



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRK GENÇLERİNDE DİNAMİK AYAK TABANI BASINÇ
DAĞILIMI VE POSTÜREL STABİLİTE
DEĞERLENDİRMESİNDE PEDOBAROGRAFİ CİHAZININ
GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI**

ESMA YILMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. TUNCAY VAROL

MANİSA-2016



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRK GENÇLERİNDE DİNAMİK AYAK TABANI BASINÇ
DAĞILIMI VE POSTÜREL STABİLİTE
DEĞERLENDİRMESİNDE PEDOBAROGRAFİ CİHAZININ
GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI**

ESMA YILMAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
PROF. DR. TUNCAY VAROL

TEZ SINAV JÜRİSİ

PROF. DR. TUNCAY VAROL
PROF. DR. METE ERTÜRK
DOÇ. DR. ENİS CEZAYİRLİ

MANİSA-2016

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAVI TUTANAĞI

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü ANATOMİ Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi ESMA YILMAZ'ın Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığı **“TÜRK GENÇLERİNDE DİNAMİK AYAK TABANI BASINÇ DAĞILIMI VE POSTÜREL STABİLİTE DEĞERLENDİRMESİNDE PEDOBAROGRAFİ CİHAZININ GÜVENİLİRLİK ÇALIŞMASI”** başlıklı bu çalışma, jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek **“KABUL”** kararı verilmiştir. / /

İmza

Jüri Üyesi:

Prof. Dr. Tuncay VAROL (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Mete ERTÜRK (Anatomi AD.Öğretim Üyesi)

Doç. Dr. Enis CEZAYİRLİ (Anatomi AD Öğretim Üyesi)

Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun / / tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ayşe AKTAŞ

Enstitü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilemeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışım olmadığını beyan ederim.

Esmâ YILMAZ

TEŐEKKÜR

Bu çalıőmanın yűrűtűlmesi sırasında yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrűbelerinden yararlanırken gűstermiő olduėu sabır ve hoőgűrűden dolayı saygıdeėer danıőman hocam Prof.Dr. Tuncay VAROL'a, tezimin tamamlanma sűrecinde her konuda ilgi ve desteėini esirgemeyen saygıdeėer hocam Doç.Dr. Enis CEZAYİRLİ'ye, çalıőmamın baőlangıcından bitimine kadar kıymetli katkılarından dolayı Uz. Dr. Serkan ŐZGŪR'e ve tűm zorlukları benimle gűgűsleyen, hayatımın her evresinde yanımda olup bana destek olan aileme teőekkűr ederim.

Esmay YILMAZ

KISALTMA VE SİMGELER

AOFAS skoru	American Orthopaedic Foot and Ankle Society skoru
Art.	articulatio
Artt.	articulationes
BasPRMK	başparmak altı pedobarografik veri alanı
CA	ayak tabanında ilgili bölgenin platforma temas alanı
CP	ayak tabanında ilgili bölgenin platforma temas basıncı
DigerMTT	ayak ön bölümü 3-4 ve 5. metatars altı pedobarografik veri alanı
DigerPRMK	2-5. parmakların altında kalan pedobarografik veri alanı
FORCE	ayak tabanında ilgili bölgenin platforma basma kuvveti
FrstMTT	ayak ön bölümü 1. metatars altı pedobarografik veri alanı
Heel	ayak tabanı arka bölümü altı pedobarografik veri alanı
Inc.	incisura
Lig.	ligament
Ligg.	ligamenta
M.	musculus
Midfoot	ayak tabanı orta bölümü altı pedobarografik veri alanı
Mm.	musculi
N.	nervus
Nn.	nervi
PCP	ayak tabanında ilgili bölgenin platforma tepe temas basıncı
Proc.	processus
ScndMTT	ayak ön bölümü 2. metatars altı pedobarografik veri alanı
YTK	yer tepkime kuvveti

ŞEKİL DİZİNİ

- Şekil 1.** Başarılı 3 sağ ayak tabanı pedobarografik veri kaydı. **44**
- Şekil 2.** Mid-gait protokolünde yürüyüş platformu ve basınç platformunun yerleştirilmesi **45**
- Şekil 3.** HR Mat (Tekscan) pedobarografi platformu **45**
- Şekil 4.** Pedobarografik verinin 7 bölge maskelenmiş görünümü **47**



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.	Alt taraf kaslarının origo, insersiyoy, innervesyon ve fonksiyonları	16
Tablo 2.	Yürümenin aşamaları sırasında ayak bileği eklemının kinetik ve kinematik analizi	37
Tablo 3.	Yürümenin aşamaları sırasında diz eklemının kinetik ve kinematik analizi	38
Tablo 4.	Yürümenin aşamaları sırasında kalça eklemının kinetik ve kinematik analizi	39
Tablo 5.	Katılımcıların demografik veriler	49
Tablo 6.	İki farklı oturumdaki elde edilen pedobarografik ölçümlerin ortalamaları arasındaki güvenilirliği (intersession relative reliability) belirlemek için, parametrelerin ortalama değerleri arasındaki korelasyon (ICC), paired-t test (ANOVA), CoV, SEM ve MDC95 değerleri (1. ve 2. oturum değerleri “1” ve “2” olarak belirtilmiştir)	50

İÇİNDEKİLER

1. ÖZET	1
2. SUMMARY	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
4. GENEL BİLGİLER	7
4.1. Embriyoloji	7
4.2. Alt Ekstremitte Anatomisi	8
4.2.1. Alt ekstremitte kemikleri, eklem ve bağları	8
4.2.2. Ayak kubbesi	15
4.2.3. Alt taraf kasları	16
4.3. Hareket	27
4.4. Postür	28
4.5. Hareketin Nöromusküler Mekanizması	29
4.6. İskelet Kasının Yapısı ve Kas Kasılması	29
4.7. Sinir Sistemi	30
4.7.1. Periferik sinir sistemi	30
4.7.2. Santral sinir sistemi	31
4.8. Yürüme	33
4.8.1. Yürüme döngüsünün fazları	34
4.8.2. Alt ekstremitenin yürüme döngüsünde kinematik analizi	35
4.9. Pedobarografi	40
4.9.1. Pedobarografik sensör teknolojileri	41
5. GEREÇ VE YÖNTEM	43
5.1. Katılımcılar	43
5.2. Dinamik Pedobarografik Ölçüm	43
5.3. Veri Toplama Süreci	44
5.4. Verilerin İşlenmesi	46
5.5. Verilerin İstatistiksel Analizi	47
6. BULGULAR	49
7. TARTIŞMA	56
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
9. KAYNAKLAR	61

10. EKLER..... 64

EK 1: Özgeçmiş

EK 2: Turnitin orjinallik raporu



Başlık: Türk Gençlerinde Dinamik Ayak Tabanı Basınç Dağılımı ve Postürel Stabilite Değerlendirmesinde Pedobarografi Cihazının Güvenilirlik Çalışması

Öğrencinin adı: Esmâ YILMAZ

Danışman: Prof. Dr. Tuncay VAROL

Anabilim Dalı: Anatomi

1.ÖZET

Amaç: Mid-gait protokolü kullanarak, sağlıklı genç popülasyonda, dinamik plantar basınç ölçümünde kullanılan HR Mat (Tekscan) pedobarografi cihazının tutarlılık ve güvenilirlik çalışması.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 20-23 yaş aralığında, normal vücut kitle indeksine sahip 40 erkek, 46 bayan (toplam 86) gönüllü katıldı. HR Mat (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) pedobarografi cihazının ortasında yer aldığı, yaklaşık 8 metrelik bir platform oluşturuldu. Katılımcılara mid-gait protokolüne uygun olarak normal yürüme temposunda pedobarografi cihazına basarak geçmeleri istendi. Bir hafta sonra tüm katılımcılara aynı işlem tekrar uygulandı. Başarılı üç sağ ayak verisi üzerinde 7 bölgele maskeleme yapılarak, ayak tabanındaki farklı bölgelere ait kuvvet (Force), temas alanı (CA), temas basıncı (CP) ve basınç tepe noktası (PCP) ölçümlerinin aynı oturumdaki ve iki oturum arasındaki tutarlılıklarına bakıldı. Veriler SPSS 15.0 istatistik programına girildi. Oturum içi ICC2,1 (absolute agreement) ve oturumlar arası ICC2,3 (absolute agreement) korelasyona bakıldı. Munro klasifikasyonuna göre

0.26-0.49 düşük korelasyon; 0.5-0.69 ılımlı korelasyon; 0.7-0.89 yüksek korelasyon; 0.9-1.0 çok yüksek korelasyon olarak değerlendirildi.

Bulgular: Çalışmaya katılan gönüllülerin başarılı 3 sağ ayak pedobarografik verileri değerlendirildiğinde; oturum içi ICC değerleri 0,709 ile 0,983 arasında değişmekteydi. En düşük değer 1. metatars bölgesi ilk oturumunda (FrstMTTCP1) gözlemlendi. Tüm parametreler yüksek ve çok yüksek korelasyon gösterdi. Oturumlar arası sonuçlara bakıldığında iki oturum arasında hem total hem de maskelenmiş alanlar birlikte değerlendirildiğinde ICC değerleri 0,810-0,985 arasında değişmekteydi. En düşük değer topuk temas basıncında (HeelCP) elde edildi.

Sonuç: Kullandığımız HR Mat (Tekscan) pedobarografi cihazı ile, sağlıklı ve normal vücut kitle indeksine sahip kız ve erkek gönüllülerde, mid-gait protokolü uygulayarak yapılan dinamik pedobarografik ölçümlerde elde edilen sonuçlar, oturum içi ve oturumlar arası güvenilirlik açısından yüksek ve çok yüksek korelasyon göstermektedir. Bu cihazın ister araştırma, ister klinik çalışmalarda güvenli bir şekilde kullanımının uygun olduğu kanısındayız.

Anahtar Kelimeler: Pedobarografi, HR Mat, mid-gait, güvenilirlik

Title: The reliability study of pedobarograph in the assessment of dynamic plantar pressure distribution and postural stability among Turkish young adults

Student name: Esma YILMAZ

Supervisor: Prof. Dr. Tuncay VAROL

Department: Anatomy

2. SUMMARY

Objective: To carry out reliability and consistency study of dynamic plantar pressure measurements using Mat (Tekscan) pedobarograph and mid-gait protocol, in a healthy young population.

Material and Method: A total of 86 volunteers (46 males and 46 females) aged between 20-23 years with normal body mass index participated in the study. An 8-meter long platform was constructed in the middle of which HR Mat (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) pedobarograph was placed. In compliance with the mid-gait protocol, the participants were asked to walk on the platform at normal walking pace and step on the pedobarograph. This protocol was repeated after a week. Seven-region masking was made using 3 successful data of the right foot and force, contact area (CA), contact pressure (CP) and peak contact pressure (PCP) in each of the regions were measured. Data were entered into SPSS 15.0 statistical package and Intra-session ICC2,1 (absolute agreement) and inter-session ICC2,3 (absolute

agreement) correlations were computed. ICC values were interpreted according to Munro's classification such that ICC between 0.26-0.49 indicated poor, 0.5-0.69 indicated moderate, 0.7-0.89 indicated high and 0.9-1.0 indicated very high correlation.

Findings: Intra-session ICC values were in the range of 0.709 – 0.983. Lowest value was measured in the first metatarsal region (FrstMTTCP1) during the first session. There were high and very high correlations in all parameters. When the inter-session data were analyzed, ICC values of total area and masked regions varied between 0.810 and 0.985. Lowest correlation was related to heel contact pressure (HeelCP).

Conclusion: Dynamic pedobarographic measurements acquired with mid-gait protocol using HR Mat (Tekscan) pedobarograph in healthy male and female volunteers with normal body mass index showed high and very high intra- and inter-session correlations. Results led us to conclude that HR Mat (Tekscan) pedobarograph can be used reliably for research and clinical studies.

Key words: Pedobarography, HR Mat, mid-gait, reliability

3. GİRİŞ VE AMAÇ

İnsanlar olarak bağımsızlığımızın anahtar özelliklerinden biri hareketliliktir. Hareket yeteneği insanın hem hayatını sürdürebilmesi ve günlük aktivitelerini yerine getirebilmesi, hem de kendini ifade edebilmesi, ayrıca toplum içinde rolünü oynayabilmesi için sahip olduğu en önemli gücüdür. Günlük hayattaki son derece karışık olan aktiviteler özel bir gayret sarf etmeden, çok kolayca yerine getirilir. Bunların yerine getirilmesinde nöral ve muskuloskeletal sistemlerin koordineli bir şekilde çalışmalarının önemli bir yeri vardır (Akman ve Karataş 2003).

Kendi deneyimlerimizden de bildiğimiz gibi, insanlar ayakta dururken, yürüyüş haline göre daha çok rahatsızlık duyarlar. Bunun sebebi ayağın statik değil de dinamik bir yapı olmasıdır. Alt ekstremitenin biyomekanik işlevinde önemli bir yer tutan ayak, intrinsik ve ekstrinsik kaslarla kontrol edilen, kemikler, ayrıca eklemler ve yumuşak dokulardan oluşan karmaşık bir yapıdır. Ayak vücudun dış yüzey ile temasta bulunan tek parçası olarak destek sağlama, dik duruşta dengeyi sağlama ve yürüme sırasında vücudu kararlı bir dengede tutma gibi önemli görevleri vardır (Akçalı ve ark 2009).

Dört ayak üzerinde son derece rahat ve kararlı olan yürüyüş, iki ayak üzerinde zorlaşmaktadır. Bunun sebebi iki ayak üzerinde duran canlılarda vücudun ağırlık merkezini destek tabanı içerisinde tutma yeteneği zorlaşmaktadır. Bunun için birbirleriyle koordineli çalışan denge ve postural kontrol yeteneği gerekmektedir (Akman ve Karataş 2003).

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler sayesinde, yürüme sırasında ayağın yere teması ile oluşan ters yöndeki kuvvetlerin, çok küçük basınçölçer sensörler tarafından algılanıp sayısal verilere dönüştürülmesi ve bunların incelenmesi ile değerlendirilmesini sağlayan pedobarografi cihazları geliştirilmiştir. Bu dönüştürme işlemi geçmişte sinematografik olarak yapılmaya çalışılmış, günümüzde dijital olarak yapılmasıyla daha hassas ve kesin verilere ulaşılmıştır. Bu şekilde çeşitli ayak sorunlarının analizi mümkün olmaktadır. Bu amaçla günümüzde resistif, kapasitif, piezoelectric sensör tipleri kullanılır ve son dönemde deneysel olarak ayak tabanı

basınç ölçümünde fiberoptik Bragg ızgara tipi yeni sensorlerde denenmektedir. Değişik klinik ve araştırmalarda kullanılan bu basınç cihazları ayakkabı tabanı içine yerleştirilen cihazlar ve platform cihazlar olarak iki grupta incelenir.

Klinik araştırmalar ve deneysel uygulamalarda kullanılan cihazların geçerlilik, güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik araştırmasının yapılması daha sonraki çalışmalarında da bu aletler kullanıldığında verinin bilimsel veri olarak güvenilir bir şekilde yayınlanabilmesi ve kullanıcının cihazdan aldığı verilere güvenebilmesini sağlamaktadır. Bu çalışma da Tekscan firmasına ait HR Matscan pedobarografi cihazı ile kayıt edilen verilerin ve bu verilerin yedi bölgele maskeleme (topuk bölgesi, orta ayak bölgesi, 1. metatars, 2. metatars, , 345. metatars, başparmak ve diğer parmaklar) ile klinik uygulama ve çalışmalarda kullanılmasına rağmen geçerlilik ve güvenilirlik çalışması literatürde olmaması dolayısıyla bu cihaza ait geçerlilik güvenilirlik çalışmasını gerçekleştirmeyi planladık.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Embriyoloji

Fertilizasyondan 2 hafta sonra kıvrımlı irregüler yarım daire şeklinde olan embriyoda, caudal bölgede herhangi bir alt eksterime tomurcuğuna ait bulgu rastlanmamaktadır. **3. embriyolojik haftada** beş lumbal ve ilk sakral myotomun karşısında uzunlamasına hafif bir çıkıntı görülmektedir. **4. embriyolojik hafta** da alt ekstremitte tomurcuğu gelişmeye başlar. Birkaç gün sonra embriyo 5-7 mm boyutuna ulaştığında bu tomurcuk boyutu büyür ve gövde laterale doğru açılmaya doğru başlar. Embriyo 6-9 mm boyutuna vardığında alt ekstremitte tomurcuğu sakral myotomların distaline doğru uzunluğu artar. Bu embriyo 8-11 mm boyuna ulaştığında ekstremitte tomurcuğunda 3 gölge belirir, bunlar ayak, bacak, uyluğu oluşturacak segmentlerdir. Bu üç bölge aynı transvers düzlemde görülebilir. Bu düzlem gövdeye göre dikey düzlemde yer alır. **5.embriyolojik haftada** ayak diski görülmektedir. Daha sonra internal rotasyon yapılıyor. Gelecekte fleksör yüzeyi oluşturacak yapı gövdeye göre medial sagittal plana gelir. Ayak plakasına ventralden bakıldığında ayak plakasının rotasyonu solda saatin tersi yönünde sağda saat yönünde gerçekleşir. Bu sırada da bacak segmenti içeriye doğru rotasyon gerçekleştirir. **6.embriyolojik haftada** bacağın internal rotasyonu devam eder. Ayağın medial yüzü gövdenin medial tarafına doğru uzanır ve bu yüz dışarıya doğru yöneldiğinde distale doğru genişlerken gövdeyle açısı daralır, proksimle doğru yanaşır. Gelecekte ayağın dorsalini oluşturacak yüzey görülebilir. Bu sırada yaklaşık 90° açı oluşmuştur. Embriyo 20 mm civarına geldiğinde artık parmaklar görülebilir ve sayılabilir hale gelir. **8. haftanın** sonunda embriyo yaklaşık 30 mm boyutuna ulaşır. Ayak tabanları birbirine bakacak şekildedir. Ayak parmakları ayağın medial hattından laterale doğru açılanmaktadır. Fetal periyot boyunca önemli rotasyonel değişiklikler ayak ve bacak arasında değişir. **2. ayda** bacak 90° de ve adduksiyondadır. **3. ayın** başında 90° ekinus, adduksiyon ve supinasyon yapmaya başlamıştır. 3. ayın ortasında ayak bilginde dorsi fleksiyon gerçekleşmiş fakat hafif de olsa hala ekinus gözlemlenir. Bu sırada supinasyon kalıcı olmuştur.

Birinci metatars adduksiyonda kalmıştır. **4. ayın** başlarında midsupinasyon pozisyonuna ulaşır. Hafifçe metatars varus pozisyonu kalıcı olur. Ekinus artık görülmez. Bu fetal hayat boyunca pronasyon devam eder. Doğuma kadar da pronasyon tamamlanmaz. Her ne kadar aylara göre bu gelişmeyi sınırlasak da (Böhm tarafından) gerçek hayatla ayak ve bacağın yapılanmasında olan gelişmelerin aylara göre denk gelemeyebileceği yani ilerleyici ve kademesel bir gelişmenin var olduğundan bahsetmektedir. Ayak parmakları embriyo 21-23 mm civarına geldiğinde rahatça görülmektedir. Ayak plakasının konveks sınırından uzanmaktadır. 3. parmak bu konveks yüzeyin tam ortasında yer aldığından dolayı en uzun olarak farklılanmaktadır. Birkaç gün sonra preaksiyel yüzeyinden ayak büyüyerek 2. parmak 3. parmak boyutlarına ulaşır. Daha sonra fetal hayat boyunca 1. parmak en uzun parmak boyutlarına ulaşan parmak yapısı haline gelir (Kelikian 2012, Moore ve ark 2015).

Ayak uzunluk gelişiminde 8 ile 14 haftalarında yavaş bir gelişim varken 26. haftaya kadar hızlanabilir. Tekrar doğuma kadar yavaşlayan bir hızda gider. 14 haftadaki ortalama ayak uzunluğu haftalık 3 mm'ye kadar çıkar (Kelikian 2012, Moore, 2015).

4.2. Alt Ekstremitte Anatomisi

4.2.1. Alt ekstremitte kemikleri, eklem ve bağları

İki adet os coxae (symphysis pubica) denilen bir eklemle ön orta kısımda birleşirler), os sacrum ve os coccygis pelvis denilen kemik yapıyı oluştururlar. Bu kemik yapının sınırladığı boşluğa cavitas pelvis denir. Burası da pelvis majör ve pelvis minör olmak üzere linea terminalis aracılığı ile iki kısma ayrılır. Linea terminalis promontorium'dan başlayıp, yan tarafta linea arcuata, ön tarafta pecten ossis pubis ile devam eder. Pelvisin alt açıklığına ise apertura pelvis inferior denir. Bu yapı önde symphysis pubica'nın alt kenarı, ischion-pubis kolları, yanlarda tuber ischiadicum, arkada os coccygis'in tepesi ve sacrotuberal ligamentler ile çevrelenmiştir (Arıncı ve Elhan 2014).

Art. sacroiliaca; os sacrum ve os ilium'un arasında oluşan synovial bir eklemdir. Lig. sacroiliaca anterior, lig. sacroiliaca posterior, lig. sacroiliaca interosseum, lig. sacrospinale başlıca bağlarıdır.

Art. sacrococcygea; son sakral vertebra ile birinci koksigeal vertebra arasında oluşan symphysis tipi bir eklemdir. Lig. sacrococcygeum posterius superficiale ve profundum, lig. sacrococcygeum anterior, lig. sacrococcygeum laterale eklem bağlarıdır.

Symphysis pubica; os pubislerin birbirine bakan yüzleri arasında oluşan hemiarthrosis tipi bir eklemdir. Lig. pubicum superius, lig. arcuatum pubis başlıca bağlarıdır. Ayrıca discus interpubicus denilen os pubislerin eklem yüzleri arasında fibrokartilaginöz bir disk bulunmaktadır (Arıncı ve Elhan 2014).

Femur: İnsan vücudunun en uzun, en kalın ve en sağlam kemiği olan femurun uzunluğu tüm gövdenin yaklaşık dörtte biri kadardır. Yukarıda acetabulum ile eklem yaparak kalça eklemine, aşağıda ise tibia ve patella ile birleşerek diz eklemine oluşturur (Moore ve Dalley 2007). Femur alt ve üst olmak üzere iki uç ve bir gövdeden oluşmaktadır.

Caput femoris; Acetabulum ile eklenişerek art. coxae'yı oluşturur. Büyük bir bölümü eklem kırırdağı ile kaplıdır. Eklem yüzünün merkezinin biraz altında fovea capitis femoris bulunur (Arıncı ve Elhan 2014).

Collum femoris: Caput femoris'i gövdeye bağlayan dar kısımdır. Boyun ve gövde arasında 120-130 derecelik kolladiyaz açısı vardır. Yaşın ilerlemesi ile birlikte bu açı daralarak erişkinlerde daha horizontal bir şekil alır. Açının genişliği ve şekli bu kısma tutunan abduktör kasların kuvvetine bağlıdır. Bu kasın az gelişmesi sonucu coxa valga, aşırı gelişmesi sonucu coxa vara görülür. Boynun femur cisminde bulunduğu yerde iki büyük, künt yükselti vardır. Üst ucun dış tarafında bulunan büyük çıkıntıya trochanter major, iç tarafta bulunan küçük ve koni şeklindeki çıkıntıya da trochanter minor denilir. Bu ikisi arasında uzanan kalın ve kabarık kenara crista intertrochanterica, arkada crista intertrochanterica'nın biraz dış tarafında tuberculum quadratum yer alır (Arıncı ve Elhan 2014).

Corpus femoris: Silindirik bir yapıya sahip olmakla birlikte en geniş yeri alt bölümüdür. Uzunlamasına seyreden arka kenara linea aspera denir. Dış tarafa doğru uzanan belirgin ve pürtüklü kenara tuberositas glutea denir. Femur'un yan tarafındaki büyük kitlelere condylus lateralis ve condylus medialis adı verilir. Patellanın oturduğu ön yüze facies patellaris adı verilir. Kondillerin arka tarafındaki çukura fossa intercondylaris denilir (Arıncı ve Elhan 2014).

Patella: Vücudumuzun en büyük sesamoid kemiği olmakla birlikte M. quadriceps femoris'in krişi içinde bulunur. M. quadriceps femoris'in kirişini eklem ekseninden uzaklaştırır ve böylelikle insersiyon açısını büyütür ve kasın etki kuvvetini artırır (Arıncı ve Elhan 2014).

Tibia: Vücudun femurdan sonra ikinci en uzun kemiği olmakla beraber, üst kısmı diz eklemine alt kısmı ise ayak bileği eklemine katılır. Femur ile eklem yapan Extremitas proximalis yanlara doğru condylus medialis ve condylus lateralis denilen iki büyük lokma şeklindedir. Condylus lateralis'in arka-dış tarafında fibula ile eklem yapan fasies articularis fibularis bulunur. Ön yüzde ise lig. patellae'nin tutunduğu tuberositas tibia bulunur. Corpus tibia'da margo anterior, margo medialis, margo interosseus olmak üzere üç tane kenar, facies lateralis, facies medialis ve facies posterior olmak üzere üç yüzü bulunur (Arıncı ve Elhan 2014).

Fibula: Tibia'nın arka –dış yanında uzanır. Diz eklemine katılmaz. Alt ucunu oluşturan malleolus lateralis talus'un dış yüzeyi ile eklem yapar (Moore ve Dalley 2007).

Ayak iskeleti kemikleri 7 tarsal kemik, 5 metatarsal kemik ve 14 adet phalanx olmak üzere toplam 26 kemikten oluşmaktadır (Moore ve Dalley 2007).

Ossa tarsi: Proksimal ve distal olarak iki sıra halinde dizilenmiş 7 adet kemikten oluşur.

Proksimal sıra; talus, calcaneus

Distal sıra; os cuneiforme mediale, os cuneiforme laterale, os cuneiforme intermedium, os cuboideum'dan oluşur. Ayrıca distal ve proksimal sıra arasında içte os naviculare yer alır (Arıncı ve Elhan 2014).

Talus: Tarsal bölgenin en üst kısmında bulunan talus yukarıda tibia ve fibula ile aşağıda calcaneus, ön tarafta os naviculare ile eklem yapar. Corpus tali, collum tali, caput tali olmak üzere üç kısımdan oluşur (Arıncı ve Elhan 2014).

Calcaneus: Ayağın arka kısmında bulunan calcaneus tarsal kemiklerin en uzun, en büyük ve en kalını olmakla birlikte talus ve os cuboideum ile eklem yapar.

Os naviculare: Arkada caput tali, önde üç kuneiform kemikle eklem yapan ön yüzü konveks olup iki vertical çizgi ile üç yüze ayrılmaktadır.

Os cuboideum: Önde 4-5.metatarsal kemikler ile arkada calcaneus ile eklem yapar.

Ossa cuneiforme: Os cuneiforme mediale, os cuneiforme laterale, os cuneiforme intermedium olmak üzere üç kemikten oluşur. Önde metatarsal kemiklerle arkada os naviculare ile eklem yapmaktadır.

Ossa metatarsi: Ayağın iç tarafından itibaren numaralandırılmış beş kemikten oluşur. Metatarsal kemiklerin proksimal uçlarına basis ossis metatarsi, distal uçlarına caput ossis metatarsi, gövdelerine ise corpus ossis metatarsi adı verilir. Tabanları kuneiform ve cuboid kemiklerle, başları proksimal falanks'lar ile eklemleşir.

Phalanges: Başparmakta iki, diğerlerinde üçer tane olmak üzere toplam 14 tanedirler. Basis phalangisler metatarsal kemiklerin caput ossis metatarsi ile eklemleşirler(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. coxae: Acetebulum ile caput femoris arasında oluşan, art. spherioidea tipi sinoviyal eklemdir. Eklem yüzeyini ve konkavlığını arttırmak için, acetebulum kenarına tutunan halka şeklindeki fibrokartilaginöz yapıya labrum acetebuli denir. Bu yapı sayesinde acetebulumun derinliği bir yarım küreden daha fazladır.

Lig. capitis femoris eklem içi bir bağıdır.

Capsula articularis eklemi sıkıca saran kalın bir bağ şeklindedir.

Lig. iliofemorale bağın tepesi spina iliaca anterior inferior'a tabanı linea intertrochanterica'ya tutunur. Uyluğun ekstensiyonunu sınırlar.

Lig. ischiofemorale acetebulum'un arka ve alt bölümüne tutunan bu bağ, dışa ve yukarı seyrederek trochanter major'e tutunur. İç rotasyonu sınırlar.

Lig. pubofemorale Pubis'ten trochanter minor'a uzanır. Ekstensiyon hareketini sınırlarken uyluğun dış rotasyon ve abduksiyon hareketini kontrol eder.

Zona orbicularis eklem kapsülünün derin katmanında yer alan halka şeklindeki bağıdır. Colum femoris etrafını ilmek şeklinde dönen bu yapı, caput femoris'i acetebulum içinde tutan önemli bir oluşumdur. Kalça eklemine rotasyonel hareketleri ile ilişkilidir.

Lig. transversum acetabuli inc. acetabuli'nin uçlarına tutunan kuvvetli bir bağıdır(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. genus: Femur'un distal ucu, tibia'nın proksimal ucu ve patella'nın katıldığı vücuttaki en büyük ve en komplike eklemdir. Femur'un eklem katılan yüzü condylus femoralis'lerdir. İki kondilin bulunması nedeni ile art. bicondylaris eklem tipidir. Ayrıca condylus femoralis'ler ile tibia'nın eklem yüzü arasında meniscus lateralis ve meniscus medialis denilen kıkırdak yapılar bulunur.

Lig. popliteum obliquum tibia'nın iç kondilinin arka tarafından yukarı ve dışarı doğru uzanarak femurun dış kondiline yapışır.

Lig. popliteum arcuatum; "Y" şeklinde olan bu bağı bir ucu caput fibula'ya, bir ucu tibia'daki area intercondylaris posterior'un arka kenarına, diğer ucu ise femur'un dış epikondiline uzanır.

Lig. collaterale tibiale tibia'nın iç kondili ile femur epikondili arasında uzanan bir bağıdır. Dizi hiperekstensiyondan korumaya yardımcı olur.

Lig. collaterale fibulare femur dış epikondilinden, caput fibula'ya uzanır. Dizi hiperekstensiyondan korumaya yardımcı olur.

Retinaculum patellae laterale ve retinaculum patellae mediale m.vastus lateralis ve m.vastus medialis'in kirişlerinin, patella'nın yan tarafından geçen bölümleridir.

Lig. patellae m.quadriceps femoris'in patella'nın yüzeyinden ve yan tarafından tuberositas tibia'ya uzanan kalın ve kuvvetli bir bağıdır.

Lig. cruciatum anterius tibia'nın area intercondylaris anterior'u ile femur dış kondili arasında önden arkaya, içten dışa oblik olarak uzanır. Ekstensiyonda gerilir, fleksiyonda gevşer.

Lig. cruciatum posterius area intercondylaris posterior ile femur iç kondilinin dış arka yüzü arasında uzanır. Ekstensiyonda gevşer, fleksiyonda gerilir(Arıncı ve Elhan 2014).

Birbirine uymayan femur ve tibia'daki eklem yüzlerinin uyumunu sağlamakla görevli olan iki adet fibröz kıkırdak yapı bulunur. Bunlardan dıştaki meniscus lateralis, iç tarafta yer alan yapıya ise meniscus medialis denilir.

Art. tibiofibularis: Art. plana tipi eklemdir. Lig. capitis fibulae anterius ve lig. capitis fibulae posterius eklemin bağlarıdır.

Membrana interossea cruris: Tibia ve fibula'yı birbirine bağlayan ve bacak kaslarının tutunma alanlarını içeren bir yapı olarak fonksiyon görür.

Syndesmosis tibiofibularis: Tibia ve fibula'nın distal uçları arasında hemiarthrosis grubu bir eklemdir. Lig. tibiofibulare anterius, lig. tibiofibulare posterius bağlarıdır(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. talocruralis: Talus, tibia ve fibula arsında oluşan ginglymus tipi bir eklemdir. Önemli bağları;

Lig. collaterale mediale (deltoideum), ön (pars tibionavicularis), orta (pars tibiocalcanea) ve arka (pars tibiotalaris posterior) yüzeyel ve pars tibiotalaris anterior denilen derin tabakalardan meydana gelmiştir. Ayağın dorsal ve plantar fleksiyonu, aynı zamanda abduksiyon hareketini sınırlar.

Lig. collaterale laterale lig. talofibulare posterius (ayağın arkaya kaymasını engeller),lig. talofibulare anterius (ayağın öne doğru kaymasını engeller, plantar fleksiyonu sınırlar) ve lig. calcaneofibulare (ayağın arkaya kaymasını engeller) bağlarından oluşur(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. intertarsalia: Tarsal kemikler arasındaki eklemlerdir.

Art. subtalaris: Talus ve calcaneus arasındaki art. plana tipi eklemdir. Ayrıca bu eklemden inversiyon ve eversiyon hareketleri yapılır. Önemli bağları;

Lig. talocalcaneum laterale ve **lig. talocalcaneum mediale** adı verilen iki bağ tarafından desteklenmektedir(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. tarsi transversa: Bu eklemi art. talocalcaneonavicularis ve art.calcaneocuboidea denilen iki eklem meydana getirir(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. talocalcaneonavicularis: Talus ve calcaneus'un ön yarısı ile os naviculare arasında meydana gelen art.plana tipi eklemdir.Art.subtalaris ile birlikte hareket eder.

Lig. talonaviculare, lig.bifurcatum (arcus pedis longitudinalis lateralis'i destekler), **lig.calcaneonaviculare plantare** (arcus pedis longitudinalis medialis'i destekler) eklemi destekleyen bağlardır(Arıncı ve Elhan 2014).

Art. calcaneocuboidea: Calcaneus ile cuboideum arasında oluşan art. plana tipi eklemdir. Bu eklem art. talonavicularis ile beraber art. tarsi transversa (chopart eklemi) olarak adlandırılır.

Lig. plantare longum (os cuboideum altındaki oluşu sınırlar, böylelikle bu oluşu m.peroneus longus kirişinin geçtiği bir kanal haline çevirir) **lig. calcaneocuboideum plantare, lig. calcaneocuboideum dorsale** bağları eklemi destekler(Arıncı ve Elhan 2014).

Artt. tarsometatarsales (Lisfranc eklemi): Üç os cuneiforme ve os cuboideum ile metatarsal kemikler arasında oluşan art.plana tipi eklemdir.

Ligg. tarsometatarsalia dorsalia, ligg. tarsometatarsalia plantaria ve **ligg. cuneometatarsalia interossea** bağları eklemi destekler(Arıncı ve Elhan 2014).

Artt.intermetatarsales: Metatarsal kemikleri arasında oluşan art.plana tipi eklemdir. Önemli bağları;

Ligg. metatarsalia interossea, ligg. metatarsalia dorsalia ve **ligg. metatarsalia plantare** bağları ile desteklenir(Arıncı ve Elhan 2014).

Artt.metatarsophalangeae: Metatarsal kemikler ile proksimal falankslar arasında oluşan art.ellipsoidea tipi eklemlerdir. Önemli bağları;

Ligg. plantaria, lig.metatarsale transversum profundum ve lig.collateralia bağlarıdır(Arıncı ve Elhan 2014).

Artt. interphalangeae pedis: Ginglymus tipi eklemlerdir.

Ligg. collateralia ve ligg. plantaria bağlarıdır(Arıncı ve Elhan 2014).

4.2.2. Ayak kubbesi

Ayak önde metatarsal kemiklerin proksimal uçları, arkada tuber calcanei ve 5.metatarsal kemik ile yere temas eder. Ayağın orta kısmı ise yere temas etmez. Ayakta önden arkaya doğru iki longitudinal ve bir tane transvers kavis vardır.

Arcus longitudinalis medialis pedis calcaneus, talus, os naviculare, ossa cuneiforme ve ilk üç metatarsal kemik tarafından oluşturulur. Plantar calcaneonavicular ligament, m.tibialis posterior tendonu, aponeurosis plantaris ayağın intrinsek kaslar, m.tibialis anterior tarafından bu ark desteklenmektedir.

Arcus longitudinalis lateralis pedis calcaneus, os cuboideum ve son iki metatarsal kemik tarafından meydana gelir. Lig. calcaneocuboideum, lig. plantare longum bu arkin desteklenmesinde rol alır.

Arcus transversus pedis os cuboideum, ossacuneiformis ve metatarsal kemik tabanları tarafından oluşturulur. M.fibularis longusun tendonu, interosseöz ve dorsal ligamentler yapının korunmasında önemli rol alır (Arıncı ve Elhan 2014).

4.2.3 Alt taraf kasları

Tablo 1. Alt taraf kaslarının origo, insersiyon, innervasyon ve fonksiyonları(Moore ve Dalley 2007)

Kas	Origo	İnsersio	İnnervasyon	Fonksiyon
Kalça Kasları				
M.iliopsoas	M.iliacus fossa iliaca proksimal bölümü, lig. sacroiliacum'un anterioru M.psoas major son göğüs ve ilk bel omurlarının gövdelerinin yan yüzleri	Femur'un trochanter major'ünde sonlanır	Pleksus lumbalis'in dalları	Uyluğa fleksiyon yaptırır. Ayrıca çift taraflı kasıldığında lumbal omurları öne eğer, tek taraflı kasıldığında öne ve yana eğer
M.psoas minor	Son göğüs ve birinci bel omuru	Pecten ossis pubis ve fascia iliaca	L1 spinal sinir	Gövdeyi öne eğer (zayıf bir şekilde)
M.gluteus maximus	Os sacrum'un alt yarısının dış kısmı, lig.sacrotuberale lig.sacrospinale, kası örten fascia glutea'dan, linea glutea posterior ve crista iliaca arasındaki saha	Tractus iliotibialis ve tuberositas glutea	N.gluteus inferior	Uyluğun en kuvvetli ekstensörüdür. Ayrıca uyluğa dış rotasyon, üst yarısı abduksiyon, alt yarısı adduksiyon yaptırır.
M.gluteus medius	Linea glutea anterior, crista iliaca, linea posterior arasında kalan saha	Trochanter major laterali	N.gluteus superior	Uyluğun en kuvvetli abduktoru, ön kısım lifleri iç rotasyon yaptırır

M.gluteus minimus	Linea glutea anterior ile inferior arasında kalan ve arkada inc.ischiadica majus'a kadar uzanan sahadan başlar	Trochanter major	N.gluteus superior	Uyluğa abduksiyon ve iç rotasyon
M.piriformis	Sacrum'un 2.-4. segmentlerinin ön yüzünden ve spina iliaca posterior inferior çevresinde ilium'un dış yüzü	Trochanter major	N.musculi piriformis	Ekstensiyondaki uyluğa dış rotasyon, fleksiyon durumundaki uyluğa abduksiyon
M.obturatorius internus	Membrana obturatoria'nın pelvis minor'a bakan iç yüzünden ve bu membranın tutunduğu kemik kenrdan başlar.	Trochanter major	N.musculi obturatorii internii	Ekstensiyondaki uyluğa dış rotasyon, fleksiyondaki uyluğa abduksiyon yaptırır.
M.gemellus superior inferior	M.gemellus superior spina ischiadica'nın dış yüzü m.gemellus inferior tuber ischiadicum	Trochanter major	Plexus sacralis'ten gelen dallar	Uyluk ekstensiyonda iken dış rotasyon, fleksiyonda iken abduksiyon yaptırırlar.
M.quadratus femoris	Tuber ischiadicum'un dış yüzü	Crista intertrochanterica'nın üst bölümünde sonlanır.	N.musculi quadratus femoris	Uyluğun en kuvvetli dış rotatör kasıdır

M.obturatorius externus	Membrana obtiratoria'nın 2/3'ünden ve buraya komşu kemik yapıdan başlar.	Fossa trochanterica da sonlanır	N.obtiratorius	Uyluğa dış rotasyon
Uyluk Kasları				
M.tensor fasciae latae	Crista iliaca'nın ön kısmı, spina iliaca anterior süperior	uyluğun 1/3'ünün birleştiği yerde fascia lata da sonlanır	N.gluteus superior	Uyluğa fleksiyon ve iç rotasyon
M.sartorius	Spina iliaca anterior süperior	Tibia'nın iç yüzünün üst kısmında sonlanır	N.femoralis	Uyluğa fleksiyon, abduksiyon, iç rotasyon yaptırır. Bacağa fleksiyon ve fleksiyondaki bacağa iç rotasyon

M.quadriceps femoris	<p>Rectus femoris; spina iliaca anterior superior'dan başlar.</p> <p>Vastus medialis; labium mediale linea aspera ve septum intermusculare femoris mediale den başlar</p> <p>Vastus intermedius; septum intermusculare laterale'nin alt yarısından başlar.</p> <p>Vastus lateralis; linea intertrochanterica'nın üst dış kısmı, trochanter major'un ön yüzü labium laterale linea aspera'nın üst yarısından başlar</p>	Lig. patella ile tuberositas tibia'da sonlanır.	N.femoralis	Bacağın en kuvvetli ekstensör kasıdır. M.rectus femoris kası kalçaya etki ederek uyluğa fleksiyon yaptırır.
M.gracilis	İskion-pubis kolunun üst ve symphysis pubica'nın alt yarısından başlar.	Tibia'nın iç yüzün üst kısmında sonlanır	N.obturatorius	Uyluğa adduksiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyondaki bacağına iç rotasyon yaptırır.
M.pectineus	Pectenosis pubis'ten, eminentia iliopectinea ile tuberculum pubicum arasındaki pubis'in ön yüzünden başlar.	Femurdaki linea pectinea da sonlanır	N.femoralis bazen de n.obturatorius'tan dal alır	Uyluğa adduksiyon, fleksiyon ve biraz da iç rotasyon

M.adductor longus	Os pubis'in ramus superior ve ramus inferior'u arasında kalan alandan başlar.	Labium mediale linea aspera'nın orta 1/3'üne tutunarak sonlanır.	N.obturatorius	Uyluğa adduksiyon, fleksiyon, iç rotasyon
M.adductor brevis	Ramus inferior ossis pubis'in ön yüzü ve corpus ossis pubis'ten başlar.	Femurun arka yüzündeki labium mediale linea aspera'nın 1/3 lük üst kısmında sonlanır.	N.obturatorius	Uyluğa adduksiyon, fleksiyon ve biraz da iç rotasyon yaptırır.
M.adductor magnus	Ramus ossis ischii ve tuber ischiadicum, bir kısım lifleri de ramus inferior ossis pubis'ten başlar.	Labium mediale linea aspera da sonlanır.	N.obturatorius bir kısım lifler de n.tibialis'ten inerve olur.	Uyluğun en kuvvetli adduktor kasıdır. Ayrıca uyluğa iç rotasyon da yaptırır
M.biceps femoris	Caput longum tuber ischiadicum'dan, caput breve septum intermusculare femoris lateralis'den başlar	Caput fibula'da sonlanır.	Caput longum'u n.tibialis, caput breve'si n.fibularis communis'ten	Diz ekleminde bacağı fleksiyon ve fleksiyondaki bacağı dış rotasyon, uzun başı kalça eklemine etki ederek uyluğa ekstensiyon ve biraz da dış rotasyon yaptırır

M.semitendinosus	Tuber ischiadicum'dan başlar.	Tibia'nın medialinde ve iç kondilin altında pes anserinus'u oluşturarak sonlanır.	N.tibialis	Uyluğa ekstensiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyondaki bacağına iç rotasyon yaptırır.
M.semimembranosus	Tuber ischiadicum'dan başlar	Condylus medialis tibia'nın arka kısmındaki tuberculum tendinis'te sonlanır.	N.tibialis	Uyluğa ekstensiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyondaki bacağına iç rotasyon
Bacak Kasları				
M.tibialis anterior	Condylus lateralis tibia, facies lateralis tibia'nın üst kısmı ile membrana interossea cruris ve facia cruris'ten başlar.	Basis ossis metatarsalis 1'in alt yüzüne yapışır.	N.peroneus profundus	Ayağın en kuvvetli ekstensörüdür. Ayrıca art.talocalcaneonavicularis ve art.subtalaris de inversiyon ve adduksiyon yaptırır.
M.extensor hallucis longus	Fibula ön yüzü ortasından ve membrana interossea cruris'in orta kısmından başlamaktadır.	Ayak başparmak distal parmak basis'sinin dorsal yüzüne yapışır	N.peroneus profundus	Ayak başparmağa ekstensiyon, ayakbileğine ekstensiyon, supinasyon ve adduksiyon yaptırır.

M.extensor digitorum longus	Condylus lateralis tibia, fibula ön yüzünün üst kısmı, membrana interossea cruris ile fascia cruris ve septum intermusculare cruris anterius'tan başlar.	İkinci ve üçüncü falanks'ların dorsal yüzünde sonlanır.	N.peroneus profundus	Başparmak dışındaki parmaklara ekstensiyon, ayağa ekstensiyon, eversiyon ve abduksiyon yaptırır.
M.peroneus longus	Caput fibula, fibula'nındış yüzünün üçte ikisi	Birinci metatarsal kemiğin tabanı ve os cuneiforme mediale	N.peroneus superficialis'ten innerve olur.	Ayağa pronasyon, abduksiyon, plantar fleksiyon yaptırır. Aynı zamanda ayağın transvers arkının korunmasında görev alır.
M.peroneus brevis	Fibula dış yüzünün alt üçte ikisinde başlar	5. metatarsın bazisinde sonlanır	N.peroneus superficialis	Ayağa plantar fleksiyon ve eversiyon yaptırır.
M.gastrocnemius	İki başlı bir kastır. Caput mediale epicondylus medialis'ten, caput laterale epicondylus lateralis femoris'ten başlar	Tendo calcaneus ile tuber calcanei'nin arka alt kısmına tutunur	N.tibialis	M.soleus ile birlikte m.triceps surae adını alır, ayağın en güçlü fleksör kasıdır.
M.soleus	Linea musculi solei ve arcus tendineus musculi solei'den başlar	Tendo calcanei'nin oluşumuna katılarak tuber calcanei'de sonlanır.	N.tibialis	Ayağa plantar fleksiyon

M.popliteus	Condylus lateralis'in dış yüzü, lig. popliteum arcuatum ile lateral meniscus'ün arka kenarına tutunarak başlar	Linea musculi solei'nin yukarıdaki sahaya tutunarak sonlanır.	N.tibialis	Diz ekleminin kilitlenmesinin engellenmesinde etkilidir.
M.flexor hallucis longus	Fibula'nın arka 2/3'ünden başlar.	Başparmağın distal falanksının tabanında sonlanır	N.tibialis	Yürüyüş esnasında ayağın yerden kesilmesinde başparmağı bastırıp önemli bir rol oynar, başparmağa fleksiyon, ayağa supinasyon ve adduksiyon yaptırır.
M.flexor digitorum longus	Linea musculi solei'nin hemen altından başlar.	Başparmak hariç diğerlerinin distal falaksının tabanlarında sonlanır.	N.tibialis	Başparmak hariç diğer parmaklara fleksiyon, ayağa supinasyon ve adduksiyon yaptırır.
M.tibialis posterior	Membrana interossea cruris'in üst kısmı, fibula ve tibia arka yüzünün üst kısımlarından başlar.	Os naviculare, os cuneiforme ve os cuboideum'un çıkıntıları, 2-4.metatarsal kemik tabanında sonlanır.	N.tibialis	M.triceps surae'den sonra ayağın en kuvvetli supinatör kasıdır. Ayak bileğine fleksiyon yaptırır.
Ayağın İntrinsik Kasları				
M.extensor digitorum brevis	Retinaculum musculorum extensorum inferior'un dış tarafından başlar.	Metatarsal kemikler üzerinde kırıışleşerek 2-4. parmaklara uzanır. Extensor digitorum longus kırıışlerinin dış tarafına tutunarak, ait oldukları parmakların dorsal aponeurosis'lerine katılır.	N.peroneus profundus	2-4. parmaklara ekstensiyon ve biraz da abduksiyon yaptırmaktadır.

Kas	Origo	İnsersio	İnnervasyon	Fonksiyon
1.Katman				
M.abductor hallucis	Proc. medialis tuberis calcanei, retinaculum musculorum flexorum ve aponeurosis plantaris	Başparmağın proksimal falanksının medial kenarı	N.plantaris medialis	Başparmağa abduksiyon ve fleksiyon
M.flexor digitorum brevis	Proc. medialis tuberis calcanei, aponeurosis plantaris,	Başparmak hariç diğer dört parmağın orta falanksının iki tarafı	N.plantaris medialis	Başparmak hariç diğer dört parmağa fleksiyon
M.abductor digiti minimi	Proc. medialis ve lateralis tuber calcanei, aponeurosis plantaris	Beşinci parmağın birinci falanksının dış tarafı	N.plantaris lateralis	Beşinci parmağa abduksiyon
2.Katman				
M.quadratus plantae	Calcaneus'un plantar yüzünün lateral kenarı ve medial yüzü	M.flexor digitorum longus'un kirişinin lateralinde sonlanır.	N.plantaris lateralis	Başparmak hariç diğer dört parmağa fleksiyon

Mm.lumbricales	M. flexor digitorum longus'un kirişleri	2.-5. parmakların medial taraflarında uzanıp sırt tarafına geçer, burada parmakların dorsal aponeurozunda sonlanır.	Lateraldeki üçü n.plantaris lateralis, en medialdeki n. plantaris medialisten innerve olur.	Başparmak hariç dört parmağın proksimal falanklarına fleksiyon, orta ve distal falanklara ekstensiyon
3.Katman				
M.flexor hallucis brevis	Os cuboideum, os cuneiforme laterale'lerin plantar yüzleri	Başparmağın birinci falanksının her iki tarafında	N.plantaris medialis	Başparmağın birinci falanksına fleksiyon hareketi yaptırır.
M.adductor hallucis	Caput obliquum; 2-4. parmakların bazisi, Caput transversum; metatarsophalangeal eklemlerin plantar ligamentleri	Başparmağın birinci falanksının dış tarafı	N. plantaris lateralis.	Başparmağa adduksiyon, ayağın transvers kavsinin korunmasına yardımcıdır.
M.flexor digiti minimi brevis	Beşinci metatars kemiğın bazisi	Beşinci parmağın proksimal falanksının bazisine tutunur	N. plantaris lateralis	Beşinci parmağın proksimal falanksına fleksiyon

4.Katman

Mm.interossei plantares (üç kas)	3-5.metatarsalların medial kenarı ve bazisleri	3-5. parmakların proksimal falanklarının bazislerinin iç kenarları	N. plantaris lateralis	3-5.parmaklara adduksiyon, metatarsophalangeal eklemlere fleksiyon
Mm. interossei dorsales (dört kas)	1-5 metatarsallerin bitişik yüzeylerinden başlar	İlki ikinci parmağın proksimal falanksının medial tarafı, diğer üçü 2-4.parmakların lateral yüzleri	N. plantaris lateralis	2-4.parmaklara abduksiyon ve metatarsophalangeal eklemlere fleksiyon hareketini yaptırır.

4.3. Hareket

Hareketi, vücudun tamamının veya segmentlerinin bir veya daha fazlasının yer değiştirmesi sonucu gözlemlenebilen davranışsal tepkiler olarak tanımlayabiliriz. Hareketlilik, yataktan veya sandalyeden kalkma, yürüme ya da koşma ve sıklıkla çok karmaşık ortamlarda yön bulma gibi yetenekler dahil, pek çok görevin ortak şekilde çalışmasıyla olur. İnsan vücudunun hareketleri genellikle üç tipte incelenmektedir:

1-Doğrusal hareket; bir yapıyı oluşturan tüm parçacıklar düz bir hat üzerinde aynı oranda hareket ederler. Bu tipte bir hareket insan vücudunda nadiren görülür.

2-Açısal-dairesel hareket; bir yapıyı oluşturan tüm parçalar farklı rotalar çizmekle birlikte aynı eksen etrafında birim zamanda eşit miktarda açısal değişim oluşturarak hareket etmektedirler. Eklem hareketlerinin büyük kısmı bu tiptedir.

3-Kombine hareket; cisim doğrusal yâda açısal hareketle uyuşmayan düzensiz bir rota takip eder. İnsan vücudunun veya bölümlerinin hareketlerinin çoğu kombine hareket şeklindedir(Akman ve Karataş 2003).

Hareketi değerlendirirken öncelikle miktarı, hızı, ivmesi, yönü gibi kinematik ve hareketi meydana getiren kuvvetler gibi kinetik özelliklerini gözden geçirmek gerekir. Bununla ilgili olarak Newton kanunları insan hareketleri için de geçerlidir. Bu kanunlar:

I.Yasa: Bir parçacığın üzerine etki eden kuvvetlerin toplamı sıfır ise bu parçacık ya hareketsizdir ya da doğrusal bir yörünge üzerinde sabit hızla hareket ediyordur. Bu koşullara uyan yapının doğrusal hareketler bakımından dengede olması gerekir.

II.Yasa: Eğer bir parçacığın üzerine etkiyen kuvvetlerin toplamı sıfır değilse, bu parçacık toplam kuvvet doğrultusu ve yönünde bir ivme ile hareket etmektedir.

III.Yasa: Etki-tepki yasası da denen bu kanuna göre her kuvvetin aynı büyüklük ve doğrultuda fakat ters yönde bir eşleşeni vardır (Akçalı, 2009).

4.4. Postür

Herhangi bir vücut segmentinin yerçekim vektörüne göre yönünü belirleyen ve herhangi bir anda vücut öğelerinin göreceli olarak sıralanmasını oluşturan postür statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılır. **Statik postür** herhangi bir hareket yokken oturma, ayakta durma, yatma sırasındaki postürdür. **Dinamik postür** harekete başlarken ya da hareketler sırasındaki vücut pozisyonlarıdır.

Vucudumuzun var olan konumunu koruyabilmek ve yeni bir konuma getirebilmek için postural kontrol önemlidir. Postural kontrol, vücudun stabilite ve vücut yapıları arası ilişkisinin sürdürülebilmesi anlamına gelen vücut oryantasyonunu koruyabilme kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır. Postural stabiliteye denge de denilir, ağırlık merkezinin destek tabanı içerisinde tutulmasıyla gerçekleşir. Ağırlık merkezi vücudun çeşitli komponentlerinin yani total vücut kütesinin tam ortasında yer alan kütle merkezinin vertikal bisektörüdür. Bu da vertikal yönlü bir kuvvet olan yerçekimi tarafından oluşturulur. Destek tabanı kütle ile temas ettiği alan olarak tanımlanmaktadır(Wallmann 2009).

Birçok eklem, kas ve bağların yardımıyla kontrolü sağlayan denge kütle merkezi kontrolü olarak da tanımlanabilmektedir. Fiziksel olarak tanımlı zorlaştıran bir faktör de kütle merkezinin hayali bir nokta olması ve uzuvların hareketi ile yerinin değişebilmesidir. İnsanlar dengelerini kaybettiklerinde dengelerini tekrar kazanabilmeleri için kütle merkezini eski yerine getirmeye çalışırlar. Newton'un 3. kanununa göre ayakta duran bir insanın yerde oluşturduğu ağırlığın kuvvetine karşı, eşit ve ters yönde bir kuvvet olan yer tepkime kuvvetinin (YTK) yönü ve büyüklüğü vücudun kendini öne ve arkaya yönlendirmesine göre değişir. Basınç merkezi total kuvvetin dağıldığı destek tabanında oluşan basıncın orta noktası anlamına gelmektedir. Basınç merkezi ile kütle merkezi birlikte dengenin sağlanmasında tek başına olduklarından daha fazla etkili olmaktadır.

Postür kontrolü gereksinimi yürüme için uygun bir postürü oluşturmak ve devam ettirmek ihtiyacını ve hareket eden vücudun dinamik stabilite isteğini yansıtır. Dinamik stabilite sadece yerçekiminin gücüne değil ayrıca diğer beklendik ve beklenmedik güçlere karşı hareket etmeyi içerir. Uygun postür ise tüm vücut kısımlarının vertikal olarak hizalandığı ve tüm eklem eksenlerinin yerçekim çizgisinden geçtiği zaman oluştuğu söylenmektedir(Shumway-Cook ve Woollacott 2012).

4.5. Hareketin Nöromüsküler Mekanizması

Hareket ve postural, kontrol, motor nöron aktivitesinin kontrolü yolu ile kas kasılmalarının koordinasyonuna dayanır. Hareketlerimizi kontrol eden sinir sistemi santral (encephalon ve medulla spinalis) ve periferik (truncus cerebri ve medulla spinalis'teki nükleuslardan çıkan nöronların aksonları) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Motor hareketin planlanmasına korteksle birlikte, bazal gangliyonlar ve serebellum gibi yapılar katılmaktadır. Komutlar kaslara kortikospinal ve kortikobulbar sistemler yoluyla iletilmektedir. Postür ise sadece hareket öncesinde değil tüm hareket boyunca postürü regüle eden sistemler tarafından kontrol edilir(Shumway-Cook ve Woollacott 2012). Tüm hareketlerin yapı taşı, bir motor nöron ile onun innerve ettiği iskelet kası liflerinin bir arada oluşturduğu temel birim olan motor ünite meydana getirir. Motor ünitelerin uyarılması iskelet kaslarının kasılmalarını kontrol eder. Motor kontrol, bu motor ünite üzerinde etkisi bulunan bütün nöral imputları kapsar(Shumway-Cook ve Woollacott 2012).

4.6. İskelet Kasının Yapısı ve Kas Kasılması:

İskelet kası etrafı sarkolemma adı verilen bir zarla çevrili olan çok çekirdekli kas hücrelerinden meydana gelmiştir. Kas lifi olarak da adlandırılan iskelet kasında sarkoplazmik retikulumun oluşturduğu tübüler ağ yapısı ile sarmalanmış ve kas lifine paralel olarak uzanan myofibriller bulunur. Myofibrilleri meydana getiren kontraktıl proteinler kasın kasılabilir en küçük ünitesi olan sarkomer adı verilen örüntüyü oluşturur. Bir sarkomerde yer alan kontraktıl proteinler kalın (ana proteini myozin) ve ince (ana proteini aktin) flaman dizilerinden oluşur. Sarkomerin orta bölmesinde kalın flamanlar kenarlarda ise ince flamanlar yer alır. Kasa çizgili görünümünü veren bu flamanların sıralanmasıdır ki bu çizgilenmeler de çeşitli harflerle isimlendirilir. Bir sarkomerin bitip diğerinin başladığı çizgi Z çizgisidir. Z çizgisi ince Flamanlardan oluşan açık renkte görünen I bandını ikiye ayırır. Sarkomerin koyu renk olarak görünen orta bölmesi A bandı olarak adlandırılır, bununda en orta bölmesi H bölgesi olarak isimlendirilmektedir. Bir sarkomerde iki yarım I bandı bir tam A bandı bulunur. Genel olarak kas kasılması myozin flamanının aktin flamanını çekip sarkomer boyunun kısalması şeklinde tasvir edilir. Z çizgileri birbirine yaklaşır, sarkomerin boyu kısalır, bu sırada A bandında bir

değişiklik olmayıp I bandı ve H bölgesinde bir küçülme olur. Buna kayan flamanlar kuramı denir(Hall 2010).

Kasın motor fonksiyonları proprioseptif reseptörler olan kas içiği (tip Ia ve tip II) ve golgi tendon organı (Ib) aracılığı ile düzenlenir. Kas lifleri arasında bulunan kas içiği kasın boyu ve boyundaki değişim hızı hakkında sipinal korda bilgi verir. Çalıştıklarında kası kasılmaya sevk eder. Kasın tendonları içine yerleşmiş olan golgi tendon organı ise kas gerilimi ve gerilmesindeki değişimin hızı hakkında medulla spinalis'e bilgi verir. Uyarıldığında aşırı kas kasılmasını önler. Bu reseptörlerden gelen sinyaller kasın kendi kendine kontrolüne hizmet ederler (istemsiz çalıştıkları için). Buna rağmen çok miktardaki bilgiyi sadece medulla spinalise değil serebellum ve serebral korteksede göndererek sinir sisteminin bütün bu bölümlerinin kas kasılmasının kontrolü fonksiyonlarında etkili olurlar(Hall 2010).

4.7. Sinir Sistemi

4.7.1. Periferik sinir sistemi

Nöron Yapısı; tipik bir sinir hücresi içerisinde çekirdeği olan bir hücre gövdesi, dentrit denen kısa çıkıntılar ve akson adı verilen uzun bir adet çıkıntıdan oluşmuştur. Santral sinir sistemi dışında akson etrafı myelin kılıf ile çevrilidir. Myelin kılıfı Schwan hücresi membranının birkaç katının bir araya gelmesiyle meydana gelen bir protein, lipit ve su kompleksidir. Myelin kılıf her yarım mm de bir kesintiye uğrar ki bunlara Ranvier Boğumu denir. Bir impulsun bir nörondan diğer nörona iletilmesi sinapsta gerçekleşir ki bu sinapslar nöronlar arası bağlantı noktalarıdır. Motor ve duyu nöronları periferik sinirlerin iki büyük tipidir(Moore ve Dalley 2007).

Spinal ve kranial sinirler; tüm periferik sinir sistemi 12 çifti kranial ve 31 çifti spinal düzeyde yerleşim gösterir. Spinal sinirlerin ön ve arka kökler spinal korda flamanlar aracılığı ile tutunur. Subaraknoid aralığı geçtikten sonra foromen içinde her kök önce dura ve araknoidden oluşan bir kılıf ile sarılırlar. Araknoid zar duyu ve motor sinir köklerini gangliyon başlangıcına, dura ise foromenin dışında köklerin birleştiği yere kadar takip eder. Arka köke ait

spinal gangliyondan hemen sonra ön ve arka kökler birleşerek spinal siniri oluştururlar. Arka kökleri oluşturan lifler sırt kaslarına giderken, ön kökler bir araya gelerek servikal, brakial, lomber, sakral, pudental pleksusları yapılandırır ki bunlar vücuttaki majör periferik sinirlerin kaynağıdır(Moore ve Dalley 2007).

4.7.2. Santral sinir sistemi

Medulla spinalis; vertebral kolondaki spinal kanalda çapı yaklaşık 2.5 cm olan bir yapıdır. İçten dışa piamater, duramater ve araknoid adı verilen zarlarla çevrilidir. Medulla oblangataya kadar olan rostral bağlantısından kaudalde sonlandığı seviyeye(conus medullaris) kadar bütün uzunluğu boyunca servikal, torakal, sakral ve koksigeal olmak üzere beş bölgeye ayrılır. 8 Cervikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral, 3 koksigeal olmak üzere 33 segmentten oluşur ve son iki koksigeal hariç her segmentten 31 çift spinal sinir çıkar. Merkezde bulunan internöronlardan, hücre gövdelerinden, efferent nöronların dentritlerinden, glial hücrelerden oluşan kelebek şeklindeki alan gri cevherdir. Etrafında da myalinli nöronların aksonlarından oluşan beyaz cevher bulunur. Bu akson grupları ya da yolları spinal kord boyunca uzunlamasına yol olarak bilginin üst merkezlere ve periferik iletilmesini sağlarlar(Moore ve Dalley 2007).

Cortex cerebri; istemli hareketlerin programlanmasında ve uygulanmasında önemli bir rolü vardır. Sensoriomotor korteks, kas hareketlerini kontrol etmek için bir arada çalışan serebral korteksin motor ve duyu bölümlerini içerir. Bunlar primer motor korteks ve diğer premotor alanlardır. Ayrıca sensoriomotor kortekse ait diğer alanlar frontal lobun yüzeyinde, korteksin iki hemisfer arasındaki yerde tamamlayıcı motor korteks, somatosensöryel korteks ve parietal lob bağlantı kortekstir. Primer motor korteks Brodman'ın 4 numaralı sahası olarak da bilinir, vücuttaki kasların somatotopik temsili içerir. Ayrıca istemli hareketin normal performansı için gerekli olan korteks alanıdır. Premotor korteks primer motor korteksin hemen önünde yer alır, bu saha daha komplike motor fonksiyonlarla ilgilidir. Mesela bir hareketin kuvvet yada hızındaki değişiklik, bir eylemden diğerine geçiş gibi. Ayrıca serebral korteksten ve beynin diğer bölgerinden gelen bilgilerin primer motor korteks yada inen yollara iletilmesinde görev alır. Tamamlayıcı motor korteks temel olarak motor sıranın programlanması ile ilgili olmakla beraber bu alandan primer motor kortekse uyarılar gitmektedir. Yerleşim olarak Brodman'ın 6. alanının medialindedir(Standring 2015).

Bazal çekirdekler; hemispherium cerebri'deki beyaz cevher içerisinde yerleşmiş, istemli motor hareketlerin koordinasyonu, kas tonusu, motor hareketlerin düzenlenmesi ve önceden öğrenilmiş otomatik hareketlerin gerçekleştirilmesinde görevli gri cevher kitleleridir kaudat nükleus, putamen, globus pallidus, subtalamik nükleus, substansia nigradan oluşur. Motor hareketleri başlatmaz; korteks tarafından başlatılan hareketlerin amacına uygun yapılmasını sağlarlar.

Retiküler formasyon; beyin sapında biraya gelmiş hücre gövdeleri ve retiküler tarzda dağılmış aksonlardan oluşan bir merkezdir. Santral sinir sisteminin bütün bölgerinden girdi alıp bunları entegre eder. Uyanıklık ve dikkatin toplanması, göz hareketleri ile ilgili olan ve vücudun uzayda refleks oryantasyonunu sağlayan nükleuslarda bulunur(Arıncı ve Elhan 2014).

Cerebellum; fossa cranii posterior'da, bulbus ve pons'un arka kısmında yerleşim gösterir. İsteğimiz dışında ipsilateral iskelet kaslarının tonusunu kontrol eder, sinerjik hareketleri koordine eder, dengeyi sağlar. Fonksiyonel olarak üçe ayrılır. Bunlar; vestibuloserebellum, denge ve vestibulookuler reflekteki edinsel değişiklikleri denetler. Spinocerebellum, vücuttan propriosptif bilgileri ,motor korteksten de motor planı alıp karşılaştırarak motor hareketlerin düzgünlüğünü koordine eder. Pontocerebellum, özellikle distal ekstremitelerde beceri isteyen hareketlerin regülasyonu için gerekli olan motor planlamada motor korteksle beraber çalışır(Arıncı ve Elhan 2014).

İnen yollar; inen yollardan köken alan lifler alfa ya da gama motor nöronlarda sonlanabilir fakat büyük bir kısmı alfa motor nöronları direkt olarak etkileyen internöronlarla sinaps yaparak etkisini gösterir. İnen yollar motor nöronlar üzerinde uyarıcı yada inhibe edici etki gösterebilirler. **Kortikospinal ve korticobulbar sistem** motor korteksten kranial sinir nükleuslarına giden sinir lifleri korticobulbar traktusu oluşturur. Bu yola ait sinir lifleri göz, yüz, dil ve boğaza ait kasların innervasyonunu kontrol etmekle birlikte baş ve boyun kaslarının istemli hareketlerinin kontrolünü sağlarlar. Kortikospinal yolu oluşturan liflerin %80 i medullar piramitte çapraz yaparlar ki bunlar lateral kortikospinal traktustur. Kalan %20'lik lif ise anterior kortikospinal traktusu oluşturur. Bu yol beceri isteyen hareketlerden sorumludur. Korteksten başlamayan inen yollar ise **ekstrapiramidal sistem** olarak da isimlendirilir. Vestibulospinal yol beyin sapındaki vestibüler nükleuslardan köken alan bu yol serebellumdan da duyuşal girdiler almaktadır. Göz ve boyun kaslarının motor kontrolünü sağlarlar. Retikülospinal yol retiküler formasyondan görev alırlar. Bu nükleuslar antigravite kaslarının uyarılması ve inhibisyonundan sorumludurlar. Rubrospinal yol nükleus ruberden köken alır ve üst

ekstremitelerde fleksör aktiviteyi fasilite eder. Ekstrapiramidal yollar özellikle düzgün postür ve dengenin sağlanmasından, yürümenin düzenlenmesinden sorumludur(Arıncı ve Elhan 2014).

Postür regüle edici sistemler cerebrum, cerebellum, beyin sapı ve medulla spinalisi içerir. Bu sistemler sadece statik postür değil aynı zamanda hareketin başlatılması ve kontrolünde de etki gösterirler. Omurilik düzeyinde afferent uyarılar basit refleks yanıtları meydana getirir. Bu refleksler vücudu dik tutmaya çalışırken, istemli aktivite için gerekli olan stabil pozisyonun alınması için de önemlidir. Spinal refleksler motor fonksiyonun temelini oluştururken üst merkezlerin bu refleksler üzerindeki etkileri ile motor fonksiyonun etkilenmesine sebep olur. Postural reflekslerin afferent yolları gözler, vestibüler sistem ve somatik reseptörlerdir. Postural kontrolün yanı sıra dengenin sağlanması da önemlidir. İnsan genellikle instabil denge konumlarında çalışmak durumundadır, postural refleks mekanizmaları olmasaydı eğer sık sık düşerlerdi(Wallmann 2009).

Hareketin kontrolünde ilk seviye segmental seviyedir. Kas ve tendonlardan kalkan duysal uyarıların medulla spinalise iletilmesi ve afferent verilerin direkt olarak ya da internöronların aracılığı ile motor nöronların uyarımı ile hızlı refleks yanıtlar alınır. İstemli hareketlerde ise beyin sapından inen ve aynı internöronlarda sonlanan uyarılar, refleks aktivitenin üst merkezler tarafından düzenlenmesini sağlar. Beyin sapından gelen bu uyarılar, serebellum ve bazal gangliyonların uyardığı retiküler formasyonda yer alan nükleuslardan kaynaklanır. Duysal veriler medulla spinalisten yukarıya çıkarak beyin sapı ve talamus yoluyla kortekse ulaşır bu esnada bazal gangliyon ve serebellumdan kalkan uyarılarda talamus aracılığı ile serebral kortekse ulaşır. Motor kontrolün son aşaması ekstremitelerin hareketi ile ilgili görsel ya da diğer duysal verilerin yardımıyla meydana gelir(Shumway-Cook ve Woollacott 2012).

4.8. Yürüme

Bir yerden bir yere hareket ederken iki bacağın birden, en az birisi her daim yer ile temas halinde olacak şekilde destek ve ilerlemek amacıyla kullanılmasına yürüme denmektedir. Yürüme sıklıkla, hız, adım uzunluğu, kadans, adım genişliği gibi zaman ve uzaklık parametreleri ile tanımlanmaktadır. Normal ve anormal yürüme için bu değişkenler önemlidir (Kirtley 2006).

Yürümenin temel parametreleri:

Adım (Step) bir yürüyüş döngüsünde bir ayağın topuğunun yere ilk temas ettiği noktadan, diğer ayağın topuğunun yere ilk temas ettiği kadar olan sürece denmektedir.

Adım uzunluğu bir adımda kat edilen mesafedir.

Adım genişliği (Destek tabanı) her iki ayak topuklarının yere değdikleri noktalar arasında yürüyüş yönüne dik olarak ölçülen uzaklıktır.

Çift adım (Stride)-bir yürüme döngüsü iki adım anlamına gelmekle beraber yürümenin tüm fazlarını içeren süreçtir. Bir çift adım için geçen süreye Stride süresi, bir çift adımda katedilen uzaklığa Stride uzunluğu denmektedir.

Kadans birim zamanda atılan adım sayısına verilen isimdir.

Yürüme hızı birim sürede kat edilen mesafedir(Kirtley 2006).

4.8.1. Yürüme döngüsünün fazları

Normal yürüyüşün temel gereksinimleri; vücudu arzu edilen yöne hareket ettirmek(desek yüzeyine karşı enlemsel güçler) olan **ilerleme**, vücut kütlesini yerçekimine karşı desteklemek(destek yüzeyine karşı boylamsal güçler) olan **postür kontrolü**, hız ve yöndeki değişikliklere ayrıca destek yüzeyindeki değişikliklere uyum sağlamak olan **adaptasyondan** oluşmaktadır. Başarılı yürümenin üç değişmez görevini (ilerleme, postür kontrolü ve adaptasyon yeteneği) sağlamak için duruş ve salınım fazlarının her birinde belirli amaçların karşılanması gerekir. Yürümenin duruş fazı sırasında, destek yüzeyine karşı enlemsel güçler (vücudu arzu edilen yöne ilerleten) ve boylamsal güçler(vücut kütlesini yerçekimine karşı destekleyen postür kontrolü) oluşturmamız gerekir. Ek olarak ilerlemeyi ve postür kontrolünü sağlamak için kullanılan stratejiler hız ve yöndeki değişikliklerle birlikte destek yüzeyindeki değişikliklere de uyum sağlamak (adaptasyon) için esnek olmalıdır. Normal yürüyüş fazları tek bir ekstremitenin için düşünüldüğünde ayağın yer ile temas halinde olduğu döneme **duruş (stance)** fazı, ayağın yer ile temasının kesildiği döneme ise **salınım (swing)** fazı olmak üzere iki ana fazdan oluşur. Duruş fazı tüm yürüme döngüsünün %62'ini oluşturur ve beş birimden meydana gelir. Bunlardan ilki topuk **vuruşu**; çift destek fazı(her iki ekstremitenin yer ile temas halinde

olduğu faz) olan bu evre topuk teması ile olmaktadır. İkinci faz **taban teması**; bu fazda ayağın yer ile tam temasına ulaşılır ve o noktada çift destek fazı son bulur. Üçüncü faz **basma ortası fazı** (midstance); tek destek fazı olmakla birlikte diğer alt ekstremitte salınım yapmaktadır. Dördüncü faz **topuk kalkışı**; tek basma fazı bitmektedir. Beşinci faz **parmak kalkışı**; çift destek fazı parmak kalkışının tamamlanması ile sona erer. Çift destek fazı yürüme döngüsünün %12'lik kısmını, tek destek fazı ise yürüme döngüsünün %50'lik kısmını oluşturur. Salınım fazı tüm yürüme döngüsünün %38'lik kısmını oluşturur. Salınım fazı üç faza ayrılır. **Erken salınım fazı**; ayağın yerden kaldırılması ile başlar diğer ekstremitenin yanına gelmesi ile sonlanır. **Salınım ortası fazı**; salınımdaki bacak diğer bacağın önüne geçer. **Salınım sonu fazı**; salınımdaki bacak diğer bacağın önüne geçtiği an başlar ve yere temas ettiği an biter(Kirtley 2006).

4.8.2. Alt ekstremitenin yürüme döngüsünde kinematik analizi

Topuk temasından sonra hemen dorsifleksör hareketi oluşur. Ayak nötral pozisyona gelene kadar ayak bileği hareketi duruş fazı boyunca artarak plantar fleksiyona gider, bu hareket diğer ayağın yerle temasına kadar devam eder. Diz eklemi ekstensör ve fleksör paternleri duruş fazı boyunca birbirini takip eder. Son fleksör patern salınım fazının salınım sonu fazında gerçekleşir. Sagittal kalça hareketi daha çok ekstensör hareketi kapsamaktadır. Ayağın kısa sürede yerden kalkması dışında kalça hareketi daha çok ekstensör kasların hakimiyetindedir. Kalça frontal düzlemde salınım faz boyunca güçlü bir şekilde abdüksiyondadır. Neredeyse bu faz boyunca bu durumu korur (Tablo 2). Salınım fazı 3 evreden oluşmaktadır:

Erken Salınım Fazı: Nötral pozisyona kadar dorsifleksör kaslarının konsantrik kasılması sonucu ayak bileği ekleminde dorsi fleksiyon olur. 60-65⁰ diz fleksiyonu olur. Biceps femoris, srtorius, gracilis kas aktivitesi gözlenir. Kalça fleksör kaslarının konsantrik kasılması sonucu ekleminde 20⁰ fleksiyon hareketi gözlenir.

Salınım Ortası Fazı: Dorsifleksör kaslarının aktivitesi ayak bileğinin nötral pozisyonunu korumaktadır. Diz ekleminde 30⁰'ye kadar pasif fleksiyon hareketi gerçekleşir. Kalça fleksörleri az bir aktiviteyle 30⁰'lik açıyı korumaya devam ederler. Bu evrenin başında m. gracilis, m. sartorius ve m.iliacus aktivitesi son bulur. Evrenin ortasında hamstring grubu kaslar uylugu yavaşlatmak için devreye girerler.

Salınım Sonu Fazı: Ayak bileği nötraldedir ve bunu sağlayan kas aktivitesi devam eder. M.quadriceps femoris aktivitesi ile diz ekleminde kontrollü tam ekstensiyon gerçekteşir. Kalça ekleminde ki 30⁰'lik açđ devam eder. Hamstringlerin eksantrik kasılması kalça fleksiyonunu ve diz ekstensiyonunu kontrol etmektedir (Akman ve Karataş 2003).



Tablo 2. Yürümenin aşamaları sırasında ayak bileği ekleminin kinetik ve kinematik analizi (Akman ve Karataş 2003, Kelikian 2012).

Ayak Bileği	Kinematik Analiz	Kinetik Analiz	
		Yer Tepkime Kuvveti	Kassal Aktivite
Topuk vuruşu %0	Nötral pozisyonudadır.	Ayak bileği ekleminin arkasındadır.	Ayak bileği dorsifleksör kasları kasılır
Taban teması %7,5	10 ⁰ -15 ⁰ plantar fleksiyonda	Ayak bileği ekleminin arkasındadır.	M.tibialis anterior az da olsa m.extensor hallucis longus, m.extensor digitorum longus kasları eksantrik kasılırlar.
Basma ortası fazı %25	2-3 ⁰ dorsi fleksiyonda	Bu evrenin sonuna doğru YTK ayak bileğinin önüne geçer.	M. gastrocnemius'un yardımıyla m.soleus kası dorsifleksiyon hareketini kontrol eder.
Topuk kalkışı %34	10-15 ⁰ dorsifleksiyonudadır.	Ayak bileğinin daha da önündedir	Plantar fleksör kaslarının etkinliği ile topuk yerden kalkar.
Parmak Kalkışı %62	20 ⁰ plantar fleksiyon	Ayak bileği ekleminin çok önündedir, ön ayağa doğru kaymıştır.	Plantar fleksörler etkilidir.

Tablo 3. Yürümenin aşamaları sırasında diz ekleminin kinetik ve kinematik analizi (Akman ve Karataş 2003, Kelikian 2012).

Diz Eklemi	Kinematik Analiz	Kinetik Analiz	
		Yer Tepkime Kuvveti	Kassal Aktivite
Topuk vuruşu %0	Tamamen ekstensiyondadır ya da minimal fleksiyondadır.	Diz ekleminin önündedir.	Diz üzerinde YTK'nin yarattığı ekstensör moment hamstring kaslarının kasılması ile dengelenir.
Taban teması %7,5	20 ⁰ fleksiyon	Diz ekleminin arkasındadır.	M. quadriceps femoris kası eksantrik kasılarak fleksiyon momentini kontrol eder.
Basma Ortası fazı %25	10 ⁰ fleksiyona iner.	Bu evrenin başında yer tepkime kuvvet vektörü diz ekleminin arkasındadır, evrenin sonunda dizin önünden geçer.	Bu evrenin başında m. quadriceps femoris ekstensiyonda etkilidir, bu evrenin sonunda ise diz kontrolü pasiftir.
Topuk Kalkışı %34	Tam ekstensiyondadır.	Diz ekleminin arkasında ya da hafif önündedir.	Dizdeki eklem stabilitesi ve ileri hareket herhangi bir kas aktivitesi olmadan gerçekleşir.
Parmak Kalkışı %62	40 ⁰ fleksiyon	Diz ekleminin arkasındadır.	Rectus femorisin eksantrik aktivitesi bir yandan kalça fleksiyonunu sağlarken, bir yandan da diz eklemindeki fleksiyon momentini kontrol eder.

Tablo 4. Yürümenin aşamaları sırasında kalça ekleminin kinetik ve kinematik analizi (Akman ve Karataş 2003, Kelikian 2012).

Kalça Eklemi	Kinematik Analiz	Kinetik Analiz	
		Yer Tepkime Kuvveti	Kassal Aktivite
Topuk vuruşu %0	30 ⁰ fleksiyondadır.	Kalça ekleminin önündedir.	Kalça stabilitesini m. gluteus maximus ve hamstring kas grubu kaslar sağlarlar.
Taban teması %7,5	Extensiyona başlamıştır. Fleksiyon 20-30 ⁰ gerilemiştir	Kalça ekleminin önündedir.	M. gluteus maximus ve hamstring grubu kasların kasılması gövde kontrollü öne ilerlerken kalça extensiyonunu sağlar
Basma Ortası fazı %25	Extensiyon devam ediyor. 10 ⁰ fleksiyon	Bu evrenin başında kalçanın önünde olan YTK arkaya doğru ilerler.	YTK'nin arkaya ilerlemesi fleksiyon momentinin kalça ekstensörlerine olan ihtiyacı azaltır. M.gluteus medius aktiftir.
Topuk Kalkışı %34	10-15 ⁰ extensiyonda	Kalça ekleminin arkasındadır.	Kalçanın stabilitesi pasif sağlanır.
Parmak Kalkışı %62	10 ⁰ fleksiyondadır.	Kalça ekleminin arkasındadır.	M.rectus femoris, m.sartorius, m. adductor longus etkilidir.

4.9. Pedobarografi

Yaklaşık 1 asırdır devam eden ayak tabanında oluşan kuvvetleri saptama isteği günümüzün gelişen teknolojisiyle elektronik olarak küçük hata payları ile ölçüm yapabilen pedobarografi cihazlarına evrilmişlerdir. Pedobarografi cihazları ayağın yere temasıyla oluşan kuvvetleri ve basınçları saptama amacıyla belirli sensör dizilerinin temel alındığı ölçüm cihazlarıdır. Sensör kullanımı direk olarak burada oluşan kuvvetlerin saptanamaması dolayısıyla bu ölçüm için transdüser kullanılmasını gerekli kılar.

Pedobarografi cihazları ile statik ve dinamik olarak ölçümler yapılabilmektedir. Dinamik ölçümlerde kişilerin yürüme esnasında cihazın üzerine basarak alınan verilerdir. Statik ölçümler ise kişinin cihaz üzerinde hareketsiz durması ile alınan kayıtlardır. Dinamik ölçümler daha çok yürüme ile ilgili veriler sağlanırken statik ölçümlerde dik postür sırasında elde edilen ayak tabanı altı kuvvet ve basınç verilerini kapsamaktadır.

Günümüzde birçok yürüme analiz laboratuvarı, biyomekanik araştırma laboratuvarı ve klinikte yer almasıyla birlikte deneysel ve klinik olarak yapılan çalışmalarda kullanılmaktadır. Ortopedik tanı ve cerrahi operasyon başarısı değerlendirilmesinde, ortez uygulamaları ve ayakkabı modifikasyonlarının değerlendirilmesinde, biyomekanik olarak yürüyüş analizinde, diyabetik ayakta tanı ve tabanlık modifikasyonlarının belirlenmesinde, cerebral palsy gibi nörolojik hastaların yürüme analizinde vb birçok hastalık ve durumda günümüzde kullanılmaktadır (Giacomozzi ve Vaclav 2011).

3 tipte cihaz pedobarografik ölçümler için kullanılmaktadır. Bunlar ayakkabı içerisine yerleştirilen pedobarografik cihazlar, küçük platform tipi cihazlar, uzun platform tipi cihazlardır.

4.9.1. Pedobarografik sensör teknolojileri

Çok değişik sensör tipleri ile pedobarografik uygulamalar için deneysel ve klinik olarak çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Rezistif, kapasitif, piezoelektrik ve son olarak fiber optik tipte sensörler bu amaçla kullanılmaktadır. Ticari olarak piyasada satılan cihazlar incelendiğinde kapasitif ve rezistif sensörlere sahip oldukları görülmektedir (Suresh ve ark 2015).

Rezistif tip sensörler; iki iletken arasına bir yarı iletken koyarak uygulanan basınç ile bu iletkenler arasındaki mesafenin azalması ve elde edilen elektrik sinyalinin işlemci ile kuvvet değişimine uyarlanmasıyla veriler elde edilir. Bu çalışmada kullandığımız cihazda rezistif sensör yapısına sahiptir ve iki iletken arasında yarı iletken bir mürekkep tabakası bulunmakta, bastırıldığında incelenerek iletkenler arasında ki potansiyel değişimi meydana gelmektedir (Abdul Razak ve ark 2012).

Kapasitif tip sensörler; birbirine paralel iki yüzey arasına bir yalıtkan katman konularak elde edilir. Kuvvet uygulandığında iki iletken birbirine yaklaşmakta aradaki katmanın yalıtkanlığı ile ilgili değişimler kayıt edilerek kuvvete olarak yorumlanmaktadır. Bu tip sensörler fabrikada kalibre edilerek satıldıklarından dolayı hemen kullanıma hazırdırlar. Novel firması tarafından bu tip sensörün patent hakları alınmıştır ve Emed isimli bu teknolojiyi kullanan pedobarografi cihazı ticari olarak satılmaktadır (Abdul Razak, 2012).

Pedobarografi cihazı ile ayak tabanında oluşan kuvvetler transdüserler ile sayısal verilere dönüştürülmektedir. Bu verilerin işlenmesi ile ayak tabanına ait ayrıntılı kuvvet ve basınç haritaları çıkarılmaktadır. Elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir:

Kuvvet (Force): İlgilenilen duruş fazı sırasında alınan kayıta, ilgilenilen bölüme ilgili alınan maksimum kuvvet bilgisi. Birimi Newton(N)dur. Temas alanından bağımsızdır. Diğer deyişle yer tepki kuvvetidir (ground reaction force).

Temas alanı (CA): İlgilenilen alanda kayıt sırasında veri alınan toplam alanı ifade eder. Birimi cm^2 .

Temas basıncı (CP):İlgilenilen alanda kayıt sırasında alınan en yüksek basıncı ifade eder. Birimi kilopascal'dır (KPa).

En yüksek temas basıncı (PCP): Kayıt sırasında ilgilenilen bölgede en yüksek kuvvetin alındığı bir cm^2 'lik alandır. Birimi KPa'dır.



5. GEREÇ VE YÖNTEM

5.1 Katılımcılar

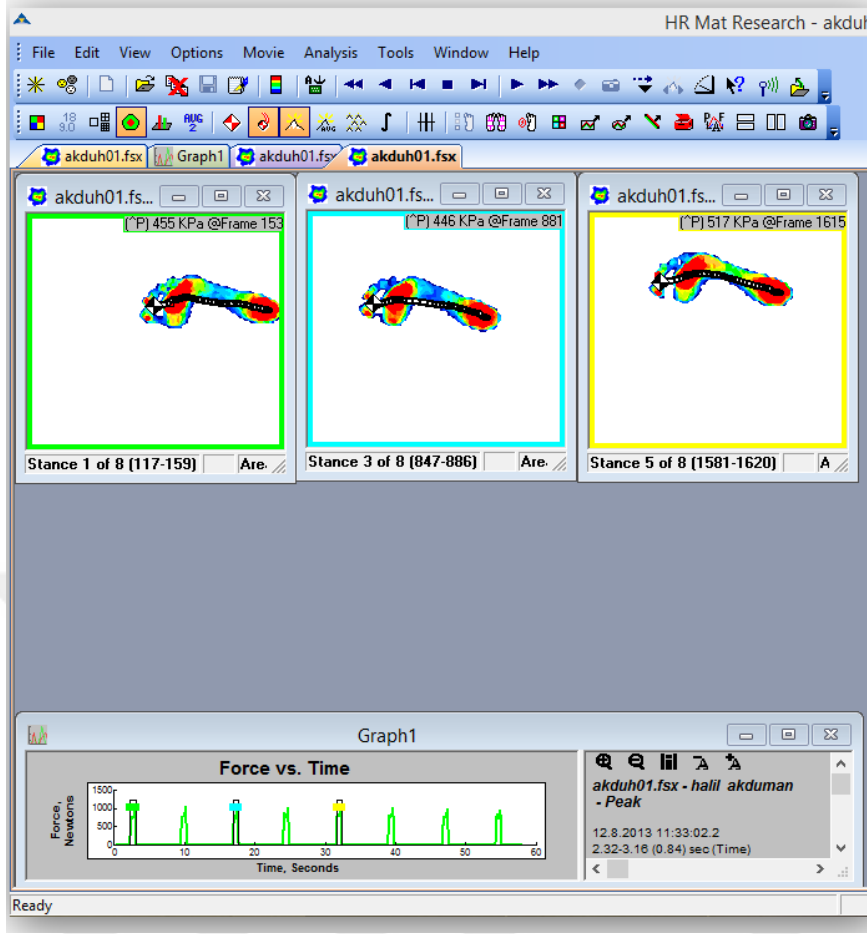
Çalışmaya başlamadan önce, Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik Kurulundan izin belgesi alındı. Gönüllüler Tıp Fakültesi öğrencileri arasından, çalışmaya katılmaya gönüllü olan öğrencilerden seçildi. Çalışmamıza 86 gönüllü katıldı. Katılımcıların 40 erkek, 46 kadın gönüllüden oluşmaktaydı. Çalışmaya alınacak gönüllülerde alt ekstremiteler ile ilgili sakatlık, romatizmal hastalıklar, geçirilmiş büyük ortopedik sorun, son 6 ayda kırık veya çıkığa neden olan sorun yaşanması, yürüme bozukluğuna neden olan nörolojik veya sistemik hastalıkların bulunması, endokrin ve kas-iskelet sistemi hastalıklarının bulunması dışlama kriteri olarak kabul edildi.

Gönüllülerde AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) skorlaması yapılarak, 100 puan alan gönüllüler katılımcı olarak çalışmaya alındı.

5.2. Dinamik Pedobarografik Ölçüm

Gönüllülerin ölçümünde HR Mat (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) pedobarografi cihazı kullanıldı. Cihaz yaklaşık 5 mm kalınlığında olup, resistif sensörlerden oluşan 48.77 cm x 44.70 cm basınç ölçüm alanına sahiptir. Toplam 8448 adet sensörden oluşan ölçüm alanındaki her bir sensör maksimum 862 kPa basınca kadar ölçüm yapabilmektedir. Yaklaşık olarak 4 sensör / cm² düşmektedir. Herbir sensör 180 Hertz'e kadar ölçüm frekansına sahiptir. Çalışmamızda 50 Hertz frekansta ölçüm yapılmıştır.

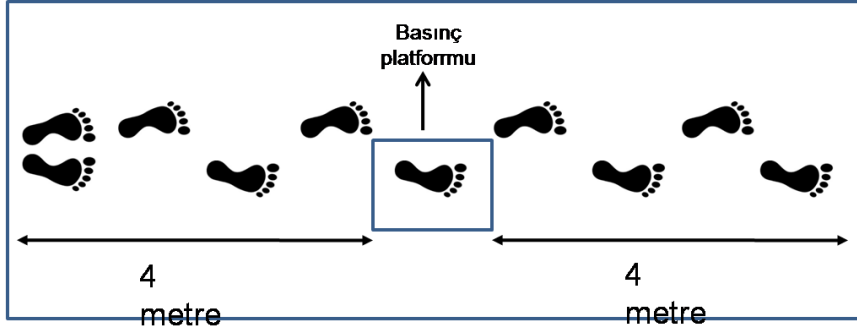
Ölçümlerin yapılması sırasında ve kayıtlı ölçümlerin değerlendirilmesinde, cihaza ait Tekscan HR Mat Research V6.70-3 yazılımı kullanıldı (Şekil 1).



Şekil 1. Başarılı 3 sağ ayak tabanı pedobarografik veri kaydı.

5.3. Veri Toplama Süreci

Dinamik pedobarografik ölçüm sırasında mid-gait protokolü kullanıldı (Şekil 2); bu protokolün kullanılmasındaki temel amaç gönüllünün normal yürüme temposuna ulaşması için yeterli mesafenin olmasıdır (Zammit ve ark 2010). Protokol için yaklaşık 8 metrelik yürüme yolu oluşturuldu. Yürüme yolu 5 mm kalınlığında sentetik malzeme ile döşendi. Yolu ortasına pedobarografi cihazının yerleştirileceği bir boşluk bırakıldı. Pedobarografi cihazı bu boşluğa yerleştirildi. Ölçüm yapılacak alanda kuvvetli hava akımı olmamasına özen gösterildi.

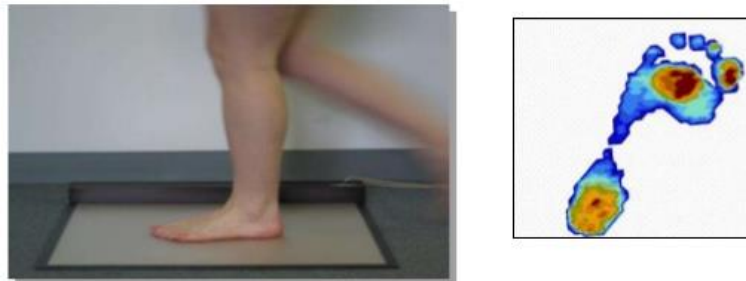


Şekil 2. Mid-gait protokolünde yürüyüş platformu ve basınç platformunun yerleştirilmesi.

Ölçüm yapmaya başlamadan önce her bir gönüllünün ağırlığı ölçülerek, bu ağırlığa göre cihaz kalibrasyonu yapıldı.

Gönüllülerden yürüme yolunun karşısında, yaklaşık olarak göz seviyesinde bir hedef noktaya bakacak şekilde, normal yürüme hızında yürüyerek pedobarografi cihazına basarak geçmeleri istendi (Şekil 3). Başarılı ve tatmin edici basışlardan elde edilen 3 sağ ayak ile ilgili ölçüm kaydedildi. Aynı ölçümler, aynı katılımcılarda 1 hafta sonra tekrarlandı. Tekrar öncesi her bir katılımcının 1 haftalık arada herhangi bir travma veya patolojik duruma maruz kalıp kalmadıkları sorgulandı.

HR Mat



Şekil 3. HR Mat (Tekscan) pedobarografi platformu.

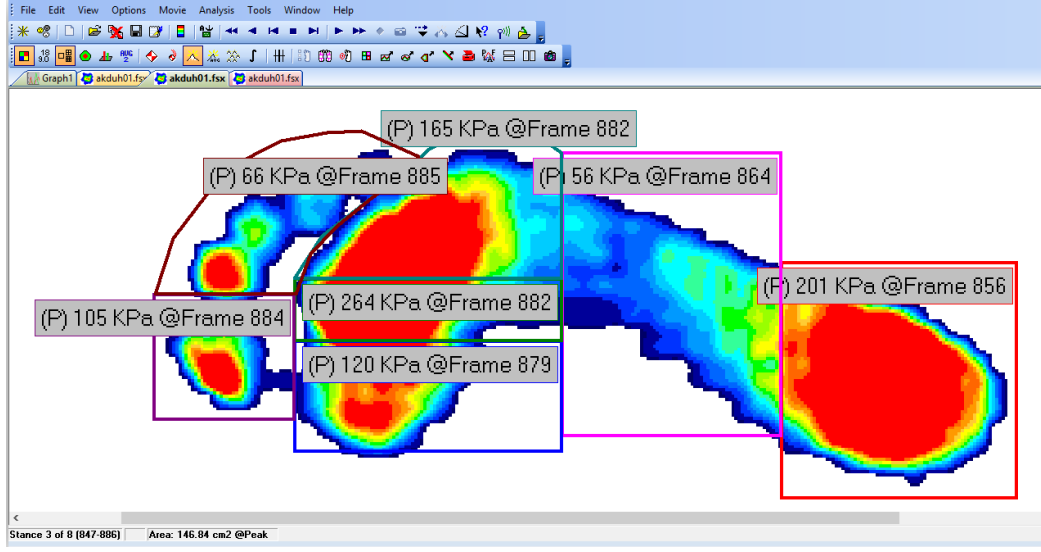
5.4. Verilerin İşlenmesi

Toplanan verilerin değerlendirilmesinde, ayak tabanına ait pedobarografik basınç verilerine, 7 bölgele maskeleme yapıldı (Şekil 4). Bu maskeleme yönteminin güvenilirliği, daha önceki çalışmalarda gösterilmiştir (McPoil ve ark 1999, Zammit, 2010). Maskeleme ile ayağın farklı bölgelerine ait bağımsız fonksiyonel veriler elde etmek mümkün olabilmektedir:

1. bölge: Arka ayak
2. bölge: Orta ayak
3. bölge: Ön ayak 1. metatars
4. bölge: Ön ayak 2. metatars
5. bölge: Ön ayak 3-4-5. metatars
6. bölge: Başparmak
7. bölge: Diğer parmaklar

Maskeleme yaparken ayak uzunluğunun (parmaklar hariç) 1/3 lük bölümlenmesi ile arka, orta ve ön ayak bölümleri belirlenmiştir. Ön ayak basınç noktalarına göre 3 bölüme ayrılarak 3., 4. ve 5. bölgeler elde edilmiştir. Her kişide sağ ayak için bir şablon oluşturularak, pedobarografik ölçümleri değerlendirilmiştir (Zammit, 2010).

Bölümlenme bittikten sonra cihazın yazılımı kullanılarak maksimum kuvvet (Force; N), temas alanı (CA, cm²), maksimum temas basıncı (CP, kPa) ve en yüksek temas basıncı (PCP, kPa) verileri bölgelere göre alınarak SPSS programına aktarılmıştır.



Şekil 4. Pedobarografik verinin 7 bölgesi maskelenmiş görünümü.

5.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

İstatistiksel analiz için SPSS v15.0 for Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanıldı. Öncelikle verilere normalitenin belirlenmesi için Kolmogorov-Simirnov testi uygulandı.

Oturum içi güvenilirlik için her bir oturumda elde edilen 3 sağ başarılı ölçüm için Intraclass Correlation Coefficient (ICC) ve Coefficient of Variance (CoV) hesaplandı. Testler arası güvenilirlik ve tekrarlanabilirlik için her bir oturumda elde edilen ölçümlerin ortalaması ile ICC, Standart Error of Measurement (SEM) ve Minimal Detectable Change (MDC) hesaplandı. Her bir oturumda elde edilen ortalama değerler arasında (Force, CA, CP, PCP) fark olup olmadığını belirlemek için paired-t test kullanıldı.

Oturum içi güvenilirliği (ICC) belirlemek için ICC2,3 absolute agreement modeli; oturumlar arası görece güvenilirliği (intersession relative reliability) belirlemek için ise ICC2,1 absolute agreement modeli kullanıldı (Weir 2005).

ICC hesaplanırken, %95 güvenilirlik aralığı (CIs) kullanıldı. ICC değerleri Munro'nun güvenilirlik sınıflamasına göre sınıflandırıldı: 0.26-0.49 düşük korelasyon; 0.5-0.69 ılımlı korelasyon; 0.7-0.89 yüksek korelasyon; 0.9-1.0 çok yüksek korelasyon (Munro 2005).

Intrasession absolute reliability hesaplamak için % CoV; intersession absolute reliability belirlemek için ise SEM ve MDC hesaplandı (Weir 2005). MDC ölçüm hatasından veya ölçüm farklılığından kaynaklanmayan en küçük değişiklik olarak tanımlanmaktadır (Haley ve Fragala-Pinkham 2006).

$$SEM = SD \cdot \sqrt{1 - ICC}$$

$$SD = \sqrt{SS_{total}/n - 1} \quad (SS_{total} = \text{karelerin toplamı})$$

$$MDC_{95} = SEM \cdot 1.96 \cdot \sqrt{2} \quad (\%95 \text{ güvenilirlik aralığı nedeniyle } MDC_{95} \text{ hesaplandı})$$

6. BULGULAR

Katılımcılar ile ilgili demografik veriler Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Katılımcıların demografik veriler.

Değişkenler	Mean (SD)
Yaş (yıl)	20.73 (0.85)
Katılımcı (erkek / bayan)	86 (40/46)
Boy (cm)	170.84 (8.93)
Ağırlık (kg)	67.13 (12.73)
Vücut kitle indeksi (kg/m ²)	22.85 (2.94)

Çalışmaya katılan gönüllülerin başarılı 3 sağ ayak pedobarografik verileri değerlendirildiğinde; oturum içi ICC değerleri 0,709 ile 0,983 arasında değişmekteydi. En düşük değer 1. metatars bölgesi ilk oturumunda (FrstMTTCP1) gözlemlendi. İki oturum arasında ICC değerleri hesaplandı. Elde edilen ölçümlerde 1. ve 2. oturumlar arası ölçüm güvenilirliğini gösteren ICC değerleri 0,810 ile 0,985 arasında değişmekteydi. En düşük değer topuk temas basıncında (HeelCP) elde edildi. Munro sınıflandırmasına göre ölçüm değerleri yüksek ve çok yüksek korelasyon gösterdi (Tablo 6).

Tablo 6. İki farklı oturumdaki elde edilen pedobarografik ölçümlerin ortalamaları arasındaki güvenilirliği (intersession relative reliability) belirlemek için, parametrelerin ortalama değerleri arasındaki korelasyon (ICC), paired-t test (ANOVA), CoV, SEM ve MDC95 değerleri (1. ve 2. oturum değerleri “1” ve “2” olarak belirtilmiştir).

PARAMETRE	MEAN(SD)	ICC (intraclass)	ICC (interclass)		ANOVA	CRONBACH' ALFA	CoV	SEM	MDC95
			ORT	MİN-MAX					
Total-FORCE1	876,24(189,63)	0,961	0,932	0,895-0,956	0,926	0,931*	5,91	49,45	137,07
Total-FORCE2	877,24(203,69)	0,956					6,39	53,12	147,23
Total-CA1	116,86(19,48)	0,983	0,985	0,977-0,990	0,686	0,985*	3,37	2,39	6,61
Total-CA2	116,66(18,83)	0,983					3,06	2,31	6,39
Total-CP1	207,22(42,80)	0,849	0,816	0,717-0,880	0,111	0,818*	9,94	18,36	50,89
Total-CP2	201,87(35,34)	0,871					8,95	15,16	42,02
Total-PCP1	709,28(153,73)	0,812	0,841	0,756-0,896	0,927	0,839*	12,87	61,30	169,91
Total-PCP2	710,46(165,54)	0,859					12,35	66,01	182,97

Heel-FORCE1	620,12(143,04)	0,919	0,913	0,867-0,943	0,164	0,914*	9,82	42,19	116,95
Heel-FORCE2	607,82(145,40)	0,930					9,18	42,89	118,88
Heel-CA1	34,39(5,78)	0,976	0,972	0,957-0,982	0,710	0,971*	3,97	0,97	2,68
Heel-CA2	34,31(5,56)	0,976					3,91	0,93	2,58
Heel-CP1	227,02(42,46)	0,842	0,810	0,706-0,876	0,039	0,815*	9,96	18,51	51,30
Heel-CP2	220,02(35,69)	0,847					9,58	15,56	43,12
Heel-PCP1	467,15(151,25)	0,918	0,907	0,857-0,939	0,203	0,907*	12,03	46,13	127,85
Heel-PCP2	455,72(131,64)	0,909					12,10	40,14	111,28
Midfoot-FORCE1	100,60(73,21)	0,892	0,929	0,892-0,954	0,546	0,929*	45,67	19,51	54,07
Midfoot-FORCE2	98,14(72,90)	0,901					36,28	19,42	53,84
Midfoot-CA1	20,25(9,10)	0,952	0,952	0,927-0,969	0,687	0,952*	21,60	1,99	5,53
Midfoot-CA2	20,08(8,69)	0,955					18,38	1,90	5,28
Midfoot-CP1	50,58(20,65)	0,775	0,877	0,812-0,920	0,425	0,877*	28,38	7,24	20,07

Midfoot-CP2	49,37(21,80)	0,808					20,79	7,65	21,19
Midfoot-PCP1	95,08(52,70)	0,799	0,882	0,819-0,923	0,476	0,881*	36,72	18,10	50,18
Midfoot-PCP2	92,39(53,93)	0,817					27,94	18,53	51,35
FrstMTT-FORCE1	169,70(75,35)	0,790	0,850	0,770-0,902	0,216	0,850*	29,41	29,18	80,89
FrstMTT-FORCE2	177,07(76,73)	0,833					26,07	29,72	82,37
FrstMTT-CA1	13,54(2,98)	0,924	0,949	0,922-0,967	0,351	0,949*	8,75	0,67	1,87
FrstMTT-CA2	13,67(2,85)	0,941					7,98	0,64	1,78
FrstMTT-CP1	143,66(45,90)	0,709	0,818	0,722-0,882	0,144	0,820*	24,76	19,58	54,28
FrstMTT-CP2	149,88(53,84)	0,835					21,46	22,97	63,67
FrstMTT-PCP1	298,51(152,60)	0,736	0,822	0,727-0,884	0,669	0,821*	32,75	64,38	178,46
FrstMTT-PCP2	303,97(149,68)	0,818					26,55	63,15	175,04
ScndMTT-FORCE1	179,33(72,94)	0,940	0,937	0,904-0,959	0,758	0,937*	13,82	18,31	50,75
ScndMTT-FORCE2	180,48(67,93)	0,949					12,27	17,05	47,26

ScndMTT-CA1	9,21(2,23)	0,967	0,963	0,943-0,976	0,537	0,962*	5,33	0,43	1,19
ScndMTT-CA2	9,16(1,93)	0,970					5,39	0,37	1,03
ScndMTT-CP1	263,80(77,42)	0,905	0,891	0,833-0,929	0,282	0,891*	13,53	25,56	70,85
ScndMTT-CP2	269,46(77,53)	0,922					12,17	25,60	70,95
ScndMTT-PCP1	464,47(175,66)	0,942	0,920	0,878-0,948	0,558	0,920*	14,11	49,68	137,72
ScndMTT-PCP2	470,53(174,51)	0,942					13,57	49,36	136,82
DigerMTT-FORCE1	364,05(123,10)	0,826	0,873	0,805-0,917	0,830	0,872*	20,98	43,87	121,60
DigerMTT-FORCE2	362,04(132,58)	0,876					18,91	47,25	130,96
DigerMTT-CA1	22,89(3,72)	0,908	0,922	0,880-0,949	0,657	0,921*	7,37	1,04	2,88
DigerMTT-CA2	22,99(3,83)	0,914					7,48	1,07	2,96
DigerMTT-CP1	195,57(46,21)	0,776	0,851	0,771-0,903	0,976	0,849*	15,84	17,84	49,44
DigerMTT-CP2	195,46(47,87)	0,846					14,60	18,48	51,22
DigerMTT-PCP1	485,93(148,38)	0,817	0,892	0,835-0,930	0,498	0,891*	18,17	48,76	135,16

DigerMTT-PCP2	492,94(157,04)	0,890					16,17	51,61	143,05
BasPRMK-FORCE1	159,35(61,57)	0,829	0,878	0,813-0,921	0,611	0,877*	25,47	21,51	59,61
BasPRMK-FORCE2	161,64(64,33)	0,879					21,48	22,47	62,28
BasPRMK-CA1	8,58(1,47)	0,907	0,906	0,856-0,939	0,738	0,905*	8,03	0,45	1,25
BasPRMK-CA2	8,61(1,35)	0,927					6,51	0,41	1,15
BasPRMK-CP1	198,80(61,03)	0,788	0,879	0,815-0,921	0,464	0,879*	21,99	21,23	58,84
BasPRMK-CP2	202,13(66,78)	0,868					18,31	23,23	64,39
BasPRMK-PCP1	510,50(204,13)	0,762	0,886	0,826-0,926	0,197	0,887*	29,09	68,92	191,04
BasPRMK-PCP2	530,19(236,19)	0,874					26,29	79,75	221,05
DigerPRMK-FORCE1	61,03(31,32)	0,934	0,885	0,823-0,925	0,070	0,887*	21,80	10,62	29,44
DigerPRMK-FORCE2	57,31(27,83)	0,898					24,10	9,44	26,16
DigerPRMK-CA1	7,96(2,64)	0,918	0,896	0,840-0,932	0,328	0,896*	14,91	0,85	2,36
DigerPRMK-CA2	7,8(2,48)	0,917					14,97	0,80	2,22

DigerPRMK-CP1	88,58(29,68)	0,910	0,852	0,774-0,904	0,107	0,855*	14,67	11,42	31,65
DigerPRMK-CP2	85,11(25,81)	0,888					15,03	9,93	27,52
DigerPRMK-PCP1	203,40(101,80)	0,931	0,916	0,871-0,946	0,76	0,918*	19,86	29,50	81,78
DigerPRMK-PCP2	193,27(88,08)	0,906					21,58	25,53	70,76

* Cronbach's alfa $p < 0.001$

FORCE birimi Newton, CA birimi cm^2 , CP birimi kPa, PCP birimi kPa

7. TARTIŞMA

Yürüme sırasında ayak tabanında oluşan basınç ve kuvvetlerin ölçülmesi için çeşitli ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Pedobarografi cihazları da klinik uygulamalarda ve bilimsel araştırma amacıyla plantar basınç ölçümünde kullanılmaktadır. Bu cihazların geçerlilik ve güvenilirlik düzeylerinin bilinmesi bilimsel olarak adlandırılması için çok önemlidir. Bu amaçla Tekscan firmasına ait HR Matscan pedobarografi cihazının güvenilirlik ve geçerliliğini bu çalışma ile değerlendirdik. Araştırmaya katılan katılımcılardan midgait yürüme protokolü ile 3 adet sağ ayağa ait pedobarografik veriler kayıt edildi. 1 hafta sonra tekrar aynı katılımcıların yine 3 adet sağ ayağın pedobarografik verisi Tekscan HRMatscan ile alındı. Elde edilen veriler 7 bölgeye maskeleyerek bölümlenerek, ayak tabanının bütünü ve farklı bölgelerini, dinamik olarak, kuvvet (Force), temas alanı (CA), temas basıncı (CP) ve basınç tepe noktası (PCP) olarak inceledik. Elde edilen ölçüm ve tekrar ölçüm sonuçları, tüm parametreler için karşılaştırılarak, ölçüm içi ve ölçümler arası tutarlılık değerlendirildi.

Yaptığımız çalışmada ölçüm içi tutarlılığın 0,709-0,983 arasında değiştiği gözlemlendi. En düşük değer 1. metatars altında elde edilen basınç değerinden (FrstMTT-CP1) elde edildiği gözlemlendi. Genel olarak baktığımızda ayak ortası bölümde diğer bölgelere göre daha düşük korelasyon görülmektedir. Gruplar arası güvenilirliğe baktığımızda 1. ve 2. haftalardaki 3 ölçümün ortalamalarının güvenilirliği 0,810-0,985 arasındadır. En düşük kayıt topuk altındaki toplam basınçta (Heel-CP) gerçekleşmiştir. Zammit ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kullandığımız cihaz ile benzer sensor teknolojisi kullanan fakat daha düşük çözünürlüklü cihazda, grup içi korelasyon katsayılarının 0,44-0,95 arasında değiştiği görülmüştür. Bu çalışmaya yakından bakıldığında üç ölçümün ortalamasının diğer haftadaki yine üç ölçüm ortalamasını gruplar arası korelasyonunda 3-4-5. metatarslar arasında en düşük korelasyon katsayıları tepe basınçlarında (PCP) görülmektedir (Zammit, 2010). Bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar da Zammit ve arkadaşlarının sonuçları ile uyumluydu.

Giderek kullanımı yaygınlaşan pedobarografi cihazlarının farklı teknoloji ile üretilen modelleri piyasaya çıkmaktadır. Bu cihazların ölçüm hassasiyetleri ve güvenilirlikleri, elde edilecek verilerin sağlığı açısından önemlidir. Bu cihazların deneysel veya tıbbi amaçla kullanılmadan önce ölçüm güvenilirliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla üretilen her cihazın güvenilirlik çalışması yapılmalıdır. Bir cihazın güvenilirliği, ölçümlerin bir oturumda birden fazla tekrarının kendi içinde ve farklı zamanlardaki ölçümler arasındaki korelasyonunun yüksek olmasını gerektirmektedir. Aynı cihazın birden fazla türevinin aynı örnekler üzerinde yaptığı ölçümlerin tutarlılığı da önemlidir. Farklı cihazların ölçüm değerlerinin korelasyonu da önemlidir. Bir çalışmanın bir başka çalışma ile karşılaştırılabilmesi için, her iki çalışmada farklı cihazlar kullanılmış olsa bile, sonuçlarının benzer olması, karşılaştırma imkanı vermesi açısından önemlidir.

Değişik sensör teknolojileri kullanılarak ticari olarak satılan farklı model ve yapılarda birçok pedobarografi cihazı bulunmaktadır. Bu aletlerin güvenilirliklerinin, tarafsız gözlemlerle ortaya konulması kliniklerde önem teşkil etmektedir. Bununla ilgili yapılan çalışmalarda Novel firmasına ait Emed cihazı ve özellikle çalışmamızda kullandığımız Tekscan Matscan marka cihazın karşılaştırıldığı literatür taramasında karşımıza çıkmıştır (Hafer ve ark 2013). Hafer ve arkadaşlarının çalışmasında elde edilen sonuçlar, her iki firmanın ürettiği platformların güvenilir ve tekrarlayan ölçüm sonuçlarının yüksek korelasyon gösterdiğini bildirmektedir. Aynı çalışmada tek bir platform kullanmanın ve güvenilir sonuç elde etmek için en az 3 yürüme denemesi yapılması gerektiği bildirilmektedir (Hafer, 2013). Biz çalışmamızda Tekscan markasının daha yüksek çözünürlüğe sahip ve aynı sensör teknolojisini kullanan HR Matscan model cihazını kullandık. Elde ettiğimiz sonuçlar geçerlilik ve güvenilirlik bakımından benzer şekilde yüksek korelasyon gösterdi. Hafer ve arkadaşlarının çalışmasında tek fark iki adım yürüme protokolü kullanmış olmalarına karşılık, biz çalışmamızda mid-gait yürüme protokolünü kullandık (Hafer, 2013).

Verilerimizi toplarken katılımcıların normal yolda yürüdükleri gibi doğal yürüme temposu ile yürümelerini istedik. Pedobarografik verilerin toplanmasında yürüme protokollerinden yararlanılır. Bu yürüme protokolleri kıyaslandığında uygulama alanları açısından birbirine göre üstünlükleri vardır. Literatürde en çok kullanılan

protokoller mid-gait protokolü, ilk adım protokolü, iki adım protokolü, üç adım protokolleridir (Bus ve de Lange 2005). Çalışmamızda mid-gait protokolünü tercih etmemizde en temel sebep, doğal yürüme temposunun sağlandığı bir protokol olmasıdır. Literatürde mid-gait protokolünün diğer yöntemlerle karşılaştırmalı çalışmaları yapılmış ve bu protokolün tutarlı bir protokol olduğu kabul edilmiştir. Mid-gait protokolü yürüme yolunun uzun olması, platformu hedef almada zorluk çekilmesi ve veri toplanmasının daha uzun sürmesi dolayısıyla, bazı çalışmalarda diğer protokoller tercih edilmektedir. Mid-gait dışında yaygın olarak kullanılan diğer protokollerden, elde edilen verilerin güvenilirliği açısından iki adım protokolü mid-gait protokolüne yakın sonuçlar vermektedir. Mid-gait ve ilk adım protokolü kıyaslandığında ilk adım protokolünde daha düşük basınçlar elde edilmiştir (McPoil, 1999).

Çalışmamıza 20-23 yaş grubuna ait 46 kız 40 erkekten oluşan hiçbir ortopedik, nörolojik ya da sistemik problemi olmayan sağlıklı bireyleri dahil edildi. Bu çalışmada katılımcıların normal vücut kitle indeksine sahip olması dahil olma kriteri olarak belirlendi. Yapılan çalışmalarda vücut kitle indeksinin artışının ayak tabanı basıncı üzerine etkisi olduğu görülmüştür. Obez kişilerde ayağın önünde ve ortasında daha fazla temas alanı vardır. Ayağın tüm bölümlerinde obez kişilerde daha yüksek basınç ve kuvvetler kaydedilmiştir (Cimolin ve ark 2011, Cau ve ark 2014). Bu çalışmaya paralel olarak yapılan diğer bir çalışmada ayak genişliğinin obez kişilerde artış gösterdiği ve yürüme sırasında daha yüksek basınçların kaydedildiği gösterilmiştir (Hills ve ark 2001). Bu sonuçlar doğrultusunda vücut kütle indeksinin ayak tabanı basınç dağılımında etkili bir faktör olduğu ve morfolojik olarak vücut kitle indeksinin ayakta şekil değişikliğine neden olabileceği sonucuna varılabilir. Bu faktörler doğrultusunda grup homojenitesinin önemli olduğu sonucuna varılmaktadır. Elde edilen plantar basınç değerlerinin kıyaslanabilir olması açısından, dahil olma kriteri olarak katılımcıların vücut kitle indeksinin 18-25kg/m² aralığında olmasına dikkat edildi.

Alt ekstremite sorunlarımızın pedobarografik verileri etkilediği bilinmektedir (Tuna ve ark 2005, Riad ve ark 2007). Amerikan ortopedik ayak ve ayak bileği derneği (American Orthopaedic Foot & Ankle Society-AOFAS) tarafından ayak sağlığını

değerlendirmek için klinik derecelendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu sistemde ayak ve ayak bileği, ayak ortası, metatarsfalangeal ve interfalangeal eklemleri değerlendiren skorlama yapılmaktadır. Bu sistemle kişiler sıfır ile yüz puan arasında skorlanmaktadır (Ibrahim ve ark 2007). Çok değişik ayak patolojileri; pes cavus, pes planus, diyabetik nöropati, romatoid artrit, metatarsal kırıklar gibi patolojiler ayakta ağrı ve basma bozukluklarına neden olabilmektedir (Skopljak ve ark 2014). Bu amaçla grup içindeki homojeniteyi sağlamak amacı ile gönüllüleri AOFAS klinik derecelendirme skorlaması yapılmıştır. Çalışmaya yüz tam puan alan gönüllülerin katılması ile ölçümler arasındaki farklılıklar minimuma indirilmeye çalışılmıştır. Böylelikle çalışmanın önce ve sonraki çalışmalarla kıyaslanabilirliği artırılmıştır.

Elde edilen pedobarografik verinin, ayak taban anatomisine uygun olarak bölümlere ayrılarak değerlendirilmesi “maskeleme” olarak adlandırılmaktadır. Bu maskeleme anatomik ve geometrik yapılabilir. Maskeleme prosedürleri genellikle firmaların ürettikleri yazılımlarla yapılmaktadır. Bu yazılımlar kendi algoritmaları sayesinde otomatik olarak maskeleme yapabilecekleri gibi, araştırmacılarda el ile maskeleme yapabilmektedirler. Ayak genel olarak maskelenirken topuk-ayak ortası-ayak önü-parmaklar olarak bölümlere ayrılmaktadır. Bu bölümler medial ve lateral, ayak önünde metatarslar, ayak parmaklarında başparmak ve diğer parmaklar olarak bölümlenebilmektedir(Barnett 1998). Zammit ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada bizim de çalışmada kullandığımız 7 bölgeyi maskeleme metodunu kullanmışlardır. Maskelemenin oluşturulmasında tek bir kişi tarafından aynı kişilere birer hafta arayla aynı ölçümlere referans olmaksızın yapılan maskelemede ICC değerleri 0,98’in üzerinde bulunmuştur (Zammit, 2010). Yaptığımız çalışmada ayak tabanı topuk, ayağın ortası, 1.metatars, 2.metatars, diğer metatarslar, başparmak ve diğer parmaklar olmak üzere yedi bölgeye ayrıldı. Bu maskeleme yönteminin ayak anatomisine daha uygun olduğunu ve değerlendirme yaparken ayak hakkında daha çok fikir vereceğini düşünüyoruz.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Pedobarografi ayak tabanı basınç dağılımı hakkında bilgi vermesi yanı sıra, postür ve denge ile ilgili çeşitli değerlendirme ve tanısal çalışmalarda kullanılabilecek bir yöntemdir. Ortopedik, endokrin, romatizmal veya nörolojik çeşitli rahatsızlıklarda kullanılabilmesi nedeniyle, kullanım alanı giderek artmaktadır. Bu cihazların klinik kullanımda güvenilir sonuçlar vermesi, doğru değerlendirme açısından önem arz etmektedir. Gün geçtikçe gelişen teknoloji, bu alanda da yeni cihazların kullanıma girmesini sağlamaktadır. Bu cihazların ölçüm sonuçlarının geçerlik ve güvenilirliği bilimsel yöntemlerle değerlendirilmelidir. Bu sayede bir cihazın klinik kullanım başta olmak üzere hassas alanlarda tutarlı, doğru ve güvenilir sonuç verdiğiinden emin olunabilir.

Anabilim dalımız envanterinde bulunan resistif sensör teknolojisi kullanan HR Mat (Tekscan) pedobarografi cihazı, yüksek çözünürlüklü ve nispeten yeni bir cihaz olup, bu cihaz ile yapacağımız klinik ve bilimsel çalışmalarda, dinamik ölçüm sonuçlarının tutarlılığını ve güvenilirliğini belirlemek için bu çalışmayı planladık. Elde ettiğimiz sonuçlar, bu cihazın dinamik ölçüm sonuçlarının ölçüm içi ve ölçümler arasında yüksek ve çok yüksek tutarlılık gösterdiğini ortaya koydu. Bu cihaz ile yapılacak olan çalışmaların güvenilir ve tutarlı sonuçlar vereceğini göstermektedir. Aynı zamanda klinik kullanımda, hassas sonuçlar gereken durumlarda, bu cihazın kullanımının uygun olduğu kanısındayız.

9. KAYNAKLAR

Abdul Razak, A. H., A. Zayegh, R. K. Begg and Y. Wahab (2012). "Foot plantar pressure measurement system: a review." *Sensors* **12**(7): 9884-9912.

Akçalı, İ. D., M. Gülşen and K. Ün (2009). *Kas-İskelet Sistemi Biyomekaniği*. Adana, Nobel Kitabevi.

Akman, M. N. and M. Karataş (2003). *Temel ve uygulanan kinezyoloji*, Haberal Eğitim Vakfı.

Arıncı, K. and A. Elhan (Cilt 1, 2014). *Anatomi*. Ankara, Güneş Kitabevi.

Arıncı, K. and A. Elhan (Cilt 2, 2014). *Anatomi*. Ankara, Güneş Kitabevi.

Barnett, S. (1998). "International protocol guidelines for plantar pressure measurement." *The diabetic foot* **1**: 137-140.

Bus, S. A. and A. de Lange (2005). "A comparison of the 1-step, 2-step, and 3-step protocols for obtaining barefoot plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot." *Clinical biomechanics* **20**(9): 892-899.

Cau, N., V. Cimolin, M. Galli, H. Precilios, E. Tacchini, C. Santovito and P. Capodaglio (2014). "Center of pressure displacements during gait initiation in individuals with obesity." *J Neuroeng Rehabil* **11**: 82.

Cimolin, V., L. Vismara, M. Galli, F. Zaina, S. Negrini and P. Capodaglio (2011). "Effects of obesity and chronic low back pain on gait." *J Neuroeng Rehabil* **8**: 55.

Giacomozzi, C. and K. Vaclav (2011). "Potentialities and criticalities of plantar pressure measurements in the study of foot Biomechanics: devices, methodologies and applications." *foot* **767**(470): 61.

Hafer, J. F., M. W. Lenhoff, J. Song, J. M. Jordan, M. T. Hannan and H. J. Hillstrom (2013). "Reliability of plantar pressure platforms." *Gait & posture* **38**(3): 544-548.

Haley, S. M. and M. A. Fragala-Pinkham (2006). "Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy." *Phys Ther* **86**(5): 735-743.

Hall, J. E. (2010). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*, Elsevier Health Sciences.

Hills, A., E. Hennig, M. McDonald and O. Bar-Or (2001). "Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis." *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders* **25**(11).

Ibrahim, T., A. Beiri, M. Azzabi, A. J. Best, G. J. Taylor and D. K. Menon (2007). "Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales." *The Journal of foot and ankle surgery* **46**(2): 65-74.

Kelikian, A. S. (2012). *Sarrafan's Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional*, Wolters Kluwer Health.

Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*, Elsevier.

McPoil, T., M. Cornwall, L. Dupuis and M. Cornwell (1999). "Variability of plantar pressure data. A comparison of the two-step and midgait methods." *Journal of the American Podiatric Medical Association* **89**(10): 495-501.

Moore, K. L. and A. F. Dalley (2007). *Kliniğe Yönelik Anatomi*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri.

Moore, K. L., T. V. N. Persaud and M. G. Torchia (2015). *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*, Elsevier Health Sciences.

Munro, B. H. (2005). *Statistical Methods for Health Care Research*, Lippincott Williams & Wilkins.

Riad, J., S. Coleman, J. Henley and F. Miller (2007). "Reliability of pediobarographs for paediatric foot deformity." *Journal of children's orthopaedics* **1**(5): 307-312.

Shumway-Cook, A. and M. H. Woollacott (2012). *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*, Lippincott Williams & Wilkins.

Skopljak, A., M. Muftic, A. Sukalo, I. Masic and L. Zunic (2014). "Pedobarography in Diagnosis and Clinical Application." *Acta Informatica Medica* **22**(6): 374.

Standring, S. (2015). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*, Elsevier Health Sciences.

Suresh, R., S. Bhalla, J. Hao and C. Singh (2015). "Development of a high resolution plantar pressure monitoring pad based on fiber Bragg grating (FBG) sensors." *Technology and Health Care* **23**(6): 785-794.

Tuna, H., M. Birtane, N. Taştekin and S. Kokino (2005). "Pedobarography and its relation to radiologic erosion scores in rheumatoid arthritis." *Rheumatology international* **26**(1): 42-47.

Wallmann, H. W. (2009). "Physical Matters: The Basics of Balance and Falls." *Home Health Care Management & Practice*.

Weir, J. P. (2005). "Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM." *The Journal of Strength & Conditioning Research* **19**(1): 231-240.

Zammit, G. V., H. B. Menz and S. E. Munteanu (2010). "Research reliability of the TekScan MatScan® system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot level walking in healthy adults." *J Foot Ankle Res* **3**(11).

10. EKLER

EK:1

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Esmâ YILMAZ

Doğum Yeri: Şiran Doğum Tarihi :10.06.1984

Uyruğu: T.C. Tel:05368970381

E-mail: fztesma@hotmail.com

Eğitim Düzeyi

Mezun Olduğu Kurumun Adı /Mezuniyet Yılı

Karaburun Lisesi-2001

Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu-2005

İş Deneyimi

Görevi Kurum Süre (Yıl - Yıl)

Latife Kovser Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Dal Merkezi-2005-2007

Atafizik Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Dal Merkezi-2007

İzmir Ödemiş Devlet Hastanesi-2007-2009

Afyon Kocatepe Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi-2009-.....,

Yabancı Dilleri Okuduğunu Anlama-Konuşma-Yazma

İngilizce orta-orta-orta

Bilgisayar Bilgisi

Program Kullanma becerisi:

Orta

Yabancı Dil Sınav Notu:53.750 Üds

Ales Puanı

Sayısal -Eşit Ağırlık-Sözel:65-65-64

EK 2: TURNITIN Orjinallik Raporu

15.06.2016 [preferences](#)

Turnitin

ESMA TEZ
ESMA YILMAZ tarafından

İşleme kondu: 09-Haz-2016 15:23 GST
NUMARA: 682715542
Kelime Sayısı: 12341
Gönderildi: 1

Orjinallik Raporu
Doküman Görüntüleyici

[all rights reserved](#) [bibliography](#) [check](#) [lookup](#) [select](#) [view](#)

Benzerlik Endeksi
%10

Kaynağa göre Benzerlik
İnternet Sources: %7
Yayımlar: %6
Öğrenci Ödevleri: %5

mod: [en yüksek eşleşme oranlarını bir arada göster](#)

Yılmaz
Tez Danışmanı
Prof. Dr. Turcu Yılmaz

https://turnitin.com/newreport.asp?lang=tr&id=682715542&it=1&bypass_cv=1

1/3