2023

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ULUSOY

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASEMPTOMATİK ESNEK PES PLANUSLU GENÇ ERİŞKİN BİREYLERDE AYAK KOR EGZERSİZLERİNE İLAVE UYGULANAN MİYOFASYAL GEVŞETMENİN ALT EKSTREMİTE PERFORMANSINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ULUSOY

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2023

T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ASEMPTOMATİK ESNEK PES PLANUSLU GENÇ ERİŞKİN BİREYLERDE AYAK KOR EGZERSİZLERİNE İLAVE UYGULANAN MİYOFASYAL GEVŞETMENİN ALT EKSTREMİTE PERFORMANSINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba ULUSOY

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI

Ankara, 2023

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Asemptomatik Esnek Pes Planuslu Genç Erişkin Bireylerde Ayak Kor Egzersizlerine İlave Uygulanan Miyofasyal Gevşetmenin Alt Ekstremite Performansına Etkisi

Tuğba ULUSOY

Yüksek Lisans Tezi

09.06.2023

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL
İkinci Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Özlem AKKOYUN SERT

Jüri Üyeleri
Doç. Dr. Bahar KÜLÜNKOĞLU
Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL
Dr. Öğr. Üyesi Özlem AKKOYUN SERT
Dr. Öğr. Üyesi Tezel YILDIRIM ŞAHAN
Dr. Öğr. Üyesi Sezen DİNCER

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Prof. Dr. Sena KAPLAN
Enstitü Müdürü
Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim. 09.06.2023

Tuğba ULUSOY

6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen Kahramanmaraş merkezli depremler nedeniyle hayatını kaybedenlere, tüm depremzedelere ve bu süreçte kaybettiğim minik kuşum Şaşkın'a ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başından itibaren her zaman yol gösterici olan, bilgi, ilgi ve deneyimleri ile tezimin ve akademik çalışmalarımın her aşamasında anlayış ve sabırla beni destekleyerek akademik gelişimimi sağlayan saygıdeğer danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ertuğrul DEMİRDEL'e,

Tezimle ilgili görüş, destek ve katkılarından dolayı ikinci danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özlem AKKOYUN SERT'e,

Tezimin değerlendirilmesinde görüş ve katkılarını sunan değerli jüri üyeleri hocalarım Doç. Dr. Bahar KÜLÜNKOĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi Tezel YILDIRIM ŞAHAN'a ve Dr. Öğr. Üyesi Sezen DİNCER'e,

Yüksek lisansımın başından beri her zaman desteğini hissettiğim, bilgi ve tecrübeleri ile katkı sağlayan sayın hocam Doç. Dr. Nezehat Özgül ÜNLÜER'e,

Tez dönemimde anlayışıyla destek olan değerli hocam Doç. Dr. Özlem TAŞOĞLU'na ve çalışma arkadaşlarıma,

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, desteğini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Uzm. Fzt. Hilal ASLAN ve Uzm. Fzt. Sibel YERLİ başta olmak üzere tüm arkadaşlarıma,

Tez çalışmama katılmayı kabul eden değerli Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğrencilerine,

Fotoğraf çekimlerinde yardımcı olan Emine ÖZCAN'a ve Cemal FIRTINA'ya,

Son olarak hayatımın her döneminde yanımda olan, desteğini esirgemeyen, akademik ve mesleki gelişimim için her çabamda beni motive eden canım babam Abdulkadir ULUSOY'a, annem Ayşe ULUSOY'a, abim Veli Can ULUSOY'a ve ablam Tuğçe ULUSOY'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vi**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vii**

TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

2. GENEL BİLGİLER **5**

2.1. Pes Planus 5

2.1.1. Pes Planus Sınıflandırılması 5

2.1.2. Pes Planus Patomekaniği 7

2.1.3. Pes Planus Değerlendirmesi 9

2.1.4. Pes Planus Tedavisi 11

2.2. Ayak Kor Sistemi 14

2.2.1. Pasif Alt Sistem 15

2.2.2. Nöral Alt Sistem 16

2.2.3. Aktif Alt Sistem 17

2.3. Ayak Kor Egzersizleri 19

2.4. Fasya 22

2.4.1. Yüzeysel ve Derin Fasya 23

2.4.2. Miyofasyal Zincirler 25

2.4.3. Fasya Beslenmesi ve İnnervasyonu 26

2.5. Miyofasyal Gevşetme 27

2.5.1. *Self* Miyofasyal Gevşetme 28

2.6. Alt Ekstremite Performansı 30

2.6.1. Denge 31

2.6.2. Esneklik 31

2.6.3. Güç 31
2.6.4. Yürüyüş 32
3. MATERYAL VE YÖNTEM 34
3.1. Bireyler 34
3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri 34
3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri 35
3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri 35
3.2. Yöntem 35
3.3. Değerlendirme Yöntemleri 36
3.3.1. Demografik Bilgiler 36
3.3.2. Pes Planus Değerlendirmesi 36
3.3.3. Pes Planus Esnekliğinin Değerlendirilmesi 37
3.3.4. Denge Değerlendirmesi 37
3.3.5. Esneklik Değerlendirmesi 39
3.3.6. Güç Değerlendirmesi 40
3.3.7. Yürüyüş Değerlendirmesi 41
3.4. Uygulamalar 41
3.4.1. Egzersiz Programı 42
3.4.2. Miyofasyal Gevşetme 46
3.5. İstatistiksel Analiz 50
4. BULGULAR 51
4.1. Demografik Özellikler 53
4.2. Alt Ekstremite Performansı Değerlendirme Sonuçları 54
4.2.1. Denge 54
4.2.2. Esneklik 57
4.2.3. Güç 57
4.2.4. Yürüyüş 58

5. TARTIŞMA 60

5.1. Denge 62

5.2. Esneklik 65

5.3. Güç 67

5.4. Yürüyüş 68

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 73

7. KAYNAKLAR 75

8. EKLER 89

EK-1. Etik Kurul İzni 89

EK-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu 90

EK-3. Değerlendirme Formu 91

EK-4. Egzersiz Broşürü 92

EK-5. Özgeçmiş 94

EK-6. İntihal raporu 95

ÖZET

Asemptomatik Esnek Pes Planuslu Genç Erişkin Bireylerde Ayak Kor Egzersizlerine İlave Uygulanan Miyofasyal Gevşetmenin Alt Ekstremite Performansına Etkisi

Bu çalışmada asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ilave uygulanan *foam roller* ile miyofasyal gevşetmenin alt ekstremite performansının denge, esneklik, güç ve yürüyüş parametrelerine etkilerinin incelenmesi amaçlandı.

Çalışmaya naviküler düşme miktarı 10 milimetre ve üzeri olan, 18-25 yaş aralığında ve çalışmaya katılmak için gönüllü olan 34 birey dahil edildi. Bireyler basit randomizasyon yöntemiyle iki gruba ayrıldı. Gruplardan birine sadece ayak kor egzersizlerini içeren egzersiz programı verilirken diğer gruba ayak kor egzersizlerine ilave olarak *foam roller* ile *self* miyofasyal gevşetme (SMFG) uygulandı. Çalışmamızda alt ekstremite performansı değerlendirmede denge için Y denge testi, esneklik için otur uzan testi, güç için dikey sıçrama testi ve yürüyüş değerlendirmesinde 10 metre yürüme testi kullanıldı.

Bireylerin demografik ve fiziksel özellikleri ile naviküler yükseklik farkının her iki grupta da benzer olduğu görüldü ($p>0.05$). Denge değerlendirmesi sonucunda her iki grupta da gelişme olduğu görülürken ($p<0.05$), egzersiz+SMFG grubunda dinamik denge bileşik uzanma mesafelerinde zamana göre ortaya çıkan değişimin dominant ve nondominant ekstremite için daha fazla olduğu belirlendi (sırasıyla; $p=0.042$ ve $p=0.045$). Esneklik değerlendirmesi sonucunda her iki grupta da gelişme olduğu görüldü (her iki grup için; $p=0.001$). Güç değerlendirmesi sonucunda her iki grupta da gelişme görülmedi ($p>0.05$). Yürüyüş değerlendirmesi sonucunda egzersiz+SMFG ve egzersiz gruplarında gelişme olduğu görüldü (sırasıyla; $p=0.001$ ve $p=0.017$).

Çalışmamızın sonucunda asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizleri ve ilave uygulanan miyofasyal gevşetmenin her iki grupta da denge, esneklik ve yürüyüş parametrelerini geliştirdiği bulundu. Klinikte pes planuslu genç erişkin bireylerin tedavisinde kinetik ve fasyal zincirin bütüncül olarak ele alınması gerektiğini, tedavi programında ayak kor kaslarının kuvvetlendirilmesinin yanında miyofasyal gevşetme uygulamasına da yer verilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Ayak kor egzersizleri, foam roller, miyofasyal gevşetme, pes planus.

ABSTRACT

The Effect of Myofascial Release in Addition to Foot Core Exercises on Lower Extremity Performance in Young Adults with Asymptomatic Flexible Pes Planus

The aim of this study was to investigate the effects of myofascial release with *foam roller* in addition to foot core exercises on balance, flexibility, strength and gait parameters of lower extremity performance in young adults with asymptomatic flexible pes planus.

Thirty-four individuals between 18-25 years with navicular drop of 10 millimeters or more were included in the study. The individuals were divided into two groups by simple randomization method. One of the groups was given an exercise program including only foot core exercises while the other group received *self* myofascial release (SMFR) with *foam roller* in addition to foot core exercises. In our study, Y balance test was used for balance, sit and reach test for flexibility, vertical jump test for power, and 10-meter walk test for gait in the evaluation of lower extremity performance.

Demographic and physical characteristics of the individuals and navicular height difference were similar in both groups ($p>0.05$). As a result of balance assessment, improvement was observed in both groups ($p<0.05$), while the change in dynamic balance composite reach distances in the exercise+SMFR group was higher for dominant and nondominant extremities (respectively; $p=0.042$ and $p=0.045$). As a result of flexibility assessment, improvement was observed in both groups (for both groups; $p=0.001$). Strength assessment showed no improvement in both groups ($p>0.05$). As a result of gait assessment, improvement was observed in exercise+SMFR and exercise groups (respectively; $p=0.001$ and $p=0.017$).

As a result of our study, it was found that myofascial release applied in addition to foot core exercises improved balance, flexibility and gait parameters in both groups in young adults with asymptomatic flexible pes planus. We think that the kinetic and fascial chain should be considered holistically in the treatment of young adults with pes planus in the clinic, and myofascial release should be included in the treatment program in addition to strengthening the foot core muscles.

Keywords: Foot core exercises, foam roller, myofascial release, pes planus.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MLA : Medial Longitudinal Ark

VKİ : Vücut Kütle İndeksi

MRG : Manyetik Rezonans Görüntüleme

MFG : Miyofasyal Gevşetme

SMFG : *Self* Miyofasyal Gevşetme

GTO : Golgi Tendon Organı

EHA : Eklem Hareket Açıklığı

M : Metre

kg : Kilogram

mm : Milimetre

ant : Anterior

pm : Posteromedial

pl : Posterolateral

cm : Santimetre

rpm : Revolutions per Minute

ÇAG : Çeyrekler Arası Genişlik

Min : Minimum

Maks : Maksimum

kg/m^2 : Kilogram/metrekare

d : Etki Büyüklüğü

% : Yüzde

EMG : Elektromiyografik

MCID : Minimum Clinically Important Difference

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Naviküler düşme testi. 9
Şekil 2.2. Jack'in parmak kaldırma testi. 10
Şekil 2.3. Radyolojik değerlendirme. 11
Şekil 2.4. Ayak kor sistemi. 14
Şekil 2.5. Fonksiyonel yarım kubbe 15
Şekil 2.6. Kalkaneus çevresindeki bu iki yapı arasındaki fasyal bağlantı. 16
Şekil 2.7. Ayağın hem longitudinal hem de transvers yönlerine pasif stabilite sağlayan temel plantar bağları. 16
Şekil 2.8. Ekstrinsik ayak kası tendonlarının ayağın plantar yüzeyindeki insersiyoları. 18
Şekil 2.9. İntrinsik ayak kasları, dört plantar tabaka ve dorsal intrinsik kas içindeki anatomik yerleşimleri 19
Şekil 2.10. Kısa ayak egzersizi. 20
Şekil 2.11. Fasya yapısı 23
Şekil 2.12. Yüzeysel ve derin fasya. 24
Şekil 2.13. Miyofasyal hatlar. 26
Şekil 2.14. *Foam roller* çeşitleri. 30
Şekil 3.1. Naviküler düşme testi. 37
Şekil 3.2. Jack'in parmak kaldırma testi. 37
Şekil 3.3. Y denge testi. 39
Şekil 3.4. Otur uzan testi. 40
Şekil 3.5. Dikey sıçrama testi. 40
Şekil 3.6. 10 metre yürüme testi. 41
Şekil 3.7. Kısa ayak egzersizi. 42
Şekil 3.8. Parmak fleksiyon egzersizi. 43
Şekil 3.9. Topuk kaldırma egzersizi. 44
Şekil 3.10. Parmak abdüksiyon egzersizi. 44
Şekil 3.11. Baş parmak ve diğer parmaklar ekstansiyon egzersizi. 45
Şekil 3.12. Öne salınım egzersizi. 45
Şekil 3.13. Geri yürüme egzersizi. 46
Şekil 3.14. Torakolumbal fasya *foam roller* uygulaması. 47
Şekil 3.15. İliotibial bant *foam roller* uygulaması. 48

Şekil 3.16. Hamstringlere *foam roller* uygulaması. 48
Şekil 3.17. Gastro-soleus *foam roller* uygulaması. 49
Şekil 3.18. Peroneallere *foam roller* uygulaması. 49
Şekil 3.19. Plantar fasya *foam roller* uygulaması. 50
Şekil 4.1. Akış şeması 52

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Pes planus sınıflandırılması. 7
Tablo 4.1. Katılımcıların demografik özellikleri. 53
Tablo 4.2. Katılımcıların fiziksel özellikleri. 53
Tablo 4.3. Katılımcıların naviküler yükseklik farkı ölçümleri. 54
Tablo 4.4. Tedavi öncesi ve sonrası denge değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması. 55
Tablo 4.5. Tedavi öncesi ve sonrası esneklik değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması. 57
Tablo 4.6. Tedavi öncesi ve sonrası güç değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması. 58
Tablo 4.7. Tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması. 59

1. GİRİŞ

Pes planus, medial longitudinal ark (MLA) yüksekliğinin azalması sonucu gelişen ve ayak deformiteleri arasında en sık karşılaşılan bozukluktur (1). Genç erişkin bireylerde sıkça görülmekle birlikte, 18-25 yaş arası bireylerdeki görülme sıklığı %11.95'tir (2). Pes planus esnek düztabanlık ve rijit düztabanlık olarak iki alt tipe ayrılabilir. Esnek pes planusta, MLA yüksekliği açık kinetik zincir (ağırlık taşımayan) koşullarında normal iken kapalı kinetik zincir (ağırlık taşıyan) koşullarında azalır veya kaybolur. Rijit pes planusta hem açık hem de kapalı kinetik zincir koşullarında MLA yüksekliği kaybolmuştur (3).

Arka ayak eversiyonu, ön ayak abduksiyonu ve MLA düşüklüğü ile karakterize olan pes planus dinamik aktiviteler sırasında alt ekstremite kinematiğinde değişikliklere neden olur (4). Bu değişiklikler, plantar yük dağılımında değişime, ayak, ayak bileği ve diz eklemlerinde aşırı strese ve kalça ekleminde kompansatuar iç rotasyona neden olabilir (5,6). İlerleyen süreçte halluks valgus, plantar fasiit**,** medial tibial stres sendromu, patellofemoral rahatsızlıklar ve sırt ağrısı gibi farklı kas-iskelet sistemi patolojilerine zemin hazırlayabilir (5,7,8). Pes planus, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, mesleki ortamlardaki verimliliğini ve alt ekstremite performansını etkileyebilir, sporda yaralanma riski oluşturabilir (9). Ek olarak, yürüyüş veya statik duruş sırasında, subtalar eklemin aşırı eversiyonu, ağırlığın mediale kaymasına ve dengenin bozulmasına neden olabilir. Yapılan bir çalışmada dengenin azalmasının, tüm vücudun stabilitesinin bozulmasına ve dolayısıyla uzun süren yürüyüşlerde bireylerin çabuk yorulmasına neden olduğu bildirilmiştir (10). Ayrıca literatürde pes planusun statik ve dinamik dengede, yürüyüş biyomekaniğinde olumsuz değişikliklere neden olabileceğini öne süren araştırmalar bulunmaktadır (11).

Medial longitudinal arkı destekleyen temel bileşenler ayak intrinsik ve ekstrinsik kaslarıyla spring ligament ve plantar fasyadır (8). Tibialis anterior, tibialis posterior ve peroneus longus kaslarını içeren ekstrinsik kaslar, midtarsal eklemi stabilize etmeye yardımcı olur ve duruş fazı sırasında MLA'ya dinamik destek sağlar. Abduktor hallusis, fleksör digitorum brevis ve interosseöz kaslar gibi çeşitli intrinsik ayak kasları, itme sırasında ayak arkını stabilize etmeye yardımcı olur (3). Plantar intrinsik kaslar, tek ayak üzerinde denge sırasında ayağın stabilize edilmesinde işlevsel

bir rol oynar. Nöromüsküler kontrolün plantar intrinsik kaslar üzerindeki etkileri, tarsal ve metatarsal kemikleri stabilize etmek ve ayağın pronasyon miktarını ayarlamak için önemlidir. Bu ince kontrol, MLA'nın statik kontrolüne ek olarak, yürüme döngüsü sırasında topuk vuruşu aşamasından parmak kalkışına kadar dinamik kontrolü için gereklidir. Yürüme döngüsü sırasında intertarsal, tarsometatarsal ve metatarsofalangeal eklemlerde karmaşık hareketler meydana gelir ve burada plantar intrinsik kaslar alt ekstremitelerdeki eklemlere ve yumuşak dokulara iletilen kuvvetlerin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar (12). Yapılan çalışmalar sonucunda pes planuslu bireylerde dengenin, artan postüral tepkilerle birlikte ayak intrinsik kaslarının aktivasyonunu etkilediğini göstermektedir. İntrinsik ayak kasları, esnek pes planusun egzersiz tedavisinde güçlendirilmesi gereken önemli kaslardır. Çalışmalar, ayağın intrinsik kaslarının güçlendirilmesinin ark morfolojisi ve dinamik fonksiyonlar üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir (6). Ayak kor kasları olarak adlandırılan intrinsik ayak kaslarını harekete geçirebilen temel bir egzersiz yöntemi olan kısa ayak egzersizi, pes planus tedavisinin bir parçasıdır. Önceki çalışmalarda, altı haftalık kısa ayak egzersizi uygulamasının, pes planuslu bireylerde ayak arkının yüksekliğini, ayaktaki ağrıyı ve ayağın işlevini iyileştirdiği ve dört haftalık kısa ayak egzersizinin de naviküler düşme mesafesini azalttığı bildirilmiştir (13). Pes planus tedavisinde fizyoterapist tarafından önerilen aktif egzersiz reçetesinin intrinsik ayak kaslarının güçlendirilmesine bağlı olarak gelişmiş ayak arkları nedeniyle pasif desteklere göre ek avantajlara sahip olduğu belirtilmiştir (3).

Arkı destekleyen bir diğer önemli yapı olan plantar fasya, MLA'nın alçalmasına karşı koyan kuvvetin %80'ini oluşturur. Dolayısıyla pes planuslu bireylerde plantar fasya gerilim altındadır (14). Pes planusta tekrarlayan gerilme yaralanmalarının fasyal doku uzunluğunu ve elastikiyetini azalttığı ve fasyal kısıtlamaya neden olduğu düşünülmektedir (15). Bazı çalışmalarda, plantar fasyanın fonksiyonel defisitleri, hamstringlerin kısalması ve ayak bileği eklemindeki kısıtlı hareket açıklığı arasında bağlantı olduğu öne sürülmüştür (16,17). Plantar fasiiti olan kişilerde alt ekstremite arka kaslarında gerginlik ve ayak bileği dorsifleksiyon aralığında azalma görülür (18,19). Triseps surae ve hamstringlerin gerginliği ayak bileği hareket açıklığını azaltabilir. Bu sonuçlar, fasyal sistem içindeki komşu kas yapılarını birbirine bağlayan miyofasyal zincirler aracılığıyla ayak ve vücudun üst segmentleri arasındaki ilişki ile açıklanabilir (20). Fasya anatomisi, biyomekanik,

kuvvet ve yük aktarımı ile ilgili son çalışmalara dayanarak, torasik–lomber–pelvik/kalçadan alt ekstremiteye iletilen gerilimin, plantar fasyaya fasyal katmanlı devamlılık ile fonksiyonel olarak birleştiği öne sürülmüştür (21). Vücudun bir bölümündeki fasyal kısıtlamalar, fasyal devamlılık nedeniyle diğer bölümlerde aşırı gerilime neden olabilir (20,22). Gerilim ve aşırı yüklenme kuvvetleri bu zincirler boyunca aktarılır. Plantar fasya, aşil tendonu, triseps surae, hamstringler, sakrotuberöz ligament, sakrolumbar bölgenin fasyası, erektör spina ve epikraniyal fasyayı da içeren yüzeysel arka hattın bir parçasıdır (23,24). Yapılan bir çalışmada düz bacak kaldırma ile hamstring kasında %100 gerilme ve plantar fasyada %26 gerilme gözlemlenmiş ve bu gerilmelerin alt ekstremite fasyasındaki fasyal gerilim iletimi ile olduğu öne sürülmüştür (25). Bir başka çalışmada kadavralarda torakolumbal fasyanın özellikle biceps femoris kasıyla bağlantısı nedeniyle biceps femoris ve çeşitli kaslara uygulanan traksiyon ile torakolumbal fasyanın posterior tabakasında yer değiştirme gerçekleşmesi gerilim iletimi ile açıklanmıştır (26). Bu durum, fasyal yapıların verimli yük transferlerinin anlaşılmasına temel oluşturan bütünleşik bir sistem olduğunu ortaya koymaktadır (21). *Foam roller* kullanarak plantar fasyaya kendi kendine miyofasyal gevşetme uygulamanın hamstring ve lumbal omurga yüzeysel arka hattı üzerindeki anlık etkisini araştıran çalışmaların sonucu anlık olarak etkili olduğunu göstermiştir (27,28). Bu sonuçlar, esnekliği arttırmak için sadece ilgili vücut bölümüne değil, miyofasyal meridyenin sürekliliği dikkate alınarak vücudun diğer bölümlerine de müdahalelerde bulunulması gerektiğini göstermektedir. Kendi kendine miyofasyal gevşetmenin hamstring esnekliği üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada plantar fasya, gastroknemius, hamstring, torakolumbal fasya ve epikraniyal fasya olmak üzere beş bölgeye *foam roller* ile gevşetme uygulanmıştır ve bu çalışma, yüzeysel arka hattın işlevsel bir yapı olarak kabul edilebileceğini, bileşen segmentlerinden herhangi birine miyofasyal gevşetme uygulamasının hamstring esnekliğini ve ayak bileği dorsifleksiyonunu geliştirdiğini göstermiştir (29). Literatürdeki sağlıklı bireylerde yapılan bu çalışmalar göz önüne alındığında pes planuslu bireylerde oluşan fasyal kısıtlılıkları fasyal zincir bütünlüğü ile ele alan çalışma sayısı azdır. Choi ve ark. esnek pes planuslu katılımcılarda "*Toe-Tap*" egzersizi öncesi peroneus longus kas gevşetmesini *foam roller* ile sağlayarak abduktor hallusis kas aktivitesi ve MLA üzerine etkisini araştırmışlar ve çalışma sonucunda esnek pes planusu olan hastalarda abduktor hallusis aktivitesini arttırmak ve MLA'yı yükseltmek için bir eğitim programı

tasarlanırken peroneus longus kasının miyofasyal gevşetilmesinin dikkate alınması gerektiğini bildirmişlerdir (10).

Literatürde pes planus tedavisinde sıklıkla kullanılan egzersiz tedavisine ek olarak plantar fasya gevşetme egzersizleri ele alınmakta (30) ve tedavide bölgesel uygulamalar yer almaktadır (4,30,31). Ancak kinetik ve fasyal zincirin bütüncül düşünülerek planlanan tedavi programının incelendiği çalışmaya bilgimiz dahilinde rastlanmamıştır. Çalışmamızın amacı genellikle bölgesel tedavi yöntemlerinin kullanıldığı pes planus tedavisinde kinetik ve fasyal zinciri ele alarak bütüncül tedavi yaklaşımının kullanıldığı, ayak kor egzersizlerine ilave olarak plantar fasya ve fasyal süreklilik ile alt ekstremite fasyalarına ve torakolumbal fasyaya kadar iletilen gerilimi miyofasyal gevşetme yöntemleri uygulanması ile bireyin alt ekstremite performansına etkisini incelemektir. Bu araştırma ile pes planuslu bireylere uygulanan ayak kor egzersizlerine ilave miyofasyal gevşetme yönteminin sadece ayak kor egzersizlerine göre yürüyüş, denge, esneklik ve güce etkisi incelendi.

Çalışmanın Hipotezleri;

H_1: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin dengeye etkisi vardır.

H_2: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin esnekliğe etkisi vardır.

H_3: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin güce etkisi vardır.

H_4: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin yürüyüşe etkisi vardır.

H_5: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetme denge, esneklik, güç ve yürüyüşü geliştirmede sadece egzersize göre daha etkilidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Pes Planus

Pes planus, şokları absorbe eden ve dinamik aktiviteler sırasında stabilite sağlayan MLA'nın düşüklüğü ile oluşan yaygın bir ortopedik durumdur (32). Pes planusun toplumda alt ekstremite yaralanmalarının yüksek insidansı ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bunun nedeni, değişen ayak kinetiği veya anormal ayak yapısına bağlı zayıf postüral stabilite olabilir. Pes planus görülme sıklığının genel popülasyonda %25 civarında olduğu; 18-25 yaş grubunda ise bu oranın %11.95 olduğu bildirilmektedir (2,9). Kadınlarda, vücut kütle indeksi (VKİ) daha yüksek olan bireylerde ve ayakları daha büyük olan bireylerde oranın daha yüksek olduğu görülmektedir (9).

Pes planus oluşumu birçok faktöre bağlı olabilir. Doğumsal (konjenital pes planus) veya daha sonra gelişmiş (edinsel pes planus) olabilir. Edinsel pes planus yaş, obezite ve erken çocukluk döneminde ayakkabı giymeme gibi nedensel faktörler ile oluşabilir. Ek olarak, intrinsik ve ekstrinsik ayak kaslarının doğumda veya daha sonraki dönemde uygun olmayan işlevinin nedensel bir faktör olduğu bildirilmiştir. Pes planusun bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, mesleki ortamlardaki verimliliğini, sporda yaralanma riskini ve performansını etkilemesi dolayısıyla yaşam kalitesi üzerinde etkili bir faktör olduğu görülmektedir. Bu nedenle, pes planusun erken tespiti edilmesi ve uygun şekilde yönetilmesi önemlidir (9).

2.1.1. Pes Planus Sınıflandırılması

Pes planus, ark yüksekliği esnekliğine göre esnek ve rijit tip olarak sınıflandırılır (33). Ark yüksekliği kaybı hem ağırlık verilmeyen hem de ağırlık verilen pozisyonlarında gözlemlenebilir olduğunda, rijit pes planus olarak adlandırılır. Aksine, ağırlık verilmeyen pozisyonda normal bir MLA yüksekliği olduğunda ve ağırlık verilen pozisyonda çöktüğünde esnek pes planus olarak tanımlanır (9). Özellikle esnek pes planusla ilgili olan ark kompleksi disfonksiyonu sıklıkla asemptomatik olabilir, ancak alt ekstremitelerin ve lomber omurganın biyomekaniğini değiştirerek ağrı ve yaralanma riskinde artışa neden olabilir (34).

Pes planus oluşumu çok faktörlü olabilir. Doğumdan itibaren mevcut ise konjenital pes planus veya yaşamın ilerleyen dönemlerinde gelişmiş ise edinsel pes planus olarak adlandırılır (9) (Tablo 2.1).

Konjenital Pes Planus

Pes planus doğuştan olabilir. Ark gelişimi yaklaşık 2-8 yaşlarında görülür. Esnek deformite çoğunlukla yaşamın ilk on yılından sonra MLA'nın gelişmesiyle düzelirken, yetişkinliğe kadar normal bir ark geliştiremeyen küçük bir çocuk oranı vardır. Çocuklarda obezite, erken çocukluk döneminde longitudinal arkın çökme eğilimi ile önemli ölçüde ilişkilidir. Çocuklarda görülen pes planus vakalarının çoğu esnektir (34). Rijit pes planus nadir görülse de tarsal koalisyon, aksesuar naviküler kemik, konjenital dikey talus veya konjenital arka ayak patolojisinin diğer formları gibi altta yatan nedenler tanımlanmalıdır (35).

Edinsel Pes Planus

Edinsel pes planus için öne sürülen nedensel faktörler arasında yaş, obezite ve erken çocukluk döneminde ayakkabı giymemek yer almaktadır. Ek olarak, ekstrinsik ve intrinsik ayak kaslarının doğumda veya yaşamın ilerleyen dönemlerinde uygunsuz işlev görmesinin de nedensel bir faktör olduğu bildirilmiştir (9). Edinsel pes planus en sık posterior tibial tendon disfonksiyonuna ikincil olarak ortaya çıkar. Posterior tibial tendonun işlevi, ayağın inversiyon ve plantar fleksiyonunun yanı sıra arkı desteklemektir. Posterior tibial tendon disfonksiyonu en sık diyabet ve obezite gibi komorbiditeleri olan 40 yaş üstü kadınlarda görülür. İleri yaş, obezite, anormal ayak dizilimi, ekin kontraktürü, ligamentöz gevşeklik, travma, sistemik enflamatuar durumlar ve steroid kullanımı gibi çeşitli risk faktörleri söz konusudur (35).

Orta ayak veya arka ayakta naviküler, birinci metatarsal, kalkaneal veya Lisfranc ligament kompleksi ile sonuçlanan travması olan hastalarda pes planus gelişme riski yüksektir (34). Bu kırıkların malunionunda daha sık görülür. Diğer nedenler arasında plantar fasya veya spring ligament gibi yumuşak doku yaralanmaları yer alır. Duyusal nöropatisi olan hastalarda Charcot artropatisi zamanla orta ayakta çökmeye yol açabilir (35).

Down sendromu, Marfan veya Ehlers Danos'a sekonder konjenital ligamentöz laksitesi olan hastalarda pes planus ile görülebilir. Gebeliğe sekonder ligamentöz

laksite de pes planusa neden olabilir, ancak tipik olarak doğum sonrası kendiliğinden düzelir. Artropatisi olan hastalar edinsel pes planus için daha yüksek risk altındadır. Bunlar dejeneratif ya da enflamatuar olabilir. Romatoid artrit veya seronegatif artropatisi olan hastalar, özellikle de kötü kontrol ediliyorsa, pes planus gelişimi açısından daha yüksek risk altındadır (34).

Tablo 2.1. Pes planus sınıflandırılması (35).

Konjenital	**Edinsel**
Esnek pes planus	Posterior tibial tendon disfonksiyon
Rijit pes planus - Tarsal koalisyon - Aksesuar naviküler kemik - Konjenital dikey talus - Konjenital arka ayak patolojisi	Travma sonrası
	Osteoartrit
	İnflamatuar - Romatoid artrit - Seronegatif spondiloartropatiler
	Nöropatik - Diyabetik mellitus - Charcot nöroartropatisi

2.1.2. Pes Planus Patomekaniği

Medial longitudinal arkın herhangi bir bölümünün işlev bozukluğu edinsel pes planus ile sonuçlanabilir. Edinsel pes planus deformitesine katkıda bulunan ana faktörler triseps surae kasında aşırı gerginlik, obezite, posterior tibial tendon disfonksiyonu veya spring ligament, plantar fasya veya diğer destekleyici plantar ligamentlerde ligamentöz gevşekliktir. Ayrıca aşil tendonu veya baldır kaslarının gerginliğinden de kaynaklanabilir. Rijit pes planus nadir görülür. Genellikle çocukluk döneminde gelişir, ancak hayatın herhangi bir noktasında da ortaya çıkabilir. Tarsal koalisyon, aksesuar naviküler kemik, konjenital dikey talus veya diğer konjenital arka ayak patolojilerinden gelişir (34).

Pes planuslu ayakta normal ayaklara kıyasla çeşitli kinetik ve kinematik değişiklikler vardır. Bu patomekanik değişiklikler arasında, arka ayak eversiyonunda, ön ayak abduksiyonunda, tibial iç rotasyonda artış görülürken, subtalar eklem

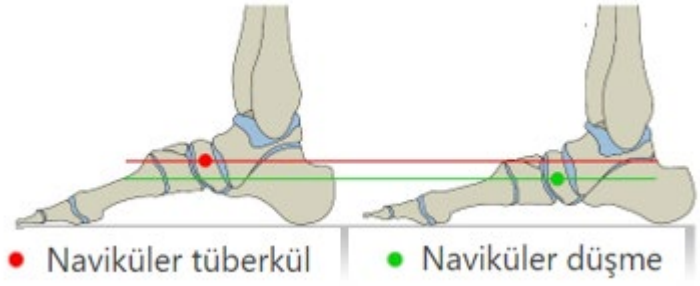
eversiyonu ve parmak ucu kalkış fazı sırasında ön ayağın daha az abduksiyonu belirgindir. Değişen hareket paternleri, normal yürüyüşü ve dengeyi etkilerken yaralanma riskini arttırır. Pes planuslu ayaklarda, tek ayak üzerinde durma sırasında abduktor hallusis, medial gastroknemius, tibialis anterior ve vastus medialisteki kas aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir. Abduktor hallusis kası MLA'nın dinamik bir stabilizatörü olarak işlev gördüğü için, bu kastaki daha düşük aktivite, biyomekanik kapasitede düşüşe ve yaralanmalara neden olan postüral instabiliteye yol açabilir. Ayağın anormal hizalanması, ayak intrinsik kaslarının (abduktor hallusis, fleksör hallusis brevis, fleksör digitorum brevis ve interosseöz kasları) zayıflamasına neden olabileceğinden bu durum kas-iskelet sistemi disfonksiyonuna ve aşırı kullanım yaralanmalarına yol açabilir. Ayrıca pes planuslu ayakların yürüyüş gibi dinamik aktiviteler sırasında, ikinci ve üçüncü metatarsal alanlarında, normal ayaklara kıyasla fazla plantar basınca sahip oldukları bildirilmektedir. Pes planuslu bireylerde, ayakta duruş sırasında değişen plantar basınç dağılımının postüral stabiliteyi olumsuz etkileyerek alt ekstremite yaralanmalarına neden olduğu görülmüştür (9).

Pes planuslu ayakta subtalar eklem eversiyonu zayıf MLA'ya neden olabilir ve bu da normal ayağa göre temas yüzeyinde artışa neden olabilir (36). Temas yüzeyi alanındaki bu artış, postüral stabilite için daha büyük bir destek tabanı olarak düşünülebilse de pes planuslu bireylerin daha zayıf statik ve dinamik denge gösterdiği bildirilmiştir (37). Yapılan çalışmalarda, bunun nedeninin ayağın yapısal ve fonksiyonel değişikliklerinden ve dış kuvvetleri absorbe edememesinden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür (38). Ayrıca, kas iğcikleri üzerinde ek strese neden olan yanlış ayak hizalanmasının ve talokalkaneal eklem eğiliminin, ayaktan gelen proprioseptif geri bildirimin bozulmasına yol açarak zayıf dengeye neden olduğuna inanılmaktadır (37). Ek olarak, düşük MLA'ya bağlı anormal lomber eğrilik nedeniyle değişen basınç merkezi, zayıf dengeye neden olabilir. Dahası, pes planus bacak ve ayak kaslarının daha fazla yorulmasına ve aşırı kullanım nedeniyle kramplara ve ağrıya neden olabilir. Bu ağrı her bireye göre değişir; bazı bireylerde hafif eforla ağrı gelişirken bazı bireylerde ağrı veya başka herhangi bir belirti görülmez (9).

2.1.3. Pes Planus Değerlendirmesi

Pes planus, MLA'nın düzleşmesi ile çoklu statik ve dinamik deformitelere neden olabilir. Oluşan deformiteye göre tedavinin hangi seviyeleri hedeflemesi gerektiğini bilmek için ayak stabilizasyon faktörlerini anlamak önemlidir. Klinik değerlendirme deformiteyi ve deformitenin azaltılabilirliğini belirler. Radyolojik değerlendirme sistematik olarak ağırlık taşırken yapılır. Ultrason veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) gibi değerlendirmeler posterior tibial tendonun durumunu; bilgisayarlı tomografi ise sekonder osteoartritin evrimsel aşamasını veya belirli etiyolojileri belirlemek için kullanılabilir (39).

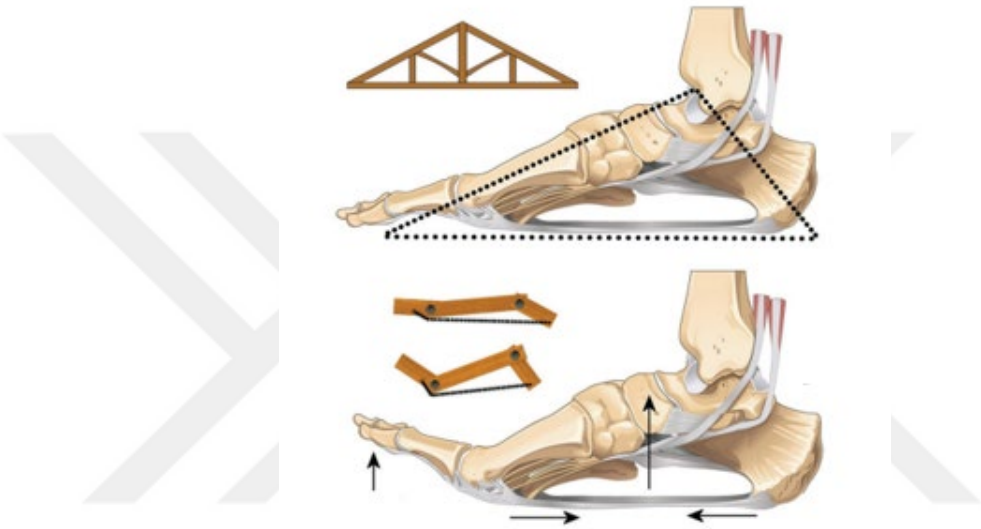
Klinik değerlendirmede pes planusun varlığını ve derecesini belirlemek için kullanılan yöntemlerden biri naviküler düşme testidir. Naviküler düşme testinde bireylerin naviküler tüberkülü işaretlenir ve zemin ile tüberkül arasındaki mesafe oturma pozisyonu (ağırlıksız destek pozisyonu) ile ayakta durma pozisyonlarında (ağırlık destek pozisyonu) ölçülür. Naviküler yükseklik farkı 6-9 mm arası ise normal MLA, 10 mm ve üzeri ise, pes planus olarak değerlendirilir (Şekil 2.1) (13,40).



Şekil 2.1. Naviküler düşme testi (41).

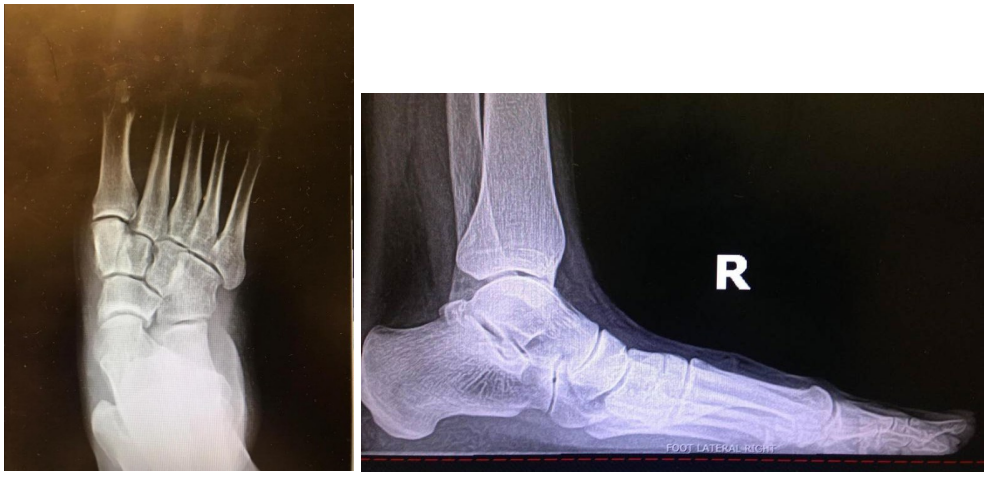
Klinik değerlendirmede esnek veya rijit pes planus ayrımının yapılması için fleksibilitenin değerlendirildiği geçerli bir yöntem olan Jack'in Parmak Kaldırma Testi kullanılır. Birey oturma pozisyonunda iken birinci parmak klinisyen tarafından dorsifleksiyona getirilir ve arkın oluşması beklenir. Arkın oluşması durumunda test pozitif kabul edilir ve bu durum esnek pes planus olarak yorumlanır (42). Esnek tipin aksine, rijit pes planusta ark, eklem sertliği ve ağrı ile birlikte tüm pozisyonlarda düzleşir yani Jack'in Parmak Kaldırma Testi negatiftir. Değerlendirme sırasında

normal yürüyüş dışında, parmak uçlarında ve topukları üzerinde yürüyüş de incelenmelidir. Bunlar, deformitenin esnek veya rijit olup olmadığı konusunda ayırıcı tanıda çok önemlidir. Parmak ucu yürümede topukta var olan valgus deformitesi düzeliyorsa; bu, deformitenin esnek olduğunun göstergesidir. Rijit pes planusta genelde topuk valgustadır ve bu deformite parmak ucu yürüyüşüyle düzelmez (43) (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Jack'in parmak kaldırma testi (44).

Edinsel pes planusun değerlendirilmesinde altın standart ayağın ağırlık taşıyan pozisyondaki radyografileridir. Radyografiler ön-arka, yan ve arka ayak görünümlerinde gereklidir. Bu görüntüler, özellikle lateral birinci tarsometatarsal açıyı ve talonaviküler eklemde ön ayak abduksiyonunu ölçerek ark çökmesinin derecesini değerlendirir. Ayağın lateral görünümleri navikülokuneiform ve birinci tarsometatarsal kollapsı da gösterebilir. Artrit varlığı, tedavi seçenekleri üzerinde etkileri olabileceğinden tüm radyografik görüntülerde dikkatle değerlendirilmelidir (Şekil 2.3) (45).



Şekil 2.3. Radyolojik değerlendirme (34,45).

Edinsel pes planusun değerlendirilmesinde MRG tipik olarak gerekli değildir; ancak cerrahi tedavi planlamasını değiştirebilecek bağ tutulumu olan bazı hastalar için faydalı olabilir. Bu özellikle deltoid spring ligament rekonstrüksiyonu ile daha iyi fonksiyonel sonuçlara sahip olan medial peritalar instabilitesi olan hastalar için geçerlidir (45).

Çeşitli çalışmalar, ultrasonografinin daha zaman alıcı ve maliyetli olan MRG ile karşılaştırıldığında posterior tibial tendonun değerlendirilmesinde yararlı bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Posterior tibial tendonun ultrasonografik değerlendirmesinden elde edilen sonuçlar hastaların %87 ila %94'ünde MRG ile eş değer bulunmuştur (45).

2.1.4. Pes Planus Tedavisi

Pes planusun bireylerin dengesini etkileyebileceği, bacak ve ayak kaslarında yorgunluk oluşturabileceği, ayak ve bacak ağrısına neden olabileceği, alt ekstremite yaralanmaları riskini arttırabileceği ve belirli deformitelere neden olabileceği bilinmektedir. Bu nedenle, yaşam kalitesini iyileştirmek için uygun şekilde yönetilmelidir. Pes planuslu her birey semptom göstermese de ağrı ve fonksiyonel problemlerle ilişkili olduğunda dikkatli bir şekilde ele alınmalıdır. Pes planus tedavisinde kullanılan birçok yöntem vardır. Bu yöntemlerin bazıları sahada yapılabilirken, bazıları kapsamlı ölçümler/teknoloji gerektirir. Tedavi sürecini

yönetim seçimi bireye, şiddete, duruma, gereksinime ve teknoloji ve tesislere erişilebilirliğe bağlıdır (9). Pes planus tedavileri cerrahi ve konservatif tedaviler olarak ikiye ayrılır. Konservatif tedaviler ayak kas egzersizleri, bantlama, ortez ve özel ayakkabıları içerir (46).

Egzersiz

Ayak egzersizlerinin aşırı pronasyonu azalttığı, ayak kaslarını güçlendirdiği ve ayak fonksiyonlarını iyileştirdiği ve kolay uygulanabilir olduğu bildirilmiştir (46–48). Ekstrinsik ve intrinsik ayak kasları ayak fonksiyonunun ana bileşenleri olarak hareket eder ve intrinsik ayak kaslarının dinamik ayak kontrolünde daha önemli bir role sahip olduğu düşünülmektedir (30). İntrinsik ayak kasları, yürüyüş sırasında ayakta duruşa ve dengeye yardımcı olur ve duruş fazında itme sırasında MLA'yı destekler. İntrinsik kasların güçlendirilmesine yönelik egzersiz müdahaleleri arasında ayak parmakları fleksiyonu, ayakla nesneleri toplama, tek taraflı denge aktiviteleri ve kısa ayak egzersizleri yer almaktadır. Bu egzersizler arasında en yaygın olarak ayak parmakları fleksiyonu ve kısa ayak egzersizleri önerilmektedir (46).

Tibialis posterior ve peroneus longus kasları gibi ekstrinsik ayak kasları, yürüyüşün duruş fazı sırasında MLA'ya dinamik destek sağlar ve intertarsal eklemlerin stabilizasyonuna katkıda bulunur (48). Özellikle tibialis posterior kası, dinamik ağırlık taşıma ve denge sırasında MLA'nın korunmasında önemli rol oynar (49,50). Ayrıca bu kas, ayak adduksiyonu, supinasyonu ve plantar fleksiyonu sağlar, yürüyüş döngüsündeki duruş fazı sırasında eksentrik kasılmalar yoluyla MLA'nın kontrollü düzleşmesine yardımcı olur ve diğer supinasyon kaslarından daha uzun süre etki eder. Yapılan bir araştırmaya göre, tibialis posterior kasının seçici olarak güçlendirilmesine yönelik egzersiz müdahaleleri arasında ayak adduksiyonu, ayak supinasyonu ve topuk yükseltme yer almaktadır; ayak adduksiyonu ve ayak supinasyonu seçici güçlendirme için en etkili olanlardır (46,51).

Bantlama ve Breys Kullanımı

Bunlar genellikle akut durumlarda ağrı kesici ilaçlarla birleştirilen geçici yöntemlerdir. Elastik, elastik olmayan bantlar ve kinezyo bantlar gibi farklı bant türleri kullanılabilir. Destek, ağrı kesici, kas aktivasyonu ve plantar basınç dağılımının değiştirilmesi amaçlarıyla bantlama veya breys kullanılabilir. Bantlar genellikle cilde yapışır ve yeniden kullanılabilir olmasa da breysler (ayak bileği destekleri) kemerler

kullanılarak sabitlenir ve yeniden kullanılabilir. Breysler, konjenital pes planuslu bireylere göre edinsel pes planuslu bireylerde daha fazla kullanılır (9).

Tabanlık ve Ortez

Tabanlıklar, pes planuslu bireyler için geçici bir rahatlama görevi görür. Tabanlık, pes planuslu bireylerde dengeyi iyileştirir. Ayak ortezi, ayağın düzgün hizalanmasına ve işlev görmesine yardımcı olan bir destektir. Pes planus için kolay ve geçici bir çözüm olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlar genellikle daha az şiddetli aşamalarda esnek pes planuslu bireyler için reçete edilir. Ayrıca bireyler pes planus için özel olarak tasarlanmış ayakkabılar kullanabilir ya da istedikleri ayakkabılarla birlikte tabanlık veya ayak ortezleri kullanabilirler (9).

Cerrahi düzeltme ve rehabilitasyon

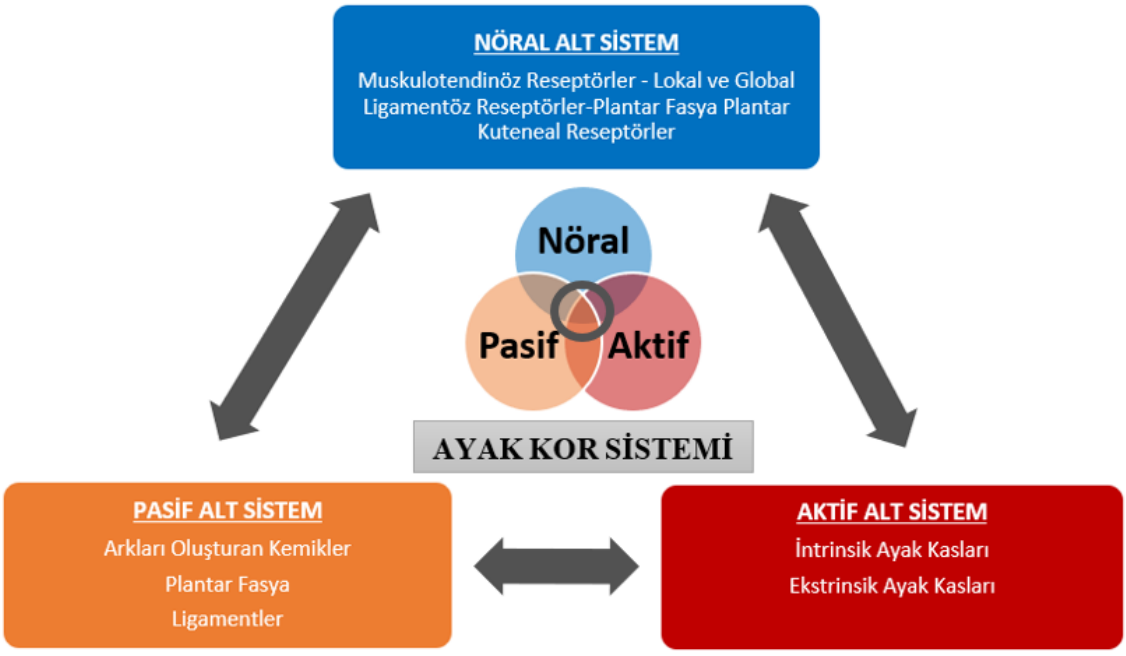
Cerrahi müdahaleler ileri derecede pes planusu olan, ilerleyici semptomları veya komplikasyonları olan bireylere uygulanır. Bu müdahalelerin ayağın yapısını ve işlevini önemli ölçüde iyileştirdiği ve deformitenin ilerlemesini önlediği bildirilmiştir. Ameliyat sonrası rehabilitasyon daha iyi bir sonuç için zorunludur (9).

Pes planus tedavisinde ayak ortezleri, bantlama ve hareket kontrollü ayakkabılar gibi pasif destekler kullanılan yöntemler arasındadır (4,52). Yapılan bir çalışmada, pes planuslu bireylerin %50'sinin MLA'yı yükseltmek ve deformiteleri düzeltmek için ayak ortezleri kullanılarak tedavi edildiği bulunmuştur (53). Bununla birlikte, yapılan bir sistematik inceleme ve meta-analiz, ayak ortezlerinin pes planus üzerindeki etkilerinin sınırlı olduğunu ve ayak kinematiği üzerindeki etkilerinin tartışmalı olduğunu göstermiştir (54). Arkı desteklemek için ayak ortezlerinin yanı sıra, ayak kaslarını güçlendirmek dinamik destek sağlamaktadır (4). Ayrıca aktif egzersiz ile intrinsik ayak kaslarının güçlendirilmesi sonucunda ayak arklarında görülen iyileşme nedeniyle egzersizler pasif desteklere göre ek avantajlara sahiptir (52). Yürüme sırasında intrinsik ayak kaslarının ayak arkı pozisyonu için önemli olduğunu belirten Kelly ve ark. bu kasları hedef alan güçlendirme egzersizlerinin ayak fonksiyonunu korumak ve geliştirmek için gerekli olduğunu bildirmiştir (55). Yapılan çalışmalarda, MLA düzleşmesine neden olan ayak pronasyonunu düzeltmek için intrinsik ve ekstrinsik kasların gücünü arttırmanın en etkili yöntem olduğu öne sürülmüştür (56,57). İntrinsik ayak kaslarını güçlendirmek için ayak egzersizlerinin pes planus yönetiminde yer alması önerilmektedir. Bu egzersizlerin plantar basınç

dağılımını değiştirebileceği bildirilmiştir. Ayrıca, dört hafta boyunca plantar intrinsik kas eğitiminin dengeyi önemli ölçüde arttırabileceğine ve naviküler düşme miktarını azaltabileceğine dair kanıtlar vardır (9). Bu bulgulara dayanarak, pes planuslu bireylerde alt ekstremite aşırı kullanım yaralanmalarını önlemek ve/veya tedavi etmek için genellikle ayak kor egzersizleri sıklıkla reçete edilmekte ve uygulanmaktadır (58,59). Son çalışmalarda pes planuslu bireylerin tedavi programı ayak kor sistemi göz önüne alınarak planlanmakta ve ayak kor egzersizlerinin etkileri araştırılmaktadır (4,8,46,58,59).

2.2. Ayak Kor Sistemi

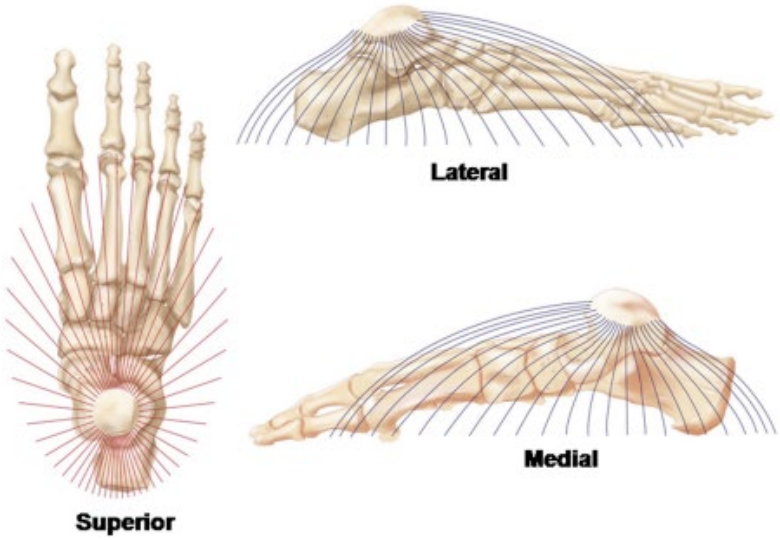
Ayak kor sistemi, lumbopelvik-kalça kor stabilitesinin teorik temeline benzer olarak pasif, nöral ve aktif alt sistemlerin fonksiyonel olarak karşılıklı bağımlılığına dayanmaktadır. Pasif alt sistem kemik ve eklem yapılarından oluşurken, aktif alt sistem kas ve tendonlardan oluşur. Nöral alt sistem ise eklem kapsülleri, bağlar, kaslar ve tendonlardaki duyusal reseptörlerden oluşur (Şekil 2.4) (60).



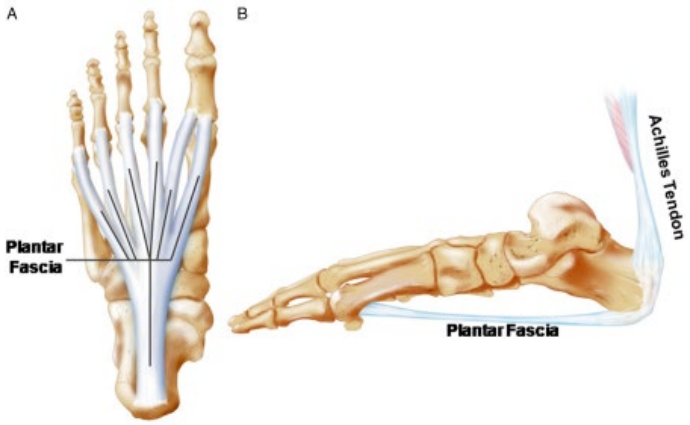
Şekil 2.4. Ayak kor sistemi (60).

2.2.1. Pasif Alt Sistem

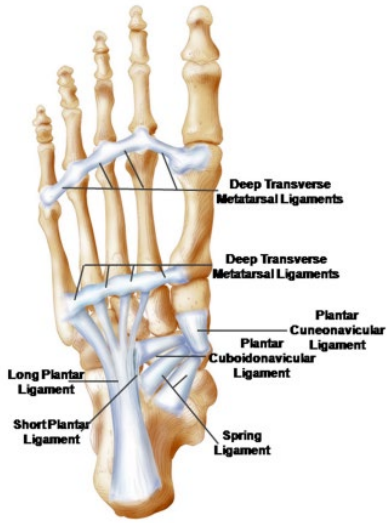
Ayak kor sisteminin pasif alt sistemi, ayağın arklarını koruyan kemikler, bağlar ve eklem kapsüllerinden oluşur. Ayağın kemik anatomisinin fonksiyonel yapısında medial ve lateral longitudinal arkların yanı sıra anterior ve posterior transvers metatarsal arkları içeren dört farklı ark bulunur. Genellikle ayrı yapılar olarak görülse de bu arkların dinamik aktiviteler sırasında yüklenmelere esnek bir şekilde uyum sağlamaktan sorumlu işlevsel bir yarım kubbe şeklinde birleştiği öne sürülmüştür (Şekil 2.5). Bu yarım kubbenin ağırlıklı olarak plantar aponevroz (Şekil 2.6) ve plantar ligamentler (Şekil 2.7) gibi pasif yapılar tarafından desteklendiği düşünülmektedir, ancak dinamik desteğin aktif alt sistemlerdeki intrinsik ayak kaslarından ve dolaylı olarak ekstrinsik ayak kaslarının kasılmalarından da sağlandığı düşünülmektedir (60).



Şekil 2.5. Fonksiyonel yarım kubbe (Kubbenin başlangıcı talusun tepe noktası olarak kabul edilir) (60).



Şekil 2.6. (A) Plantar fasya yerleşimi. (B) Aşil tendonu ile plantar fasya arasındaki anatomik ve biyomekanik ilişki (Kalkaneus çevresindeki bu iki yapı arasındaki fasyal bağlantı) (60).



Şekil 2.7. Ayağın hem longitudinal hem de transvers yönlerine pasif stabilite sağlayan ayağın temel plantar bağları (60).

2.2.2. Nöral Alt Sistem

Nöral alt sistem, aktif ve pasif alt sistemlerde yer alan plantar fasya, ligamentler, eklem kapsülleri, kaslar ve tendonlardaki duyusal reseptörlerden oluşur. Plantar duyunun yürüme ve denge için kritik bir unsur olduğu ve plantar kutanöz reseptörlerin katkı sağladığı kabul edilmektedir (61). İntrinsik ayak kaslarının duyusal katkıları ise net değildir. İntrinsik ayak kaslarının anatomik konumları ve hizalanmaları, ayak kubbesi duruşundaki değişiklikleri esneme tepkisiyle anında

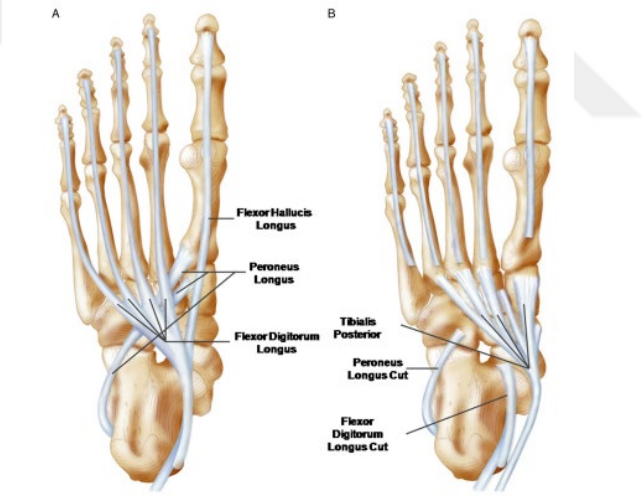
duyusal bilgi sağlamak için avantajlıdır. Pasif alt sistemdeki duyusal reseptörlerden (örn. kapsüloligamentöz ve kutanöz reseptörler) gelen girdinin aksine, bu sensörler ayak kubbe deformasyonuna karşı hassasiyetlerini değiştirmek için eğitilebilir (60). Metatarsofalangeal eklem fleksiyonunun tekrarlayan izole kasılmaları yoluyla intrinsik ayak kaslarının yorulmasından sonra, sağlıklı katılımcılarda ayakta durma sırasında naviküler düşme miktarı önemli ölçüde artmıştır. Bu kasların motor katkılarının ayak duruşundaki değişikliğe yol açtığı sonucuna varılmıştır, ancak bu daha çok duyusal bilgilerdeki bir değişiklikle ilişkili olabilir (62). Tekrarlayan kasılmaların yol açtığı kas yorgunluğunun alt ekstremitenin diğer bölgelerinde eklem pozisyon hissini azalttığı gösterilmiştir. Bu durum, kasların sadece kas kasılması yoluyla pasif alt sisteme doğrudan destek sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda gövde duruşuyla ilgili olarak lumbopelvik kaslara benzer bir şekilde ayak kubbesi duruşu hakkında ilgili duyusal bilgileri de sağlayabileceğini gösterebilir (60,63).

2.2.3. Aktif Alt Sistem

Aktif alt sistem, ayağa yapışan kaslar ve tendonlardan oluşur. Ayağın lokal stabilizatörleri hem ayaktan çıkan hem de ayağa yapışan plantar intrinsik kaslar iken, global hareketi sağlayan kaslar ise alt bacaktan çıkan, ayak bileğini geçen ve ayağa yapışan ekstrinsik kaslardır (Şekil 2.8). Hem dorsal hem de plantar tarafta intrinsik kaslar olsa da plantar intrinsik kaslar yaygın olarak ayak yarım kubbesinin longitudinal ve transvers kemerleri ile olan fonksiyonel bağlantıları olarak tanımlanır (64). Plantar intrinsik kaslar, plantar aponevrozun derinindeki dört kas katmanından oluşur. İlk iki katman ayağın medial ve lateral longitudinal arkları ile hizalanan kas dizilimi gösterirken, daha derin katmanlar daha çok anterior ve posterior transvers arklarla hizalanır (Şekil 2.9) (60). İntrinsik ayak kaslarının fonksiyonel özellikleri ayak arklarını destekleyici, aktivite ve yüke bağlı, sinerjik ve modüle edici olarak söylenebilir. İntrinsik ayak kaslarının fonksiyonunun azalması ayak postüründe zararlı değişikliklere yol açarken intrinsik ayak kaslarının güçlendirilmesi ayak postürünü iyileştirir dolayısıyla ayak arklarını destekleyici etkisi vardır (55,65). İntrinsik ayak kasları yürüme gibi dinamik aktivitelerde ayakta durma gibi statik aktivitelere kıyasla daha aktiftir. Tek ayak üzerinde durma gibi postüral değişikliklerde yük dağılımına bağlı olarak intrinsik ayak kaslarının aktivitesi de artar. İntrinsik ayak kasları,

yürüyüşün itme fazı sırasında dinamik ark desteği sağlamak için sinerjik olarak çalışır. İntrinsik ayak kasları, ayakta durmak için bir platform olarak ve dinamik aktiviteler sırasında vücudu itmek için bir kaldıraç olarak ayağı desteklemektedir (60,66,67).

Ekstrinsik ayak kasları, uzun tendonları aracılığıyla ayakta hareketi oluşturmak ve pasif alt sistem içindeki yapıları modüle etmek için ayak kor sisteminde global hareketi sağlar. Örneğin, triseps surae kasından gelen aşil tendonu, kalkaneus ile ortak bağlantılarına dayanarak plantar aponevrozun gerginliğini modüle eder. Triseps surae gerginliği arttıkça, plantar fasya üzerindeki gerginlik de artar (Bkz. Şekil 2.6B) (68). Bu, yürüyüş sırasında esnek bir yapıdan sert bir yapıya geçiş gibi ayak davranışındaki kilit olaylar için kritik öneme sahiptir. Ekstrinsik ayak kası tendonlarının yerleşimleri, ayak kubbesinin hem longitudinal hem de transvers bileşenlerine dinamik destek ve kontrol sağlama kabiliyetlerini göstermektedir. Bu global hareketi sağlayan kaslar, dinamik aktiviteler sırasında hem absorbsiyon hem de itme kabiliyeti sağlar (60).



Şekil 2.8. Ekstrinsik ayak kası tendonlarının ayağın plantar yüzeyindeki insersiyoları. (A) Fleksör digitorum longus, fleksör hallusis longus ve peroneus longusun insersiyoları. (B) Tibialis posterior tendonunun insersiyosu (60).



Şekil 2.9. İntrinsik ayak kasları, dört plantar tabaka ve dorsal intrinsik kas içindeki anatomik yerleşimleri; (1) abduktor hallusis, (2) fleksör digitorum brevis, (3) abduktor digiti minimi, (4) kuadratus plantae, (5) lumbricaller, (6) fleksör digiti minimi, (7) adduktor hallusis oblik (a) ve transvers (b) başları, (8) fleksör hallusis brevis, (9) plantar interossei, (10) dorsal interossei ve (11) ekstansör digitorum brevis (60).

2.3. Ayak Kor Egzersizleri

Ayak kor egzersizlerine başlarken, ilk olarak ele alınması gereken temel unsur, ayak kontrolü için hedef pozisyonun farkında olmaktır. Ayak kor egzersizleri için hedef pozisyon, pronasyon ve supinasyon arasında nötr bir ayak pozisyonudur (subtalar nötral pozisyon). Bireylere subtalar nötrali nasıl bulacaklarını öğretmek, egzersizler sırasında hangi pozisyonu korumaları gerektiğini anlamalarına yardımcı olur (61).

Plantar intrinsik kasların terapatik egzersizi, geleneksel olarak havlu kıvırma ve bilye alma gibi ayak fleksiyon egzersizleri ile tanımlanmaktadır. Bu egzersizler bazı plantar intrinsik kasları aktive etse de fleksör hallusis longus ve fleksör digitorum longus kaslarının da önemli ölçüde aktivasyonunu içerir. Son zamanlarda, kısa ayak egzersizi, plantar intrinsik kasları izole olarak kuvvetlendirmek amacıyla kullanılmaktadır (Şekil 2.10). Kısa ayak egzersizinde MLA yükselirken intrinsik kasların aktivasyonu ile birinci metatarsofalangeal eklem kalkaneusa doğru çekilir. Bu egzersiz sırasında ark yükseldiği için "ayak kubbeleşmesi" oluşur (60).



Şekil 2.10. Kısa ayak egzersizi.

Kısa ayak egzersizinde, hastanın kalkaneus ve metatars başları yerdeyken ve ayak parmakları ne bükülmüş ne de uzatılmışken subtalar nötrali hissetmeyi öğrenmesine ve ardından plantar intrinsik kasları kullanarak ayağı kısaltabilmesine vurgu yapılmalıdır. Abduktor hallusis, fleksör digitorum brevis ve kuadratus plantae EMG aktivitesinin artan postüral gereksinimle birlikte önemli ölçüde arttığı gösterilmiştir. Abduktor hallusis aktivasyonunun kısa ayak egzersizi sırasında oturarak ve tek ayak üzerinde durarak yapılan havlu kıvırma egzersizlerine kıyasla dört kat daha fazla olduğu gösterilmiştir. Kısa ayak egzersizi oturarak iki ayak üzerinde durma pozisyonundan tek ayak üzerinde durma pozisyonuna doğru ilerleyerek ve ardından çömelme ve tek ayak üzerinde zıplama gibi fonksiyonel aktivitelerle gerçekleştirilebilir (60). Ayak kor yapısının kısa ayak egzersizi ilerlemeli olarak geliştirilmesinin ayak fonksiyonunu iyileştirebileceğini gösteren kanıtlar giderek artmaktadır. Örneğin, sağlıklı bireylerde dört haftalık kısa ayak egzersizi eğitimi, naviküler düşme ve ark yüksekliği indeksi ölçümleriyle değerlendirilen ark çökmesini azaltır ve denge yeteneğini geliştirir. Başka bir çalışmada, dört haftalık kısa ayak egzersizlerini tamamlayan sağlıklı bireyler, dört haftalık havlu kıvırma egzersizleri yapanlara kıyasla daha iyi dinamik denge göstermiştir. Pes planuslu sağlıklı genç yetişkinlerde, dört haftalık kısa ayak egzersizleri ve ayak ortez müdahalesinden sonra, sadece ayak ortez müdahalesine kıyasla, ayak başparmağı fleksiyon gücünde ve abduktor hallusis kasının kesit alanında önemli artışlar olmuştur (4,60). Yapılan araştırmalar, kısa ayak egzersizinin esnek pes planusta intrinsik kasların gücünü arttırmada, ayak duruşunu ve işlevini geliştirmede, naviküler düşmeyi azaltmada ve

sağlıklı popülasyonda dinamik dengeyi geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. Çalışmalar, kısa ayak egzersizi ile ayağın intrinsik kaslarının güçlendirilmesinin farklı koşullarda dinamik ayak kontrolü ve stabilitesi sağladığını göstermiştir (6).

Bireyler ayakta durma sırasında plantar intrinsik kasların istemli kontrolünü kazandıkça tüm ayak kor sisteminin entegre olduğu dinamik aktivitelerde bu kasların kullanımını sağlamak önemlidir (60). İntrinsik ayak kaslarının geliştirilmesine yönelik mevcut protokoller genellikle ayakta durma sırasında bu kasların izole edilmesine odaklansa da bu kaslar aynı zamanda dinamik aktiviteler sırasında önemlidir. Ayakta durma sırasında zayıf intrinsik ayak kası kontrolü olan kişilerin tipik olarak ayak parmağını kaldırırken de zayıf ayak duruşuna sahip oldukları gözlemlenmiştir. İtme fazı sırasında, topuk yerden kalktığında ayağın altındaki basınç merkezi birinci metatarsal başa doğru yönlendirilmelidir. Bununla birlikte, aşırı kullanım yaralanmaları olan bireylerin ayak parmakları üzerinde yükseldiklerinde, sıklıkla lateral metatars başlarına doğru düşerek daha çok ön ayak supinasyon pozisyonuna geçtikleri gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda da stabil bir duruş yerine daha dengesiz bir ayak duruşu sergilerler. Bu sebeple dinamik ayak kontrolü, sensorimotor sistemin sağlığı için kritik öneme sahiptir (61).

Ayak kontrolü ile ilgili aşırı kullanım yaralanmaları, ayak kor sisteminin aktif ve pasif alt sistemlerindeki mevcut yapılar üzerinde artan doku stresiyle ilişkili olabilir. İntrinsik ayak kaslarının kuvvetlendirilmesi, dinamik ayak kontrolünün postüral değişikliklere adaptasyon sağlaması ve fonksiyonelliği arttırması ile ayak kor sistemine fayda sağlayabilir (60). Oturma pozisyonda başlanılan ayak kor egzersizleri aşamalı olarak ayakta, tek ayak üzerinde durma gibi statik yükleme parametrelerinden sonra sırayla yürüme, koşma, zıplama gibi dinamik yükleme parametrelerine de eklenerek ilerletilmelidir. Ayak kor kasları izole olarak kuvvetlendirmeye başlanıp aşamalı olarak ilerletilerek zayıf ayak kontrolüne bağlı alt ekstremite aşırı kullanım yaralanmalarının etkilerini azaltmak için iyi bir strateji sunabileceği bildirilmiştir (61).

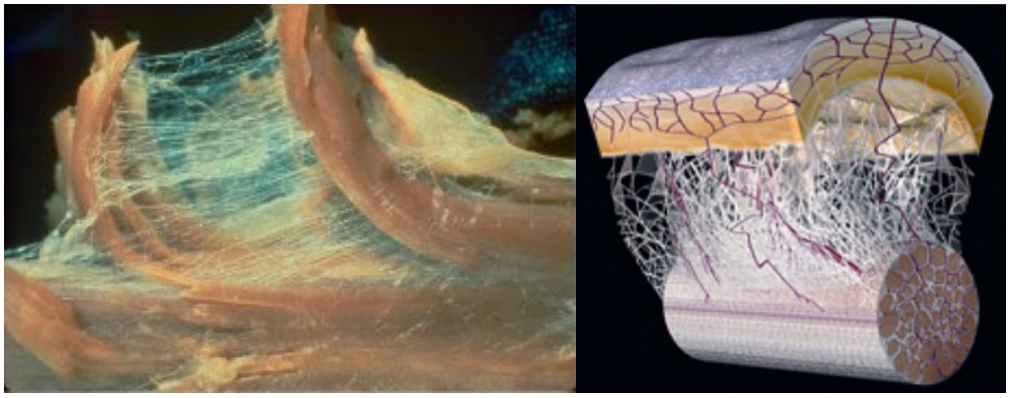
İntrinsik ve ekstrinsik ayak kasları tarafından üretilen ve plantar fasya tarafından iletilen kuvvetler, arka, orta ve ön ayak eklemleri boyunca iletilir ve ayak postürüne katkıda bulunur. Ayak kaslarının ve plantar fasya morfolojisinin ayak postürüne katkılarını araştıran bir çalışmada fasyanın kaslardan daha fazla katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (14). Plantar fasya, medial arkın alçalmasına direnç

gösteren kuvvetin %80'ine kadar katkıda bulunmaktadır (69). Plantar fasyanın longitudinal arka pasif sertlik sağlarken, plantar intrinsik ve ekstrinsik kasların bu sertliği sürekli olarak düzenlediği bildirilmiştir. Çıkrık mekanizması ayak yüklendiğinde ters yönde de çalışmaktadır. Pes planuslu ayakta MLA düzleştikçe, plantar fasyada gerilme kuvveti artar, bu nedenle ters çıkrık mekanizması metatarsofalangeal eklemleri fleksiyona çeker. Bu hareket plantar fasya ve plantar intrinsik kaslar tarafından paylaşılır (14,70). Pes planus ile gerilim altında kalan plantar fasya yüzeysel arka hattın bir parçasıdır. Plantar fasyada oluşan gerilmeler fasyal devamlılık nedeniyle vücudun diğer bölümlerinde aşırı gerilime neden olabilir (20,22).

2.4. Fasya

Fasya, fonksiyonel üç boyutlu bir kolajen matriks formunda olan viskoelastik yapıda bir dokudur. Baştan ayağa uzanan vücudun tüm yapılarını çevreler. Vücuttaki tüm yapılardan neredeyse ayrılamaz, fonksiyon ve desteği arttırmak için dokular arasında süreklilik oluşturur (71).

Fasyal sistem, vücudun tamamında bulunan kolajen içeren, esnek ve yoğun fibröz bağ dokularının üç boyutlu devamlılığından oluşur. Yağ dokusu, nörovasküler kılıflar, aponevrozlar, derin ve yüzeysel fasyalar, eklem kapsülleri, bağlar, membranlar, meninksler, miyofasyal uzantılar, periost, retinakula, septa, tendonlar, visseral fasyalar ve endomisyum/perimisyum/epimisyum dahil tüm intramüsküler ve intermusküler bağ dokuları gibi unsurları içerir. Fasyal sistem tüm organları, kasları, kemikleri ve sinir liflerini iç içe geçirerek çevreler, vücuda işlevsel bir yapı kazandırır ve tüm vücut sistemlerinin entegre bir şekilde çalışmasını sağlayan bir ortam sağlar (Şekil 2.11) (72).



Şekil 2.11. Fasya yapısı (23,73).

Fasya yapısal olarak pasif görünebilir ancak aslında aktiftir. Tüm fasyal katmanlar, miyofibroblastlar olarak bilinen kasılma yeteneğine sahip değişken miktarda fibroblast içerir. Çevre dokular için destek sağlayabilir, sürtünmeyi azaltmaya yardımcı olabilir ve doku ve organlar için destekleyici bir rol oynayabilir. Fasya, kas aktivitesi veya eksternal kuvvetlerin oluşturduğu mekanik gerilimi iletebilir (23,74).

Sağlıklı bir durumda, fasya rahat ve dalgalı bir bağ dokusudur, ancak lokal travma veya inflamasyon yoluyla hasar gördüğünde şekillendirilebilirliğini kaybedebilir. Bu da fasya katmanlarının sıkılaşmasına ve altta yatan dokuların hareketini kısıtlayarak ağrıya, hareket açıklığının engellenmesine veya kan akışının azalmasına neden olabilir (74).

2.4.1. Yüzeysel ve Derin Fasya

Yüzeysel Fasya

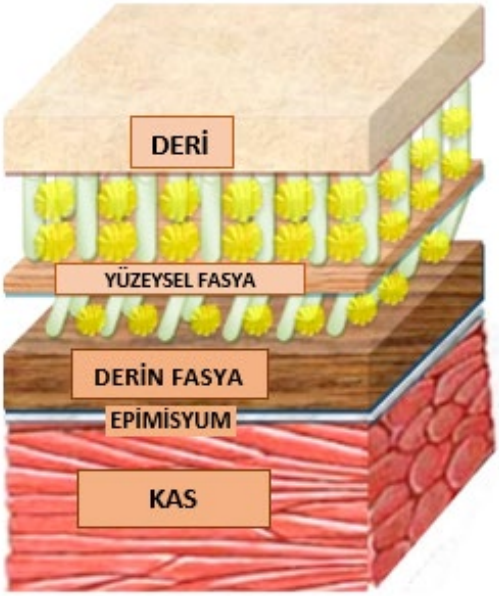
Yüzeysel fasya doğrudan deri ve yüzeysel yağ tabakalarının altında bulunur. Hem *gross* hem de mikroskopik olarak tabakalaşma gösterebilir. Genellikle gevşek bir şekilde paketlenmiş iç içe geçmiş kolajen ve elastik lifler içeren membranöz katmanlardan oluştuğu belirtilmiştir. Yüzeysel fasya gövdede ekstremitelere göre daha kalındır ve periferik olarak incelir (74).

Derin Fasya

Derin fasya kemikleri, kasları, sinirleri ve kan damarlarını çevreler. Diğer alt tiplere kıyasla genellikle daha lifli bir kıvama sahiptir ve hyaluronan bakımından zengindir. Derin fasya yüksek oranda vaskülarize olma ve iyi gelişmiş lenfatik kanallar

içerme eğilimindedir (74).

İnsan vücudunda deriden kas düzlemine kadar, yüzeysel fasya, derin fasya ve epimisyum olmak üzere üç temel fibröz bağ tabakası vardır (Şekil 2.12). Fasyal katmanların bu ayrımı her zaman çok net bir şekilde tanımlanmamaktadır, çünkü bir veya daha fazla katman bazen kaybolmakta veya palmar ve plantar bölgelerde olduğu gibi, yüzeysel fasyanın derin fasyaya yapışmasının palmar aponevroz ve plantar fasya adı verilen tek bir bağ katmanı oluşturduğu yerlerde olduğu gibi birbirleriyle güçlü bir şekilde bağlanmaktadır (75).



Şekil 2.12. Yüzeysel ve derin fasya (75).

Fasyanın mekanik özelliklerini değiştirme kabiliyeti, terapi ve eğitim için potansiyel etkilere sahiptir. Bireysel hareket özelliklerine yanıt olarak gerilim arttırılıp azaltılabiliyorsa, bu durum komşu yapılara da aktarılabilir (76). Yapılan bir araştırma, incelenen komşu kasların en azından bir kısmı arasında gerilimin aktarılabildiğini göstermektedir ki bu da fizyolojik hareketler sırasında kasların bağımsız olarak işlev gördüğü yönündeki geleneksel görüşe meydan okumaktadır (77–79). Kaslar arasında yük transferi terapide ve egzersizde tüm miyofasyal zincirler aracılığıyla olur. Miyofasyal zincirin çeşitli yapılarını içeren aşırı kullanım durumları veya yayılan ağrı semptomları için sadece bir yapıya, kasa veya ekleme odaklanmak yerine, daha bütüncül teşhis ve tedavi yaklaşımları uygun görülmektedir (76).

2.4.2. Miyofasyal Zincirler

Miyofasyal zincirler vücut devamlılığı kavramını tam olarak yansıtır. Miyofasyal zincir kavramı, yani bir kasılma bölgesinin gerginliğinin yakın ve uzaktaki diğer bölgelere yansıması ve onları etkilemesi, fizyoterapiden yogaya, spordan meditasyona kadar farklı disiplinlerde kullanılmaktadır. Kas tarafından kas dışı yapılara doğru iletilen gerilim, kas dışı miyofasyal kuvvet iletimi olarak adlandırılır. Miyofasyal gerilimin agonist ve antagonist kaslar arasındaki dağılımı, iki mekanizmayı aynı anda dengede tutar (23).

Fasyal liflerin oryantasyonuna bağlı olarak fasyal zincirler vertikal ya da obliktirler. Fasyal zincirler iletim, koordinasyon ve harmonizasyon, yük dağıtımıyla görevlidir. Yüzeysel arka zincir vücudun ekstansiyonunu ve postüral duruşunu sağlar. Yüzeysel ön zincirin hareket işlevi ise göğüs kafesi ve kalçaların fleksiyonudur. Yüzeysel ön ve arka zincirler, dengeli bir sagital hat duruşunu ve hareketini korumak için karşılıklı olarak gerilir ve gevşer. Lateral zincir, kişinin duruşunu önden arkaya, iki taraflı, sağdan sola dengeler ve gövdenin lateral fleksiyonunu, kalçanın abduksiyonunu ve ayağın eversiyonunu düzenler. Spiral zincir tüm vücudu sardığı için duruş açısından işlevi tüm düzlemlerde denge sağlamaktır. Dengesizlik durumunda, spiral hat rotasyon ve lateral kaymaları kompanse eder. Fonksiyonel zincirler gövde ve ekstremiteler arasında geçiş yaparak hareketleri destekler ve postür üzerinde diğer zincirlere göre daha az etkilidir. Derin anterior zincir ayağın medial longitudinal kemerini yükselterek kalça ve bacak segmentlerini stabilize eder, lomber omurgayı anteriordan destekler, abdominopelvik boşluğu çevreler, göğüs kafesinin uzamasına ve gevşemesine izin verir ve boynun hassasiyeti ile kafatasının ağırlığı arasında bir denge oluşturur (73) (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Miyofasyal hatlar (yüzeysel ön zincir, yüzeysel arka zincir, lateral zincir, spiral zincir, fonksiyonel zincirler) (73).

2.4.3. Fasya Beslenmesi ve İnervasyonu

Fasya ile ilişkili sinir liflerinin bazıları adrenerjiktir ve lokal kan akışının kontrolünde rol oynar (80). Yüzeysel fasya içerisinde lenfatik ve kan yollarından bağımsız bir damar ağı bulunmaktadır. Buna Bonghan kanal sistemi adı verilir ve tüm vücut bölgeleri arasındaki iletişimi kolaylaştırdığı varsayılır. Bu sistem yüzeysel fasyayı oluşturan aynı maddeden oluşur. Derin fasya, somatik yapı (yani kemikler ve kaslar) ile visseral ve vasküler sistemlerle temas etmeden önceki son bağlayıcı katmandır, vasküler ve lenfatik sistemi iyi gelişmiştir (23).

Duyusal sinirler fasyal dokuyu inerve eder. Özellikle derin fasya, çoklu duyusal sinir alt tipleri ile kapsamlı bir şekilde inerve edilir. Bunlara nosiseptörler, proprioseptörler, mekanoreseptörler, termoreseptörler ve kemoreseptörler dahildir, ancak bunlarla sınırlı değildir (74). Çeşitli raporlar fasyanın zengin bir şekilde inerve edildiğini ve torakolomber fasya, aponevroz ve çeşitli retinaküller dahil olmak üzere birçok bölgede bol miktarda serbest ve kapsüllü sinir uçlarının (Ruffini ve Pacinian korpüskülleri dahil) tanımlandığını göstermektedir. Derin fasyanın inervasyonunun kasla olan ilişkisine bağlı olarak değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir. Birçok kasın çekiş gücünü tendonlara olduğu kadar fasyal uzantılara da aktardığı belirtilmektedir. Bu şekilde, bir fasyanın parçaları spesifik bir propriyoseptör modelini aktive edecek şekilde seçilerek gerilebilir. Yapılan bir çalışmada, yoğun şekilde paketlenmiş kolajen liflerle yakından ilişkili olan ve dolayısıyla fasyanın içinde yer alan fasyal sinirlerin kanıtlarını göstermektedir (80).

Vücuttaki kaslar bağımsız birimler olarak çalışmazlar; bunun yerine, fasya bağlayıcı bileşen olmak üzere vücut boyunca yayılan miyofasyal ağın bir parçası olarak kabul edilirler (81). Miyofasyal doku travması veya aşırı kullanımı sonrasında 'mekanotransdüksiyon' (fiziksel kuvvetlerin hücre içi biyokimyasal tepkilere dönüştürülmesi) yoluyla, ortaya çıkan patofizyolojik ve patomekanik süreçlerde fasyanın, kendisine uygulanan strese yanıt olarak fasyada gerginlik oluşabileceğini ve gerginlik iletiminin, değişen kas aktivitesine neden olabileceği bildirilmiştir (82). Bu durum miyofasyal dokuda fasyal kısıtlılığa sebep olmakta ve bu da kas kasılması ile kuvvet hatlarının değişmesine neden olmaktadır (83). Zaman geçtikçe, bu biyomekanik değişiklikler gücün azalmasına, koordinasyon bozukluğuna, ağrıya veya propriyoseptif disfonksiyona yol açabilir. Bu nedenle, kas-iskelet sistemini etkileyen bozuklukların tedavisinde fasyayı hedef alan tedaviler giderek daha popüler hale gelmiştir. En yaygın manipülatif tekniklerden biri olan miyofasyal gevşetme (MFG), fasyal gerginliği azaltıp fasyal doku katmanları arasındaki fibröz yapışmayı azaltmaya yardımcı olur (82,84). Genellikle ortopedik durumlar için kullanılan MFG, kısıtlamaları gidermek için gerilme yönünü, kuvvetini ve süresini belirlemek için tamamen kişinin geri bildirimleri ile yönlendirilen kademeli bir müdahaledir (85).

2.5. Miyofasyal Gevşetme

Miyofasyal gevşetme (MFG), miyofasyal kompleksi manipüle etmek için özel olarak planlanan düşük yüklenmeli, uzun süreli mekanik kuvvetleri içeren, fasyanın esnekliğini arttırmayı, optimum uzunluğu geri kazandırmayı, ağrıyı azaltmayı ve işlevi iyileştirmeyi amaçlayan, yaygın olarak kullanılan manuel gevşetme, *foam roller*, alet destekli fasyal gevşetme, miyofasyal tetik nokta tedavisi, kas enerji teknikleri gibi çeşitli yöntemler vardır (86,87). Geleneksel tedavi ile birlikte kullanıldığında MFG'nin ağrı ve doku hassasiyetinin anında giderilmesinde etkili olduğu söylenmektedir. Vücudun bir bölgesindeki fasyal kısıtlamaların, fasyal devamlılık nedeniyle vücudun diğer bölgelerinde aşırı strese neden olduğu varsayılmaktadır. Bu durum, fasya tarafından sarılan, bölünen veya desteklenen herhangi bir yapı üzerinde strese neden olabilir. Kısıtlı konnektif dokunun uzunluğunu ve sağlığını geri kazandırarak, sinirler ve kan damarları gibi ağrıya duyarlı yapılar üzerindeki baskının

azaltılabileceği bildirilmiştir. Genellikle kısıtlı fasyal katmanlara ya doğrudan ya da dolaylı olarak uygulanan yavaş, sürekli basıncı içermektedir (87).

Aşırı kullanım veya travmatik yaralanmalardan sonra bağ dokusunun daha gergin hale gelebileceği bildirilmiştir ancak bunun kolajen lif bileşimindeki, fibroblastlardaki veya zemin maddesindeki bir değişiklikten kaynaklanıp kaynaklanmadığı belirsizdir. Fasyal esnekliğin değişmesinin vücudun yanlış dizilimine neden olabileceği, bunun da potansiyel olarak zayıf kas biyomekaniğine, değişmiş yapısal dizilime ve azalmış güç ve motor koordinasyona yol açabileceği öne sürülmektedir. Klinikte MFG uygulayan terapistler, ağrının anlık giderilmesinde ve somatik işlev bozuklukları nedeniyle değişen fizyolojik işlevlerin iyileştirilmesinde klinik olarak etkili olduğunu iddia etmektedir. Miyofasyal gevşetme ile oluşan kuvvet fasyal fibroblastların yanı sıra sinirlere, kan damarlarına, lenfatik sisteme ve kaslara dolaylı olarak iletilir. Çalışmalar, fasyanın birincil hücre tipi olan fibroblastların, gerilme büyüklüğüne, süresine ve frekansına bağlı olarak mekanik yüklemeye özel olarak adapte olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, tekrarlayan gerilme yaralanmasından sonra MFG ile tedavinin, inflamatuar sitokinlerin apoptotik üretiminin normalleşmesiyle sonuçlandığını göstermiştir (87).

Miyofasyal gevşetme, kas ve fasyaya basınç uygulanan çok çeşitli manuel terapi teknikleri için şemsiye bir terim olarak tanımlanmıştır. *Self* miyofasyal gevşetme (SMFG), bir klinisyen tarafından değil, genellikle bir alet kullanılarak bireyin kendisi tarafından gerçekleştirilen bir MFG türüdür. Alanda SMFG için kullanılan en yaygın araç "*foam roller*"dır (88).

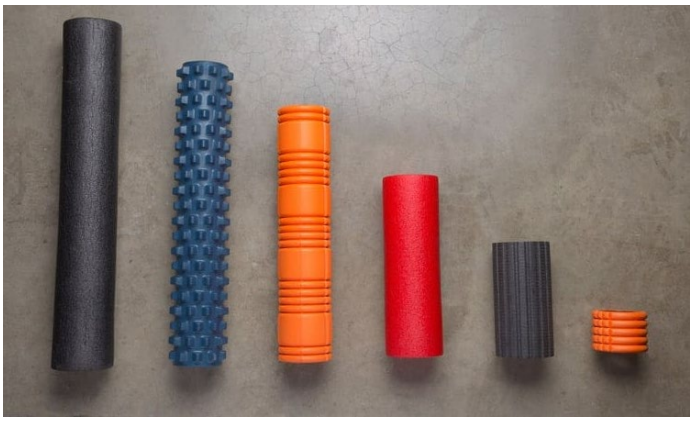
2.5.1. *Self* Miyofasyal Gevşetme

Self miyofasyal gevşetme, yumuşak doku tedavisinde geleneksel yöntemleri tamamlamak için giderek yaygınlaşan bir yöntem haline gelmiştir. *Self* miyofasyal gevşetme sırasında bireyler, yumuşak dokulara baskı uygulamak için vücut ağırlıklarını bir *foam roller* (köpük silindir) üzerinde kullanırlar. Golgi tendon organı (GTO) refleks ark modeli ve diğer mekanoreseptörler, SMFG ile fasya mobilizasyonunu arttırmak için olan mekanizmalardır. Kaslar gerildiğinde, GTO'lar omuriliğe afferent geri bildirim sağlar. Miyofasyal gevşetme veya SMFG ile fasyada

basınç arttıkça, GTO'ları uyarır, bu da motor ünite ateşleme hızını azaltır ve sonuç olarak kas tonusunu azaltır (89). Ruffini ve Pacinian korpüskülleri ve interstisyel kas reseptörleri, SMFG ile fasya mobilizasyonunu arttırmak için nörofizyolojik mekanizmada yer alan mekanoreseptörlerdir (90). Basınç arttıkça, mekanik reseptörler sinir sistemini uyarır ve böylece kas tonusunu azaltır (22,27).

Self miyofasyal gevşetme, yumuşak doku yaralanmasından kaynaklanan fasyadaki kısıtlamaları tedavi etmek için bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bireyler vücut pozisyonlarını değiştirerek, yumuşak dokudaki kısıtlamaları tedavi etmek için *foam roller*ları kullanabilirler. *Foam roller* aracılığıyla SMFG, egzersiz yapan bireyler için değerli bir araç olabilir ve bir terapiste ihtiyaç duymadan bireylerin kendileri için uygun bir zamanda (örneğin, egzersizden hemen sonra) ve sıklıkta (örneğin, günde birkaç kez) kendi kendilerini tedavi etmelerine olanak tanır (91). *Foam roller* ile miyofasyal gevşetmenin akut kas ağrısını, gecikmiş kas ağrısını ve egzersiz sonrası kas performansının etkilerini azaltarak eklem hareket açıklığını (EHA) ve iyileşme sürecini geliştirebileceğini gösteren kanıtlar mevcuttur (92).

*Foam roller*ların çeşitli boyutları ve yoğunlukları vardır (Şekil 2.14) (92). *Foam roller* tipi ve boyutu bireylerin kilosuna, boyuna, uygulama alanına ve deneyimlerine göre tercih edilebilir. Uygulanacak alan torakolumbal fasya gibi büyük yüzey alanına sahip ise büyük boyutlu *foam roller*, plantar fasya gibi küçük yüzey alanına sahip ise küçük boyutlu *foam roller* kullanılmalıdır (93,94). *Foam roller* ile bireyler yuvarlanma hareketi sırasında yumuşak dokulara basınç uygulamak için vücut ağırlıklarını kullanırken, roller masaj aletleri hedef kaslara üst ekstremitelerle uygulanır. Hareketler yumuşak dokuya hem doğrudan hem de yuvarlama basıncı uygulayarak onu gerer ve *foam roller* ile arasında sürtünme oluşturur. Sonuç olarak, *foam roller* kendi kendine yapılan bir masaj şekli olarak düşünülebilir çünkü silindirin kaslara uyguladığı basınç, kullanıcının kendisi tarafından manuel müdahale yoluyla kaslara uygulanan basınca benzemektedir. *Foam roller* ile kendi kendine masajın hem elit sporcular hem de rekreasyonel olarak aktif bireyler tarafından kullanılan popüler bir müdahale tekniği haline gelmesinin bazı nedenleri, uygun fiyatlı, kolay ve zaman açısından verimli uygulanabilirliğinin yanı sıra, masajla olan yakın ilişkisi olabilir; bunun da performansı ve iyileşmeyi arttırarak bireylere fayda sağladığına inanılmaktadır (93).



Şekil 2.14. *Foam roller* çeşitleri.

Pes planus, bireylerin yaşam kalitesini ve fonksiyonelliğini etkileyebileceği, ayaklardan bele kadar vücudun farklı bölgelerinde kompansatuar patomekanik durumların gelişmesine neden olabileceği gösterilen bir deformitedir. Pes planuslu ayaklarda hem esneklik hem de güç olumsuz etkilenir ve bu da alt ekstremitelerdeki dinamik dengenin ve kas aktivitesinin değişmesine neden olarak alt ekstremite performansını etkiler (95).

2.6. Alt Ekstremite Performansı

Ayak, arkları, kasları, bağları ve eklemleri ve vücut ağırlığı aktarımı ile şokları absorbe eder ve tüm hareket paternleri sırasında vücudu ileri doğru iter. Pes planus, ağırlık taşıma sırasında ayakta pronasyon ve plantar fleksiyona, talusun adduksiyonuna ve kalkaneusun valgusuna neden olur. Ayağın normal hizalamasındaki bu değişiklikler, ayaktan anormal duyusal girdiye neden olur ve bu da vücut duruşu ve postüral salınımlar için gereken kas aktivitesini engeller. Ayağın işlevlerini yerine getirememesi, en önemli aktivitelerinden biri olan yürüme sırasında ayakların dengeli bir duruş sergilemesine engel olabilir ve bu da internal ve eksternal kasların ayak dengesindeki eksiklikleri telafi etmek için daha fazla enerji harcamalarına neden olabilir (96). Pes planus, gençlerde en sık görülen kas-iskelet sistemi anormalliklerinden biridir ve oluşan biyomekanik dizilim bozukluğu alt ekstremite performansını ve yürüme, koşma ve zıplama gibi ayak fonksiyonlarını olumsuz etkiler (40,96).

2.6.1. Denge

Denge, ağırlık merkezimizi destek tabanımızın üzerinde konumlandırarak dengeyi koruma yeteneği olarak tanımlanır. Denge, atletik performansı etkileyen önemli bir motor beceridir. Dengenin korunması koşma, zıplama ve tekme atma gibi birçok spor hareketinde önemli bir rol oynar. Denge fizyolojik faktörlerden (vestibüler, görsel ve propriyosepsiyon) etkilendiği gibi kas-iskelet sistemi faktörlerinden de (pes planus, pes rektus, pes kavus) etkilenebilir (96). Pes planuslu bireylerde yürüme veya koşma sırasında ayaktaki şok emiliminin azalmasına bağlı plantar fasyada ani yorgunluk oluşabilir. Buna ek olarak, yürüme veya ağırlık desteği sırasında subtalar eklemin aşırı eversiyonu, ağırlığın mediale kaymasına ve denge eksikliğine neden olur. Azalan denge, tüm vücudun dengesinin bozulmasına yol açarak uzun saatler süren yürüyüşlerde dayanıklılığı azaltır (10).

2.6.2. Esneklik

Esneklik, iskelet kası ve tendonun uzama kabiliyetidir. Esneklik hem statik hem de dinamik olabilir (97). Pes planusun bireylerin kas kuvveti, denge ve esneklik gibi fiziksel uygunluk parametrelerini olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (98).

2.6.3. Güç

Kas kuvveti ve gücü, kardiyorespiratuar dayanıklılık, vücut kompozisyonu ve esneklik, fiziksel uygunluğun sağlıkla ilgili özellikleridir ve sonuç olarak insanlarda temel sağlık durumu belirteçleri olarak kabul edilir. Dikey sıçrama, karmaşık motor koordinasyonu gerektiren çok eklemli bir harekettir ve temel hareket becerilerinden biri olarak tanımlanmıştır (99). Pes planuslu bireylerin ayak ve ayak bileği kompleksinde ayak hareketlerini kontrol etme becerilerinin zayıf olduğu ve bunun da düşük zıplama performansına neden olabileceği bulunmuştur (96,100).

2.6.4. Yürüyüş

Yürüyüş, yaşam için önemli olan temel bir işlevdir. Çevrede ve bir yerden başka bir yere hareket etmenin anahtarlarından biridir. Yürüyüş, iç ve dış faktörler arasındaki etkileşimden yararlanarak vücut bölümlerinin koordineli hareketleri ile sağlanır ve nöromuskuloskeletal sistemin eylemi ile gerçekleştirilir. Normal yürüyüş hem dengeli hem de esnektir, enerji verimliliği korunurken farklı zeminlerde hız ve manevra değişikliklerine izin verir (101). Ayakların ark yapısı nedeniyle yürüme şeklinin etkilendiği ve bunun da kemiklerin ve yumuşak dokuların aşırı yüklenmesine yol açtığı varsayılmaktadır. Yapısal değişiklikler fonksiyonel verimlilik üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Buna ek olarak, literatürde düşük arkın statik ve dinamik ayak yükleme parametrelerinde ve yürüyüş biyomekaniğinde olumsuz değişikliklere neden olabileceğini ve böylece yumuşak dokuların ve kemiklerin aşırı yüklenmesine katkıda bulunabileceğini öne süren raporlar vardır (11). Pes planuslu bireylerde ark düşüklüğü ile plantar basınç dağılımı değişir ve zeminden gelen şok emilimi olumsuz etkilenerek ayak yorgunluğu, ağrı, anormal yürüyüş ve postüral dengesizlikler ortaya çıkar (102).

Pes planus tedavisinde son yıllarda kısa ayak egzersizlerine yer verilmekte ve etkileri araştırılmaktadır (5,6,38,103). Tedavide ayak kor egzersizlerinde subtalar nötral pozisyonu öğrenmenin temelindeki kısa ayak egzersizine ek olarak plantar intrinsik kasların kuvvetlendirilmesi amaçlanmaktadır. Pes planuslu bireylerde yapılan tedavilerde gerilim altında olan plantar fasyaya miyofasyal gevşetme uygulansa da fasyal gerilimin iletilmesi genellikle göz ardı edilmektedir. Pes planus tedavisinde çeşitli yöntemlerin bir arada kullanıldığı ve etkilerinin araştırıldığı bölgesel müdahaleleri içeren çalışmalar bulunmaktadır (10,11). Ancak literatürde asemptomatik esnek pes planuslu bireylerde ayak kor egzersizlerine veya plantar fasya gerilimine bağlı olarak etkilenebilecek miyofasyal zincir boyunca uygulanan miyofasyal gevşetme uygulamalarını içeren bütüncül ve kapsamlı tedavi protokolüne bilgimiz dahilinde rastlanmamıştır. Ayak kor egzersizleri, MLA'ya sağlanacak aktif desteğin artması ile statik ve dinamik ayak yükleme parametrelerinde iyileşme sağlaması açısından önemlidir. Miyofasyal zincirler ve fasyal iletim sistemi göz önüne alındığında, daha kapsamlı ve bütüncül tedavi programlarının pes planuslu bireylerin performansında daha fazla gelişme sağlayabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca *foam roller* ile uygulanan SMFG bireylerin kendine uygun zaman ve sıklıkta kendi

kendilerine uygulayabileceği bir yöntem olduğu için avantaj sağlamaktadır. Böylelikle asemptomatik esnek pes planuslu bireylerin ayak kor egzersizleri programını aşamalı olarak ilerletirken *foam roller* ile SMFG uygulaması ile fasyal kısıtlılıkların önüne geçebilmiş olarak kolay ve zaman açısından verimli uygulanabilirliği ile süreci yönetebileceğini düşünmekteyiz. Pes planuslu bireylerde biyomekanik dizilim bozukluğu nedeniyle etkilenen denge, esneklik, güç, yürüyüş gibi alt ekstremite performansı parametrelerini iyileştirmek için bütüncül yaklaşımı içeren bir tedavi programı oluşturulmasının önemli olduğunu düşünmekteyiz.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamız, asemptomatik esnek pes planusu olan genç erişkin bireylerde altı haftalık ayak kor egzersizlerine ilave *foam roller* ile uygulanan miyofasyal gevşetmenin sadece egzersize göre etkilerini araştırmak üzere prospektif, randomize kontrollü bir çalışma dizaynı ile planlandı. Çalışma için Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu'ndan 1073 araştırma kodu ile gerekli izin alındı (Tarih:06.10.2022, Karar No:14) (EK-1). Çalışmamız Helsinki Deklarasyonuna uygun olarak gerçekleştirildi.

3.1. Bireyler

Çalışmaya naviküler düşme testine göre naviküler düşme miktarı 10 mm ve üzeri olan ve Jack'in parmak kaldırma testine göre esnek pes planusu olan 18-25 yaş aralığındaki 34 birey dahil edildi. Çalışmaya katılan tüm bireylere çalışmanın amacı, süresi ve kapsamı hakkında yazılı ve sözlü olarak bilgi verildi ve bireylerden araştırmaya katılmayı kabul ettiklerine dair "Bilgilendirilmiş Onam Formu" alındı (EK-2). Çalışmamız 02.11.2022-06.01.2023 tarihleri arasında Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü uygulama sınıflarında gerçekleştirildi.

3.1.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 18-25 yaş aralığında olmak,
- Bilateral asemptomatik esnek pes planusu olmak,
- Her iki ayakta da naviküler düşme mesafesi 10 mm ve üzeri olmak,
- Çalışmaya katılmak için gönüllü olmak ve devam edebilmek.

3.1.2. Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Pes planus haricinde kas iskelet sistemi rahatsızlığına sahip olmak,
- Kronik ayak bileği instabilitesi olmak,
- Son 6 ayda herhangi bir alt ekstremite yaralanması veya alt ekstremiteyi ilgilendiren herhangi bir cerrahi geçirmiş olmak,
- Son 6 ayda pes planus ile ilgili bir tedavi almış olmak,
- Tabanlık kullanıyor olmak.

3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

- Çalışmaya devam etmek istememek,
- Egzersiz devamlılığı olmamak,
- Son değerlendirmeye katılmamış olmak.

Her grupta 5 kişi olacak şekilde dahil edilme kriterlerine uyan 10 birey ile pilot çalışma gerçekleştirildi. Çalışmanın primer bulgusu, Y denge testi kompozit skor sonuçları olarak belirlendi. Çalışma için gerekli örneklem büyüklüğü G*Power (G*Power Ver. 3.1.9.4, Franz Faul, Universität Kiel, Germany) paket programı ile hesaplandı. Çalışmaya d=1.35 etki genişliği, α=0.05 tip I hata, β=0.20 tip II hata ile %95 güç elde edebilmek için her bir grup için en az 16'şar kişi olmak üzere toplam 32 bireyin katılması gerektiği hesaplandı. Yaşanabilecek veri kayıpları da dikkate alınarak her bir grupta (16*1.25=20) 20'şer kişi olacak şekilde çalışmaya toplam 40 bireyin alınması planlandı.

3.2. Yöntem

Çalışmamızda asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireyler randomize olarak iki gruba ayrıldı. Bir gruba sadece ayak kor egzersizleri verildi, diğer gruba ise ayak kor egzersizlerine ilave olarak *foam roller* ile SMFG uygulaması

yaptırıldı. Bireylere egzersizlerin öğretilmesi, egzersizlerin düzenli kontrol edilmesi ve egzersizlerin zorluk dereceleri araştırmacı tarafından birebir takip edildi. Bireylerin egzersiz programları altı hafta boyunca haftanın iki günü araştırmacının gözetiminde birebir takip edilirken, diğer günlerde ise çevrimiçi bir platform (WhatsApp®, Mountain View, Kaliforniya, ABD) ve kısa mesaj servisi (SMS) aracılığıyla takip edildi. Çalışma öncesi ve altı hafta sonunda bireylere alt ekstremite performansına yönelik değerlendirmeler yapılarak, uygulama öncesi ve altı hafta sonrası ölçüm sonuçları karşılaştırıldı.

3.3. Değerlendirme Yöntemleri

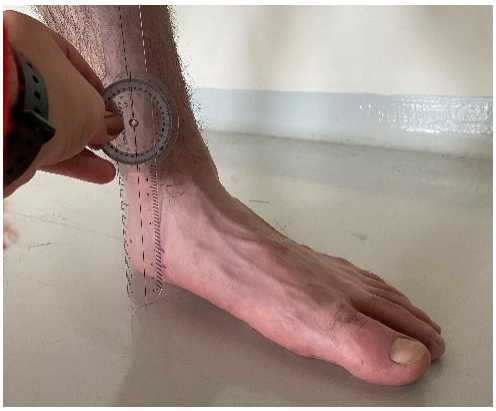
Çalışma öncesi ve altı hafta sonunda bireylere alt ekstremite performansı değerlendirmesi yapıldı. Çalışmamızda alt ekstremite performansı değerlendirmede denge için Y denge testi, esneklik için otur uzan testi, güç için dikey sıçrama testi ve yürüyüş değerlendirmesinde 10 metre yürüme testi kullanıldı. Çalışmamızda değerlendirilen tüm parametrelerin sonuçları araştırmacı tarafından hazırlanan değerlendirme formuna kaydedildi (EK-3).

3.3.1. Demografik Bilgiler

Bireylerin yaşı (yıl), boyu (m), vücut ağırlığı (kg), cinsiyeti, dominant tarafları gibi demografik bilgileri ve fiziksel özellikleri kaydedildi.

3.3.2. Pes Planus Değerlendirmesi

Çalışmamızda pes planusun varlığını ve derecesini belirlemek için naviküler düşme testi kullanıldı. Testte bireylerin naviküler tüberkülü işaretlendi ve zemin arasındaki mesafe oturma pozisyonu (ağırlıksız destek pozisyonu) ile ayakta durma pozisyonlarında (ağırlık destek pozisyonu) ölçüldü. Çalışmaya naviküler yükseklik farkı 10 mm ve üzeri olan bireyler dahil edildi (104) (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Naviküler düşme testi.

3.3.3. Pes Planus Esnekliğinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda pes planuslu bireylerde esnek veya rijit pes planus ayrımının yapılması için fleksibilitenin değerlendirildiği geçerli bir yöntem olan Jack'in parmak kaldırma testi kullanıldı. Birey oturma pozisyonuna geldi, test sırasında birinci parmak klinisyen tarafından dorsi fleksiyona getirildi ve arkın oluşması beklendi. Arkın oluşması durumunda test pozitif kabul edildi ve bu durum esnek pes planus olarak yorumlandı (42) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Jack'in parmak kaldırma testi.

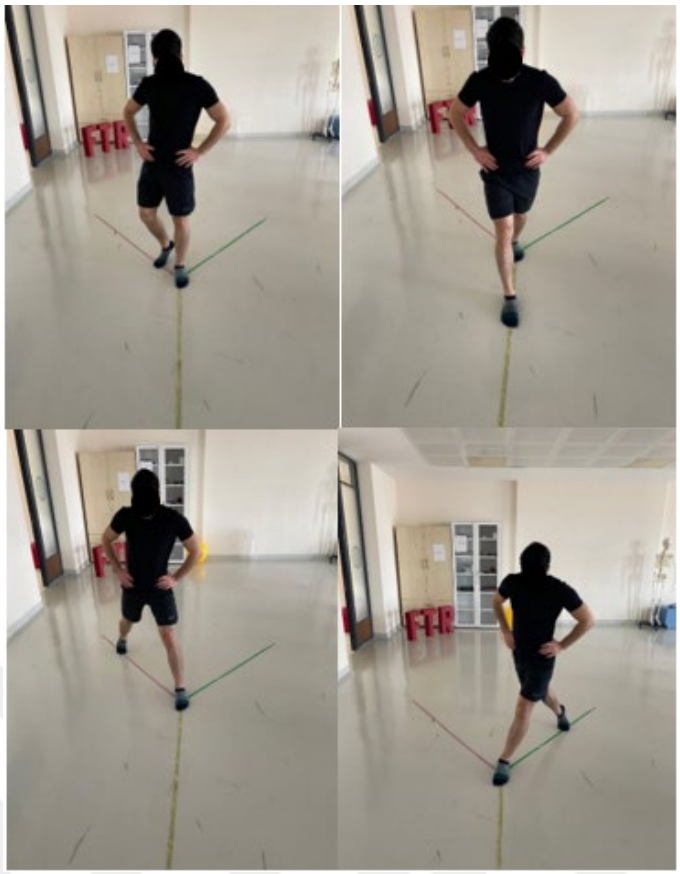
3.3.4. Denge Değerlendirmesi

Çalışmamızda denge değerlendirilmesinde Y denge testi kullanıldı. Zemine yerleştirilen üç şerit metre kullanılarak, "Y" şeklinde bir tasarım yapıldı. Birinci şerit metre anterior (ant) yönde yerleştirildikten sonra, buna 135 derecelik açı oluşturacak

şekilde posteromedial (pm) ve posterolateral (pl) yönde diğer iki şerit metre zemine yerleştirildi. Testin nasıl yapılacağı bireylere testten önce net bir şekilde açıklandı ve üç deneme imkânı verildi. Eller belde olacak şekilde, üç yönde de parmak ucuyla ulaşabildiği en uzak mesafe santimetre (cm) cinsinden kaydedildi. Her yöne yapılan üç uzanma mesafesinden en fazla uzanabildiği mesafe kaydedildi. Bireylerin tek ayak üzerinde duramaması, topuğunu yerden kaldırması, denge kaybı nedeniyle ayağının yere değmesi ve başlangıç noktasına geri dönememesi durumlarından herhangi birinin olması halinde test tekrarlandı (32). Bu işlem, diğer ekstremite üzerinde dururken de tekrarlandı ve kaydedildi (105–107) (Şekil 3.3). Alt ekstremite uzunluğu, *spina iliaka anterior superior* ve medial malleol arası mesafe mezura ile ölçülerek hesaplandı. Elde edilen sonuçlar ile her iki ekstremite için normalize edilmiş erişim mesafesi ve bileşik uzanma mesafesi hesaplandı. Normalize edilmiş erişim mesafesi, her yönde en iyi uzanma mesafesinin ekstremite uzunluğuna bölünüp 100 ile çarpılması ile hesaplandı. Bileşik uzanma mesafesi, her bir bacak için 3 yöndeki maksimum uzanma mesafelerinin (santimetre cinsinden) toplamının ekstremite uzunluğunun 3 katına bölünmesi ve ardından 100 ile çarpılması ile hesaplandı (32).

Bağıl (normalize edilmiş) erişim mesafesi (%) = En iyi uzanma mesafesi / ekstremite uzunluğu x 100

Bileşik uzanma mesafesi (%) = 3 uzanma yönünün toplamı / ekstremite uzunluğunun 3 katı x 100



Şekil 3.3. Y denge testi.

3.3.5. Esneklik Değerlendirmesi

Çalışmamızda esneklik otur uzan testi ile değerlendirildi. Bireyler, üç ısınma denemesi kullanarak otur ve uzan testinin nasıl gerçekleştirileceği konusunda eğitildi. Tüm bireyler, ayaklarının topukları/tabanları kutuya yaslanmış, dizleri tamamen uzatılmış pozisyonu bozmadan ve parmak uçlarını metal sürgü üzerinde doğru pozisyonda mümkün olduğunca ileriye uzatarak oturdular. Bireylere parmak uçlarıyla ölçüm göstergesini iterek mümkün olduğunca ileriye uzanmaları ve maksimum erişimi iki saniye tutmaları talimatı verildi. Üç ölçüm kaydedildi ve ortalaması hesaplandı (108) (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Otur uzan testi.

3.3.6. Güç Değerlendirmesi

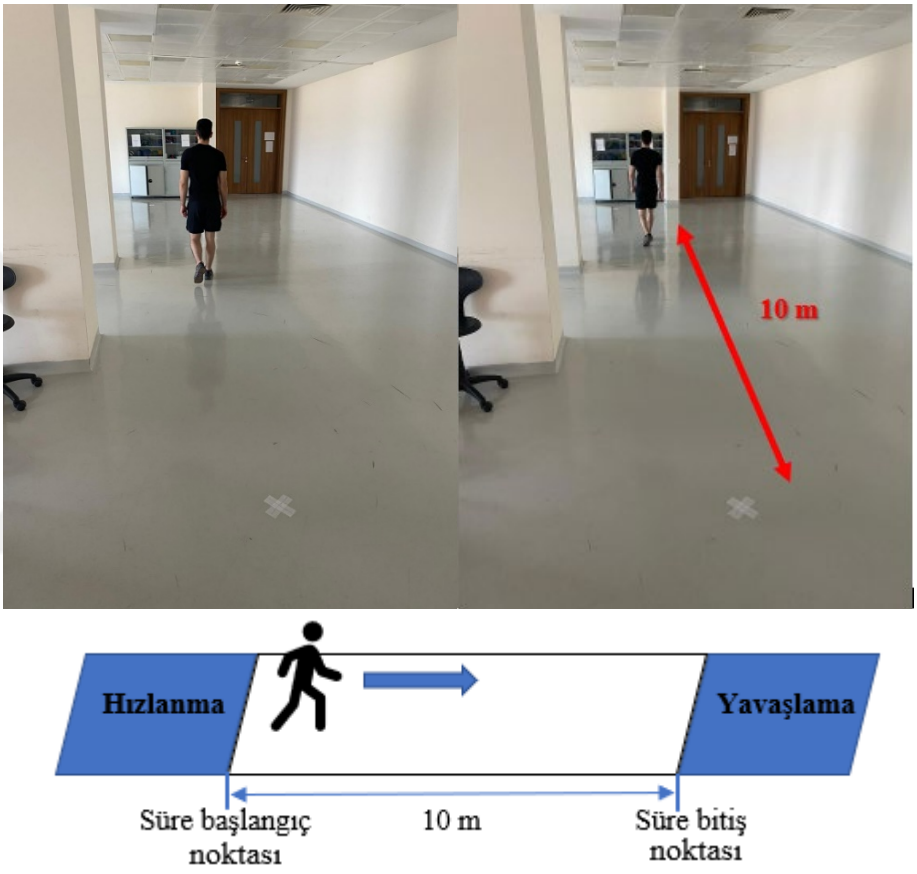
Çalışmamızda güç, dikey sıçrama testi ile değerlendirildi. Bireyler tam dinlenmiş durumda iken ölçüme alındılar. Bireylere 45 saniye dinlenme aralığı ile 3 tekrar dikey sıçrama yaptırıldı, en iyi skor kaydedildi (109) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Dikey sıçrama testi.

3.3.7. Yürüyüş Değerlendirmesi

Çalışmamızda yürüyüş 10 metre yürüme testi ile değerlendirildi. Test 10 m yürüyüş, başlangıcı (2 m) ve bitişi (2 m) için 14 m yürüme yolunda rahat yürüme hızında yapıldı. Ölçümler 3 kez tekrarlandı ve ortalama süre saniye cinsinden kaydedildi (110) (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. 10 metre yürüme testi.

3.4. Uygulamalar

Tedavi öncesi değerlendirmesi yapılan bireyler araştırmacının takibinde altı hafta boyunca ayak kor egzersizlerini içeren programa alındı. Egzersize ilave olarak *foam roller* ile SMFG uygulanan gruptaki bireylere ise altı hafta boyunca haftada iki gün araştırmacının gözetiminde torakolumbal fasya, iliotibial bant, hamstring, gastro-

soleus, peronealler ve plantar fasya olmak üzere altı bölgeye bilateral *self* miyofasyal gevşetme uygulaması yapıldı.

3.4.1. Egzersiz Programı

Pes planuslu genç erişkin bireylere düzenlenen tedavi programındaki ayak kor egzersizleri katılımcılara tek tek öğretildi. Programdaki her bir egzersizin katılımcılar tarafından doğru bir şekilde yapıldığı kontrol edildi. Katılımcıların egzersizleri daha iyi öğrenebilmesi ve doğru bir şekilde yapabilmesi için egzersiz broşürü hazırlandı ve tüm katılımcılara verildi (EK-4). Katılımcıların egzersiz programı takibi, zorluk seviyelerinin aşamalı olarak ilerletilmesi sorumlu araştırmacı tarafından yapıldı. Egzersizler altı hafta boyunca haftanın iki günü araştırmacı gözetiminde yapıldı. Diğer günler ise egzersiz programı takibi çevrimiçi bir platform (WhatsApp®, Mountain View, Kaliforniya, ABD) ve kısa mesaj servisi (SMS) aracılığıyla aracılığıyla günlük kontrol edildi.

Kısa ayak egzersizi

Kısa ayak egzersizi, dizler ve ayak bileği 90 derece fleksiyonda iken başparmak fleksiyona getirilmeden birinci parmağın topuğa doğru çekilmesi ile yapıldı. Egzersiz parmaklar ve topuk yerden kaldırılmadan yapıldı. Egzersiz yapılırken kısa ayak pozisyonu beş saniye korundu ve tekrar başlangıç pozisyonuna geçildi (111). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde oturma pozisyonunda bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde ayakta iken bir set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde tek ayak üzerinde bir set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi (112) (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kısa ayak egzersizi.

Parmak fleksiyon egzersizi

Parmak fleksiyon egzersizinde katılımcılardan parmaklarını bükerek topuğa doğru çekmeleri istendi. Egzersiz sırasında bu pozisyon beş saniye korundu ve tekrar başlangıç pozisyonuna geçildi (112). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde oturma pozisyonunda bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde ayakta iken bir set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde ayakta iken iki set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Parmak fleksiyon egzersizi.

Topuk kaldırma egzersizi

Topuk kaldırma egzersizinde katılımcılardan ayakta iken topuklarını kaldırarak parmak uçlarında yükselmeleri ve tekrar başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi (Şekil 3.9). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde ayakta iken iki set 10 tekrar, ikinci seviyesinde ayakta iken üç set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde tek ayak üzerinde iken üç set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi (112).



Şekil 3.9. Topuk kaldırma egzersizi.

Parmak abdüksiyon egzersizi

Parmak abdüksiyon egzersizinde oturma pozisyonunda dizler ve ayak bileği 90 derece fleksiyonda iken katılımcılardan ayak parmaklarını birbirinden uzaklaştırmaları istendi ve bu pozisyon beş saniye korunduktan sonra tekrar başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi (Şekil 3.10). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde oturma pozisyonunda bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde ayakta iken bir set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde ayakta iken iki set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi (112).



Şekil 3.10. Parmak abdüksiyon egzersizi.

Baş parmak ve diğer parmaklar ekstansiyon egzersizi

Baş parmak ve diğer parmaklar ekstansiyon egzersizinde katılımcılardan oturma pozisyonunda dizler ve ayak bileği 90 derece fleksiyonda iken katılımcılardan baş parmağı ekstansiyona alırken diğer parmakları sabit tutmaları ve daha sonra diğer

parmaklar ekstansiyonda iken başparmağı sabit tutmaları istendi. Egzersiz sırasında pozisyonlar beş saniye korunduktan sonra tekrar başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi (Şekil 3.11). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde oturma pozisyonunda bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde ayakta iken bir set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde ayakta iken iki set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi (112).



Şekil 3.11. Baş parmak ve diğer parmaklar ekstansiyon egzersizi.

Öne salınım egzersizi

Öne salınım egzersizinde katılımcılardan ayakta, ayaklar omuz genişliği açıklığında iken topuklarını yerden kaldırmadan gövdelerini öne doğru salınım yapmaları istendi (Şekil 3.12). Öne salınım sonrası tekrar başlangıç pozisyonuna dönmeleri istendi. Egzersiz başlangıcında katılımcılar kısa ayak egzersizi yapıp devamında öne salınımı gerçekleştirdiler (111). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde iki set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde üç set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi.



Şekil 3.12. Öne salınım egzersizi.

Geri yürüme egzersizi

Geri yürüme egzersizinde katılımcılardan geriye doğru adım atarak düz bir çizgi üzerinde yürümeleri istendi. Geriye doğru adım atarken adımın yavaş ve dengeli olması istendi (Şekil 3.13). Bu egzersiz sırasında katılımcılardan kısa ayak egzersizini yaparak geri yürümeleri istendi (111). Zorluk seviyesi üç aşama olarak ilerletildi. Egzersizin tüm tekrarları rahatlıkla yapılabildiğinde bir üst seviyeye geçilerek ilerlendi. Katılımcılar egzersizin birinci seviyesinde bir set 10 tekrar, ikinci seviyesinde iki set 10 tekrar ve üçüncü seviyesinde üç set 10 tekrar olarak yapması için yönlendirildi.



Şekil 3.13. Geri yürüme egzersizi.

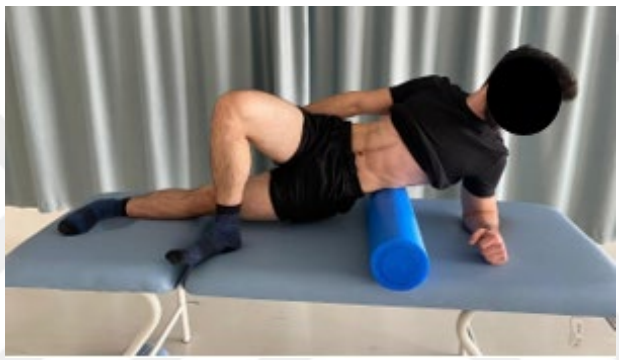
3.4.2. Miyofasyal Gevşetme

Egzersiz+SMFG grubundaki katılımcılara egzersizlere ek olarak *self* miyofasyal gevşetme yöntemi olan *foam roller* (köpük silindir) uygulaması 6 hafta boyunca haftada 2 gün yaptırıldı. Uygulamalarda torakolumbal fasya için 90 cm uzunluğunda ve 15 cm çapında, iliotibial bant, hamstring, gastro-soleus, peronealler için 30 cm uzunluğunda ve 15 cm çapında ve plantar fasya için 15 cm uzunluğunda ve 6 cm çapında orta sertlikte yüksek yoğunlukta *foam roller* kullanıldı. *Foam roller* uygulaması torakolumbal fasya, iliotibial bant, hamstring, gastro-soleus, peronealler ve plantar fasya üzerine her bir bölge üzerine 60 saniye olacak şekilde yapıldı. *Foam roller* uygulaması sırasında ritmin belirlenmesi için metronom kullanıldı. Metronomda ritm dakikada 60 vuruş (60 rpm) olacak şekilde ayarlandı (113). Dokuya binen yük

miktarı belirlenirken, katılımcılara mümkün olan en fazla yük miktarını vermeleri söylendi (114).

Torakolumbal fasya

Katılımcı *foam roller* torakolumbal fasya üzerine gelecek şekilde ön kolundan destek alacak şekilde pozisyonlandı. Bu pozisyonda bir bacak diğerini çaprazlayacak şekilde öne alındı. *Foam roller* torakal ve lumbal omurganın erektör spina kasları ve latissimus dorsi kası bölgelerinde yuvarlanarak uygulama yapıldı (80,115) (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Torakolumbal fasya *foam roller* uygulaması.

İliotibial bant

Katılımcı *foam roller* iliotibial bant üzerine gelecek ve ön kolundan destek alacak şekilde yan yatış pozisyonuna alındı. Bu pozisyonda bir bacak diğerini çaprazlayarak öne alındı. *Foam roller* trokanter majör ile diz eklemi arasında yuvarlanarak uygulama yapıldı (92) (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. İliotibial bant *foam roller* uygulaması.

Hamstringler

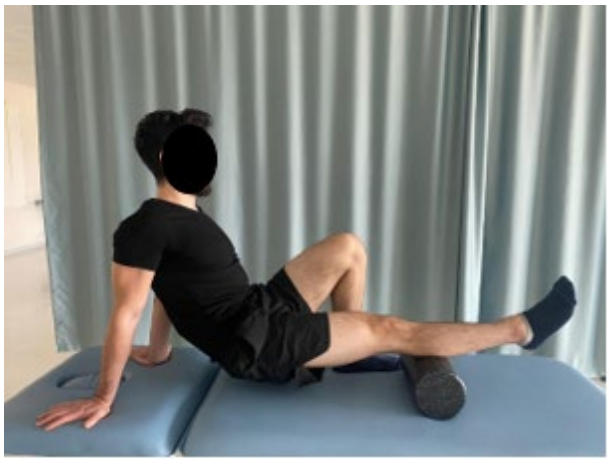
Katılımcı elleri ile yerden destek alarak kontralateral bacak ile hareketi yönlendirecek şekilde pozisyonlandı. *Foam roller* tuber iskium ile diz arasında yuvarlanarak uygulama yapıldı (92) (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Hamstringlere *foam roller* uygulaması.

Gastro-soleus

Katılımcı elleri ile yerden destek alarak kontralateral bacak ile hareketi yönlendirecek şekilde pozisyonlandı. *Foam roller* diz eklemi ile ayak bileği arasında yuvarlanarak uygulama yapıldı (92) (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Gastro-soleus *foam roller* uygulaması.

Peronealler

Katılımcı oturma pozisyonunda uygulama yapacağı bacağını önde çaprazlayarak *foam roller* peroneal kasların altında olacak şekilde pozisyonlandı. *Foam roller* bacak lateral bölgesi boyunca yuvarlanarak uygulama yapıldı (10) (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Peroneallere *foam roller* uygulaması.

Plantar fasya

Katılımcı oturma pozisyonunda iken ayak altında bulunan mini *foam roller* topuk ile metatars başları arasında yuvarlanarak uygulama yapıldı (27) (Şekil 3.19).



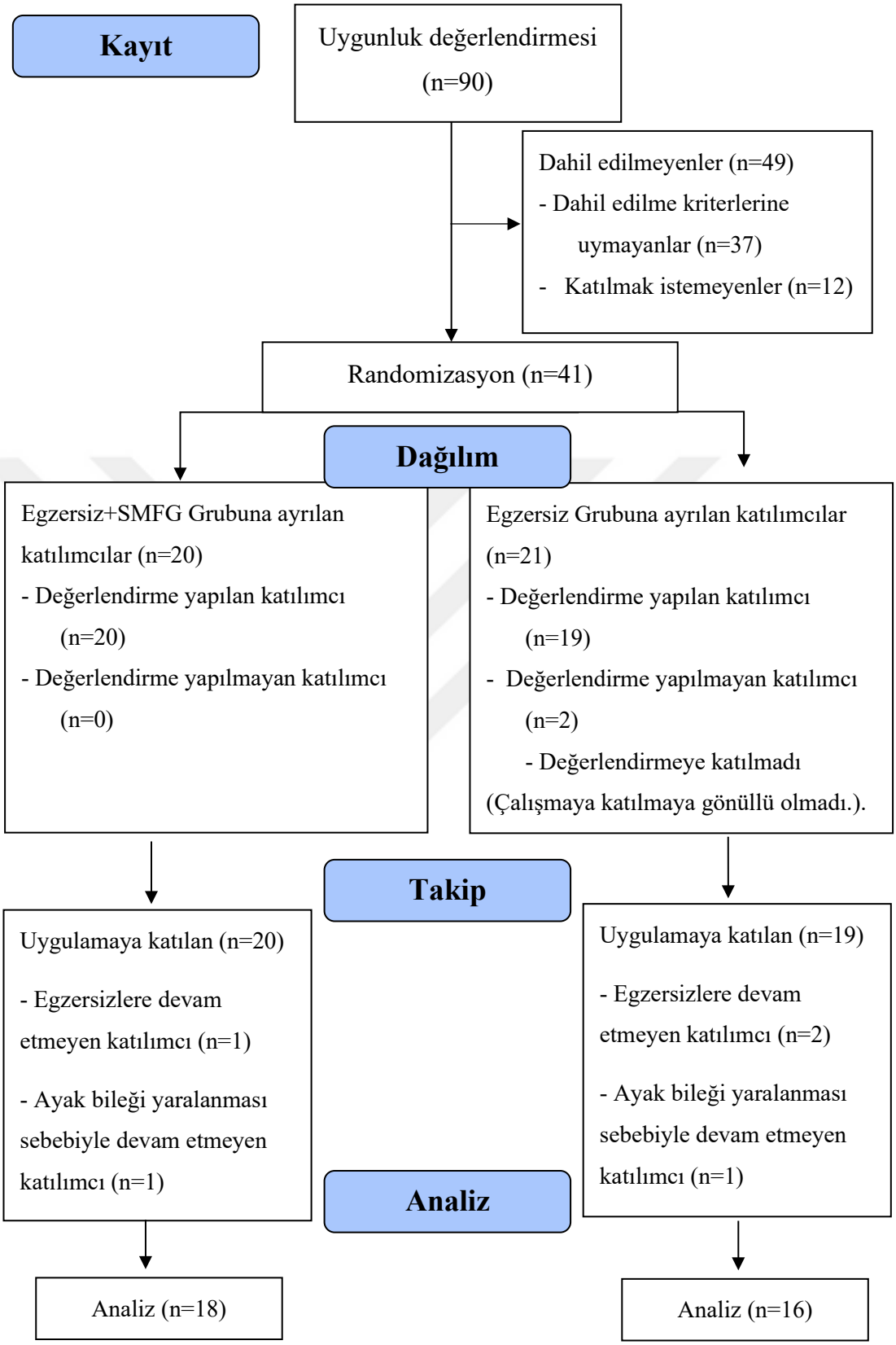
Şekil 3.19. Plantar fasya *foam roller* uygulaması.

3.5. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızda verilerin istatistiksel analizi için Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versiyon 26.0 yazılımı kullanıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu görsel (Histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Kolmogorov-Smirnov /Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistiklerin sunulmasında normal dağılıma uyan sayısal değişkenler için, ortalama, standart sapma; normal dağılıma uymayan sayısal değişkenler için ise ortanca, çeyreklikler arası genişlikler verildi; nitel veriler için; sayı ve yüzdeler kullanıldı. Elde edilen değerlendirme sonuçları uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edildi; %95 güven aralığı ile $p<0.05$ olarak kabul edildi. Egzersiz+SMFG ve egzersiz gruplarındaki bireylerin fiziksel özellikleri ve demografik bilgilerinin karşılaştırılmasında sırasıyla Mann Whitney U testi ile Ki Kare Testi kullanıldı. Her iki grubun naviküler düşme testi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi, alt ekstremite performans değerlendirmelerinden elde edilen sonuçların grup içi analizinde Wilcoxon Testi, gruplar arası karşılaştırmada ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Etki genişliği Cohen's d değeri ile değerlendirildi. Sonuç olarak bulunan değerler; >0.2 küçük, >0.5 orta, >0.8 büyük etki olarak yorumlandı (116).

4. BULGULAR

Çalışmamızın başlangıcında pes planus varlığı açısından 90 birey değerlendirildi. Değerlendirilen 37 birey çalışma kriterlerine uymadığı için çalışmaya alınmadı. 12 birey çalışmaya dahil olmak için gönüllü olmadı. Bireyler bilgisayar destekli randomizasyon programı (http://www.randomizer.org/) kullanılarak basit randomizasyon yöntemi ile gruplarda 21 ve 20 kişi olacak şekilde rastgele 2 gruba ayrıldı. Çalışmada bir gruptan çalışmaya katılmaya gönüllü olmayan iki kişi ilk değerlendirmeye katılmaması sebebiyle; bir gruptan iki kişi, diğer gruptan bir kişi toplam üç kişi ilk değerlendirme sonrası egzersizleri düzenli yapmamaları sebebiyle ve her iki gruptan birer kişi ise ayak bileği yaralanması geçirmesi sebebiyle çalışmaya devam etmedi. Çalışma "Egzersiz+SMFG" grubunda 18 katılımcı, "Egzersiz" Grubunda 16 katılımcı olmak üzere toplam 34 birey ile tamamlandı (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1. Akış şeması

4.1. Demografik Özellikler

Çalışmamıza katılan bireylerin fiziksel özellikleri incelendiğinde her iki gruptaki bireylerin yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi açısından benzer oldukları belirlendi (p>0.05) (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. Katılımcıların demografik özellikleri.

Demografik Özellikler	Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)		Egzersiz Grubu (n=16)		z*	p
	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks		
Yaş (yıl)	20 (2)	18; 24	20 (2)	18; 21	-0.324	0.746
Boy Uzunluğu (m)	1.67 (0.16)	1.56; 1.82	1.68 (0.09)	1.57; 1.83	-0.553	0.580
Vücut Ağırlığı (kg)	62.00 (23)	46; 92	67.00 (21)	46; 85	-0.812	0.417
VKİ (kg/m^2)	22.03 (5.46)	16.82; 29.04	22.74 (4.11)	17.10; 30.43	-0.811	0.417

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, m: Metre, kg: Kilogram, kg/m^2: Kilogram/metrekare, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, z***:** Mann Whitney U Testi

Çalışmamıza katılan bireylerin cinsiyet ve dominant taraf dağılımları bakımından iki grupta da benzer olduğu belirlendi (p>0.05) (Tablo 4.2).

Tablo 4. 2. Katılımcıların fiziksel özellikleri.

Fiziksel Özellikler		Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)	Egzersiz Grubu (n=16)	p*
		n (%)	n (%)	
Cinsiyet	**Kadın**	13 (72.2)	12 (75)	1.000
	Erkek	5 (27.8)	4 (25)	
Dominant taraf	**Sağ**	17 (94.4)	13 (81.3)	0.323
	Sol	1 (5.6)	3 (18.8)	

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, n: Birey sayısı, %: Yüzde, p*: Ki Kare-Fisher exact test

Çalışmamızda yapılan naviküler yükseklik ölçümünde ağırlıklı ve ağırlıksız ölçümler arasındaki farkın her iki grupta da benzer olduğu görüldü (p>0.05) (Tablo 4.3).

Tablo 4. 3. Katılımcıların naviküler yükseklik farkı ölçümleri.

Naviküler Düşme Testi	Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)		Egzersiz Grubu (n=16)		z*	p
	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks		
Sağ naviküler yükseklik farkı (mm)	11.00 (3)	10; 15	12.00 (3)	10; 20	-1.565	0.118
Sol naviküler yükseklik farkı (mm)	10.50 (2)	10; 15	12.00 (3)	10; 20	-1.564	0.118

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, mm: Milimetre, z*: Mann Whitney U testi

4.2. Alt Ekstremite Performansı Değerlendirme Sonuçları

4.2.1. Denge

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası hem dominant hem de non-dominant ekstremite için denge değerlendirmesi ölçümlerinde anterior, posteromedial ve posterolateral yönlerde uzanma mesafelerinin her iki grupta da benzer olduğu belirlendi (p>0.05). Tedaviler sonrası grup içi farklılık incelendiğinde her iki grupta da hem dominant hem non-dominant ekstremite için her üç yönde de uzanma mesafelerinde farklılık olduğu bulundu (p<0.05). Egzersiz+SMFG grubunda dominant ekstremite için posteromedial yöndeki uzanma mesafesinde zamana göre ortaya çıkan değişimin daha fazla olduğu belirlendi (p<0.05). Her iki grupta da hem dominant hem de non-dominant ekstremite için denge değerlendirmesi ölçümlerinde anterior, posteromedial ve posterolateral uzanma mesafelerindeki değişimin etki büyüklüğünün yüksek olduğu ancak egzersiz+SMFG grubunun daha yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlendi (Tablo 4.4).

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası hem dominant hem de non-dominant ekstremite için denge değerlendirmesi ölçümlerinde bileşik uzanma mesafelerinin her iki grupta da benzer olduğu belirlendi (p>0.05). Tedaviler sonrası grup içi farklılık incelendiğinde her iki grupta da hem dominant hem non-dominant ekstremite için bileşik uzanma mesafelerinde farklılık bulundu (p<0.05). Egzersiz+SMFG grubunda hem dominant hem non-dominant ekstremite için bileşik uzanma mesafelerinde zamana göre ortaya çıkan değişimin daha fazla olduğu belirlendi (p<0.05). Her iki grupta da hem dominant hem non-dominant ekstremite için bileşik uzanma mesafelerindeki değişimin etki büyüklüğü yüksek ve egzersiz+SMFG grubunda daha yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlendi (Tablo 4.4).

Tablo 4. 4. Tedavi öncesi ve sonrası denge değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.

Denge Değerlendirmesi		**Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)**		**Egzersiz Grubu (n=16)**		**z***	**p**
		Ortanca (ÇAG)	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Y Denge Anterior Bağıl (%) (Dominant)	Önce	104.62 (13.85)	84.78; 151.72	104.57 (11.19)	95.74; 131.25	-0.69	0.945
	Sonra	125.00 (18.78)	113.54; 147.87	124.02 (16.10)	106.38; 147.25	-0.224	0.823
	z****;p;d**	-3.636; **<0.001; 1.595**		-3.516; **<0.001; 1.512**			
	Fark	19.03 (13.59)	-8.05; 54.26	18.10 (9.09)	5.00; 37.36	-0.069	0.945
Y Denge Posteromedial Bağıl (%) (Dominant)	Önce	80.76 (15.12)	62.75; 102.30	87.70 (19.12)	69.15; 120.88	-1.001	0.317
	Sonra	102.15 (9.25)	90.22; 138.37	100.00 (26.54)	79.80; 145.05	-1.003	0.316
	z****;p;d**	-3.724; **<0.001; 1.66**		-3.010; **0.003; 1.205**			
	Fark	22.40 (15.10)	7.77; 51.16	11.16 (20.76)	-6.25; 20.76	-2.277	**0.023**
Y Denge Posterolateral Bağıl (%) (Dominant)	Önce	97.89 (24.06)	68.63; 124.71	102.79 (21.84)	82.14; 127.47	-0.725	0.469
	Sonra	117.61 (24.62)	104.21; 139.53	115.98 (13.94)	100.00; 139.78	-0.776	0.438
	z****;p;d**	-3.506; **p<0.001; 1.505**		-2.896; **0.004; 1.144**			

	Fark	20.94 (21.01)	-8.33;50.00	15.16 (20.00)	-4.21; 30.85	-1.553	0.121
Y Denge Anterior Bağıl (%) (Nondominant)	Önce	108.60 (12.88)	81.37; 145.98	111.30 (23.91)	83.33; 128.57	-0.483	0.629
	Sonra	125.29 (16.02)	102.94; 163.53	121.68 (13.75)	101.06; 141.76	-1.139	0.255
	z****;p;d**	-3.621; **<0.001; 1.585**		-3.361; **0.001; 1.411**			
	Fark	17.86 (12.83)	0.00; 42.35	13.50 (14.95)	-3.75; 32.97	-1.587	0.112
Y Denge Posteromedial Bağıl (%) (Nondominant)	Önce	88.52 (20.03)	62.64; 121.84	85.56 (13.21)	70.33; 117.58	-0.069	0.945
	Sonra	105.43 (15.53)	74.73; 147.67	98.39 (18.64)	74.74; 125.27	-1.173	0.241
	z****;p;d**	-3.724; **<0.001; 1.66**		-2.844; **0.004; 1.117**			
	Fark	12.02 (16.02)	2.35; 69.77	10.49 (9.10)	-17.89; 37.36	-0.966	0.334
Y Denge Posterolateral Bağıl (%) (Nondominant)	Önce	102.77 (24.23)	76.47; 130.59	101.63 (13.47)	85.71; 135.00	-0.086	0.931
	Sonra	121.96 (19.20)	92.39; 156.47	115.18 (16.58)	100.00; 137.50	-1.121	0.262
	z****;p;d**	-3.724; **<0.001; 1.66**		-3.408; **0.001; 1.441**			
	Fark	18.93 (19.90)	0.97; 45.10	14.44 (14.37)	0.00; 42.86	-1.380	0.168
Bileşik uzanma mesafesi (%) (Dominant)	Önce	96,53 (15.45)	74.51; 125.67	95.74 (14.99)	90.87; 122.50	-0.621	0.534
	Sonra	117.16 (12.75)	105.80; 139.92	113.51 (14.36)	101.75; 140.29	-1.070	0.285
	z****;p;d**	-3.724; **<0.001; 1.66**		-3.464; **0.001; 1.477**			
	Fark	22.10 (14.00)	6.67; 42.25	16.10 (9.15)	-0.83; 23.37	-2.036	**0.042**
Bileşik uzanma mesafesi (%) (Nondominant)	Önce	100.53 (17.84)	78.76; 123.37	98.42 (14.05)	84.25; 125.00	-0.017	0.986
	Sonra	118.58 (13.04)	98.90; 150.00	110.37 (19.61)	101.75; 127.84	-0.966	0.334
	z****;p;d**	-3.724; **<0.001; 1.66**		-3.516; **<0.001; 1.512**			
	Fark	17.73 (10.62)	6.16; 46.90	11.34 (11.24)	0.70; 37.73	-2.001	**0.045**

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, %: Yüzde, z*Mann-Whitney U Testi, z**: Wilcoxon Testi, d: Etki büyüklüğü-Cohen d

4.2.2. Esneklik

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası esneklik değerlendirmesi ölçümlerinin her iki grupta da benzer olduğu belirlendi (p>0.05). Tedaviler sonrası grup içi farklılık incelendiğinde her iki grubun da esneklik değerlendirmesi ölçümlerinde farklılık bulundu (p<0.05). Grup zaman etkileşimi incelendiğinde gruplar arası üstünlük bulunmadı (p>0.05). Her iki gruptaki değişimin etki büyüklüğünün yüksek ve benzer olduğu belirlendi (Tablo 4.5).

Tablo 4. 5. Tedavi öncesi ve sonrası esneklik değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.

Esneklik Değerlendirmesi		**Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)**		**Egzersiz Grubu (n=16)**		**z***	**p**
		Ortanca (ÇAG)	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**		
Otur uzan testi mesafesi (cm)	Önce	4.50 (11)	-9; 18	3.00 (16)	-15; 20	-0.639	0.523
	Sonra	8.00 (10)	-2; 19	10.00 (11)	-12; 21	-0.017	0.986
	z;p;d**	-3.297; **0.001; 1.371**		-3.183; **0.001; 1.303**			
	Fark	3.50 (6.50)	-3.00; 18.00	5.00 (6.25)	-4.00; 16.00	-0.607	0.544

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, cm: Santimetre, z*: MannWhitney U Testi, z**: Wilcoxon Testi, d: Etki büyüklüğü-Cohen d

4.2.3. Güç

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası dikey sıçrama mesafelerinin her iki grupta da benzer olduğu belirlendi (p>0.05). Tedaviler sonrası grup içi farklılık incelendiğinde her iki grubun da dikey sıçrama mesafelerinde farklılık bulunmadı (p>0.05) (Tablo 4.6).

Tablo 4. 6. Tedavi öncesi ve sonrası güç değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.

Güç Değerlendirmesi		Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)		Egzersiz Grubu (n=16)		z*	p
		Ortanca (ÇAG)	Min; Maks	Ortanca (ÇAG)	Min; Maks		
Dikey Sıçrama mesafesi (cm)	Önce	27.50 (7)	15; 39	28.00 (10)	19; 37	-0.556	0.578
	Sonra	28.50 (9)	18; 40	27.50 (10)	16; 47	-0.674	0.501
	z**;p	-0.594; 0.552		-0.945; 0.345			
	Fark	1.00 (7.25)	-10.00; 9.00	-1.50 (7.25)	-9.00; 14.00	-1.281	0.200

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, cm: Santimetre, z*:Mann-Whitney U Testi, z**: Wilcoxon Testi

4.2.4. Yürüyüş

Bireylerin tedavi öncesi ve sonrası gruplar arası yürüyüş değerlendirmesinin süre ölçümlerinin her iki grupta da benzer olduğu belirlendi ($p>0.05$). Tedaviler sonrası grup içi farklılık incelendiğinde her iki grubun da yürüyüş değerlendirmesinin süre ölçümlerinde farklılık bulundu ($p<0.05$). Grup zaman etkileşimi incelendiğinde gruplar arası üstünlük bulunmadı ($p>0.05$). Her iki grupta da değişimin etki büyüklüğü yüksek ve egzersiz+SMFG grubunda daha yüksek etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlendi (Tablo 4.7).

Tablo 4. 7. Tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş değerlendirmesi ölçümlerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.

Yürüyüş Değerlendirmesi		**Egzersiz+SMFG Grubu (n=18)**		**Egzersiz Grubu (n=16)**			
		Ortanca (ÇAG)	**Min; Maks**	**Ortanca (ÇAG)**	**Min; Maks**	**z***	**p**
10 metre yürüme süresi (sn)	Önce	7.47 (1.39)	5.34; 8.99	7.41 (1.14)	5.18; 9.73	-0.138	0.890
	Sonra	6.87 (0.89)	5.25; 7.90	6.79 (1.27)	5.47; 8.55	-0.190	0.849
	z;p;d**	-3.419; **0.001; 1.448**		-2.379; **0.017; 0.894**			
	Fark	-0.60 (0.57)	-2.26; 0.01	-0.58 (0.92)	-1.33; 1.25	-0.259	0.796

SMFG: *Self* Myofasyal Gevşetme, ÇAG: Çeyrekler Arası Genişlik, Min; Maks: minimum; maksimum, n: Birey sayısı, sn: Saniye, dk: Dakika, z*: Mann-Whitney U Testi, z**: Wilcoxon Testi, d: Etki büyüklüğü-Cohen d

5. TARTIŞMA

Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ilave uygulanan miyofasyal gevşetmenin alt ekstremite performansına etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu randomize kontrollü çalışma sonucunda her iki grupta da denge, esneklik ve yürüyüş parametrelerinde gelişme olduğu görülürken, güç parametresinde gelişme görülmedi. Ayak kor egzersizlerine ilave *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasının sadece ayak kor egzersizleri eğitimine göre dengenin gelişmesinde daha etkili olduğu belirlendi.

Çalışmamıza katılan bireylerin yaş, boy, kilo, VKİ, cinsiyet, dominant taraf ve naviküler yükseklik farkı bakımından benzer olması, çalışmadaki grupların homojen olması ve değerlendirilen alt ekstremite performansı parametrelerinin bu değişkenlerden etkilenmemesi açısından önemlidir.

Pes planusun 20'li yaşlarda görülme sıklığı yüksektir ve bu deformite 18-25 yaş grubunda %11.95 görülme oranına sahiptir (1,2). Biz de bu durumu dikkate alarak, çalışmamızı genç-erişkin bireyler üzerinde gerçekleştirdik. Çalışmamızdaki bireylerde henüz pes planus semptomlarının görülmemiş olması gerek yapılan değerlendirmelerin gerekse uygulanan tedavilerin semptomlardan etkilenmemesi adına önemlidir. Bununla birlikte pes planuslu bireylerin henüz asemptomatik dönemde belirlenmesi ile bu bozukluğun gelecekte oluşacak alt ekstremite ile ilgili diğer biyomekanik dizilim bozukluklarının önlenebilmesi için koruyucu yaklaşımların geliştirilebilmesi adına da önemlidir.

Erden ve ark. genç erişkinlerde vücut kütle indeksi ve cinsiyetin MLA düşüşü üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda fazla kilonun ayak instabilitesinde cinsiyetten daha etkili bir faktör olduğu sonucuna varmışlardır (117). Chougala ve ark. değerlendirmelerine göre genç erişkinlerin %44'ünün pes planusa yatkın olduğunu bildirmiştir (118). Ayrıca, genç erişkinler söz konusu olduğunda, VKİ ile ayak arkının yüksekliğindeki değişim arasında yüksek bir korelasyon olduğu ve bir çalışmada pes planuslu erişkinlerin %78'den fazlasının aşırı kilolu olduğu bildirilmiştir (13). Kate ve ark. fazla kilolu bireylerde ayak duruşu ve hareket açıklığında önemli değişiklikler gözlemlendiğini ve aşırı vücut ağırlığının plantar

yüzeyde yüklerin artmasından sorumlu ana faktör olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca zayıf kas sistemine sahip daha yüksek kütleli bir vücut, ayak arkına ekstra kuvvetler uygulayarak ilgili kasların zayıflamasına ve arkın çökmesine neden olur. Bu durum, ark ve zeminin temas yüzeyini önemli ölçüde değiştirir (119). Shibuya ve ark., Hagedorn ve ark. ve Hawke ve ark. VKİ'nin ayak duruşu ile ilişkili olmadığı konusunda hemfikirdir (120–122). Yapılan bir çalışmada, VKİ'nin artması ayak pronasyonu olasılığını arttırmadığı ve bu değişkenler arasında negatif bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir (122). Bununla birlikte, başka bir çalışmada, VKİ pes planusla doğrudan ilişkili olduğu ve temasla oluşan plantar basıncın obezite ile arttığını, ancak plantar dağılım yüzdesi ve basınç merkezi konumunun normal VKİ'ye sahip olanlarla benzer olduğu bildirilmiştir (123). Çalışmamızda gruplardaki bireylerin VKİ değerleri benzer idi. Çalışmamıza katılan bireylerin VKİ bakımından benzer olması, VKİ'nin müdahale etkinlikleri üzerinde etkili olmadığını düşündürmektedir.

Sawant ve ark. pes planusun kadınlarda daha fazla görüldüğünü bildirmiştir (2). Azhagiri ve ark. yaptıkları bir çalışmada pes planusun kadınlarda her iki ayakta da erkeklere kıyasla daha sık görüldüğünü gözlemlemiştir. Bu çalışmalara benzer şekilde, Aenumulapalli ve ark. da yaşa göre kadınlarda erkeklere kıyasla daha yüksek pes planus insidansı bildirmiştir (1,124). Khan ve ark. kadınlarda pes planusun görülme sıklığının daha fazla olmasının nedeninin özellikle genç erişkinler arasında yüksek topuklu ayakkabı giyilmesi olabileceğini öne sürmüşlerdir (122). Literatürde yapılan çalışmalarda kadın ve erkeklerin bağ dokusu farklılıkları (125,126) ve bunun kas gücüne etkileri (127,128) nedeniyle performans üzerinde de farklılıklar olabileceği ortaya konmaktadır (117,125,126,129). Çalışmamızda kadın birey sayısı her iki grupta da daha fazla olmakla birlikte, gruplardaki bireylerin cinsiyet dağılımları benzer idi. Çalışmamızda cinsiyete bağlı alt ekstremite performansında oluşabilecek değişiklikler dikkate alındığında her iki grupta da cinsiyet dağılımlarının benzer olması önemlidir.

Nielsen ve ark. naviküler düşüşün cinsiyetten etkilendiğini ancak yaş ve VKİ'den etkilenmediğini bildirmişlerdir (130). Şahan ve ark. pes planusu olan genç yetişkinlerde, pes planusu olmayanlara kıyasla subtalar açıda ve performansta azalma olduğunu bildirmişlerdir (131). El-Shamy ve ark. esnek pes planuslu adölesan kadınlarda, dinamik denge parametrelerinde (anteroposterior, mediolateral, genel stabilite indeksi) azalma olduğunu vurgulamıştır (132). Al Abdulwahab ve ark. sağlıklı genç yetişkinlerde ayak duruşunun dinamik denge ile ilişkili olduğunu belirtmiştir

(133). Telfer ve ark. pes planuslu bireylerin pes planus derecesine göre destek yüzeyinin arttığını ve medial ark yapısındaki değişikliklerin yürüme kabiliyetini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (134). Çalışmamızda her iki grupta da bireylerin naviküler düşme mesafelerinin benzer olduğu belirlendi. Çalışmamızda iki gruptaki bireylerin naviküler düşme mesafelerinin benzer olması, bireylerde benzer etkilenim göstermesi ve müdahalelerin etkinliğini daha net gözlemlemek açısından önemlidir.

5.1. Denge

Çalışmamızda altı hafta boyunca uygulanan ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının her iki grupta da dengeyi geliştirdiği belirlendi. Çalışmamızda ayak kor egzersizlerine ek olarak miyofasyal gevşetme uygulamasıyla fasyal ve kinetik zinciri bütüncül olarak ele aldığımız grupta denge değerlendirmesinde kullandığımız Y denge testinin bileşik uzanma mesafesinin sadece ayak kor egzersizleri uygulanan gruba göre daha çok geliştiği tespit edildi. Bunun nedeninin pes planuslu bireylerde ayak biyomekaniğinin etkilenmesi ile kaslarda zayıflık ve yumuşak dokularda fazla yüklenme olması durumlarını tedavide göz önüne alarak hem kuvvetlendirme hem miyofasyal gevşetme uygulamalarıyla zayıflayan kasları kuvvetlendirmenin yanında gerilim altında kalan yapıları gevşeterek ayağın fonksiyonelliğinin artması ve kassal imbalansın düzelmesi ile dengede daha çok gelişme sağlanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Plantar intrinsik kasların naviküler yükseklik üzerine etkilerinin elektromiyografi (EMG) kullanılarak incelendiği çalışmalarda bu kaslardaki değişikliğin veya bozukluğun MLA yüksekliğini etkilediği gösterilmiştir. Ayak kor egzersizleri, tabanın zeminle temasını optimize ederek, zayıflamış plantar kasların etkinleştirmeyi amaçlamaktadır (103,135,136). Plantar intrinsik kaslar, dinamik hizalamayı iyileştirme, ark pozisyonunu kontrol etme ve dengeyi iyileştirmek için ayak tabanındaki propriyoseptörleri uyarma işlevi görür (65)**.** Riccio ve ark. ayağın sürekli propriyoseptif uyarımını içeren rehabilitasyon tedavisinin arkta iyileşme sağlayabileceğini ve esnek pes planusu düzeltebileceğini belirtmiştir (137). Park ve ark. yaptıkları bir çalışmada pes planuslu bireylere kısa ayak egzersizi ve proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) müdahalelerini dört hafta boyunca uygulamış ve her

ikisinin de pes planuslu bireylerde dengeyi, medial ark yüksekliğini, ayak bileği kas gücünü, plantar fasya kalınlığını ve ayak fonksiyonunu düzeltmede etkili olduğunu bulmuşlardır (13). Kim ve ark. esnek pes planuslu bireylerde beş hafta boyunca haftada üç gün verilen kısa ayak egzersizlerinin duyusal-motor eğitim, MLA gelişimi ve dinamik denge yeteneği açısından ark destekli tabanlıklar gibi konservatif tedavi yöntemlerinden daha etkili olduğu görülmüştür (38). Lee ve ark. altı hafta boyunca haftada beş gün verilen intrinsik kas egzersizlerinin pes planuslu bireylerde plantar basınç dağılımını ve dinamik dengeyi iyileştirdiğini belirtmiştir (46). Şahan ve ark. pes planus için dört haftalık kısa ayak egzersizleri ve sanal gerçeklik olmak üzere iki farklı egzersiz programı uyguladıkları çalışmada her iki grupta da denge, performans ve ayak duruşunun iyileştiği sonucuna ulaşmışlardır (6). Lynn ve ark. kısa ayak egzersizinin, dinamik denge görevleri sırasında MLA'nın yüksekliğini korumak için intrinsik ayak kaslarını kuvvetlendirmede geleneksel havlu kıvırma egzersizine göre daha etkili olduğunu bildirmişlerdir (47). Son çalışmalarda, kısa ayak egzersizinin, pes planuslu bireyler için spor ve rehabilitasyonda sıklıkla kullanıldığı ve yeterli MLA desteği sağlanması ile denge, stabilite ve plantar intrinsik kasların güçlendirilmesi üzerinde etkileri olduğu gösterilmiştir (103,135,136). Literatüre paralel olarak, çalışmamızda ayak kor egzersizlerinin dengeyi iyileştirdiği sonucuna vardık. Pes planuslu bireylerde nöromüsküler ko-aktivasyon, artrokinematik ve ilişkili zincirlerde anormalliklerin oluşması sonucu etkilenmiş olan dengede, ayak kor kaslarının kuvvetlendirilmesiyle dinamik destek sağlanması ve nöromüsküler kontrolün iyileştirilmesi ile gelişme gözlemlenmiş olabilir. Ayrıca ayak kor kaslarının anatomik konumu ve hizalanması, ayak duruşundaki değişikliklere verilen gerilme tepkileri ile anında duyusal bilgi sağladığı için ayak kor egzersizleri ile iletilen duyusal bilgilerdeki değişikliklerle propriyosepsiyonu geliştirerek dengenin iyileşmesine katkı sağlamış olabileceği görüşündeyiz.

Literatürde bilgimiz dahilinde pes planuslu bireylerde *foam roller* ile *self* miyofasyal gevşetme uygulaması yapılan bir çalışma bulunmaktadır. Choi ve ark. esnek pes planuslu bireylerde yaptıkları çalışmada abduktor hallusis aktivitesinin güçlendirilmesi, peroneus longus aktivitesinin azaltılması ve MLA'nın yükseltilmesi için kısa ayak egzersizinden önce *foam roller* ile peroneus longus kasına *self* miyofasyal gevşetme uygulamasının etkilerini araştırmışlar ve bu çalışma sonucunda, esnek pes planuslu bireylerde peroneus longus kasının miyofasiyal gevşetilmesinden

sonra kısa ayak egzersizi yapmanın abduktor hallusis aktivitesini önemli ölçüde arttırdığını, peroneus longus aktivitesini azalttığını ve MLA'yı yükselttiğini göstermişlerdir. *Self* miyofasyal gevşetme uygulamasının peroneus longus kasına uygulanmasının nedeni kasın subtalar eklemin aşırı eversiyonuna yol açarak MLA düşüklüğüne neden olması olarak belirtilmiştir. Yapılan çalışmada abduktor hallusis aktivitesinin artması, peroneus longus aktivitesinin azalması ve MLA'nın yükselmesi egzersiz ile miyofasyal gevşetmenin ayağın fonksiyonlarını iyileştirdiğini göstermektedir (10). Pes planus ile plantar fasyada oluşan gerginlik peroneus longus tendonu üzerinde gerilme streslerini arttırır, bu da aşırı yüklenmeye yol açar ve işlevini engeller (138). Peroneus longus kasının aşırı kasılması üzerine, subtalar eklemin eversiyonunun artması nedeniyle MLA çöker. Bunun aksine, peroneus longus kasının gevşemesi, subtalar eklemin inversiyonunu arttırarak MLA'nın yükselme aralığını arttırır. Böylelikle çalışmamızda ayak kor egzersizlerine ek olarak miyofasyal gevşetme uygulanmasının bu çalışma bulgularına benzer olarak ayağın mediolateral stabilitesine etki ederek dengede iyileşme sağlamış olabileceğini düşünüyoruz. Ayrıca peroneus longus üzerindeki gerilme streslerinin lateral fasyal zincir ile iliotibial banda, plantar fasyadaki gerilme streslerinin arka fasyal zincir ile gastro-soleusa, hamstringlere, torakolumbal fasyaya iletildiği göz önünde bulundurularak çalışmamızda *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulaması daha geniş bir alanda yapıldı ve miyofasyal gevşetmenin uygulama yapılan tüm bu dokularda sağladığı etki ile dengede gelişme görüldüğü söylenebilir.

Zhang ve ark. sağlıklı genç erişkin bireylerde arka fasyal zincire kendi kendine miyofasyal gevşetmenin esneklik, sıçrama performansı ve dinamik denge yeteneği üzerindeki anlık etkilerini araştırdıkları çalışmada, dinamik dengede gelişme olduğu bildirilmiştir (139). Seever ve ark. düzenli fiziksel aktivite yapan sağlıklı genç bireylerde iki haftalık *foam roller* uygulamasının ayak bileği esnekliği ve dinamik denge üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarında, iki haftalık düzenli kalf kası *foam roller* uygulamasının ayak bileği dorsifleksiyon eklem hareket açıklığını ve dinamik dengeyi kronik olarak iyileştirdiğini ve fonksiyonel performanstaki bu olumlu gelişmelerin, *foam roller* etkilerinin sürdürülebilirliğinin altını çizerek, sonrası ölçümlerin biri hariç hepsinde yedi günlük antrenman sonrasında da korunduğunu göstermiştir (140). Castiglione ve ark. genç erişkin atletlerde yaptıkları çalışmada egzersiz öncesi kendi kendine uygulanan *foam roller* uygulamasının, miyofasyal

gevşeme yoluyla katılımcıların dengesini geliştirdiği bildirilmiştir (141). Egesoy ve ark. genç futbolcularda miyofasyal gevşetme uygulamasının denge, anaerobik güç ve fonksiyonel hareketlere akut etkisini inceledikleri çalışmada hamstring, kuadriseps, gluteal, latissimus dorsi ve gastro-soleus kaslarına bilateral olarak *foam roller* uygulamış ve sporcuların fonksiyonel hareket ve dinamik denge performanslarının arttığı tespit edilmiştir (142). Bu çalışmada bizim çalışmamıza benzer olarak Y denge testi sağ ve sol bileşik skorlarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Çalışmamızda *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulanan kas gruplarına, aynı yöntem ile denge değerlendirmesi yapılan literatürdeki bu çalışmaların sonuçları göz önüne alındığında *foam roller* uygulamasının genç erişkin bireylerde nöromüsküler aktivitenin artmasını sağlayarak akut ve kronik olarak denge üzerinde etkili olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca bir bütün olarak kas-fasiyal-iskelet sisteminde iletilen gerilimi azaltmak amacıyla uygulanan *self* miyofasyal gevşetme uygulamasıyla fasyada basınç arttıkça golgi tendon organları ve diğer mekanoreseptörlerin uyarılması tüm kolajen ağ boyunca eşit bir ton oluşmasını ve sinir sistemi uyarımı ile kas tonusunun azalmasını sağlar (23). Böylece plantar fasyadaki gerginlik ve bağlantılı bölgeler arasındaki mekanik ilişkilerin değişmesi dinamik dengede iyileşme sağlayabilir.

5.2. Esneklik

Çalışmamızda altı hafta boyunca uygulanan ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının öncesi ve sonrası esneklik değerlendirmeleri sonucunda her iki grupta da gelişme olduğu belirlendi. Bununla birlikte ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının esneklik üzerindeki etki büyüklüğünün her iki grupta da benzer olması, ayak kor egzersizlerine ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasının sadece ayak kor egzersizlerine göre üstün olmadığını göstermektedir.

Literatürde bilgimiz dahilinde pes planuslu bireylerde ayak kor egzersizlerinin esnekliğe etkisini araştıran çalışma bulunmamaktadır. Ayak kaslarındaki farklı terapi türlerinin vücudun üst segmentleri üzerindeki etkisinin belirtildiği bazı çalışmalar vardır (20). Bazı çalışmalarda intrinsik ayak kası egzersizlerinin ayak kası gücünü ve atletik performansı arttırabileceği belirtilmiştir (143,144). Slowska ve ark. yaptıkları

çalışma sonucunda plantar intrinsik kasları güçlendirme egzersizlerinin, miyofasyal zincirlerdeki hareketlerin kalitesini ve esnekliğini arttırabileceğini bildirmişlerdir (111). Ayrıca dinamik hareketlerde daha iyi hareket kabiliyeti ve stabilitesi ile daha iyi miyofasyal esneklik, ayağa aşırı yüklenmeyi en aza indirebileceği ve gelecekteki yaralanma riskini potansiyel olarak azaltabileceği belirtilmiştir. Yapılan çalışmada plantar intrinsik kasları egzersizlerinin fiziksel olarak aktif olan tüm insanlar için faydalı olabileceğini ve genel bir uygunluk programının parçası olarak uygulanabileceğini önermişlerdir (20). Çalışmamızın bulguları literatürü destekler nitelikte olup, altı hafta boyunca aşamalı olarak ilerletilen ayak kor egzersizi programı sonucu pes planuslu bireylerde esnekliğin arttığı gözlemlendi. Bunun sebebinin ayak kor egzersizleri ile MLA'yı aktif olarak destekleyen yapıların kuvvetlendirilmesi ile kinetik ve fasyal zinciri etkileyerek esnekliğin gelişmesinde fayda sağlaması olabileceğini düşünmekteyiz. Ayrıca MLA'nın desteklenmesi ile arkın yükseltilmesi ve bu yolla plantar fasyadaki gerilimin azalması da arka fasyal zincirdeki gerilimi azaltmış ve buna bağlı olarak otur uzan testinde gelişme sağlamış olabilir.

Çalışmamızda ayak kor egzersizlerine ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulaması da esnekliği arttırmıştır. Ayak plantar yüzeyinde kendi kendine miyofasyal gevşetme tekniğinin uygulanmasının hamstringlerin esnekliğini arttırabileceği bildirilmiştir (145). Ayak dışında alt ekstremitenin proksimal kısımlarında uygulanan miyofasyal gevşetme tekniğinin etkisini bildirilen bazı çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalarda tekniğin uygulandığı bölgeden uzak bölgelerde de terapatik etkiler görüldüğü belirtilmiştir (146–148). Yapılan çalışmalarda *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasının rehabilitasyon programlarına kuvvet antrenmanı programı içerisinde eklendiği bildirilmiştir (114). Sağlıklı genç erişkin bireylerde kendi kendine miyofasyal gevşetmenin esneklik, sıçrama performansı ve dinamik denge yeteneği üzerindeki anlık etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kendi kendine miyofasyal gevşetmenin yüzeysel arka kas zinciri üzerindeki etkinliğinin esnekliği arttırdığı gözlemlenmiştir (139). Çalışmamızda ayak kor kaslarını kuvvetlendirmenin yanında *foam roller* ile plantar fasya, gastro-soleus, peronealler, hamstring, iliotibial bant ve torakolumbal fasya olmak üzere alt ekstremite fasyalarını kapsayan altı bölge üzerinde miyofasyal gevşetme uygulaması sonucunda esnekliğin arttığını gözlemledik. Altı bölgeye, altı

hafta boyunca uygulanan miyofasyal gevşetme, posterior ve lateral fasyal zincire etki ederek esnekliğin artmasına katkı sağlamış olabilir.

5.3. Güç

Çalışmamızda altı hafta boyunca uygulanan ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının dikey sıçrama testi ile değerlendirdiğimiz alt ekstremite performansının güç parametresinde gelişme olmadığını gözlemledik.

Karimzadeh ve ark. altı hafta boyunca uygulanan intrinsik ayak kaslarını güçlendirme egzersizlerinin pronasyonlu ayak olgularında öne sıçrama sırasında ayak kinetik parametreleri üzerindeki etkisini araştırmışlar ve bu egzersizlerden önce ve sonra yer reaksiyonunun dikey kuvvetinin önemli ölçüde farklı olmadığını göstermişlerdir (12). Literatürdeki bu çalışmaya benzer şekilde sadece ayak kor egzersizleri sonucu dikey sıçrama mesafesinde gelişme olmadığını gözlemledik. Pes planuslu bireylerde arka ayağın varusa gidişi ayağın aşırı pronasyonuna neden olur. Bu durum kassal imbalansa neden olur dolayısıyla bacak ve ayak kasları daha fazla yorulur. Dikey sıçramada gelişme gözlemlenememesinin sebebi pes planuslu bireylerde biyomekanik dizilimin etkilenmesi ile oluşan kompansasyon nedeniyle kaslardaki yorgunluğun patlayıcı gücü etkilememesi olabilir. Bununla birlikte kalça ve diz çevresindeki büyük ekstansör kasların sıçrama performansı üzerinde daha etkili olduğu dikkate alındığında, çalışmamızda uygulanan yöntemlerin sıçrama yüksekliğini arttırmada yetersiz kalmış olabileceği düşünülebilir.

Literatürde bildiğimiz kadarıyla pes planuslu bireylerde miyofasyal gevşetme uygulamasının dikey sıçramaya etkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır ancak sağlıklı bireylerde yapılmış olan çalışmalar mevcuttur. Peacock ve ark. sağlıklı bireylerde *foam roller* ile kendi kendine miyofasyal gevşetme uygulamasının performansa etkisini araştırmış ve çalışma sonucunda *foam roller* uygulamasının güç, çeviklik, kuvvet ve hızı geliştirdiğini bildirmişler (149). Yapılan bir çalışmada sağlıklı genç erişkin bireylerde kendi kendine miyofasyal gevşetmenin anlık etkileri incelenmiş olup dikey sıçrama performansı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı

gözlemlenmiştir (139). Egesoy ve ark. genç futbolcularda hamstring, kuadriseps, gluteal, latissimus dorsi ve gastro-soleus kaslarına tek seanslık miyofasyal gevşetme uygulaması yapılan çalışmada katılımcıların sıçrama performanslarının değişmediği gözlemlenmiştir (142). Peacock ve ark. genç erişkin sporcularda *foam roller* ile lumbopelvik bölge, gluteal kaslar, hamstringler, baldır kasları, kuadriseps ve pektoral bölgeleri içeren miyofasyal gevşetmenin kas performansı üzerindeki etkilerini de inceledikleri çalışmada dikey sıçrama performansında anlamlı bir fark bulunmamıştır (150). Çalışmamızda literatürdeki çalışmalara benzer olarak ayak kor egzersizlerine ilave *foam roller* ile uygulanan miyofasyal gevşetmenin dikey sıçrama yüksekliğine etkisi olmadığını gözlemledik. Bu durumun sebebinin miyofasyal gevşetmenin etkisi sonucu esnekliğin artması ile ilişkili olduğunu ve bu durumun artan esneme toleransı nedeniyle kasın güç üretme yeteneğini etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz. Bununla birlikte, dikey sıçrama, karmaşık motor koordinasyon gerektiren çok eklemli bir hareket olduğundan atlama performansını arttırmak için kas aktivasyonunun eklem esnekliğine uyarlanması gerekmektedir bu sebeple daha uzun süreli takipte bu adaptasyon ile sıçrama performansının iyileşmesi olasıdır.

5.4. Yürüyüş

Çalışmamızda altı hafta boyunca uygulanan ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının öncesi ve sonrası yürüyüş değerlendirmeleri sonucunda her iki grupta da gelişme olduğu tespit edildi. Literatürde pes planusun statik ve dinamik ayak yükleme parametrelerinde ve yürüyüşün biyomekaniğinde olumsuz değişikliklere neden olabileceğini ve böylece yumuşak dokuların ve kemiklerin aşırı yüklenmesine neden olabileceğini öne süren raporlar vardır (11). Lee ve ark. pes planuslu bireylerde bantlama ve medial ark desteğinin yürüyüşe etkisini inceledikleri çalışmada her iki müdahalenin de pes planusta yapısal düzelme gösterdiğini ve yürüme sırasında ayağa uygulanan kuvvet ve basıncın taban bölgesine eşit olarak dağılarak yürümeyi olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir (151). Bantlama, ark desteği kullanımı gibi tedaviler pasif destek sağlayarak yürüyüşü etkileyebilir ancak sürdürülebilirliği kısıtlı olan tedavi yöntemleridir. Ayak kor egzersizleri temel alınan bir tedavi programında ise kor kaslarının kuvvetlenmesi

dinamik destek sağlar ve bu destek alt ekstremite biyomekaniğine etki ederek yürüyüş parametresinde gelişme sağlar.

Çalışmamızda ayak kor egzersizleri ile yürüyüş hızının arttığı belirlendi. Shen ve ark. ayak kor egzersizi ile birlikte 12 haftalık bir yürüyüş yeniden eğitim programının arkın morfolojisi, kas gücü ve kinematiği üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmada hem statik hem de dinamik pozisyonlarda ark yüksekliğini orta ile büyük bir etki büyüklüğüyle iyileştirmiş ve bu birleşik müdahalenin tek başına müdahalelere göre üstünlüğü gösterilmiştir. Bu nedenle, zayıf plantar kaslara sahip bireylerin arkı destekleyen kasları geliştirmek için bir yaklaşım olarak bu kombine müdahaleyi kullanmaları önerilmiştir (153). Okamura ve ark. pes planuslu bireylerde intrinsik ayak kaslarını güçlendirme egzersizinin statik ve dinamik ayak kinematiği üzerindeki etkilerini incelendiği çalışmada, çalışmamıza benzer olarak intrinsik ayak kaslarını güçlendirme egzersizinin, yürüyüş sırasında ayak kinematiğinin zamansal parametrelerini etkili bir şekilde değiştirdiğini gözlemlemişlerdir. Naviküler yüksekliğin minimum değerine ulaşma süresini kısaltan bu değişiklik, pes planuslu katılımcılarda çıkrık mekanizmasının iyileştiğini göstermiştir (8). Ünver ve ark. pes planusta kısa ayak egzersizlerinin ayak duruşu, ağrı, özür ve plantar basınca etkilerini araştırdıkları çalışmada, altı haftalık kısa ayak egzersizlerinin pes planusta naviküler düşüş, ayak pronasyonu, ayak ağrısı ve disabilitede azalma ve medial orta ayağın plantar kuvvetinde artış sağladığı sonucuna ulaşmışlardır (5). Okamura ve ark. pes planuslu bireylerde plantar intrinsik ayak kaslarının ek aktivasyonunun ayak kinematiği üzerindeki etkisini inceledikleri çalışma sonucunda, plantar intrinsik kasların elektrik stimülasyonuyla simüle edilmiş şekilde güçlendirilmesinin, yürüyüş sırasında ayak kinematiğinde MLA'yı destekleme kabiliyetinin artmasıyla ilişkili değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulgu, pes planuslu bireylerde plantar intrinsik kasların yürüyüş sırasında ayak kinematiğini değiştirecek kadar MLA'yı destekleme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir (58). Literatürdeki bu sonuçlar göz önüne alındığında altı hafta boyunca aşamalı ilerletilerek uygulanan ayak kor egzersizlerinin pes planuslu bireylerde ayak kor kaslarına yönelik egzersizlerin MLA'ya dinamik destek sağlaması ve ayak stabilitesini arttırması ile yürüyüşü etkilemiş olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde bilgimiz dahilinde pes planuslu genç erişkin bireylerde miyofasyal gevşetmenin yürüyüş üzerine etkisini araştıran çalışma bulunmamaktadır. Bac ve ark.

pes planuslu bireylerde miyofasyal gevşetmenin ağrı ve seçilmiş göstergeleri üzerindeki etkisini araştırdığı randomize kontrollü bir çalışmada hem egzersizin hem de egzersizle birlikte miyofasyal gevşetme tekniklerinin ve özellikle de tek başına miyofasyal gevşetme tekniklerinin pes planuslu bireylerde ağrıyı önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir (11). Itotani ve ark. genç erişkin bireylerde hamstringlerin esnekliğinin ve hareketliliğinin yürüme hızını etkilediğini öne sürmüşlerdir ve yaptıkları çalışma sonucunda hamstringlere uygulanan miyofasyal gevşetmenin yürüme hızını arttırdığını gözlemlemişlerdir (154). Bu çalışmalar göz önüne alındığında miyofasyal gevşetmenin etkisi ile fasyanın gevşemesi ve arka fasyal zincirin bir parçası olan hamstring kasının esnekliğindeki artışın yürüyüş döngüsünü olumlu etkilemiş olabileceğini söyleyebiliriz. Çalışmamızda asemptomatik esnek pes planuslu bireylerde ayak kor egzersizlerine ek olarak kinetik zincir göz önüne alınarak uygulanan miyofasyal gevşetme uygulamasının 10 metre yürüyüş süresini azalttığını yani yürüyüşü olumlu etkilediğini söyleyebiliriz. Pes planuslu bireylerde kuvvetlendirmenin yanında miyofasyal gevşetmenin uygulanması sırasında meydana gelen gevşeme mekanotransdüksiyon yoluyla gergin fasya ve kaslara etki ederek alt ekstremite fonksiyonelliğini arttırır ve böylece ayağın dinamik yükleme parametrelerini iyileştirdiğini söyleyebiliriz. Fasyada kaslardakinin altı katı reseptör bulunması göz önüne alındığında *self* miyofasyal gevşetme uygulamasının propriyosepsiyon, interosepsiyon, kinestezi duyusunu geliştirmesi ve postüral farkındalık oluşturması yürüyüşte iyileşme sağlamış olabilir. Ayrıca *self* miyofasyal gevşetme ile oluşan vücut farkındalığı, çoğunlukla ihmal edilen bir organ olan fasyaya kendini hatırlatarak alt ekstremite biyomekaniğinde dolayısıyla yürüyüş dinamiğinde iyileşme sağlamış olabilir.

Literatürde 10 metre yürüme testinin minimal klinik olarak anlamlı farkı (MCID) 0.15 saniye olarak bildirilmiştir (155). Çalışmamızda 10 metre yürüme testi sonuçlarındaki değişimlerin ayak kor egzersizlerine ilave miyofasyal gevşetme uygulanan grupta ortanca değeri 0.60 saniye, sadece ayak kor egzersizleri uygulanan grupta ortanca değeri 0.58 saniye bulunmuştur. Her iki grubun ortanca değerlerinde minimal klinik anlamlılık fark değerlerinin üzerinde bir artış gözlemlenmiştir ancak ayak kor egzersizlerine ilave olarak miyofasyal gevşetme uygulanan grupta gelişme daha fazladır. Bunun sebebinin ayak kor egzersizlerine ilave *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasında, ayak kor kaslarının oluşturduğu dinamik desteğin yanı sıra,

MLA düşüklüğü ile plantar fasyada oluşan gerilimin alt ekstremite fasyası boyunca iletilmesinin yürüyüş dinamiğini etkilemesi göz önüne alınarak bütüncül bakış açısıyla altı bölgeye bilateral miyofasyal gevşetme uygulama yapılması olabileceğini düşünmekteyiz.

Limitasyonlar

- Çalışmamızdaki değerlendirme ve müdahaleler aynı fizyoterapist tarafından yapıldı. Çalışmamızda körlemenin yapılmamış olması çalışmamızın limitasyonlarından biridir.
- Çalışmamızdaki katılımcıların çalışma sürecinde yapabilecekleri farklı egzersizler ve katıldıkları spor faaliyetleri takip edilmemiştir. Bu durum tedavi süreci sonunda değerlendirilen alt ekstremite performansı parametrelerini etkileyebilecek farklı aktivitelerin sonuçlar üzerindeki etkilerinin bilinmesine engel olmuştur.

Çalışmamız asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin denge, esneklik, güç ve yürüyüşe etkilerini inceleyen ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Çalışmamız randomize kontrollü bir çalışma olduğu için kanıt değeri yüksek nitelikte olmuştur. Literatürde asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizleri ve miyofasyal gevşetme uygulamalarını birlikte kullanıp bütüncül yaklaşımı içeren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamız bu yönüyle özgündür.

Çalışmanın Hipotezlerini değerlendirdiğimizde;

- H_1 Hipotezi: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin dengeye etkisi vardır. (Kabul edildi)
- H_2 Hipotezi: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin esnekliğe etkisi vardır. (Kabul edildi)
- H_3 Hipotezi: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin güce etkisi vardır. (Reddedildi)
- H_4 Hipotezi: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde

ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetmenin yürüyüşe etkisi vardır. (Kabul edildi)

- H_5 Hipotezi: Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetme denge, esneklik, güç ve yürüyüşü geliştirmede sadece egzersize göre daha etkilidir. (Kısmen kabul edildi)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizlerine ek uygulanan miyofasyal gevşetme denge, esneklik, güç ve yürüyüşe etkisini incelemek amacıyla yaptığımız randomize kontrollü çalışma sonucunda:

- Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde 6 hafta boyunca uygulama yapılan her iki grupta da dengenin geliştiği gözlenirken, ayak kor egzersizlerine ek *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasının sadece egzersize göre daha etkili olduğu görüldü.
- Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde 6 hafta boyunca uygulama yapılan her iki grupta da esnekliğin geliştiği görüldü.
- Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde 6 hafta boyunca uygulama yapılan her iki grupta da dikey sıçrama mesafesinde gelişme olmadığı görüldü.
- Asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde 6 hafta boyunca uygulama yapılan her iki grupta da yürüyüş parametresinde gelişme olduğu görüldü ve her iki grupta da elde edilen değişimin minimal klinik anlamlılık değerinin üzerinde olduğu bulundu.
- Pes planuslu genç erişkin bireylerin tedavisinde denge ve yürüyüşü geliştirmek için kinetik ve fasyal zincirin bütüncül olarak ele alınması gerektiğini, tedavi programında ayak kor egzersizlerinin kuvvetlendirilmesinin yanında miyofasyal gevşetme uygulamasına da yer verilmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Çalışmamız asemptomatik esnek pes planuslu genç erişkin bireylerde ayak kor egzersizleri ve miyofasyal gevşetme uygulamalarını bir arada kullanarak kinetik ve fasyal zincir etkilenimini göz önünde bulundurarak bütüncül yaklaşımı içeren ilk çalışmadır. İleride yapılacak olan çalışmalara metodoloji ve sonuçlar açısından ışık tutacaktır.

Kliniğe başvuran pes planuslu genç erişkin bireylere fizyoterapist tarafından planlanan ayak kor egzersizleri programı ve buna ilave olarak *foam roller* ile kendi kendine miyofasyal gevşetme uygulamalarını kapsayan bir tedavi programı önerilmesi

gerektiğini düşünmekteyiz, böylelikle bireyler ortam ve maliyet gerektirmeyen bir tedavi programı ile denge, yürüyüş ve esneklik gibi alt ekstremite performansı parametrelerinde iyileşme kaydedebilir.

Çalışmamızda ayak kor egzersizlerine ilave *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamasının dinamik dengeyi geliştirdiği gözlemlendi. İleride yapılacak olan çalışmalarda statik ve dinamik denge objektif yöntemlerle değerlendirilerek tedavi etkinlikleri gözlemlenebilir.

Çalışmamızda esneklik parametresinde her iki grupta da gelişme gözlemlendi ancak müdahalelerin birbirlerine karşı üstünlüğü olmadığı belirlendi. İleride yapılacak olan çalışmalarda ayak kor egzersizlerine ilave farklı yoğunlukta planlanan *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulanmalarının gruplar arası fark oluşturup oluşturmaması açısından incelenebilir.

Dikey sıçrama parametresinin geliştirilebilmesi için egzersiz programına ayak kor egzersizlerine ek olarak sıçrama performansını arttırabilecek ilerleyici egzersizler eklenerek dikey sıçrama testine etkileri tekrar incelenebilir. Ayrıca ayak kor egzersizleri ve miyofasyal gevşetme uygulamalarının sıçrama gerektiren spor branşlarındaki sporcuların performansı üzerindeki etkileri araştırılabilir.

Çalışmamızda ayak kor egzersizleri ve ilave olarak *foam roller* ile miyofasyal gevşetme uygulamalarının yürüyüş parametresini geliştirmede etkili olduğunu gözlemledik. İleride yapılacak olan çalışmalarda yürüyüşün fazları ayrıntılı değerlendirilerek analiz edilebilir, böylece yürüyüş süresinin kısalmasında uygulamaların etkisi ile hangi fazda değişim olduğu incelenebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Azhagiri R, Malar A, Hemapriya J, Sumathi G. The cause and frequency of Pes Planus (Flat Foot) problems among young adults. *Asian J Med Sci* 2021;12(7):107-111.

2. Sawant Janhavi M, Shinde Sandeep B. Effect of lower limb proximal to distal muscle imbalance correction on functional pes planus deformity in young adults. *Journal of Medical Pharmaceutical and Allied Sciences* 2021;10(4):3469-3473.

3. Brijwasi T, Borkar P. A comprehensive exercise program improves foot alignment in people with flexible flat foot: a randomised trial. *J Physiother* 2022. doi:10.1016/j.jphys.2022.11.011.

4. Huang C, Chen LY, Liao YH, Masodsai K, Lin YY. Effects of the Short-Foot Exercise on Foot Alignment and Muscle Hypertrophy in Flatfoot Individuals: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(19). doi:10.3390/ijerph191911994.

5. Unver B, Erdem EU, Akbas E. Effects of short-foot exercises on foot posture, pain, disability, and plantar pressure in pes planus. *J Sport Rehabil* 2020;29(4):436-440.

6. Yıldırım Şahan T, Aydoğan Arslan S, Demirci C, Oktaş B, Sertel M. Comparison Of Short-Term Effects Of Virtual Reality and Short Foot Exercises In Pes Planus. *Foot* 2021;47. doi:10.1016/j.foot.2021.101778.

7. Taş S, Ünlüer NÖ, Korkusuz F. Morphological and mechanical properties of plantar fascia and intrinsic foot muscles in individuals with and without flat foot. *Journal of Orthopaedic Surgery* 2018;26(3). doi:10.1177/2309499018802482.

8. Okamura K, Fukuda K, Oki S, Ono T, Tanaka S, Kanai S. Effects of plantar intrinsic foot muscle strengthening exercise on static and dynamic foot kinematics: A pilot randomized controlled single-blind trial in individuals with pes planus. *Gait Posture* 2020;75:40-45.

9. Kodithuwakku Arachchige SNK, Chander H, Knight A. Flat feet: Biomechanical implications, assessment and management. *Foot* 2019;38:81-85.

10. Choi Y, Lee J. Effect of peroneus longus muscle release on abductor hallucis muscle activity and medial longitudinal arch before toe-tap exercise in participants with flexible pes planus. *Healthcare (Switzerland)* 2022;10(1). doi:10.3390/healthcare10010044.

11. Bac A, Kaczor S, Pasiut S, Ścisłowska-Czarnecka A, Jankowicz-Szymańska A, Filar-Mierzwa K. The influence of myofascial release on pain and selected indicators of flat foot in adults: a controlled

randomized trial. *Sci Rep* 2022;12(1). doi:10.1038/s41598-022-05401-w.

12. Karimzadeh A, Mohammadi H, Mehravar M, Zahednejad S, Taheri N, Sadeghi M. The effects of intrinsic foot muscles strengthening exercises on foot kinetic parameters in pronated foot subjects during forward jump landing. *J Family Med Prim Care* 2022;11(9):5205.

13. Park DJ, Lee KS, Park SY. Effects of two foot-ankle interventions on foot structure, function, and balance ability in obese people with pes planus. *Healthcare (Switzerland)* 2021;9(6). doi:10.3390/healthcare9060667.

14. Angin S, Mickle KJ, Nester CJ. Contributions of foot muscles and plantar fascia morphology to foot posture. *Gait Posture* 2018;61:238-242.

15. Sharafudeen AM. Myofascial Release for the Management of Plantar Fasciitis: A Randomized Controlled Trial. 2014. Available at: https://www.numss.com/Thesis/Sharafudeen,Ajimsha-DO.pdf. Erişim Ocak 24, 2023.

16. Irving DB, Cook JL, Menz HB. Factors associated with chronic plantar heel pain: a systematic review. *J Sci Med Sport* 2006;9(1-2):11-22.

17. Harty J, Soffe K, Gary O'toole ;, Stephens MM. The Role of Hamstring Tightness in Plantar Fasciitis. *Foot Ankle Int* 2005;26(12):1089-1092.

18. Bolívar YA, Munuera P V., Padillo JP. Relationship between tightness of the posterior muscles of the lower limb and plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2013;34(1):42-48.

19. Patel A, DiGiovanni B. Association between plantar fasciitis and isolated contracture of the gastrocnemius. *Foot Ankle Int* 2011;32(1):5-8.

20. Sulowska-Daszyk I, Mika A, Oleksy Ł. Impact of short foot muscle exercises on quality of movement and flexibility in amateur runners. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(18):1-13.

21. Mügge MAK, Mügge K. Does a manual treatment on the plantar fascia significantly influence the range of motion of the hip flexion verified by a straight leg raise on healthy subjects compared to the control? 2015.

22. Schleip R. Fascial plasticity-a new neurobiological explanation: Part 1. *J Bodyw Mov Ther* 2003;7(1):11-19.

23. Bordoni B, Myers T. A Review of the Theoretical Fascial Models: Biotensegrity, Fascintegrity, and Myofascial Chains. *Cureus* 2020. doi:10.7759/cureus.7092.

24. Ostiak W, Kaczmarek-Maciejewska[2] M, Kasprzak[2] P. Foot and shin in terms of Anatomy Trains. *J. OrthopTrauma Surg. Relat. Res.* 2011;5:38-46.

25. Franklyn-Miller A, FE, CR, BA, BP, BP, … MP. The Strain Patterns of the Deep Fascia of the Lower Limb. *In P. Huijing, P. Hollander, T. Findley, R. Schleip (Eds.), Fascia Research II: Basic Science and Implications for Conventional and Complementary Health Care* 2009:150-151.

26. Vleeming A, P-GAL, SR, VWJP, & SCJ. The posterior layer of the thoracolumbar fascia. Its function in load transfer from spine to legs. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20(7):753-75.

27. Do K, Kim J, Yim J. Acute effect of self-myofascial release using a foam roller on the plantar fascia on hamstring and lumbar spine superficial back line flexibility. *Phys Ther Rehabil Sci* 2018;7(1):35-40.

28. Grieve R, Goodwin F, Alfaki M, Bourton AJ, Jeffries C, Scott H. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2015;19(3):544-552.

29. Fauris P, López-De-celis C, Canet-Vintró M, Martin JC, Llurda-Almuzara L, Rodríguez-Sanz J, vd. Does self-myofascial release cause a remote hamstring stretching effect based on myofascial chains? A randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(23). doi:10.3390/ijerph182312356.

30. Kate R, Palkar A. Effect of Intrinsic Foot Muscle Exercises on Foot Posture Index in Obese Individuals with Pes Planus. *Int J Health Sci Res* 2021;11(10):280-287.

31. Singh K, Mahalingam K, SREE Vamsi G. To Compare the Effectiveness of Taping and Arch Support on the Flexible Flat Foot on a Random Population. *Article in Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology* 2020:7825-7832.

32. Tahmasbi A, Shadmehr A, Attarbashi Moghadam B, Fereydounnia S. Comparison between the effects of tibialis posterior versus fibularis longus Kinesio taping on foot posture, physical performance, and dynamic balance in young women with flexible flatfoot. *Sport Sci Health* 2022. doi:10.1007/s11332-022-01013-z.

33. Ishiyama H, Takabayashi T, Hiratsuka S, Ito W, Kikumoto T, &, Kubo M. Effect of Arch Height Flexibility in Individuals With Flatfoot on Abductor Hallucis Muscle Activity and Medial Longitudinal Arch Angle During Short Foot Exercises. *J Foot Ankle Surg* 2023;62(1):168-172.

34. Raj MA, Tafti D, Kiel J. *Pes Planus Continuing Education Activity*. StatPearls. Treasure Island (FL); 2022. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28613553/. Erişim Ocak 19, 2022.

35. Rungprai C, Maneeprasopchoke P. A Clinical Approach to Diagnose Flatfoot Deformity. *Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific)* 2021;8(2):48-54.

36. Kim M-K. Foot pressure analysis of adults with flat and normal feet at different gait speeds on an ascending slope. *J Phys Ther Sci* 2015;27(12):3767-3769.

37. Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36(12):942-953.

38. 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. *J Phys Ther Sci* 2016;28(11):3136-3139.

39. Toullec E. Adult flatfoot. *Orthopaedics and Traumatology: Surgery and Research* 2015;101(1):S11-S17.

40. Ünver B, Suner Keklik S, Yildirim Şahan T, Bek N. An investigation of the effects of pes planus on distal and proximal lower extremity biomechanical parameters and low back pain. *Turkish Journal of Physiotherapy and Rehabilitation* 2019;30(2):119-125.

41. Filley A. Hip weakness and shin splints: a biomechanical approach. *Sports Injury Bulletin* 2023. Available at: https://www.sportsnjurybulletn.com/anatomy/hp-weakness-and-shn-splnts-a-bomechancal-approach1.

42. Rose GK, Welton EA, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *Journal of bone and joint surgery* 1985;67(1):71-78.

43. Erkuş S, Kalenderer Ö. Pes planovalgus. *TOTBID Dergisi* 2017;16(5). doi:10.14292/totbid.dergisi.2017.57.

44. Flores D V., Gómez CM, Hernando MF, Davis MA, Pathria MN. Adult acquired flatfoot deformity: Anatomy, biomechanics, staging, and imaging findings. *Radiographics* 2019;39(5):1437-1460.

45. Abdul Arain, Michael C. Harrington, Andrew J. Rosenbaum. *Adult Acquired Flatfoot*. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls [Internet]; 2022. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542178/?report=classic. Erişim Mart 8, 2023.

46. Lee D, Choi J. The Effects of Foot Intrinsic Muscle and Tibialis Posterior Strengthening Exercise on Plantar Pressure and Dynamic

Balance in Adults Flexible Pes Planus. *Physical Therapy Korea* 2016;23(4):27-37.

47. 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. *J Sport Rehabil* 2012;21(4):327-333.

48. Jung DY, Kim MH, Koh EK, Kwon OY, Cynn HS, Lee WH. 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):30-35.

49. Kamiya T, Uchiyama E, Watanabe K, Suzuki D, Fujimiya M, Yamashita T. Dynamic effect of the tibialis posterior muscle on the arch of the foot during cyclic axial loading. *Clinical Biomechanics* 2012;27(9):962-966.

50. Kohls-Gatzoulis J, Angel JC, Singh D, Haddad F, Livingstone J, Berry G. Clinical review Tibialis posterior dysfunction: a common and treatable cause of adult acquired flatfoot. *BMJ* 2004;329(7478):1328-133.

51. Kulig K, Burnfield JM, Requejo SM, Sperry M, Terk M. Selective Activation of Tibialis Posterior: Evaluation by Magnetic Resonance Imaging. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(5):862-867.

52. Brijwasi T, Borkar P. A comprehensive exercise program improves foot alignment in people with flexible flat foot: a randomised trial. *J Physiother* 2023;69(1):42-46.

53. Banwell HA, Thewlis D, Mackintosh S. Adults with flexible pes planus and the approach to the prescription of customised foot orthoses in clinical practice: A clinical records audit. *Foot* 2015;25(2):101-109.

54. Desmyttere G, Hajizadeh M, Bleau J, Begon M. Effect of foot orthosis design on lower limb joint kinematics and kinetics during walking in flexible pes planovalgus: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics* 2018;59:117-129.

55. Kelly LA, Cresswell AG, Racinais S, Whiteley R, Lichtwark G. Intrinsic foot muscles have the capacity to control deformation of the longitudinal arch. *J R Soc Interface* 2014;11(93). doi:10.1098/rsif.2013.1188.

56. Snyder KR, Earl JE, O'Connor KM, Ebersole KT. Resistance training is accompanied by increases in hip strength and changes in lower extremity biomechanics during running. *Clinical Biomechanics* 2009;24(1):26-34.

57. Panichawit Bsc C, Bovonsunthonchai Phd S, Vachalathiti Phd R, Limpasutirachata Msc K. Effects of Foot Muscles Training on Plantar

Pressure Distribution during Gait, Foot Muscle Strength, and Foot Function in Persons with Flexible Flatfoot. *J Med Assoc Thai* 2015;98:2015.

58. Okamura K, Kanai S, Fukuda K, Tanaka S, Ono T, Oki S. The effect of additional activation of the plantar intrinsic foot muscles on foot kinematics in flat-footed subjects. *Foot* 2019;38:19-23.

59. Choi JH, Cynn HS, Yi CH, Yoon TL, Baik SM. Effect of Isometric Hip Abduction on Foot and Ankle Muscle Activity and Medial Longitudinal Arch during Short-Foot Exercise in Individuals with Pes Planus. *J Sport Rehabil* 2021;30(3):368-374.

60. 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):290-290.

61. McKeon PO, Fourchet F. Freeing the foot. Integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. *Clin Sports Med* 2015;34(2):347-361.

62. McKeon PO,, Hertel J. Diminished plantar cutaneous sensation and postural control. Perceptual and motor skills. *Percept Mot Skills* 2007;104:56-66.

63. Kavounoudias A, Roll R,, Roll JP. Foot sole and ankle muscle inputs contribute jointly to human erect posture regulation. *J Physiol* 2001;532(3):869-878.

64. Soysa A, Hiller C, Refshauge K, Burns J. Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *J Foot Ankle Res* 2012;5(1). doi:10.1186/1757-1146-5-29.

65. Mulligan EP, Cook PG. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther* 2013;18(5):425-430.

66. 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):420-425.

67. Fiolkowski P, Brunt D, Bishop M, Woo R, Horodyski M. Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: An electromyography study. *Journal of Foot and Ankle Surgery* 2003;42(6):327-333.

68. Cheung JTM, Zhang M, An KN. Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clinical Biomechanics* 2006;21(2):194-203.

69. Iaquinto JM, Wayne JS. Computational model of the lower leg and foot/ankle complex: Application to arch stability. *J Biomech Eng* 2010;132(2). doi:10.1115/1.4000939.

70. Kirby KA. Longitudinal arch load-sharing system of the foot. *Revista Española de Podología* 2017;28(1):e18-e26.

71. Kumka M, Bonar J. Fascia: a morphological description and classification system based on a literature review. *J Can Chiropr Assoc* 2012;56(3).

72. Adstrum S, Hedley G, Schleip R, Stecco C, Yucesoy CA. Defining the fascial system. *J Bodyw Mov Ther* 2017;21(1):173-177.

73. Acarkan T, Nazlıkul H. Fasya Fonksiyonları, İşlevsel Görevleri ve Nöralterapi Yaklaşımı. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp, Regülasyon ve Nöralterapi Dergisi* 2017;11(3). Available at: www.barnat.com.trsorumluolanmyofibroblastlardasempatikaktivitealtında-dır.

74. Gatt A, Agarwal S, Patrick ;, Zito M. *Anatomy, Fascia Layers*. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls; 2022. Available at: https://www.ncb.nlm.nh.gov/books/NBK526038/.

75. Carla S, Veronica M, Andrea P, Fabrice D, Raffaele DC. The fascia: the forgotten structure. *Italian journal of anatomy and embryology* 2011;116:127-138.

76. Krause F, Wilke J, Vogt L, Banzer W. Intermuscular force transmission along myofascial chains: A systematic review. *J Anat* 2016;228(6):910-918.

77. Maas H, Sandercock TG. Are skeletal muscles independent actuators? Force transmission from soleus muscle in the cat. *J Appl Physiol* 2008;104:1557-1567.

78. Herbert RD, Hoang PD, Gandevia SC. Are muscles mechanically independent? *J Appl Physiol* 2008;104(6):1549-1550.

79. Van Der Wal J. The Architecture of the Connective Tissue in the Musculoskeletal System-An Often Overlooked Functional Parameter as to Proprioception in the Locomotor Apparatus. *Int J Ther Massage Bodywork* 2009;2(4). doi:https://doi.org/10.3822/ijtmb.v2i4.62.

80. Benjamin M. The fascia of the limbs and back - A review. *J Anat* 2009;214(1):1-18.

81. Wilke J, Krause F, Vogt L, Banzer W. What is evidence-based about myofascial chains: A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2016;97(3):454-461.

82. Ajimsha MS, Shenoy PD, Gampawar N. Role of fascial connectivity in musculoskeletal dysfunctions: A narrative review. *J Bodyw Mov Ther* 2020;24(4):423-431.

83. Stecco C, Corradin M, Macchi V, Morra A, Porzionato A, Biz C, vd. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *J Anat* 2013;223(6):665-676.

84. Macdonald GZ, Penney MDH, Mullaley ME, Cuconato AL, Drake CDJ, Behm DG, vd. An Acute Bout of Self-Myofascıal Release Increases Range of Motıon Wıthout a Subsequent Decrease In Muscle Actıvatıon or Force. *J Strength Cond Res* 2013;27(3):812-821.

85. McKenney K, Elder AS, Elder C, Hutchins A. Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: A systematic review. *J Athl Train* 2013;48(4):522-527.

86. Simmonds N, Miller P, Gemmell H. A theoretical framework for the role of fascia in manual therapy. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16(1):83-93.

87. Ajimsha MS, Al-Mudahka NR, Al-Madzhar JA. Effectiveness of myofascial release: Systematic review of randomized controlled trials. *J Bodyw Mov Ther* 2015;19(1):102-112.

88. Beardsley C, Škarabot J. Effects of self-myofascial release: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther* 2015;19(4):747-758.

89. Tozzi P. Selected fascial aspects of osteopathic practice. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16(4):503-519.

90. Stecco C, Gagey O, Belloni A, Pozzuoli A, Porzionato A, Macchi V, vd. Anatomy of the deep fascia of the upper limb. Second part: study of innervation. *Morphologie* 2007;91(292):38-43.

91. Schroeder AN, Best TM. Is Self Myofascial Release an Effective Preexercise and Recovery Strategy? A Literature Review. *Current Sports Medicine Reports* 2015;14(3):200-208.

92. Healey KC, Hatfield DL, Blanpied P, Dorfman LR, Riebe D. The Effects Of Myofascıal Release Wıth Foam Rollıng On Performance. *J Strength Cond Res* 2014;28(1):61-68.

93. Wiewelhove T, Döweling A, Schneider C, Hottenrott L, Meyer T, Kellmann M, vd. A meta-analysis of the effects of foam rolling on performance and recovery. *Front Physiol* 2019;10(APR). doi:10.3389/fphys.2019.00376.

94. Cheatham SW, Kolber MJ, Cain M, Lee M. The Effects Of Self-Myofascıal Release Usıng A Foam Roll Or Roller Massager On Joınt Range Of Motıon, Muscle Recovery, And Performance: A Systematıc Revıew. *The International Journal of Sports Physical Therapy* 2015;10(6):827-838.

95. Alam F, Raza S, Moiz JA, Bhati P, Anwer S, Alghadir A. Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. *Physician and Sportsmedicine* 2019;47(3):301-311.

96. Şahin FN, Ceylan L, Küçük H, Ceylan T, Arıkan G, Yiğit S, vd. Examining the Relationship between Pes Planus Degree, Balance and Jump Performances in Athletes. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(18). doi:10.3390/ijerph191811602.

97. Gleim GW, Mchugh MP. Flexibility and Its Effects on Sports Injury and Performance. *Sports Med* 1997;2(5):289-299.

98. Kızılcı MH, Erbahçeci F. Pes Planus Olan ve Olmayan Erkeklerde Fiziksel Uygunluğun Değerlendirilmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi* 2016;27(2):25-33.

99. Petrigna L, Karsten B, Marcolin G, Paoli A, D'Antona G, Palma A, vd. A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Front Physiol* 2019;10. doi:10.3389/fphys.2019.01384.

100. Ho M, Kong PW, Chong LJY, Lam WK. Foot orthoses alter lower limb biomechanics but not jump performance in basketball players with and without flat feet. *J Foot Ankle Res* 2019;12(1). doi:10.1186/s13047-019-0334-1.

101. Mirelman A, Shema S, Maidan I, Hausdorff JM. Gait. *Handb Clin Neurol* 2018;159:119-134.

102. Jung JY, Yang CM, Kim JJ. Decision Tree-Based Foot Orthosis Prescription for Patients with Pes Planus. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(19). doi:10.3390/ijerph191912484.

103. Moon D, Jung J. Effect of incorporating short-foot exercises in the balance rehabilitation of flat foot: A randomized controlled trial. *Healthcare (Switzerland)* 2021;9(10). doi:10.3390/healthcare9101358.

104. Park DJ, Lee KS, Park SY. Effects of two foot-ankle interventions on foot structure, function, and balance ability in obese people with pes planus. *Healthcare (Switzerland)* 2021;9(6). doi:10.3390/healthcare9060667.

105. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, vd. Y-balance test: A reliability study involving multiple raters. *Mil Med* 2013;178(11):1264-1270.

106. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star excursion balance test as a predictor of lower extremity injury in high school

basketball players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36(12):911-919.

107. Lai WC, Wang D, Chen JB, Vail J, Rugg CM, Hame SL. Lower quarter y-balance test scores and lower extremity injury in NCAA division i athletes. *Orthop J Sports Med* 2017;5(8). doi:10.1177/2325967117723666.

108. Williams W, Selkow NM. Self-myofascial release of the superficial back line improves sit-and-reach distance. *J Sport Rehabil* 2020;29(4):400-404.

109. Gonzalo-Skok O, Sánchez-Sabaté J, Izquierdo-Lupón L, Sáez de Villarreal E. Influence of force-vector and force application plyometric training in young elite basketball players. *Eur J Sport Sci* 2019;19(3):305-314.

110. Soulard J, Vaillant J, Balaguier R, Vuillerme N. Spatio-temporal gait parameters obtained from foot-worn inertial sensors are reliable in healthy adults in single- and dual-task conditions. *Sci Rep* 2021;11(1). doi:10.1038/s41598-021-88794-4.

111. Sulowska I, Oleksy Ł, Mika A, Bylina D, Sołtan J. The influence of plantar short foot muscle exercises on foot posture and fundamental movement patterns in long-distance runners, a non-randomized, non-blinded clinical trial. *PLoS One* 2016;11(6). doi:10.1371/journal.pone.0157917.

112. Matias AB, Taddei UT, Duarte M, Sacco ICN. Protocol for evaluating the effects of a therapeutic foot exercise program on injury incidence, foot functionality and biomechanics in long-distance runners: A randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2016;17(1). doi:10.1186/s12891-016-1016-9.

113. Kurt C, Kafkas ME. Foam Roller'la Uygulanan Myofasyal Gevşetme Egzersizlerinin Toparlanma Amaçlı Kullanımı. 2018;5:25-38.

114. Pagaduan JC, Chang SY, Chang NJ. Chronic Effects of Foam Rolling on Flexibility and Performance: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(7). doi:10.3390/ijerph19074315.

115. Griefahn A, Oehlmann J, Zalpour C, von Piekartz H. Do exercises with the Foam Roller have a short-term impact on the thoracolumbar fascia? – A randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2017;21(1):186-193.

116. Lenhard W, Lenhard A. *Computation of Effect Sizes*.; 2017. Available at: https://www.psychometrica.de/effect_size.html.

117. Erden A, Altug F, Cavlak U. Impact of body mass index and gender on medial longitudinal arch drop in young healthy population. *Medicina Sportiva* 2013;IX:2076-2082.

118. Chougala A, Phanse VA, Phanse V, Khanna E, Panda S. Screenıng of Body Mass Index and Functıonal Flatfoot In Adult: An Observatıonal Study. *Article in International Journal of Physiotherapy and Research* 2015;3(3):1037-1078.

119. Kate R, Palkar A. Effect of Intrinsic Foot Muscle Exercises on Foot Posture Index in Obese Individuals with Pes Planus. *Int J Health Sci Res* 2021;11(10):280-287.

120. Shibuya N, Kitterman RT, LaFontaine J, Jupiter DC. Demographic, Physical, and Radiographic Factors Associated with Functional Flatfoot Deformity. *Journal of Foot and Ankle Surgery* 2014;53(2):168-172.

121. Carvalho BKG de, Penha PJ, Penha NLJ, Andrade RM, Ribeiro AP, João SMA. The influence of gender and body mass index on the FPI-6 evaluated foot posture of 10- to 14-year-old school children in São Paulo, Brazil: A cross-sectional study. *J Foot Ankle Res* 2017;10(1). doi:10.1186/s13047-016-0183-0.

122. Khan FR, Chevidikunnan MF, Mazi AF, Aljawi SF, Mizan FH, Binmulayh EA, vd. Factors affecting foot posture in young adults: a cross sectional study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2020;20(2):216-222.

123. Gravante G, Russo G, Pomara F, Ridola C. Comparison of ground reaction forces between obese and control young adults during quiet standing on a baropodometric platform. *Clinical Biomechanics* 2003;18(8):780-782.

124. Aenumulapalli A, Kulkarni MM, Gandotra AR. Prevalence of flexible flat foot in adults: A cross-sectional study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2017;11(6):AC17-AC20.

125. Padua DA, Garcia CR, Arnold BL, Granata KP. Gender differences in leg stiffness and stiffness recruitment strategy during two-legged hopping. *J Mot Behav* 2005;37(2):111-126.

126. Padua DA, Brent ;, Arnold L, David ;, Perrin H, Bruce ;, vd. Fatigue, vertical leg stiffness, and stiffness control strategies in males and females. *J Athl Train* 2006;41(3):294-304.

127. Maupas E, Paysant J, Datie AM, Martinet N, André JM. Functional asymmetries of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait Posture* 2002;16(3):304-312.

128. Karakuş S, Kılıç F. Postür ve Sportif Performans. *Kastamonu Education Journal* 2006;14(1):309-322.

129. Bakırhan S, Elibol N, Özkeskin M, Özden F. The relationship between knee-ankle muscle strength and performance tests in young female adults with flexible pes planus. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy* 2021;26(1). doi:10.1186/s43161-021-00021-3.

130. Nielsen RG, Rathleff MS, Simonsen OH, Langberg H. Determination of normal values for navicular drop during walking: A new model correcting for foot length and gender. *J Foot Ankle Res* 2009;2(1). doi:10.1186/1757-1146-2-12.

131. Şahan T, Uğurlu K, Önal B, Sertel M. The effect of pes planus on the biomechanics of the lower extremity, balance, fall risk, and performance. *Physiotherapy Quarterly* 2023. doi:10.5114/pq.2023.119864.

132. El-Shamy FF, Ghait AS. Effect of Flexible Pes Planus on Postural Stability in Adolescent Females. *International Journal of Science and Research (IJSR) ISSN* 2012;3. Available at: www.ijsr.net.

133. Al Abdulwahab SS, Kachanathu SJ. The effect of various degrees of foot posture on standing balance in a healthy adult population. *Somatosens Mot Res* 2015;32(3):172-176.

134. Telfer S, Abbott M, Steultjens M, Rafferty D, Woodburn J. Dose-response effects of customised foot orthoses on lower limb muscle activity and plantar pressures in pronated foot type. *Gait Posture* 2013;38(3):443-449.

135. Moon D-C, Kim K, Lee S-K. Immediate Effect of Short-foot Exercise on Dynamic Balance of Subjects with Excessively Pronated Feet. *J Phys Ther Sci* 2014;26(1):117-119.

136. Jung DY, Koh EK, Kwon OY. Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: A randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2011;24(4):225-231.

137. Riccio I, Gimigliano F, Gimigliano R, Porpora G, Iolascon G. Rehabilitative treatment in flexible flatfoot: a perspective cohort study. *Chir Organi Mov* 2009;93(3):101-107.

138. Cifuentes-De la Portilla C, Pasapula C, Gutiérrez-Narvarte B, Larrainzar-Garijo R, Bayod J. Peroneus Longus overload caused by soft tissue deficiencies associated with early adult acquired flatfoot: A finite element analysis. *Clinical Biomechanics* 2021;86. doi:10.1016/j.clinbiomech.2021.105383.

139. Zhang Q, Trama R, Fouré A, Hautier CA. The Immediate Effects of Self-Myofacial Release on Flexibility, Jump Performance and Dynamic Balance Ability. *J Hum Kinet* 2020;75(1):139-148.

140. Seever TC, Mason J, Zech A. Chronic and Residual Effects of a Two-Week Foam Rolling Intervention on Ankle Flexibility and Dynamic Balance. *Front Sports Act Living* 2022;4. doi:10.3389/fspor.2022.799985.

141. Castiglione A. Self-myofascial release therapy and athletes. *J.AthleticTrain.* 2010;32(2):21-29.

142. Egesoy H, Uludag Eylem Çelik FÜV, Burulday E. The Acute Effect of the Application of the Myofascial Release to the Balance, Anaerobic Power and Functional Movements in Young Soccer Players. *Ambient Science* 2020;07Sp(1). doi:10.21276/ambi.2020.07.sp1.oa18.

143. Goldmann JP, Sanno M, Willwacher S, Heinrich K, Brüggemann GP. The potential of toe flexor muscles to enhance performance. *J Sports Sci* 2013;31(4):424-433.

144. Hashimoto T, Sakuraba K. Strength Training for the Intrinsic Flexor Muscles of the Foot: Effects on Muscle Strength, the Foot Arch, and Dynamic Parameters Before and After the Training. *J Phys Ther Sci* 2014;26(3):373-376.

145. Grieve R, Goodwin F, Alfaki M, Bourton AJ, Jeffries C, Scott H. The immediate effect of bilateral self myofascial release on the plantar surface of the feet on hamstring and lumbar spine flexibility: A pilot randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2015;19(3):544-552.

146. Roylance DS, George ǂ JD, Hammer AM, Rencher ǂ N, Gellingham ǂ GW, Hager ǂ RL, vd. Evaluating Acute Changes in Joint Range-of-Motion using Self-Myofascial Release, Postural Alignment Exercises, and Static Stretches. *Int J Exerc Sci* 2013;6(4):310-319.

147. Grieve R, Cranston A, Henderson A, John R, Malone G, Mayall C. The immediate effect of triceps surae myofascial trigger point therapy on restricted active ankle joint dorsiflexion in recreational runners: A crossover randomised controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2013;17(4):453-461.

148. Sullivan KM, Silvey DB, Button DC,, Behm DG. Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Int J Sports Phys Ther* 2013;8(3):228-236.

149. Peacock CA, Krein DD, Silver TA, Sanders GJ, Von Carlowitz KA. An Acute Bout of Self-Myofascial Release in the Form of Foam Rolling Improves Performance Testing. *Int J Exerc Sci* 2014;7(3):202-211.

150. Peacock CA, Krein DD, Antonio J, Sanders GJ, Silver TA, Colas M. Comparing Acute Bouts of Sagittal Plane Progression Foam Rolling vs. Frontal Plane Progression Foam Rolling. *J Strength Cond Res* 2015;29(8):2310-2315.

151. Lee S, Jeong D, Kim D-E, Yi K. Effect of Taping Therapy and Inner Arch Support on Plantar Lower Body Alignment and Gait. *Korean Journal of Sport Biomechanics* 2017;27(3):229-238.

152. Kulcu DG, Yavuzer G, Sarmer S, Ergin S. Immediate effects of silicone insoles on gait pattern in patients with flexible flatfoot. *Foot Ankle Int* 2007;28(10):1053-1056.

153. Shen B, Zhang S, Cui K, Zhang X, Fu W. Effects of a 12-week gait retraining program combined with foot core exercise on morphology, muscle strength, and kinematics of the arch: A randomized controlled trial. *Front Bioeng Biotechnol* 2022;10. doi:10.3389/fbioe.2022.1022910.

154. Itotani K, Kawahata K, Takashima W, Mita W, Minematsu H, Fujita H. Myofascial release of the hamstrings improves physical performance—a study of young adults. *Healthcare (Switzerland)* 2021;9(6). doi:10.3390/healthcare9060674.

155. Forrest GF, Hutchinson K, Lorenz DJ, Buehner JJ, VanHiel LR, Sisto SA, vd. Are the 10 meter and 6 minute walk tests redundant in patients with spinal cord injury? *PLoS One* 2014;9(5). doi:10.1371/journal.pone.0094108.

EK-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Tuğba Ulusoy tarafından yürütülen "Asemptomatik Esnek Pes Planuslu Genç Erişkin Bireylerde Ayak Kor Egzersizlerine İlave Uygulanan Miyofasyal Gevşetmenin Alt Ekstremite Performansına Etkisi" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. **Araştırmayla İlgili Bilgiler:**
   a. Araştırmanın Amacı: Asemptomatik Esnek Pes Planuslu Genç Erişkin Bireylerde Ayak Kor Egzersizlerine İlave Uygulanan Miyofasyal Gevşetmenin Alt Ekstremite Performansına Etkisinin incelenmesi.
   b. Araştırmanın İçeriği: Genellikle bölgesel tedavi yöntemlerinin kullanıldığı pes planus tedavisinde kinetik ve fasyal zinciri ele alarak bütüncül tedavi yaklaşımının kullanıldığı, sıklıkla kullanılan ayak kor egzersizlerine ilave olarak köpük silindir ile uygulanan miyofasyal gevşetmenin alt ekstremite performansına (denge, yrüme hızı, esneklik ve güç) etkisi incelenecektir.
   c. Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma ■ Tez çalışması
   d. Araştırmanın Öngörülen Süresi: 15 dakika
   e. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: 40
   f. Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
2. **Çalışmaya Katılım Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....
İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;
Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)
Adı-Soyadı:.....

EK-3. Değerlendirme Formu

DEĞERLENDİRME FORMU

Birey no : Grup no:

Doğum tarihi - YIL :

BOY (cm) : KİLO (kg) : VKİ:

Dominant taraf: SAĞ / SOL

Tabanlık kullanımı : VAR / YOK

Pes planus hariç kas iskelet sistemi problemi :

Geçirdiği alt ekstremite hastalıkları ve/veya cerrahileri :

NAVİKÜLER DÜŞME TESTİ FARK	SAĞ	SOL

PES PLANUS ESNEKLİĞİ	ESNEK	ESNEK DEĞİL

DENGE DEĞERLENDİRMESİ- Y DENGE TESTİ	İLK DEĞERLENDİRME (cm)	SON DEĞERLENDİRME (cm)
SAĞ -Anterior(ant)		
SAĞ -Posteromedial(pm)		
SAĞ -Posterolateral(pl)		
SOL -Anterior(ant)		
SOL -Posteromedial(pm)		
SOL -Posterolateral(pl)		

ESNEKLİK DEĞERLENDİRMESİ OTUR UZAN TESTİ	İLK DEĞERLENDİRME(cm)	SON DEĞERLENDİRME(cm)

GÜÇ DEĞERLENDİRMESİ DİKEY SIÇRAMA TESTİ	İLK DEĞERLENDİRME (cm)	SON DEĞERLENDİRME (cm)

YÜRÜYÜŞ DEĞERLENDİRMESİ- 10 METRE YÜRÜME TESTİ	İLK DEĞERLENDİRME (sn-kadans)	SON DEĞERLENDİRME (sn-kadans)

Topuk Kaldırma Egzersizi

Ayakta dik duruşta iken, birey topuğunu kaldırıp parmak uçlarına kalkacaktır ve tekrar eski pozisyonuna geri dönecek şekilde egzersizi yapacaktır.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) kişi **ayakta** iken **iki set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) birey **ayakta** iken **üç set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) ise **tek ayak üzerinde üç set ve 10 tekrar**

Parmak Abdüksiyon Egzersizi

Diz ve ayak bileği 90 derece açıda otururken ayak parmaklarını birbirinden uzaklaştıracak ve 5 sn bekledikten sonra eski haline geri dönecektir.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) kişi **oturma** pozisyonunda **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) birey **ayakta** iken **bir set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) ise **ayakta** iken **iki set ve 10 tekrar**

Kısa Ayak Egzersizi

Diz ve ayak bileği 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken, baş parmak bükülmeden 1. Parmağı topuğa doğru çekerek yapılacak. Topuk ve parmaklar yerden kaldırılmayacaktır. Hareket yapılırken bu pozisyonda 5 sn beklenecektir. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönecektir.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) kişi **oturma** pozisyonunda **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) birey **ayakta** iken **bir set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) ise **tek ayak üzerinde bir set ve 10 tekrar**

Parmak Fleksiyon Egzersizi

Bireyler ayak parmaklarını bükerek topuğuna doğru çekecektir. Hareket yapılırken bu pozisyonda 5 sn beklenecektir. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönecektir.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) kişi **oturma** pozisyonunda **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) birey **ayakta** iken **bir set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) ise **ayakta** iken **iki set ve 10 tekrar**

Baş Parmak ve Diğer Parmaklar Ekstansiyon Egzersizi

Birey diz ve ayak bileği 90 derece fleksiyon pozisyonunda iken başparmakları sabit tutup diğer parmakları ekstansiyona getirir ve daha sonra diğer parmaklar sabitken başparmağı ekstansiyon pozisyonuna getirir. Hareket yapılırken; bu pozisyonda beş saniye beklenir. Sonrasında tekrar başlangıç pozisyonuna dönülür.





Birinci seviye (ilk 2 hafta) kişi **oturma** pozisyonunda **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) birey **ayakta** iken **bir set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) ise **ayakta** iken **iki set ve 10 tekrar**

Öne Salınım Egzersizi

Birey ayakta dik duruşta iken, ayakları omuz genişliğinde açık, topuk yerden kalkmadan gövdeyi öne doğru salınım yapılır. Tekrar başlangıç pozisyonuna dönülür. Egzersize bireyler ayaklarını kısa ayak egzersizini yapıp sonrasında öne doğru salınımlarını gerçekleştirirler.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) **iki set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) **üç set ve 10 tekrar**

Geri Yürüme Egzersizi

Birey düz bir çizgi üzerinde geriye doğru adım atarak yürümesi istendi. Atılan adımın yavaş ve dengeli olarak atılması istenir. Bu egzersiz sırasında bireyler kısa ayak egzersizini yaparak geriye yürümeleri istenir.



Birinci seviye (ilk 2 hafta) **bir set ve 10 tekrar**

İkinci seviyede (2-4 hafta) **iki set ve 10 tekrar**

Üçüncü seviyede (4-6 hafta) **üç set ve 10 tekrar**