme sonucunda havlu toplama egzersizinin maksimum basınç parametresinin azalması üzerine daha etkili olduğu görülmüştür.

Pedobarografik parametrelerdeki bu değişimleri yorumlamak, literatürde bu konu hakkında kısıtlı çalışma olduğu için oldukça zordur. Fakat yapılan egzersizlerin ayağın pedobarografik parametrelerine etki ettiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlar bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerektiğini göstermiştir.

Literatürde genellikle ayağa ait patolojilerde ortaya çıkan taban basınç farklılıklarını göstermek için pedobarografik değerlendirmeler kullanılmış, bu patolojilerin tedavisinde kullanılan egzersiz eğitimlerinin etkinliğinin değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayak kısaltma egzersizinin etkinliğini araştıran çalışmalarda ise gelecek çalışmalar için pedobarografi yönteminin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (7). Bu yüzden çalışmamızın objektif değerlendirme yöntemlerini de içermesi nedeniyle literatüre önemli katkı yapacağı düşünülmektedir.

Literatürde bulunan ayak kısaltma egzersizinin etkinliğini araştıran çalışmalarda egzersizler bir fizyoterapist tarafından supervize edilmemiş, telefonla katılımcılar aranıp egzersizleri kontrol edilmiştir. Fakat bu çalışmada egzersizler fizyoterapist gözetiminde yapılmıştır. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizleri zor anlaşılan ve yapımı zor olan egzersizler olduğu için fizyoterapist gözetiminde yapılması uygun görülmüştür. Her iki egzersiz grubu için de egzersizi yaparken ayaklarını subtalar nötral pozisyonda tutmaları istenmiştir. Fakat bu egzersizlerin etkinliğinin araştırıldığı diğer çalışmaların yöntemlerinde özellikle havlu toplama egzersizi için uygulama yönteminden bahsedilmemiştir.

Egzersiz protokolü, haftanın 5 günü günde 30 tekrar ve 4 hafta boyunca olacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulanan egzersiz programı literatürde bulunan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda 3 ve 6 haftalık egzersiz eğitiminin naviküler düşme miktarı ve denge parametreleri üzerine olan etkileri arasında fark olmadığı gösterilmiştir (7).

Çalışmamızda bir yüksek lisans tez çalışması olduğu, kısıtlı süre içerisinde tamamlanması gerektiği ve aynı zamanda yapılan çalışmalarda 3. hafta ve 6. hafta egzersiz sonuçları arasında fark olmadığı gösterildiği için egzersiz programı 4 hafta sürdürülmüştür.

Limitasyonlar

- Çalışmaya dahil edilen olguların; artmış ayak pronasyonlu, naviküler yükseklikleri azalmış, pes planuslu olgular olması uygulanan egzersizlerin daha etkili sonuçlar ortaya koymasını sağlayabilirdi.
- Uygulanan egzersizlerin etki prensibi farklı kassal aktivitelere yönelik olduğundan egzersiz sonrası değişimlerin diagnostik ultrasonografi ile görüntülenmesi çalışmanın gücünü arttırabilirdi.
- Çalışma sağlıklı popülasyon üzerinde yapılmıştır. Egzersizin etkilerini daha iyi anlayabilmek adına ileriki çalışmalar farklı ayak patolojilerine sahip bireyler üzerinde yapılmalıdır.
- Çalışmaya katılan öğrenciler fizyoterapi bölümü öğrencileri oldukları için, daha önce egzersizi tecrübe etmeseler dahi öğrenmeleri çok kolay olmuş, egzersizi doğru paterninde yapabilmişlerdir. Fakat öğrenmesi ve gerçekleştirilmesi zor olan bu egzersizlerin etkinliklerinin farklı eğitim düzeyine sahip daha fazla katılımcı üzerinde değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.
- Bu çalışmadaki değerlendirme ve egzersiz eğitimi aynı fizyoterapist tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu sebeple çalışma kör değildir.
- Bu çalışma yüksek lisans tez çalışması olduğu için kısıtlı bir süre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu yüzden egzersiz sonrası bireylerin uzun dönem takipleri yapılamamış, egzersiz etkinliğinin değerlendirilen parametreler üzerindeki etkisinin ne kadar devam ettiği, geri dönüşün ne zaman başladığı değerlendirilememiştir. Gelecek çalışmaların egzersiz etkinliğini ve geri dönüşü değerlendirebilmek için farklı egzersiz eğitim sürelerinde ve uzun dönem takipleriyle oluşturulmaları gerektiği düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerine olan etkilerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

Hipotez 1: Ayak kısaltma egzersizleri ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerinde etkilidir.

Hipotez 2: Havlu toplama egzersizleri ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerinde etkilidir.

Hipotez 3: Ayak kısaltma egzersizleri ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametreleri ve denge üzerindeki etkileri arasında fark yoktur.

Hipotez 4: Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizleri naviküler düşme üzerine etkilidir.

Çalışma sonuçları bu hipotezlere göre yorumlandığında şu sonuçlara varılmaktadır:

1. Ayak kısaltma egzersizleri ayağın bazı pedobarografik parametreleri ve hem statik hem de dinamik denge üzerinde etkilidir. Bu sonuç hipotez 1'i kısmen doğrulamaktadır.
2. Havlu toplama egzersizleri ayağın bazı pedobarografik parametreleri ve hem statik hem de dinamik denge üzerinde etkilidir. Bu sonuç hipotez 2'i kısmen doğrulamaktadır.
3. Ayak kısaltma egzersizleri ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın bazı pedobarografik parametreleri ve dominant ekstremite statik tek ayak denge üzerine olan etkileri arasında anlamlı fark vardır. Bu sonuç hipotez 3'ü doğrulamamaktadır.
4. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizleri naviküler düşme üzerine etkilidir. Bu sonuç hipotez 4'ü doğrulamaktadır.
5. Bu çalışma sonucunda ayak kısaltma egzersizi naviküler düşme miktarını azaltmış, denge parametrelerini geliştirmiştir. Bu sebeple ayak kısaltma egzersizi ayağa ait patolojilerin tedavisinde kullanılabilecek etkin bir egzersizdir.

6. Çalışmanın sonucunda havlu toplama egzersizinin ayağın bazı pedobarografik değerlerini, naviküler düşme miktarı ve denge skorunu olumlu etkilediği görülmüştür. Bu sonuçlar doğrultusunda fizyoterapist gözetiminde yapılan havlu toplama egzersizi doğru yapıldığı takdirde ayağa ait patolojilerin tedavisinde kullanılabilir bir egzersizdir. Fakat özellikle arka ayaktaki basınç ve yüklenme miktarını arttırmış olması, arka ayaktaki aşırı yük artışının semptomlarının artmasına sebep olduğu patolojilerde kullanılırken dikkatli olunması gerektiği düşünülmektedir.
7. Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin fizyoterapist gözetiminde doğru yapıldığı takdirde naviküler düşme miktarını azaltıkları ve denge parametrelerini geliştirdikleri görülmüş fakat ayak kısaltma egzersizinin etkinliğinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Bu sebeple ayak çekirdek sisteminin gelişmesinde kullanılan ayak kısaltma egzersizi kliniklerde fizyoterapistler tarafından kullanılabilir etkili bir egzersizdir.

KAYNAKLAR

1. Mckeon PO, Fouchet F. Freeing The Foot: Integrating The Foot Core System Into Rehabilitation for Lower Extremity Injuries. *Clinics in Sports Medicine*. 2015;34(2):347-61
2. Mckeon PO, Hertel J, Bramble D, Davis I. The Foot Core System: A New Paradigm for Understanding Intrinsic Foot Muscle Function. *Br J Sports Med*. 2015;49(5):290.
3. Easley ME, Trnka H-J. Current Concepts Review: Hallux Valgus Part 1: Pathomechanics, Clinical Assessment, and Nonoperative Management. *Foot & Ankle International*. 2007;28(5):654-9
4. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M. Intrinsic Pedal Musculature Support of The Medial Longitudinal Arch: An Electromyography Study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2003;42(6):327-33
5. Jam B. Evaluation and Retraining of The Intrinsic Foot Muscles for Pain Syndromes Related to Abnormal Control of Pronation. *Advanced Physical Therapy Education Institute*. 2006.
6. Jung D-Y, Kim M-H, Koh E-K, Kwon O-Y, Cynn H-S, Lee W-H. A Comparison in The Muscle Activity of The Abductor Hallucis and The Medial Longitudinal Arch Angle During Toe Curl and Short Foot Exercises. *Physical Therapy in Sport*. 2011;12(1):30-5
7. Mulligan EP, Cook PG. Effect Of Plantar Intrinsic Muscle Training on Medial Longitudinal Arch Morphology and Dynamic Function. *Manual Therapy*. 2013;18(5):425-30
8. Okamura K, Kanai S, Oki S, Tanaka S, Hirata N, Sakamura Y, Et Al. Does The Weakening of Intrinsic Foot Muscles Cause The Decrease of Medial Longitudinal Arch Height? *Journal of Physical Therapy Science*. 2017;29(6):1001-5
9. Pohl MB, Hamill J, Davis IS. Biomechanical And Anatomic Factors Associated With a History of Plantar Fasciitis in Female Runners. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2009;19(5):372-6

10. Tome J, Nawoczenski DA, Flemister A, Houck J. Comparison of Foot Kinematics Between Subjects With Posterior Tibialis Tendon Dysfunction and Healthy Controls. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36(9):635-44
11. Gooding TM, Feger MA, Hart JM, Hertel J. Intrinsic Foot Muscle Activation During Specific Exercises: A T2 Time Magnetic Resonance Imaging Study. *Journal of Athletic Training*. 2016;51(8):644-50
12. Handa S, Horiuchi K, Aoki K. A Study On The Measurement of Toes Grasping Strength And Effect of Standing Postural Control. *The Japanese Journal of Ergonomics*. 2004;40(3):139-47
13. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Gray's Anatomy for Students*. Philadelphia: Churchill Livingstone. Elsevier; 2010.
14. Bek N. *Ayak Bileği Ve Ayak Problemleri*. 1 Ed. Bek N, Editor. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2018 2018.
15. Levangie PK, Norkin CC. *Joint Structure And Function: A Comprehensive Analysis*: FA Davis; 2011.
16. Muscolino JE. *Kinesiology-E-Book: The Skeletal System and Muscle Function*: Elsevier Health Sciences; 2014.
17. Jastifer JR, Gustafson PA. The Subtalar Joint: Biomechanics And Functional Representations In The Literature. *The Foot*. 2014;24(4):203-9
18. Şimşek E. *Alt Ekstremitte Yaralanmalarında Rehabilitasyon*. 1 Ed. Ankara: Hipokrat Kitabevi; 2017 2017.
19. Chen Y-X, Yu G-R, Mei J, Zhou J-Q, Wang W. Assessment of Subtalar Joint Neutral Position: A Cadaveric Study. *Chinese Medical Journal-Beijing-English Edition*-. 2008;121(8):735
20. Oatis CA, Beattie PF. *Kinesiology: The Mechanics & Pathomechanics of Human Movement*, 2004. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.2.
21. Panjabi MM. The Stabilizing System of The Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement. *Journal of Spinal Disorders*. 1992;5:383
22. Headlee DL, Leonard JL, Hart JM, Ingersoll CD, Hertel J. Fatigue of The Plantar Intrinsic Foot Muscles Increases Navicular Drop. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2008;18(3):420-5

23. Hijmans JM, Geertzen JHB, Dijkstra PU, Postema K. A Systematic Review of The Effects of Shoes and Other Ankle or Foot Appliances on Balance in Older People and People With Peripheral Nervous System Disorders. *Gait & Posture*. 2007;25(2):316-23
24. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and Ankle Characteristics Associated With Impaired Balance And Functional Ability In Older People. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2005;60(12):1546-52
25. Hansen MS, Dieckmann B, Jensen K, Jakobsen BW. The Reliability of Balance Tests Performed on The Kinesthetic Ability Trainer (KAT 2000). *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2000;8(3):180-5
26. WHO EC. Appropriate Body-Mass Index for Asian Populations and Its Implications for Policy and Intervention Strategies. *Lancet* (London, England). 2004;363(9403):157
27. Tenenbaum S, Hershkovich O, Gordon B, Bruck N, Thein R, Derazne E, Et Al. Flexible Pes Planus in Adolescents: Body Mass Index, Body Height, and Gender— an Epidemiological Study. *Foot & Ankle International*. 2013;34(6):811-707.
28. Brody DM. Techniques In The Evaluation and Treatment of The Injured Runner. *The Orthopedic Clinics of North America*. 1982;13(3):541-58
29. Tenenbaum SA, Herman A, Bruck N, Bariteau JT, Thein R, Coifman O. Foot Width Changes Following Hallux Valgus Surgery. *Foot & Ankle International*. 2018;1071100718783458
30. Karakaya Mgr, Rutbil H, Akpınar E, Yildirim A, Karakaya İci. Effect of Ankle Proprioceptive Training on Static Body Balance. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(10):3299-302
31. Lynn SK, Padilla RA, Tsang KKW. Differences in Static-and Dynamic-Balance Task Performance After 4 Weeks of Intrinsic-Foot-Muscle Training: The Short-Foot Exercise Versus The Towel-Curl Exercise. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2012;21(4):327-33

32. Chung KA, Lee E, Lee S. The Effect Of Intrinsic Foot Muscle Training On Medial Longitudinal Arch And Ankle Stability In Patients With Chronic Ankle Sprain Accompanied By Foot Pronation. *Physical Therapy Rehabilitation Science*. 2016;5(2):78-83
33. Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady DG, Goldfarb NM. *Designing Clinical Research*. 2014.
34. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of Flexible Flat Foot In Adults: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical And Diagnostic Research: JCDR*. 2017;11(6):AC17.
35. Shibuya N, Kitterman RT, Lafontaine J, Jupiter DC. Demographic, Physical, And Radiographic Factors Associated With Functional Flatfoot Deformity. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2014;53(2):168-72
36. Selçuk H, Aydın NS, Keklicek H. P 047-The Interaction of Foot Biomechanics and Body Mass Index With Single Leg Stance Dynamic Balance in Healthy Young. *Gait & Posture* 2018.
37. Kibar S, Yardimci F, Evcik D, Ay S, Alhan A, Manço M, Et Al. Can a Pilates Exercise Program Be Effective on Balance, Flexibility and Muscle Endurance? A Randomized Controlled Trial. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2016;56(10):1139-46
38. Karasel S, Akpınar B, Gülbahar S, Baydar M, El O, Pinar H, Et Al. Clinical and Functional Outcomes and Proprioception After a Modified Accelerated Rehabilitation Program Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010;44(3):220-8.
39. Travell JG, Simons DG. *Myofascial Pain And Dysfunction: The Trigger Point Manual, Vol 2*, Baltimore, 1992. Williams & Wilkins.
40. Kim E-K, Kim JS. The Effects Of Short Foot Exercises and Arch Support Insoles on Improvement in The Medial Longitudinal Arch and Dynamic Balance of Flexible Flatfoot Patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(11):3136-9
41. Abdul Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y. Foot Plantar Pressure Measurement System: A Review. *Sensors*. 2012;12(7):9884-912.
42. Wafai L, Zayegh A, Woulfe J, Aziz SM, Begg R. Identification of Foot Pathologies Based on Plantar Pressure Asymmetry. *Sensors*. 2015;15(8):20392-408.

43. Tuna H, Yildiz M, Celtik C, Kokino S. Static and Dynamic Plantar Pressure Measurements in Adolescents. *Acta Orthopaedica Et Traumatologica Turcica*. 2004;38(3):200-5



Ek 1. Etik kurul onayı

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ
İNSAN ARAŞTIRMALARI ETİK KURUL KARARI

Protokol No : 170054	Karar No : 36
Araştırma Yürütücüsü	Fizyoterapist MERVE SEVİK-71
Kurumu / Birimi	MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ / FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON
Araştırmanın Başlığı	Ayak Kısıltma ve Havlu Toplama Egzersizlerinin Ayağın Pedobarografik Parametreleri ve Denge Üzerine Olan Etkilerinin Karşılaştırılması.
Başvuru Formunun Etik Kurula Geldiği Tarih	03.11.2017
Başvuru Formunun Etik Kurulda İncelendiği Tarih	İlk İnceleme Tarihi : 08.11.2017 1. Düzeltme Tarihi : 26.11.2017
Karar Tarihi	06.12.2017

KARAR : UYGUNDUR

AÇIKLAMA : Araştırmanın uygulanabilirliği konusunda bilimsel araştırmalar etiği açısından bir sakınca yoktur.



Prof. Dr. Banu BAYAR
Başkan



Prof. Dr. Ali AKAR
Üye



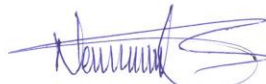
Prof. Dr. Özcan SAYGIN
Üye



Prof. Dr. Umut AVCI
Üye



Prof. Dr. Harun UÇUNCÜ
Üye



Prof. Dr. Nevide DELLAL
Üye



Prof. Dr. Nurgan CENGİZ
Üye

Ek 2. Dekanlık izni



T.C.
MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı: 49323390-604.01.00.00-1097
 Konu: Araştırma Projeleri

12/12/2017

SAYIN: PROF.DR.NAZAN TUĞAY

İlgi:01.11.2017 tarihli Prof.Dr.Nazan TUĞAY yazısı

İlgi dilekçenizde belirtmiş olduğunuz "Ayak kısaltma ve havlu toplama egzersizlerinin ayağın pedobarografik parametleri ve denge üzerine olan etkilerinin karşılaştırılması" konulu tezin Fakültemiz öğrencileri üzerinde yapılması Dekanlığımız tarafından uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.



e-imzalıdır

Prof.Dr. Kılıçhan BAYAR
 Dekan V.

Ek 3. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve Sevik

Doğum Yeri : Fethiye / Muğla

Doğum Yılı : 1994

Medeni Hali : Bekar

EĞİTİM VE AKADEMİK BİLGİLER

Lise **2008-2012** : Fethiye Ömer Özyer Anadolu Öğretmen Lisesi

Lisans **2012-2016** : Dokuz Eylül Üniversitesi / Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
Yüksek Okulu

Yabancı Dil : İngilizce

MESLEKİ BİLGİLER

2018 - : Araştırma Görevlisi – Lokman Hekim Üniversitesi Sağlık Bilimleri
Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü