

T.C.  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ  
Anatomi Anabilim Dalı

**SAĞLIKLI ERİŞKİN KADIN VE ERKEKLERDE AYAK  
ÖLÇÜLERİ İLE STATİK VE DİNAMİK PLANTAR BASINÇ  
DAĞILIMLARININ PEDOBAROGRAFİK YÖNTEMLE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**(UZMANLIK TEZİ)  
Dr. Serkan Özgür**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Enis Cezayirli**

**Manisa 2014**

## ÖNSÖZ

Araştırmam süresince bana yol gösteren ve yardımcı olan danışmanım Sayın Doc.Dr.Enis CEZAYİRLİ'ye, asistanlığım boyunca bilgi ve fikirleriyle her konuda destek olan ve yetişmemi sağlayan hocam Sayın Prof.Dr.Tuncay VAROL'a, Ege üniversitesi Tıp fakültesi Anatomi Ana Bilim Dalından Sayın Prof. Dr. *Mete* ERTÜRK'e ve her konuda desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Prof.Dr.ibrahim TUĞLU'ya, Prof.Dr.V.Sevinç İNAN'a ve Prof.Dr.İ.Şebnem ÖRGÜÇ'e çalışmalarım boyunca her konuda desteğini esirgemeyen ve yanımda olan Sebahat KÖKER'e bugünlere ulaşmamı sağlayan değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Serkan ÖZGÜR  
MANİSA 2014

## İçindekiler

I.GİRİŞ .....	1
II.GENEL BİLGİLER.....	3
II.1 Alt Ekstremitte Anatomisi.....	3
II.1.1 Pelvis Anatomisi .....	3
II.1.1.1 Pelvis Kemikleri, Eklem ve Bağları .....	3
II.1.1.2 Pelvisin Kasları.....	8
II.1.2 Pars Libera Membri Inferiores .....	8
II.1.2.1 Pars Libera Membri Inferiores Kemikleri .....	8
II.1.2.1.1 Femur (os femoris; uyluk kemiği) .....	8
II.1.2.1.2 Patella.....	10
II.1.2.1.3 Tibia .....	10
II.1.2.1.4 Fibula .....	11
II.1.2.1.5 Ossa Tarsi .....	15
II.1.2.1.5.1 Talus.....	15
II.1.2.1.5.2 Calcaneus.....	16
II.1.2.1.5.3 Os Naviculare .....	17
II.1.2.1.5.4 Os Cuboideum.....	17
II.1.2.1.5.5 Ossa Cuneiforme.....	17
II.1.2.1.6 Ossa Metatarsi.....	18
II.1.2.1.7 Ossa Digitorum Pedis .....	19
II.1.2.2 Pars Libera Membri Inferiores Eklemleri .....	20
II.1.2.2.1 Art. Coxae (Coxofemoralis-kalça eklemi).....	20
II.1.2.2.2 Art. Genus(Diz eklemi).....	22
II.1.2.2.3 Tibia ve Fibula Arasındaki Eklemler.....	24
II.1.2.2.4 Ayak Eklemleri ve Bağları .....	25
II.1.2.2.4.1 Ayak Bileği Eklemi(Art. Talocruralis).....	25
II.1.2.2.4.2 Artt. intertarsalia.....	27
II.1.2.2.4.3 Art. Subtalaris (Art Talocalcanea) .....	27
II.1.2.2.4.4 Art. tarsi transversa:.....	27
II.1.2.2.4.5 Articulationes Tarsometatarsales( Lisfranc Eklemi )..	30

II.1.2.2.4.6 Articulationes Intermetatarsalis.....	30
II.1.2.2.4.7 Articulationes Metatarsophalangeae.....	31
II.1.2.2.4.8 Articulationes Interphalangea Pedis .....	31
II.1.2.3 Ayak Kubbesi .....	31
II.1.3 Alt Taraf Kasları (Musculi Membri Inferioris).....	33
II.1.3.1.Kalça Kasları .....	34
II.1.3.3 Uyluğun Ön Tarafındaki Kasları .....	39
II.1.3.4 Uyluğun Medial Tarafındaki Kasları .....	40
II.1.3.5 Uyluğun Arka Tarafındaki Kasları.....	42
II.1.3.6 Bacağın Ön Tarafındaki Kasları .....	43
II.1.3.8 Bacağın Arka Tarafındaki Kaslar.....	45
II.1.3.9 Ayağın İntrinsik Kasları.....	48
II.2 Embriyolojisi .....	54
II.3 Yürüme Mekanikliği.....	56
II.3.1 Yürüme Döngüsü .....	57
II.3.1.1 Duruş Fazı.....	58
II.3.1.2 Salınım Fazı .....	60
II.3.3 İnsanda Ağırlık Merkezi.....	60
II.3.4 Yürüyüş Döngüsünde Alt Ekstremitte Hareketleri.....	62
II.3.5 Yürüyüş Döngüsünde Kaslar .....	63
II.4 Pedobarografi .....	64
II.4.1 Pedobarografi Tarihçesi .....	64
II.4.2 Pedobarografi Cihazları .....	67
II.4.3 Sensör Teknolojileri .....	69
II.4.3.1 Resistif Sensörler .....	69
II.4.3.2 Kapasitif Sensorler .....	70
II.4.3.3 Piezoelectric Sensorler.....	71
II.4.4 Platform Tipi Pedobarografi Cihazlarında Veri Elde Edilmesi İle İlgili Protokoller Ve Verilerin Analizi .....	71
II.4.4.1 Yürüme Protokolleri.....	71
II.4.4.2 Verilerin Analizi .....	72
III. GEREÇ-YÖNTEMLER.....	75

III.1 Katılımcılar.....	75
III.2 Ölçüm Cihazları .....	75
III.3 Veri Toplama Prosedürü .....	75
III.4 Verilerin İşlenmesi .....	78
III.5. Verilerin Analizi .....	80
IV. BULGULAR .....	81
IV.1 18-25 yaş grubuna ait veriler .....	82
IV.2 26-35 Yaş Grubuna Ait Veriler .....	84
IV.3 36-45 Yaş Grubuna Ait Veriler .....	86
IV.4 46-55 Yaş Grubuna Ait Veriler .....	89
IV.5 56-65 Yaş Grubuna Ait Veriler .....	91
IV.5 Statik ölçüm.....	94
V.TARTIŞMA .....	95
VI. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	102
VII. ÖZET .....	102
VIII. ABSTRACT .....	104
IX. KAYNAKLAR .....	105

## I.GİRİŞ

Biyomekanik bir disiplin olarak bakıldığında fizik ve mekanik kurallarının biyolojik sistemler üzerinde araştırılmasını amaç edinmektedir[1]. İnsan vücut biyomekaniğine yakından bakıldığında bipedal bir canlı olan insanın ağırlık merkezinin yeri ve hareketlerinin denge ve postür üzerinde önemli bir yer tuttuğu görülmektedir[2]. Örneğin yürüme sırasında vücudun ağırlık merkezi öne doğru yer değiştirmekte fakat lokomotor sistem buna uyum göstererek denge ve postürün sürdürülmesini sağlar. Bu sırada insanın yeryüzü ile temasını sağlayan alt ekstremitte sisteminin yapısı ve hareketlerinin önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Her ne kadar vücut yerçekimine karşı tüm lokomotor sistemle dengeyi sağlamaya çalışsa da en nihayetinde ayak ve ayak tabanıyla bu cevabı sonuçlandırmaktadır[3]. Bu yüzden bu sistemi anlamak için, ayağın anatomi, biyomekanik, fizyoloji ve kineziyolojisini bilmek önemlidir

Ayak ve ayak bileğine genel olarak bakıldığında 26 kemik, 33 eklem, 100 ün üzerinde kas tendon ile lokomotor sistem tamamlanmakta ve vücutta yer alan kemiklerin neredeyse  $\frac{1}{4}$  ünün ayakta yer alması, bu yapının kendine özgü ve kompleks yapısını göstermektedir[4]. Birbiriyle yoğun etkileşimde olan bu yapılar her ne kadar günümüz görüntüleme teknikleriyle gösterilebilse ve simülasyonları yapılabilse de, bu yapılar üzerinde ayağın yer ile temasında oluşan kuvvet vektörlerinin gösterilebilmesi çok güçtür[5, 6]. Bu yüzden günümüzde ayak tabanında oluşan bu basınçların gösterilebilmesi için pedobarografi cihazları kullanılmaktadır.

Pedobarografi cihazları, çok marka ve çeşitte olmalarına karşın, genel olarak bakıldığında yan yana dizilmiş küçük basınçölçer sensörlerden meydana geldikleri görülmektedir. Bu sensörler santimetre kare de 4 adet yer alacak kadar küçültülmüşler ve saniye başına alınan ölçüm sayılarında (Hertz) önemli iyileştirmeler yapılmıştır[7]. Bu aletler çıplak ayak ile ölçüm

yapılan sistemler ve ayakkabı içerisinde yerleştirilerek ölçüm yapılan sistemler olarak iki grupta incelenmektedir[8]. Her iki sistemin birbirlerine göre avantajları, dezavantajları olmakla birlikte araştırılacak konuya göre pedobarografi cihazının seçimi önemlidir[9, 10]. Her iki cihazda ölçümler statik ve dinamik olarak yapılabilmektedir. Statik ölçümler iki ayak üzerinde duruş halini, dinamik ölçümler ise yürürken yapılan ölçümleri ifade etmektedir.

Cihazlar ile sensör bazında elde edilen basınç verileri bilgisayara kayıt edilerek bütüncül bir veri oluşturulmakta ve ayağın basınç noktalarına ait harita oluşturulmaktadır. Bu basınç verileri bilgisayar programı vasıtasıyla yorumlanarak ağırlık merkezinin yönü, artmış basma noktaları... gibi bir çok bilgiye ulaşılabilmektedir. Elde edilen veriler Tablo 1 de belirtildiği alanlarda kullanılmaktadır[11]:

Tablo 1: Ayak basınç ölçümleri ile ilgili çalışmaların alanları

<ul style="list-style-type: none"><li>• Ortopedik tanı ve cerrahi<ul style="list-style-type: none"><li>- Halluk Valgus cerrahisi</li><li>- Metatarsalji cerrahisi</li><li>- Diabetik ayak cerrahisi</li><li>- Romatoid artrit cerrahisi</li><li>- Fraktür cerrahisi (Tarsal, metatarsal, kalkaneal)</li><li>- Diz operasyonları (Artroskopi, ampute)</li><li>- Pes planus cerrahisi</li><li>- Ligaman zedelenmesi</li><li>- Koksartroz erken tanı</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Konservatif<ul style="list-style-type: none"><li>- Ortez uygulamaları</li><li>- Ayakkabı modifikasyonları</li><li>- Bası yaraları (tekerlekli sandalye)</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Biyomekanik<ul style="list-style-type: none"><li>- Yürüme paterni</li><li>- Atletik ayak</li><li>- Gebe</li><li>- Ağırlıklara adaptasyon</li><li>- Çocuk ve erişkin normal değerler</li><li>- Adelosan skolyoz yüklenme paternleri</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Diyabetik ayak<ul style="list-style-type: none"><li>- Basınç değerleri</li><li>- Ayakkabı modifikasyonu</li><li>- Ülser riski</li><li>- İskemi</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nörolojik<ul style="list-style-type: none"><li>- Hemipleji</li><li>- Parapleji</li><li>- Serebral palsi</li></ul></li></ul>

Yapılan çalışmalarda ve klinik kullanımda ayak taban basınç dağılımina ait normatif değerlerin saptanması çok önemlidir. Elde edilecek bu türden bir veri ile daha sonra yapılacak çalışmalarda kontrol gruplarının seçiminde yada direk olarak kontrol grubu olarak alınabilmesi, Türk toplumunun ayak karakteristiğinin belirlenmesi, ayak sağlığı ve günlük kullanım için üretilen ortez ve protezlerin tasarlanması için önemli bir veri tabanı oluşturacaktır. Bu sebeplerden dolayı toplumumuzun ayak taban basınç karakteristiğini belirlemek için bu çalışma planlanmıştır.

## **II. GENEL BİLGİLER**

### **II.1 Alt Ekstremitte Anatomisi**

#### **II.1.1 Pelvis Anatomisi**

##### **II.1.1.1 Pelvis Kemikleri, Eklem ve Bağları(Resim 1)**

Pelvis iki adet os coxae, os sacrum ve os coccygis'den oluşur. İki os coxae kemikleri birbirleriyle n tarafta symphysis pubica adı verilen kartilaginz eklem ile birleşirler. Arkada ise aralarına giren os sacrum ile art. sacroiliaca ile birleşir. Pelvis iskeleti yukarıda omurga, aşağıda ise femur ile eklem yaparak sağlam bir kemik halka oluşur [12].

Pelvis boşluğuna cavitas pelvis adı verilir; anaksı bir yapıya sahip olan bu boşlukta bağırsaklar, idrar yollarının alt bölümleri ve iç genital organlar bulunur [13, 14].

Pelvis major ve pelvis minor arasındaki sınırı oluşturan apertura pelvis superior'u (linea terminalis) arkada promontorium, ala ossis sacri'nin ön kenarı, yanlarda linea arcuata ve pecten ossis pubis (iki yapıya birlikte linea iliopectinea adı verilir), nde ise crista pubica'nın arka kenarı ile symphysis pubica'nın st kenarı oluşturur [15]. Pelvis minor'un alt çıkıntısına ise



apertura pelvis inferior adı verilir. Bu yapı ön-yan taraflarda iskion-pubis kolu, yanlarda tuber ischiadicum ve dorsal tarafta os coccygis ile sınırlandırılmıştır. Apertura pelvis inferior'da üç tane çentik bulunur: birisi tuber ischiadicum'ların önünde, ikisi de arkasındadır [12]. Öndeki çentik iskion-pubis kolları arasında; angulus subpubicus adını alır. Arkadaki çentikli yapı da os sacrum ile os ischium arasında oluşur ve buraya da inc. ischiadica major ve minor olarak adlandırılır. Bu yapılar lig. sacrotuberale ve lig. sacrospinale bağları ile kapatılmıştır. Bu şekilde oluşan geçitlere for. ischiadicum majus ve minus adı verilir [12, 15, 16].

### **Pelvis'in Eklemleri (Juncturae Pelvici);**

Pelvis iki ayağın üzerinde durulduğunda hem iç organların yükünü taşıyan hemde gövdenin ağırlığını alt ekstremitelere dağıtan bir yapı halindedir. Art. sacroilica, art. sacrococcygea ve symphysis pubica olmak üzere üç eklem ve bu eklemleri kemiklere bağlayan birçok bağlardan meydana gelir. Bu bağları [12] ;

- 1-Os sacrum ile os ilium arasında uzananlar,
- 2-Os sacrum ile os ischium arasında uzananlar,
- 3-os sacrum ile os coccygis arasında uzananlar,
- 4-İki tarafın pubis'ini birbirine bağlayanlar olarak dört grupta toplayabiliriz.

**Art. sacroiliaca:** Os sacrum ile os ilium'un üzerinde, facies auricularis'lerin arasında oluşan synovial bir eklem olmasına rağmen eklem yüzleri pürüklü olup sınırlı hareket yapabilir. Sacrum'daki eklem kıkırdağı hyalin, iliumdaki ise fibröz yapıdadır [17].

### **Bağları [18] (Resim 1):**

**Lig. sacroiliaca anterior:** Sacrumun birinci ve ikinci ön yüzlerini ilium'a bağlayan ince liflerden oluşur.

**Lig. sacroiliaca posterior:** Sacrum ve ilium arasında arka taraftaki oluk içerisinde bulunan kuvvetli bağlar ve esas bağ kabul edilir. Sacrumun üçüncü segmentini spina iliaca posterior superior'a bağlar ve burada lig. sacrotuberale ile kaynaşır.

**Lig. sacroiliaca interosseum:** Ligg. sacroiliaca posteriora'nın derininde bulunur, tuberositas sacralis'i tuberositas iliaca'ya bağlayan kuvvetli bağlardır.

**Lig. sacrospinale:** Üçgen şeklinde ince bir bağıdır. Geniş olan tabanı sacrumun, os coccygis'in ve lig. sacrotuberale'nin ön yüzlerine, tepesi ile spina ischiadica'ya tutunur[13]. Önde m.coccygeus, arkada lig. sacrotuberale'ye kaynaşmış üst kenarı ile for. ishiadicum majus'u, alt kenarı ile de for. ishiadicum minus'u sınırlar. Sinovial eklem olmasına rağmen zorlanma durumunda sınırlı hareket eder [15].

**Artt. sacrococcygea:** Son sakral omur ile birinci koksigeal omur arasında bulunan symphysis tipi bir eklemdir. Bu eklem columna vertabralis'teki omurlar arasındaki eklemlere benzer ve bir discus intervertebralis bulunur [15].

**Bağları [16, 19]:**

**Lig. sacrococcygeum posterius [dorsale] superficiale ve profundum:** Hiatus sacralis'in kenarında os coccygis'in dorsal tarafına uzanır.

**Lig. sacrococcygeum anterius [ventrale]:** Periosteum ile kaynaşmış olarak her iki kemiğin ön tarafında, düzensiz birkaç lif şeklinde bulunur.

**Lig. sacrococcygeum [laterale]:** Her iki kemiği yan taraflarından birbirine bağlar ve beşinci sakral sinirin geçtiği deliğin oluşmasına yardımcı olur.

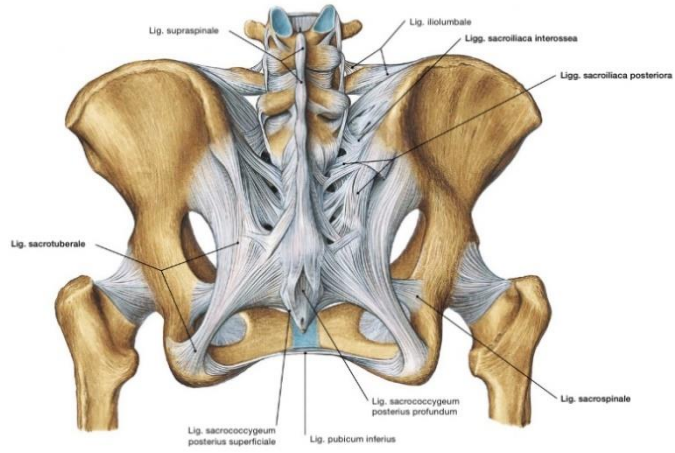
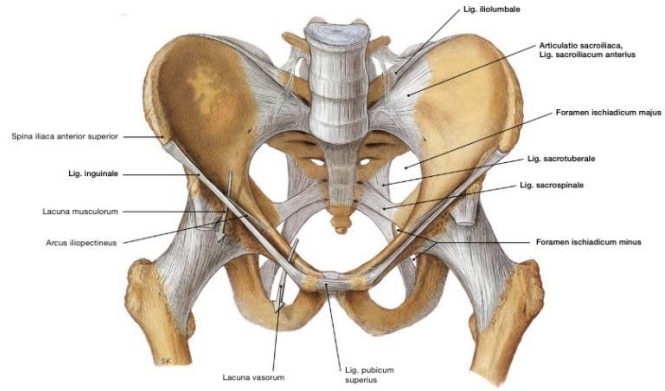
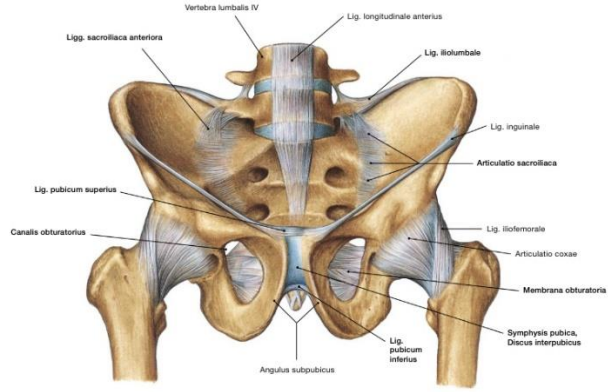
**Symphysis pubica:** Karşılıklı os pubis'lerin birbirlerine bakan eklem yüzlerinin (facies symphysialis) arasında, discus interpubicus (fibrocartilago interpubica) aracılığı ile gerçekleşen hemiarthrosis(yarı oynar) eklemdir[17].

**Bağları[15, 16]:**

**Lig. pubicum superius:** Her iki kemiğin üst kısmında bulunur ve yanlarda tuberculum pubicum'a kadar uzanır.

**Lig. arcuatum pubis:** iki os pubis'in alt kısmında bulunur, ramus inferior osis pubis'leri birbirine bağlar ve discus interpubicus'a da sıkıca tutunmuştur. Yan taraflarda processus falciformis ile devam eder.

**Discus interpubicus,** os pubis'in facies symphysialis'lerini birbirine bağlar, fibrokarilaginöz yapıdaki diskidir. Facies symphysialis'ler hiyalin kıkırdakla örtülü olup küçük çıkıntıları bulunur. Bu çıkıntılar sayesinde iki oluşum birbirine sıkıca tutunmuştur.



**Resim 1. Pelvis Kemikleri ve Bağları (Sobotta insan anatomisi, 2001 atlasından alınmıştır)**

### **II.1.1.2 Pelvisin Kasları**

M.levator ani ve m.coccygeus mm.diaphragmatis pelvis'i oluşturur. Karın boşluğunun alt kısmıdır ve bunun üzerinde pelvis organları ile karın organları oturur[20]. Diaphragma pelvis rektum, uretra, kadınlarda vagina tarafından delinir. Diaphragma pelvis'in altında diaphragma uregenitale bulunur ve bu iki tabaka çok yakın ilişki içindedir[21].

M.levator ani, m.pubococcygeus, m.iliococcygeus, m.coccygeus, m.sacrococcygeus ventralis, m.sacrococcygeus dorsalis kaslarından oluşur[15, 20].

### **II.1.2 Pars Libera Membri Inferiores**

Pars libera membri inferiores uyluk, bacak ve ayak olmak üzere üç bölüme ayrılır[12].

#### **II.1.2.1 Pars Libera Membri Inferiores Kemikleri (Resim 2)**

##### **II.1.2.1.1 Femur (os femoris; uyluk kemiği)**

İnsan vücudunun en uzun, en kalın ve en sağlam kemiğidir ve uzunluğu tüm gövdenin yaklaşık %25'i kadardır. Yukarıda acetabulum ile kalça eklemine oluşturmak üzere eklemleşir ve bu şekilde alt ekstremitenin gövde ile bağlantısını sağlar. Aşağıda ise tibia ve patella ile birleşerek diz eklemine oluşturur[12, 15].

Ayakta düz durulduğunda femur'un uzun eksenini yukarıdan aşağı ve dıştan içe doğru olup, içe doğru eğik olarak uzanır. Bu nedenle de her iki taraf femur aşağı doğru inildikçe birbirine yaklaşırlar. Üst uçları birbirinden daha uzakta olup bu eğim ve mesafeler kadınlarda daha fazladır[22].

Femur'un caput femoris denilen baş kısmı yukarıya ve başı içe doğru, corpus femoris ise en pürtüklü ve belirgin kenarlı yüzü arkaya gelecek şekilde yerleştirilmiştir.

**Caput femoris** büyük kısmı eklem kırkdağı ile kaplı olup eklem yüzünün ortasından biraz altında lig. capitis femoris'in tutunduğu fovea capitis femoris bulunur. Acetabulum ile eklemleşerek art. coxae'yi oluşturur[17].

**Collum femoris** caput femoris'i gövdeye bağlayan dar yapıdır. Normal pozisyonda yukarı, içe ve biraz öne doğru yönelmiştir. Üst kenarı daha kısa ve kalın olup trochanter major'la, alt kenarı ise daha uzun ve ince yapılı olup, trochanter minor'la birleşir[12]. Üst ucun dış tarafında bulunan büyük çukıntıya trochanter major adı verilir. Dış yüzü geniş olup kas kirişlerinin tutunmaları nedeniyle pürtüklüdür[15]. İç yüzünde daha küçük olan fossa trochanterica denilen bir çukıntı bulunur. Arka yüzünde tuberculum quadratum denilen yayvan bir çukıntı bulunur. Trochanter major ve minor'u arkada birbirlerini birleştiren kalın kenara crista intertrochanterica, ön taraftan birleşen ve daha az belirgin çizgiye linea intertrochanterica denilir[16, 17, 19].

**Corpus femoris** hemen hemen silindirik bir yapıda olup, uzun ekseni hafifçe öne doğru konveks ve üst kısmı ortasına oranla daha geniş olup, en geniş yeri alt bölümüdür[15].

Ön, arka iç ve arka dış olmak üzere üç yüzü ve üç kenarı vardır. Ön yüzü düzdür, arka iç ve dış yüzeyler arasında uzunlamasına seyreden arka kenarlara linea aspera, cismin orta kısmında labium laterale ve labium mediale olmak üzere iki kenar şeklindedir[15]. Dış tarafa doğru uzanan oldukça belirgin ve pürtüklü kenara tuberositas glutea adını alır. Ortadaki linea pectinea yukarı içe doğru uzanarak trochanter minor ile birleşir. En içteki kenar ise labium mediale'nin bir uzantısı şeklindedir ve ön tarafta linea intertrochanterica ile birleşir. Aşağıya doğru bu iki kenar birbirinden uzaklaşarak linea supracondylaris medialis ve linea supracondylaris lateralis ile devam ederler ve facies poplitea'yı sınırlarlar. Linea supracondylaris medialis, distalde epicondylus medialis'de tuberculum adductorium denilen bir çukıntı ile birleşir. Linea aspera'nın orta kısmının biraz aşağısında for. nutricium bulunur[12, 16, 19].

Femur'un yan tarafındaki büyük kitlelere condylus lateralis ve condylus medialis adı verilir ve yüzleri eklem kırkdağı ile kaplıdır. Patellanın oturduğu

ön yüze, facies patellaris denilir. Kondillerin arka tarafında, fossa intercondylaris denilen bir çukur bulunur ve bu çukur üstün linea intercondylaris denilen bir çizgi ile sınırlanır. Kondillerin dış yüzlerinde bulunan kabarık kısımlara epicondylus lateralis ve epicondylus medialis adı verilir ve bu bölgelere kas kirişleri tutunur. Medialdeki üst kısmındaki çıkıntıya tuberculum adductorium adı verilir[12, 15].

#### **II.1.2.1.2 Patella**

Vücudun en büyük sesamoid kemiği olan patella m.quadriceps femoris'in kirişi içinde bulunur. Patella'nın tamamı spongios dokudan yapılmış olup, ince bir kompakt kemik dokusu ile kaplanmıştır[23]. Apex patella denilen tepesi aşağıda, basis patellae denilen tabanı ise yukarıda olan ters dönmüş üçgen şeklinde olup, yüzleri öne ve arkaya bakar[24]. Patella ayakta duran bir kişide diz eklemi aralığının 1 cm kadar yukarı kısmı seviyesinde bulunur ve diz eklemine hareketi ile bu seviye değişir. Konveks yapıda olan facies anterior'dan çok sayıda kan damarları ve vertikal yöde uzanan çizgiler bulunur[23]. Arka yüze facies articularis denilir ve vertikal bir kenarla ikiye ayrılmıştır[15].

#### **II.1.2.1.3 Tibia**

Femurdan sonra vücudun en uzun ikinci kemiği olan tibia bacağın iç kısmında bulunur. Daha gelişmiş olan üst kısmı diz eklemine katılırken, daha az gelişmiş olan alt kısmı ayak bileği eklemine katılır[16].

Extremitas proximalis adı verilen üst kısmı condylus lateralis ve condylus medialis denilen iki büyük lokma şeklindedir ve üst yüzleri diz eklemine konkav yüzeyini oluşturur. Facies articularis superior'un orta kısımları condylus femoris'ler ile doğrudan, periferik kısımları ise meniscus'lar aracılığıyla ile eklem yaparlar. Fossa intercondylaris'e giren, eklem yüzlerinin birbirlerine yakın kabartılı kısımlarına eminentia intercondylaris adı verilir ve rotasyonda bir mil görevi yapar. Tuberculum intercondylare laterale ve tuberculum intercondylare mediale denilen iki çıkıntıdan oluşur, önünde ve arkasında diz eklemine iç bağları ile birlikte meniscus'ların uç kısımlarının tutunduğu pürtüklü sahalara; area intercondylaris anterior ve area intercondylaris posterior adı verilir.

Oblik olarak yerleşmiş olan *facies articularis fibularis condylus lateralis*'in arka dış tarafında *caput fibulae* ile eklem yapar. *Extremitas proximalis*'in ön yüzünde bulunan delikli bir üçgen sahanın hemen altında *lig. patellae*'nin tutunduğu *tuberositas tibiae* bulunur[12, 15-17].

**Corpus tibiae**'da *margo anterior*, *margo medialis* ve *margo interosseus* olarak üç kenar; *facies lateralis*, *facies medialis* ve *facies posterior* olarakta üç yüzü bulunur[15].

En belirgin kenar *margo anterior* olup, yukarıda *tuberositas tibiae*'den başlayıp aşağıda *malleolus medialis*'in üst kenarına kadar uzanır. *Margo medialis* düz ve künt bir kenar olup yuvarlaktır. *Margo interosseus* dışta bulunup özellikle orta bölümde belirgin bir ince kenar şeklindedir. Kaslarla örtülü olan *facies posterior*'un üst yarısında yukarıdan aşağıya ve dıştan içe seyreden çizgi şeklindeki çıkıntıya *linea musculi solei* denir. Buranın hemen altında *foramen nutricium* bulunur[12, 15].

*Extremitas distalis* üst uçtan daha küçüktür. İç tarafında bulunan ve distale doğru uzanan çıkıntıya *malleolus medialis* denir. Dış yüzünde bulunan *facies articularis malleoli medialis* hafifçe konkav olup *talus* ile eklem yapar. Alt uçtaki aşağıya bakan eklem yüzüne, *facies articularis inferior* denir. Ön tarafta geniş, arka tarafta ise dar olan bu yüz önden arkaya uzanan bir çıkıntı ile ikiye ayrılmış olup, *trochlea tali* ile eklem yapar[12, 15].

#### **II.1.2.1.4 Fibula**

Tibia'nın dış yanında ve biraz da aşağısında yerleşmiş olan *fibula*, *tibia* ile hemen hemen aynı uzunluktadır, *fibula* biraz daha distalde yerleşmiştir, üst ucu *tibia*'dan biraz daha aşağıda bulunur ve diz eklemine katılmaz. *Tibia*'daki *condylus lateralis*'in arka dış tarafındaki eklem yüzü ile eklemleşir. Alt ucunu oluşturan *malleolus lateralis* ile ayak bileği eklemine katılır[17, 21].

*Fibula*'nın düzensiz bir şişlik şeklindeki üst ucuna *caput fibulae*, hemen altındaki dar bölüme de *collum fibulae* denilir. *Fibula* başının iç-üst kısmında, *facies articularis capitis fibulae* denilen meyilli bir eklem yüzü bulunur. Bu yüz



tibia'nın dış kondilindeki facies articularis fibularis ile eklem yapar. Fibula başının dış-arka kısmında yukarı doğru uzanan çıkıntıya, apex capitis fibulae denir[12].

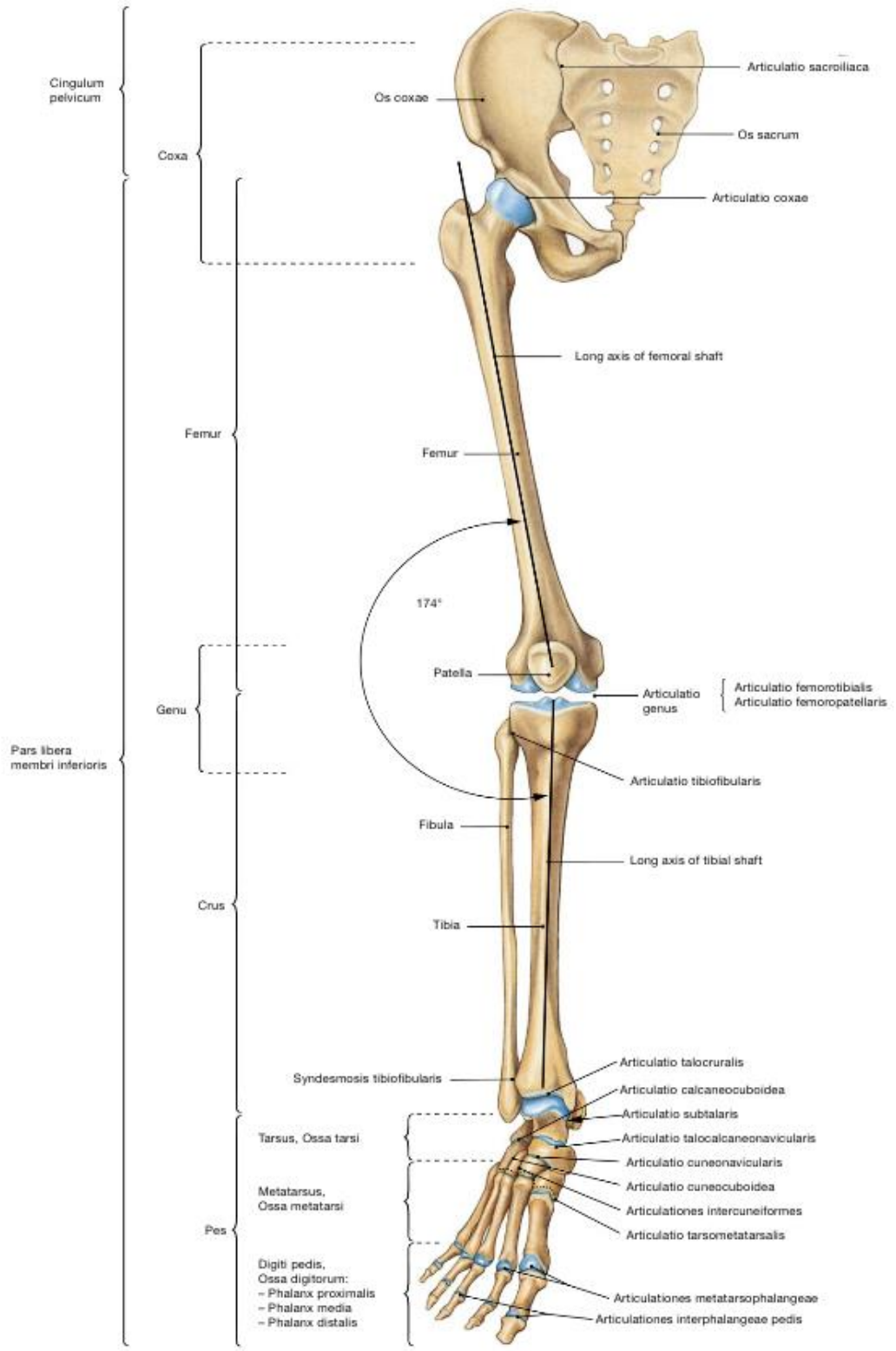
Corpus fibulae'nin margo anterior, margo posterior ve margo interosseus olmak üzere üç kenarı; facies lateralis, facies medialis ve facies posterior olmak üzere de üç yüzü bulunur[12].

Margo anterior caput fibulae'den başlar, vertikal olarak kemiğin orta kısmının biraz aşağısında iki çatala ayrılarak dış yüzdeki üçgen sahayı önden ve arkadan sınırlar[12, 15].

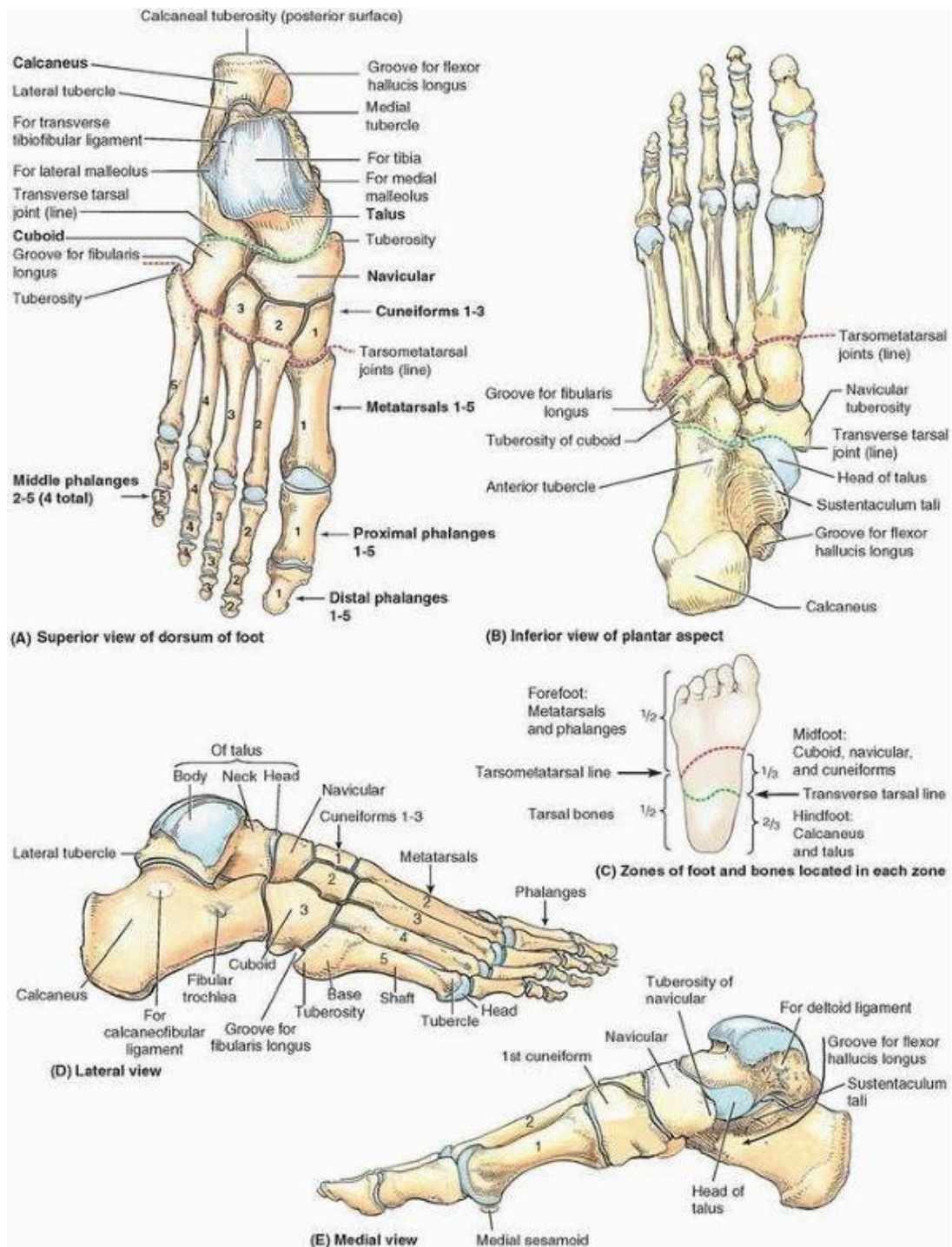
Margo interosseus ön kenarın iç tarafında ve kemiğin üst 1/3'ünde hemen hemen buna paralel olarak seyrederek. Alt 2/3 de ise ön kenardan uzaklaşır. Margo posterior yukarıda caput fibulae'nin arka tarafından başlayıp aşağıda malleolus lateralis'in arka kenarına uzanır. Crista medialis adı verilen yay biçimindeki kenar ise caput fibulae'nin medialinden başlar. Margo interosseus fibula'nın distal 1/4'ünde birleşir[16].

Facies medialis margo interosseus ile margo anterior arasında bulunur. Üst yarısında düz ve dar olan bu yüz, alt yarısında daha geniş ve olukludur[12, 15]. Facies posterior margo posterior ile margo interosseus arasında bulunur, crista medialis aracılığı ile arka iç ve arka dış yüz olarak ikiye ayrılır. Foramen nutricium arka dış yüzün ortalarında bulunur. Facies lateralis, margo anterior ile margo posterior arasında geniş ve oluklu kenar olarak bulunur[12, 15].

Fibula'nın geniş ve kalınlaşmış alt ucuna malleolus lateralis denir ve caput fibulae'ye göre daha sivri bir şekilde distale uzanır. Üçgen şeklindeki iç yüzüne facies articularis malleoli lateralis denir. Eklem yüzünün arka tarafında fossa malleoli lateralis, malleolus lateralis'in arka yüzünde ise peroneal kas kırımlarının geçtiği sulcus malleolaris yer alır[25].



**Resim 2. Alt Ekstremitte Kemik ve Eklemleri (Sobotta insan anatomisi,2001 atlasından alınmıştır)**



**Resim 3. Ayak Kemikleri (Essential Clinical Anatomy, Moore K., 2010 kitabından alınmıştır)**

Ayak iskeleti toplam 26 kemikten oluşmaktadır(Resim 3):

- 1.Ayak Bilek Kemikleri (ossa tarsi)
- 2.Ayak Tarak Kemikleri (ossa metatarsi)
- 3.Ayak Parmak Kemikleri (phalanges)

Ayak iskeleti 7 adet tarsal kemik, 5 adet metatarsal kemik, 14adet phalanx 'tan oluşmaktadır[15].

#### **II.1.2.1.5 Ossa Tarsi (Resim 4)**

7 adet kemikten oluşmaktadır. Proksimal ve distal olarak iki sırada yer almaktadır[26]:

**Proksimal sıra:** Talus, calcaneus,

**Distal sıra:** Os cuneiforme mediale, os cuneiforme laterale, os cuneiforme intermedium, os cuboideum bulunur.

İki sıra arasında os naviculare yer almaktadır.

#### **II.1.2.1.5.1 Talus**

Calcaneustan sonra ikinci büyük kemiktir. Tibia ve fibula ile üst tarafta eklem yaparken, ön tarafta os naviculare ile eklem yapmaktadır. Corpus tali, collum tali, caput tali bölümlerinden oluşmaktadır[17].Trochlea tali olarak denilen makara şeklindeki üst bölümü eklem kıkırdağı ile kaplıdır[27].

Corpus Tali: Kemiğin gövde kısmıdır, arka kısmında yer almaktadır. Üstü eklem kıkırdağı ile kaplı kemiğin bu bölümü makara şeklinde olup trochlea tali adını alır. Dış yüzünde malleolaris lateralis ile eklem yapan facies malleolaris lateralis, alt ucunda da dışa doğru uzanan proc. lateralis iç yüzünde de virgül şeklinde olan malleolus medialis ile eklem yapan facies malleolaris medialis yer alır[16, 28].

İnferiorda sulcus tali ile birbirinden ayrılan facies articularis calcanea posterior ve facies articularis calcanea media eklem yüzleri vardır. Arka yüzde sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi ile birbirinden ayrılan tuberculum laterale ve tuberculum mediale çıkıntıları vardır[12].

Collum tali, corpus tali ile caput tali arasında kalır. Art. subtalaris'in lig. tarsi interossea'nın tutunduğu derin çentik şeklindeki yapıdır. Üst ve iç kısımları pürtüklü bir görünüme sahiptir ve alt yüzünde de sulcus tali denilen bir oluk bulunur[12].

Caput Tali: Talus başının ön yüzünde facies articularis navicularis denilen konveks bir eklem yüzü bulunur ve os navicularis'in arka yüzünde bulunan konkav eklem yüzü ile eklem yapar. Alt yüzünde facies articularis calcanea anterior bulunur. Bu eklem yüzü facies articularis calcanea bipartita denilen tek bir eklem yüzü meydana getirir[16, 27, 28].

#### **II.1.2.1.5.2 Calcaneus**

Ayağın arka kısmında bulunan calcaneus tarsal kemiklerin en uzun, kalın ve büyük olanıdır. Topuk çıkıntısını oluşturarak kuvvet dağılımında önemli role sahiptir. Calcaneus' un üst yüzü ön ve arka olarak iki bölüme ayrılır. Arka bölüm hafif pürtüklü, konveks bir saha şeklindedir. Ön bölümünde 3 eklem yüzü bulunur. Arkadaki facies articularis posterior en büyükleri olup, diğer iki yüzden sulcus calcanei denilen bir olukla ön ve arka yüzlerinden ayrılmıştır[12]. Sulcus calcanei sulcus tali ile birleşerek sinus tarsi denilen iki kemiği birbirini bağlayan lig. talocalcaneum interosseum'un bulunduğu bir boşluk meydana getirirler. Sulcus calcanei'nin hemen ön tarafında medialde bulunan sustentaculum tali denilen çıkıntı üzerinde facies articularis talaris media, bununda ön tarafında facies articularis talaris anterior bulunur[21]. Bu son iki eklem yüzü genellikle birleşerek facies articularis talaris bipartita adı verilen tek bir eklem yüzü oluştururlar[15].

Konkav ve derince olan iç yüzünden bacağı arkasında bulunan damarlar ve sinirler ayak tabanına geçerler. Bu yüzün ön üst kısmındaki horizontal bir çıkıntı olan sustentaculum tali'nin üst yüzünde facies articularis

talaris media, alt kısmında ise sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi denilen kas tendonunun geçtiği bir oluk bulunur[15]. Sustentaculum tali'ye lig. calcaneonaviculare plantare tutunur. Lig. calcaneonaviculare plantare ile birlikte caput tali'yi alttan destekler[29].

#### **II.1.2.1.5.3 Os Naviculare**

Tarsal kemiklerin iç kısmında, proksimal ve distal sıra tarsal kemikler arasında yerleşim gösterir. Arkada caput tali, önde üç kuneiform kemikle eklem yapan os navicularenin ön yüzü konveks olup iki vertikal çizgiyle üç yüze ayrılır[12].

Facies articularis talaris denilen arka yüzü ise konkavdır. Üst yüzü konveks ve pürtüklü, alt yüzü ise düzensiz ve pürtüklüdür. İç yüzünde tuberositas ossis navicularis adı verilen aşağı ve içe doğru uzanan bir çıkıntı bulunur, lateral yüzü düzensiz ve pürtüklü olup bazen os cuboideum ile eklem yapan bir yüz bulunabilir[12, 15].

#### **II.1.2.1.5.4 Os Cuboideum**

Tarsal bölgenin dış tarafında yer alır, önde 4. ve 5. metatarsal kemiklerle arkada da calcaneus ile eklem yapar. Plantar yüzün ortasında transvers olarak uzanan çıkıntının kabarık olan dış ucuna tuberositas ossis cuboidei adı verilir ve çıkıntının ön tarafında bulunan oluğu da sulcus tendinis musculi peronei (fibularis) longi denir[17].

Arka yüzü calcaneus ile eklem yapar. Bu yüzün alt iç kısmı calcaneus'un altına doğru uzanarak alttan destekler. Alt kenardaki mediale doğru olan bu çıkıntıya processus calcaneus denir[27].

Os cuboideum'un medial yüzün orta ve üst kısmında bulunan eklem yüzleri os cuneiforme laterale ile eklem yapar[15].

#### **II.1.2.1.5.5 Ossa Cuneiforme**

3 tane kemikten oluşan- os cuneiforme mediale, os cuneiforme laterale, os cuneiforme intermedium- yapı önde metatarsal kemiklerle arkada

os naviculare ile eklem yapmaktadır. Sıralı bir şekilde duran bu kemikler birbirleriyle de eklem oluşturmaktadırlar. En küçükleri ortada yer alan os cuneiforme intermediumdur. En büyükleri olan os cuneiforme medialisin keskin ve ince kenarı ayağın dorsalinde, diğerlerinin ise ayağın plantar yüzünde bulunmaktadır[12, 15].

**Os Cuneiforme Mediale:** Os naviculare ile 1. metatarsal kemik arasında ayağın en medialinde yer alır. 2. metatarsal kemik ile de eklem oluşturmaktadır. Medial yüzünde bağlar tutunduğundan pürtüklü bir görünüm almıştır. Dış yüzündeki eklem yüzü os cuneiforme intermedium ile eklem oluşturmaktadır[12, 15].

**Os Cuneiforme İntermedium:** Bu kemik 3 kemiğin en küçüğü olup ortada yer almaktadır. Üçgen şeklindeki ön yüzü 2. Metatarsal kemikle, arka yüzü os naviculare ile iç yüzündeki öne yatmış eklem yüzü os cuneiforme mediale ile, arka yüzün lateral kısmındaki eklem yüzü os cuneiforme laterale ile eklem yapmaktadır[12, 15].

**Os Cuneiforme Laterale:** Bazen 2. ve 4. Metatarsal kemiklerle de bağ yaptığı gözlenen bu kemik esas olarak önde 3. metatarsal, dışta os cuboideum, içte os cuneiforme intermedium ile eklem yapmaktadır[12, 15].

#### **II.1.2.1.6 Ossa Metatarsi**

5 tane olarak ayakta yer alan bu kemikler, ince ve uzun yapıda olup içten dışa doğru numaralandırılmaktadır. İlk üçü medial grupta, son ikisi lateral grupta yer almaktadır. Proksimalden distale doğru incelen metatarsal kemiklerin proksimal uçlarına **basis ossis metatarsi**, distal uçlarına ise **caput ossis metatarsi** adı verilmektedir. **Corpus ossis metatarsi** adı verilen gövdeleri yuvarlak olup konveksliği dorsalde yer alan hafif bir yay çizer. Proksimal kısımlar birbirleriyle ve tarsal kemiklerle eklem oluşturmaktadır. Metatarsal kemiklerin sadece distal uçları yerle temas halinde bulunmaktadır[16, 21].

En kalın ve en sağlamı 1. metarsal kemiktir. 2. Metatarsal kemik os cuneiforme intermedium ile eklem yapmak üzere daha geriye doğru uzanmaktadır[30].

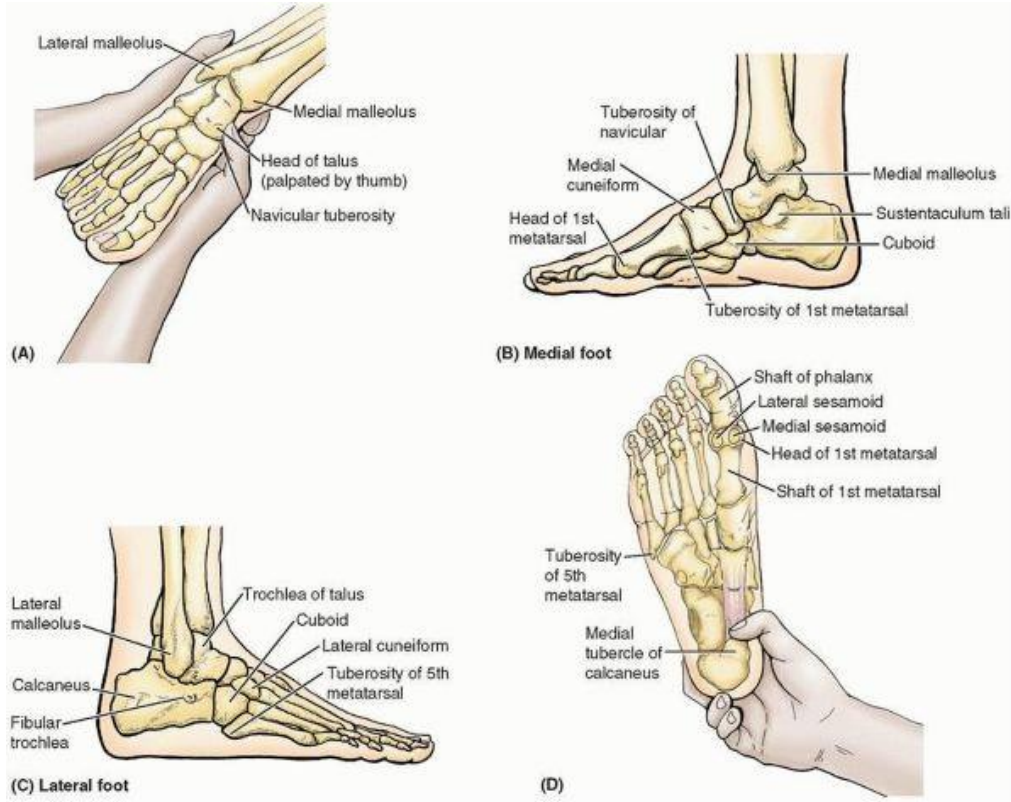
Tarsometarsal eklem aralıklarını birleştiren düzensiz ve zikzaklı çizgi “ **Lisfranc Eklem Çizgisi** ” adı verilmektedir[31].

Art. talocalcaneonavicularis ve art. calcaneocuboidea eklem aralıklarını birleştiren çizgiye “ **Chopart Eklem Çizgisi** ” olarak adlandırılır[31].

#### **II.1.2.1.7 Ossa Digitorum Pedis**

Phalanges adı verilen bu kemikler başparmakta 2 adet, diğer parmaklarda 3 adet olmak üzere, toplam 14 adettir. Proksimal uçlarına basis phalangis, orta kısmına corpus phalangis, distal uçlarında caput phalangis adı verilir. Basis phalangisler metatarsal kemiklerin caput ossis metatarsi ile eklem yapmaktadır[17].





**Resim 4. Ayak Kemiklerine ait Önemli Noktalar (Essential Clinical Anatomy, Moore K., 2010 kitabından alınmıştır)**

## II.1.2.2 Pars Libera Membri Inferiores Eklemleri

### II.1.2.2.1 Art. Coxae (Coxofemoralis-kalça eklemi)

Caput osis femoris ile acetabulum arasında oluşan art. spherioidea grubu bir eklemdir. Konveks eklem yüzü caput ossis femoris bir küre şeklindedir ve lig. capitis femoris'in tutunduğu yer olan fovea capitis femoris hariç tüm yüzeyi eklem kıkırdağı ile (merkezi kısımlar kalın, periferik kısımlar ise ince) kaplıdır. Acetabulum 'un tümü eklem katılmaz, sadece facies lunata adı verilen yarım ay şeklindeki yapı katılır. Acetabulum'un kenarında fibrokartilaginöz yapıda, labrum acetabulare denilen bir halka vardır[12, 15].

Acetabulum'un alt kısmında inc. acetabuli, lig. transversum acetabuli ile kapatılmıştır. Labrum acetabulare hem bu bağa, hem de acetabulum'un diğer bölümlerinin kenarlarına tutunarak acetabulum'u daha çukurlaştırır[16].

## **Bağları**

**Capsula articularis:** Eklemi sıkıca saran kalın bir bağ şeklindedir. Yukarıda acetabulum'un kenarına ön tarafta labrum acetabulare'nin tam dış kenarına arka tarafta ise 5-6mm uzağına tutunur[16].

**Lig. iliofemorale:** Uyluğun ön yüzünde bulunan üçgen şeklindeki bağın tepesi spina iliaca anterior inferior'a, tabanı linea intertrochanterica'ya tutunur. Çok sağlam olan bu bağ uyluğun ekstensiyonunu sınırlar[12, 15, 16, 19].

**Lig. ischiofemorale:** En ince bağıdır. Acetabulum kenarının os ischium'de bulunan bölümünden başlar, dışa ve yukarı doğru seyrederek collum femoris etrafında dolanır. Eklem kapsüle ve trochanter major'un ön kenarına yapışarak sonlanır. İç rotasyonu sınırlarken adduksiyonun kısıtlanmasında lig. iliofemorale ile beraber çalışır[12, 15, 16, 19].

**Lig. pubofemorale:** Üçgen şeklinde olup yukarıda ramus superior ossis pubis'de bulunan eminentia iliopubica ve crista obturatoria'ya, aşağıda lig iliofemorale'nin kalın medial kısmına kaynaşarak linea intertrochanterica'nın alt iç ucuna tutunur. Femur'un başını önden destekleyerek uyluğun fazla abduksiyonunu önler[12, 15, 16, 19].

**Zona orbicularis:** Eklem kapsülünün derin katmanında yer alan halka şeklindeki bağıdır. Collum femoris etrafını ilmek şeklinde dönen zona orbicularis, caput femoris'i acetabulum içerisinde tutan ve negatif hava basıncından sonra eklem çıkmasına engel olan en önemli oluşumdur[19].

**Lig. capitis femoris:** Üçgen şeklinde biraz yassı bağ olup tepesi fovea capitis femoris'e, tabanı ise iki bant şeklinde inc. acetabuli'nin iki ucuna tutunur[12, 19].

**Lig. transversum acetabuli:** Inc. acetabuli'nin uçlarına tutunarak burayı kapatan yassı lif demetlerinden oluşmuş kuvvetli bir bağıdır[15].

**Labrum acetabulare:** Acetabulum'un kenarına tutunarak eklem yüzeyini genişleten fibrokartilaginöz yapıda bir eklemdir[15].

#### **II.1.2.2.2 Art. Genus(Diz eklemi)**

Vücuttaki en büyük ve komplike eklemdir. Ekstremitenin en uzun kemikleri arasında meydana gelir ve geniş bir hareket açısı vardır. Diz eklemine; femur'un distal ucu, tibia'nın proksimal ucu ve patella katılır. Femur'un eklem katılan yüzü transvers ve sagittal yönlerde konveks olarak bulunan condylus femoris'lerdir. İki kondilin bulunması nedeniyle art. bicondylaris tipi bir eklemdir. Femur kondillerinin ön yüzleri birbirleri ile devamlılık gösterir ve patella ile eklem yapan bu yüze facies patellaris denir. Kondillerin arka yüzünde bulunan fossa intercondylaris denen çukur iki kondili birbirinden ayırır[12, 15].

Tibia'nın eklem katılan yüzeyi, condylus tibialis'lerin üst yüzünde yer alıp, iki sığ çukurluk şeklinde bulunur. Hyalin kıkırdak ile kaplı olan eklem yüzeylerine **meniscus lateralis** ve **meniscus medialis** denir ve condylus femoris'ler ile tibia'nın eklem yüzü arasında yer alır[32].

Diz ekleminde dik konumda bulunan condylus tibialis eksenini ile biraz içe dönük condylus femoris eksenini arasında yaklaşık 10-12 derecelik bir açı vardır, açının büyümesi genu valgus olarak adlandırılır[33].

#### **Bağları[12, 15, 17]**

**Lig.popliteum obliquum:** Femur dış kondili ile fibia'nın iç kondilinin arka yüzleri arasında oblik olarak bulunan ve eklem kapsülüne yapışık bir bağıdır.

**Lig.popliteum arcuatum:** Y şeklinde olup bir ucu çaput fibulae'ye, bir ucu tibia'daki area intercondylaris posterior'un arka kenarına, üçüncü ucunda femur'un dış epikondiline uzanır.

**Lig.collaterale tibiale:** Femur epikondili ile tibia'nın iç kondili arasında uzanan yassı bir bağıdır. Eklem kapsülü aracılığıyla meniscus medialis'e yapışmıştır ve dizi hiperekstensiyondan korumaya yardımcı olur.

**Retinaculum patellae laterale ve mediale:** M.vastus lateralis ve m.vastus medialis'in kirişlerinin, patella'nın yan tarafından geçen bölümleridir ve bu kirişin uzantıları eklem kapsülünün ön yüzüne sıkıca yapışık olarak bulunur. Patella ucunda bu yapılar lig. patella'ya katılırlar. Retinaculum patella laterale, tractus iliotibialis tarafından güçlendirilir.

**Lig.patellae:** M.quadriceps femoris'in patella'nın basis'ine yapışmadan, patella'nın yüzeyinden ve yan tarafından apex patella'ya ve oradan da tuberositas tibiae'ya uzanan kalın ve kuvvetli bir bağıdır ve bacak ekstensiyon durumunda iken gözle fark edilebilir.

**Meniskuslar:** Yarım ay şeklinde iki adet fibröz kıkırdak yapılarıdır. Birbirine uymayan tibia ve femur'daki eklem yüzlerinin uyumunu sağlamaktadırlar. Kesitleri üçgen şekilli olup, kalın olan dış kenarları eklem kapsülüne tutunurlar ve ince olan iç kenarları serbest yapıda olup, eklem içerisine doğru uzanır. Meniskusların konkav olan üst yüzleri femur kondillerinin konveks eklem yüzleri için uygun yüzey oluştururlar. Tibia kondillerinin üst yüzlerine oturan meniskusların alt yüzleri ise düzdür.

Meniskusların ön uçlarını birbirine bağlayan bağa lig. transversum genu denilir.

**Meniscus lateralis:** Ön ve arka uçları birbirine daha yakındır ve emineta intercondylaris'in ön ve arka kenarlarına yapışırlar. Arka ucundan femur'un iç kondilinin dış ve arka yüzüne uzanan iki eklem içi bağ bulunur. Lig. meniscofemorale posterius, lig. cruciatum posterior'un arkasında, lig. meniscofemorale anterius ise önünde bulunur.

**Meniscus medialis:** Uçları birbirinden daha uzak, hilal şeklindedir. Arka kısmı daha geniştir. Ön ucu lig. cruciatum anterius'un tabanına

tutunurken karşı tarafa doğru lig. transversum genu ile devam eder. Meniscus medialis'in periferik kısmı eklem kapsülüne ve lig.collaterale tibiale'ye sıkıca yapışık olduğu için meniscus lateralis'e göre daha sabittir.

**Lig. cruciata genus:** Eklem kapsülü içinde birbirine çaprazlayan çok kuvvetli iki bağıdır. Tibia üst yüzünden femur kondillerine uzanırlar. Üzerine örten membrana synovialis, eklem kapsülünün ön yüzünde içi yağ dolu iki katlantı şeklinde gözükken plicae aleres'i oluşturur. Bu iki bağ tibia'daki tutunma pozisyonuna göre lig.cruciatum anterius ve lig.cruciatum posterius olarak adlandırılırlar.

**Lig.collaterale fibulare:** Eklem kapsülü ile bağlantısı bulunmayıp, yuvarlak ve kuvvetli bir bağ olarak femur'un dış epikondilinden, çaput fibulae'ye uzanır.

**Lig.cruciatum anterius:** Tibia üst yüzündeki area intercondylaris anterior ile femur dış kondilinin arka yüzü arasında, önden arkaya, içten dışa oblik olarak uzanır. Fleksiyonda gevşer, ekstensiyonda ise gerilir.

**Lig.cruciatum posterius:** Area intercondylaris posterior ile femur iç kondilinin dış arka yüzü arasında uzanan, öndekine oranla daha kalın, dik ve kısa bir ligamenttir.

### II.1.2.2.3 Tibia ve Fibula Arasındaki Eklemler

**Art. tibiofibularis:** caput fibulae üzerindeki düz eklem yüzeyi ile tibia'nın facies articularis fibularis arasında kalan art. plana tipi eklemdir[16].

#### Bağları

Lig. capitis fibulae anterius

Lig. capitis fibulae posterius

**Membrana interossea cruris:** tibia ile fibula'nın birbirine bakan margo interossea arasındaki gerilmiş kuvvetli bir membrandır. Kemiklerin birbirine bağlanması, bacağın ön ve arka tarafındaki kaslarına orijin vermesi bakımından önemlidir. İnce bir yaprak şeklinde olan bu yapı yukarıda art. tibiofibularis'in biraz aşağısında konkav serbest bir kenarla sonlanır. Distalde ise syndesmosis tibiofibularis'in eklem yüzleri arasındaki bağlarla devam eder[12, 15].

**Syndesmosis tibiofibularis** tibia ile fibula'nın distal uçları arasında hemiarthrosis grubu olan bir eklemdir. Eklem konveks eklem yüzü fibula'da, konkav yüzüde tibia'da bulunur[12, 15].

### **Bağları**

Lig. tibiofibulare anterius

Lig. tibiofibulare posterius

### **II.1.2.2.4 Ayak Eklemleri ve Bağları**

#### **II.1.2.2.4.1 Ayak Bileği Eklemi(Art. Talocruralis)**

Tibia, fibula, talus arasında oluşan ginglimus tipi sinoviyal bir eklemdir. Ginglimus tipinde bir eklemdir. Konkav eklem yüzünü tibianın distal ucundaki facies articularis inferior ve facies articularis malleoli medialis ile fibulanın distal ucundaki facies articularis malleoli lateralis ve konveks eklem yüzünü trochlea tali oluşturmaktadır[16]. Talusun eklem katılan öne kısmı arka kısmına göre daha geniştir. Tibia ve fibulanın eklem yapan kısımlarında bu durum tersi özelliktedir, böylece plantar ve dorsal fleksiyon sırasında ayak daha stabil tutulabilmektedir. Bu eklem özelliğinden dolayı dorsifleksiyonda ayak en kararlı pozisyonudur[12, 15].

## **Bağları**

**Capsula Articularis:** Her iki eklem yüzünün yakınlarına tutunur. Ön tarafta aşağıya uzanarak talusun boyun kısmına yapışır. Yan taraflarda malleollerin üzerini örtmez. Buradan geçen kas kirişleriyle kapsül kaynaşmıştır. Bu yüzden ayak fazla dorsifleksiyona zorlandığında eklem aralığında sıkışması önlenmektedir[34].

**Lig. Collaterale Mediale:** Deltoid ligaman olarak adlandırılan bu bağ üçgen şeklinde geniş kuvvetli bir bağdır. Bu bağ 3 adet yüzeysel bölümde 1 adet derin bölümde yer alan,4 tane yapıdan oluşmaktadır[15]:

- **Pars tibionavicularis** olarak adlandırılan yüzeysel bölümde ön kısmı oluşturan bölüm; aşağı doğru uzanarak tuberositas ossis naviculares'e tutunur. Aşağıda lig. calcaneonaviculare plantare ile kaynaşmış durumdadır
- **Pars tibiocalcanea** olarak adlandırılan yüzeysel bölüm, orta bölüm liflerini oluşturan bu kısım; calcaneusun sustentaculum talisine tutunur.
- **Pars tibiotalaris posterior** olarak adlandırılan yüzeysel tabakanın arka liflerini oluşturan bu kısım; talusun iç yüzü ile tuberculum medialisine tutunur.
- **Pars tibiotalaris anterior** olarak adlandırılan derin tabakayı oluşturan bu lifler medial malleolun apeksi ile talusun medial yüzünün ön bölümü arasında uzanır.

**Lig. Collaterale Laterale:** Lig. talofibulare anterius, lig. talofibulare posterius ve lig. calcaneofibulare olmak üzere 3 bölümden oluşur[12, 15];

- **Lig. talofibulare anterius**, eklem lateralinde bulunan kısa bir bağdır. Horizontal olarak fibulanın alt ucunun ön tarafından talusa uzanır. Plantar fleksiyonu sınırlar.
- **Lig. talofibulare posterius**, Üç bağın en kuvvetlisi ve en derinde yer alanıdır. Horizontal olarak fossa malleoli lateralisten tuberculum laterale tali ye uzanır.

- **Lig. calcaneofibulare**, lateraldeki bağların en uzunudur. Fibuladan calcaneusun dış yüzüne uzanır.

#### **II.1.2.2.4.2 Artt. intertarsalia**

Tarsal kemikler arasındaki eklemlerdir.

#### **II.1.2.2.4.3 Art. Subtalaris (Art Talocalcanea)**

Talus ve calcaneus'un arka eklem yüzleri (facies articularis talaris posterior ve fasies articularis calcanea posterior) arasında oluşan **art. plana** tipi eklemdir[17].

**Lig. talocalcaneum laterale** ve **lig talocalcaneum mediale** denen iki bağ tarafından desteklenir. Art. talocalcaneonavicularis ile art. subtalaris arasındaki boşluğa **sinus tarsi** denir. Bu aralıkta lig. talocalcaneum interosseum bulunur. Bu bağ talus ve calcaneus arasındaki en kuvvetli bağıdır. Bağın arka kenarı art. subtalaris kapsülüne ön kenarı da art. talocalcaneonavicularis kapsülüne tutunur[27, 34, 35].

**Hareketleri:** Bu eklem sinus tarsi uzun eksenini boyunca geçen bir eksen etrafında eversiyon ve inversiyon hareketi yaptırır. Art. tarsi transversa ve art. talocalcaneonavicularis'te bu harekete katılır[21].

#### **II.1.2.2.4.4 Art. tarsi transversa:**

Ayak bileğikemikleri arasında bulunan bu eklemi art. talocalcaneonavicularis ve art. calcaneocuboidea adlı iki eklem oluşturur[12].

##### **a.Art. talocalcaneonavicularis:**

Caput tali'nin aşağıda calcaneus ve ligamentum calcaneonaviculare plantare ile önde os naviculare ile eklem yaptığı karmaşık bir yapıdaki eklemdir[17].

Articulatio talocalcaneonavicularis, articulatio subtalaris'in benzer hareketleri ile beraber ayağın inversiyon ve eversiyonunda rol oynar. Kayma



ve rotasyon hareketlerine izin verir. Ayrıca pronasyon ve supinasyona da katılır[12, 15, 17].

Articulatio talocalcaneonavicularis'in talus ve calcaneus arasındaki bölümleri[16]:

- Caput tali'nin alt yüzeyi üzerindeki ön ve orta calcaneal eklem yüzeyleri,
- Calcaneus'un sırasıyla üst yüzeyindeki ve sustentaculum tali'sindeki uyumlu ön ve orta talar eklem yüzeyleri

Os naviculare ve talus arasındaki eklem, articulatio talocalcaneonavicularis'in en geniş bölümüdür ve caput tali'nin oval ön ucu ve os naviculare'nin uyumlu konkav arka yüzü arasındadır[15].

#### **Eklem bağları[15, 17, 34, 35]:**

Articulatio talocalcaneonavicularis'in kapsülü:

- Arkada ligamentum talocalcaneum interosseum ile,
- Yukarıda collum tali ile os naviculare'nin bitişik bölgeleri arasından geçen ligamentum talonaviculare ile,
- Aşağıda ligamentum calcaneonaviculare plantare ile güçlendirilmiştir.

Articulatio talocalcaneonavicularis'in dış yan bölümü eklem yuvarlığında kalan Y şeklindeki bir bağla (ligamentum bifurcatum) ile güçlendirilmiştir. Ligamentum bifurcatum'un tabanı calcaneusun üst yüzeyinin ön bölümüne tutunur ve bölümleri şunlardır;

- Ligamentum calcaneocuboideum; os cuboideumun arka iç yan yüzeyi[16]
- Ligamentum calcaneonaviculare; os navicularenin arka dış yan yüzü ve os cuboideumun arka iç yan yüzeyine tutunur[36].

**Lig. calcaneonaviculare plantare:** Geniş kalın bir bant şeklinde olan bu bağ sustentaculum talinin ön kenarını os naviculare'nin plantar yüzüne bağlar. Calcaneus ve os naviculare'yi talus başının alt kısmından bağlar, Artikular kaviteinin bir kısmını oluşturarak medial longitudinal arkı destekler. Ligamentin dorsal yüzü üçgen şekilli fibrokartilaginöz faset içermektedir ve bu yapı talus başını destekler. Plantar yüzü medialden arcus pedis longitudinalis medialis'i destekleyen en önemli bağıdır. Bu bağ sustentaculum tali ve tuberculum naviculare'yi sıkıca bağlar. Calcaneus, os naviculare ve caput tali'nin çökmesini engeller[19, 21, 36].

**Lig. bifurcatum:** Arcus pedis longitudinalis lateralis'i destekler. Calcaneus, naviculare ve ossa cuboideum'un dorsal yüzlerini birbirine bağlayan güçlü bir bağıdır[4].

**Hareketleri:** Art.subtalaris ile birlikte hareket eder. Belirli bir eksen yoktur, içten dışa, önden arkaya ve yukarıdan aşağıya doğru bir eksende seyreder. Ayağın abduksiyon ve eversiyon hareketi yine bu eklemler üzerinden gerçekleştirilir[16, 19].

#### **b.Art. calcaneocuboidea:**

Calcaneus ön ucundaki facies articularis cuboidea ile os cuboiedum'un facies articularis calcanea'sı arasında oluşan **art. plana** tipi eklemdir. Bu eklemin hareketi art. talocalcaneonavicularis ile beraberdir ve hareketin genişliğini artırır. Art. talonavicularis (art. talocalcaneonavicularis ön bölümü) ile beraber art. tarsi transversa (chopart eklemi) olarak adlandırılır[17].

**Eklem bağları:** Eklemleri ayrı ayrı destekleyen bağların yanında art. tarsi transversa'yı oluşturan, **lig. bifurcatum**, her iki eklemi de destekleyen önemli bir bağıdır[17, 21].

**Lig. Calcaneocuboideum plantare;** kısa geniş güçlü bir bağ olup calceneal tuberculum calcenea'yı os cuboideumun alt yüzeyine bağlar. Sadece art. calcaneocuboidea yı desteklemez, aynı zamanda ayağın dış yan kemerinin çökmesine karşı koyan ligamentum plantare longuma yardım eder[17].

**Lig. plantare longum,** ayak tabanındaki en uzun bağıdır. Ligamentum calcaneocuboideum plantarenin yüzeyinde seyrederek[17].

- ✓ Calcaneusun alt yüzeyine tutunur.
- ✓ Anterior da m. fibularis longusun kirişinin geçtiği oluğun arkasında, os cuboideuma tutunur.

#### **II.1.2.2.4.5 Articulationes Tarsometatarsales( Lisfranc Eklemi )**

Tarsal kemiklerden, 3 os cuneiforme ve os cuboideum ile metatarsal kemikler arasında oluşan art. plana tipinde eklemlerdir. I.metatarsal kemik os cuneiforme mediale, II. metatarsal kemiğin arka ucu os cuneiforme intermedium ile ve arka ucun yan yüzleri os cuneiforme mediale ve laterale ile III. metatarsal kemik os cuneiforme laterale, IV. metatarsal kemik os cuneiforme laterale ve os cuboideum ile, V. metatarsal kemik sadece os cuboideum ile eklem yapar[37].

**Eklemin Bağları:** Ligg. tarsometatarsalia dorsalia ve ligg tarsometatarsalia plantaria ve ligg cuneometatarsalia interossea adı verilen bağlar destekler[38].

#### **II.1.2.2.4.6 Articulationes Intermetatarsalis**

Metatarsal kemiklerin proksimal uçlarının birbirlerine bakan yüzleri arasında oluşan plana tipinde eklemlerdir[15, 19].

**Eklemin Bağları:** Ligg. metatarsalia interossea, ligg metatarsalia dorsalia ve plantare.

#### **II.1.2.2.4.7 Articulationes Metatarsophalangeae**

Metatarsal kemiklerin konveks eklem yüzleri ile proksimal phalanx ların konkav tabanları arasında oluşan art. elipsoidea tipi eklemdir[12].

**Eklem bağları:** Ligg. plantaria, lig. metatarsale transversum profundum ve lig. collateralia

#### **II.1.2.2.4.8 Articulationes Interphalangea Pedis**

Baş parmakta 1 diğerlerinde proksimal ve distal olmak üzere 2 tane bulunan ginglymus tipi eklemdir. Transvers eksen üzerinde fleksiyon-ekstensiyon hareketi yaptırır[15].

#### **II.1.2.3 Ayak Kubbesi**

Ayak, arkada tuber calcanei, önde metatarsal kemiklerin proksimal uçları yere basar. Ayak basınç ölçümleri yapıldığında yere temas eden bölgelerin izi çıkar. Bunun nedeni ayak tabanında bulunan kavislerdir. Önden arkaya doğru iki longitudinal, bir tane transvers olarak kavis bulunur. Vücut ağırlığının yere aktarılmasında bu arklar büyük önem taşır. [12, 15, 21, 39]

**Arcus longitudinalis medialis pedis(Resim 5)**, dıştaki kemerden daha yüksektir. Calcaneus, talus, os naviculare, ossa cuneiforme ve ilk üç metatarsal kemik tarafından oluşturulur. Talus bu kemiklerin “kilit taşı”konumundadır.

**Arcus longitudinalis lateralis pedis**, medial arcustan daha alçak olup, ayakta dururken yer ile temas eder. Calcaneus, os cuboideum ve son iki metatarsal kemik tarafından oluşturulur.

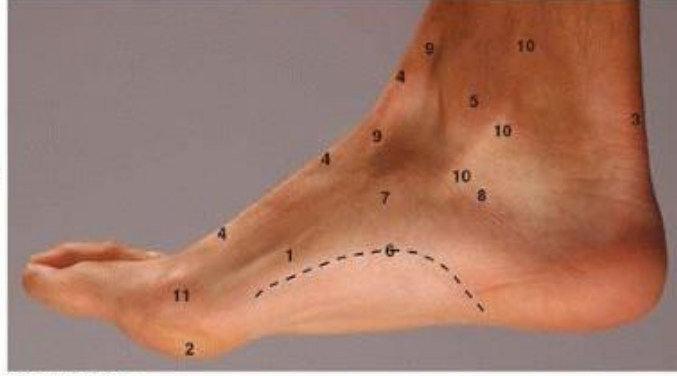
**Arcus transversus pedis**, ayağın ön ucuna yakın transvers yönde bulunur. Os cuboideum, ossa cuneiformis ve metatarsal kemik tabanları tarafından oluşturulur. Bu aynı zamanda artt. tarsometatarsales'e uyar. Ayak tabanındaki bu konkavite yarım kubbeye benzetilebilir.

Arcus longitudinalisi medial bölümde, plantar calcaneonavicular ligament, m. tibialis posteriorun tendonu başta olmak üzere, aponeurosis

plantaris, ayağın intrensek kasları, m. tibialis anterior tarafından desteklenir[40]. Lateral bölümde m. lig. calcaneocuboideum, lig. plantare longum tarafından desteklenir. Longitudinal arkın desteklenmesinde tarsal kemiklerin kendi aralarında ve metatarsallerle olan bağlarının tümü ve intrensek kaslar yapının korunmasında önemlidir[39]. Arcus transversalis korunmasında m. fibularis longusun tendonu önemli rol oynamaktadır. İnterosseoz ve dorsal ligamentler yapının korunmasında önemli rol almaktadır[16].

**Key for (C):**

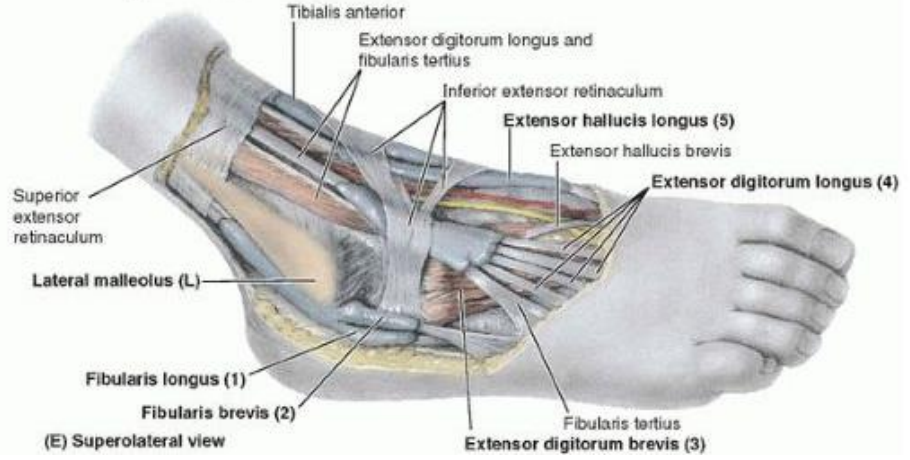
- 1 Abductor hallucis
- 2 Ball of foot
- 3 Calcaneal tendon
- 4 Extensor hallucis longus tendon
- 5 Medial malleolus
- 6 Medial longitudinal arch of foot
- 7 Navicular tuberosity
- 8 Sustentaculum tali
- 9 Tibialis anterior tendon
- 10 Tibialis posterior tendon
- 11 Head of 1st metatarsal



(C) Medial view



(D) Lateral view



(E) Superolateral view

**Resim 5. Ayak Bileğinden Geçen Tendonlar ve Ayağın Arkusları (Essential Clinical Anatomy, Moore K., 2010 kitabından alınmıştır)**

### II.1.3 Alt Taraf Kasları (Musculi Membri Inferioris)

Kalça, uyluk, bacak ve ayak kasları olarak dört gruba ayrılır.

### II.1.3.1.Kalça Kasları

Kalça eklemi aracılığıyla femur ya da pelvis'i hareket ettiren kas gruplarıdır. Kalçanın önünde ve arkasında bulunanlar olarak iki gruba ayrılabilir.

#### a.Kalçanın Ön Tarafında Yer Alan Kaslar

**Tablo 2. Kalça Ön ve Arka Kasları**

Kalçanın Ön Tarafında Yer Alan Kaslar	Kalçanın Arka Tarafında Yer Alan Kaslar
M. Psoas Major	M. Gluteus Maximus
M. Psoas Minor	M. Gluteus Medius
M. İliacus	M. Gluteus Minimus
	Dış Rotator Kaslar
	M. Tensor Fascia Lata

#### **M.iliopsoas:**

M.iliacus ve m.psoas major'un birleşmesiyle oluşmuş bir kas olup uyluğun en kuvvetli fleksorudur.

#### **M.iliacus**

Fossa iliaca'yı dolduran yassı şekilli bir kastır. Fossa iliaca'nın proksimal 2/3'ünden, lig. sacroiliacum anterior'dan başlar. Femur'un trochanter major'unda sonlanır. Uyluğa fleksiyon ve dış rotasyon yaptırır. Uyluğun en kuvvetli fleksorudur. Siniri n.femoralis'dir. [12, 15, 21]

#### **M.psoas major**

İlk 4 bel omurunun da yan kısmında bulunan uzun bir kastır. Son göğüs ve ilk bel omurların gövdelerinin yan yüzleri ve discus intervertebralis'lerden

başlar. Femur'un trochanter major'unda m.iliacus ile birlikte sonlanır. Uyluğa fleksiyon ve dış rotasyon yaptırır. Plexus lumbalis'den gelen dallarla innerve olur. [12, 15, 21]

### **M.psoas minor**

M.psoas major'un ön tarafında bulunan uzun silindirik yapıdaki bir kastır. Son torakal ve ilk lumbal omurlar ile bunlar arasındaki diskus intervertebralis'lerden başlar, pecten ossis pubis ve fascia iliaca üzerinde sonlanır. Gövdeyi zayıf olarak öne doğru eğme işlevi yapar. Siniri birinci lumbal spinal sinirdir. [12, 15, 21]

### **b.Kalçanın Arka Tarafında Yer Alan Kaslar**

#### **M.gluteus maximus**

Gluteal bölgedeki en yüzeysel kas olup, dört köşeli, romboid şekilli, kalın ve geniş bir postürel kastır. Linea glutea posterior ve crista iliaca arasındaki sahadan, sacrum'un alt yarısının lateralinden, lig. sacrotuberale'den, lig. sacrospinale'den ve kası örten fascia glutea'dan başlar. Kasın  $\frac{3}{4}$ 'ü tractus iliotibialis'de  $\frac{1}{4}$ 'ü de tuberositas glutea'da sonlanır [19, 41]. Uyluğun en kuvvetli ekstensorudur. Uyluğa dış rotasyon, üst yarısı abduksiyon alt yarısı ise adduksiyon yaptırır [42]. Siniri n.gluteus inferior'dur.

#### **M.gluteus medius**

Yelpaze şeklindeki bir kas olup kısmen m.glutesus maximus'un altında bulunur. Linea glutea anterior, crista iliaca ve linea glutea posterior arasında kalan sahadan, ayrıca üzerini örten fascia glutea'dan başlar. Trochanter major'un lateralinde sonlanır. Uyluğun en kuvvetli abduktörüdür. Ön kısım lifleri iç rotasyon yaptırır. Yürüme esnasında pelvis'i yere basan ayak tarafına çekerek, ağırlık merkezini basan tarafa taşır. Siniri n.gluteus superior'dur. [17, 41-43]



### **M.gluteus minimus**

Gluteal kasların en küçüğü olup, m.gluteus medius tarafından örtülmüştür. Linea glutea anterior ile inferior arasında kalan ve arkada inc. ischiadica majus'a kadar uzanan geniş sahadan başlar, trochanter major'un ön kenarında sonlanır. M.gluteus medius'un fonksiyonuna çok benzer fakat küçük olması nedeniyle daha az etkilidir. Uyluğa abduksiyon ve iç rotasyon yaptırır. Siniri n.gluteus superior'dur. [12, 41, 42]

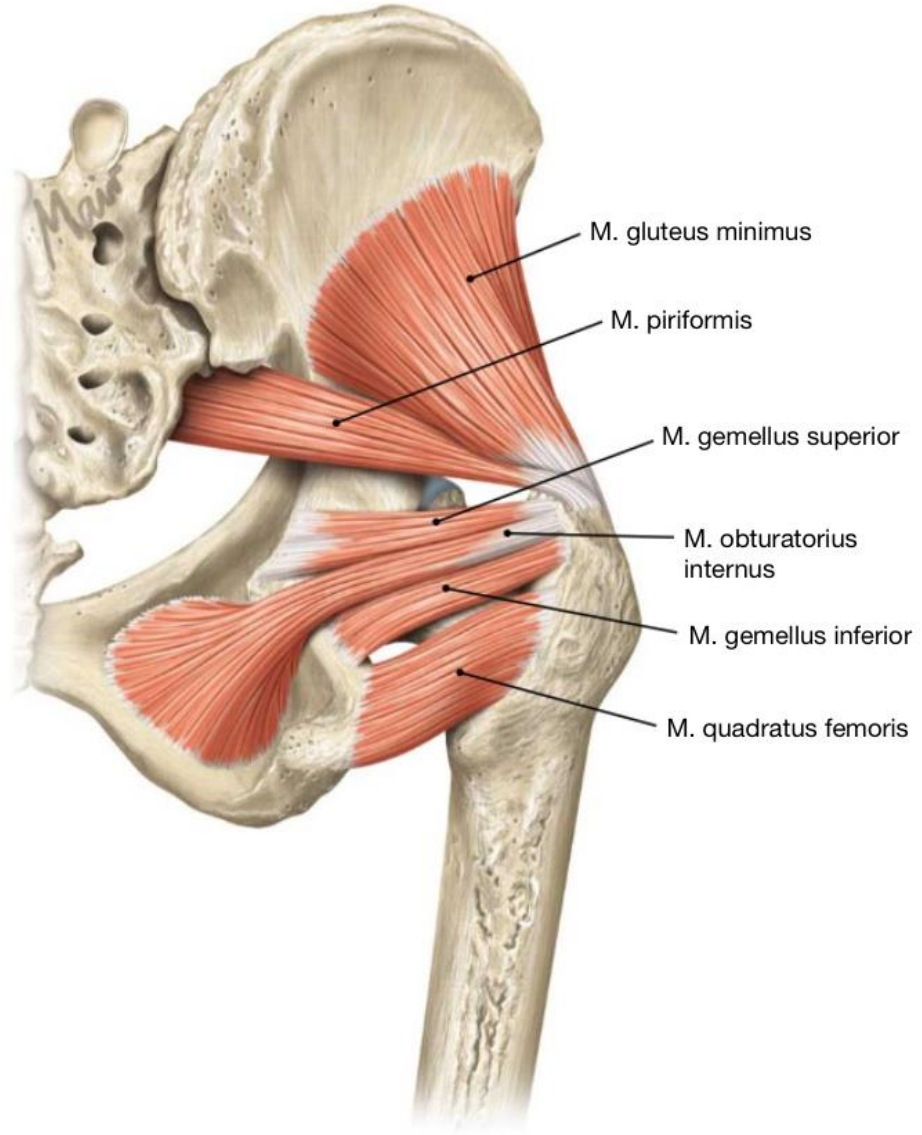
### **M.tensor fasciae latae**

Küçük ve yassı bir kastır. Crista iliaca'nın ön kısmı, spina iliaca anterior superior ve bunun biraz aşağısından başlar, uyluğun üst ve orta 1/3'ünün birleştiği yerde fascia lata'da sonlanır. Uyluğa fleksiyon ve bir miktarda iç rotasyon yaptırma fonksiyonu vardır. Siniri n.gluteus superior'dur. [41-44]

### **II.1.3.2 Uyluğun Dış Rotator Kasları(Resim 6)**

**Tablo 3.Uyluğun Ön ve Dış Rotator Kasları**

Uyluğun Dış Rotator Kasları	Uyluğun Ön Tarafındaki Kaslar
M.piriformis	M.sartorius
M.obturatorius internus	M.quadriceps femoris
M.gemellus superior	M.rectus femoris
M.gemellus inferior	M.vastus lateralis
M.quadratus femoris	M.vastus medialis
M.obturatorius externus	M.vastus intermedius
	M.articularis genu



**Resim 6.Uyluğun Dış Rotator Kasları (Essential Clinical Anatomy, Moore K., 2010 kitabından alınmıştır)**

### **M.piriformis**

M.gluteus medius'un arka alt kenarına paralel olarak uzanan yassı, piramit şeklinde bir kاستır. For. sacrale anterior'ları kapatmaksızın sacrumun 2.-4. Segmentlerinin ön yüzünden ve biraz da spina iliaca posterior inferior çevresinde ilium'un dış yüzünden başlar. Pelvis'i for. ischiadicum majus'dan terkeder ve trochanter major'un üst kenarında sonlanır. Ekstensiyon durumunda uyluğa dış rotasyon, fleksiyon durumundaki uyluğa ise abduksiyon yaptırır. Siniri n.musculi piriformis'dir. [12, 15, 17, 21]

### **M.obturatorius internus**

Kısmen küçük pelvisde, kısmen de kalça ekleminin arkasında bulunur. Membrana obturatoria'nın pelvis minor'a bakan iç yüzünden ve bu membranın tutunduğu kemik kenardan başlar, fossa trochanterica'nın üst kısmında trochanter major'un iç yüzünde sonlanır. Ekstensiyon durumundaki uyluğa dış rotasyon, fleksiyon durumundaki uyluğa abduksiyon yaptırır. Siniri n.musculi obturatorii interni'dir. [15, 16, 19]

### **M.gemellus superior**

Spina ischiadica'nın dış yüzünden başlar, m.obturatorius internus'un üst kenarı ile kaynaşarak trochanter major'un iç yüzünde sonlanır. Siniri plexus sacralis'den gelen dallar. [15, 16, 19]

### **M.gemellus inferior**

Tuber ischiadicum'dan başlar, m.obturatorius internus'un alt kenarı ile kaynaşarak, trochanter major'un iç yüzünde sonlanır. Siniri plexus sacralis'den gelen dallar. [15, 16, 19]

### **M.quadratus femoris**

Yassı dör köşeli ve oldukça kalın kastır. Tuber ischiadicum'un dış yüzünden başlar, horizontal olarak laterale doğru uzanır ve crista intertrochanterica'nın üst bölümünde sonlanır. Uyluğa dış rotasyon yaptırır ve n.musculi quadrati femoris'den innerve olur. [15, 16, 19]

### **M.obturatorius externus**

Yassı ve üçgen şekilli olup membrana obturatoria'nın dış yüzünün medial 2/3'ünden ve buraya komşu kemik yapıdan başlar, fossa trochanterica'da sonlanır. Uyluğa dış rotasyon yaptırır ve n.obturatorius'dan innerve olur. [15, 16, 19]

### II.1.3.3 Uyluğun Ön Tarafındaki Kasları

#### **M.sartorius**

Vücutun en uzun kası olup ortalama 61 cm uzunluğundadır. Spina iliaca anterior superior ve bunun hemen aşağısından başlar. Pes anserinus da, tibia'nın iç yüzünün üst kısmında sonlanır. Uyluğa fleksiyon abduksiyon ve dış rotasyon, bacağa ise fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda ise iç rotasyon yaptırır. N.femoralis'den innerve olur. [12, 15, 16, 45]

#### **M.quadriceps femoris**

Uyluğun ön ve yan tarafını dolduran geniş ve kalın bir kas olup m.rectus femoris, m.vastus lateralis, m.vastus medialis ve m.vastus intermedius olmak üzere dört kasın birleşmesinden oluşur, lig.patella vasıtasıyla tuberositas tibia'da sonlanır. N.femoralis'den innerve olur. [17, 45, 46]

**M.rectus femoris** Uyluğun ön tarafında bulunan iğ şeklindeki bu kasın lifleri kuş teleği görünümünde olup, caput rectum ve caput reflexum olmak üzere iki başı vardır. Caput rectum'u spina iliaca anterior inferior'dan, caput reflexum'u ise acetabulum'un üst kısmındaki oluktan bir kiriş aracılığı ile başlar, m.quadriceps femoris'in kirişine katılarak patella'nın bazisinde sonlanır. [12, 17, 45, 46]

**M.vastus lateralis** M.quadriceps femoris'in en büyük bölümüdür. Geniş bir aponeuroz aracılığı ile linea intertrochanterica'nın üst-dış kısmı, trochanter major'un ön kısmı, labium laterale linea aspera'nın üst yarısı ve septum intermusculare femoris laterale'den başlar. Kas lifleri aşağı ve içe doğru uzanarak kasın alt yarısında derinde bulunan bir aponeurozda sonlanır. [12, 17, 45, 46]

**M.vastus medialis**, labium mediale linea aspera ve septum intermusculare femoris mediale'den başlar, m.quadriceps femoris'in kirişinde sonlanır. [12, 17, 45, 46]

**M.vastus intermedius**, m.rectus femoris'in derininde bulunur, ön ve dış yüzü ile septum intermusculare femoris laterale'nin alt yarısından başlar. M.quadriceps femoris'in kirişine katılarak patella'nın üst kısmında sonlanır. [12, 17, 45, 46]

### **M.articularis genu**

Küçük bir kas olup femur'un ön yüzünün distalinden başlar, diz eklemi kapsülünün üst kenarına tutunur. Dizin ekstensiyonu esnasında toplanan synovial kılıfı yukarı doğru çekerek eklem aralığına girmesini önler. [15, 16]

### **II.1.3.4 Uyluğun Medial Tarafındaki Kasları**

**Tablo 4.Uyluğun Medial ve Arka Grup Kasları**

Uyluğun Medial Tarafındaki Kasları	Uyluğun Arka Tarafındaki Kasları
M.gracilis	M.biceps femoris
M.pectineus	M.semitendinosus
M.adductor longus	M.semimembranosus
M.adductor brevis	
M.adductor magnus	
m.adductor minimus	

### **M.gracilis**

Uyluğun medial taraftaki adduktor kasların en yüzeysel olanıdır. İnce bir aponeuroz ile iskion-pubis kolunun üst, symphysis pubica'nın da alt yarısından başlar. Tibia'nın iç yüzünün üst kısmında sonlanır. Uyluğa adduksiyon, bacağına fleksiyon ve fleksiyon durumundaki bacağına biraz da iç rotasyon yaptırır. N.obturatorius tarafından innerve olur. [12, 15, 16, 47]

## **M.pectineus**

Uyluğun üst-iç kısmında bulunan yassı bir kastır. Eminentia iliopubica ve tuberculum pubicum arasında kalan pubis'in ön kısmından ve pecten ossis pubis'ten başlar. Lifleri aşağı, arkaya ve dış tarafa doğru uzanarak femur'daki linea pectinea'da sonlanır. Uyluğa adduksiyon, fleksiyon ve biraz da iç rotasyon yaptırır. Siniri; genellikle n.femoralis, bazen de n.obturatorius'dan bir dal alır. [12, 15, 17, 19]

## **M.adductor longus**

Adduktor kasların en yüzeyle olup, m.pectineus ile aynı planda bulunur. Ramus superior ve inferior ossis pubis'in aralarında dar bir sahadan giriş bir yapı ile başlar. Labium mediale linea aspera'nın orta 1/3'ünde sonlanır. Bu kas uyluğa adduksiyon yaptırır. N.obturatorius'un ön dalından innerve olur. [12, 15-17, 48]

## **M.adductor brevis**

M.pectineus ve m.adductor longus'un derininde bulunur. Ramus inferior ossis pubis'ten başlar. Kasın lifleri aşağı ve biraz da arkaya doğru uzanarak labium mediale linea aspera'nın üst 1/3'ünde sonlanır. Bu kas uyluğa adduksiyon yaptırır. N.obturatorius'tan innerve olur. [12, 15-17, 48]

## **M.adductor magnus**

Üçgen şekilli bir kas olup; küçük bir bölümü ossis pubis'den, geri kalan bölümü ise ramus ossis ischii ve tuber ischiadicum'un yakınlarından başlar. Labium mediale linea aspera'da sonlanır. Canalis ve hiatus adductorius bu kasta yer alır ve uyluğun en kuvvetli adduktor kasıdır Uyluğa güçlü bir şekilde adduksiyon ve liflerin tutunma bölgeleri itibariyle iç rotasyon da yaptırabilmektedir. N. obturatorius'tan innerve olur. Bir kısım lifleri is n. tibialisten de innervasyon alır. [12, 15-17, 48]

### **M.adductor minimus**

M.adductor magnus'un pubis kolundan başlayan küçük bir kısmı horizontal olarak dışa doğru uzanır ve tuberositas glutea'nın iç tarafına tutunur. Yüzeyel olan bu kısmına m.adductor minimus denilir. [12, 15-17, 48]

### **II.1.3.5 Uyluğun Arka Tarafındaki Kasları**

#### **M.biceps femoris**

Uyluğun arka ve dış tarafında caput longum ve caput breve olmak üzere iki başı vardır. Caput longum tuber ischiadicum'dan, caput breve ise septum intermusculare femoris lateralis'den başlar. Fibula başında sonlanır. Her iki başı diz ekleminde bacağına fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda da bir miktar dış rotasyon yaptırır. Uzun başıda kalça ekleminde, uyluğa ekstensiyon ve biraz da dış rotasyon yaptırır. Uzun başı n.tibialis'den, kısa başı ise n.fibularis communis'den innerve olur. [15, 17, 44, 49]

#### **M.semitendinosus**

M.semimembranosus'un yüzeyinde uyluğun arka ve iç tarafında bulunur. Tuber ischiadicum'dan başlar, tibia'nın medialinde ve iç kondilin altında pes anserinus'u oluşturarak sonlanır. Kalça ekleminde uyluğa ekstensiyon, diz ekleminde ise bacağına fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda ise biraz iç rotasyon yaptırır ve n.tibialis'den innerve olur. [15-17, 49]

#### **M.semimembranosus**

Uyluğun arka tarafının iç kısmında ve m.semitendinosus'un derininde bulunur. Kalın bir kiriş ile tuber ischiadicum'dan başlar. Tibia'nın iç kondilinin arka kısmında sonlanır. Kalça ekleminde uyluğa ekstensiyon, diz ekleminde ise bacağına fleksiyon ve fleksiyon pozisyonunda ise biraz iç rotasyon yaptırır ve n.tibialis'den innerve olur. [15, 17, 49]

### II.1.3.6 Bacağın Ön Tarafındaki Kasları(Resim 7)

**Tablo 5.Bacağın Önünde Ve Dış Tarafında Yer Alan Kaslar**

Bacağın Ön Tarafındaki Ekstensor Kasları	Bacağın Dış Tarafındaki Fibular(Peroneal Kasları)
M.tibialis anterior	M.fibularis(peroneus) longus
M.extensor hallucis longus	M.fibularis (peroneus) brevis
M.extensor digitorum longus	
M.fibularis(peroneus) tertius	

#### **M.tibialis anterior**

Üçgen prizma şekilli kas olup tibia'nın ön dış tarafında bulunur. Condylus lateralis tibiae, facies lateralis tibiae'nin üst kısmı ile membrana interossea cruicis ve fascia cruris'ten kas lifleri ile başlar. Os cuneiforme mediale'nin iç alt yüzü ile basis osis metatarsalis'in alt yüzüne tutunarak sonlanır. Ayağın en kuvvetli ekstensoru'dur. Yürüme sırasında ayak ucunun yere sürtünmesini önler, art. talocalcaneonavicularis ve art. subtalaris'in eğik eksenlerinde ayağa supinasyon ve biraz da adduksiyon yaptırır. [12, 15, 16, 21, 50]

#### **M.extensor hallucis longus**

Ayak başparmağına giden bu kasın üst kısmı m.tibialis anterior ve m.extensor digitorum longus ile örtülü olup fibula ön yüzünün ortasından ve membrana interossea cruris'in orta kısmından başlar. Hallux'un distal falanksının dorsal yüzünün basis'ine tutunarak sonlanır. Ayak başparmağına ekstensiyon yaptırır. Ayrıca diğer ekstensor kaslarla birlikte ayağa da ekstensiyon, supinasyon ve adduksiyon hareketlerini de yaptırır. N.peroneus profundus'tan somatomotor liflerini alır. [12, 15, 17, 51]



### **M.extensor digitorum longus**

Bacağın ön dış tarafında bulunur ve condylus lateralis tibiae, fibula ön yüzünün üst kısmı, membrana interossea cruris ile fascia cruris ve septum intermusculare cruris anterius'dan başlar. II-V. Parmakların proksimal flankslarının dorsalinde, aponeurosis dorsalis'e katılarak ikinci ve üçüncü falanksların dorsal yüzlerinde sonlanır. Başparmak dışındaki diğer parmaklara ekstensiyon, ayağa da ekstensiyon, pronasyon(eversiyon) ve abduksiyon hareketleri yaptırır. Somatomotor lifelerini n.peroneus profundus'tan alır. [12, 15, 17]

### **M.fibularis(peroneus) tertius**

#### **II.1.3.7 Bacağın Dış Tarafındaki Kasları(Peroneal Kasları)**

### **M.fibularis(peroneus) longus**

Bacağın dış tarafında bulunan pronator kaslardan en yüzeyde bulunan kastır. Caput fibulae, fibula dış yüzünün üst kısmı, fascia cruris, septum intermusculare cruris anterius ve septum intermusculare cruris posteriordan başlar. Sulcus tendinis musculi peronei longi'den geçtikten sonra os cuneiforme mediale ve os metatarsale l'de sonlanır. M.fibularis longus ayağa pronasyon, abduksiyon ve plantar fleksiyon yaptırır. Ayağın transvers arkının korunmasında rol alır. Somatomotor lifelerini n.peroneus superficialis'ten alır. [12, 16, 17]

### **M.fibularis (peroneus) brevis**

M.peroneus longus'un arkasında ve daha derin planda bulunan ve daha kısa bir kastır. Fibula lateral yüzünün alt kısmı ile septum intermusculare cruris anterius ve septum intermusculare cruris posterius'tan başlar. 5. Metatarsın bazisinde sonlanmaktadır. M.peroneus breviste ayağa plantar fleksiyon ve eversiyon yaptırmaktadır. [12, 16, 17]

### **II.1.3.8 Bacağın Arka Tarafındaki Kaslar**

#### **M.Gastrocnemius**

Caput laterale ve caput mediale olmak üzere iki baş halinde epicondylus lateralis ve medialis femoristen başlar. Caput laterale ve mediale dar bir açı oluşturacak şekilde birleşerek fossa poplitea'yı alt yanlardan sınırlar. Birleşen lifler bacağın ortalarında geniş bir aponeurozda sonlanır. Tendo musculi gastrocnemi adını alan bu tendon m. soleusun tendonuyla birleşerek tendo calcaneusu yapar. M. soleus ile aynı işi yapmaktadır. Siniri n. tibialistir. [15, 21, 52]

#### **M.Soleus**

Gastrocnemius kasının derinin de yer almaktadır. Fibula başı ve gövdesi, tibia'nın arka yüzündeki linea musculi soleiden ve fibula ve tibia arasındaki arcus tendineus musculi solei den başlar. Gastrocnemiusla birlikte tendo calcaneusu oluşturarak tuber calcaneide sonlanmaktadır. [16, 53]

M. gastrocnemius ve m. soleus a m. triceps surae adı verilmektedir. Ayağın en güçlü fleksör kasıdır. M. gastrocnemius femurdan başlaması dolayısıyla aynı zamanda bacağada fleksiyon yaptırmaktadır. İki kasında siniri n. tibialistir. [12, 16]

#### **M.Plantaris**

M.triceps surae'nin lifleri arasında yer alır. Linea asperanın alt kenarından tendo calcaneinin medial kenarı boyunca ilerleyerek calcaneusta sonlanır. Bacağa ve ayağa plantar fleksiyon yaptırmaktadır. Küçük olması dolayısıyla etkisi sınırlıdır. N.tibialis tarafından inerve olmaktadır. [12, 15]

#### **M.Popliteus**

Fossa popliteada yer almaktadır. femur dış kondilindeki bir oluktan lig. popliteum arcuatum başlayarak aşağıya doğru oblik olarak uzanır. Bir kısmı lateral meniskusa, bir kısmıda linea musculi soleide sonlanır. Diz ekleminin

kilitlenmesinin önlenmesinde rol oynar. N. tibialis tarafından inerve olur. [15, 19]

### **M.Flexor Hallucis Longus**

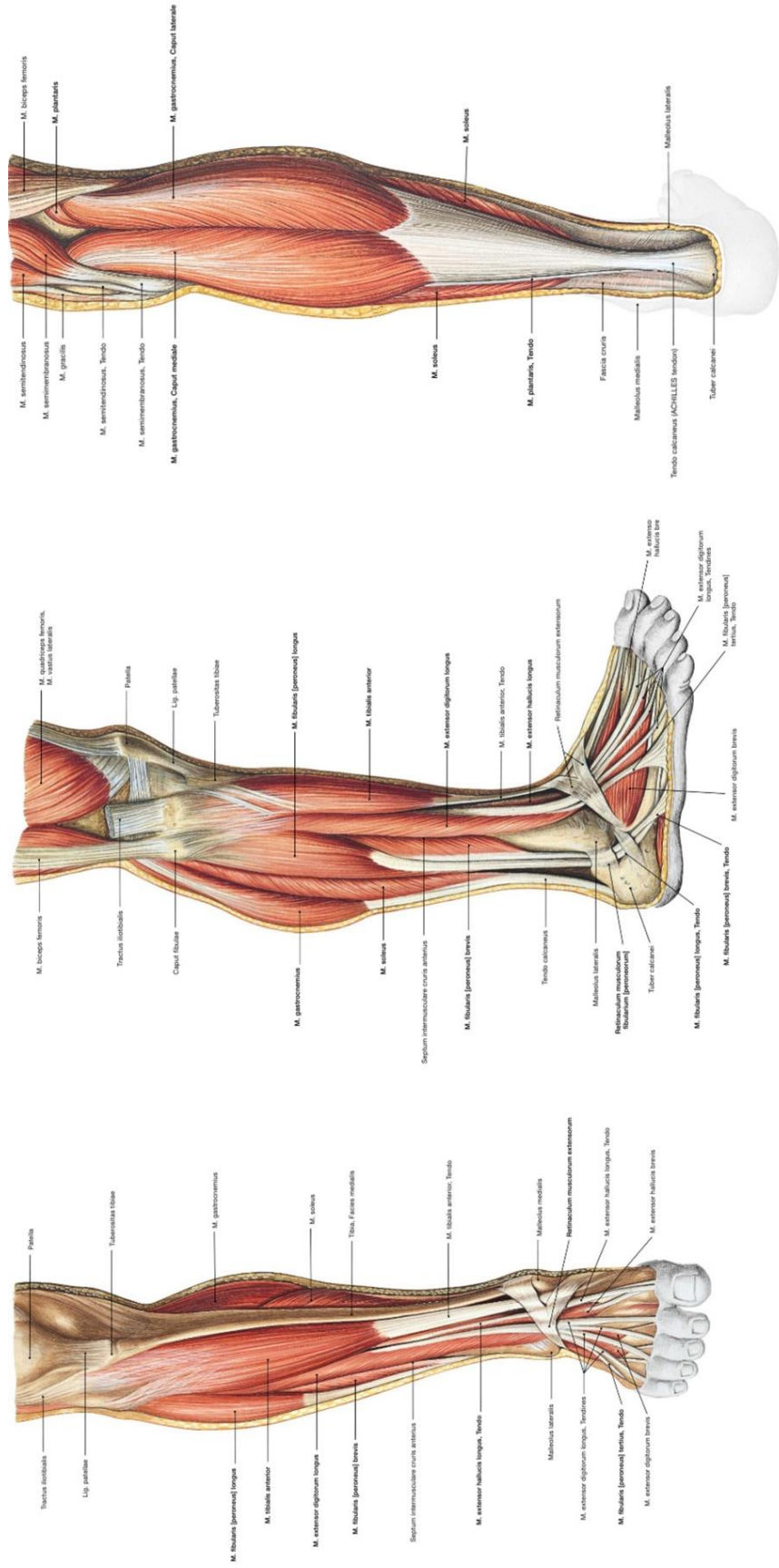
Fibulanın arka 2/3 ünden başlamaktadır. Kasın krişi malleolus medialisin arkasındaki oluktan – sulcus musculi fleksör hallucis longi- geçer. Flexor hallucis brevisin iki başı arasından geçerek baş parmağın son phalanksında sonlanır. Yürüyüş esnasında ayağın yerden kesilmesinde başparmağı bastırarak kilit bir rol oynamaktadır. Başparmağa fleksiyon yaptırır. Ayrıca ayağa suinasyon ve adduksiyonda yaptırılmaktadır. N. tibialis tarafından inerve olmaktadır. [16, 17, 21, 54]

### **M. Fleksor Digitorum Longus**

Tibianın arka yüzündeki linea musculi soleinin hemen altından başlar. Aşağıya indikçe lifler kalınlaşır. Malleolus medialiste m. tibialis posteriorun tendonunu arkadan çaprazlar. Retinaculum fleksorumun derininden geçmektedir. Ayak tabanında m. fleksor hallucis longusun tendonunu çaprazlamakta ve liflerin bazıları bu kasın tendonuna karışmaktadır. Daha sonra dört parçaya ayrılarak m. fleksor digitorum brevisin kirişini delerek son phalanksta sonlanır. Başparmak hariç 4 parmağada fleksiyon yaptırır. Ayağa supinasyon ve adduksiyonda yaptırır. Siniri n. tibialis'tir. [15-17]

### **M.Tibialis Posterior**

Fibulanın üst 1/3 ve tibianın arka yüzünün ortalarının 1/3 ünden başlayarak medial malleolun arkasından geçer. M. fleksor digitorum longus ile yakın ilişki içindedir. Spring ligamentin altından geçerek tuberisitas ossis navicularede sonlanır. Bir kısım lifler sustentaculum talinin ucu üç cuneform kemik, cuboid kemik, 2. 3. 4. Metatarsal kemiklerde sonlanır. [4, 12, 15]



**Resim 7. Bacak Kasları (Sobotta insan anatomisi, 2001 atlasından alınmıştır)**

### II.1.3.9 Ayağın İntrinsik Kasları(Resim 8)

Ayağın intrinsik kaslarının origo ve insertio'ları ayaktadır:

- M.extensor digitorum brevis ayağın dorsal yüzünde bulunan intrinsik kastır[55].
- Diğer tüm intrinsik kaslar ayak tabanında plantar taraftadır ve dört tabaka şeklinde düzenmişlerdir[15]:
  - ✓ mm.interossei dorsales,
  - ✓ mm.interossei plantares
  - ✓ m.flexor digiti minimi brevis
  - ✓ m.quadratus plantae (m.flexor accessorius)
  - ✓ m.abductor digiti minimi
  - ✓ m.abductor hallucis
  - ✓ mm.lumbricales

İntrinsik kaslar başlıca uzun kirişlerin hareketlerini değiştirerek parmakların iyi hareket etmelerini sağlarlar[15]. Ayağın m.extensor digitorum brevis hariç bütün intrinsik kaslar n.tibialis'in medial ve lateral plantar dalları innerve edilirken, m.extensor digitorum brevis n.fibularis profundus tarafından innerve edilir. İlk iki dorsal interosseöz kas, innervasyonlarının bir bölümünü n.fibularis'den alabilirler. [12, 16]

**Tablo 6. Ayağın dorsal yüz intrinsik kasları**

<b>KAS</b>	<b>BAŞLAMA YERİ</b>	<b>SONLANMA YERİ</b>	<b>İNNERVASYON</b>	<b>FONKSİYON</b>
<b>M.extensor digitorum brevis</b>	Calcaneus'un üst dışyan yüzeyi	Başparmağın proksimal falanksının tabanı ve 2-4.parmakların m.extensor digitorum longus'larının	N.fibularis profundus [S1,S2]	Başparmağın metatarsofalangeal ekleminin ve 2-4. Parmakların fleksiyonu

**Tablo 7. Ayak tabanındaki kasların ilk tabakası**

<b>KAS</b>	<b>BAŞLAMA YERİ</b>	<b>SONLANMA YERİ</b>	<b>İNNERVASYON</b>	<b>FONKSİYONU</b>
<b>M.abductor hallucis</b>	Tuber calcanei'nin processus medialis'i	Başparmağın proksimal falanksının içyan tarafı	N.tibialis'den n.plantaris medialis [S2,S3]	Metatarsofalangeal eklemdede başparmağa abduksiyon ve fleksiyon yaptırır
<b>M.flexor digitorum brevis</b>	Tuber calcanei'nin processus medialis'i ve aponeurosis plantaris	Dışyandaki dört parmağın orta falanklarının plantar yüzeyi kenarları	N.tibialis'den n.plantaris medialis [S2,S3]	Dışyandaki dört parmağa proksimal interfalangeal ekleme fleksiyon yaptırır.
<b>M.abductor digiti minimi</b>	Tuber calcanei'nin processus lateralis'i ve processus medialis'i, calcaneus'u v.metatarsal kemiğin tabanına bağlayan bağ dokusu bandı	Küçük parmağın proksimal falanksının tabanının dışyan tarafı	N.tibialis'den n.plantaris lateralis [S2,S3]	Metatarsofalangeal eklemdede küçük parmağa abduksiyon yaptırır.

**Tablo 8.Ayak tabanındaki kasların ikinci kas tabakası**

<b>KAS</b>	<b>BAŞLAMA YERİ</b>	<b>SONLANMA YERİ</b>	<b>INNERVASYON</b>	<b>FONKSİYON</b>
<b>M.quadratus plantae</b>	Calcaneus'un içyan yüzeyi ve tuber calcanei'nin processus lateralis'i	Proksimal ayak tabanında m.flexor digitorum longus'un kirişinin dışyan kenarında	N.tibialis'den n.plantaris lateralis[S1'den S3'e]	2-5. parmakalrın fleksiyonunda m.flexor digitorum longus'un kirişine yardım eder
<b>Mm.lumbricales</b>	İlk lumbrikal kas m.flexor digitorum longus'un ikinci parmağa giden kirişinin içyan kenarı; ikinci, üçüncü ve dördüncü lumbrikaller m.flexor digitorum longus'un bitişik kirişlerinin bitişik yüzeyleri	2/5.parmakların ekstensor vagina'larının serbest içyan kenarları	İlk lumbrikal kas n.tibialis'in n.plantaris medialis dalı; ikinci, üçüncü ve dördüncü lumbrikal kaslar n.plantaris lateralis [S2,S3]	Metatarsofalangeal eklemlerin fleksiyonu ve interfalangeal eklemlerin ekstensiyonu

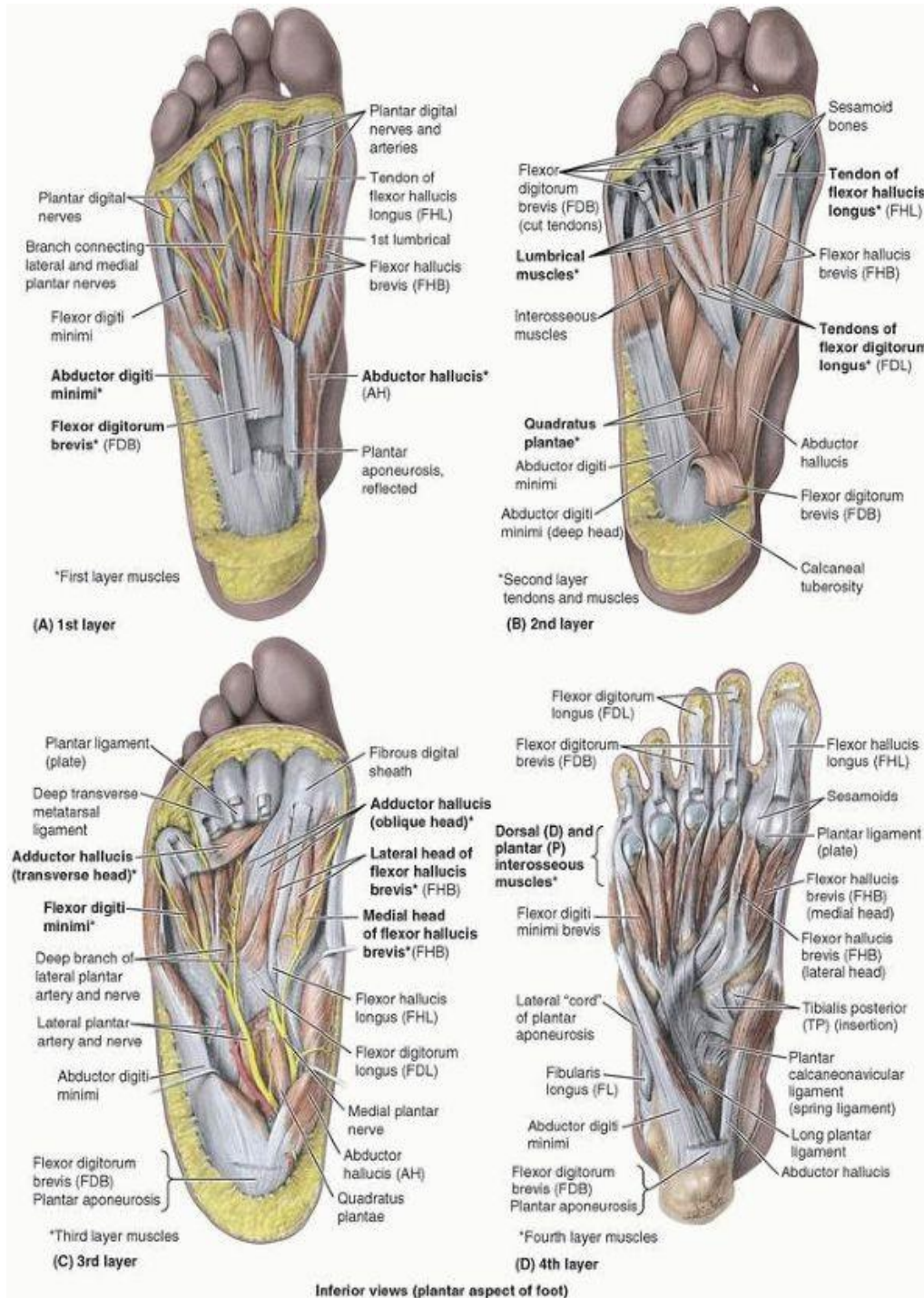
**Tablo 9.Ayak tabanındaki kasların üçüncü kas tabakası**

<b>KAS</b>	<b>BAŞLAMA YERİ</b>	<b>SONLANMA YERİ</b>	<b>INNERVASYON</b>	<b>FONKSİYONU</b>
<b>M.flexor hallucis brevis</b>	Os cuboideum'un ve os cuneiforme laterale'nin planter yüzeyi ve m.tibialis posterior'un tendonu	Başparmağın proksimal falanksının tabanının içyan ya da dışyan tarafı	N.tibialis'den n.plantaris medialis [S1,S2]	Başparmağın metatarsofalangeal eklemine fleksiyon yaptırır.
<b>M.adductor hallucis</b>	Caput transversum dışyandaki üç parmağın metatarsofalangeal eklemleri ile ilişkili olan bağlar; caput obliquum II-IV. metatarsal'lerin tabanlarından ve m.fibularis longus'u kaplayan kılıftan	Başparmağın proksimal falanksının tabanının dışyan tarafı	N.tibialis'den n.plantaris lateralis [S2,S3]	Metatarsofalangeal eklemdede başparmağa adduksiyon yaptırır.
<b>M.flexor digiti minimi brevis</b>	V.metatarsal'in tabanı ve m.fibularis longus'un tendonunun ilişkili kılıftan	Küçük parmağın proksimal falanksının tabanının dış yan tarafı	N.tibialis'den n.plantaris lateralis [S2,S3]	Metatarsofalangealeklemdede küçük parmağa fleksiyon yaptırır



**Tablo 10.Ayak tabanındaki kasların dördüncü kas tabakası**

<b>KAS</b>	<b>BAŞLAMA YERİ</b>	<b>SONLANMA YERİ</b>	<b>INNERVASYON</b>	<b>FONKSİYONU</b>
<b>Mm.interosseus dorsales</b>	İki metatarsal kemikten	İki falanksın dorsal yüzlerinde	N.plantaris lateralis	Birinci falanksa fleksiyon, ikinci ve üçüncü falankslara ise ekstensiyon adduksiyon yaptırır.
<b>Mm.interosseus plantares</b>	Metatarsal aralıklarda, metatarsal kemiğin medial kenarından	3.-5. parmakların birinci falakslarının basis'lerinin iç yanında ve dorsal yüzlerindeki aponözda	N.plantaris lateralis	Birinci falanksa fleksiyon, ikinci ve üçüncü falankslara ise ekstensiyon yaptırır. 3-5.parmaklara adduksiyon yaptırır



**Resim 8. Ayağın İntrinsik Kasları (Essential Clinical Anatomy, Moore K., 2010 kitabından alınmıştır)**

## II.2 Embriyolojisi

İlk olarak 3 haftalık embriyoda alt ekstremiteye ait çıkıntılar gözükmemektedir. Gerçek alt ekstremiteye ait çıkıntı postovulatuvar 4. hafta da ortaya çıkmaktadır [56-58]. Lumbal 5 ve ilk sakral somit seviyesinde yer almaktadır [59, 60] (CRL-caudorostral length 3-6 mm). Takip eden birkaç günde çıkıntılar olması gereken morfolojiye paralel şekilde düz ventral yüzeye, yuvarlatılmış dorsal yüzeye sahip olmaktadır. CRL 6-9 mm safhasında sakral myotomlara doğru bacak çıkıntısı uzamaktadır. Bu safhada apikal epidermal çıkıntı gözlemlenmektedir [61-63]. (Resim 9a ve 9b)

Dördüncü haftanın sonunda uyluk bacak ayak olarak 3 bölgeye ayrılmıştır (CRL 8-11mm) [56, 60] (Resim 9d). Beşinci haftaya kadar bu büyüme devam eder ve bu haftada CRL 11-13 mm olup düz yuvarlak ayak diski meydana gelmektedir. Bu sırada ilk defa kemikleşme meydana gelmekte ve **mezenkimal kondensasyon** adı verilmektedir [63, 64]. Sonunda sağ ayak içeriye doğru saat yönünde sol ayak ise saatin tersi yönde dönme hareketi yapmaktadır. Böylelikle fleksör yüzey oblik olarak embriyonun sagittal yüzeyine bakmaktadır [56, 57, 65]. Henüz daha ayak dorsal açılma göstermemekte bacak ile devam etmektedir.

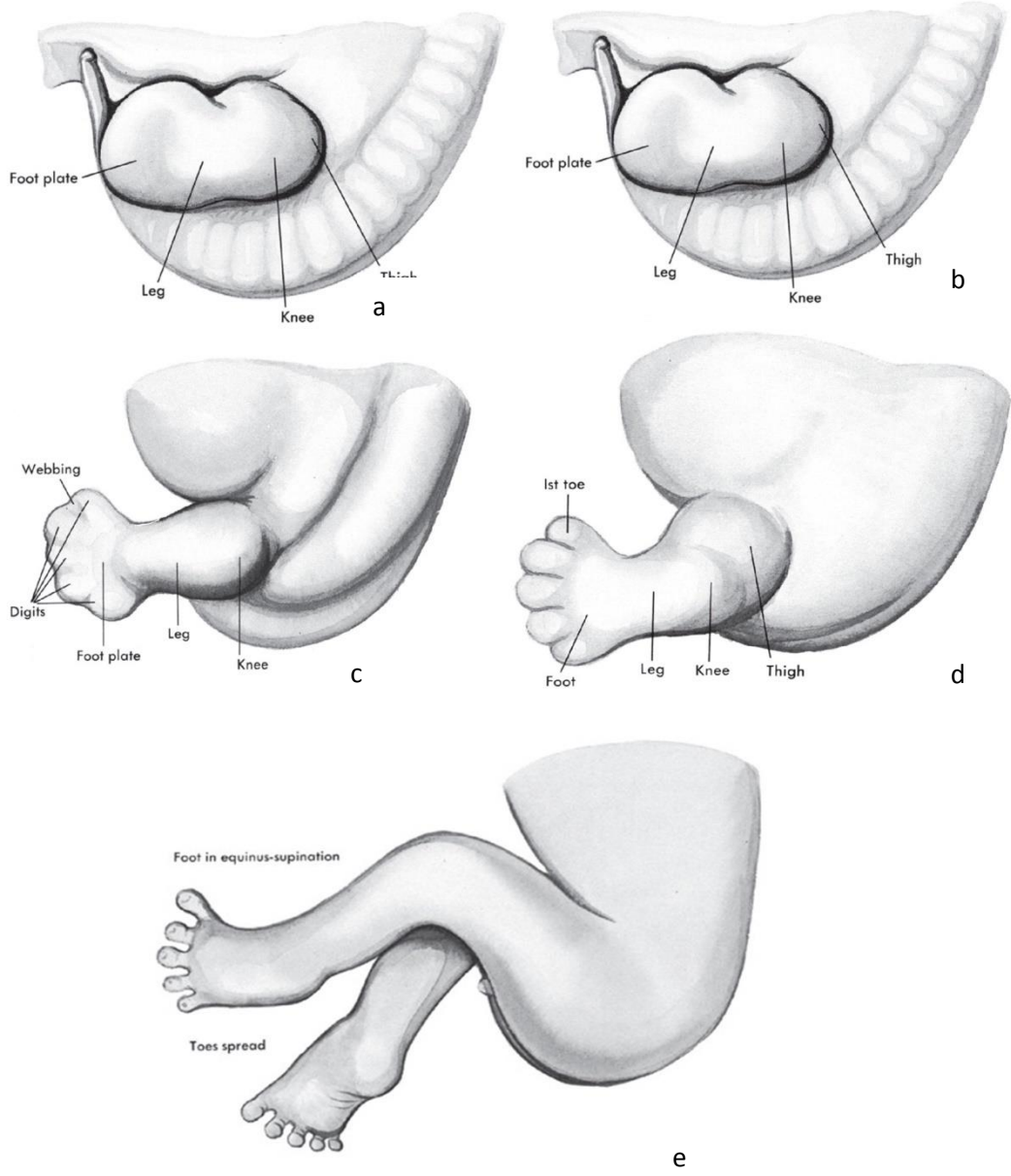
Ayak tibia fibula ile bağlantılı preaksiyel ve postaksiyel olarak iki bölgeye ayrılabilir. Böyle ayrılmasının sebebi tibia fibulanın arada interosseöz bir ligamanla birbirinden ayrılmasıdır [66]. Preaksiyel bölge; ilk iki metatars, talus, navicula ve cuneiform kemikleri postaksiyel bölge; diğer metatarslar, cuboid ve calcaneusu içerir [59, 67].

Altıncı haftada da rotasyon devam etmektedir (CRL 22-24 mm). 90 derece kadar ayaklar rotasyon yapmış bulunmaktadır. Bu fazda 5 metatars seçilebilmekte ve kemikleşmenin sekonder fazına metatarsların ortalarından başlamak üzere geçiş yapılmaktadır [56, 67].

Yedinci haftada tüm ayaklarda sagittalde seçilebilmektedir. Tibial yüzey başta yer almakta, ayağın dorsumu laterale bakmakta, plantar yüzeyi ise

mediale doğru yer almaktadır [67]. Bu evre henüz ayak bileğinde dorsal açılanma görülmemekle beraber, bacak ve uyluk bölgeleri eksternal rotasyonda yer almaktadır [56, 67].

Sekizinci haftada da uyluk internal rotasyon devam etmektedir. Bu evrede talus ve malleol bölgesinde hızlı değişiklikler meydana gelmekte, sustentaculum tali rahatça görülebilmekte, talus iki malleolun arasından büyümesini devam ettirmektedir [68]. Lateral malleolus, medial malleolusa göre daha hızlı büyümekte, bu haftanın sonunda yetişkin birinde yer alan tüm yapılar yer almaktadır [59]. Fetal periyotta uyluk internal rotasyonuna devam etmekte, ayak üçüncü ayın sonunda dorsifleksiyon pozisyonunda yer almakta, 3-9 aylarda pronasyona devam ederek yetişkin haline gelmektedir [58, 59](Resim 9e).



**Resim 9. Fetal Alt Ekstremité gelişimi (Sarrafian's anatomy of the foot ankle, third edition kitabından alınmıştır)**

### **II.3 Yürüme Mekaniki**

İnsanlar günde 5000 ile 15000 arasında değişen adım atmaktadır. Bu da yıllık 2-5 milyon adıma karşılık gelmektedir [69]. Bu kadar sık tekrarlanan

bir davranış sırasında alt ekstremitte kilit bir öneme sahiptir. İnsan ayağı semi-rigid olarak tanımlanmakta ve insan vücudunun dik durmasında denge ve posturun sağlanmasında, adım atılmasında önemli bir rol almaktadır [70].

Yürüme sırasında daima bir ayak öne doğru gitmekte ve **adım** olarak adlandırılmakta ve katedilen mesafe **adım uzunluğu**, geçen süre **adım süresi** olarak tanımlanmaktadır. Örneğin sağ bacak öne doğru giderek **sağ adım(right step)** atılmakta, sol bacakta aynı şekilde öne doğru salınım yaptığında **sol adım(left step)** olarak adlandırılmaktadır. Her sağ ve sol ayak öne doğru birer adım attığında oluşan bu döngüye **çift adım-bir yürüme döngüsü (stride)** ismi verilmektedir. Stride kelimesinin tam olarak Türkçe karşılığı tek bir kelime olarak bulunmamaktadır. Tek bir yürüme döngüsü gerçekleştirilmesi için geçen süreye **bir yürüme döngüsü zamanı** ismi verilmektedir. Her bir stride da gidilen mesafeye **bir yürüme döngüsü uzunluğu** ismi verilmektedir. Birim zamanda atılan adım sayısına **kadans** adı verilmektedir[71].

### II.3.1 Yürüme Döngüsü

Yürüme döngüsü telencephalondaki motor korteks, serebellum, nuclei bazales, medulla spinalisteki refleks arkları dahilindeki bir çok sistemden kontrol edilmektedir[72]. Yoğun kontrol mekanizmasıyla beraber bu döngünün kusursuz olarak sürdürülmesi insan hayatını devam ettirebilmesi açısından büyük önem arz etmektedir.

Her bir yürüme döngüsü aynı ayağın topuğunun yere değmesi ile başlamakta yine aynı ayağın topuğunun yere değmesi ile döngü sonlanmaktadır. Bu döngüyü sağ ayağı baz alarak anlatırsak; sağ ayağın topuğu ilk önce yere değmektedir. Döngünün %7 kısmında ayak düzleşmektedir.%12kısına gelindiğinde sol ayağın parmakları yerden kesilmektedir.%34 lük bölümünde sağ topuk yerden kesilmekte, döngünün %50 sinde sol topuk yere değmektedir.%62 bölümünde sağ ayak yerden kesilmekte %100 de tekrar sağ topuk yere değmektedir [73].

Bu döngü iki önemli parçadan oluşmaktadır: 1. **Duruş fazı(stance phase)**(Resim10.4 den 10.9 sol ayak için) 2. **Salınım fazı(swing phase)**(Resim 10.2 ve 10.3 sol ayak için) [74].

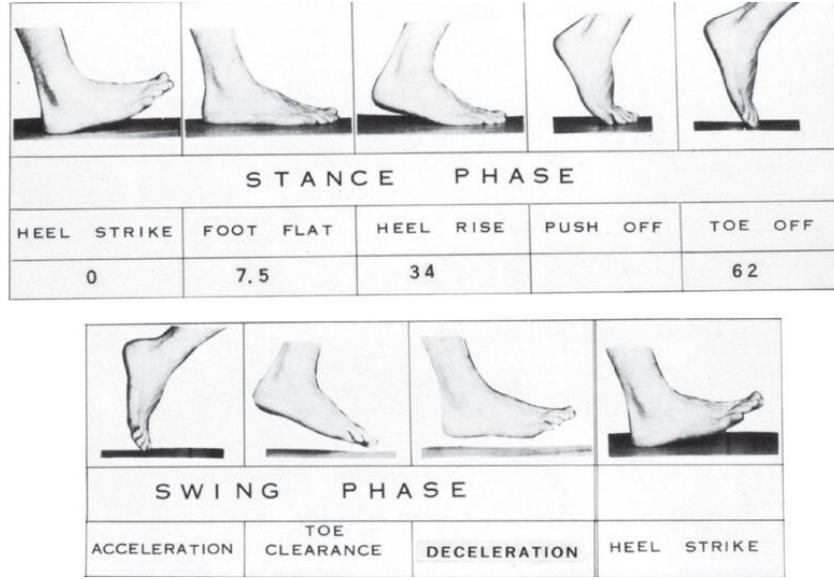


**Resim 10.Yürüyüş döngüsü.**

### **II.3.1.1 Duruş Fazı**

Yürüme döngüsünün %60-62 lik bölümünü oluşturmaktadır. Topuğun yere değmesinden başlayıp yine aynı ayakta başparmağın yerden kesilmesine kadar olan faza **Duruş Fazı** ismi verilmektedir[75]. Duruş fazı genel olarak **çift ayak desteği(double support)** ve **tek ayak(single support)** desteği olarak iki bölüme ayrılabilir[73, 75]. İki ayak desteği yürüme döngüsünün %12 kısmını, tek ayak desteği ise %50 lik kısmını oluşturmaktadır. Tek ayak desteği sırasında karşı ayak salınım fazında olmaktadır. Topuk vuruşu(heel strike), tam basma (foot flat), basma

ortası(mid-stance), topuk kalkışı(heel off), parmak kalkışı(toe off) bu fazda sırasıyla meydana gelmektedir[59].(Resim 11)



**Resim 11. Yürüyüş Döngüsünde Ayak (Sarrafiyanın anatomisi kitabından alınmıştır)**

Topuk vuruşundan hemen önce yavaşlayan ayak yere temas etmektedir. Bu temasla birlikte ayak hızlı bir şekilde alçalmakta ve lateral kenarı bu temasa katılmakta daha sonra medial ve lateral metarsal bölgenin teması izlenmektedir [76]. Ayak şimdi plantigrade(düz pozisyon) olarak yer almaktadır ve yürüme döngüsünün %7 ve %34 lük kısımları arasında yer almaktadır. Basma ortası(mid-stance) döngünün yaklaşık %25 lik kısmına karşılık gelmektedir [73].(Resim 11)

Ayak öne ve yukarıya doğru yuvarlanma hareketini sürdürmekte ve giderek temas yüzeyini azaltmaktadır. Döngünün yaklaşık yüzde %34 lük kısmında topuk yer ile temasını kesmekte ve metatarsophalangeal eklemden hiperekstansiyona neden olmaktadır.%62 lik bölümden itibaren parmaklar yer ile temasını kesmekte ve salınım(swing) fazı başlamaktadır [59, 73].



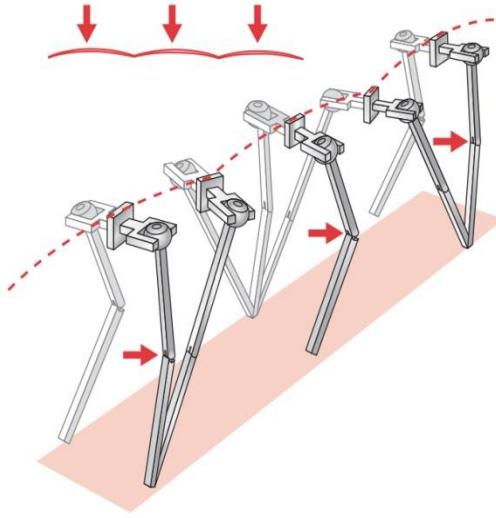
### II.3.1.2 Salınım Fazı

Salınım fazı yürüyüş döngüsünün %38 ini meydana getirmekte ve ipsilateral topuk vuruşuyla sona ermektedir. Başlangıçta, ayak hızlanmış ve plantar fleksiyondadır. Fazın ortasında ayak yavaşça dorsofleksiyona gelmekte bu hareket ayağın yere takılmasını engellemektedir [73, 74]. Daha sonra ayak alçalmakta ve topuk minimal bir inversiyon yaparak yere temas etmektedir [59].

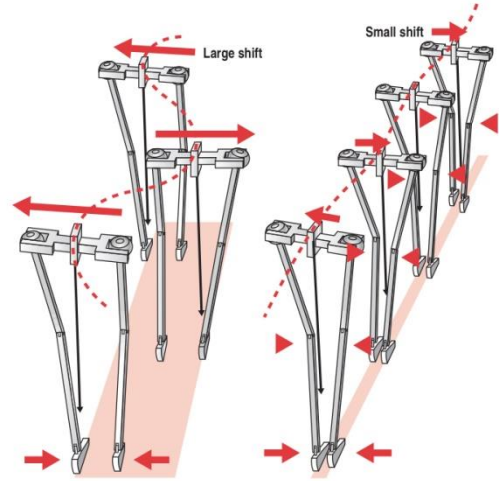
Bipedal yürümede çift destek fazında sadece iki ayak aynı anda yere basmaktadır. Duruş fazı, salınım fazından daha uzun olarak meydana gelmektedir [75]. Fakat koşu sırasında bir ayak salınım başladığında hala diğer ayak salınım fazındadır buna 'floating' adı verilmektedir. Koşu döngüsünün %20 sine karşılık gelmekte ve salınım fazı duruş fazından daha uzun olarak gerçekleşmektedir [76, 77].

### II.3.3 İnsanda Ağırlık Merkezi

Ayakta duran bir insanda ağırlık merkezi intrapelvik konumda, sacrumun ön ortasında yer almaktadır [59]. Normal yürüme sırasında sagittal planda sinüzoidal olarak yer değiştirir [71, 78]. Yürüyüş döngüsünün %25 ve %75 inde en yüksek seviyede ,%50 de ise en alt seviyededir. Horizontal düzlemde ağırlık merkezi yine sünizoidal bir patern izlemekte ve sağa sola doğru yer değiştirmektedir [71, 78].(Resim 12-13)



**Resim 12. Yürüyüş sırasında sagittal planda ağırlık merkezinin yer değiştirmesi (Clinical Gait Analysis. Theory and Practice, Chris Kirtley, 2006 kitabından alınmıştır.)**



**Resim 13. Yürüyüş sırasında horizontal planda ağırlık merkezinin yer değiştirmesi (Clinical Gait Analysis. Theory and Practice, Chris Kirtley, 2006 kitabından alınmıştır.)**

**Tablo 11.Yürüyüş döngüsüne ait art. coxae, art. genu, art. talocrualis pozisyonları**

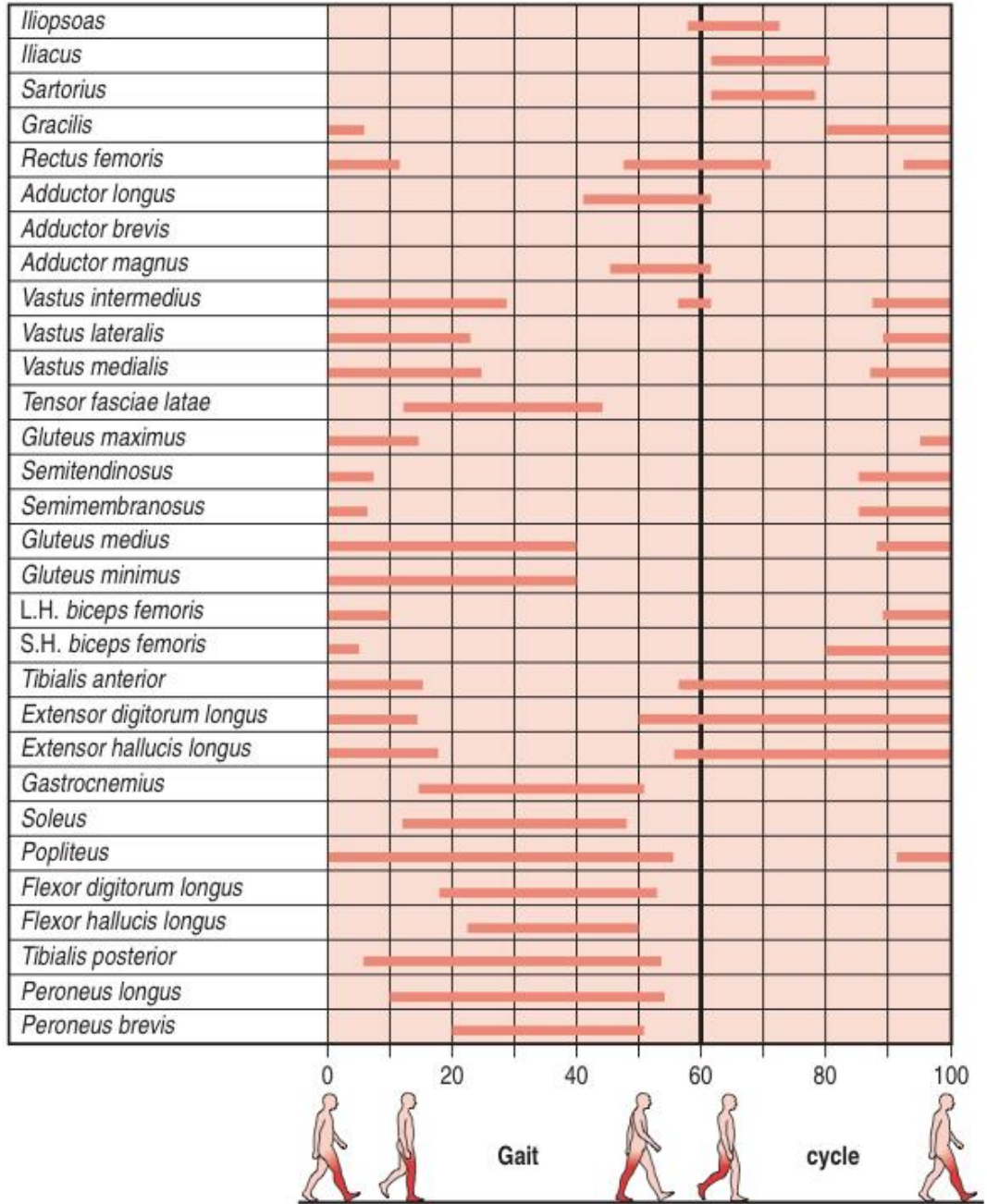
**II.3.4 Yürüyüş Döngüsünde Alt Ekstremitte Hareketleri**

	Duruş Fazı					Salınım Fazı		
	Topuk Vuruşu (%0)	Tam Basma (%7.5)	Basma Ortası (%25)	Topuk Kalkışı (%34)	Parmak Kalkışı (%62)	Hızlanma	Salınım Ortası	Yavaşlama
<b>Art. coxae</b>	25-30 derece fleksiyon	Ekstansiyon başlamıştır, fleksiyon 20-23 dereceye gerilemiştir	Ekstansiyon devam ediyor, 10 derece fleksiyon	10 derece ekstansiyonda	10 derece fleksiyonda	30-50 derece fleksiyonda	25 derece fleksiyonda	25 derece fleksiyonda
<b>Art. Genu</b>	Tamamen ekstansiyonda	20 derece fleksiyon	Fleksiyon yaklaşık 10 dereceye iner	Tam ekstansiyonda	40 derece fleksiyonda	65 derece fleksiyonda	65 derece fleksiyonda	Tam ekstansiyonda
<b>Art. talocrualis</b>	Nötral yada hafif plantar fleksiyonda	Plantar fleksiyon	2-3 derece dorsifleksiyonda	10-15 derece dorsifleksiyonda	20 derece plantar fleksiyonda	Plantar fleksiyon 22 derece	Hafif dorsifleksiyonda	Nötral pozisyonda

### II.3.5 Yürüyüş Döngüsünde Kaslar

Tablo 11 de belirtilen hareketleri yapabilmek için kaslar eş zamanlı çalışarak yürüyüş döngüsünün devamını sağlamaktadırlar. Tablo 12 de bir yürüyüş döngüsünün kas aktivitesi ile korelasyonu gösterilmiştir [71].

**Tablo 12. Yürüyüş döngüsünde kaslar (Clinical Gait Analysis. Theory and Practice, Chris Kirtley, 2006 kitabından alınmıştır.)**



## **II.4 Pedobarografi**

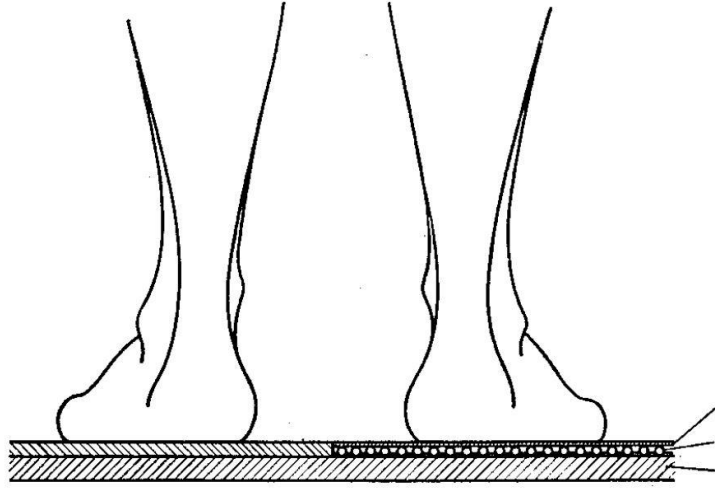
Pedobarografi, eski Yunancadan gelen pedes(ayaklar), baros(ağırlık, basınç) ve grapho (yazdırma, görüntüleme) kelimelerinden oluşmuştur [79]. Tanım olarak Newtonun 3. Yasasında belirtilen; bir cisme, bir kuvvet etki ediyorsa, cisimden kuvvete doğru eşit büyüklükte ve zıt yönde bir tepki kuvveti oluşur prensibine dayanarak, yürüme sırasında ayağın yere temasıyla oluşan ters yöndeki kuvvetlerin basınç sensorleri tarafından algılanarak, sayısal veriye dönüştürülmesidir [7]. Bu dönüştürme işlemi geçmişte sinematografik olarak yapılmaya çalışılmış, günümüzün gelişen teknolojisiyle dijital olarak daha kesin ve hassas veriler elde edilebilmektedir [10, 80].

### **II.4.1 Pedobarografi Tarihçesi**

İnsan ayak tabanındaki basınçları saptama fikri bundan 150 yıl öncesine dayanmaktadır. Beely 1882 yılında alçı ve kil üzerinde insanları yürüterek ayak izlerini almıştır. Fakat bu yöntemle ayak basıncını belirlemekten daha ziyade ayak şekilleri elde edilmiştir [81].

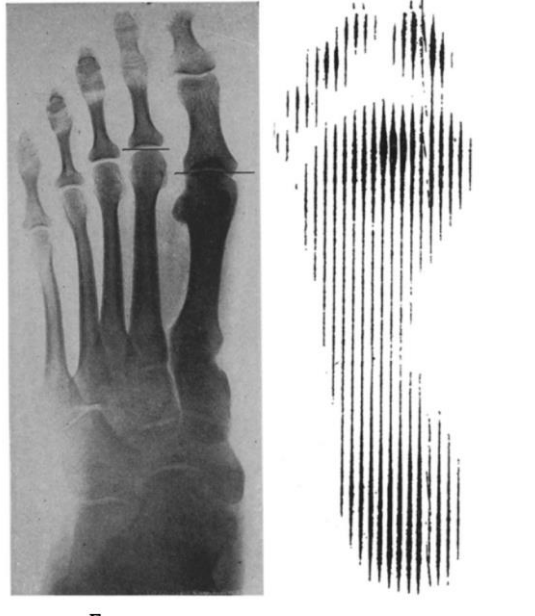
1925 yılında Forstell adlı araştırmacı mürekkep pedi üzerine tel bir ağ yerleştirmiş ve bunun üzerine bir kağıt yerleştirmiştir. Tel ağın esnemesinin izin verdiği ölçüde ayağın basınçlarını kaydetmiştir. Burada oluşan koyu ve açık renklere bakılarak basınç ile ilgili bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır [82].

1927 yılında Abramson tarafından küçük çelik bilyeler ince kurşun bir levhanın üzerine konmuş ve yük bindiğinde bilyeler levha üzerinde izler bırakmış; bu izlerin derinliği hesaplanarak ayakaltındaki yükler analiz edilmeye çalışılmıştır [83].(Resim 14)



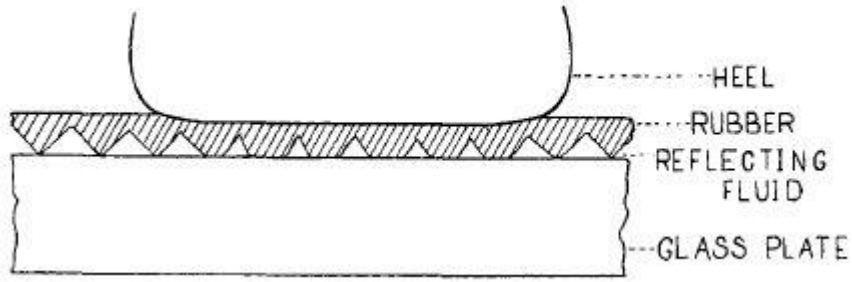
**Resim 14 Zur Kenntnis del' Mechanik des Mittelfufses, Ernst Abramson, 1927 den alınmıştır**

1930 yılında Morton tarafından piramidal projeksiyonlara sahip kauçuk mürekkep ile kaplanarak bir kağıdın üzerine yerleştirilmiştir. Kauçuk üzerinde yüründüğünde oluşan basınç bölgeleri ve bunların amplitüdüleri ortaya konulmuştur. İlk defa Morton tarafından kauçuğun esneme kabiliyetinden yararlanarak ayak basınçları saptanmaya çalışılmıştır [84].(Resim 15)



**Resim 15. Mortonun 1930 yılındaki çalışması**

1934 yılında Elftman yine piramidal projeksiyonlu kauçuk kullanarak bunu bir camın üzerine yerleştirmiştir. Camın altına 72 fps çekim yapan 16 mm kamera yerleştirmiş ve deneklerin yürümelerini istemiştir. Bu çalışma ile ilk defa dinamik olarak ayak basıncı kaydedilmiştir [82]. (Resim 16)



**Resim 16. Elftman 1934 yılı çalışması**

Daha sonra birçok araştırmacı Morton'un yöntemini geliştirmiş ve kullanmışlardır. Renk dansitometri ve daha yüksek çözünürlükler gibi modifikasyonlar ekleyerek yöntemi geliştirmişlerdir [80].

1976 yılında Arcan ve Brull tarafından monokromatik ışık kullanılmış ve sandviç mantığı ile paternler elde edilmiştir. Aliminyumdan yapılmış yarım daireler kauçuğun içine gömülmüştür. Halka çapı binen yüklerle birlikte artmaktadır[85]. 1980 yılında Cavanagh bunu kullanarak atlama yürüme sırasında 100 hz sinematografi ile dinamik olarak ayak basınç ölçümleri almıştır [86].(Resim 17a ve 17b)

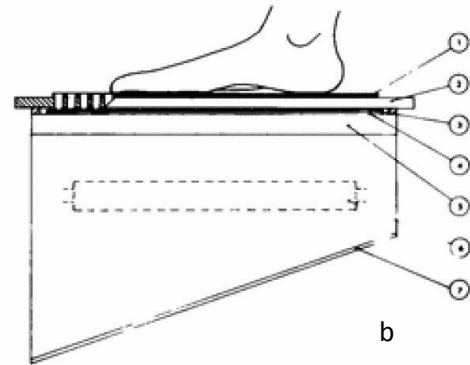
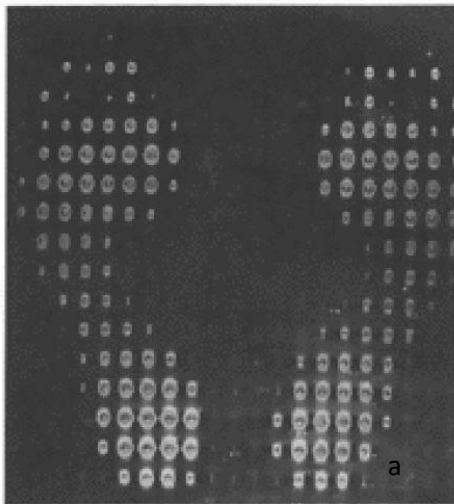


Fig. 1. Cross section of the measuring device. 1 Plunger; 2 metal frame; 3 photoelastic plate; 4 polarizing filter; 5 glass plate; 6 monochromatic light source; 7 mirror

**Resim 17.a ve 17.b Arkan ve Brull tarafından gerçekleştirilen çalışma**

1975 yılında Stokes 20 tane basınçölçer transduseri ışınsal olarak dizmiş ve bunların üzerinde deneklerin yürümelerini sağlayarak ayak basınç bilgilerini toplamıştır [87].

1976 yılında Nicol ve Henning matriks tabanlı kapasitatif cihazlar icat etmişler ve patentlendirmişlerdir. Günümüzde NOVEL firmasının kullandığı sensor tipini oluşturmuştur. İlk üretilen cihaz 256 tane kapasitörden oluşmaktaydı. Elastomer bir tabakanın her iki yüzü üzerine 16 lık iletken şeritler halinde sensorler dizilmiştir. Burada bu tabaka yalıtkan olarak kullanılmaktadır. Multipleks tekniği kullanılarak her sensordan saniyede 100 basınç verisi almayı başarmışlardır [88].

1982 yılında Henning tarafından piezoseramik transduserler üretilmiştir. Bazı dezavantajlarından dolayı ticari ve akademik olarak araştırmalarda yer alamamıştır [89].

1987 de Maalej tarafından "force sensing resistors" daha ucuz bir seçenek olarak duyurulmuştur. Çok ince olmaları büyük avantaj sağlamıştır [90].

100 yıldan fazla süredir ayak tabanında oluşan kuvvetleri anlayabilme isteği ile günümüzde birçok marka altında çok çeşitli teknolojilere sahip cihazlar satılmakta olup, zamanla yazılımsal ve donanımsal olarak büyük geliştirmeler yapılmış ve yapılmaktadır [7].

#### **II.4.2 Pedobarografi Cihazları**

Ticari olarak günümüzde satılan araştırma ve uygulamalar için kullanılan pedobarografi cihazları iki gruba ayrılmaktadır [10]:

##### **a) Platform Tipi Pedobarografi Cihazları**

Sensörlerin sert bir plaka üzerine dizilmesiyle oluşturulan değişik uzunluklara sahip cihazlardır. Araştırmalar çıplak ayak ile yapılmaktadır. Cihazın uzunluğuna bağlı olarak tek bir adım yada 'walkway' tipi sistemlerle birden fazla adım kayıt edilebilmektedir(Resim18) [11, 91]. Değişik yürüme



protokolleri olmakla birlikte genelde cihaz yürüme yolunun orta bölümüne konmakta, kişilerin yürüme sırasında sensörlerle ayağın teması sırasında oluşan kuvvetler kayıt edilmektedir [92]. Bu tür sistemler ile statik ve dinamik çalışmalar yapılabilmektedir [7]. Sadece iç mekânlarda kullanılabilmesi, boyutuna bağlı olarak her sefer tek bir adım kaydedilebilmesi, doğru bir ölçüm için ortasına basılması gerekliliği, çıplak ayakla ölçüm gibi kısıtlamaları olmakla birlikte, sistemin kolay kurulumu, kolay denek uyumu sağlanması, ayakkabıdan bağımsız ayak basıncına yönelik araştırmaların yapılabilmeside önemli avantajlarını oluşturmaktadır [7, 10, 93, 94].



**Resim 18. Pedobarografik walkway örneği**

#### b) Ayakkabı İçi Pedobarografi Cihazları

Ayakkabı içerisine konulabilen pedobarografi cihazları esnek olarak imal edilmekte ayakkabı tabanı ve ayak arasına yerleştirilmektedir. Ayakkabı içerisinde oluşan taban basınçlarını gösterebilmesi en önemli avantajıdır [7, 10, 93]. Böylelikle ayakkabı dizaynı, salon dışı aktiviteler- koşma tırmanma gibi- sırasında ayak tabanı basınç kaydı, diabetik hastaların ve diğer basıç bozukluklarına ait patolojilerde, tabanlı dizaynı gibi konularda bu tür cihazlar kullanılarak bir çok araştırma yapılmış ve yapılmaktadır [8, 95]. (Resim 19)



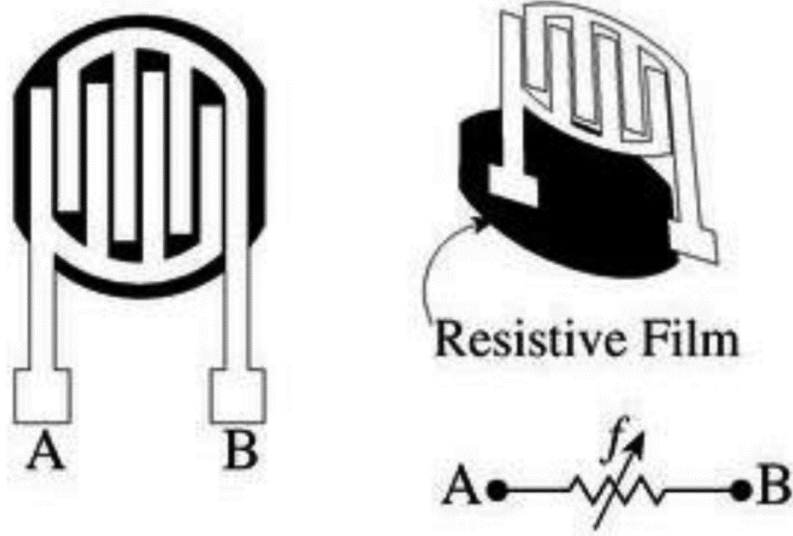
**Resim 19. Ayakkabı içine yerleştirilebilir pedobarografi cihazı örneği**

### **II.4.3 Sensör Teknolojileri**

Günümüze kadar birçok sensör teknolojileri geliştirilmeye çalışılmış, bunların bir kısmı genel kullanımda yer bulmuş, bir kısımda deneysel olarak kalmışlardır [96]. Günümüzde öne çıkan sensörler ve tipleri;

#### **II.4.3.1 Resistif Sensörler**

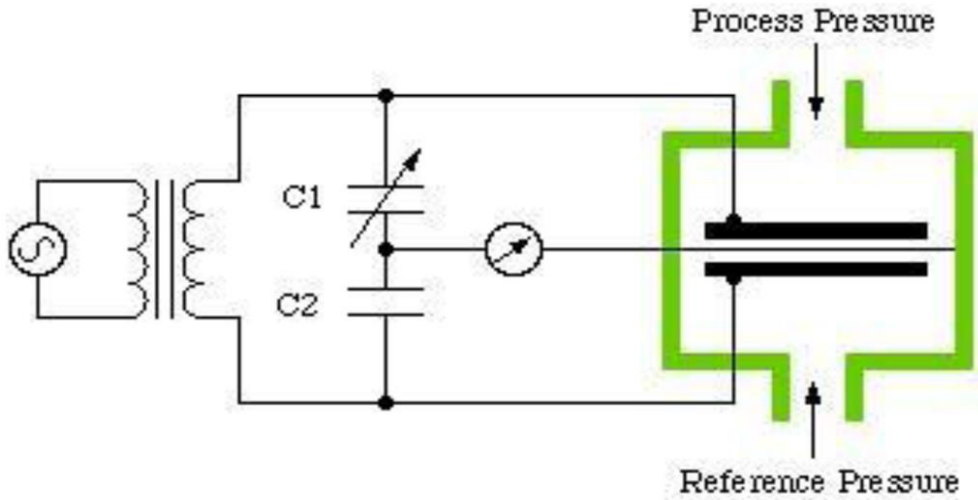
Basınç ve kompresyon altında elektriksel direnç değişimini temel alan sensör tipidir. Temel olarak iki iletken yüzey ve bunların arasında yarı iletken bir madde bulunması temeline dayanır [7, 97]. Basınç ile iki elektrotun uçları arasındaki direnç değişmektedir (Resim 20). Basınç altında yarı iletken maddenin direncinin düşmesi ve elektrik akımının artması prensibine dayanmaktadır [7, 79, 97]. Bizim kullandığımız Tekscan HR Matscan cihazında resistif sensör teknolojisine sahiptir.



**Resim 20. Resistif Sensor Çalışma Prensibi**

#### II.4.3.2 Kapasitif Sensorler

Genel olarak iki tane birbirine paralel iletken yüzey aralarındada yalıtkan bir yüzey bulunmaktadır (Resim 21). Yukarıdan bir basınç uygulandığında her iki elektrot arasındaki mesafe değişmekte, arada sıkışan yalıtkan maddenin elektrik yapısında değişiklikler meydana gelmekte ve bu değişiklikler basınç bilgisi olarak okunmaktadır [88, 96]. Ticari olarak satılan basınç ölçüm cihazlarında elastomer bazlı madde ve hava yalıtkan olarak kullanılmaktadır [7, 97].



**Resim 21. Kapasitif sensör çalışma prensibi**

### II.4.3.3 Piezoelectric Sensorler

Bu tip sensorlerde quartz kristalleri kullanılmaktadır. Quartz kristali üzerine basınç uygulandığında oluşan elektrik akımını baz alarak ölçüm gerçekleştirilir [93, 96]. Fakat burada çok düşük akımlar elde edildiğinden dolayı bunları amplifiye etmek için çok pahalı amplifikatörler gerekliliği doğmuştur. Daha sonra bu sebepten dolayı piezoseramik sensorler geliştirilmiştir [97]. Bu sensorler quartz a göre çok çok daha büyük akımlar sunduğundan daha düşük maliyetli olmuşlardır. Birçok çevresel faktör ve materyal etkileşimleri dolayısıyla ölçümlerin tutarsız olması ve güvenilirlik aralığının düşük olması dolayısıyla günümüzde fazla kullanım alanı bulamamışlardır [7, 97, 98].

## II.4.4 Platform Tipi Pedobarografi Cihazlarında Veri Elde Edilmesi İle İlgili Protokoller Ve Verilerin Analizi

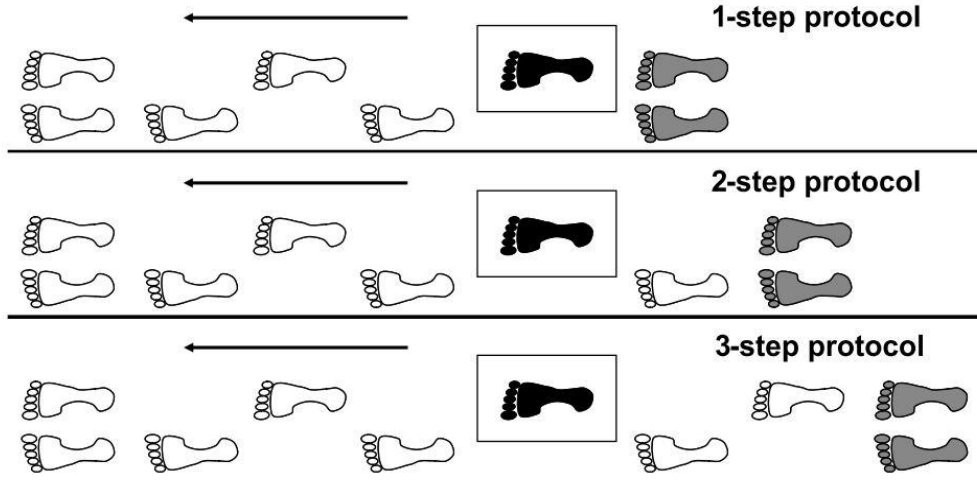
### II.4.4.1 Yürüme Protokolleri

Veri elde ederken birçok yürüme protokolü tanımlanmıştır. Bu protokoller birçok çalışmaya konu olmakla birlikte 3 adet protokol ön plana çıkmaktadır;

**İlk adım protokolü;** gönüllü platformun önünde ayakları bitişik şekilde durmaktadır. İlk adımını platforma atarak geçtikten sonra, 3-4 adım daha normal yürüyüşüne devam etmelidir. [99, 100].(Resim 22)

**İki adım protokolü;** gönüllü platforma bir adım mesafesi kadar uzak durmaktadır. İlk adımını yürüme yoluna attıktan sonra ikinci adımı platforma basmakta ve 3-4 adım devam etmektedir [92, 100]. (Resim 22)

**Üç adım protokolü;** gönüllü platformdan iki adım mesafesi kadar uzak durmaktadır. Üçüncü adımı denk gelecek şekilde platforma basmakta ve 3-4 adım devam etmektedir [100]. (Resim 22)



**Resim 22. Yürüme Protokolü Örnekleri**

**Mid-gait protokolü;** uzun bir yürüme yolunun ortasına platformun yerleştirilmesi ve kişinin yürüme yolunun başından sonuna kadar yürümesinin istendiği ve bu sırada tesadüfi olarak platforma basmasıyla elde edilen basışlardan plantar kuvvet ve basınç verileri elde etmeyi amaçlayan yürüme protokolüdür [92, 101]. Yürüme yolu çok değişik metrelerde tanımlanmıştır [92, 99, 101] (9metre,12 metre...).

#### II.4.4.2 Verilerin Analizi

Pedobarografi cihazları ile çok değişik frekanslarda veri kaydı yapılmaktadır. Bu verilerin analizi çok önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin yürüyen bir kişiden dinamik olarak 100 Hertz ile 1 ayak basıncı kaydedildiğinde 0,70 saniye basma süresi olduğunda bu adım için 70 kare kaydedilmiştir ve 2000 sensöre ait bir platformdan bu sürede 140.000 adet tekil sensör verisi alınmaktadır. Verilerin analizini kolaylaştırmak için **maskeleme** adı verilen bölümlenme işlemi yapılmaktadır. Bu konuda genel bir konsensus bulunmamakla birlikte bu işlem yazılımlar ile otomatik olarak ya da el ile yapılabilmektedir [102, 103]. Fakat genel olarak bakıldığında ayağın 4 bölüme ayrıldığı görülmektedir.

- 1- Topuk
- 2- Ayak ortası
- 3- Ayağın ön bölümü-metatarslara ait parça
- 4- Parmaklar

Topuk; medial ve lateral olarak, Ayak ortası; medial ve lateral olarak, Metatarsal bölüm; 5 adet metatarsal, parmaklar; başparmak-2.parmak-diğer parmaklar olarak tekrar kendi içlerinde bölümlenebilmektedir. Bu bölümlenmelerin çeşitli varyasyonları da kullanılmaktadır [104]. Bizim uyguladığımız topuk, ayak ortası, 1.MT, 2.MT, Diğer MT, Başparmak, Diğer parmaklar daha önceden güvenilirlik ve geçerliliği kanıtlanmış bir yöntemdir [103].

#### **Pedobarografiye ait kavramlar[8, 10]:**

Çözünürlük(resolution): Cihaza ait olan toplam sensör sayısını ifade etmektedir. Ne kadar yüksek olursa o kadar ayrıntılı veri toplanabilmektedir.

Kuvvet(force):cisme hız kazandıran etkidir. Yönü ve bileşenleri olan vektörel bir niceliktir. Birimi Newton'dur.

Yer Tepki Kuvveti(ground reaction force):Ayağın yere temasıyla birlikte zemin tarafından zıt yönde bir tepki kuvveti oluşmaktadır. Pedobarografi cihazları ile ölçümlenen bu tepki kuvvetidir.

Temas alanı(contact area): ilgilenilen alanda kayıt sırasında veri alınan toplam alanı ifade eder. Birimi  $cm^2$ .

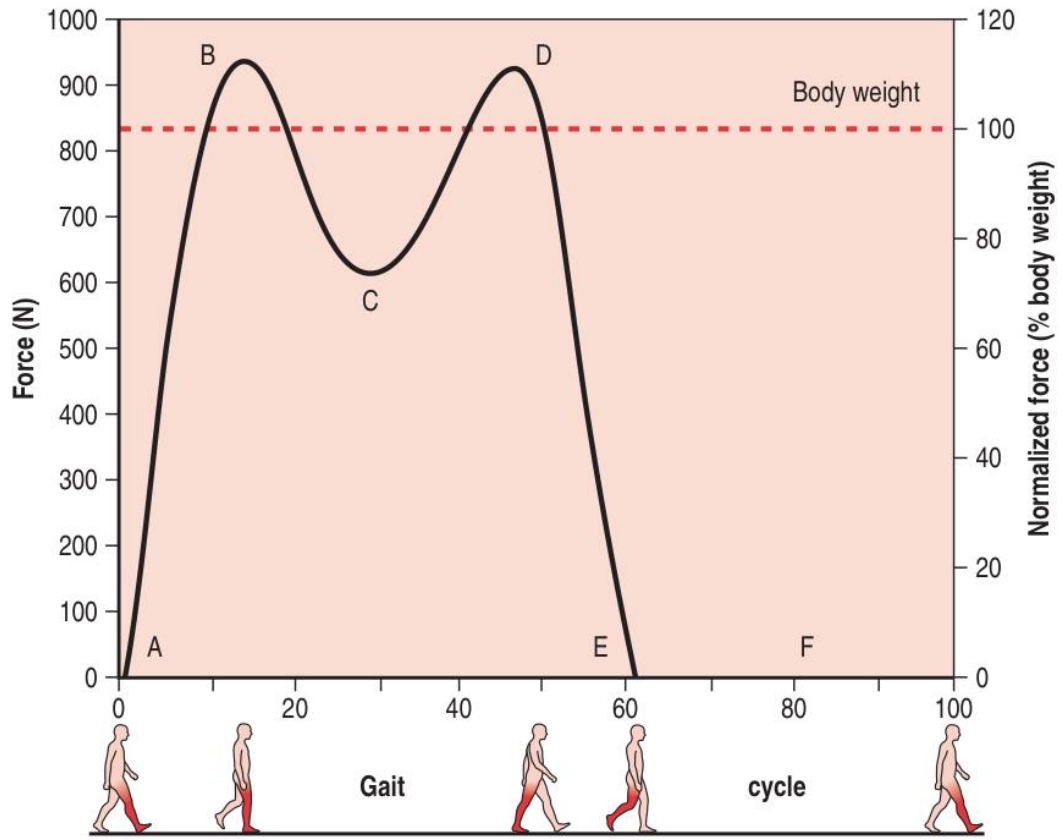
Temas Basıncı: ilgilenilen alanda kayıt sırasında alınan en yüksek basıncı ifade eder. Birimi kilopascal'dır(KPa).

En Yüksek Kuvvet(peak force):kayıt sırasında ilgilenilen bölgede en yüksek kuvvetin alındığı bir  $cm^2$  lik alandır. Birimi Newton(N)dur.

En Yüksek Temas Basıncı(peak pressure): kayıt sırasında ilgilenilen bölgede en yüksek kuvvetin alındığı bir  $cm^2$  lik alandır. Birimi KPa'dır.

Basınç-zaman ve Kuvvet-zaman integralleri(force-time integral, pressure-time integral):ayağın yere temasından yerden kalkmasına kadar geçen sürede oluşan kuvvet ve basınçların zaman değişkeni ile grafiklenmesi ile oluşan eğrilerdir. Bu eğrilerden analizlerle çok çeşitli veriler elde edilebilmektedir.(Resim 23)

Statik ölçüm: cihazın üzerinde belirli bir şablonda, belirli bir süre basılarak elde edilen genel bir basınç haritasıdır. İki ayak aynı anda basmaktadır.



**Resim 23. Kuvvet Zaman İntegrali (Clinical Gait Analysis. Theory and Practice, Chris Kirtley, 2006 kitabından alınmıştır.)**

### **III. GEREÇ-YÖNTEMLER**

#### **III.1 Katılımcılar**

Çalışmamıza katılan 18-65 yaş arasında 600 kişi, Celal Bayar Üniversitesi Hafsa Sultan Hastanesine çeşitli nedenlerle gelen hasta yakınları ve sağlıklı bireylerden seçilmiştir. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Yerel Etik kurulundan çalışma ile ilgili gerekli etik kurul izni alınmıştır.

Seçilen gönüllülere öncelikle alt ekstremité ilgili bir problem yaşayıp yaşamadıkları sorgulanmış yürümesine engel olabilecek bir patolojinin varlığı yönünden değerlendirilmiştir. Vücut kitle indeksinin 18,5-25 arasında olmaması, alt ekstremitéde kırık, konjenital deformite veya cerrahi gerektiren bir rahatsızlığın olması, bilinen endokrin ve romatizmal hastalığının olması, ya da çalışmaya katılmaya onay vermemesi dışlama kriteri olarak kullanılmıştır.

Daha sonra hastalar AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) Skoruması ile değerlendirilmiştir. Bu skora göre 100 üzerinden 100 puan alan gönüllülerde ölçüme geçilmiştir.

#### **III.2 Ölçüm Cihazları**

Plantar basınç ve kuvvet ölçümleri Tekscan HR Matscan pedobarografi cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Cihaz yaklaşık 5 mm kalınlığında olup 48.77 x 44.70 cm sensör alanına sahiptir. Resistive sensör teknolojisine sahip olup 8448 adet sensör içermekte, sensörler 125 psi/862 kPa basınca kadar ölçüm yapabilmektedir. Bir santimetre karelik alanda yaklaşık 4 sensör yer almaktadır. 180 Hertz e kadar basınç ve kuvvet verisi alınabilmektedir.

#### **III.3 Veri Toplama Prosedürü**

Dinamik olarak alınan ayak basıncı ölçümü sırasında mid-gait protokolü kullanılmıştır. 8 metrelik yürüme yolunun ortasına pedobarografi cihazı konulmuş olup gönüllülerin 4 adımdan daha fazla adım atarak, her



zaman yürüdükleri hızla, karşıya bakarak basınç platformuna basmaları sağlanmıştır. (Resim 24)



**Resim 24. Dinamik Pedobarografik veri toplanırken çekilmiştir**

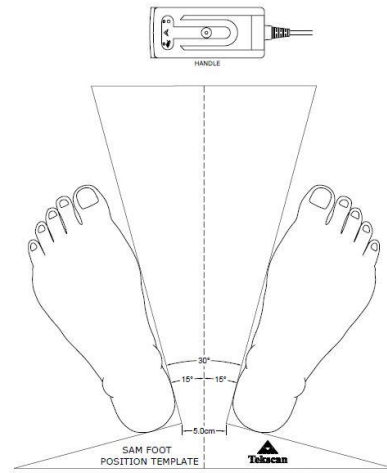
Kayıtlara başlamadan önce üreticinin önerdiği üzere her kişinin kilosuna göre kalibrasyon yapılmıştır. Bu işlem kayıt yazılımının kalibrasyon menüsünden tek ayak methodu kullanılarak kalibre edilmiştir. Bu methodu üretici önermektedir. Midgait protokolü ile veri toplamak zor olmakla birlikte gönüllülerin esas yürüme hızlarına çıkabilmelerini sağlamakta ve daha doğru veriler elde edilmektedir [101]. Eğer kayıt sırasında ayak tam olarak platforma basamamış ya da yarım basmışsa, gönüllü platformun üzerinde duraklamışsa, ya da platforma bastıktan sonra yürüme yolunun sonuna kadar

devam etmemişse bu ölçümler çıkarılmıştır. Tatmin edici plantar basınç ve kuvvet verisinden 50 hertz frekansında sağ ayak için 3,sol ayak için 3 adet örnek kayıt edilmiştir.(Resim 25)



**Resim 25. Pedobarografi cihazına basılma örneği**

Statik ölçümler için resim 26daki gibi ayaklar cihazın üzerine yerleştirilmiştir. Bu yerleşimin eşit olabilmesi için köpük ile şablon kesilerek bu şekilde ayakların yerleştirilmesi sağlanmıştır. Ölçümler 30 saniye olarak alınmış ilk ve son 5 saniye kesilmiştir. Bu ölçümler sırasında gönüllüden iki metre uzakta boy seviyesine asılan hedefe bakması istenmiştir.(resim 27)



**Resim 26. Statik ölçüm sırasında basma şablonu**

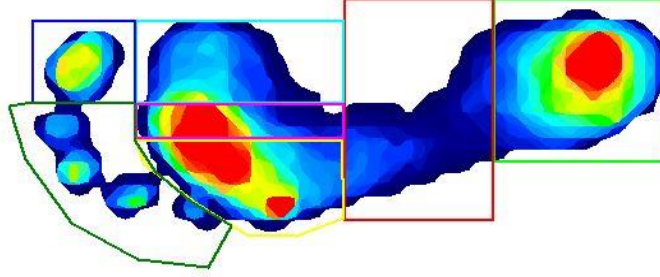


**Resim 27. Statik ölçüm sırasında çekilmiştir**

### **III.4 Verilerin İşlenmesi**

Veriler toplandıktan sonra Tekscan HR Mat Research 6.7 Software ile 7 adet bölüme ayrılmıştır. Bu bölümler(resim 28);

- 1) Arka ayak
- 2) Orta ayak
- 3) Ön ayak-1.Metatars
- 4) Ön ayak-2.Metatars
- 5) Ön ayak-3-4-5.Metatars
- 6) Başparmak
- 7) Diğer parmaklar



**Resim 28.Bölümlenmiş Pedobarografik Veri Örneği**

Bölümleme sırasında ayağın arka-orta-ön bölümlerine ayrılması için ayak uzunluğunun 1/3 lük kısımları seçilmiştir. Daha sonra ön ayak basınç noktalarına bakılarak 3 bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlenmede parmakların yönü dikkate alınarak bölümlenmiştir. Her kişide sağ ve sol ayak için birer şablon hazırlanarak bu şablonlar kullanılmıştır. Bölümlenme bittikten sonra aynı yazılımın yardımıyla maksimum kuvvet, temas alanı, maksimum temas basıncı, en yüksek kuvvet, en yüksek temas basıncı verileri alınarak SPSS programına aktarılmıştır;

**Kuvvet;** ilgilenilen duruş fazı sırasında alınan kayıta, ilgilenilen bölümlerle ilgili alınan maksimum kuvvet bilgisi. Birimi Newton(N)dur. Temas alanından bağımsızdır. Diğer değişle yer tepki kuvvetidir(ground reaction force).

**Temas alanı;** ilgilenilen alanda kayıt sırasında veri alınan toplam alanı ifade eder. Birimi  $cm^2$ .

**Temas Basıncı;** ilgilenilen alanda kayıt sırasında alınan en yüksek basıncı ifade eder. Birimi kilopascal'dır(KPa)

**En Yüksek Kuvvet(peak contact force);** kayıt sırasında ilgilenilen bölgede en yüksek kuvvetin alındığı bir  $cm^2$  lik alandır. Birimi Newton(N)dur.

**En Yüksek Temas Basıncı(peak contact pressure);** kayıt sırasında ilgilenilen bölgede en yüksek kuvvetin alındığı bir cm<sup>2</sup> lik alandır. Birimi KPa'dır.

Statik ölçümlerde de yine Tekscan HR Mat Research 6.7 Software ile topuk ve orta-ön ayak olarak her ayak 2 bölüme ayrılarak basma yüzdeleri spss e alınmıştır.

### **III.5. Verilerin Analizi**

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi SPSS 15.0 for Windows programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Veriler öncelikle dağılımlarının kontrolü için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Gaussian dağılım gösteren parametreler için, farklı gruplar arasındaki değişimi saptamak için Student-t test, non-gaussian dağılım gösteren bazı parametreler içinde Mann-Whitney u Test uygulanmıştır.  $p < 0,05$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

#### IV. BULGULAR

Çalışmamıza 18-25, 26-35,36-45,46-55,56-65 yaşları arasında 600 gönüllü katılmıştır. Her bir yaş grubu 120 gönüllüden oluşmakta ve her grupta kendi içinde 60 kadın 60 erkek bireyden oluşmaktadır. Tablo 13 de bireylere ait demografik veriler yer almaktadır.

**Tablo 13. Demografik veriler**

	KADIN					ERKEK				
Yaş Grubu	18-25 (n=60)	26-35 (n=60)	36-45 (n=60)	46-55 (n=60)	56-65 (n=60)	18-25 (n=60)	26-35 (n=60)	36-45 (n=60)	46-55 (n=60)	56-65 (n=60)
Yaş(yıl) (Sd)	21,7 (1,31)	29,3 (2,66)	39 (2,5)	49,7 (3,19)	61 (3,84)	21,6 (0,96)	31,3 (2,92)	39,9 (3,36)	49,4 (2,26)	60,63 (3,93)
Kilo(kg) (Sd)	59,27 (5,72)	58,18 (4,95)	58,1 (4,52)	57,28 (5,45)	56,59 (3,36)	75,15 (6,24)	69,13 (5,13)	70,01 (6,24)	68,88 (3,02)	64,25 (3,23)
Boy(m) (Sd)	1,63 (0,06)	1,59 (0,06)	1,59 (0,05)	1,57 (0,05)	1,55 (0,05)	1,77 (0,06)	1,73 (0,63)	1,72 (0,07)	1,69 (0,06)	1,65 (0,51)
BMI(kg/cm <sup>2</sup> ) (Sd)	22,24 (1,12)	22,98 (1,38)	23,1 (1,71)	23,24 (1,84)	23,24 (1,39)	23,85 (1,26)	23,1 (1,59)	23,5 (4,95)	24,12 (0,85)	23,6 (1,12)
Sağ Ayak Uzunluğu (Sd)	24,57 (1,54)	23,7 (0,92)	24,52 (1,19)	23,50 (1,39)	23,61 (1,53)	27,08 (1,50)	26,18 (1,30)	25,64 (1,71)	26,45 (0,88)	25,01 (0,92)
Sol Ayak Uzunluğu (Sd)	24,55 (1,47)	23,8 (1,07)	24,43 (1,22)	23,56 (1,10)	23,38 (1,56)	27,31 (1,39)	26,18 (1,21)	25,65 (1,91)	26,53 (1,13)	25,07 (1,37)
Sağ Metatarsal genişlik(cm) (Sd)	9,11 (0,70)	9,14 (0,61)	8,81 (0,63)	9,04 (0,79)	9,23 (0,94)	9,87 (0,88)	9,74 (0,66)	9,69 (0,55)	9,93 (0,58)	9,77 (0,52)
Sol Metatarsal genişlik(cm) (Sd)	9,11 (0,71)	8,81 (0,68)	8,64 (0,40)	9,05 (0,87)	9,45 (0,81)	10,14 (0,73)	9,93 (0,80)	9,91 (0,59)	10,18 (0,60)	9,76 (0,55)

Tablolar ile ilgili kısaltmalar

**Sağ:** Sağ ayak

**Sol:** Sol ayak

**Total:** Tüm ayak

**Topuk:** Arka ayak

**Midfoot:** Orta ayak

**FrstMTT:** 1. Metatars

**scndMTT:** 2. Metatars

**diğerMTT:** Diğer metatarslar

**MİN :** minimum

**MAKS:** maksimum

**basPRMK:** Başparmak

**diğerPRMK:** 2-3-4-5 parmaklar

**FORCE:** Kuvvet

**CA:** Temas Alanı

**CP:** Temas Basıncı

**PF:** En Yüksek Kuvvet

**PCP:** En Yüksek Temas Basıncı

**basPRMK:** Başparmak

#### IV.1 18-25 yaş grubuna ait veriler

18-25 yaş grubuna ait pedobarografik veriler Tablo 14 de verilmiştir. Genel olarak basınç ve kuvvet parametrelerinin erkeklerde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Verilerin tümü normal dağılım göstermiştir. Bundan dolayı grup içi kadın-erkek kıyaslamasında student t testi kullanılmıştır

**Tablo 14 18-25 yaş grubuna ait dinamik pedografik veriler**

	KADIN			ERKEK			SİG.
	MİN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	MİN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	
Sag-ToTaL-FORCE (N)	533,62-1052,45	712,1	126,09	689,66-1214,69	885,86	174,50	0,0000
Sol-ToTaL-FORCE (N)	500,82-1073,34	718,93	122,71	697,48-1267,12	834,69	136,42	0,0000
Sag-ToTaL-CA (cm <sup>2</sup> )	74,58-131,87	107,15	14,23	96,77-157,76	127,55	17,19	0,0000
Sol-ToTaL-CA (cm <sup>2</sup> )	76,73-136,09	106,57	13,48	89,29-165,59	128,29	18,93	0,0000
Sag-ToTaL-CP (KPa)	122,73-299,14	194,05	36,68	131,26-290,57	201,55	41,85	0,4330
Sol-ToTaL-CP (KPa)	136,16-336,51	195,29	38,32	142,01-338,32	207,87	51,06	0,4760
Sag-ToTaL-PF (N)	39,51-108,86	72,68	15,58	46,6-92,46	72,2	12,29	0,9600
Sol-ToTaL-PF (N)	41,78-113,75	71,35	16,19	41,88-90,61	71,83	12,60	0,6370
Sag-ToTaL-PCP (KPa)	382,74-1054,57	704,07	150,91	451,4-895,69	699,39	119,10	0,9600
Sol-ToTaL-PCP (KPa)	404,75-1101,94	691,18	156,81	405,74-877,82	695,84	122,08	0,6370
Sag-Topuk-FORCE (N)	345,8-850,78	530,48	114,86	462,88-925,57	651,72	120,30	0,0000
Sol-Topuk-FORCE (N)	202,42-877,51	512,83	124,31	453,61-967,1	671,46	140,94	0,0000
Sag-Topuk-CA (cm <sup>2</sup> )	20,65-41,29	28,19	4,04	28,3-42,84	34,74	3,80	0,0000
Sol-Topuk-CA (cm <sup>2</sup> )	15,57-41,38	27,47	4,47	27,61-40,69	34,59	3,80	0,0000
Sag-Topuk-CP (KPa)	167,56-330,46	229,91	40,55	176,88-321,23	238,36	41,13	0,3400
Sol-Topuk-CP (KPa)	134,02-350,04	226,43	45,41	180,92-371,14	243,72	50,84	0,2870
Sag-Topuk-PF (N)	28,84-106,84	47,75	16,53	31,84-75,08	47,17	12,00	0,6880
Sol-Topuk-PF (N)	25,97-113,75	47,23	15,41	29,59-82,96	48,43	12,98	0,5010
Sag-Topuk-PCP (KPa)	279,41-1034,97	462,57	160,17	308,42-727,29	456,95	116,22	0,6880
Sol-Topuk-PCP (KPa)	251,61-1101,94	457,58	149,33	286,68-803,71	469,19	125,77	0,5010
Sag-Midfoot-FORCE (N)	3,87-224,31	102,11	55,6	18,83-409,39	133,86	99,88	0,3550
Sol-Midfoot-FORCE (N)	11,72-255,29	110,17	61,21	20,89-307,57	118	76,55	0,9040
Sag-Midfoot-CA (cm <sup>2</sup> )	2,07-44,82	22,79	7,89	7,14-44,81	26,3	9,92	0,0650
Sol-Midfoot-CA (cm <sup>2</sup> )	4,21-36,73	22,64	7,21	8,17-43,1	26,78	9,44	0,0240
Sag-Midfoot-CP (KPa)	22,87-98,24	53,96	16,66	32,3-103,67	59,25	19,92	0,3400
Sol-Midfoot-CP (KPa)	17,33-113,39	57,45	18,17	32,57-94,93	55,05	15,84	0,4220
Sag-Midfoot-PF (N)	1,94-31,21	11,2	4,94	4,88-27,81	12,99	5,93	0,2820
Sol-Midfoot-PF (N)	2,31-42,33	12,69	6,53	5,06-22,14	11,63	4,59	0,5270
Sag-Midfoot-PCP (KPa)	32,17-302,32	109	47,15	48,5-269,45	126,5	57,04	0,2400

Sol-Midfoot-PCP (KPa)	22,37-410,07	123,02	63,17	49,18-214,44	112,67	44,50	0,5270
Sag-FrstMTT-FORCE (N)	57,96-415,25	177,88	79,01	115,93-546,35	233,72	93,62	<b>0,0070</b>
Sol-FrstMTT-FORCE (N)	32,97-410,24	178,05	84,21	64,72-372,24	229,97	80,90	<b>0,0090</b>
Sag-FrstMTT-CA (cm2)	8,77-18,41	13,96	2,48	9,89-26,24	17,43	3,44	<b>0,0000</b>
Sol-FrstMTT-CA (cm2)	6,45-22,28	13,89	2,98	10,32-27,1	17,4	4,04	<b>0,0000</b>
Sag-FrstMTT-CP (KPa)	64,7-305,11	143,77	51,84	101,82-288,94	160,81	45,16	0,1080
Sol-FrstMTT-CP (KPa)	50,52-315,52	144,52	51,72	75,14-279,68	157,81	42,61	0,1450
Sag-FrstMTT-PF (N)	12,57-78,75	32,03	15,8	21,05-77,29	36,02	12,71	0,0770
Sol-FrstMTT-PF (N)	8,13-91,16	33,58	18,89	12,89-71,42	35,45	15,18	0,2170
Sag-FrstMTT-PCP (KPa)	121,74-762,92	310,3	153,1	203,88-748,75	348,96	123,12	0,0770
Sol-FrstMTT-PCP (KPa)	115,43-754,13	307,59	148,24	193,88-726,45	336,76	117,53	0,1364
Sag-ScndMTT-FORCE (N)	71,72-338,93	165,24	50,11	118,74-373,82	235,62	70,41	<b>0,0000</b>
Sol-ScndMTT-FORCE (N)	74,46-303,16	166,1	48,44	153,68-325,28	219,84	53,59	<b>0,0000</b>
Sag-ScndMTT-CA (cm2)	5,08-11,18	8,36	1,61	7,57-16,17	10,68	1,79	<b>0,0000</b>
Sol-ScndMTT-CA (cm2)	4,82-10,92	8,15	1,55	8,43-15,14	10,41	1,48	<b>0,0000</b>
Sag-ScndMTT-CP (KPa)	166,36-536,28	266,33	77,23	159,36-426,38	297,38	77,63	0,0650
Sol-ScndMTT-CP (KPa)	133,22-506,05	274,65	74,55	207,38-474,35	289,08	80,94	0,6230
Sag-ScndMTT-PF (N)	25,21-91,65	45,68	16,34	23,63-86,79	52,56	16,18	<b>0,0400</b>
Sol-ScndMTT-PF (N)	21,56-91,64	47,84	15,99	33-87,62	49,94	15,36	0,5940
Sag-ScndMTT-PCP (KPa)	244,25-887,84	442,54	158,32	228,95-840,74	509,17	156,75	<b>0,0400</b>
Sol-ScndMTT-PCP (KPa)	208,84-887,81	463,41	154,91	319,66-848,8	483,76	148,84	0,5940
Sag-DigerMTT-FORCE (N)	112,75-556,6	260,29	93,21	156,45-654,13	357,94	112,69	<b>0,0000</b>
Sol-DigerMTT-FORCE (N)	55,93-494,33	269,28	95,17	232,19-592,77	336,91	96,20	<b>0,0140</b>
Sag-DigerMTT-CA (cm2)	12,13-26,49	17,07	3,16	11,27-27,44	20,43	3,77	<b>0,0000</b>
Sol-DigerMTT-CA (cm2)	5,59-27,7	17,94	3,7	13,25-27,7	21	3,43	<b>0,0000</b>
Sag-DigerMTT-CP (KPa)	99,02-322,91	175,27	48,4	129,98-301,39	196,98	42,55	0,0720
Sol-DigerMTT-CP (KPa)	76,96-299,61	173,8	45,31	116,9-313,76	185,39	44,73	0,2920
Sag-DigerMTT-PF (N)	20,72-90,23	44,25	16,27	23,48-71,95	52,71	13,93	<b>0,0140</b>
Sol-DigerMTT-PF (N)	16,57-101,65	44,89	16,36	23,73-90,61	49,88	16,90	0,2130
Sag-DigerMTT-PCP (KPa)	200,72-874,11	428,66	157,6	227,48-696,99	510,67	134,95	<b>0,0140</b>
Sol-DigerMTT-PCP (KPa)	160,56-984,69	434,91	158,44	229,87-877,82	483,2	163,77	0,2130
Sag-BasPRMK-FORCE (N)	35,36-389,65	167,06	65,03	60,15-329,34	157,04	56,52	0,4880
Sol-BasPRMK-FORCE (N)	45,28-361,6	158,8	65,47	48,73-313,46	164,12	66,34	0,6010
Sag-BasPRMK-CA (cm2)	4,99-17,38	8,81	1,77	4,9-12,82	9,33	1,60	0,0630
Sol-BasPRMK-CA (cm2)	5,94-21,68	8,59	2,08	6,11-11,87	9,4	1,52	<b>0,0060</b>
Sag-BasPRMK-CP (KPa)	65,42-372,66	205,3	60,96	97,42-314,63	178,14	50,93	<b>0,0430</b>
Sol-BasPRMK-CP (KPa)	65,22-380,26	198,81	64,23	67,38-304,6	186,25	61,17	0,4570
Sag-BasPRMK-PF (N)	13,45-105,27	56,33	22,22	21,35-84,17	49,75	19,91	0,1820
Sol-BasPRMK-PF (N)	10,07-109,13	53,22	20,8	10,02-83,11	50,98	18,69	0,8880
Sag-BasPRMK-PCP (KPa)	130,31-1019,82	545,7	215,29	206,85-815,37	481,95	192,85	0,1820
Sol-BasPRMK-PCP (KPa)	97,55-1057,16	515,61	201,48	97,03-805,12	493,83	181,02	0,8880
Sag-DigerPRMK-FORCE (N)	10,07-136,13	62,74	32,55	9,7-128,22	59,01	33,10	0,5880
Sol-DigerPRMK-FORCE (N)	10,21-146,44	61,4	31,46	11,85-158,48	64,24	39,36	0,9760



Sag-DigerPRMK-CA (cm2)	2,15-14,11	7,83	2,63	2,75-12,56	8,44	2,71	0,2500
Sol-DigerPRMK-CA (cm2)	2,15-12,9	7,78	2,52	2,32-13,42	8,59	3,04	0,2020
Sag-DigerPRMK-CP (KPa)	46,34-158,57	93,04	24,83	36,86-144,93	78,01	30,70	<b>0,0130</b>
Sol-DigerPRMK-CP (KPa)	44,58-179,46	92,07	30,6	45,91-138,88	79,1	27,06	0,0560
Sag-DigerPRMK-PF (N)	6,02-49,8	21,37	8,46	4,71-53,09	20,06	13,06	0,1320
Sol-DigerPRMK-PF (N)	5,39-44,84	21,06	9,2	7,08-61,55	20,82	12,68	0,4510
Sag-DigerPRMK-PCP (KPa)	58,3-482,39	208,17	81,89	45,66-514,35	194,82	126,56	0,1170
Sol-DigerPRMK-PCP (KPa)	52,43-434,39	204,63	89,68	68,55-596,29	201,69	122,86	0,4330

## IV.2 26-35 Yaş Grubuna Ait Veriler

Tablo 15 de 26-35 yaş grubuna ait dinamik pedobarografik parametrelerin ortalamaları standart sapmaları, grup içindeki erkek kadın bireyler arasındaki farklara bakılmıştır. Tüm parametreler gaussian dağılım gösterdiğinden student t testi kullanılmıştır. Erkek bireylerde kuvvet değişkenleri daha yüksek bulunmaktadır. Topuk bölgesinde erkeklerde yüksek olmak üzere basınç ve kuvvet değerleri anlamlı olarak kadınlara göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 15. 26-35 yaş grubuna ait dinamik pedografik veriler**

	KADIN			ERKEK			SİG
	MİN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	MİN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	
Sag-ToTaL-FORCE (N)	475,64-984,34	714,73	111,65	675,94-1200,36	848,23	138,29	<b>0,0001</b>
Sol-ToTaL-FORCE (N)	461,73-968,47	711,25	113,77	696,01-1067,12	826,24	101,64	<b>0,0001</b>
Sag-ToTaL-CA (cm2)	77,76-166,02	114,33	14,04	101,77-173,68	126,77	20,81	<b>0,0453</b>
Sol-ToTaL-CA (cm2)	68,04-166,71	113,16	15,05	103,74-168,26	125,70	18,54	<b>0,0357</b>
Sag-ToTaL-CP (KPa)	107,75-247,67	155,18	27,23	141,27-276,37	174,51	39,71	0,0608
Sol-ToTaL-CP (KPa)	108,89-265,88	157,39	27,10	155,00-209,89	168,17	17,97	0,1124
Sag-ToTaL-PF (N)	34,89-97,22	53,44	13,34	44,78-80,95	63,56	10,02	<b>0,0058</b>
Sol-ToTaL-PF (N)	32,86-96,72	55,35	13,47	48,47-83,82	63,80	10,34	<b>0,0174</b>
Sag-ToTaL-PCP (KPa)	338,04-941,86	518,26	128,59	433,77-784,19	615,78	97,04	<b>0,0058</b>
Sol-ToTaL-PCP (KPa)	318,37-937,02	536,18	130,52	469,53-812,03	618,06	100,19	<b>0,0174</b>
Sag-Topuk-FORCE (N)	293,50-654,51	468,25	88,76	450,65-784,23	627,26	98,93	<b>0,0000</b>
Sol-Topuk-FORCE (N)	259,74-691,48	476,18	81,46	476,29-783,51	609,30	90,10	<b>0,0000</b>
Sag-Topuk-CA (cm2)	21,51-38,45	31,02	3,62	25,03-38,88	32,25	4,13	0,2885
Sol-Topuk-CA (cm2)	21,25-40,43	31,08	3,90	25,63-41,64	33,21	4,04	<b>0,0881</b>
Sag-Topuk-CP (KPa)	125,22-259,82	180,07	29,39	192,19-283,95	236,61	28,77	<b>0,0000</b>
Sol-Topuk-CP (KPa)	116,10-283,01	184,69	32,35	192,88-270,42	224,88	23,11	<b>0,0002</b>
Sag-Topuk-PF (N)	20,57-97,22	36,40	12,60	35,44-53,93	44,31	6,02	<b>0,0004</b>
Sol-Topuk-PF (N)	21,49-96,72	39,57	15,01	35,70-57,21	42,22	6,16	<b>0,0370</b>

Sag-Topuk-PCP (KPa)	199,26-941,86	352,63	122,04	343,28-522,45	429,25	58,29	<b>0,0004</b>
Sol-Topuk-PCP (KPa)	208,14-937,02	383,30	145,46	345,83-554,24	409,02	59,72	<b>0,0370</b>
Sag-Midfoot-FORCE (N)	9,84-432,51	118,22	75,57	17,94-200,77	121,69	61,84	0,6552
Sol-Midfoot-FORCE (N)	2,42-357,00	109,52	74,77	50,81-198,04	118,47	53,88	0,3758
Sag-Midfoot-CA (cm2)	3,78-52,82	24,24	7,63	8,43-41,12	26,89	9,37	0,3020
Sol-Midfoot-CA (cm2)	1,38-53,93	23,28	8,40	14,97-37,51	26,48	7,56	0,1951
Sag-Midfoot-CP (KPa)	18,07-87,78	51,57	19,82	25,01-88,66	50,79	18,12	0,9825
Sol-Midfoot-CP (KPa)	16,02-123,29	48,65	23,56	31,00-90,77	54,68	16,02	0,1057
Sag-Midfoot-PF (N)	2,25-23,11	10,84	4,93	3,82-17,53	10,82	4,06	0,7978
Sol-Midfoot-PF (N)	1,35-32,33	10,24	6,29	6,46-18,38	11,81	3,41	0,0524
Sag-Midfoot-PCP (KPa)	26,10-223,84	105,24	47,50	36,97-169,79	104,84	39,29	0,7978
Sol-Midfoot-PCP (KPa)	19,92-313,19	99,29	60,70	62,59-178,03	114,76	32,85	<b>0,0489</b>
Sag-FrstMTT-FORCE (N)	41,55-277,03	139,54	57,63	56,26-322,60	201,88	76,73	<b>0,0075</b>
Sol-FrstMTT-FORCE (N)	34,72-275,50	148,12	55,69	81,33-240,17	163,18	45,17	0,2885
Sag-FrstMTT-CA (cm2)	9,12-23,48	13,50	2,58	10,84-31,14	15,71	5,24	0,1412
Sol-FrstMTT-CA (cm2)	8,43-25,20	13,39	2,60	10,84-21,68	14,73	3,13	0,1452
Sag-FrstMTT-CP (KPa)	39,58-200,61	118,21	38,06	56,94-265,18	147,36	51,49	0,0599
Sol-FrstMTT-CP (KPa)	48,43-212,80	127,59	38,22	78,48-184,65	126,47	32,13	0,9475
Sag-FrstMTT-PF (N)	7,87-65,30	25,47	12,06	12,22-72,29	32,08	17,12	0,1621
Sol-FrstMTT-PF (N)	8,44-60,45	27,57	11,41	15,67-64,20	29,24	15,43	0,9591
Sag-FrstMTT-PCP (KPa)	76,23-632,63	246,73	116,79	118,34-700,35	310,81	165,85	0,1621
Sol-FrstMTT-PCP (KPa)	86,82-642,51	253,96	124,71	116,34-727,14	318,81	172,48	0,2681
Sag-ScndMTT-FORCE (N)	63,04-293,11	169,47	51,41	139,88-260,67	185,99	33,24	0,2271
Sol-ScndMTT-FORCE (N)	54,85-286,67	166,23	50,29	131,85-259,11	181,01	38,53	0,3526
Sag-ScndMTT-CA (cm2)	5,42-12,56	9,00	1,34	8,60-13,42	10,25	1,51	<b>0,0123</b>
Sol-ScndMTT-CA (cm2)	4,47-11,96	8,90	1,38	7,66-12,82	9,67	1,53	0,2133
Sag-ScndMTT-CP (KPa)	88,59-421,81	245,57	68,59	177,45-292,90	227,67	35,90	0,3089
Sol-ScndMTT-CP (KPa)	114,65-461,67	244,38	75,75	168,03-329,91	244,63	58,15	0,7308
Sag-ScndMTT-PF (N)	12,82-79,29	42,58	14,03	27,19-51,34	38,77	7,50	0,3526
Sol-ScndMTT-PF (N)	16,38-79,24	41,97	14,32	25,16-74,62	42,84	13,69	0,9591
Sag-ScndMTT-PCP (KPa)	124,20-768,17	412,53	135,91	263,38-497,36	375,55	72,67	0,3526
Sol-ScndMTT-PCP (KPa)	158,68-767,65	406,57	138,69	243,70-722,88	415,01	132,63	0,9591
Sag-DigerMTT-FORCE (N)	69,76-521,87	276,38	93,51	197,26-556,60	354,59	105,59	<b>0,0228</b>
Sol-DigerMTT-FORCE (N)	101,41-400,86	257,01	80,36	230,09-573,24	398,18	112,29	<b>0,0001</b>
Sag-DigerMTT-CA (cm2)	11,36-26,32	18,43	3,19	14,62-27,79	20,91	3,63	<b>0,0167</b>
Sol-DigerMTT-CA (cm2)	12,39-28,47	18,58	3,22	14,19-31,40	22,23	4,93	<b>0,0063</b>
Sag-DigerMTT-CP (KPa)	54,98-292,30	167,73	46,71	100,87-322,91	189,61	55,33	0,1535
Sol-DigerMTT-CP (KPa)	68,57-242,17	158,29	40,10	141,98-327,02	202,13	44,04	<b>0,0023</b>
Sag-DigerMTT-PF (N)	10,10-64,04	39,99	11,18	24,05-80,95	45,46	15,29	0,3020

Sol-DigerMTT-PF (N)	13,45-72,50	39,20	12,62	26,37-83,82	50,45	15,08	<b>0,0131</b>
Sag-DigerMTT-PCP (KPa)	97,85-620,36	387,36	108,35	232,95-784,19	440,37	148,16	0,3020
Sol-DigerMTT-PCP (KPa)	130,30-702,31	379,79	122,26	255,45-812,03	488,76	146,07	<b>0,0131</b>
Sag-BasPRMK-FORCE (N)	31,97-256,80	123,47	47,95	70,50-265,60	177,47	61,22	<b>0,0038</b>
Sol-BasPRMK-FORCE (N)	48,02-236,97	130,79	42,39	88,56-218,74	155,26	44,60	0,0706
Sag-BasPRMK-CA (cm2)	5,51-12,13	8,67	1,29	8,52-14,45	10,19	1,52	<b>0,0008</b>
Sol-BasPRMK-CA (cm2)	6,28-11,18	8,75	1,01	7,66-12,73	9,83	1,48	<b>0,0195</b>
Sag-BasPRMK-CP (KPa)	55,24-261,00	153,83	49,08	87,91-273,87	188,70	53,14	<b>0,0383</b>
Sol-BasPRMK-CP (KPa)	64,00-290,77	162,70	46,64	124,67-252,34	172,12	37,50	0,4597
Sag-BasPRMK-PF (N)	9,55-78,45	38,41	15,50	24,00-72,77	46,88	15,56	0,0854
Sol-BasPRMK-PF (N)	13,50-73,65	40,19	13,78	22,80-75,40	43,00	15,45	0,6342
Sag-BasPRMK-PCP (KPa)	92,50-760,00	372,14	150,15	232,50-705,00	454,20	150,78	0,0854
Sol-BasPRMK-PCP (KPa)	130,75-713,47	389,34	133,51	220,83-730,48	416,60	149,71	0,6342
Sag-DigerPRMK-FORCE (N)	1,46-145,03	57,27	29,98	19,84-152,08	81,12	42,15	<b>0,0777</b>
Sol-DigerPRMK-FORCE (N)	10,19-139,88	58,42	30,65	23,35-102,20	65,65	27,40	0,3526
Sag-DigerPRMK-CA (cm2)	0,52-14,80	9,31	3,05	4,65-12,90	10,26	2,99	0,2722
Sol-DigerPRMK-CA (cm2)	3,35-13,59	9,06	2,69	4,48-13,25	9,42	2,96	0,6186
Sag-DigerPRMK-CP (KPa)	18,64-132,75	71,10	20,20	44,05-145,65	92,42	35,64	0,0561
Sol-DigerPRMK-CP (KPa)	27,17-143,91	75,25	23,60	49,86-123,35	81,22	21,85	0,4250
Sag-DigerPRMK-PF (N)	1,46-35,31	18,23	7,32	10,19-56,62	27,64	16,18	0,0881
Sol-DigerPRMK-PF (N)	4,24-37,02	18,82	7,61	9,19-33,61	21,73	8,02	0,2216
Sag-DigerPRMK-PCP (KPa)	18,64-372,32	177,34	72,00	98,70-548,48	267,74	156,74	0,0881
Sol-DigerPRMK-PCP (KPa)	41,04-391,48	184,67	74,34	89,03-325,58	210,55	77,71	0,2690

### IV.3 36-45 Yaş Grubuna Ait Veriler

Tablo 16 de 36-45 yaş grubuna ait pedobarografik değişkenlerin ortalamaları standart sapmaları ve kadınlar ve erkekler arasındaki parametrelerin farklılığı incelenmiştir. Bu yaş grubunda, sağ ayak diğer parmak kuvvet ve basınç değişkeni non gaussian dağılım gösterirken diğer tüm parametreler gaussian dağılımı göstermiştir. Yaş grubu içindeki kadın ve erkeklere ait parametreleri karşılaştırmak için, düzenli dağılım göstermeyen parametrelere Mann-Whitney u test, düzenli dağılım gösteren parametrelere Student t test yapılmıştır. Erkeklerde kuvvet ve basınç parametrelerine ait değişkenler kadın gönüllülere göre, ortalama değerler olarak daha yüksek görülmektedir. Erkeklerde ayak ortasında istatistiksel olarak anlamlı basınç yüksekliği dikkat çekmektedir.

**Tablo 16. 36-45 yaş grubuna ait dinamik pedografik veriler**

	KADIN			ERKEK			SİG
	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	
Sag-ToTaL-FORCE (N)	521,99-1135,56	707,89	119,28	477,17-1156,3	830,79	136,53	<b>0,0027</b>
Sol-ToTaL-FORCE (N)	509,47-1073,80	714,11	113,56	477,33-1090,7	807,67	126,95	<b>0,0068</b>
Sag-ToTaL-CA (cm2)	77,33-143,40	112,67	15,06	112,26-175,92	129,80	18,09	<b>0,0021</b>
Sol-ToTaL-CA (cm2)	88,43-139,18	112,60	13,58	112,52-184,26	130,24	19,25	<b>0,0008</b>
Sag-ToTaL-CP (KPa)	86,66-194,92	150,72	23,51	78,42-216,00	164,30	33,61	0,0721
Sol-ToTaL-CP (KPa)	99,58-200,21	151,02	23,40	69,86-225,70	160,88	37,52	0,2824
Sag-ToTaL-PF (N)	34,21-84,43	53,99	12,53	25,08-90,28	59,09	18,68	0,3630
Sol-ToTaL-PF (N)	33,75-80,64	53,41	12,84	25,30-95,91	56,94	19,33	0,5909
Sag-ToTaL-PCP (KPa)	331,44-817,89	523,01	121,40	242,96-874,63	572,40	180,95	0,3740
Sol-ToTaL-PCP (KPa)	326,40-781,16	517,37	124,34	245,07-929,16	551,61	187,31	0,5909
Sag-Topuk-FORCE (N)	359,14-760,79	493,95	88,70	297,27-763,42	548,81	133,97	0,1261
Sol-Topuk-FORCE (N)	380,95-708,54	495,96	78,76	287,98-794,74	599,67	149,29	<b>0,0087</b>
Sag-Topuk-CA (cm2)	24,17-37,33	30,66	3,62	24,94-44,73	33,00	4,93	0,1479
Sol-Topuk-CA (cm2)	24,51-36,90	30,88	3,20	28,04-43,44	33,11	4,61	0,1724
Sag-Topuk-CP (KPa)	131,26-270,50	187,99	28,85	96,47-281,67	200,73	50,25	0,2643
Sol-Topuk-CP (KPa)	125,47-249,26	189,66	25,38	88,02-316,83	219,30	56,80	<b>0,0147</b>
Sag-Topuk-PF (N)	24,02-67,34	36,41	9,30	15,96-51,23	36,21	10,62	0,8849
Sol-Topuk-PF (N)	18,03-74,44	37,60	10,25	15,81-56,11	39,08	11,09	0,4568
Sag-Topuk-PCP (KPa)	232,72-652,32	352,67	90,12	154,63-496,31	350,77	102,93	0,8849
Sol-Topuk-PCP (KPa)	174,69-721,14	364,17	99,32	153,13-543,80	378,61	107,41	0,4568
Sag-Midfoot-FORCE (N)	5,60-324,61	101,63	69,81	54,42-354,90	177,23	95,45	<b>0,0056</b>
Sol-Midfoot-FORCE (N)	19,09-266,64	97,19	57,70	41,86-245,21	155,68	61,96	<b>0,0031</b>
Sag-Midfoot-CA (cm2)	3,44-39,83	22,96	7,96	14,54-49,81	28,31	8,73	0,0843
Sol-Midfoot-CA (cm2)	6,62-36,13	22,51	6,28	13,25-57,89	28,86	10,17	<b>0,0190</b>
Sag-Midfoot-CP (KPa)	20,73-112,58	47,54	20,62	28,08-120,12	68,72	28,77	<b>0,0081</b>
Sol-Midfoot-CP (KPa)	26,64-139,34	50,87	23,10	29,82-114,58	65,93	22,66	<b>0,0139</b>
Sag-Midfoot-PF (N)	2,04-30,02	10,13	5,43	5,65-27,47	14,44	6,82	<b>0,0284</b>
Sol-Midfoot-PF (N)	4,56-29,25	10,84	5,14	7,21-23,49	14,52	4,93	<b>0,0113</b>
Sag-Midfoot-PCP (KPa)	28,48-290,73	99,24	51,81	55,68-266,10	139,91	65,96	<b>0,0332</b>
Sol-Midfoot-PCP (KPa)	44,20-283,35	104,95	49,75	69,82-227,59	140,66	47,77	<b>0,0104</b>
Sag-FrstMTT-FORCE (N)	74,58-270,27	141,82	43,23	63,75-455,92	207,83	89,72	<b>0,0024</b>
Sol-FrstMTT-FORCE (N)	54,64-260,78	146,91	54,41	81,12-297,46	182,73	64,50	0,0520
Sag-FrstMTT-CA (cm2)	9,81-20,04	13,67	2,40	12,65-28,22	16,37	4,01	<b>0,0089</b>
Sol-FrstMTT-CA (cm2)	9,89-19,01	13,77	2,33	11,70-26,32	16,26	3,76	<b>0,0179</b>
Sag-FrstMTT-CP (KPa)	72,17-210,54	119,56	34,32	56,31-249,81	147,32	53,08	<b>0,0449</b>
Sol-FrstMTT-CP (KPa)	50,58-204,45	119,02	40,70	58,46-188,85	126,65	34,07	0,3013

Sag-FrstMTT-PF (N)	14,09-62,11	24,61	9,54	11,03-80,14	31,03	19,37	0,2305
Sol-FrstMTT-PF (N)	8,14-58,23	25,37	11,31	9,60-49,89	25,58	10,93	0,8686
Sag-FrstMTT-PCP (KPa)	136,54-601,74	238,39	92,47	106,82-776,33	300,57	187,69	0,2305
Sol-FrstMTT-PCP (KPa)	128,47-592,78	229,81	87,89	106,82-640,23	286,57	172,69	0,6125
Sag-ScndMTT-FORCE (N)	65,64-294,89	163,36	50,13	48,11-283,21	168,14	61,76	0,7098
Sol-ScndMTT-FORCE (N)	51,57-266,09	165,84	54,64	54,93-234,38	138,08	53,10	0,1422
Sag-ScndMTT-CA (cm2)	4,82-10,58	8,78	1,39	8,00-14,45	10,14	1,72	<b>0,0262</b>
Sol-ScndMTT-CA (cm2)	4,65-10,84	8,68	1,32	7,66-11,36	9,75	1,14	<b>0,0081</b>
Sag-ScndMTT-CP (KPa)	104,82-383,68	233,06	62,63	70,01-293,48	211,04	66,46	0,4821
Sol-ScndMTT-CP (KPa)	119,11-383,01	239,38	65,74	61,96-313,81	181,45	69,15	<b>0,0124</b>
Sag-ScndMTT-PF (N)	16,94-66,13	39,65	13,25	10,08-65,61	35,62	14,33	0,3630
Sol-ScndMTT-PF (N)	16,97-80,27	40,93	14,02	9,71-66,66	29,98	13,93	<b>0,0147</b>
Sag-ScndMTT-PCP (KPa)	164,12-640,63	384,05	128,37	97,62-635,59	345,03	138,85	0,3522
Sol-ScndMTT-PCP (KPa)	164,27-777,61	396,48	135,80	94,02-645,72	290,37	134,89	<b>0,0147</b>
Sag-DigerMTT-FORCE (N)	118,31-446,37	270,38	79,78	79,53-527,75	320,30	104,28	<b>0,0350</b>
Sol-DigerMTT-FORCE (N)	129,49-452,15	271,14	75,65	93,53-485,78	305,43	126,91	0,2305
Sag-DigerMTT-CA (cm2)	14,02-26,67	18,41	3,25	16,00-26,75	21,82	3,70	<b>0,0036</b>
Sol-DigerMTT-CA (cm2)	12,90-26,15	18,52	3,22	14,88-26,67	21,67	3,24	<b>0,0046</b>
Sag-DigerMTT-CP (KPa)	82,98-261,22	167,47	47,08	52,71-272,94	163,34	53,82	0,6493
Sol-DigerMTT-CP (KPa)	96,24-247,14	165,12	39,35	58,02-229,07	152,94	55,34	0,6345
Sag-DigerMTT-PF (N)	13,32-72,88	38,67	12,42	15,87-59,97	38,73	13,01	0,8362
Sol-DigerMTT-PF (N)	17,56-70,76	39,13	11,18	9,50-86,26	35,03	18,48	0,2110
Sag-DigerMTT-PCP (KPa)	128,99-706,04	374,58	120,34	153,76-580,98	375,21	126,08	0,8362
Sol-DigerMTT-PCP (KPa)	170,08-685,51	379,05	108,34	92,00-835,64	339,32	179,01	0,2226
Sag-BasPRMK-FORCE (N)	44,45-264,29	128,54	40,70	76,46-275,95	166,49	61,51	<b>0,0428</b>
Sol-BasPRMK-FORCE (N)	58,96-211,39	133,03	36,63	56,58-277,96	139,69	47,76	0,7253
Sag-BasPRMK-CA (cm2)	6,45-10,84	8,77	1,22	8,17-11,96	9,86	1,15	<b>0,0095</b>
Sol-BasPRMK-CA (cm2)	6,80-11,53	8,97	1,28	7,66-13,94	9,75	1,70	0,1338
Sag-BasPRMK-CP (KPa)	68,40-299,89	159,79	48,71	76,50-335,55	182,43	67,47	0,2917
Sol-BasPRMK-CP (KPa)	64,44-228,44	160,66	37,26	82,45-260,96	156,44	44,96	0,5627
Sag-BasPRMK-PF (N)	13,23-84,43	42,50	16,40	16,00-90,28	44,76	21,14	0,9013
Sol-BasPRMK-PF (N)	16,99-69,59	41,17	13,77	19,34-93,49	42,11	20,00	0,7565
Sag-BasPRMK-PCP (KPa)	128,20-817,89	411,69	158,91	154,96-874,63	433,56	204,76	0,9013
Sol-BasPRMK-PCP (KPa)	164,61-674,17	398,81	133,43	187,39-905,66	407,90	193,73	0,7565
Sag-DigerPRMK-FORCE (N)	12,83-160,58	64,19	33,58	29,82-283,82	91,41	59,86	0,0789
Sol-DigerPRMK-FORCE (N)	28,53-126,93	64,92	24,67	27,92-264,92	96,17	60,46	0,0689
Sag-DigerPRMK-CA (cm2)	5,33-14,62	9,19	2,46	5,34-17,55	10,06	2,91	0,2916
Sol-DigerPRMK-CA (cm2)	5,59-13,76	9,22	2,38	4,73-17,03	10,36	3,19	0,2225
Sag-DigerPRMK-CP (KPa)	32,59-162,87	81,47	29,26	53,61-186,73	102,73	39,35	0,0825

Sol-DigerPRMK-CP (KPa)	44,34-147,06	84,16	26,68	51,34-177,98	99,95	33,04	0,1261
Sag-DigerPRMK-PF (N)	5,90-47,95	21,71	9,92	10,34-62,35	28,60	13,50	0,0862
Sol-DigerPRMK-PF (N)	11,77-40,62	21,87	7,72	10,06-46,45	26,83	9,98	0,0628
Sag-DigerPRMK-PCP (KPa)	57,11-464,52	210,42	96,28	100,17-603,98	277,07	130,72	0,0862
Sol-DigerPRMK-PCP (KPa)	113,93-393,47	211,86	74,81	97,50-449,95	262,50	96,43	0,0545

#### IV.4 46-55 Yaş Grubuna Ait Veriler

Tablo 17 da 46-55 yaş grubuna ait pedobarografik kuvvet, basınç, temas alanına ilişkin pedobarografik veriler listelenmiştir. Kadın ve erkekler arasındaki farklara Student t test ile bakılmıştır. Non gaussian dağılım gösteren sol topuk tepe basıncı, sol diğer parmaklar temas alanı ve sağ 345. metatarslar temas alanı Mann-whitney u test uygulanmıştır. Genel olarak bakıldığında erkek bireylerde ortalama olarak daha yüksek kuvvet verileri alındığı gözlemlenmektedir.

**Tablo 17. 46-55 yaş grubuna ait dinamik pedografik veriler**

	KADIN			ERKEK			SiG
	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	
Sag-ToTaL-FORCE (N)	562,97-1057,37	720,09	129,53	806,37-1144,56	802,67	131,61	<b>0,0030</b>
Sol-ToTaL-FORCE (N)	575,19-1007,10	713,56	137,49	778,42-1104,38	804,82	139,76	<b>0,0020</b>
Sag-ToTaL-CA (cm2)	94,28-134,88	110,45	10,61	111,23-154,93	132,82	13,57	<b>0,0000</b>
Sol-ToTaL-CA (cm2)	100,04-124,13	109,36	7,08	106,41-158,71	132,81	14,13	<b>0,0000</b>
Sag-ToTaL-CP (KPa)	103,77-265,15	176,10	41,47	125,05-230,05	175,22	33,49	0,9650
Sol-ToTaL-CP (KPa)	105,01-228,50	163,79	33,77	131,84-246,72	178,59	32,68	0,2750
Sag-ToTaL-PF (N)	30,83-105,59	60,73	20,01	37,75-113,14	64,91	22,40	0,5700
Sol-ToTaL-PF (N)	35,07-94,48	55,67	19,23	36,24-102,84	61,36	21,85	0,3150
Sag-ToTaL-PCP (KPa)	298,68-1022,91	588,35	193,86	365,71-1096,05	628,85	216,96	0,5700
Sol-ToTaL-PCP (KPa)	339,74-915,30	539,29	186,31	351,11-996,25	594,42	211,65	0,3150
Sag-Topuk-FORCE (N)	339,63-614,94	472,67	84,45	415,52-751,13	586,33	115,38	<b>0,0150</b>
Sol-Topuk-FORCE (N)	340,98-590,63	488,30	78,69	501,01-873,86	606,67	104,19	<b>0,0020</b>
Sag-Topuk-CA (cm2)	23,83-35,44	29,09	3,99	29,85-42,58	35,71	4,50	<b>0,0010</b>
Sol-Topuk-CA (cm2)	24,86-34,49	29,65	3,53	30,19-44,04	35,26	3,87	<b>0,0020</b>
Sag-Topuk-CP (KPa)	111,17-318,12	193,76	47,72	151,35-240,12	196,17	30,37	0,7600
Sol-Topuk-CP (KPa)	112,74-285,04	192,93	40,29	161,65-292,82	209,10	31,41	0,2060
Sag-Topuk-PF (N)	19,09-54,32	31,42	8,37	22,93-79,03	37,00	13,78	0,1760
Sol-Topuk-PF (N)	18,79-60,91	32,47	9,52	28,85-68,25	38,20	9,93	<b>0,0320</b>
Sag-Topuk-PCP (KPa)	184,95-526,19	304,42	81,07	222,13-765,60	358,48	133,54	0,1760
Sol-Topuk-PCP (KPa)	182,02-590,10	314,54	92,26	279,45-661,15	370,02	96,22	<b>0,0320</b>

Sag-Midfoot-FORCE (N)	77,57-317,54	170,47	72,18	36,61-304,84	153,95	80,44	0,5410
Sol-Midfoot-FORCE (N)	88,24-340,78	164,18	74,13	37,95-436,58	171,48	114,09	0,8610
Sag-Midfoot-CA (cm2)	14,37-28,30	23,87	4,38	13,94-39,91	27,73	7,32	<b>0,0420</b>
Sol-Midfoot-CA (cm2)	17,20-27,35	24,53	3,04	12,90-42,75	28,29	7,98	0,0770
Sag-Midfoot-CP (KPa)	30,84-190,57	83,02	38,55	34,76-90,09	63,41	17,30	0,0890
Sol-Midfoot-CP (KPa)	45,66-215,30	80,12	44,45	37,66-117,88	65,46	24,88	0,2950
Sag-Midfoot-PF (N)	6,11-49,33	17,55	10,49	6,36-22,84	13,87	4,86	0,3370
Sol-Midfoot-PF (N)	8,26-47,46	16,84	9,72	7,25-23,95	14,64	6,16	0,5410
Sag-Midfoot-PCP (KPa)	59,15-477,90	170,06	101,60	61,60-221,25	136,46	45,52	0,4320
Sol-Midfoot-PCP (KPa)	79,98-459,73	163,13	94,13	70,20-232,01	141,83	59,70	0,5410
Sag-FrstMTT-FORCE (N)	75,30-256,42	157,98	65,45	42,13-348,30	215,35	80,11	0,0500
Sol-FrstMTT-FORCE (N)	70,78-259,92	140,59	53,42	55,96-257,54	169,21	72,65	0,2750
Sag-FrstMTT-CA (cm2)	8,77-17,72	13,08	2,24	9,46-21,68	16,57	3,12	<b>0,0030</b>
Sol-FrstMTT-CA (cm2)	8,26-17,03	12,19	2,18	10,07-20,82	15,42	3,21	<b>0,0120</b>
Sag-FrstMTT-CP (KPa)	74,98-220,88	142,57	47,61	51,30-229,84	147,29	43,63	0,7600
Sol-FrstMTT-CP (KPa)	91,21-211,59	132,17	38,44	53,70-204,15	124,63	42,03	0,7270
Sag-FrstMTT-PF (N)	15,34-61,69	29,55	13,42	10,12-60,00	31,04	13,81	0,6940
Sol-FrstMTT-PF (N)	13,56-58,69	24,89	11,80	9,11-49,78	26,44	11,44	0,2950
Sag-FrstMTT-PCP (KPa)	148,62-597,59	286,24	130,04	98,08-581,25	300,68	133,75	0,6940
Sol-FrstMTT-PCP (KPa)	146,62-591,12	272,58	124,31	95,48-574,82	296,36	129,85	0,5629
Sag-ScndMTT-FORCE (N)	130,55-321,93	188,62	48,03	114,77-464,39	208,41	97,15	0,9650
Sol-ScndMTT-FORCE (N)	114,25-290,54	173,11	43,08	122,29-355,67	223,66	79,38	0,1060
Sag-ScndMTT-CA (cm2)	7,91-11,78	9,17	1,16	9,20-12,30	10,92	0,91	<b>0,0010</b>
Sol-ScndMTT-CA (cm2)	6,45-11,70	9,00	1,21	8,77-13,68	10,91	1,25	<b>0,0010</b>
Sag-ScndMTT-CP (KPa)	178,32-452,32	273,11	69,90	132,45-592,36	261,61	129,64	0,2390
Sol-ScndMTT-CP (KPa)	148,44-397,86	244,06	62,62	143,09-487,87	280,82	105,01	0,3150
Sag-ScndMTT-PF (N)	28,81-89,91	47,51	14,80	20,05-112,52	44,71	26,30	0,1160
Sol-ScndMTT-PF (N)	22,69-74,74	42,49	13,26	22,40-101,07	53,05	24,75	0,2950
Sag-ScndMTT-PCP (KPa)	279,07-871,00	460,25	143,39	194,26-1090,06	433,11	254,75	0,1160
Sol-ScndMTT-PCP (KPa)	219,79-724,09	411,65	128,46	217,02-979,13	513,88	239,75	0,2950
Sag-DigerMTT-FORCE (N)	162,43-516,57	312,56	88,26	232,01-549,36	369,77	103,88	0,1900
Sol-DigerMTT-FORCE (N)	179,48-734,92	322,45	149,94	305,69-637,52	430,86	96,37	0,0050
Sag-DigerMTT-CA (cm2)	13,94-25,89	18,19	3,72	19,36-27,10	22,76	2,70	<b>0,0010</b>
Sol-DigerMTT-CA (cm2)	13,16-23,74	17,48	3,32	17,89-27,18	23,98	3,11	<b>0,0000</b>
Sag-DigerMTT-CP (KPa)	97,77-245,95	191,78	40,15	105,09-285,76	186,15	59,24	0,7270
Sol-DigerMTT-CP (KPa)	118,73-356,94	192,79	61,20	125,46-337,91	206,13	58,54	0,4850
Sag-DigerMTT-PF (N)	27,95-105,59	47,93	20,47	21,30-96,88	47,60	22,68	0,6630
Sol-DigerMTT-PF (N)	22,66-94,48	45,35	20,49	24,33-96,30	52,75	23,04	0,2390
Sag-DigerMTT-PCP (KPa)	270,81-1022,91	464,33	198,35	206,31-938,49	461,10	219,73	0,6630

Sol-DigerMTT-PCP (KPa)	219,53-915,30	439,32	198,47	235,68-932,91	511,01	223,17	0,2390
Sag-BasPRMK-FORCE (N)	75,55-207,30	129,93	39,79	95,08-253,34	170,50	47,98	<b>0,0260</b>
Sol-BasPRMK-FORCE (N)	55,36-192,07	113,98	37,62	67,36-229,79	133,48	48,54	0,2750
Sag-BasPRMK-CA (cm2)	5,94-9,81	7,90	1,15	5,93-12,39	9,84	1,44	<b>0,0010</b>
Sol-BasPRMK-CA (cm2)	6,11-10,06	7,75	1,10	6,28-12,82	9,39	1,48	<b>0,0020</b>
Sag-BasPRMK-CP (KPa)	123,33-303,48	183,95	59,67	107,22-259,68	189,34	43,74	0,4850
Sol-BasPRMK-CP (KPa)	75,54-229,06	164,89	39,14	90,40-265,79	155,09	50,69	0,4580
Sag-BasPRMK-PF (N)	24,82-78,73	43,11	15,89	24,90-74,61	47,13	14,90	0,3150
Sol-BasPRMK-PF (N)	18,68-74,63	38,33	15,53	17,95-80,57	35,42	16,87	0,6940
Sag-BasPRMK-PCP (KPa)	240,47-762,68	417,62	153,91	241,19-722,76	456,61	144,36	0,3150
Sol-BasPRMK-PCP (KPa)	180,98-722,95	371,37	150,48	173,93-780,54	343,08	163,45	0,6940
Sag-DigerPRMK-FORCE (N)	25,96-115,96	76,44	24,07	14,47-196,33	78,80	46,98	0,7930
Sol-DigerPRMK-FORCE (N)	37,29-145,64	76,83	34,43	27,19-159,23	75,96	35,63	0,8960
Sag-DigerPRMK-CA (cm2)	5,94-11,53	8,69	1,65	3,96-14,28	9,02	3,15	0,7600
Sol-DigerPRMK-CA (cm2)	5,94-11,87	8,46	1,91	4,90-15,48	9,33	2,75	0,4850
Sag-DigerPRMK-CP (KPa)	45,38-170,15	104,73	34,37	57,52-194,00	102,73	35,20	0,6000
Sol-DigerPRMK-CP (KPa)	47,60-198,31	107,18	43,99	53,38-156,34	91,53	25,24	0,2390
Sag-DigerPRMK-PF (N)	7,47-45,96	25,90	11,32	9,14-64,63	27,84	13,53	0,7930
Sol-DigerPRMK-PF (N)	10,90-44,58	25,01	11,74	11,09-54,16	25,25	12,45	0,9650
Sag-DigerPRMK-PCP (KPa)	83,69-445,24	251,70	108,27	88,55-626,06	269,67	131,03	0,7930
Sol-DigerPRMK-PCP (KPa)	105,56-431,90	242,28	113,71	107,46-524,64	248,63	118,63	0,7930

#### IV.5 56-65 Yaş Grubuna Ait Veriler

Tablo 18 de 56-65 yaş grubuna ait pedobarografik basınç, kuvvet ve temas alanı değişkenleriyle ilgili veriler gösterilmektedir. Erkeklerde basınç ve kuvvet verilerinin istatistiksel olarak anlamlı bulunmasında daha yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. Grup içindeki erkek ve kadınların basınç parametreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farka rastlanmadığı görülmektedir.

**Tablo 18. 56-65 yaş grubuna ait dinamik pedografik veriler**

	KADIN			ERKEK			SIG
	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	MIN-MAKS	Ortalama	Standart Sapma	
Sag-ToTaL-FORCE (N)	387,68-911,54	698,54	113,79	711,77-1230,12	830,56	125,20	<b>0,0086</b>
Sol-ToTaL-FORCE (N)	338,60-955,38	692,99	127,59	723,73-1077,50	802,03	106,06	0,1253
Sag-ToTaL-CA (cm2)	82,58-129,03	106,29	14,26	104,34-145,55	130,02	13,02	<b>0,0008</b>
Sol-ToTaL-CA (cm2)	85,68-124,22	107,00	12,30	103,49-145,38	126,18	14,04	<b>0,0044</b>



Sag-ToTaL-CP (KPa)	131,76-232,06	170,58	29,15	124,23-261,94	170,36	45,82	0,5112
Sol-ToTaL-CP (KPa)	112,38-236,90	168,03	29,93	113,40-274,97	172,92	47,91	0,8654
Sag-ToTaL-PF (N)	41,41-91,72	62,05	17,99	36,00-113,14	57,17	21,64	0,4115
Sol-ToTaL-PF (N)	38,99-89,74	58,23	15,52	35,62-77,11	58,11	13,61	0,9563
Sag-ToTaL-PCP (KPa)	401,15-888,55	601,06	174,29	348,79-1096,08	553,88	209,61	0,4115
Sol-ToTaL-PCP (KPa)	377,69-869,39	564,03	150,33	345,11-746,96	562,92	131,89	0,9563
Sag-Topuk-FORCE (N)	213,83-653,11	479,77	111,97	290,09-796,81	490,78	142,36	0,8267
Sol-Topuk-FORCE (N)	304,61-607,84	487,38	99,45	359,07-762,02	557,16	137,85	0,3244
Sag-Topuk-CA (cm2)	21,68-38,45	29,57	5,17	24,86-36,73	31,48	4,17	0,3663
Sol-Topuk-CA (cm2)	22,62-35,53	29,96	4,15	26,15-36,38	32,42	3,78	0,1062
Sag-Topuk-CP (KPa)	127,79-245,15	190,65	33,20	115,05-275,17	190,75	51,43	0,7426
Sol-Topuk-CP (KPa)	143,26-230,23	189,00	25,86	130,79-283,44	207,06	44,25	0,2983
Sag-Topuk-PF (N)	23,84-80,89	36,28	14,89	20,48-51,47	32,87	10,69	0,4434
Sol-Topuk-PF (N)	25,56-50,58	34,04	7,43	24,84-63,51	36,73	11,37	0,5470
Sag-Topuk-PCP (KPa)	230,99-783,65	351,51	144,20	198,42-498,60	318,46	103,55	0,4434
Sol-Topuk-PCP (KPa)	247,61-489,97	329,70	72,01	240,60-615,30	355,81	110,14	0,5470
Sag-Midfoot-FORCE (N)	17,48-369,88	153,34	92,88	111,53-438,16	222,12	89,60	<b>0,0328</b>
Sol-Midfoot-FORCE (N)	25,77-409,02	140,12	120,22	43,58-337,71	192,04	77,15	0,0798
Sag-Midfoot-CA (cm2)	3,70-32,52	22,83	7,52	20,22-40,17	30,53	5,20	<b>0,0101</b>
Sol-Midfoot-CA (cm2)	7,91-38,11	22,56	8,07	16,43-35,87	29,84	5,67	<b>0,0160</b>
Sag-Midfoot-CP (KPa)	43,98-126,61	75,59	24,41	46,66-140,88	77,40	24,88	0,7843
Sol-Midfoot-CP (KPa)	31,21-145,03	63,27	32,29	38,47-116,50	71,45	20,76	0,1253
Sag-Midfoot-PF (N)	7,94-34,17	17,02	7,76	12,28-35,35	18,10	6,38	0,4115
Sol-Midfoot-PF (N)	5,88-29,67	14,04	8,15	8,13-23,86	15,15	4,74	0,2503
Sag-Midfoot-PCP (KPa)	78,56-331,04	165,12	75,18	119,01-342,45	175,32	61,83	0,4115
Sol-Midfoot-PCP (KPa)	56,93-287,41	136,29	78,72	78,72-231,13	146,78	45,95	0,2736
Sag-FrstMTT-FORCE (N)	56,11-320,20	177,57	73,98	154,46-334,64	217,21	63,86	0,1253
Sol-FrstMTT-FORCE (N)	40,46-309,77	178,18	91,88	123,70-226,54	171,44	39,37	0,8695
Sag-FrstMTT-CA (cm2)	8,60-15,65	12,74	1,87	12,82-22,71	17,45	3,33	<b>0,0010</b>
Sol-FrstMTT-CA (cm2)	7,57-15,23	12,16	2,53	11,35-20,47	15,71	2,73	<b>0,0062</b>
Sag-FrstMTT-CP (KPa)	76,69-269,79	152,03	52,02	98,39-236,94	153,16	45,57	0,9128
Sol-FrstMTT-CP (KPa)	55,11-259,51	152,96	61,33	76,00-164,16	122,77	26,52	0,2503
Sag-FrstMTT-PF (N)	14,97-48,66	27,91	10,29	16,27-57,11	29,32	14,16	0,9128
Sol-FrstMTT-PF (N)	8,29-47,20	28,71	11,91	12,06-33,32	22,83	5,77	0,2080
Sag-FrstMTT-PCP (KPa)	144,97-470,81	270,36	99,63	157,61-553,21	284,02	137,16	0,9128
Sol-FrstMTT-PCP (KPa)	124,47-465,12	268,25	97,89	152,11-543,45	278,34	132,80	0,7259
Sag-ScndMTT-FORCE (N)	127,29-277,12	172,66	43,10	107,38-375,87	173,27	73,29	0,4767
Sol-ScndMTT-FORCE (N)	80,62-263,38	172,39	47,62	91,95-311,53	179,67	65,05	0,9563
Sag-ScndMTT-CA (cm2)	6,80-10,84	8,48	0,99	7,31-12,22	10,47	1,64	<b>0,0093</b>

Sol-ScndMTT-CA (cm2)	6,71-10,41	8,60	1,07	8,26-11,27	9,99	0,92	<b>0,0044</b>
Sag-ScndMTT-CP (KPa)	175,21-455,07	257,00	70,68	145,38-459,13	231,87	85,30	0,1711
Sol-ScndMTT-CP (KPa)	143,13-351,07	244,03	55,03	102,25-366,92	232,41	86,02	0,7843
Sag-ScndMTT-PF (N)	26,47-86,81	43,73	16,67	24,18-96,41	39,57	20,36	0,1889
Sol-ScndMTT-PF (N)	24,64-63,54	41,83	11,80	16,75-66,03	38,63	16,48	0,5470
Sag-ScndMTT-PCP (KPa)	256,45-840,95	423,68	161,51	234,20-933,99	383,30	197,21	0,1889
Sol-ScndMTT-PCP (KPa)	238,73-615,52	405,26	114,29	162,25-639,68	374,26	159,68	0,5470
Sag-DigerMTT-FORCE (N)	162,66-368,98	261,83	63,08	180,96-474,57	341,70	93,09	<b>0,0215</b>
Sol-DigerMTT-FORCE (N)	166,58-410,62	265,86	83,41	212,50-452,62	336,37	79,72	<b>0,0328</b>
Sag-DigerMTT-CA (cm2)	13,33-25,64	16,64	3,16	18,15-30,54	21,83	3,88	<b>0,0012</b>
Sol-DigerMTT-CA (cm2)	12,82-26,15	17,73	3,55	14,54-25,72	19,97	3,74	0,1392
Sag-DigerMTT-CP (KPa)	118,65-275,10	178,47	44,11	111,71-248,72	168,95	36,88	0,7426
Sol-DigerMTT-CP (KPa)	107,52-309,61	171,76	53,10	132,57-241,70	180,17	41,82	0,5841
Sag-DigerMTT-PF (N)	23,95-74,77	42,18	13,97	25,22-97,72	41,67	20,75	0,5112
Sol-DigerMTT-PF (N)	23,25-64,29	39,34	12,28	26,86-67,64	42,87	14,24	0,5470
Sag-DigerMTT-PCP (KPa)	232,02-724,37	408,65	135,33	244,35-946,62	403,70	201,04	0,5112
Sol-DigerMTT-PCP (KPa)	225,34-622,85	381,09	118,92	260,19-655,22	415,28	137,99	0,5470
Sag-BasPRMK-FORCE (N)	33,45-252,55	135,62	60,90	82,20-266,53	172,68	56,54	0,1253
Sol-BasPRMK-FORCE (N)	33,45-248,47	127,57	54,56	112,86-294,23	165,51	52,95	0,0897
Sag-BasPRMK-CA (cm2)	5,33-10,24	8,04	1,48	7,91-11,70	10,27	1,27	<b>0,0018</b>
Sol-BasPRMK-CA (cm2)	5,85-9,72	7,74	1,38	7,83-12,30	10,15	1,25	<b>0,0005</b>
Sag-BasPRMK-CP (KPa)	61,00-368,94	186,24	83,37	84,82-242,52	177,85	52,42	0,7426
Sol-BasPRMK-CP (KPa)	109,02-318,93	184,37	64,19	133,78-253,77	172,71	42,20	0,7426
Sag-BasPRMK-PF (N)	10,01-91,72	45,88	22,27	15,38-61,64	42,93	16,07	0,9563
Sol-BasPRMK-PF (N)	11,28-78,70	44,30	20,46	25,57-71,23	45,52	14,62	0,9563
Sag-BasPRMK-PCP (KPa)	96,52-888,55	444,39	215,82	148,97-597,11	415,86	155,63	0,9563
Sol-BasPRMK-PCP (KPa)	180,56-762,43	434,28	190,13	247,75-690,08	440,99	141,64	0,9563
Sag-DigerPRMK-FORCE (N)	12,50-152,99	66,27	44,45	4,66-121,06	58,78	34,73	0,8267
Sol-DigerPRMK-FORCE (N)	13,88-144,44	66,47	33,58	8,59-142,06	58,81	36,98	0,7016
Sag-DigerPRMK-CA (cm2)	2,15-14,02	7,78	3,91	2,06-13,33	7,82	3,45	0,9782
Sol-DigerPRMK-CA (cm2)	3,61-13,76	8,14	3,31	2,84-12,56	7,89	3,18	0,9128
Sag-DigerPRMK-CP (KPa)	57,18-145,10	100,37	28,85	37,23-126,03	86,55	27,64	0,2983
Sol-DigerPRMK-CP (KPa)	59,67-168,51	96,64	32,14	23,05-125,30	83,50	28,31	0,4767
Sag-DigerPRMK-PF (N)	9,81-37,94	20,90	9,18	3,90-54,02	23,95	14,67	0,7016
Sol-DigerPRMK-PF (N)	7,72-39,58	22,48	10,41	3,21-34,74	20,19	8,88	0,9563
Sag-DigerPRMK-PCP (KPa)	95,00-367,59	205,67	87,99	40,57-523,28	232,79	141,21	0,7426
Sol-DigerPRMK-PCP (KPa)	88,04-383,46	220,53	98,47	31,10-336,52	197,16	86,60	1,0000

## IV.5 Statik ölçüm

Yaş gruplarına ait statik ölçümün istatistikleri tablo 19 de verilmiştir. 56-65 grup için kadın erkeklerdeki ayak önü ve arkası basıncı farkı dikkat çekmektedir(p=0,029).

**Tablo 19. Statik pedobarografik ölçümler**

		Kadın			Erkek			P değeri
		Min-maks	Ort.	SS	Min-maks	Ort.	SS	
<b>18-25 yaş grubu</b>	Sol ayak basma yüzdesi(%)	49-58	53,21	2,81	43-59	52,29	4,16	0,769
	Sağ ayak basma yüzdesi(%)	42-51	46,79	2,81	41-57	47,71	4,16	0,769
	Sol arka ayak basma yüzdesi(%)	34-74	61,64	13,60	24-74	56,21	15,46	0,427
	Sol ön ayak basma yüzdesi(%)	26-66	38,36	13,60	26-76	43,79	15,46	0,427
	Sağ arka ayak basma yüzdesi(%)	33-80	63,64	14,00	35-80	60,29	13,16	0,482
	Sağ ön ayak basma yüzdesi(%)	20-67	36,36	14,00	20-65	39,71	13,16	0,482
<b>26-35 yaş grubu</b>	Sol ayak basma yüzdesi(%)	46-60	52,57	4,24	43-59	52,31	4,41	0,918
	Sağ ayak basma yüzdesi(%)	40-54	47,43	4,24	41-57	47,69	4,41	0,918
	Sol arka ayak basma yüzdesi(%)	21-78	59,71	14,62	43-77	62,25	11,90	0,637
	Sol ön ayak basma yüzdesi(%)	22-79	40,29	14,62	23-57	37,75	11,90	0,637
	Sağ arka ayak basma yüzdesi(%)	17-75	58,36	14,71	30-77	58,88	14,14	0,984
	Sağ ön ayak basma yüzdesi(%)	25-83	41,64	14,71	23-70	41,13	14,14	0,984
<b>36-45 yaş grubu</b>	Sol ayak basma yüzdesi(%)	46-68	54,07	5,77	44-61	52,50	6,14	0,667
	Sağ ayak basma yüzdesi(%)	32-54	45,93	5,77	39-56	47,50	6,14	0,667
	Sol arka ayak basma yüzdesi(%)	27-80	62,79	13,60	33-74	56,25	13,48	0,193
	Sol ön ayak basma yüzdesi(%)	20-73	37,21	13,60	26-67	43,75	13,48	0,193
	Sağ arka ayak basma yüzdesi(%)	48-76	63,57	9,10	27-73	57,00	14,16	0,274
	Sağ ön ayak basma yüzdesi(%)	24-52	36,43	9,10	27-73	43,00	14,16	0,274
<b>46-55 yaş grubu</b>	Sol ayak basma yüzdesi(%)	42-62	50,54	6,01	46-60	53,13	4,56	0,201
	Sağ ayak basma yüzdesi(%)	38-58	49,46	6,01	40-54	46,87	4,56	0,201
	Sol arka ayak basma yüzdesi(%)	44-77	59,15	9,18	33-73	58,27	11,93	0,928
	Sol ön ayak basma yüzdesi(%)	23-56	40,85	9,18	27-67	41,73	11,93	0,928
	Sağ arka ayak basma yüzdesi(%)	50-79	64,69	10,45	33-71	57,53	11,92	0,13
	Sağ ön ayak basma yüzdesi(%)	21-50	35,46	10,25	29-67	42,47	11,92	0,13
<b>56-65 yaş grubu</b>	Sol ayak basma yüzdesi(%)	45-61	52,60	5,64	44-62	52,91	5,52	0,918
	Sağ ayak basma yüzdesi(%)	39-55	47,40	5,64	38-56	47,09	5,52	0,918
	Sol arka ayak basma yüzdesi(%)	37-80	57,90	12,74	16-71	45,73	14,44	0,051
	Sol ön ayak basma yüzdesi(%)	20-63	42,10	12,74	29-84	54,27	14,44	0,051
	Sağ arka ayak basma yüzdesi(%)	40-80	60,30	12,68	15-76	48,64	16,58	<b>0,029</b>
	Sağ ön ayak basma yüzdesi(%)	20-60	39,70	12,68	24-85	51,36	16,58	<b>0,029</b>

Ort.; ortalama, SS: standart Sapma

## V.TARTIŞMA

Ayak tabanı üzerine binen yüklerin yaş, cinsiyet, kilo, vücut kitle indeksi ile ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Çalışmamızda toplumumuzdaki ayak basınç karakteristiğini ve ayak tabanında oluşan normal kuvvetleri saptamayı amaç edinilmiştir. Bu çalışmayı planlamamızın esas nedeni daha önceden ülkemizin ayak tabanı basıncına ait kapsamlı bir çalışmaya rastlayamamış olmamızdır. Bu amaçla yaş gruplarına göre 5 gruba ayrılan katılımcılar öncelikle vücut kitle indekslerinin 18,5- 24,99 olması kriterini yerine getirmişler ve ait olduklarını yaş grubuna eklenmişlerdir. Daha önceden tespit edilmiş alt ekstremite sorunu veya nörolojik defisiti bulunmayan gönüllülerin ayak tabanlarına ait veriler statik ve dinamik olarak tespit edilmiştir.

18-25 yaş grubuna ait bireylerin ayaklarına genel olarak bakıldığında, erkek bireylerden daha yüksek ortalama basınç ve kuvvet verileri alındığı gözlenmektedir. Ayağı bütün olarak ele aldığımızda erkek bireylerde daha yüksek taban basıncı kaydedilmesine karşın, kadın gönüllüler ile aralarında anlamlı fark bulunamamıştır. Temas alanı erkeklerde daha yüksek olarak saptanmıştır. Topuk bölgesinde ve metatarsal bölgelerde erkeklerde kadın bireylere göre daha yüksek kuvvet verileri elde edilip, anlamlı derecede farklılıklar bulunmasına karşın, sağ ayak başparmağı basıncı dışında erkek ve kadın bireyler arasında basınç verileri ile ilgili anlamlı derecede farklılık saptanamamıştır. 26-35 yaş grubuna ait bireylerde ayak bölümlenmeden bütün olarak değerlendirildiğinde ayak tabanı altında oluşan kuvvetler istatistiksel açıdan anlamlı olarak erkek bireylerde kadın bireylere göre, daha yüksek tespit edilmiştir. Taban basınçları arasında herhangi bir farklılık bulunmamıştır. Topuk bölgesinde ve sol ayağın 3-4-5 metatarsal bölgelerinde basınçlar erkek katılımcılarda anlamlı olarak daha yüksek olarak gözlemlenmiştir.

36-45 yaş grubunda, ayağın bütününe bakıldığında genel olarak erkek bireylerde daha yüksek kuvvetler kaydedilmiştir ve ayağın genelinde basınçlar erkek bireylerde daha yüksek olarak gerçekleşmiş ancak

istatistiksel olarak erkek ve kadın bireylerde ilişki saptanamamıştır. Sol topukta, ayağın orta bölümünde, sağ ayak birinci metatarsal bölgede, sol ayak ikinci metatarsal bölgede erkek bireylerde anlamlı olarak daha yüksek basınç verileri kayıt edilmiştir.

46-55 yaş grubunda da erkek bireylerde anlamlı olarak daha yüksek kuvvetler kaydedilmekle beraber, basınç verileri arasında istatistiksel bir anlam genel olarak saptanamamıştır.

56-65 yaş grubunda erkek bireylerde kuvvet verileri daha yüksek olarak gözlenmektedir. Basınç parametreleri ile ilgili erkek ve kadın bireyler arasında anlamlı fark saptanamamıştır.

Murphy ve arkadaşları tarafından 9 kadın 6 erkekle yapılan çalışmada ayak tabanına ait basınç verilerinde, cinsiyete göre belirgin bir farka rastlanmamıştır[105]. Fakat bu çalışma yakından incelendiğinde ayağın dört bölgeye ayrıldığı ve ayağın ortasıyla ilgili bu değerlendirmenin yapıldığı görülmektedir. Daha yakın bir zamanda yapılan çalışmada ayak bütün olarak ele alınmamış topuk, orta ayak, ön ayağın mediali ve laterali, başparmak olarak bölümlenmiş ve hız değişkeni de eklenerek gönüllüler incelenmiştir. Burada cinsiyetler arasında değişik ayak bölgelerinde değişik yürüme hızlarında, basınçlar arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir[106]. Putti ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 28 gönüllü kadın ve erkek alınmış, ayakkabı içerisine yerleştirilen pedobarografik cihaz ile veri toplanmıştır. Bunun sonucunda bu veriler 10 adet bölgeye ayrılmış cinsiyetler arasında basınç farkının anlamlı olmadığı sonucuna varılmıştır[107]. Biz çalışmamızda çıplak ayak ile ölçüm yaptık ve ayağı önce bütün olarak daha sonra 7 adet bölgeye ayırarak değerlendirdik. Bunun sonucunda ayağın tümünü değerlendirdiğimizde, ayak basınçlarının yaş gruplarına göre anlamlı olarak farklılık göstermediğini gözlemledik. Fakat bölümlenme yapıldıktan sonra alınan bazı bölümler için farklı yaş gruplarında anlamlı istatistiksel veriler elde edildiğini gördük. Bunun sonucunda kadın ve erkek bireylerin, ayak bütün olarak çalışma yapılacaksa beraber değerlendirilebileceğini, fakat bölümlenme yapılarak çalışma yapılacaksa, bölümlerin kendi cinsiyetleri içindeki benzer

yaş grupları ile karşılaştırılmasının daha doğru sonuçlar elde edilmesinde önemli olduğunu gösterdik.

Ayak, gözlemsel, antropometrik, radyolojik, ayak izi gibi çok farklı yöntemler ile sınıflandırılabilir[108, 109]. Antropometrik olarak yapılan ayak ölçümlerinde, ayak uzunluğu ve metatarsal genişlik ortalamaları, kadın ve erkek katılımcılar arasında anlamlı farklılık göstermektedir. Gönüllülerin temas alanları pedobarografik ölçümde, erkeklerde kadın katılımcılara göre daha yüksek olarak gerçekleşmiştir. Ayak büyüklüklerinin farklı olması bu yüksek temas alanını açıklamaktadır[110].

Dinamik pedobarografik verilerin toplanması sırasında gönüllülerin normal yolda yürüdükleri hızda yürümeleri istenmiştir. Daha sonra kişilerin yürüme hızlarına herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Gözlemlerimiz sırasında kişilerin çok farklı yürüme hızlarına sahip olduklarını gördük. Çeşitli yürüyüş hızlarında, ayak tabanında değişik basınç ve kuvvet değerleri elde edildiği gösterilmiştir[106, 111]. Yapılan çalışmada topuk, ayağın ön kısmı ve başparmak incelenmiş; yürüme hızı 0.75 metre/saniye den 2metre/saniye'ye çıktığında, ayak basıncının her bölge için yükseldiği ve özellikle topuk bölgesinde 173 kPa dan 330 kPa ya yükselerek, 1.8 kata yakın bir basınç artışı olduğu gösterilmiştir[112]. Gönüllülerin yürüme hızını bilmememiz eksiklik gibi görünse de, literatürde ki çok az çalışmada hızların sabit olarak ölçülmeye çalışıldığı görülmektedir. Bizim gerçekleştirdiğimiz çalışmada toplumumuzdaki ayak tabanı basıncını belirlemede bir normalizasyon çalışması olduğundan, yürüme hızına müdahale etmemizin doğru olmayacağını düşünerek çalışmamızı gerçekleştirdik.

Pedobarografik verilerin toplanması sonrasında elde edilen görüntülerin bölümlenmesi günümüz için önem kazanmıştır. Literatürde bu işleme maskeleye (masking) adı verilmektedir[102]. Çok farklı maskeleye yöntemleri olmakla birlikte, öncelikle ayak genel olarak 4 bölüme ayrılmaktadır. Bunlar topuk, orta ayak, ön ayak, parmaklardır. Topuk kendi içinde medial ve lateral olarak, ön ayak 5 metatarsal bölgeye ayrılarak, parmaklarda başparmak ve diğer parmaklar olarak bölümlenebilmektedir.

Klinik çalışmalarda basma bozukluklarının tespitinde, bu bölümlerin yorumlanması önem kazanmaktadır[113, 114]. Bu işlem bazı cihazların yazılımları ile otomatik gerçekleştirilebileceği gibi[102], bizim yaptığımız gibi el ilede yapılabilmektedir. Her katılımcının sağ ve sol ayağı için ayrı ayrı maske oluşturulmuş ve tüm sağ ya da sol ayaklar için bu bölümlere kullanılmıştır. International Guidelines for Plantar Pressure Measurement a göre bu bölümlere gerçekleştirilmiştir[115]. Bizim kullandığımız bölümlere metodu Zammit tarafından daha önce kullanılarak geçerlilik ve güvenirliliği kanıtlanmıştır[103]. Bu çalışmaya göre orta ve iyi derecede güvenilirlik göstermiştir. Çalışmamızda bu bölümlere yöntemi, uygulanabilirliğinin kolay oluşu, ayağın anatomisine uygun olması, n ayağın mediali ve laterali hakkında bilgi sahibi olunarak ileri ki çalışmalar için veri tabanı oluşturabileceği düşüncesiyle seçilmiştir.

Piyasada birçok marka ve isimde değişik sensör teknolojileri ile donatılmış pedobarografi cihazları yer almaktadır. Bu cihazların ölçtüğü verilerin tutarlılığı, sonuçların güvenirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmada literatür taramalarında karşımıza en çok çıkan Novel firmasına ait Emed adlı cihazla bizim kullandığımız Tekscan Matscan marka cihaz karşılaştırılmıştır[104]. Bu amaçla her iki cihazdan ikişer adet alınarak cihazların marka içi ve markalar arası güvenirliği incelenmiştir. Marka içinde ve modeller arasında yüksek oranda tutarlılık gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda iki platformun veri setlerinin karşılaştırılabilir olduğu kanaatine varılmıştır. Bizde alışmamızda Tekscan markasının HR Matscan model cihazını kullandık. HR Matscan ın sensör teknolojisi Matscan ile aynı olmakla birlikte, daha kk olarak platformda yer almaktadır. Daha yeni bir cihaz olması ve eski versiyonunun aksine henüz güvenirlik ve tutarlılık çalışması olmaması nedeniyle, aletin güvenirliliği ve maskeleme ile ilgili bir güvenirlik ve tutarlılık araştırması yaptık. Daha yayınlanmamış olan alışmamızda, HR Matscanında %70 zerinde ICC (intraclass correlation) sahip olduğu, ayağı blmlemeden alınan parametrelerde bu değerin %90 ın üzerine çıktığı görülmüştür.

Bu çalışmayı gerçekleştirirken aklımıza gelen önemli bir soru da, değişik günlerde alınan aynı kişiye ait ölçümlerde, taban basınçlarının tutarlılığıydı. Gurney ve arkadaşlarının bu amaçla yaptığı çalışmada gönüllülerden 5 ayrı günde ölçümleri alınmıştır[116]. Alınan bu ölçümler yüksek derecede tutarlılık göstermiştir ve bu da aldığımız ölçümlerin tek bir gün için alınmasının yeterli olduğunu göstermiştir.

Vücut kitle indeksi(VKİ) günümüzde sağlık risklerinin belirlenmesi amacıyla prediktif bir değer olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Vücut ağırlığının boyun karesine bölünmesiyle elde edilen bu değer, Dünya Sağlık Örgütü tarafından obezitenin tespitinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda metabolik sendromun önemli bir kriteri olarak kullanılmaktadır. VKİ ye göre 18.5-24.99normal kilolu, 25-29.99 kilolu, 30-34.99 evre 1 obez, 35-39.99 evre 2 obez, 40 üzeri evre 3 obez olarak kabul edilmektedir[117]. Vücut ağırlığının ayak tabanı basınç ve kuvvetlerine etkisi de önemli bir araştırma konusudur. Günümüzün en önemli sorunlarından bir olan ve dünyada yaklaşık 400 milyon kişiyi etkileyen diabet, obezite ile yakın ilişki göstermektedir[118]. Diabette diğer olumsuz bir durum periferik nöropatidir ve obezite ile birlikte diabetik ayak ülserlerinde önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir[119]. Cavanagh diabetik hastalarla yaptığı çalışmada VKİ nin ayak tabanı basınç dağılımına önemli bir etkisinin olmadığını iddia etmiştir[120]. Fakat daha sonra yapılan çalışmalarda VKİ nin de önemli bir parametre olduğu gösterilmiştir. Obez kişilerde obez olmayanlara göre ayak tabanının daha yüksek basınç ve kuvvetlere maruz kaldığı gösterilmiştir [121, 122].Bu ölçülen değerlerin farklı toplumlara göre de farklı olduğu gösterilmiştir [123]. Bundan dolayı VKİ önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Türk toplumunda VKİ normal değerleri içerisinde kişilerin taban basınçlarının normal değerlerini bilmek, sonraki yapılacak çalışmalarda ve klinik uygulamalarda önemli bir başlangıç noktası oluşturacağı düşüncesindeyiz.

Pedobarografik verilerin toplanması sırasında yürüme için uygulanan birçok protokol bulunmaktadır. Bu yürüme protokollerinin birbirlerine göre birçok avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Yürüme hızının pedobarografik



verilere etkisi açık olduğundan, bir standardizasyon getirmek amaçlı uygulanmaktadır[112]. Bu amaçla literatürde mid-gait protokolü çok sıklıkla kullanılmıştır[8]. Bu protokolda uzun bir yürüme yolunun ortasına konulan pedobarografi cihazına yürüme yolunun başından sonuna kadar giden bir kişiden veri toplamayı esas alan bir protokoldür. Fakat klinikte diabet gibi nöropatik ve görsel bozuklukların eşlik ettiği hasta gruplarında, hastanın kısmen küçük olan platformu hedef alması ve tam olarak basmasında zorluklar yaşanmaktadır[101]. Bu amaçla ilk adım protokolü uygulanmaya başlanmıştır. Rodgers tarafından ilk adım protokolü, mid-gait protokolü ile kıyaslanmış ve ilk adım protokolünde %13 civarında daha düşük basınçlar kaydetmiştir[124]. Morlock ve arkadaşları tarafından yine ilk adım ve midgait protokolleri kıyaslanmış, elde edilen 69 parametrenin 29 unda anlamlı olarak farklılıkların bulunduğu gösterilmiştir[125]. İlk adım protokolünün özellikle yürüme güçlüğü ve çok tekrar yapma konusunda fiziksel zayıflık gösteren hasta grupları için uygun olduğu, normal popülasyonda kullanılmasının hatalı sonuçlar verebileceği anlaşılmıştır. Meyers ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarda ilk adım, iki adım ve midgait protokollerini kıyaslamıştır. Çalışmalarında iki adım metodunda mid-gait metoduna çok yakın veriler elde edildiğini göstermişlerdir[99]. İlk adım, iki adım, üç adım metodu kıyaslandığında tutarlı pedobarografik verilerin iki adım metodu ile alındığı gösterilmiştir[100]. Literatür incelendiğinde daima kıyaslama metodu olarak midgait protokolünün kullanıldığı görülmektedir. Bundan dolayı toplumumuzda pedobarografik normalizasyon verilerinin elde edilmesinde bu metodun en uygun olacağını öngörerek, çalışmamızda bu protokolü kullandık. Farklı yürüme protokollerine göre basınç verilerinde farklılıklar olduğu bilinmektedir. Bunun için farklı çalışmaların kıyaslanmasında kullandıkları protokollerin benzer olmasının göz önünde bulundurulması uygun olacaktır.

Statik ölçümler yapılırken, her gruptaki kişiler için standardize edilmiş şablonun pedobarografi cihazı üzerine konarak, herkesin aynı şekilde basmaları sağlanmıştır. 2 metre uzaklıkta bulunan hedefe bakan katılımcıların ayak basınçları 30 saniye boyunca kayıt edilmiştir. Daha sonra bu kaydın ilk ve son 5 saniyesi kesilerek, aradaki 20 saniye üzerinden

değerlendirme yapılmıştır. Bu süre içinde kişilerin ayaklarının basma yüzdeleri ortalama değerler olarak bulunmuştur. Bu değerler ayağın ön bölümü ve arka bölümü olarak analiz edilmiştir. Tüm gruplarda sol ayakta sağ ayağa göre daha yüksek ortalamalar elde edilmiştir. 56-65 yaş grubu erkek bireyler dışında, ayakların arka bölümünde, ön bölümüne göre daha yüksek ortalamalar görülmektedir. Yapılan analizle yaş grupları arasında fark olmadığı gösterildi. Sadece 55-65 yaş grubunda sağ ve sol ayakta ayak ön ve arka bölümlerinde kadın ve erkekler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır.

Statik ayak tabanı kuvvet ve basıncıyla ilgili çalışmalar incelendiğinde çok azının normal ayaktaki dağılımı araştırdığı görülmektedir[126]. Ayağın patolojik durumlarında[127, 128] ya da obezite[129], diabet[130], romatoid artrit[131] gibi sistemik hastalıklarda, sporcuların sağlığını değerlendirmede[132] sık olarak statik ölçümler kullanılmıştır. Fakat bu çalışmaların, sağlıklı bireylerdeki ayak tabanı basınç dağılımı hakkında bilgi vermesi çok güçtür. Bu amaçla Pomarino ve arkadaşları, sağlıklı bireylerde ayak önü ve arkası olarak böldükleri statik pedobarografik ölçümlerde, yaşa göre pörsantil eğrileri belirlemiştir. Gönüllüler 2-6, 7-10, 11-69 yaş gruplarına bölünmüşler, bu gruplar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır[126]. Çalışmamızda pörsantil eğrileri elde edilmesine rağmen, yaş gruplarımızın uyuşmaması dolayısıyla, bu çalışma ile verilerimizi kıyaslamamız doğru olmayacaktır. Toplumlara göre statik değerlerin belirlenmesinin önemi dolayısıyla, Hindistan'da 620 kişinin katılımıyla statik ayak tabanı kuvvet dağılımı değerlendirilmiştir. Bu çalışmaya göre 20yaş altı, 20-40 yaş, 40-60 yaş, 60 yaş üzeri olarak ayrılan katılımcıların topuk bölgelerinde yaşla artan bir basınç artışı olduğu görülmektedir. Fakat yayın incelendiğinde katılımcıların kiloları ve vücut kitle indeksleri ile ilgili yeterli bir bilgi verilmediği görülmektedir[133]. Cavanagh tarafından gerçekleştirilen çalışmada katılımcıların topuk ve topuk ön bölümü arasındaki yüzdesel kuvvet farkları bulunmuştur. Ortalama olarak bu değer topukta %60, ön bölümde %40 civarında gerçekleşmiştir. Çalışma yaş grubuna bakıldığında, 35 yaş civarındaki kişilerle çalışmanın gerçekleştirildiği, kadın erkek farkına bakılmadığı

görülmektedir[134]. Bizim çalışmamızda da bu değerlere yakın yüzdesel dağılım görülmektedir. Fakat 55-65 yaş grubundaki erkeklerde ön-arka dağılımın farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Yaş grubumuzun 65 yaş sınırında bitmesi dolayısıyla bu verinin daha yaşlı kimselerdeki verilerle karşılaştırılması yapılamamıştır. Daha ileri çalışmalarla bu farkın ortaya konması gereklidir.

Araştırmada katılımcıların sadece anamnez ve fizik bakı ile alt ekstremite problemi olmadığına karar vermemiz, her ne kadar bölümlenmede yüksek güvenilirlik olmasına rağmen, bölümlenmeyi el ile yapmamız ve kişilerin kendi seçtikleri hızda platformda yürümeleri çalışmamızın zayıf kalan yönleri olarak görülmektedir.

## **VI. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu çalışmamızda esas amacımız normal kilolu, ortopedik ve nörolojik herhangi bir rahatsızlığı olmayan sağlıklı bireylerdeki ayak tabanı basınç dağılımı ile ilgili veri tabanı elde etmektir. Bu amaçla kişilerin hem dinamik, hem de statik ölçümleri alındı. Elde edilen ortalama değerler bundan sonraki çalışmalar için bir veritabanı oluşturacak ve ayakkabı, ortopedik ayak ürünleri tasarımı gibi alanlarda, toplumumuza özgü bir basınç verisi temeli oluşturacağı düşüncesindeyiz.

## **VII. ÖZET**

Giriş: yürüme sırasında ayağın yere temas etmesiyle birlikte aksi yönde zemin tarafından ayağa doğru kuvvet vektörleri oluşmaktadır. Bu kuvvetler günümüzde pedobarografi cihazları ile kayıt edilmektedir. elde edilen verilerin yorumlanması ile nörolojik, endokrin, ortopedik, spor biyomekaniği gibi bir çok konuda sayısal veriler elde edilmektedir.

Amaç: toplumumuzdaki, statik ölçümde duruş sırasında ayak tabanı altındaki kuvvetlerin dağılımının ve dinamik ölçümde ayak tabanı altında oluşan basınç ve kuvvetlerin normal değerlerinin tespiti amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: çalışmaya 18-65 yaş grubunda vücut kitle indeksi 18.5-25 arasında, 600 kişi katılmıştır. Gönüllülerin herhangi bir nörolojik, nöropatik bir durum, yürümesine engel olacak bir patoloji, alt ekstremitte ile ilgili operasyon geçirmemiş olması, ayak sağlığının yerinde olması fizik muayene ve anamnez ile doğrulanmıştır. 18-25 yaş, 26-35 yaş, 36-45 yaş, 46-55 yaş, 56-65 yaş grubuna ayrılmışlardır. Dinamik olarak Midgait protokolü ile 3 sağ ve 3 sol ayak, statik ölçümde ise 30 saniye pedobarografik veri alınmıştır. Daha sonra dinamik ölçümler topuk, ayak ortası, 1. Metatars, 2. Metatars, 3. Metatarslar, başparmak ve diğer parmaklar olmak üzere 7 adet bölgeye, dinamik ölçümler ise topuk ve ayağın önü olarak 2 bölgeye ayrılmıştır. Dinamik ölçümlerde alınan verilerden ayak uzunluğu ve metatars genişliği antropometrik ölçüm olarak alınmıştır. Dinamik ölçümlerdeki verilerde analiz sırasında 3 ölçümün ortalama değeri kullanılmıştır.

Bulgular: Her yaş grubunda 60 kadın 60 erkek olmak üzere 120 gönüllü bulunmaktadır. Kadınlarda ayak uzunluğu, sağ ayak; 23,98 cm sol ayak 23,94 cm, metatarsal genişlik sağ ayak; 9,06 cm sol ayak;9,01 olarak bulunmuştur. Erkeklerde ayak uzunluğu, sağ ayak; 26,07 cm sol ayak 26,14 cm, metatarsal genişlik sağ ayak; 9,8 cm sol ayak; 9,98 cm olarak bulunmuştur. 5 yaş grubu için pedobarografik normalizasyon verileri ayrı ayrı elde edilmiştir. Ortalama olarak verilerin hemen hemen hepsinde basınç ve kuvvet verilerinin erkek katılımcı grubunda daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Aynı yaş grubu içinde ayak bölümlenmeden bakıldığında basınç verisinin kadın ve erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanamamakla birlikte, bölümlenme yapıldıktan sonra bakıldığında basınç verileri arasında özellikle topuk ve metatarsal bölgelerde farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir. Statik ölçümlerde 55-65 yaş grubu erkekler haricinde ki gruplarda topuk bölgesi %60, ön bölüm %40 civarında gerçekleşirken, 55-65 yaş grubunda ayağın arkası ve önü %45-%55 civarında kuvvet dağılımı gözlemlenmiştir. Sadece 55 -65 yaş grubunda sağ ayakta, kadın ve erkeklerde ayağın önü ve arkasında kuvvet dağılımı bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Sonuç: Amacımız normal kilolu, ortopedik ve nörolojik herhangi bir rahatsızlığı olmayan sağlıklı bireylerdeki ayak tabanı basınç dağılımı ile ilgili veri tabanı elde etmektir. Bu amaçla kişilerin hem dinamik, hem de statik ölçümleri alındı. Elde edilen ortalama değerler bundan sonraki çalışmalar için bir veritabanı oluşturacak ve ayakkabı, ortopedik ayak ürünleri tasarımı gibi

alanlarda, toplumumuza özgü bir basınç verisi temeli oluşturacağı düşüncesindeyiz.

## VIII. ABSTRACT

Introduction: During walking, force is applied in the opposite direction by the ground as soon as the foot touches the ground. These forces can be recorded by pedobarographs. Interpretation of these forces yields significant data in a number of fields including neurology, endocrinology, orthopedics and sports biomechanics.

Objective: We aimed to determine the normal range of plantar pressure distribution during static stance and pressures and forces generated under the foot in dynamic conditions in Turkish population.

Material and method: A total of 600 subjects, aged between 18 and 65, with a body mass index (BMI) between 18.5 and 25 were enrolled in the study. Exclusion criteria were any neurological disorder, neuropathy, pathology that would hinder normal gait, surgical operation involving the lower limb and foot pathology. Subjects were allocated into one of 5 age groups, namely 18-25 years, 26-35 years, 36-45 years, 46-55 years and 56-65 years. Dynamic data for the right and the left foot were acquired 3 times for each foot by mid-gait protocol whereas static data was acquired for 30 seconds. Dynamic pedography data was analyzed separately in 7 regions namely, heel, midfoot, 1st metatarsal head, 2nd metatarsal head, 3rd+4th+5th metatarsal heads together, big toe and lesser toes while static data was analyzed for heel and fore-foot. Foot length and metatarsal width were measured using dynamic data. Means of 3 measurements were used in the analyses of dynamic data.

Findings: There were 120 subjects, 60 females and 60 males, in each age group. In females, right foot length was 23.98 cm, left foot length was 23.94 cm, right metatarsal width was 9.06 cm and the left metatarsal width was 9.01 cm. In males, right foot length was 26.07 cm, left foot length was 26.14 cm, right metatarsal width was 9.8 cm and the left metatarsal width was 9.98 cm. Pedobarographic normalization data was acquired separately for each age group. Means of all pressure and force parameters were higher in males.

Even though there was no significant difference in pressure between males and females of the same age group when the foot was not divided into subregions, the differences in heel and metatarsal pressures were found to be significant when the subregions were defined. Static measurements

showed that forces were distributed as 60% at the heel and 40% at the fore-foot, with the exception of males in the 55-65 years age group in which force distribution was 45% and 55%, respectively. There was statistically significant difference in force distribution fore-foot and hind-foot only for the right foot in the 55-65-years age group.

Conclusion: In the present study, we aimed create a database of plantar pressure distribution in subjects of normal weight without any orthopedic or neurological disorder. Dynamic and static measurements have been carried out for this purpose and the data obtained can be used in future studies on various subjects including designing footwear, orthoses or orthopedic foot products specific for Turkish population.

## IX. KAYNAKLAR

1. Ozkaya N., L.N., *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*. fourth ed, ed. Victor H Frankel and M. Nordin. 2011: lippincott williams & wilkins inc. 2-18.
2. Jansen, K., et al., *How gravity and muscle action control mediolateral center of mass excursion during slow walking: A simulation study*. *Gait & Posture*, 2014. **39**(1): p. 91-97.
3. Inman VT, *Human Walking*. 1980, Baltimore Williams & Wilkins.
4. Riegger, C.L., *Anatomy of the ankle and foot*. *Phys Ther*, 1988. **68**(12): p. 1802-14.
5. Naemi, R. and N. Chockalingam, *Mathematical models to assess foot-ground interaction: an overview*. *Med Sci Sports Exerc*, 2013. **45**(8): p. 1524-33.
6. Udupa, J.K., et al., *Analysis of in vivo 3-D internal kinematics of the joints of the foot*. *IEEE Trans Biomed Eng*, 1998. **45**(11): p. 1387-96.
7. Giacomozzi, C., *Potentialities and Criticalities of Plantar Pressure Measurements in the Study of Foot Biomechanics: Devices, Methodologies and Applications*. *Biomechanics in Applications*. 2011.

8. Orlin, M.N. and T.G. McPoil, *Plantar pressure assessment*. Phys Ther, 2000. **80**(4): p. 399-409.
9. Ulbrecht, J.S., et al., *Prevention of recurrent foot ulcers with plantar pressure-based in-shoe orthoses: the CareFUL prevention multicenter randomized controlled trial*. Diabetes Care, 2014. **37**(7): p. 1982-9.
10. Rosenbaum, D. and H.P. Becker, *Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications*. Foot and Ankle Surgery, 1997. **3**(1): p. 1-14.
11. Tuna, H., *Pedobarographic Evaluation in Foot Disorders*. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 2005. **51**((Özel Ek B)): p. B51-B54.
12. Arıncı K., A.E., *Anatomi*. 3. baskı ed. Vol. cilt 1. 2001: Güneş Kitabevi. 119-140, 219-235, 253-280.
13. Herschorn, S., *Female Pelvic Floor Anatomy: The Pelvic Floor, Supporting Structures, and Pelvic Organs*. Reviews in Urology, 2004. **6**(Suppl 5): p. S2-S10.
14. Fritsch, H., et al., *Clinical anatomy of the pelvic floor*. Adv Anat Embryol Cell Biol, 2004. **175**: p. III-IX, 1-64.
15. Gökmen, F.G., *Sistematik Anatomi*. 2003, İzmir: Güven Kitabevi. 73-90, 117-130, 201-220, 223-240
16. Standring, S., *Gray's anatomy*. 2008, Spain: Elsevier. 1329-1462.
17. Ozan, H., *Ozan Anatomi*. 3. baskı ed. 2014, Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevi. 17-31, 89-109, 175-196.
18. Harrison, D.E., D.D. Harrison, and S.J. Troyanovich, *The sacroiliac joint: a review of anatomy and biomechanics with clinical implications*. Journal of manipulative and physiological therapeutics, 1997. **20**(9): p. 607-617.
19. Moore K. L., A.M.R.A., Arthur F. Dalley, *Essential Clinical Anatomy*. 2010, Baltimore: Lipincott Williams&Wilkins.
20. Lawson, J.O., *Pelvic anatomy. I. Pelvic floor muscles*. Annals of The Royal College of Surgeons of England, 1974. **54**(5): p. 244-252.

21. Moore KL, A.A., *Temel Klinik Anatomi*. 2006, Ankara: Güneş Kitabevi. 320-380, 391-400.
22. Yoshioka, Y., D. Siu, and T.D. Cooke, *The anatomy and functional axes of the femur*. J Bone Joint Surg Am, 1987. **69**(6): p. 873-80.
23. Fox, A.J., F. Wanivenhaus, and S.A. Rodeo, *The basic science of the patella: structure, composition, and function*. J Knee Surg, 2012. **25**(2): p. 127-41.
24. Tecklenburg, K., et al., *Bony and cartilaginous anatomy of the patellofemoral joint*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006. **14**(3): p. 235-40.
25. Ugurlu, M., et al., *Anatomy of the lateral complex of the ankle joint in relation to peroneal tendons, distal fibula and talus: a cadaveric study*. Eklem Hastalik Cerrahisi, 2010. **21**(3): p. 153-8.
26. Pearce, C.J. and J.D. Calder, *Surgical anatomy of the midfoot*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010. **18**(5): p. 581-6.
27. Lang, L.M., *The anatomy of the foot*. Baillieres Clin Rheumatol, 1987. **1**(2): p. 215-40.
28. Kelikian A. S., S.K.S., *Sarrafian's Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional*. 2011: Lipincott Williams & Wilkins. 49-102,115-175.
29. Tohno, Y., et al., *Characteristics of the three ligaments of human spring ligament complex from a viewpoint of elements*. Biol Trace Elem Res, 2012. **146**(3): p. 293-301.
30. Glasoe, W.M., H.J. Yack, and C.L. Saltzman, *Anatomy and biomechanics of the first ray*. Phys Ther, 1999. **79**(9): p. 854-9.
31. DeCotiis, M.A., *Lisfranc and Chopart amputations*. Clin Podiatr Med Surg, 2005. **22**(3): p. 385-93.
32. Fox, A.J., et al., *The human meniscus: A review of anatomy, function, injury, and advances in treatment*. Clin Anat, 2014.
33. Flandry, F. and G. Hommel, *Normal anatomy and biomechanics of the knee*. Sports Med Arthrosc, 2011. **19**(2): p. 82-92.



34. Perrich, K.D., et al., *Ankle ligaments on MRI: appearance of normal and injured ligaments*. AJR Am J Roentgenol, 2009. **193**(3): p. 687-95.
35. Linklater, J., et al., *Anatomy of the subtalar joint and imaging of talocalcaneal coalition*. Skeletal Radiol, 2009. **38**(5): p. 437-49.
36. Mengiardi, B., et al., *Spring ligament complex: MR imaging-anatomic correlation and findings in asymptomatic subjects*. Radiology, 2005. **237**(1): p. 242-9.
37. de Palma, L., et al., *Anatomy of the Lisfranc joint complex*. Foot Ankle Int, 1997. **18**(6): p. 356-64.
38. Panchbhavi, V.K., et al., *Three-dimensional, digital, and gross anatomy of the Lisfranc ligament*. Foot Ankle Int, 2013. **34**(6): p. 876-80.
39. Ridola, C. and A. Palma, *Functional anatomy and imaging of the foot*. Ital J Anat Embryol, 2001. **106**(2): p. 85-98.
40. Kaye, R.A. and M.H. Jahss, *Tibialis posterior: a review of anatomy and biomechanics in relation to support of the medial longitudinal arch*. Foot Ankle, 1991. **11**(4): p. 244-7.
41. Flack, N.A., H.D. Nicholson, and S.J. Woodley, *A review of the anatomy of the hip abductor muscles, gluteus medius, gluteus minimus, and tensor fascia lata*. Clin Anat, 2012. **25**(6): p. 697-708.
42. Flack, N.A., H.D. Nicholson, and S.J. Woodley, *The anatomy of the hip abductor muscles*. Clin Anat, 2014. **27**(2): p. 241-53.
43. Chang, C.Y. and A.J. Huang, *MR imaging of normal hip anatomy*. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2013. **21**(1): p. 1-19.
44. Martinoli, C., et al., *Muscle variants of the upper and lower limb (with anatomical correlation)*. Semin Musculoskelet Radiol, 2010. **14**(2): p. 106-21.
45. Engstrom, C.M., et al., *Morphometry of the Human Thigh Muscles - a Comparison between Anatomical Sections and Computer Tomographic and Magnetic-Resonance Images*. Journal of Anatomy, 1991. **176**: p. 139-156.

46. Willan, P.L., J.A. Ransome, and M. Mahon, *Variability in human quadriceps muscles: quantitative study and review of clinical literature*. Clin Anat, 2002. **15**(2): p. 116-28.
47. Magden, O., et al., *Anatomy of gracilis muscle flap*. J Craniofac Surg, 2010. **21**(6): p. 1948-50.
48. Takizawa, M., et al., *Why adductor magnus muscle is large: the function based on muscle morphology in cadavers*. Scand J Med Sci Sports, 2014. **24**(1): p. 197-203.
49. van der Made, A.D., et al., *The hamstring muscle complex*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013.
50. Golano, P., et al., *Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2010. **18**(5): p. 557-69.
51. Vittoria, N., et al., *The innervation of extensor hallucis longus muscle: an anatomical study for selective neurotomy*. Acta Neurochir (Wien), 2009. **151**(10): p. 1275-9.
52. Loram, I.D., C.N. Maganaris, and M. Lakie, *Paradoxical muscle movement in human standing*. J Physiol, 2004. **556**(Pt 3): p. 683-9.
53. Hodgson, J.A., et al., *Influence of structure on the tissue dynamics of the human soleus muscle observed in MRI studies during isometric contractions*. J Morphol, 2006. **267**(5): p. 584-601.
54. Lo, L.D., et al., *MR imaging findings of entrapment of the flexor hallucis longus tendon*. AJR Am J Roentgenol, 2001. **176**(5): p. 1145-8.
55. Ger, R., *The clinical anatomy of the intrinsic muscles of the sole of the foot*. Am Surg, 1986. **52**(5): p. 284-5.
56. Schoenwolf G. C., S.B.B., Philip R. Brauer, *Larsen's Human Embryology*. fourth ed. 2009, Philadelphia,: Elsevier. 10-11,217-241,626-642.
57. Sadler T. W., *Langman's Medikal Embriyoloji*. 2001, Ankara: Palme Yayıncılık. 65-165.
58. Bernhardt, D.B., *Prenatal and postnatal growth and development of the foot and ankle*. Phys Ther, 1988. **68**(12): p. 1831-9.

59. Kelikian A. S., S.K.S, *Development of the foot and ankle. In: Anatomy of the Foot and Ankle: Descriptive, Topographic, Functional* 2011: Williams & Wilkins. 1-105.
60. Guidera, K.J., et al., *The embryology of lower-extremity torsion*. Clin Orthop Relat Res, 1994(302): p. 17-21.
61. O'Rahilly, R., E. Gardner, and D.J. Gray, *The Ectodermal Thickening and Ridge in the Limbs of Staged Human Embryos*. Journal of Embryology and Experimental Morphology, 1956. **4**(3): p. 254-264.
62. Lee, M.C. and C.P. Ebersson, *Growth and development of the child's hip*. Orthop Clin North Am, 2006. **37**(2): p. 119-32, v.
63. Bareggi, R., et al., *On the assessment of the growth patterns in human fetal limbs: longitudinal measurements and allometric analysis*. Early Hum Dev, 1996. **45**(1-2): p. 11-25.
64. Hall, B.K. and T. Miyake, *All for one and one for all: condensations and the initiation of skeletal development*. Bioessays, 2000. **22**(2): p. 138-47.
65. Cochard, L., *Netter's Atlas of Human Embryology*. 2012: Saunders. Lower Extremity bölümü.
66. Cupello, A.J., J.D. Ambrosio, and H.A. de Vasconcellos, *Growth of the tibia and fibula bones in human fetuses*. Bull Assoc Anat (Nancy), 1995. **79**(246): p. 17-20.
67. Eric K Mooney. *Lower Limb Embryology Gross Morphologic Overview of Lower Limb Development*. 2014 [cited haziran 2014; Available from: <http://emedicine.medscape.com/article/1291712-overview>].
68. Uchiyama, E., et al., *Fetal development of ligaments around the tarsal bones with special reference to contribution of muscles*. Clin Anat, 2014. **27**(3): p. 389-98.
69. Tudor-Locke, C., et al., *How many steps/day are enough? For adults*. Int J Behav Nutr Phys Act, 2011. **8**: p. 79.
70. Rodgers, M.M., *Dynamic foot biomechanics*. J Orthop Sports Phys Ther, 1995. **21**(6): p. 306-16.

71. Kirtley, C., *Clinical Gait Analysis: Theory and Practice*. 2006, United Kingdom: Elsevier. 15-35,42-52,97-114,149-157.
72. Capaday, C., *The special nature of human walking and its neural control*. Trends Neurosci, 2002. **25**(7): p. 370-6.
73. Coughlin M. J., C.L.S., Roger A. Mann, *Mann's Surgery of the Foot and Ankle: Expert Consult*. 2014, Philadelphia: Elsevier. 1-36.
74. Mann, R.A. and J. Hagy, *Biomechanics of walking, running, and sprinting*. Am J Sports Med, 1980. **8**(5): p. 345-50.
75. Umberger, B.R., *Stance and swing phase costs in human walking*. J R Soc Interface, 2010. **7**(50): p. 1329-40.
76. Rodgers, M.M., *Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running*. Phys Ther, 1988. **68**(12): p. 1822-30.
77. Lohman, E.B., 3rd, K.S. Balan Sackiriyas, and R.W. Swen, *A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod, and minimally supported running as compared to walking*. Phys Ther Sport, 2011. **12**(4): p. 151-63.
78. Saunders, J.B., V.T. Inman, and H.D. Eberhart, *The major determinants in normal and pathological gait*. J Bone Joint Surg Am, 1953. **35-A**(3): p. 543-58.
79. Wikipedia. *Pedobarography*. November 2014 [cited 2014; Available from: <http://en.wikipedia.org/wiki/Pedobarography>].
80. Craxford, A.D., et al., *Stereophotogrammetry and relief photography in the assessment of foot disorders*. Ann Rheum Dis, 1981. **40**(1): p. 83-6.
81. Belly, F., *Zur Mechanik des Stehens*. Longenbeck's Archiv Für Klinische Chirurgie, 1882. **27**: p. 457-471.
82. Elftman, H., *A cinematic study of the distribution of pressure in the human foot*. The Anatomical Record, 1934. **59**(4): p. 481-491.
83. Abramson, E., *Zur Kenntnis der Mechanik des Mittelfußes1*. Skandinavisches Archiv Für Physiologie, 1927. **51**(2): p. 175-234.

84. Morton, D.J., *Structural factors in static disorders of the foot*. The American Journal of Surgery, 1930. **9**(2): p. 315-328.
85. Arcan, M. and M.A. Brull, *A fundamental characteristic of the human body and foot, the foot-ground pressure pattern*. J Biomech, 1976. **9**(7): p. 453-7.
86. Cavanagh, P.R. and M. Ae, *A technique for the display of pressure distributions beneath the foot*. J Biomech, 1980. **13**(2): p. 69-75.
87. Stokes, I.A., I.B. Faris, and W.C. Hutton, *The neuropathic ulcer and loads on the foot in diabetic patients*. Acta Orthop Scand, 1975. **46**(5): p. 839-47.
88. Hennig, N.K, E.M. , *Time-dependent method for measuring force distribution using a flexible mat as a capacitor*. Biomechanics V-B. 1976, Baltimore: University Park Press. 433–440.
89. Hennig, E.M., et al., *A piezoelectric method of measuring the vertical contact stress beneath the human foot*. Journal of Biomedical Engineering, 1982. **4**(3): p. 213-222.
90. Maalej, N., Zhu, H. S., Webster, J. G., Tompkins, W. J., Wertsch, J. J, *Pressure monitoring under insensate feet.*, in *IEEE/9th conference of the engineering in medicine and biology society*. 1987: Boston.
91. Coda, A., T. Carline, and D. Santos, *Repeatability and reproducibility of the Tekscan HR-Walkway system in healthy children*. Foot (Edinb), 2014. **24**(2): p. 49-55.
92. Oladeji, O., et al., *Comparison of the two-step and midgait methods of plantar pressure measurement in children*. J Am Podiatr Med Assoc, 2008. **98**(4): p. 268-77.
93. Gefen, A., *Pressure-sensing devices for assessment of soft tissue loading under bony prominences: Technological concepts and clinical utilization*. W. Wounds, 2007. **19**(12).
94. Hughes, J., *The clinical use of pedobarography*. Acta Orthop Belg, 1993. **59**(1): p. 10-6.
95. Cavanagh, P.R., F.G. Hewitt Jr, and J.E. Perry, *In-shoe plantar pressure measurement: a review*. The Foot, 1992. **2**(4): p. 185-194.

96. Stephen, U., *Plantar pressure-measurement sensors*. Measurement Science and Technology, 1999. **10**(1): p. R16.
97. Razak, A.H., et al., *Foot plantar pressure measurement system: a review*. Sensors (Basel), 2012. **12**(7): p. 9884-912.
98. Giacomozzi, C., et al., *International scientific consensus on medical plantar pressure measurement devices: technical requirements and performance*. Ann Ist Super Sanita, 2012. **48**(3): p. 259-71.
99. Meyers-Rice, B., et al., *Comparison of three methods for obtaining plantar pressures in nonpathologic subjects*. J Am Podiatr Med Assoc, 1994. **84**(10): p. 499-504.
100. Bus, S.A. and A. de Lange, *A comparison of the 1-step, 2-step, and 3-step protocols for obtaining barefoot plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot*. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2005. **20**(9): p. 892-9.
101. McPoil, T.G., et al., *Variability of plantar pressure data. A comparison of the two-step and midgait methods*. J Am Podiatr Med Assoc, 1999. **89**(10): p. 495-501.
102. Ellis, S.J., et al., *The accuracy of an automasking algorithm in plantar pressure measurements*. HSS J, 2011. **7**(1): p. 57-63.
103. Zammit, G.V., H.B. Menz, and S.E. Munteanu, *Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot level walking in healthy adults*. J Foot Ankle Res, 2010. **3**: p. 11.
104. Hafer, J.F., et al., *Reliability of plantar pressure platforms*. Gait Posture, 2013. **38**(3): p. 544-8.
105. Murphy, D.F., et al., *Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure*. Foot Ankle Int, 2005. **26**(2): p. 171-9.
106. Chung, M.J. and M.J. Wang, *Gender and walking speed effects on plantar pressure distribution for adults aged 20-60 years*. Ergonomics, 2012. **55**(2): p. 194-200.

107. Putti, A.B., G.P. Arnold, and R.J. Abboud, *Foot pressure differences in men and women*. *Foot Ankle Surg*, 2010. **16**(1): p. 21-4.
108. Razeghi, M. and M.E. Batt, *Foot type classification: a critical review of current methods*. *Gait Posture*, 2002. **15**(3): p. 282-91.
109. Yalcin, N., et al., *Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis*. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2010. **44**(3): p. 241-5.
110. Wunderlich, R.E. and P.R. Cavanagh, *Gender differences in adult foot shape: implications for shoe design*. *Med Sci Sports Exerc*, 2001. **33**(4): p. 605-11.
111. Martinez-Nova, A., J.P. Huerta, and R. Sanchez-Rodriguez, *Cadence, age, and weight as determinants of forefoot plantar pressures using the Biofoot in-shoe system*. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 2008. **98**(4): p. 302-310.
112. Segal, A., et al., *The Effect of Walking Speed on Peak Plantar Pressure*. *Foot & Ankle International*, 2004. **25**(12): p. 926-933.
113. Bryant, A., P. Tinley, and K. Singer, *Plantar pressure distribution in normal, hallux valgus and hallux limitus feet*. *The Foot*, 1999. **9**(3): p. 115-119.
114. Pauk, J., M. Ihnatouski, and B. Najafi, *Assessing plantar pressure distribution in children with flatfoot arch*. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2014. **104**(6): p. 622-32.
115. Barnett, S., *International protocol guidelines for plantar pressure measurement*. *The Diabetic Foot*, 1998. **1**: p. 137-140.
116. Gurney, J.K., U.G. Kersting, and D. Rosenbaum, *Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population*. *Gait Posture*, 2008. **27**(4): p. 706-9.
117. Organization, W.H. *BMI classification*. 2014 Aralık 2014]; Available from: [http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro\\_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html).
118. Lois, K. and S. Kumar, *Obesity and diabetes*. *Endocrinol Nutr*, 2009. **56 Suppl 4**: p. 38-42.

119. Frykberg, R.G., et al., *Role of neuropathy and high foot pressures in diabetic foot ulceration*. Diabetes Care, 1998. **21**(10): p. 1714-9.
120. Cavanagh, P.R., D.S. Sims, and L.J. Sanders, *Body-Mass Is a Poor Predictor of Peak Plantar Pressure in Diabetic Men*. Diabetes Care, 1991. **14**(8): p. 750-755.
121. Butterworth, P.A., et al., *Foot posture, range of motion and plantar pressure characteristics in obese and non-obese individuals*. Gait Posture, 2014.
122. Veves, A., et al., *The risk of foot ulceration in diabetic patients with high foot pressure: a prospective study*. Diabetologia, 1992. **35**(7): p. 660-3.
123. Shen, J., et al., *Vibrating perception threshold and body mass index are associated with abnormal foot plantar pressure in type 2 diabetes outpatients*. Diabetes Technol Ther, 2012. **14**(11): p. 1053-9.
124. Rodgers MM., *Plantar Pressure Distribution Measurement During Barefoot Walking: Normal Values and Predictive Equations [dissertation]*. Pennsylvania State University, University Park, PA,, 1985.
125. Morlock M, M.T., *First step method vs. full gait method: results of a comparison*. Eur J Phys Med Rehab, 1992. **2**(33).
126. Pomarino, D. and A. Pomarino, *Plantar Static Pressure Distribution in Healthy Individuals: Percentiles for the Evaluation of Forefoot Loading*. Foot Ankle Spec, 2014. **7**(4): p. 293-297.
127. Wiggermann, N. and W.M. Keyserling, *Time to onset of pain: Effects of magnitude and location for static pressures applied to the plantar foot*. Applied Ergonomics, 2015. **46**, Part A(0): p. 84-90.
128. Saro, C., et al., *Plantar pressure distribution and pain after distal osteotomy for hallux valgus: A prospective study of 22 patients with 12-month follow-up*. The Foot, 2007. **17**(2): p. 84-93.
129. Periyasamy, R., et al., *Foot pressure distribution variation in pre-obese and non-obese adult subject while standing*. The Foot, 2012. **22**(4): p. 276-282.



130. Charanya, G., et al., *Standing foot pressure image analysis for variations in foot sole soft tissue properties and levels of diabetic neuropathy*. ITBM-RBM, 2004. **25**(1): p. 23-33.
131. Brenton-Rule, A., et al., *Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of postural stability in older people with rheumatoid arthritis*. J Foot Ankle Res, 2012. **5**: p. 21.
132. Braz, R. G., G.A.C., *Relationship between quadriceps angle (Q) and plantar pressure distribution in football players*. Rev Bras Fisiote, 2010. **14**(4): p. 296-302.
133. Syed, N., et al., *Plantar Pressure Distribution Among Asymptomatic Individuals: A Cross-Sectional Study*. Foot & Ankle Specialist, 2012. **5**(2): p. 102-106.
134. Cavanagh, P.R., M.M. Rodgers, and A. Iiboshi, *Pressure distribution under symptom-free feet during barefoot standing*. Foot Ankle, 1987. **7**(5): p. 262-76.

## KISALTMALAR

ant.	anterior
art.	articulatio
basPRMK.	Başparmak
basPRMK.	Başparmak
CA.	Temas Alanı
cm <sup>2</sup>	santimetrekare
CP.	Temas Basıncı
digerMTT.	Diğer metatarslar
digerPRMK.	2-3-4-5 parmaklar
for.	foramen
FORCE.	Kuvvet
FrstMTT.	1. Metatars
inc.	incissura
inf.	inferior
Kpa	Kilopaskal
lat.	lateralis
lig.	ligamentum
ligg.	ligamenta
m.	musculus
MAX	maksimum
MIN	minumum
Midfoot.	Orta ayak
mm.	musculi
n.	nervus
N.	Newton
PCP.	En Yüksek Temas Basıncı
PF.	En Yüksek Kuvvet
post.	posterior
proc.	processus
Sag	Sağ ayak
scndMTT.	2. Metatars
Sol	Sol ayak
sup.	superior
Topuk	Arka ayak
Total	Tüm ayak
VKI	vucut kitle indeksi

