

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AYAK BİLEĞİNDE DORSİ-PLANTAR FLEKSÖR
KAS KUVVET ORANLARININ DENGE VE
PLANTAR BASINÇ DAĞILIMI ÜZERİNE ETKİSİ**

FİZYOTERAPİST
KARDEM SOYER

MUSKULOSKELETAL FİZYOTERAPİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İZMİR-2013

TEZ KODU: DEU.HSI.MSc-2010970016

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Muskuloskeletal Fizyoterapi Yüksek Lisans programı öğrencisi Kardem Soyer “Ayak Bileğinde Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranlarının Denge ve Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi” konulu Yüksek Lisans tezini 30.10.2013 tarihinde başarılı/başarısız olarak tamamlamıştır.

BAŞKAN

Doç. Dr. Salih ANGIN

ÜYE

Prof. Dr. Sema SAVCI


ÜYE

Prof. Dr. Bayram ÜNVER

ÜYE

Prof. Dr. Nihal Gelecek




ÜYE

Doç. Dr. Serkan BAKIRHAN

YEDEK ÜYE

Yrd. Doç. Dr. Özgür BOZAN


YEDEK ÜYE

Doç. Dr. İ.Engin ŞİMŞEK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

• TABLO ve GRAFİK LİSTESİ.....	ii
• ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
• KISALTMALAR.....	iv
• ÖZET.....	1
• ABSTRACT.....	3
• GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
• GENEL BİLGİLER.....	7
• GEREÇ VE YÖNTEM.....	15
○ Araştırmanın tipi.....	15
○ Araştırmanın yeri ve zamanı.....	15
○ Araştırmanın evreni ve örnekleme.....	15
○ Araştırmanın değişkenleri.....	16
○ Veri toplama araçları.....	16
○ Araştırma planı ve takvimi.....	25
○ Verilerin değerlendirilmesi.....	26
○ Araştırmanın sınırlılıkları.....	26
○ Etik kurul onayı.....	26
• BULGULAR.....	27
• TARTIŞMA.....	33
• SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
• KAYNAKLAR.....	40
• EKLER.....	47

TABLO ve GRAFİK LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Bilgileri

Tablo 2. Katılımcıların Demografik Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması

Tablo 3. Katılımcıların Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Korelasyonu

Tablo 4. Katılımcıların Cinsiyet Dağılımına Göre Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları

Tablo 5. Katılımcıların Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı ve Plantar Basınç Yönünden Korelasyonu

Tablo 6. Katılımcıların Stabilite Limitleri ve Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı Yönünden Korelasyonu

Tablo 7. Katılımcıların Tek Ayak Üzerinde Durma Testi ve Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı Yönünden Korelasyonu

Grafik 1. Katılımcıların Plantar Basınç Verileri

Grafik 2. Katılımcıların Stabilite Limitleri Testi Verileri

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Harris MAT

Şekil 2. Elektronik Pedobarograf

Şekil 3. Ayak Dorsifleksör Kas Grubu

Şekil 4. Tibialis Anterior Kası

Şekil 5. Yüzeyel Plantar Kaslar

Şekil 6. Plantar Fleksiyon Biomekaniği

Şekil 7. Dorsifleksiyon Kas Momenti ve Plantar Fleksiyon Kas Momenti Arasındaki Bağlantı

Şekil 8. Kas Kuvvet Ölçümü

Şekil 9. Tek Ayak Üzerinde Durma Testi

Şekil 10. Tek Ayak Üzerinde Durma Testi Sonuç Grafisi

Şekil 11. Stabilite Limitleri Testi

Şekil 12. Stabilite Limitleri Testi Sonuç Grafisi

Şekil 13. EMED Platar Basınç Ölçümü

Şekil 14. Plantar Basınç Ölçümü Sonuç Tanımı

KISALTMALAR

BKİ: Beden Kitle İndeksi

DPO: Dorsi-Platar Fleksör Kas Kuvvet Oranı

DPR: Dorsi-Plantar Flexor Ratio

CoG: Yerçekimi Merkezi

BoS: Destek Noktası

GYA: Günlük Yaşam Aktiviteleri

VAM: Vücut Ağırlık Merkezi

GA: Gözler Açık

GK: Gözler Kapalı

AP: Anteroposterior

ML: Mediolateral

TA: Tibialis Anterior

RF: Rectus Femoris

GAS: Gastrocnemius

MH: Metatarsal Head: Metatars Başı

ÖZET

AYAK BİLEĞİNDE DORSİ-PLANTAR FLEKSÖR KAS KUVVET ORANLARININ DENGİ VE PLANTAR BASINÇ DAĞILIMI ÜZERİNE ETKİSİ

Kardem Soyer, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Muskuloskeletal Rehabilitasyon, fzt.kardemsoyer@hotmail.com

Amaç: Sağlıklı bireylerde ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarının postural kontrol, denge ve plantar basınç dağılımı üzerinde etkisini araştırmak amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya Araştırmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda 18 ile 30 yaş arasında, öğrenim gören bireyler alınmış, demografik bilgileri sorgulanmıştır. Denge Balance Master, kas kuvveti bilgisayarlı dinamometre ve plantar basınç dağılımı EMED Pedobarograf ile ölçülmüştür. Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarının (DPO) denge, postural kontrol ve plantar basınç dağılımı üzerine etkisi incelenmiştir. İstatistiksel analiz Statistical Package for Social Science Windows istatistik programı versiyon 15.0 ile Pearson Korelasyon testi kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular: Çalışmaya katılan 18 ile 30 (23.78 ± 3.02) yaş arası 40 katılımcının, ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları sağ DPO 0.95 ± 0.4 , sol DPO 1.02 ± 0.3 olarak bulunmuştur. Yapılan bu bilateral değerlendirme sonucunda oranlar korele edildiğinde her iki ekstremité arasında kuvvet yönünden istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı için sadece sağ ayak araştırmada kullanılmıştır ($p=0.416$). Katılımcıların ayağın 3. Ve 4. Metatarsofalangeal eklemlerinden geçen kas gruplarının oluşturduğu DPO ile uygulanan basınca karşı zaman uzunluğu ve uygulanan maksimum kuvvet arasında negatif yönde, orta ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p<0.05$).

Sonuç: Bu çalışmada sağlıklı genç yetişkinlerde Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları 8.57:8.67 bulunması denge ve plantar basınç dağılımları üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir, dorsi-plantar fleksör kas kuvvet dengesinin birbirine yakın olması postural stabilitenin sağlamasındaki etkisini maskeleyiş olabilir.

Bu nedenle bu kasların kuvvet oranlarının postural stabilitenin bozulmasına yolaçan eşik değerlerinin belirleneceği farklı yaşlarda katılımcıların alındığı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kas kuvvet oranı, denge, plantar basınç, postural kontrol, pedobarograf, stabilite limitleri testi, tek ayak üzerinde durma testi

ABSTRACT

EFFECT OF ANKLE DORSI-PLANTAR FLEXOR MUSCLE STRENGTH RATIO ON BALANCE AND PLANTAR PRESSURE DISTRIBUTION

Kardem Soyer Physical Therapy and Rehabilitation, Musculoskeletal Rehabilitation,
fzt.kardemsoyer@hotmail.com

Objective : Our study is planned to research the effects of ankle dorsi-plantar flexor muscle strength ratio on postural control, balance and plantar pressure distribution in healthy individuals.

Material and Method : This study involved Individual between ages 18-30 who were studying in Dokuz Eylül University Physical Therapy and Rehabilitation. Demographic data of these individuals were analyzed. Balance was measured by Balance Master, muscle strength was measured by computerized dynamometer and plantar pressure distribution was measured by EMED Pedobarograph. The effects of ankle dorsi-plantar flexor muscle strength ratio (DPR) on postural control, balance and plantar pressure distribution were analyzed. Statistical analysis was made with Statistical Package for Social Science Windows 15.0 software with Pearson correlation test.

Results : 40 of the participants age between 18-30 (23.78 ± 3.02) right ankle dorsi-plantar flexor muscle strength was found to be 0.95 ± 0.4 , left dorsi-plantar flexor muscle strength was found to be 1.02 ± 0.3 . The assessments were done bilaterally and there is no significant difference among muscle strength so right foot used. There was a negative, moderate and statistically significant correlation in right foot DPR time-pressure integral and maximum force measurements.

Conclusion : In this study due to the dorsi-plantar flexor muscle strengths of healthy young individuals are 8.57:8.67 have slight effects on balance and plantar pressure. The muscle strength of dori-plantar flexion possibly drew a veil over the effects of maintaining postural stability.

Because of this reason it is thought that researches needed to be done in order to determine the threshold ratio values of participants with different ages that deteriorate postural stability.

Keywords : Muscle strength ratio, balance, plantar pressure, postural control, pedobarography, limit of stability, unilateral stance

GİRİŞ VE AMAÇ

Denge, vücudun ağırlık merkezini ve yer çekimi merkezini (CoG) destek noktası (BoS) üzerinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır (54). Günlük aktivitelerin en uygun fiziksel performansla yerine getirilmesi için denge ve postural kontrol şarttır. Postural kontrol, destek alanı içerisindeki ağırlık merkezinin sağlanmasından sorumlu görsel, vestibuler ve propriyoseptif sistemlerin oluşturduğu dinamik entegrasyonu gerektirir (36).

Denge, kalça, diz ve ayak bileği eklem kapsülü içerisinde bulunan mekanoreseptörler ve propriyoseptörler ile kasların koaktivasyonu ile sağlanır (6, 54). Ayak bileği stratejileri, ayak bileğinden geçen ve ayağın hareketlerinden sorumlu dorsifleksör ve plantar fleksör kas gruplarının koaktivasyonu ile gerçekleşmektedir (30). Bu koaktivasyon vücudun dengede durmasını sağlamaktadır (18).

Farklı eklem derecelerindeki agonist ve antagonist kas kuvvetleri fonksiyonel önemliliğe sahiptir (42). Agonist ya da antagonist kas kuvvetlerindeki değişiklik günlük yaşam aktiviteleri esnasında eklem stabilitesi ve momentleri üzerinde etki göstermektedir (47). Oatis, sağlıklı bireylerde plantar fleksiyon dorsifleksiyon kuvvet oranı 3:1 olarak varsayılmakta olduğunu belirtmiştir (9).

Ayak bileği stratejilerinin, postural kontrolün sağlanması ve plantar basınç dağılımı üzerinde büyük ölçüde etkisi bulunmaktadır (34, 35). Postural kontrol stratejileri vücut kinematikleri ve kas aktivasyonu ile karakterizedir (8). Ayak bileği stratejisi, ilk olarak dorsal ayak bileği kaslarının aktivasyonu daha sonra ön uyluk ve gövde kaslarının aktivasyonu ile karakterizedir (15). Ortaya çıkan kas aktivasyonu, destek yüzeyinde üretilen dönme momenti ve baskın olarak ayak bileği eklemi çevresindeki kaslarda meydana geldiği kinetik analizlerle belirlenmiştir (15, 17).

Muller ve ark., dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarının denge ve plantar basınç dağılımı üzerine olan etkisi ve bu etkinin nasıl olduğunun bilinmediğini vurgulamışlardır (39). Bu nedenle kas kuvvet oranlarının denge ve plantar basınç dağılımı üzerindeki etkisinin bilinmesi gereklidir (11). Böylece, ayak bileğine yönelik kuvvetlendirme egzersizleri verilirken, kas kuvvetlerindeki bu oran, dengenin sağlanması ve artırılmasında rehabilitasyon programı planlanırken göz önünde bulundurulabilir.

1.1 Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, 18 ile 30 yaş arası sağlıklı bireylerde farklı ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvveti oranının, denge ve plantar basınç dağılımı üzerinde etkisi olup olmadığını belirlemektir.

1.2. Hipotezler

1. Genç bireylerde kas kuvvet oranı değişkendir.
2. Kas kuvvet oranının denge ile ilişkisi vardır.
3. Agonist ve antagonist kas kuvvet oranı dengeyi etkiler.
4. Ayak bileği kas kuvvet oranı plantar basınç dağılımını etkiler.

GENEL BİLGİLER

2.2. Denge Ve Postural Kontrol

2.2.1. Denge

Winter'a göre denge, oturma veya ayakta durma yada yürüme gibi yeni bir destek yüzeyine geçen aktivitelerde vücudun ağırlık merkezini destek yüzeyinin kabul edilebilir sınırları içerisinde tutabilme yeteneği olup, çok yönlü sensör-motor ve biyomekanik bileşenleri içeren kompleks bir süreçtir (66). Denge hareketleri; ayak bileği, diz, kalça eklemleri ve kinetik zincir ile koordine edilen hareketleri içermektedir (6, 21).

Dengenin sağlanabilmesi için gerekli postural yanıtlar, görsel, vestibüler, propriyoseptif ve bir çok eklem koordinasyonunu gerektirmektedir (14). Bu sensör yapıları içerisinde yer alan vestibüler sistem; (1) vücudun ya da çevrenin hareketi sırasında sabit görsel algılamayı sağlar, (2) santral bağlantılar, kas tonusunu özellikle antigravite kaslarının tonusunu etkileyerek, postürün sağlanmasında önemli rol oynar, (3) semisirküler kanallar aracılığı ile açısal ivmelenme, utrikulus ve sakkulus aracılığı ile doğrusal ivmelenmeyi sağlar, (4) uzaysal pozisyon, başın hareketi, doğrusal ve açısal ivmelenme hakkında bilgi sağlar, (5) serebral kortekse olan vestibüler projeksiyonlar rotasyonun algılanması ve vertikal oryantasyonu sağlar ve (6) birkaç vestibüler refleks (vestibulo-ocular, otolith, vestibulo-spinal), baş hareketi sırasında gözleri ve gövdeyi sabitleyerek dengeye katkıda bulunmaktadır (12).

Denge statik ve dinamik olmak üzere iki bölümde incelenir.

Statik denge: Hareketsiz duruş sırasında postural salınımın kontrol edilebilmesi olarak tanımlanmaktadır (12). Statik dengeyi sağlamak için 2. Sakral vertebranın üzerinde bulunan vücudun ağırlık merkezi destek yüzeyi üzerinde durmalıdır. Bu denge becerisinde, sadece ayak bileği çevresindeki kasların aktivitesi ayakta dik duruşta denge sağlanmasında yeterli olmaktadır (55).

Dinamik denge: Hareket sırasında oluşan postural değişikliklerin önceden kestirebilmesi ve denge değişimine uygun yanıtların verilebilmesi olarak tanımlanır (14). Dinamik denge becerisinde hem destek yüzeyi hem de ağırlık merkezi hareketlidir.

Tek başına ayak bileği kasları yürürken tüm vücudun dengesini sağlamada yetersiz kalır (12, 55).

İnsan hareket sisteminde en temel komponenti olan dengenin, sağlıklı erişkinlerde iyi olması beklenir. Genç bireylerde gerek iskelet sistemi gerekse dengenin korunmasında önemli rolü olan ayak ve ayak bileği stratejilerini oluşturan kas yapılarının dayanıklılığı ve gücü dengenin kontrolünde önemli rol oynar (5, 16).

Klinik ortamda denge, postural salınımlardaki değişikliklerin belirlenmesi ile değerlendirilir (12, 13). Postural stabilite, ayakta durma dengesinin çok önemli bir göstergesidir. Ayakta durma ve yürüme gibi günlük yaşam aktivitelerinin bağımsız şekilde gerçekleştirilebilmesi için postural kontrole ihtiyaç vardır. Gözlerin kapalı pozisyonda olması, zeminin hareketli ve yumuşak olması, propriyoseptif inputlarda yanılgıya yol açarak postural stabilitenin bozulmasına neden olmaktadır (60).

2.2.3. Postural Kontrol

Vücut postürü; vücut segmentlerinin eklemler tarafından bir araya gelerek sinir-kas sistemi ile kontrol edilmesinin ürünüdür (63). Postür ile ilgili diğer tanımlar incelendiğinde, postür; gerilme (myotatik) refleksi ile sağlanan ve yerçekimine karşı korunan vücut duruşunu ifade etmektedir. Herhangi bir vücut segmentinin yer çekim vektörüne göre yönünü belirleyen ve herhangi bir anda vücut ögelerinin göreceli dizilimini oluşturan postür, o anda çeşitli eklemlerde pozisyonların karmaşık bağlantısından oluşmaktadır. Soleus, Medial Gastrocnemius ve Tibialis Anterior kasının postural kontrolün sağlanmasında önemli role sahip olduğu ifade edilmektedir (2).

Ayakta dik dururken, insan vücudu stabil olmayan bir durumdadır ve bu duruma neden olan birkaç fiziksel faktör bulunmaktadır. Bu faktörler: (1) yerçekimi, (2) ayak bileği eklemlerinin tilti sonucu destek yüzeyinin hareketi ve (3) vücut ile dışsal temas kuvvetleridir. Ayakta dururken bu denge bozucu durumları kompanse edebilmek için birkaç postural kontrol sistemi devreye girmektedir (51, 52).

Postural kontrol üzerinde önemli katkıları olduğu bilinen bir diğer faktör ise propriyoseptif bilgidir. Propriyoseptif reseptörler kaslarda, tendonlarda ve eklemlerde bulunurlar ve duruş esnasında uzuvların pozisyonu, kasların gerginlikleri ile ilgili bilgi verirler (36). Motor kontrolün en önemli parçalarından olan propriyoseptif reseptörler: kas içciği (tip Ia ve tip II) ve golgi tendon organını (Ib) içermektedir. Kas içcikleri kasların uzunluk ve ivmelenmeleri ile ilişkili değişimleri algılamaktadır. Ayrıca, aynı kasın iskelet kas fibrillerinin refleks kasılmasından da sorumludur (kas gerilme refleksi). Golgi tendon organı ise kasın gerim ve geriminde meydana gelen değişimleri algılamaktadır. Böylece, ekstremitelerin pozisyonlarının birbirleriyle olan ilişkisi hakkında bilgi vererek motor kontrolün sağlanmasında sinir sistemine bilgi sağlarlar (36).

Gerçekleştirilen araştırmalar görsel stimülasyon, propriyoseptif ya da vestibüler sistemin vücut salınımı sırasında katkılarını desteklemektedir. Vücudu dengelemek için eklemleri hareket ettiren kasların özellikle ayak bileği, diz ve kalça eklemine rolü önem taşımaktadır. Vücut hareketleri sırasında postural kontrolü sağlamak için ilk olarak plantar fleksör kasları aktive edilmesine rağmen, boyun kasları, hamstring kasları, soleus ve supraspinalis kasları gibi ana postural kasların bu sıra ile ko-aktivasyonları meydana gelmektedir (37).

2.2.2. Denge ve Postural kontrolün Değerlendirmesi

Dengenin değerlendirmesinde statik ve dinamik denge testleri kullanılmaktadır. Bunlar;

- Zamanlı denge testleri: Bu testte, olguların gözler açık ve kapalı olarak çift ve tek ayak üzerinde iken durma süreleri incelenir. Statik denge testidir (59).
- Kuvvet platformu ve benzeri cihazlarla ölçülen statik ve dinamik denge testleri: Bu testte, stabilometre ve balance master gibi cihazlarla hastanın ayakta iken postural salınımlarında her bir saniyede derece cinsinden meydana gelen değişiklikler ölçülür (59).
- Elektromyografik ölçümlerle motor cevapların analizi: Değişken destek yüzeyi ve postural streslere karşı kassal cevapları ve dinamik denge değerlendirmesini sağlayan testtir (59).
- Kalk ve yürü testi: Bu test için, bir sandalye, kronometre ve üç metrelik yürüme alanına ihtiyaç vardır. Test bir sandalyede oturarak başlar, denek uyarı ile kalkar,

3 metre yürür, geri döner ve oturur. Dinamik denge değerlendirmesinde kullanılan bir testtir (59).

- Fonksiyonel alan testi: Bir mezura, duvara monte edilerek; olguların dengelerini kaybetmeden uzanabilme yeteneği değerlendirilir. Dinamik denge değerlendirmesinde kullanılan bir testtir (59).
- Postural stres testi: Postural streslere karşı ortaya çıkan postural reaksiyonları izleyerek denge bozukluğuna sebep olan nöromuskuler fonksiyon bozukluklarını değerlendiren testtir. Basit bir makara sistemi kullanılarak normal ayakta duruş pozisyonunda yapılır (59).

2.3. Plantar Basıncı ve Dağılımı

Yürüme analizinin bir tamamlayıcısı olarak plantar basınç ölçümü, yürüme esnasında yer reaksiyon kuvvetinin oldukça hassas bir şekilde ve yerel olarak ölçülmesine olanak sağlar (76). Yere temas eden ayağın dinamik olarak ve objektif kriterler dahilinde oluşturduğu basıncın karşılaştırılmasını ve değerlendirilmesini sağlar (75). Natali A ve ark. Yapmış olduğu plantar basınç ölçümleri tarihi araştırmasında, Belly 1882 yılında içine çabuk donan alçı konmuş ince cidarlı torbalar üzerine bastırarak çıplak ayak izi almıştır (23). Doğal olarak ayağın en çok yük taşıyan kısımları en derin izler oluşturmuştur.

Aynı teknik daha sonra kum, kil ve çakıl kullanılarak da uygulanmıştır. Ayak taban basıncını ölçen en eski teknik 1935 yılında Morton tarafından geliştirilen semikantitatif yöntemdir (27).

2.3.1. Plantar Basıncı Dağılımı Değerlendirmesi

Pedobarografi kağıt veya basınç ölçer üzerinde ayak izi çıkartılarak ayak altı basınç dağılımının incelenerek değerlendirilmesidir. Harris MAT ve Laboratuar ortamında yerden basınç ölçerli elektrodlar eşliğinde iki çeşit değerlendirme vardır (1, 10). Laboratuar ortamında kullanılan bilgisayarlı pedobarograflar 2 adım, ilk adım ve 10 metre protokol yürüyüşleri ile yapılmaktadır. İlk adım ve 10 metre protokolleri anlamlı olarak farklı sonuçlar verdiği için Meyers ve ark. 2 adım protokolünü geliştirmiştir (68, 69, 71).



Şekil 1: Harris MAT

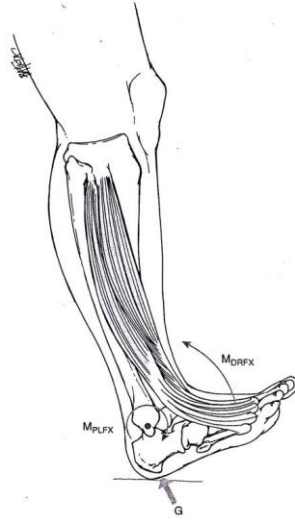


Şekil 2: Elektronik Pedobarograf (EMED)

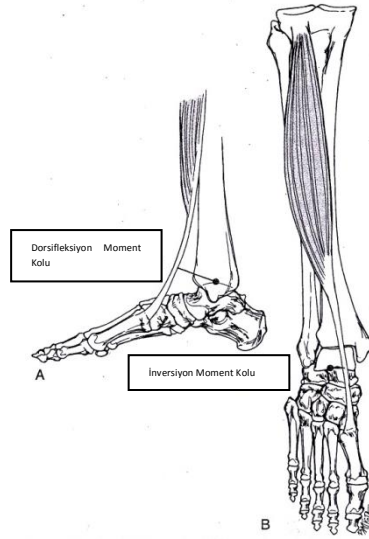
2.1. Ayak Bileği Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları

2.1.2. Ayak Bileği Kasları

Ayağın dorsifleksör kas grupları ayağın ön kompartmanında bulunmaktadır. Bu kaslar; tibialis anterior, ekstensor hallucis longus, ekstansor digitorum longus ve peroneus tertiusdur. Tibialis anterior kası ayak bileği nötröl pozisyona getirildiğinde tüm dorsifleksör kasların maksimum volunter kasılmasıyla ortaya çıkan total dorsifleksör momentinin %42'sini gerçekleştirdiği belirtilmiştir (9, 29). Her bir kasın yapışma yerlerine göre farklı görevleri vardır. Dorsifleksör kas gruplarının hareket sırasında iki temel görevi bulunmaktadır(24).

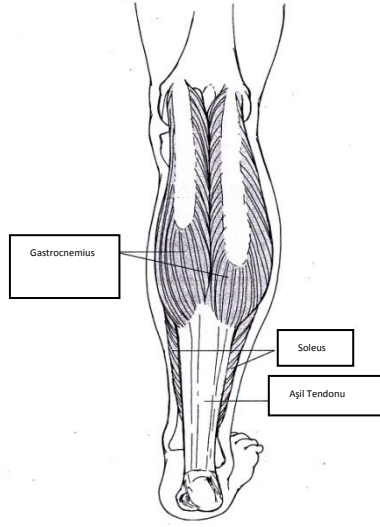


Şekil 3: Dorsifleksör kasları yer reaksiyon kuvveti (G) tarafından gerçekleştirilen plantar fleksiyon momentini (M_{PLFX}) dengede tutmak için ekstansiyon moment (M_{DRFX}) gerçekleştirir(53).

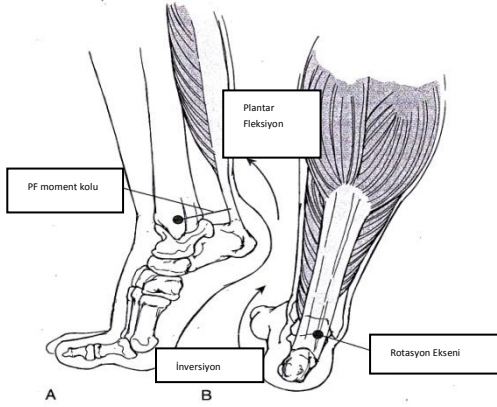


Şekil 4: Tibialis anterior kası geniş dorsifleksiyon moment koluna sahiptir (9).

Plantar fleksör kaslar yüzeysel ve derin olmak üzere ikiye ayrılır. Yüzeysel kaslar, gastrocnemius, soleus ve plantar kaslardır. Bu üç kas plantarfleksiyon total momentinin yaklaşık %60-87'sini gerçekleştirdikleri tahmin edilmektedir (8). Soleus kası, gastrocnemius kasının altında bulunmaktadır. Gastrocnemius kasında Tip I ve Tip II kas lifleri yarı yarıya bulunurken soleus kasının tümü Tip I kas lifi içermektedir. Plantar fleksiyon moment kolunda rol oynayan temel kas soleus kasıdır (9, 29).



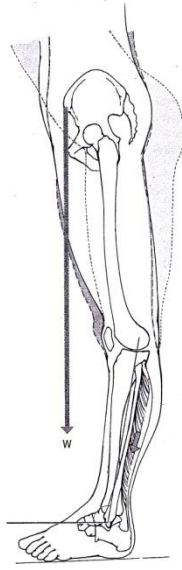
Şekil 5: Yüzeyel plantar fleksör kaslar gastrocnemius, soleus ve plantaris (9).



Şekil 6: Plantar fleksiyon hareketinde aşıl tendonu geniş moment koluna sahiptir (9).

Bu kaslar sadece hareket için değil aynı zamanda statik ve dinamik dengenin sağlanmasında da önemli rol oynamaktadır. Dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon kas tonusları dengede iken denge merkezi sakral 2. Vertebra'nın anteriorundan geçmektedir. Fakat ayak bileği agonist antagonist kas kuvvetlerinde oluşan bir orantısızlık denge merkezinin konumunu değiştirmektedir (3, 56, 61).

Yürüyüşün duruş fazında, soleus kasının kuvvetli olması tibianın talus üzerinde öne doğru hareketini engeller (20). Oluşan momentum uyluk ve gövdenin öne eğilimine neden olur. Bu öne eğilim dizin hiperekstansiyona neden olur (22).



Şekil 7: Yürümenin duruş fazında kas kuvvet oranlarında meydana gelen değişim tibianın translasyonunu değiştirir (9).

Soleus kasının kısalığı veya dorsifleksörlerden daha kuvvetli olması durumunda oluşan plantarfleksör momentindeki (M_{PLFX}) artış tibianın öne eğilimini engeller. Uyluk ve gövdenin öne eğilimi diz ekleminde ekstansiyon momenti(M_{EXT}) oluşumuna neden olur. Gravite merkezi öne doğru kayar (41).

2.1.2. Ayak Bileği Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları

Plantar fleksiyon, baldır arkası kaslarının uygun mekanik durumu nedeniyle oldukça güçlü bir harekettir. Dorsi fleksiyon, plantar fleksiyondan daha zayıftır. Literatürde plantar-dorsifleksiyon kas kuvvet oranı 3:1 olarak geçmektedir (9).

2.1.3.Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranlarının Değerlendirilmesi

Kas kuvvet testleri, kas veya kas gruplarının fonksiyonel gücünü, stabilite ve destek sağlayabilme yeteneğini belirlemek amacı ile yapılmaktadır. Değerlendirmede, tensiometre, bir maksimum tekrar, manuel kas testi ve bilgisayar ilaveli dinamometreler kullanılır (25).

GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma ileriye yönelik (prospektif) çalışma olarak planlanmıştır.

3.2. Araştırmanın Yeri

Araştırma, 01.12.2011 – 30.03.2012 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yürüme Analiz Laboratuvarında yapılmıştır. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimse Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 17/01/2013 tarihinde 445-GOA protocol numaralı 2013/03-15 sayılı karar ile Kabul edilmiştir.

3.3 Araştırma Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu'nda okuyan çalışmaya alınma kriterlerine uyan 18 ile 30 yaş arası gönüllü sağlıklı öğrenciler alınmıştır.

3.3.1. Çalışmaya alınma kriterleri

1. 18 ile 30 yaş arasında olmak
2. Eklem hareket açıklığı tam olmak
3. Sağlıklı birey olmak

3.3.2. Çalışmaya alınmama kriterleri

1. Belirgin görsel ve işitsel kaybın olması
2. Dengeyi ve plantar basınç dağılımını etkileyebilecek ortopedik, nörolojik bir hastalığın olması
3. Bir aydır devam eden kas iskelet sistemi ağrıları olması
4. İleri derecede kas kısalığı olması

3.4. Araştırmanın Değişkenleri

3.4.1.Bağımlı Değişkenler

- Plantar basınç dağılımı
- Kas kuvvet oranı
- Denge

3.4.2. Bağımsız Değişkenler

- Yaş
- Cinsiyet
- Beden kitle indeksi
- Hastalığın varlığı
- İlaç kullanımı

3.5. Veri Toplama Araçları

Tüm veriler hazırlanan bir değerlendirme formu üzerine kaydedilmiştir.(Bkz. Ek-1). Katılımcıların değerlendirmesinde demografik bilgiler sorgulanmıştır. Tüm katılımcıların sosyo-demografik özellikleri olan yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi (BKİ), eğitim, egzersiz alışkanlıkları, kronik hastalığın olma durumu ve medikasyonları kaydedilmiştir.

Tüm katılımcıların, kas kuvvet testi bilgisayarlı el dinamometresi kullanılarak yapılmış, ortalamaları alınarak oran hesaplanmıştır. Denge ve postural kontrol değerlendirmesi, tek ayak üzerinde durma testi ve stabilite limitleri testleriyle yapılmıştır. Plantar basınç dağılımı baropedografla numerik olarak ölçülmüştür.

3.5.1. Kas Kuvvetinin Değerlendirmesi

3.5.1.1. Ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarının ölçümü

Ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarının ölçümünde, bilgisayarlı elektronik dinamometre JTECH, Medical Commander Powertrack II (USA) kullanılmıştır. JTECH, Medical Commander Powertrack II, taşınabilir el dinamometresi istenilen pozisyonlarda izometrik kas kuvveti ölçümünde kullanılmaktadır (43). İzometrik kas kuvvetini ölçen bir başı ve kuvveti dijital gösterimini sağlayan ekranı bulunmaktadır (65). Ayak bileği dorsi ve plantar fleksiyon kas kuvvetleri izometrik ölçümü yapılmıştır.

Katılımcı önce sırtüstü pozisyonda konumlandırıldı, öncelikle aktif dorsifleksiyon yapılması istendi ve hareketin son noktasında ise taşınabilir dinamometre ile izometrik kas kuvvet ölçümü yapılmıştır. Aynı protokol yüzüstü pozisyonda diz 90° fleksiyonda iken plantar fleksiyon yönünde de uygulanmıştır (77).



Şekil 8: Dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon kas kuvvet ölçümü

Değerlendirme sırasında üst ekstremiteleri ile herhangi bir yerden destek almamaları söylenmiştir. Değerlendirme öncesinde dinamometre kullanım prensibine göre ısınma amacıyla, katılımcılara maksimum eforlarını sarfetmeden deneme testi yapılmıştır. Katılımcılardan, 90°'ye pozisyonlanan dizinin pozisyonunu değiştirmeden ayak bileğini yukarıya doğru kaldırarak oluşturabilecekleri maksimum kuvveti ortaya çıkarmaları ve maksimal kuvvete ulaşıldıktan sonra en az 3 sn kuvveti korumaları istenmiştir.

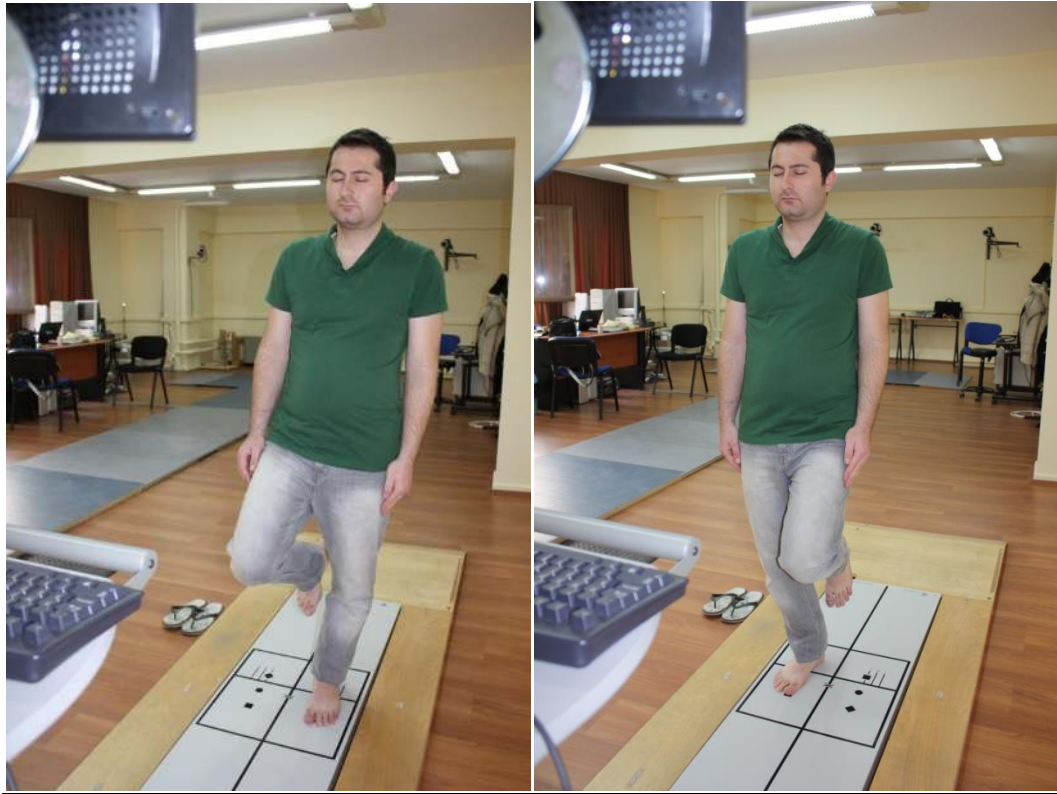
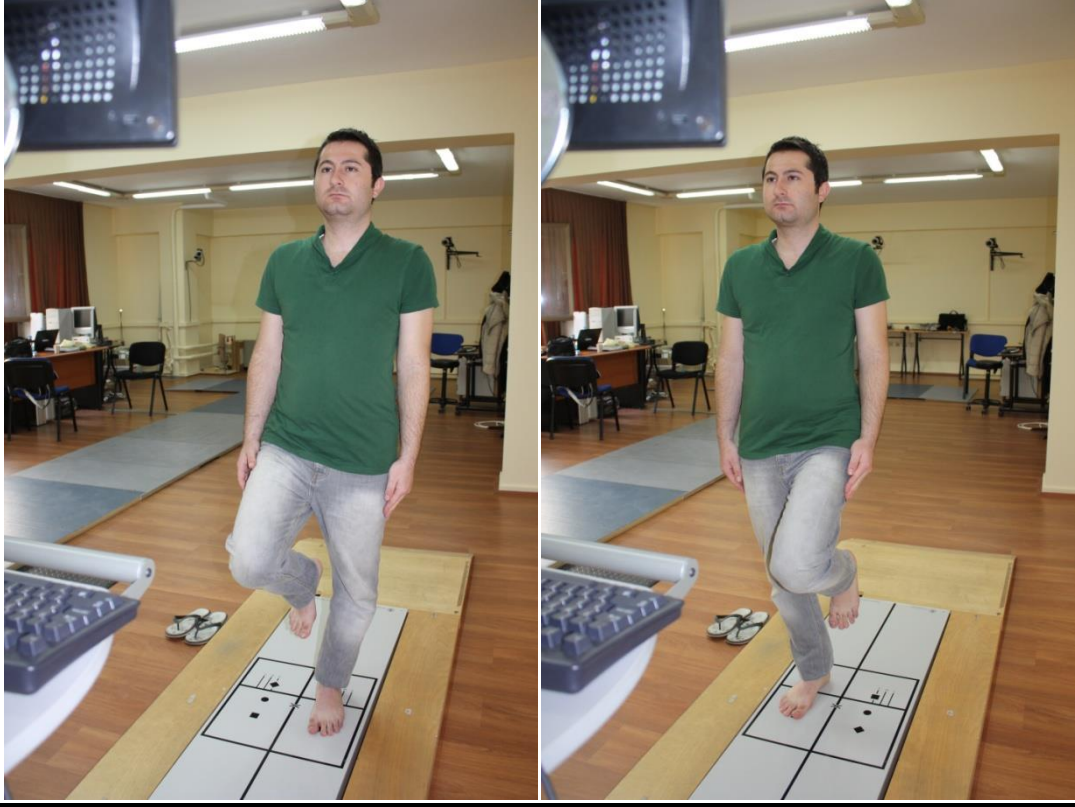
Ölçümler arasında 1 dk dinlenme süreleri verilmiş, her bir ekstremite için ölçümler 3 defa tekrar edilmiş ve 3 ölçümden en büyük olan değer maksimum tibialis anterior ve soleus kuvveti olarak kaydedilmiştir. Kas kuvveti, sistem tarafından bilgisayar ekranında kg olarak gösterilmiştir (60).

3.6. Statik Denge ve Postural Kontrolün Değerlendirmesi

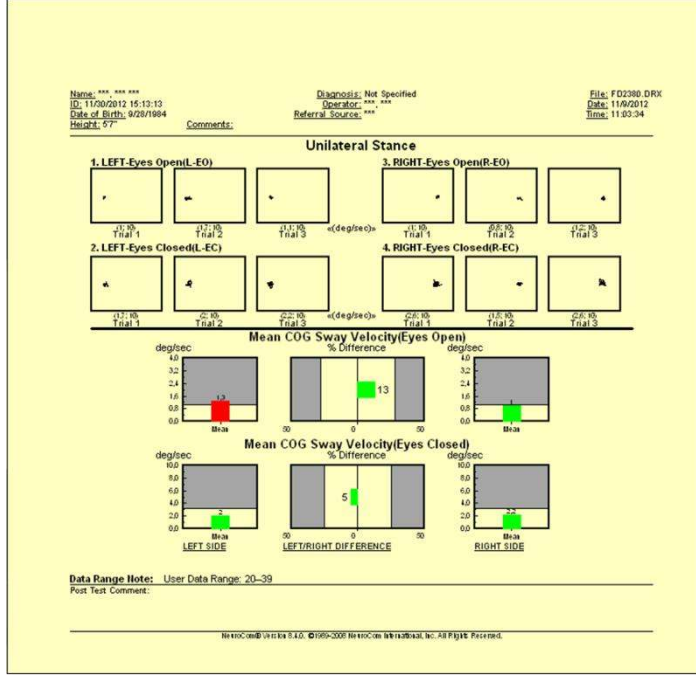
3.6.1. Statik Denge ve Tek Ayak Üzerinde Durma Testi

Dengeyi değerlendirmek için Balance Master Version 8.4 (Neurocom, USA) Balance Master, objektif bir değerlendirme sunmakla birlikte, görsel biofeedback ile denge, duyu ve gönüllü motor kontrol sağlar (58). Sistem, hastanın ayakları tarafından uygulanan dikey kuvvetleri ölçmek için sabit bir 18 "x 60" çift Kuvvet platformu kullanır (64). Birey önce gözü açık ayakta dik duruş pozisyonunda komut eşliğinde platform üzerinde bilgisayar ekranına bakarak postural salınım dereceleri hesaplanmıştır. Daha sonra aynı işlemleri gözler kapalı dik duruş pozisyonunda değerlendirilmiştir(64).





Şekil 9: Tek Ayak Üzerinde Durma Testi

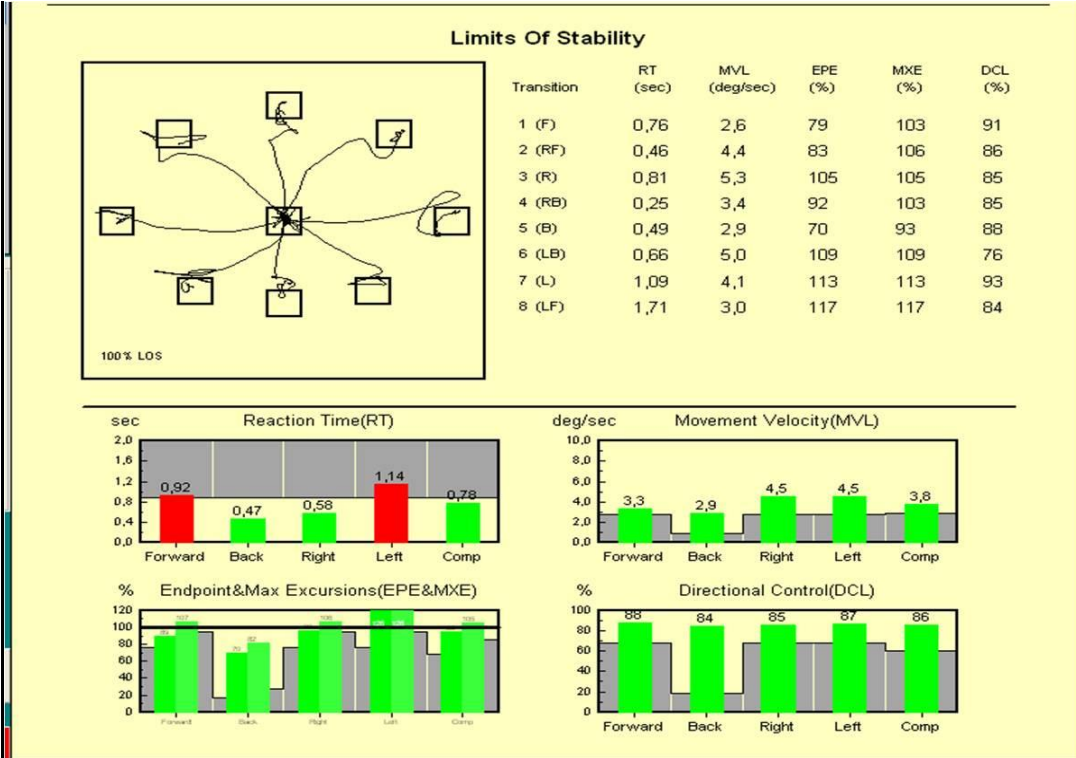
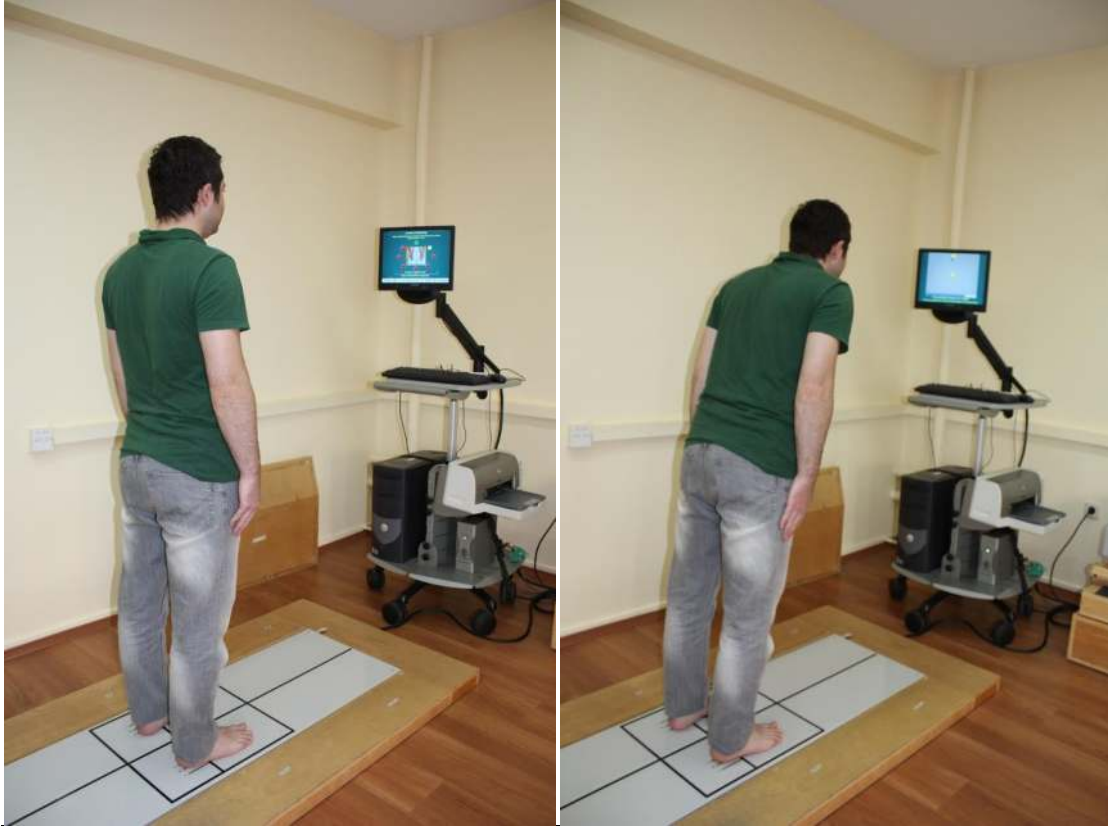


Şekil 10: Tek Ayak Üzerinde Durma Testi Sonuç Grafisi

3.6.2 Postural Kontrol Stabilite Limitleri (LoS) Testi

Denge değerlendirmesinin ardından stabilite limitleri (LoS) testi Balance Master kullanılarak değerlendirilmiştir. Stabilite limitleri yerçekimi merkezinden geçen izdüşümünün destek yüzeyine vertikal pozisyonu kaybetmeyecek şekilde öne, arkaya, sağa ve sola maksimum postür dalgalanmasıyla oluşturduğu hayali konidir (32).

Bu testte hasta ayakta, platform üzerinde belirlenen merkez noktasında üzerinde iken bilgisayar ekranındaki ön-arka, sağ-sol ve diğer yönler olmak üzere 8 farklı noktaya verilen emir ile gravite merkezini kaydırarak belirlenen noktalar üzerine en hızlı ve doğrusal bir şekilde ulaşması istenmiştir (45, 33).



Şekil 11 ve 12: Stabilité Limitleri ve Grafisi (67)

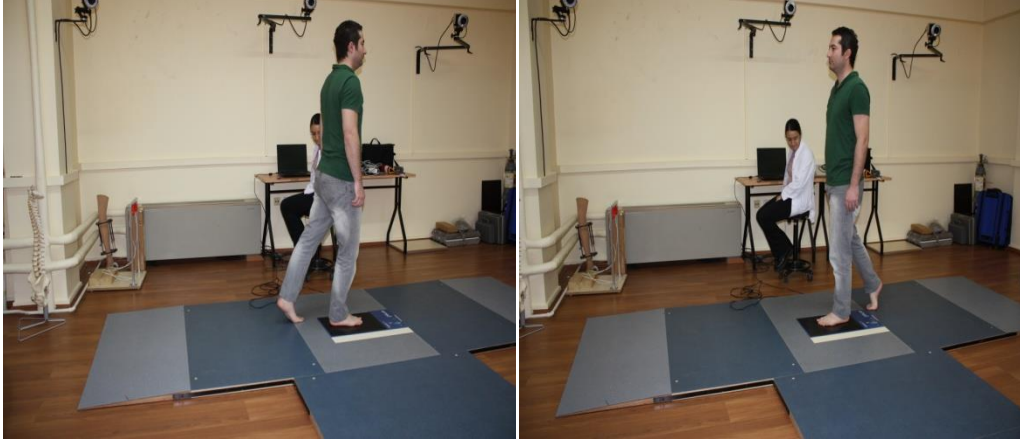
Bu test sırasında hastaların aşağıdaki stabilite parametreleri değerlendirilir (32). Bunlar;

- a. **Reaksiyon zamanı (RT):** Hastanın kuvvet platformunda iken verilen emir ile gövdesinin harekete geçme anına kadar geçen süredir.
- b. **Hareket hızı (MVL):** Her bir saniyede (sn) hastanın gravite merkezinde açığa çıkan derece cinsinden hareket hızıdır.
- c. **Ulaşılan son nokta (EPE):** Hedef noktaya doğru hareket ederken hareket yörüngesi üzerinde düzeltme yapmadan önceki son noktadır.
- d. **Ulaşılan maksimum uzaklık (MXE):** Hedef noktaya olan uzaklıktır.
- e. **Hareket kontrolü (DCL):** Hastanın hedeflenen farklı noktalara gitme anındaki hareket doğrusallığı incelenir. Değerlendirme yüzdesel değer üzerinden hesaplanır.

3.6.3. Plantar Basınç Dağılımı Ölçümü

Plantar basınç dağılımı EMED (Novel, Inc) kullanılmıştır. Ölçüm, pedobarograf ile yapılmıştır. Ölçüm sonunda maksimum basınç, basınç-zaman integrali, kuvvet-zaman integrali, maksimum kuvvet, temas alanı ve temas süreleri 2 adım protokolü ile değerlendirilmiştir (26, 31, 40). Pembe renkte olan alan tabanın en fazla yükünün taşındığı bölgeyi temsil etmektedir. Kırmızıdan siyaha doğru renk sırasının açılması, tabana binen yük miktarının büyükten küçüğe doğru gitmesini temsil etmektedir (72). Çalışmamızda EMED pedobarograf kullanarak ayağın duruş fazındaki kas dinamiğini ölçülmüştür. Bu platform, ayağın topuktan başlayarak orta ayak, metatarsoflangeal eklemler ve parmakların duruş fazında ne kadar ve nasıl yük aldığını göstermektedir (38).





Şekil 13: EMED Pedobarografi

Bu test sırasında aşağıdaki parametreler değerlendirilir (44). Bunlar;

Temas Zamanı (ms): Yürüme fazında topuk vuruşunun ardından gelen taban temasının başladığı an ile topuk kalkışına kadar geçen süreyi milisaniye cinsinden ölçümüdür.

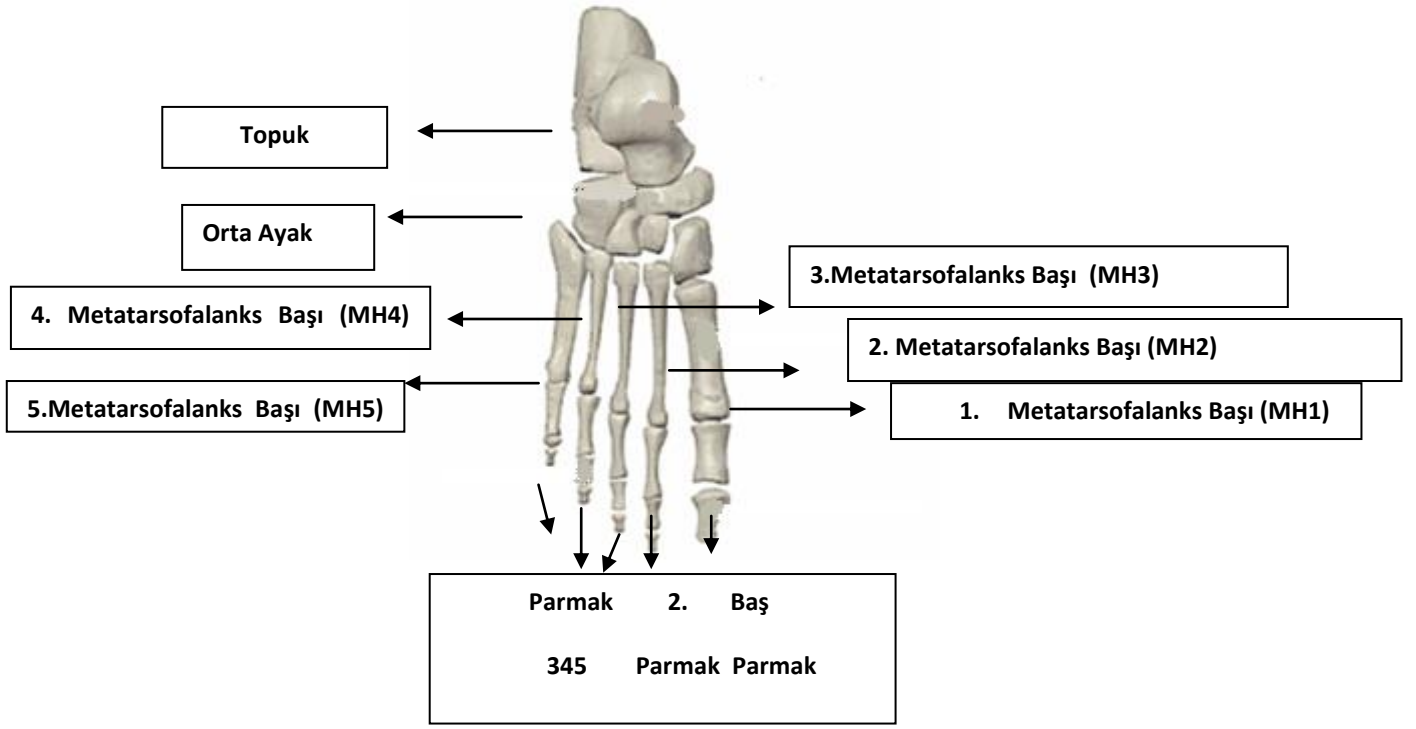
Temas Alanı (cm²): Taban Teması sırasında ayağın platform üzerinden kapladığı alanın santimetre kare cindinden ölçümüdür.

Basınç-Zaman İntegrali (N/cm²*s): Taban teması sırasında ayağın platform uyguladığı basınç ile geçen zamanın arasındaki ilişkiyi değerlendirmektedir.

Tepe Basınç (N/cm²): Taban temasından topuk kalkışı başlamadan önce ayağın platform uyguladığı basınçtır.

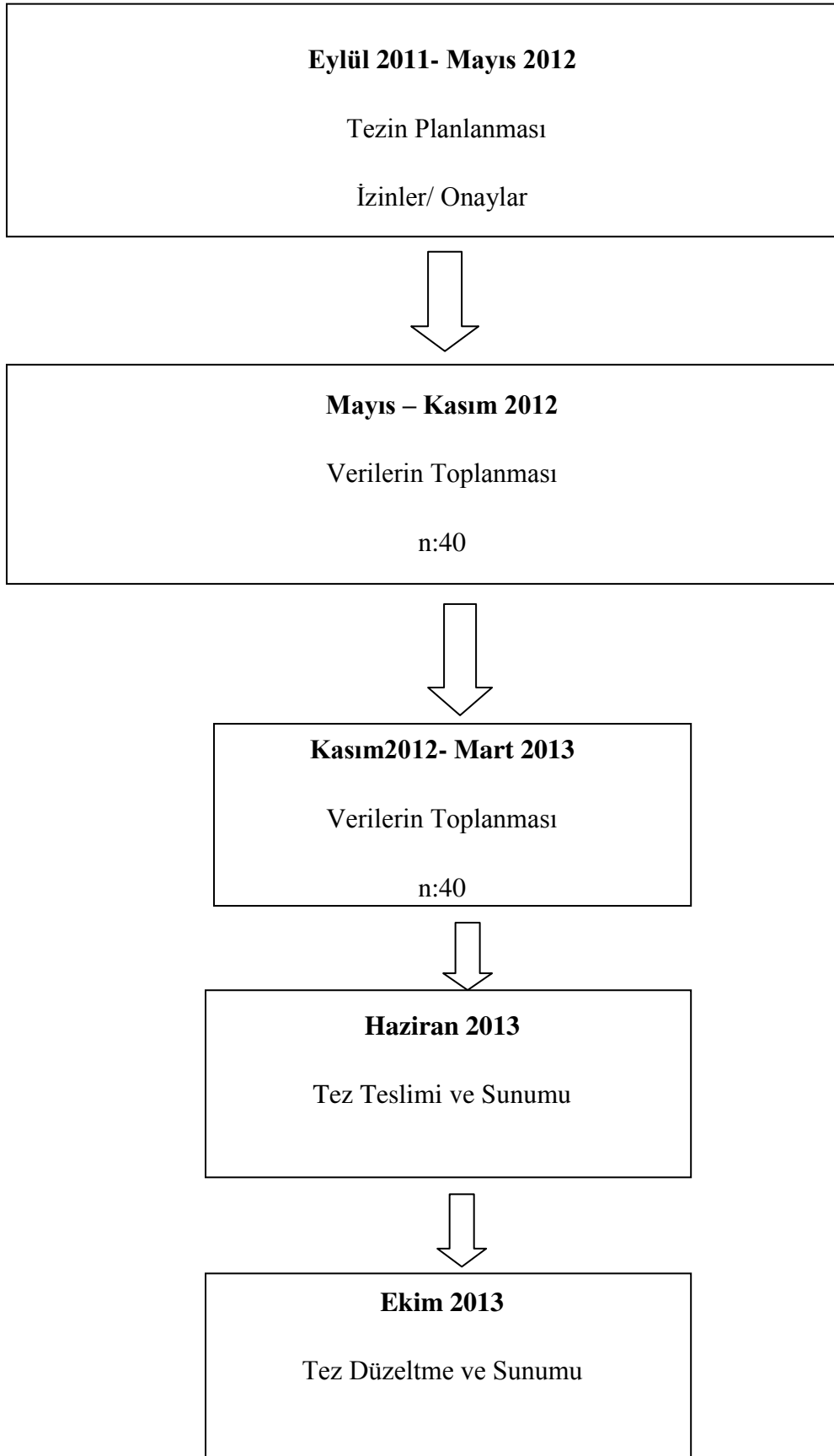
Kuvvet-Zaman İntegrali (N*s): Taban teması sırasında uygulanan kuvvet ile geçen zaman arasındaki ilişkidir.

Maksimum Kuvvet (N): Taban teması ile topuk kalkışı arasında ayağın çeşitli bölgelerinin platforma uyguladığı kuvvetlerin içerisindeki en üst kuvvettir.



Şekil 14: Plantar Basınç Sonuç Tanıtımı

3.7. Araştırmanın Planı Ve Takvimi



3.8.Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma sonunda elde edilen veriler Statistical Package for Social Science for Windows programı versiyon 15.0 istatistik programına kaydedilmiştir. Yapılan Bilateral değerlendirme sonucunda her iki kas kuvvet ortalamalar arasında fark olmadığından araştırmada sadece sağ ayak göz önünde bulundurulmuştur ($p=0.416$, $p>0.05$)

Katılımcıların elde edilen kas kuvvet oranları ve denge parametreleri arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi uygulanarak belirlenmiştir. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak alınmıştır. Kas kuvvet oranları ve plantar basınç dağılımı parametreleri arasındaki ilişki Pearson Korelasyon Testi uygulanarak belirlenmiştir. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edilmiştir. İki veri arasındaki ilişki doğru orantıda ise pozitif korelasyon, ters orantıda ilişkili ise negatif korelasyon olarak yorumlanmıştır.

3.9.Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmamızın temel kısıtlılığı çalışmaya katılan katılımcıların sayıca az olmasıdır. Daha geniş katılımın sağlandığı çalışmalar değerlendirilen parametreler açısından daha geçerli sonuçlar verebilir. Ayrıca çalışmamızda dorsifleksör kas grubundan M.Tibialis Anterior ve plantar fleksör kas grubundan ise M.Soleus kası değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışma sonucunda çıkan verilerin 8.57:8.67 gibi yakın aralıklı olmasının nedeni, kasların grup halinde değerlendirilmeyip, tek bir kas üzerinden değerlendirilmesi araştırmanın önemli bir limitasyonudur. Ek olarak çalışmamızda kas kuvvetleri izometrik olarak değerlendirilmiştir. İzometrik kas kuvvet değerlendirmesi objektif bir sonuç vermediği için araştırmanın limitasyonu arasında yer almaktadır.

3.10.Etik Kurul Onayı

Çalışmada kullanılan değerlendirme formları katılımcıların tümüyle yüz yüze görüşülerek fizyoterapist tarafından doldurulmuştur. Gönüllü olarak çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılara yapılacak değerlendirme ile ilgili ayrıntılı açıklama yapılarak, etik kurul onayı alınmış bilgilendirilmiş olur formu imzalatılmıştır.

Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 17/01/2013 tarihinde 445-GOA protokol numaralı 2013/03-15 sayılı karar ile kabul edilmiştir (Bkz. EK 3)

BULGULAR

Ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranının denge ve plantar basınç üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulunda okuyan sağlıklı ve gönüllü 40 öğrenci katılmışlardır.

Katılımcılara bilgilendirilmiş gönüllü onay formu dağıtılarak bilgilendirilmişlerdir. Son bir ay boyunca kas iskelet sistemi ağrıları bulunan katılımcılar çıkarılmıştır. Katılımcıların demografik bilgileri incelendiğinde yaş ortalamaları 23.78, beden ağırlığı ortalamaları 71.55, boy ortalaması 1.73, BKİ ortalamaları 24.23'dir. Çalışmaya katılan erkek sayısı 25, kadın sayısı 15'tir (Tablo 1). Kadın ve erkek katılımcıların boy, kilo, BKİ ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 2).

Tablo 1: Katılımcıların demografik özellikleri

	n	Katılımcılar	Minimum	Maksimum
Yaş (yıl)	40	23.78±3.02	19	30
Boy uzunluğu (m)	40	1.73±0.11	1.5	1.93
Beden ağırlığı (kg)	40	71.55±13.24	48	110
BKİ (kg/m ²)	40	24.23±5.52	13.3	35.5

Tablo 2: Katılımcıların Demografik Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması

	Kadın-Erkek P Değeri
Yaş (yıl)	0.167
Boy uzunluğu	0.101
Beden ağırlığı	0.086
BKİ	0.081

Demografik bilgilerine göre ayrılıp incelendiğinde demografik bilgiler ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

1. Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı

Katılımcıların dorsi fleksör kas kuvvet ortalamaları 8.57 ± 1.01 kg, plantar fleksör kas kuvvet ortalamaları 8.67 ± 0.33 olarak bulunmuştur.

Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranı 0.98 ± 1.06 olarak bulunmuştur. Yapılan Bilateral değerlendirme sonucunda her iki kas kuvvet ortalamalar arasında fark olmadığından araştırmada sadece sağ ayak göz önünde bulundurulmuştur ($p=0.416$, $p>0.05$).

Tablo 3: Katılımcıların Kas Kuvvet Ölçümleri Oranları

	$\bar{X}$
Dorsifleksiyon Tibialis anterior (kg)	8.57 ± 1.01 kg
Plantar fleksiyon Solues (kg)	8.67 ± 0.33 kg
Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı	0.98 ± 1.06

* $\bar{X}$: Ortalama



Tablo 4 : Katılımcıların Cinsiyet Dağılımına Göre Dorsi Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları

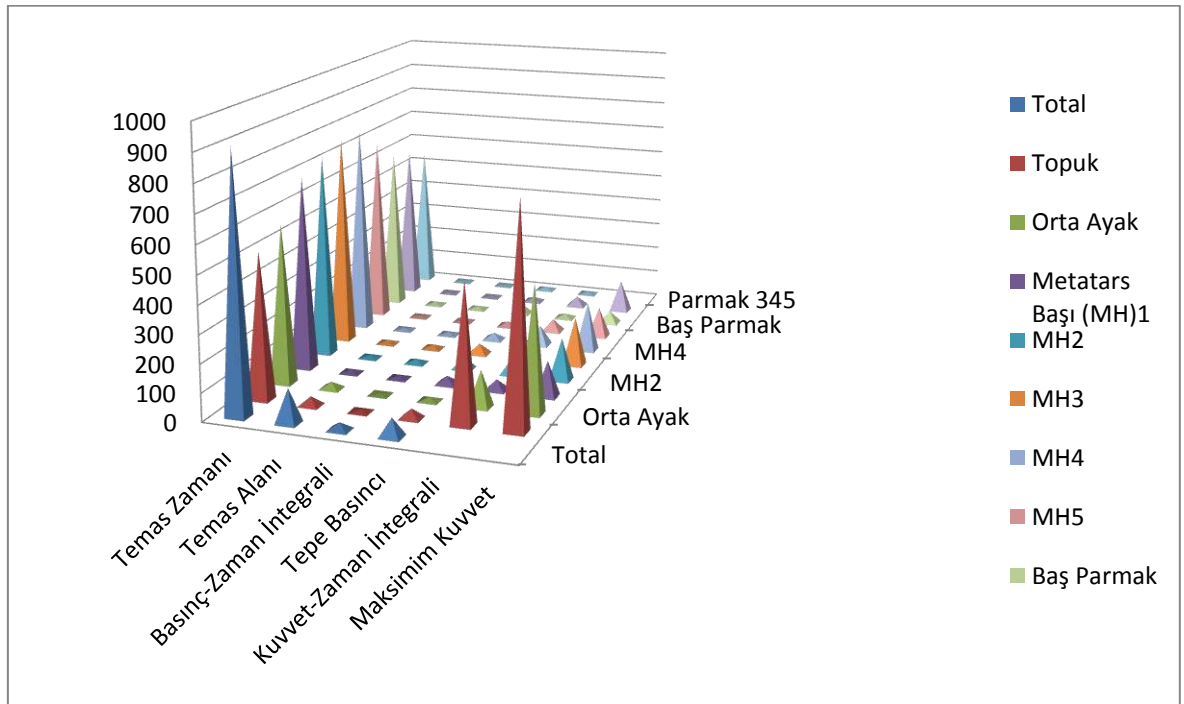
	Kadın-Erkek
	P Değeri
Dorsi Fleksiyon	0.448
Plantar Fleksiyon	0.899

Katılımcılar kadın ve erkek olarak ayrılıp incelendiğinde, cinsiyet ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

2. Plantar Basınç Pedobarograf Testi

Katılımcıların ayağın 3. ve 4. Metatars başlarından geçen kas gruplarının oluşturduğu DPO ile uygulanan basınca karşı zaman uzunluğu ve uygulanan maksimum kuvvet arasında negatif yönde, orta ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p<0.05$).

Grafik 1: Katılımcıların EMED Pedobarografik Ölçüm Verileri



Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları ile plantar basınç parametreleri korelasyonu incelendiğinde; basınç zaman integraline bakıldığında, DPO ile basınç- zaman integrali arasında istatistiksel olarak zıt yönde anlamlı korelasyon bulunmuştur. Diğer bir ifade ile plantar fleksörlerin daha kuvvetli olup DPO azaldığında özellikle 3. Ve 4. metatars başlarına binen yüklerin arttığı tespit edilmiştir. ($p=0,039$, $p=0.042$, $p<0.05$). Taban temasından topuk vuruşuna geçiş fazında baş parmaktan geçen ve yapışan dorsi ve plantar fleksiyon kas kuvvet oranı 8.57:8.67 olduğundan tepe basıncını yükseltmektedir ($p=0.017$, $p<0.05$). Katılımcıların taban teması sırasında maksimum kuvveti topuktan aktardıkları bulunmuştur ($p=0.015$, $p<0.05$). Orta ayak, MH1, MH 2, MH5 ve parmaklar ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 5: Katılımcıların Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı ve Plantar Basınç Yönünden Korelasyonu

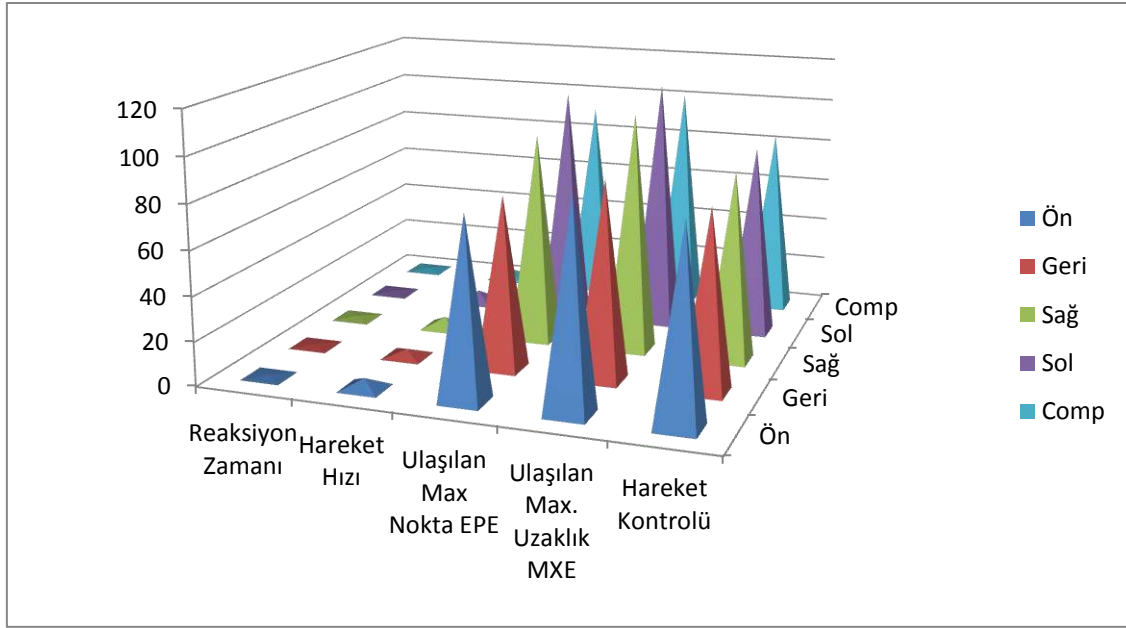
	Temas Zamanı (p) (%ROP)		Temas Zamanı (ms)		Temas Alanı (cm ²)		Basınç-Zaman İntegrali (N/cm ² *s)		Tepe Basınç (N/cm ²)		Kuvvet-Zaman İntegrali (N*s)		Maksimum Kuvvet (N)	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Total	-	-	-0.114	0.484	-0.213	0.186	-0.114	0.485	-0.011	0.947	-0.276	0.085	-0.265	0.098
Topuk	-0.075	0.647	-0.093	0.567	-0.250	0.119	-0.135	0.406	0.013	0.937	-0.240	0.136	-0.268	*0.015
Orta Ayak	-0.023	0.886	-0.068	0.677	-0.095	0.558	-0.128	0.429	-0.136	0.404	-0.026	0.875	-0.098	0.548
MH1	-0.057	0.727	-0.115	0.479	-0.146	0.369	-0.029	0.860	0.057	0.728	-0.157	0.334	-0.138	0.396
MH2	-0.057	0.728	-0.113	0.488	-0.135	0.408	-0.169	0.297	-0.037	0.818	-0.239	0.137	-0.222	0.170
MH3	-0.046	0.776	-0.107	0.513	-0.233	0.148	-0.301	*0.042	-0.231	0.152	-0.242	0.149	-0.323	0.142
MH4	-0.042	0.797	-0.102	0.530	-0.273	0.089	-0.328	*0.039	-0.249	0.122	-0.300	0.060	-0.299	0.061
MH5	-0.081	0.620	-0.114	0.482	-0.275	0.086	-0.214	0.186	-0.193	0.232	-0.277	0.084	-0.305	0.056
Baş Parmak	-0.102	0.530	-0.128	0.432	-0.111	0.494	0.003	0.984	0.917	*0.017	-0.028	0.863	-0.028	0.864
2.Parmak	0.027	0.871	-0.063	0.702	-0.096	0.555	-0.013	0.937	0.173	0.287	-0.012	0.942	0.150	0.356
Parmak 345	0.010	0.949	-0.055	0.737	-0.097	0.553	0.004	0.979	0.043	0.791	-0.040	0.807	-0.009	0.957

** $p<0.05$, Pearson Korelasyon Testi*

3. Stabilité Limitleri Testi

Hareket Hızı (MVL) ölçümlerindeki **Sol** ve **kompansasyon** değerleri ile DPO arasında negatif yönde, orta ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p<0.05$).

Grafik 2: Katılımcıların Stabilité Limitleri Testi Verileri



Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları ile stabilité limitleri testi incelendiğinde; katılımcıların platform üzerinde sola doğru daha yavaş gittiği ve bu noktada gerektiği kadar durulamadığı bulunmuştur ($p=0.031$, $P=0.014$, $p<0.05$).

Tablo 6: Katılımcıların Stabilité Limitleri ve Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı Yönünden Korelasyonu

	Reaksiyon Zamanı (RT)		Hareket Hızı (MVL)		Ulaşılan Max. Nokta&Max. Uzaklık (EPE)		Ulaşılan Max. Nokta&Max. Uzaklık (MXE)		Hareket Kontrolü (DCL)	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
Ön	0.146	0.368	-0.060	0.715	0.172	0.289	0.065	0.690	-0.042	0.796
Arka	0.038	0.817	-0.259	0.106	-0.038	0.814	0.022	0.891	-0.304	0.056
Sağ	0.092	0.572	-0.250	0.119	0.212	0.189	0.193	0.232	-0.269	0.093
Sol	0.195	0.228	-0.341	*0.031	0.153	0.347	0.171	0.293	0.059	0.720
Comp	0.275	0.086	-0.386	*0.014	0.074	0.652	0.010	0.950	-0.168	0.300

4. Tek Ayak Üzerinde Durma Testi

Tek ayak üzerinde durma testi ölçümleri ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 7: Katılımcıların Tek Ayak Üzerinde Durma Testi ve Dorsi-plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranı Yönünden Korelasyonu

	r	p
Gözler Açık	-0.033	0.839
Gözler Kapalı	-0.079	0.626

TARTIŞMA

Son yıllarda denge ve agonist-antagonist kas kuvvet oranlarını araştıran birçok çalışma olmasına karşın, bu çalışmalarda dorsifleksiyon-plantar fleksiyon kas kuvvet ölçüm tekniklerindeki farklılık, kas kuvvetleri ve dengeyi değerlendiren testlerin çeşitliliği sonucu kas kuvvet oranları ve denge arasındaki korelasyonun değerlendirilmesinde farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır (38).

Literatürde dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranı ile ilgili çalışmaların çoğu kadavra üzerinde in vitro çalışmalardan oluşmaktadır. Dorsifleksörler ve plantar fleksörler arasındaki kuvvet ilişkisini araştıran çalışmalar ise kas yorgunluğu olduğu durumlarda ya da ayak patolojilerinin varlığında kuvvet ilişkisini değerlendiren çalışmalardır (49). Çalışmamızın hipotezine göre 18 ile 30 yaş arası sağlıklı bireylerde dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranı değerlendirilmiştir. Oatis ve ark. sağlıklı bireylerde yapılan çalışmada ise ırk, cinsiyet, yaş gibi değişkenler oran farklılığına neden olabileceğini, yapılan araştırmalar sonunu plantar-dorsifleksör kas kuvvet oranının 3:1 olarak varsayıldığını belirtmiştir (9).

Çalışmamızda, oranlamanın yapılması plantar fleksiyon için soleus kası, dorsifleksiyon için tibialis anterior kası değerlendirilmiştir. Voronov ve ark., çalışmalarında soleus, medial gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarının postural kontrolün sağlanmasında önemli rolü olduğunu vurgulamış, özellikle soleus kasının içeriğinde tip I liflerinin yoğun olması soleus kasının postural kontrolün sağlanmasında primer endurans kası olduğunu belirtmişlerdir (42).

Çalışmamızda kas ölçümleri el dinamometresi ile yapılmıştır. Jonely H. ve ark. ile Bohannon ve ark. makalelerinde Cuthbert ve ark.'nın yayımlamış olduğu literatür derlemesine atıflarında, kas-iskelet sistemi değerlendirmesi sırasında bilgisayarlı el dinamometreleri kullanımının, kas kuvvet ölçümlerini sayısal veriler halinde ekrana yansıttıklarını belirtmişlerdir (40, 43).

Çalışmamızda kas kuvvet ölçümleri, tibialis anterior kası için sırtüstü yatar pozisyonda yapılmıştır. Direnç metatars başlarından fleksiyon yönünde verilmiştir. Soleus kası, yüzüstü diz 90° fleksiyonda pozisyonlanmış, direnç ekstansiyon yönünde verilmiştir. Bender ve ark. Soleus kasının kuvvet ölçümü yüzüstü pozisyonda diz 90° fleksiyonda iken

yapılmasını, bu pozisyonun plantar fleksiyon hareketini gerçekleştiren soleus kasının izole hareket ettiği belirtilmiştir (77).

Literatürde dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon kasları arasındaki ilişki sıklıkla kuvvet dengesizliği olduğu durumlarda değerlendirilmiştir. DPO'ya bakılan araştırmaların çoğunluğu kadavra üzerinde pasif olarak gerçekleştirilmiştir. Oatis, plantar-dorsifleksiyon oranının 3:1 olarak varsayıldığını fakat bu konu ile ilgili yeterli ve güçlü araştırmanın olmadığını vurgulamıştır (9, 46, 57)

Yaşa dayalı dengenin sağlanmasında ayak stratejilerinde kas kontraksiyonunu değerlendirdiği çalışmada, yaşları 18 ile 30 yaş arası 9 kadın katılımcının statik denge ve postural salınımında dorsifleksör ve plantar fleksör kokontraksiyonuna EMG ile bakmış, dik duruşta ve postural salınım sırasında dorsi ve plantar fleksörler aynı şiddette kasıldığını belirtmiştir (28, 41).

Çalışmamızda katılımcıların yaş aralığı büyük önem taşımaktadır. Evans ve ark. 7-65 yaş arası bireylerde yaptıkları çalışmada ilerleyen yaşla birlikte kas kuvvetinde de azalma görüldüğünü belirtmişlerdir (1). Oatis ve ark. ise bu kuvvet değişiminin yaşla birlikte değişen kas fizyolojisinin neden olduğunu belirtmiştir (9). Bu nedenle, geniş popülasyonu içeren bir araştırmanın varlığı ile DPO'nın belirlenmesi daha gerçekçi olabilir.

Postural kontrolün sağlanması vizüel, vestibuler ve propriyoseptif sistemin bir bütünlük içerisinde çalışmasını gerektirmektedir (51, 52). 18-30 yaş arası bireylerde postural kontrol ve denge ile ilgili yapılan araştırmalarda çeşitli parametrelerin değiştirilerek yapılması sonucunda, vizüel, vestibuler ve deri, eklem kapsülü, tendon, ligament ve kaslarda bulunan reseptörlerden algılanan propriyoseptif bilgiler bir bütün halinde sentezlenerek denge ve postural kontrolün korunmasını sağlanamakta olduğunu belirtmişlerdir (52, 63,73).

Literatürde postural kontrolün değerlendirmesinde stabilite limitleri testi sıkça karşımıza çıkmaktadır. Stabilite limitleri testi postural kontrolün değerlendirilmesinde Razak ve ark. ile McCaw ve ark.'nın Pickerill ve ark.'na bulundukları atıfta, Biodex ve Neurocom verilerini kıyasladığını belirtmişlerdir (19, 74). Neurocom stabilite limiti testinin geçerli ve güvenilir olduğunu kaydetmişlerdir. De Niet ve ark. Neurocom stabilite limitleri testi ile yaptığı araştırmasında, triceps surae kaslarındaki spastik paraparazi durumunda

stabilite limitin yani postural kontrolün azaldığını ve antero-posterior yönde reaksiyon zamanının uzadığını belirtmişlerdir (62).

Reaksiyon zamanı, kuvvet platformunda iken verilen emir ile gövdesini harekete geçirme anına kadar ki geçen süre olarak tanımlanmaktadır (63). Agonist ve antagonist kas kuvvetlerindeki bu yakın oran reaksiyon zamanı yani komut verildiği andan kasların hareketi başlatması ve sürdürmesindeki yetersizliğe neden olmaktadır.

Çalışmamızda Dorsi plantar fleksör kas kuvvet oranı ile ulaşılan maksimum nokta arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Ulaşılan maksimum nokta, hedef noktaya doğru hareket ederken hareket yörüngesi üzerinde düzeltme yapmadan önceki son nokta olarak bilinmektedir. Hareket esnasında TA ve Soleus kasları gibi agonist-antagonist kasların karşılıklı çalıştığı bilinmektedir. Agonist kas kontraksiyona başladığında antagonist kas egzantrik olarak kasılmakta ve hareketin açığa çıkmasını sağlamaktadır (4). Balance Master stabilite limiti testinde hareket hızı, her bir saniyede gravite merkezinde açığa çıkan derece cinsinden hareket hızıdır. Çalışmamızda dorsi plantar fleksör kas kuvvet oranı ile hareket hızı arasında zıt yönde korelasyon bulunmuştur (Tablo 6).

Abrahamova ve ark. Yaptığı çalışmada nörolojik ve metabolik hastalığı bulunmayan sağlıklı bireylerde statik ayakta duruşta ayak basınç merkezi (CoP) ye Balance Master kullanılarak modifiye klinik testi uygulamıştır. CoP AP ve ML olarak değerlendirmiş, sonuçta ML’de bir fark bulunmamış AP yönde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmuşlardır. Bir diğer araştırma; Hatzitaki ve ark. ise yürüme analizi kullanarak yaptığı 2 boyutlu eklem kinematiği çalışmasında TA RF GAS ST EMG ve vücut ağırlık merkezi salınımını değerlendirmiş, dengenin sağlanabilmesi için ayak bileğinden kalçaya kadar değerlendirilen tüm kasların aktivitesinin artarak devam ettiğini belirtmiştir (2).

Statik ve dinamik koşullarda denge, ayak bileği ve kalça stratejisi ile sağlanmaktadır. Dengenin sürdürülebilmesi için gerekli olan bu stratejiler ağırlık merkezinin medio-lateral ve antero-posterior yöndeki horizontal hareketleri kontrol etmede önemli rol oynamaktadır (48). Ayakta dik duruşta ayak bileği stratejisi ile plantar fleksörler ve dorsi fleksörler tarafından oluşturulan moment antero-posterior hareketleri kontrol ederken, daha geniş salınımlı dinamik durumlarda kalça stratejisi devreye girerek kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu ile ağırlık merkezinin öne ve arkaya hareket ettirilmesini sağlamaktadır (70). Benzer mekanizma ile ayak bileği evertör ve invertörleri; kalça eklemi abduktör ve

addüktörlerinin oluşturdıkları moment mediolateral yöndeki hareketleri kontrol etmektedir (60).

Çalışmamızda denge, tek ayak üzerinde durma testi ile dorsi plantar fleksör kas kuvvet oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır. Nichols ve ark. 21-47 yaş arası non-spesifik alt ekstremité kas kuvvet dengesizliği olan sağlıklı bireylerde gözler açık-kapalı ayak açık bitişik ve tandem pozisyonunda tek ayak üzerinde durma testi ile statik denge değerlendirmişler, denge merkezinde medio-lateral ve antero-posterior yönde istatistiksel olarak anlamlı sapmalar bulmuşlardır (5, 58). Çalışmamızda kas kuvvet ölçümü sadece dorsifleksörler ve plantar fleksörler üzerinde yapıldığından tek ayak üzerinde durma testinde diğer alt ekstremité kasları değerlendirilmemiştir. Tek ayak üzerinde durma testi ile kas kuvvet oranı korelasyonda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasının nedeni diğer kas kuvvet oranlarının araştırmaya dahil edilmemesi olabilir.

Pedobarograf ile yapılan plantar basınç analizi temel olarak ayak tabanının yere temas alanını, temas süresini ve ne kadar kuvvet uyguladığını numerik olarak analiz eden değerlendirme sistemi olarak tanımlanmaktadır (50). Ayak ile ilgili patolojilerde plantar basınç analizleri sıklıkla kullanılmaktadır. Çalışmamızda plantar basınç analizi kullanılmış, DPO ile plantar basınç dağılımı arasındaki korelasyona bakılmıştır. Temas alanı, yürüyüşün topuk vuruşu fazından sonra gelen taban teması sırasında, ayak tabanının tamamı yerle temas ettiğinde ölçülmekte, vücut ağırlığı ayak tabanı ile yere aktarıldığı anda ayağın yer yüzeyinde kapladığı alan olarak tanımlanmaktadır (7, 14). Çalışmamızda dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları ile temas alanı arasında korelasyon bulunmamıştır. Kas kuvvetleri birbirine yakın olduğunda DPO'nun temas alanı üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Temas zamanı, ayak tabanının yere temas ettiği süredir. Çalışmamızda dorsi plantar fleksör kas kuvvet oranları ile basınç-zaman integrali arasında negatif yönde korelasyon bulunmuştur. Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları ile plantar basınç parametreleri korelasyonu incelendiğinde; DPO azaldıkça plantar fleksör kuvveti daha belirgin olacağından 3. ve 4. metatars başlarına binen yüklerin artmasına yol açmaktadır. Taban temasından itme fazına geçerken baş parmaktan geçen ve yapışan dorsi ve plantar fleksiyon kas kuvvet oranı aynı olduğundan tepe basıncını yükseltmektedir.

Katılımcıların taban teması sırasında maksimum kuvveti topuktan aktardıkları bulunmuştur. Orta ayak, 1. Metatars, 2. Metatars, 5. Metatars ve parmaklar ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Tablo 5).

Literatürde Plantar fleksör-dorsifleksör kas kuvvet oranı 3:1 olarak belirtilmiştir (9). Çalışmamızda elde ettiğimiz plantar fleksör ve dorsifleksörlerin oranı plantar fleksör yönünden düşük çıkmaktadır. Çalışmamızın en önemli limitasyonu kuvveti ölçülen kasın ortaya çıkardığı maksimum kuvvetin değerlendirme yapanın verdiği dirençten daha yüksek olma olasılığıdır. Bu nedenle kas kuvvetinin manual değerlendirmesinde bu durumun dikkate alınması gereklidir.

Çalışmamızda plantar basınç ölçümü iki adım protokolü kullanılarak yapılmıştır. Literatürde varolan diğer protokoller midgait protokolü olan 8-10 m yürüme mesafesi ve tek adım protokolüdür. Harrison ve ark. 2 adım protokolü ile 8-10 m yürüme mesafesi protokolünü karşılaştırdıkları araştırmada iki protokol arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığını belirtmişlerdir (76). Bu nedenle plantar basınç değerlendirmesi 2 adım protokolü ile değerlendirilmiştir.

Çalışmamız, 18-30 yaş arası sağlıklı bireylerde DPO ile denge ve plantar basınç dağılımını inceleyen ilk araştırmadır. Sonuç olarak ayak bileği stratejilerinin oluşumunda temel görevi olan TA ve soleus kaslarının kuvvet oranlarının plantar basınç sonuçlarını etkilediği, postural stabilite üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir. Buna karşın, çalışmamızda alınan katılımcıların sağlıklı, dorsi-plantar fleksör kas kuvvetlerinin birbirine yakın olması, bu kasların postural stabilitenin sağlanmasındaki etkisini maskeleyebilir. Biğer taraftan bu durumun postural stabiliteyi olumsuz yönde etkilemediği, bu nedenle bu kasların kuvvet oranlarının postural stabilitenin bozulmasına yol açan eşik değerlerinin belirleneceği farklı yaşlarda katılımcıların alındığı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu düşünülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

- Katılımcılar demografik bilgileri incelenmiş ve yaş ortalamaları 23.78 (± 3.02), beden ağırlığı ortalamaları 71.55 (± 13.24) , boy ortalaması 1.73 (± 0.11), BKİ ortalamaları 24.23 (± 5.52) olarak bulunmuştur.
- Çalışmaya katılan erkek sayısı 25 (%62.5). kadın sayısı 15 (%37.5)'tir.
- Kadın ve erkek katılımcıların boy, kilo BKİ ortalamalı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).
- Katılımcıların DPO oranı 1:1 olarak bulunmuştur (Tablo 2). Literatürde ise bu oran 3:1 olarak varsayılmaktadır (9).
- Katılımcılar kadın ve erkek olarak ayrılıp incelendiğinde, cinsiyet ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).
- Demografik bilgilerine göre ayrılıp incelendiğinde demografik bilgiler ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).
- Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranları ile plantar basınç parametreleri korelasyonu incelendiğinde; Ayağın 3. ve 4. Metatarsofalangeal eklemlerine yapışan ve o bölgeden geçen dorsi-plantar fleksör kaslarının oluşturduğu DPO, taban teması sırasında platformun ilişkilendirdiği taban teması süresince olan ayak basıncına bakıldığında, DPO ile basınç- zaman integrali arasında istatistiksel olarak zıt yönde anlamlı korelasyon bulunmuştur. Katılımcıların plantar basınç verileri ile DPO'ları karşılaştırıldığı zaman dorsi-plantar fleksör kas oranı arttıkça temas zamanı süresince uygulanan basıncın azaldığı bulunmuştur ($p = 0.039$, $p = 0.042$, $p < 0.05$). Taban temasından topuk vuruşuna geçerken baş parmakten geçen ve yapışan dorsi ve plantar fleksiyon kas kuvvet oranı 1:1 olduğundan her iki grupta tepe basıncını yükseltmektedir ($p = 0.017$, $p < 0.05$). Katılımcıların taban teması sırasında maksimum kuvveti topuktan aktardıkları bulunmuştur ($p = 0.015$, $p < 0.05$). Orta ayak, MH1, MH 2, MH5 ve parmaklar ile DPO arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).
- Stabilite limiti ölçümlerinin Dorsiplantar fleksör oranları ile korelasyonuna bakıldığında Hareket Hızı (MVL) ölçümlerindeki **Sol** ve **kompansasyon** değerleri ile Dorsiplantar fleksör oranları arasında negatif yönde, orta ve istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulunmuştur ($p < 0.05$). Diğer değişkenler ile Dorsiplantar fleksör oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

- Tek ayak üzerinde durma testi ölçümleri ile Dorsiplantar fleksör oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Gelecekte;

- Daha fazla sayı ve farklı yaşlarda kişilerde,
- Dorsi-plantar fleksör kas kuvvet oranlarındaki değişimi görmek amacıyla alt ekstremité ayak bileği patolojileri olan bireylerle,
- Balance Master Neurocom program içeriğinde bulunan farklı testlerle,

çalışmaların yapılması ile DPO'nun denge ve plantar basınç üzerine olan etkisi ile ilgili daha önemli bilgiler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Evans K, VanSwearingen JM, Burdett RG, Gee Z, Comparison of gait characteristics in young and old subjects. *Phys Ther.* 1994, 74:637-644.
2. Abrahamova D, Hlavacka f, Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol. Res.* 2008, 57: 957-964.
3. Hatzitaki V, Amiridis GI, Arabatzi F. Aging effects on postural responses to self-imposed balance perturbations. *Gait & Posture* 2002, 22: 250-257.
4. Armen Kelikian, Anatomy of foot and ankle. 3.Baskı, Walters Kluwer, 2011, 507-562.
5. Nichols D, Glenn T, Hutchinson K. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults, *Phys Ther.* 1995, 75: 699-706.
6. Panzer VP, Bandinelli S, Hallett M. Biomechanical assessment of quiet standing and changes associated with aging, *Arch Phys Med Rehabil.* 1995, 76:151-7.
7. Lee S, Hidler J, Biomechanics of overground vs. treadmill walking in healthy individuals, *J Appl Physiol.* 2008, 104: 747–755.
8. Davis B, Floyd M, Zakaeifar H, Biomechanics of the ankle with shifting weight, *Phys Ther.* 2003, 67: 125-132.
9. Oatis C, Biomechanics of the foot and ankle under static conditions. *Phys Ther.* 1988, 68: 1815-1821.
10. Melai T, Ijzerman H, Schaper N, Lange T, Willems P, Meijer K, Calculation of plantar pressure time integral, An alternative approach, *Gait & Posture.* 2011, 379–383.
11. Thoumie P, Do MC, Changes in motor activity and biomechanics during balance recovery following cutaneous and muscular deafferentation, *Exp Brain Res.* 1996 ,110: 289-97.
12. Liaw MY, Chen CL, Pei YC, Leong PC, Lau YC, Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Gait & Posture.* 2006, 136-141.

13. Roncesvalles MNC, Woolacott MJ, Jensen J, Development of lower extremity kinetics for balance control in infants and young children. *Journal of Motor Behavior*. 2001, 33: 180-192.
14. Cabell L, Pienkowski D, Shapiro R, Janura M, Effect of age and activity level on lower extremity gait dynamics: An introductory study. *Gait & Posture*. 2009, 210-212.
15. Robinovitch S, Heller B, Lui A, Cortez J, Effect of strength and speed of torque development on balance recovery with the ankle strategy. *J Neurophysiol*. 2002, 88: 614-620.
16. Thelen D, Schultz A, Alexander N, Ashton-Miller J, Effects of age on rapid ankle torque development. *Journal of Gerontology*. 1996, 5: 226-232.
17. Simoneau E, Martin A, Hoecke V, Effects of joint angle and age on ankle dorsi- and plantar-flexor strength. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2007, 17: 307–316.
18. Gatev P, Thomas S, Thomas K, Hallett M, Feedforward ankle strategy of balance during quiet stance in adult. *Journal of Physiology*. 1999, 514: 915-928.
19. Razak A, Zayegh A, Begg R, Wahab Y, Foot plantar pressure measurement system: A Review. *Sensors*. 2012, 12: 9884-9912.
20. Hessert M, Vyas M, Leach J, Hu K, Lipsitz L, Novak V, Foot pressure distribution during walking in young and old adults. *BMC Geriatrics*. 2005, 5-8.
21. Kavounoudias A, Gilhodes JC, Roll R, Roll JP, From balance regulation to body orientation: Two goals for muscle proprioceptive information processing?. *Exp Brain Res*. 1999, 124:80-88.
22. Tao W, Liu T, Zheng R, Feng H, Gait analysis using wearable sensors. *Sensors* 2012, 12: 2255-2283.
23. Natali A, Forestiero A, Carniel E, Pavan P, Zovo C. Investigation of foot plantar pressure: Experimental and numerical analysis. *Med Biol Eng Comput* 2010, 48:1167–1174.
24. Klapsing GM, Arampatzis A, Brüggemann GP, Joint stabilising response to lateral and medial tilts. *Clinical Biomechanics*. 2005, 517–525.
25. Todd G, Gorman RB, Gandevia SC, Measurement and reproducibility of strength and voluntary activation of lower-limb muscles. *Muscle Nerve*. 2004, 834–842.

26. Chang YW, Hung W, Chiu YC, Hsu HC, Measurements of foot arch in standing, level walking, vertical jump and sprint start. *International Journal of Sport and Exercise Science*. 2010, 31-38.
27. Yalçın N, Esen E, Kanatlı U, Yetkin H, Medial longitudinal arkın değerlendirilmesi: Dinamik plantar basınç ölçüm sistemi ile radyografik yöntemlerin karşılaştırılması. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2010, 44:241-245.
28. Baratta RV, Solomonow M, Zhou BH, Zhu M, Methods to reduce the variability of EMG power spectrum estimates. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1998, 279–285.
29. Fukunaga T, Kawakami Y, Kuno S, Funato K, Fukashiro S, Muscle architecture and function in humans. *J Biomechanics*. 1997, 452-463.
30. Donatelli N, Normal biomechanics of the foot and ankle, *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1995, 92-95.
31. Maetzler M, Bochdansky T, Abboud RJ, Normal pressure values and repeatability of the Emed1 ST2 system. *Gait & Posture*. 2010, 391–394.
32. Riley PO, Benda B, Gill-Body KM, Krebs DE, Phase plane analysis of stability in quiet standing. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1995, 227-235.
33. Ihlen EAF, Goihl T, Wik PB, Sletvold O, Helbostad J, Phase-dependent changes in local dynamic stability of human gait. *Journal of Biomechanics*. 2012, 2208–2214.
34. Orlin MN, Mcpoil TG, Plantar pressure assessment. *Phys Ther*. 2000, 80: 399-409.
35. Clifford AM, Holder-Powell H, Postural control in healthy individuals. *Clinical Biomechanics*. 2010, 546–551.
36. Şimşek D, Ertan H, Postural kontrol ve spor: Spor branşlarına yönelik postural sensör-motor stratejiler ve postural salınım. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2011, 81-90.
37. Rogind H, Lykkegaard JJ, Bliddal H, Danneskiold-Samsoe B, Postural sway in normal subjects aged 20–70 years. *Clin Physiol & Func*. 2003, 23:171–176.
38. Hayafune N, Hayafune Y, Jacob HC, Pressure and force distribution characteristics under the normal foot during the push-off phase in gait. *J Biomechanics*. 2011, 6: 102-106.

39. Muller MJ, Minor SD, Schaaf JA, Strube MJ, Sahrmann SA, Relationship of plantar-flexor peak torque and dorsiflexion range of motion to kinetic variables during walking. *Phys Ther.* 1995, 75:684-693.
40. Jonely H, Brismee JM, Sizer PJ Jr, James JR, Relationships between clinical measures of static foot Posture and plantar pressure. *Clinical Biomechanics.* 2011; 873–879.
41. Ting LH, Chvatal SA, Safavynia SA, Mckay JL, Review and perspective; neuromechanical considerations for predicting muscle activation patterns for movement. *Phys Ther.* 2001, 82: 26-34.
42. Voronov ML, Pinzur MS, Hoffman HH, Havey RM, Static measure of foot loading. *Foot Ankle Spec.* 2009, 2: 267-271.
43. Bohannon RW, Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther.* 1986, 66:206-209.
44. Chuckpaiwong B, Nunley JA, Mall NA, Queen RM, The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. *Gait & Posture.* 2008, 28: 405–411.
45. Gimmon Y, Riemer R, Oddsson L, Melzer I. The effect of plantar flexor muscle fatigue on postural control. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2011, 21: 922–928.
46. Allet L, Ijzerman H, Meijer K, Willems P, Savelberg H, The influence of stride-length on plantar foot-pressures and joint movements. *Gait & Posture.* 2011, 34: 300–306.
47. Goldmann JP, Sanno M, Willwacher S, Heinrich K, Brüggemann P, The potential of toe flexor muscles to enhance performance. *Journal of Sports Sciences.* 2012, 1–10.
48. Cavangh PR, Morag E, Boulton AJM, Young MJ, The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J. Biomechanics.* 2012, 233-250.
49. Möller M, Lind K, Styf J, Karlsson J, The reliability if isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2005, 13:60-71.

50. Cousins SD, Morrison SC, Drechsler W, The reliability of plantar pressure assessment during barefoot level walking in children aged 7-11 years. *Journal of Foot and Ankle Research*. 2012, 5-8.
51. Haridas C, Zehr EP, Misiaszek JE, Adaptation of cutaneous stumble correction when tripping is part of the locomotor environment. *J Neurophysiol*. 2008, 99: 2789–2797.
52. Maurer C, Mergner T, Bolha B, Hlavacka F, Vestibular, visual and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neuroscience Letters*. 2000, 281: 99-102.
53. Blanchette A, Lambert S, Richards CL, Bouyer LJ, Walking while resisting a perturbation: Effects on ankle dorsiflexor activation during swing and potential for rehabilitation. *Gait & Posture*. 2011, 34: 358–363.
54. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP, What is balance?. *Clinical Rehabilitation*. 2000, 14: 402–406.
55. Nichols DS, Glenn TM, Hutchinson KJ. Changes in the mean center of balance during balance testing in young adults. *Phys Ther*. 1995, 75:699-706.
56. Lephart SM, Pincivero DM, Rozzi SL. Proprioception of the ankle and knee. *Sports Med*. 1998, 25:149-155.
57. Butler AA, Menant JC, Tiedemann AC, Lord SR, Age and gender differences in seven tests of functional mobility. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2009, 6-31.
58. Balaban Ö, Nacır B, Erdem HR, Karagöz A, Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. *JPMRS* 2009, 12:133-139.
59. Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. Review. *Gait& Posture*. 1997, 9: 76-84.
60. Özyürek S. Dizaltı amputelerde oturmadan ayağa kalkma aktivitesinin değerlendirilmesi ve diz ekstansör momenti ile ilişkisi. *Muskuloskeletal Yüksek Lisans Tezi, İzmir*, 2009.
61. Isakov E, Mizrahi J, Ring H, Susak Z. Standing sway and weight-bearing distribution in people with below knee amputations. *Arch Phys Med Rehabil*. 1992, 73:174-78
62. Carr JH. Balancing The centre of body mass during standing up. *Phys Theory Pract*. 1992; 8:159-64.

63. Hue O, Simoneau M, Marcotte j, Berrigan F. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait& Posture* 2007, 26:32-38.
64. Neurocom. Balance masters system operator's manual. Clackamas, OR: Neurocom international inc., 2003.
65. Bohannon RW. Reference values for extremity muscle strength obtained by hand-held dynamometry from adults aged 20-79 years. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997, 78:26-32.
66. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture.* 1995, 3:193-214.
67. Bakırhan S. Unilateral ve bilateral total diz artroplastisi uygulanan hastaların fiziksel performans, statik-dinamik denge yönünden karşılaştırılması. Doktora Tezi, izmir, 2007.
68. Kanatlı U, Yetkin H. Yürüme analizinin ortopedik uygulamaları. *TOTBİD* 2006, 5: 1-2.
69. Allen J L, Neptune R. Three-dimensional modular control of human walking. *Journal of Biomechanics.* 2012, 2157-2163.
70. Boyas S, Remaud A. İmpairment in postural control is greater when ankle plantar flexors and dorsiflexors are fatigued simultaneously than when fatigued separately. *Gait&Posture.* 2011, 34: 254-259.
71. Hughes J. The clinical use of pedobarography. *Acta Orthopaedica Belgica.* 1993, 59-61.
72. Maetzler M, Bochdansky T, Abboud R. Normal pressure values and repeatability of the Emed® ST2 System. *Gait&Posture.* 2010, 391-394.
73. Cavanagh P, Morag E, Boulton M. The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J.Biomechanics.* 1997, 30: 243-250.
74. McCaw S, DeVita P. Errors in alignment of center of pressure and foot coordinates affect predicted lower extremity torques. *J.Biomechanics.* 1995, 28: 243-250.
75. Wearing S, Urry S, Smeathers J. A comparison of gait initiation and termination methods for obtaining plantar foot pressures. *Gait&Posture.* 1999, 10: 255-263.

76. Harrison A, Folland J. Investigation of gait protocols for plantar pressure measurement of non-pathological subjects using a dynamic pedobarograph. Gait&Posture. 1997, 6:50-5.
77. Bender j, Kaplan H. The Multiple angle testing method for the evaluation of muscle strength. J. Bone Joint Surg. 2007, 45:135.

EK 1.

VERİ TOPLAMA FORMU

Değerlendirme Tarihi : ... / ... /...

AD – SOYAD :

YAŞ :

CİNSİYET: Kadın ☐ Erkek ☐

BEDEN AĞIRLIĞI : _____ kg

BOY : _____ m

BEDEN KÜTLE İNDEKSİ (BKİ) : _____ kg/m²

Kaşektik ☐ Normal Kilolu ☐ Aşırı Kilolu ☐ Obez ☐

HASTALIK : Yok ☐ Var ☐ _____

MEDİKASYON : Yok ☐ Var ☐ _____

EGZERSİZ ALIŞKANLIĞI : Yok ☐ Düzensiz ☐ Düzenli ☐

KAS KISALIKLARI:

EKLEM HAREKET AÇIKLIKLARI: R L

-Plantar Fleksiyon:

-Dorsi Fleksiyon:

EK 2.

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırmanın Adı: Ayak Bileğinde Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları ve Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi

Bu katıldığınız araştırma bilimsel bir araştırma olup adı “Ayak Bileğinde Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranları ve Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi”dir.

Denge, vücuttan geçen gravite merkezini destek yüzeyi üzerine tutabilmektir. Dengeyi devam ettirebilmek için nöromusküler ve muskuloskeletal sistemlerin bütünlüğü gereklidir. Dengenin sürdürülmesinde önemli olan hareket stratejileri, Fonksiyonu devam ettirecek kadar normal eklem hareketlerinin ve uygun kas kuvvetinin olması gereklidir (Kalça, ayak bileği..)

Çalışmanın amacı farklı ayak bileği dorsi-plantar fleksör kas kuvveti oranının postural kontrol, denge ve plantar basınç dağılımı üzerinde etkisi olup olmağını ve varsa nasıl bir fark olduğunu belirlemektir. Bu sayede ayak bölgesi kas kuvveti oranının etkileri konusunda fikir edinmiş olacak ve ileride yapılacak çalışmalara kaynak olacaktır.

Araştırmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu’nda okuyan ve kendi rızaları ile çalışmaya katılmak isteyen, çalışmaya alınma kriterlerine uyan öğrenciler dahil edilecektir.

Ad, soyad, ilaç kullanımı, sigara kullanımı gibi kişisel bilgiler katılımcıya sorularak elde edilecektir.

Boy uzunluğu ayakkabısız olarak ve mezura ile ölçülerek, beden ağırlığı ise uygun gisysler varken dijital tartı ile ölçülerek elde edilecektir. Beden kütle indeksi (BKİ), beden ağırlığının (kg) boy uzunluğunun karesine (m²) bölünmesi ile hesaplanıp bulunan değere göre kaşektik, normal kilolu, aşırı kilolu ve obez olmak üzere dört gruba ayrılacaktır.

Denge Balance Master sistemi kullanılarak, dorsi- plantar kas kuvvet oranı bilgisayarlı taşınabilir el dinamometre ve plantar basınç dağılımı EMED pedobarograf kullanılarak ölçülecektir.

Bu çalışmaya katılmak katılımcıya hiçbir zarar vermeyecek, maddi ve manevi yük getirmeyecektir. Katılım kişinin rızası ile olacaktır.

Çalışmada kullanılmak üzere alınan bilgiler ve elde edilen veriler saklı tutulacak ve etik kurul komitesine açık olacaktır. Veriler herhangi bir yayın, rapor veya sunumda kullanılacağında isminiz gizli tutulacaktır.

Bu çalışmaya katılmama veya katılsanız bile çalışmayı bırakma hakkınız vardır. Ayrıca araştırmacı da katılımcıyı çalışma dışı bırakma hakkına sahiptir.

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik çalışmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum

Gönüllünün:

Adı-Soyadı:

Tel:

Adresi:

İmza:

ARAŞTIRMA YAPAN ARAŞTIRMACININ:

Adı-Soyadı: Kardem SOYER

Tarih:

Tel: 0553 232 40 43

Adresi: Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu

İmza:

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin:

Adı-Soyadı:

Tel:

Adresi:

İmza:

EK 3.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI**

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	445-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ AKADEMİK AMAÇLI ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Ayak Bileğinde Dorsi-Planar Fleksör Kas Kuvvet Oranlarının Denge ve Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Doç.Dr.Fzt. Salih ANGIN Kardem SOYER Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Y.O
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2013/03-15	Tarih: 17.01.2013
	Doç.Dr.Fzt. Salih ANGIN'ın sorumlusu Kardem SOYER'in yürüttüğü olduğu "Ayak Bileğinde Dorsi-Plantar Fleksör Kas Kuvvet Oranlarının Denge ve Plantar Basınç Dağılımı Üzerine Etkisi" isimli klinik araştırmaya ait 16.01.2013 tarihli araştırıcı dilekçesine ilişkin olarak; -Çalışmada 70 katılımcı alınması planlanırken, yeterli sayıya ulaşılamadığından 40 kişi alınması ile ilgili araştırıcı dilekçesi incelenerek bilgi edinilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İy Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılacaktır
Prof.Dr..Besti ÜSTÜN (Başkan Yardımcısı)	Ph.D.Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	Besti
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Katılacaktır
Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	Ş.Reyhan UÇKU
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	N.Ş.
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Ece BÖBER
Prof.Dr.Hüseyin BASKIN	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Katılacaktır
Prof.Dr.Vesile ÖZTÜRK	Nöroloji	DEU Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Vesile ÖZTÜRK
Prof.Dr.Bilgin CÖMERT	İç Hastalıkları (Yoğun Bakım B.D)	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	Bilgin CÖMERT
Doç.Dr.Nihal GELECEK	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	Nihal GELECEK
Doç.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	M. Güneli
Doç.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	Katılacaktır
Doç.Dr.İşıl TEKME	Histoloji ve Embriyoloji	DEU Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	İşıl TEKME
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	Ahmet Can BİLGİN
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E ☐	H ☒	İhsan ÇELİKDEMİR

ÖZGEÇMİŞ

1. GENEL

DÜZENLEME TARİHİ	: 12.03.2013
T.C. KİMLİK NO	: 64741396976
ÜNVANI ADI SOYADI	: Fizyoterapist Kardem Soyer
YAZIŞMA ADRESİ	: Korutürk Mah. İmbat Sok. İmbat Apt No:9/3 Balçova-İZMİR
DOĞUM TARİHİ ve YERİ	: 08.09.1989-Girne/KKTC
TEL	: 0 232 278 54 02
GSM	: 0 546 648 30 00
E-POSTA	: fzt.kardemsoyer@hotmail.com
FAKS	: -

2. EĞİTİM(Son aldığınız dereceden / diplomadan başlayarak yazınız)

ÖĞRENİM DÖNEMİ	DERECE(*)	ÜNİVERSİTE	ÖĞRENİM ALANI
2006-2010	Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon

(*) Diploma Türü (lisans, Y.Lisans, vb.)

3. AKADEMİK ve MESLEKİ DENEYİM

GÖREV DÖNEMİ	ÜNVAN	ÜNİVERSİTE	BÖLÜM

4. YAYIN BİLGİLERİ

ISI indexine kayıtlı dergilerde yayınlanan	
Diğer indexlere kayıtlı / Hakemli dergilerde yayınlanan	
İndexlere kayıtlı / Hakemli konferans kitaplarında yayınlanan	
Diğer yayınlar	
Toplam	

5. YAYINLARINIZA ALDIĞINIZ TOPLAM ATIF SAYISI (Web of Science'a göre):

6. PROJE DENEYİMİ

YER ALDIĞINIZ PROJE SAYISI	Proje yürütücüsü olarak	Araştırmacı olarak
Kurumsal (BAP vb.)		
Ulusal		
Uluslararası		

7. DİĞER AKADEMİK FAALİYETLER (Hakemlik / Danışmanlık / Editörlük Deneyimi)

Son bir yılda uluslararası indexlere kayıtlı makale/derleme için yaptığınız danışmalık sayısı			
Son bir yılda projeler için yaptığınız danışmanlık sayısı			
Danışmanlığınızı yaptığınız öğrenci sayısı		Tamamlanan	Devam Eden
	Y. Lisans		
	Doktora		
	Uzmanlık		
Editör/ Yardımcı Editör olduğunuz dergiler	1- 2- 3-		

8. SEÇİLMİŞ YAYINLAR (Proje konusuyla ilgili en önemli 5 yayınızdır)

YAZAR(LAR)	MAKALE/BİLDİRİ BAŞLIĞI	DERGİ/TOPLANTI ADI	CİLT/SAYI/SAYFA	TARİH

9. YAYINLAR DIŞINDA PROJE KONUSU İLE İLGİLİ EN ÖNEMLİ 5 FAALİYET
(Eser / görev / faaliyet / sorumluluk / olay / üyelik vb.)

1.
2.
3.
4.
5.

10. PROJE KONUSUNDA YETKİNLİĞİNİZİ VURGULAMAK İÇİN GEREKLİ GÖRDÜĞÜNÜZ DİĞER BİLGİLER

--