



T. C.

MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**18-25 YAŞ ARASI SAĞLIKLI BAYANLARDA POSTÜR  
DEĞERLENDİRİLMESİ VE PEDOBAROGRAFİK ANALİZİ**

AYŞEGÜL SOLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

PROF. DR. TUNCAY VAROL

MANİSA-2018



T. C.

MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**18-25 YAŞ ARASI SAĞLIKLI BAYANLARDA POSTÜR  
DEĞERLENDİRİLMESİ VE PEDOBAROGRAFİK ANALİZİ**

AYŞEGÜL SOLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

PROF. DR. TUNCAY VAROL

TEZ SINAV JÜRİSİ

PROF. DR. TUNCAY VAROL

PROF. DR. GÜLGÜN ŞENGÜL

DR. ÖĞR. ÜYESİ AYŞE TUÇ YÜCEL

MANİSA-2018

## BEYAN

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

AYŞEGÜL SOLAK

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında 2 yıl boyunca değerli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve destek olan eğitim sürem boyunca maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini esirgemeyen değerli danışmanım Prof. Dr. Tuncay VAROL'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. Ertuğrul TATLISUMAK 'a, ayrıca tez çalışmam ve eğitimim sırasında bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Uzm. Dr. Serkan Özgür'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Prof. Dr. Kamil VURAL'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarım ve eğitim hayatım boyunca bana her zaman destek olan aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

AYŞEGÜL SOLAK

Manisa, 2018



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Art.</b>	Articulatio
<b>AsA</b>	Asetabular Anteversiyon
<b>BASPRMAK</b>	Başparmak maskeleme alanı
<b>CA</b>	Temas alanı
<b>CP</b>	Temas basıncı
<b>DİĞERMTT</b>	Üç, dört, beşinci metatarsal maskeleme alanı
<b>F</b>	Kas kuvveti
<b>FORCE</b>	Kuvvet
<b>FRSTMTT</b>	Birinci metatarsal maskeleme alanı
<b>DİGERPRMK</b>	İki, üç, dört ve beşinci parmaklar maskeleme alanı
<b>İNK.</b>	İnklinasyon
<b>Lig</b>	Ligamentum
<b>LLA</b>	Arcus longitudinalis lateralis
<b>MİDFOOT</b>	Ayağın ortası maskeleme alanı
<b>MLA</b>	Arcus longitudinalis medialis
<b>ORT</b>	Ortalama
<b>PCP</b>	Tepe temas basıncı
<b>Proc</b>	Processus
<b>PF</b>	Tepe kuvveti
<b>P</b>	Eklem tepki kuvveti
<b>SCNDMTT</b>	İkinci metatarsal maskeleme alanı
<b>SIAS</b>	Spina iliaca anterior superior
<b>TA</b>	Arcus transversalis
<b>TOTAL</b>	Tüm ayak maskeleme alanı

<b>TOPUK</b>	Topuk maskeleme alanı
<b>VKİ</b>	Vücut kütle indeksi
<b>VVD</b>	Vücutun vertikal dizilimi
<b>W</b>	Vücut ağırlığı



# İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	v
TABLO VE RESİM DİZİNİ.....	vi
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ .....	3
4. GENEL BİLGİLER .....	6
4.1 COLUMNA VERTEBRALIS ANATOMİSİ.....	6
4.1.1 Columna Vertebralis’i Oluşturan Kemikler .....	6
4.1.2 Columna Vertebralis’in Eklem ve Bağları:.....	7
4.2 ALT EKSTREMİTE ANATOMİSİ.....	8
4.2.1 Pelvis Kemikleri.....	8
4.2.2 Pelvis’in Eklem ve Bağları.....	9
4.2.3 Alt Taraf Serbest Kemikleri .....	10
4.2.4 Alt Taraf Eklem ve Bağları .....	14
4.2.5 Ayak Kubbesi.....	20
4.3 BİYOMEKANİK VE KİNEZYOLOJİ.....	22
4.3.1 Columna Vertebralis’in Biyomekanik ve Kinezyolojisi .....	22
4.3.2 Art. Coxae’nın Biyomekanik ve Kinezyolojisi .....	25
4.3.3 Art. Genu Biyomekanik ve Kinezyolojisi .....	28
4.3.4 Ayak Biyomekanik ve Kinezyolojisi .....	29
4.4 POSTÜR: .....	32
4.4.1 Postürün Tanımı .....	32
4.4.2 İdeal Ayakta Duruş Postürü .....	33
4.4.3 İdeal Oturma Postürü .....	35
4.4.3 Postür Analizi.....	35
5. GEREÇ VE YÖNTEM .....	39
5.1 KATILIMCILAR.....	39
5.2 POSTÜR DEĞERLENDİRMESİ.....	39
5.3 PEDOBAROGRAFİK ANALİZ .....	48
5.4 VERİLERİN ANALİZİ .....	50
6. BULGULAR.....	51
7. TARTIŞMA .....	59
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
9. KAYNAKLAR .....	65
10. EKLER.....	72
EK 1. ETİK KURUL KARAR FORMU .....	72
EK 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU.....	73
EK 3. BENZERLİK RAPORU .....	76
EK 4 YÖNETİM KURULU KARAR ÖRNEĞİ .....	77
11. ÖZGEÇMİŞ .....	78

## TABLO VE RESİM DİZİNİ

RESİMLER		Sayfa
		No
Resim 1	Platform şeklindeki ve ayakkabı içerisine giyilebilen pedobarografi cihazları.	6
Resim 2	Omurganın farklı bölümlerindeki vertebralar	9
Resim 3	Alt ekstremitte kemikleri ve eklemleri	14
Resim 4	Arcus longitudinalis medialis	22
Resim 5	Arcus longitudinalis lateralis	22
Resim 6	Arcus transversalis	23
Resim 7	Üç eksen üzerinde vertebra hareketleri	25
Resim 8	Kalça eklemine etki eden kuvvetler	28
Resim 9	Önden, yandan ve arkadan görünüşte çekül hattı	36
Resim 10	Yandan görünüşte antropometrik noktalar ile çekül hattı ilişkisi	36
Resim 11	Farklı postürlerde intervertebral disklerde basınç değişimi	37
Resim 12	Beyaz polistiren küreler ile işaretlenen antropometrik noktalar.	42
Resim 13	ImageJ programında ölçülen baş pozisyonu	45
Resim 14	ImageJ programında ölçülen coronal omuz açısı	45
Resim 15	ImageJ programında ölçülen torakal kifoz açısı	46
Resim 16	ImageJ programında ölçülen lumbal lordoz açısı	47
Resim 17	ImageJ programında ölçülen Q açısı	47
Resim 18	ImageJ programında ölçülen kalça açısı	48
Resim 19	ImageJ programında ölçülen vücudun vertikal dizilimi	49
Resim 20	Pelvik inklinasyon ölçümü	49
Resim 21	Subtalar açı ölçümü	50
Resim 22	İki adım yürüme protokolü	51
Resim 23	Yedi bölgeye ayrılmış pedobarografik veri örneği	51



## TABLolar

Sayfa No

Tablo1	İşaretlenen önden görünüş antropometrik noktaları	43
Tablo2	İşaretlenen arkadan görünüş antropometrik noktaları	43
Tablo3	İşaretlenen sağ yandan görünüş antropometrik noktaları	43
Tablo4	İşaretlenen sol yandan görünüş antropometrik noktaları	44
Tablo5	Çalışmaya alınan bireylerin demografik verileri	53
Tablo6	Q açısı kesme değerine göre iki grubun pedobarografik verilerinin ortalamalarının karşılaştırılması	54
Tablo7	Q açısı kesme değerine göre iki grubun pelvik inklinasyon, subtalar açısı, vücudun vertikal dizilimi ve Q açısı değerlerinin pedobarografik verilerle korelasyonu	56
Tablo8	Q açısı kesme değerine göre 2 grubun postür verilerinin ortalamalarının karşılaştırılması	59

# 1. ÖZET

Tezin başlığı: 18-25 YAŞ ARASI SAĞLIKLI BAYANLARDA POSTÜR DEĞERLENDİRİLMESİ VE PEDOBAROGRAFİK ANALİZİ

Öğrencinin adı: AYŞEGÜL SOLAK

Danışmanı: PROF.DR.TUNCAY VAROL

Anabilim Dalı: Anatomi Anabilim Dalı

Amaç: 18-25 yaş arası kadınlarda farklı postür tiplerinin belirlenmesi ve bu postürlerin ayak tabanına etki eden basınç ve kuvvetleri nasıl etkilediğini değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 18-25 yaş arasında 44 gönüllü kız öğrenci katıldı. Dahil olma kriterleri; çalışmaya katılmaya gönüllü olmaları, AOFAS skorunun 100 olması, VKİ 17-29,9 kg / m<sup>2</sup> sınırları içinde olması, daha öncesinde alt ekstremitte ile ilgili cerrahi operasyon geçirmemiş ve son 6 ayda alt ekstremitte ile ilgili ciddi travma, burkulma öyküsünün bulunmaması, bilinen nörolojik, metabolik, endokrin, romatizmal ve görme alanı kaybına neden olan hastalığının olmamasıdır. Postür değerlendirmesi için gönüllülerin 4 yönden çekilen fotoğrafları üzerinde yedi açı ImageJ programında hesaplandı. Bu açılar; baş pozisyonu, koronal omuz açısı, torakal kifoz, lumbal lordoz, Q açısı, kalça açısı ve vücudun vertikal dizilimidir(VVD). Q açısına göre;  $Q \geq 20^\circ$  (n=15) ile  $Q < 20^\circ$  (n=29) 2 grup oluşturuldu . İki grubun pedobarografik ölçümleri, HR Mat platformu ile yapıldı.

Bulgular: pedobarografik verilerin iki grup arasında karşılaştırıldı istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0,05$ ). Ancak her grup için; pelvik inklinasyon, subtalar açısı, VVD ve Q açısına göre ölçülen değerler ile pedobarografik verilerin karşılaştırılmasından, her iki grup için farklı maskeleme alanlarında korelasyon olduğu gözlemlendi.

Sonuçlar: Çalışmanın sonucunda postürü etkileyen parametrelerin ayak tabanı basınç verileriyle ilişkili olduğu gösterildi. Postür bozukluğu söz konusu olduğunda ayak tabanı basınç dağılımını dengeleyecek tabanlık kullanımı, özellikle eşlik eden kronik hastalığı olan bireylerde önemli fayda sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler:** postür, Q açısı, pedobarografik analiz, fotogrametri.

## 2. ABSTRACT

### **Title: POSTURAL EVALUATION AND PEDOBAROGRAPHIC ANALYSIS IN HEALTHY LADIES BETWEEN 18-25**

Student name's: AYŞEGÜL SOLAK

Advisor: PROF.DR.TUNCAY VAROL

Department: Department of Anatomy

**Aim:** We aimed to determine the different types of postures in women aged 18-25 and how these postures affect the pressure and forces that affect the foot.

**Method:** 44 volunteer female students aged between 18-25 participated in the study. The criteria for this study is to be volunteer to participate in the study, AOFAS score to be 100, BMI 17-29.9 kg / m<sup>2</sup> within the boundaries, the lower extremity surgery has not undergone surgery and the last six months related to lower extremity trauma, the absence of a history of sprains, known neurological, metabolic, endocrine, rheumatic and visual field loss. For posture evaluation, seven angles on volunteers' photos taken from 4 directions were calculated in the ImageJ program. Head position, coronal shoulder angle, thoracic kyphosis, lumbar lordosis, Q angle, hip angle and vertical alignment of the body (VVD). 2 groups were formed according to Q angle  $Q \geq 20$  (n = 15) and  $Q < 20$  (n = 29). Pedobarographic measurements of these two groups were performed with HR Mat platform.

**Results:** When the pedobarographic data between the two groups, no statistically significant difference was found ( $p > 0.05$ ). For each group; pelvic inclination subtalar angle, the vertical alignment of the body and the Q-angle values and the comparison of pedobarographic data showed a correlation between the different masking areas for both groups.

**Sonuç:** Results show that the affect of parameters for the posture are significantly associated with the plantar pressure data. The use of insoles to compensate for the foot pressure distribution in the case of postural disorders will provide significant benefit, especially in individuals with concomitant chronic disease.

**Key words:** Posture, Q angle, pedobarographic analysis, photogrammetry

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Postür, bir aktivite için vücut kısımlarının veya tüm vücudun meydana getirdiği pozisyonudur. Vücudun her kısmının, kendisine bitişik segmente ve bütün vücuda oranla en uygun pozisyonda yerleştirilmesi olarak da tanımlanabilir. Vücudun her hareketinde eklemlerin aldığı pozisyonların birleşimi de postür olarak tanımlanmaktadır (Otman 2014).

Postür; statik postür ve dinamik postür olarak iki alt başlıkta incelenir. Statik postür gravite ve yer reaksiyon kuvvetine karşı oluşturulur ve kasların eklemleri stabilize etmesi için izometrik olarak kasılmasını gerektirir. Dinamik postür (postüral kontrol) dengeyi bozan kuvvetlere karşı oluşturulan motor cevaplar olarak tanımlanmaktadır (Beyazova ve Kutsal 2000).

Ayakta dik duruş postürü sırasında, sağlıklı bireylerde vücut bölümleri birbirlerine uyumlu olarak dizilim gösterirler. İyi postür fizyolojik ve biyomekanik yönden minimum çaba ile vücutta maksimum verimliliği sağlayan duruştur (Otman 2014). Vücudun maksimum verimlilikle kullanımı, stres ve yaralanmaların mümkün olduğunca minimum düzeyde tutulmasını sağlar.

Sağlıklı kas iskelet sistemi için doğru bir ayakta duruş postürü gereklidir. Bu postürde vertebraların, kostaların normal eğriliklerinde ve açılarında alt ekstremitte kemiklerinin ise, ağırlık taşımada ideal bir duruş ve düzgünlükte olmaları gerekmektedir. Postürün bozulmasıyla birlikte eklemlere normalden daha fazla yük biner ve vücuttaki kaslar maksimum çabayla kasılır. Postür bozukluğu özellikle omurga ve alt ekstremitelere daha fazla yük binmesine yol açar (Ünlü 1993, Otman 2014).

Alt ekstremitte eklemlerinin normal ayakta dik duruş postüründe uyumu ve yapısal özellikleri pek çok araştırmada incelenmiştir (Khamis ve Yizhar 2007, Resende ve ark 2015). Alt ekstremitenin ayakta dik duruş postüründe kemik diziliminden söz ederken frontal düzlemde kalça, diz ve ayak bilek eklem merkezinden geçen vertikal eksenden söz edilir. Frontal düzlemde dikey eksen, ağırlığı taşıyan eklemlerin merkezlerinden geçer. Bu dizilim bozulduğunda vücutta farklı denge mekanizmaları gelişir. Bu da ilerleyen dönemde postür bozukluklarına yol açabilir (Nordin ve Frankel 2001). Alt ekstremitenin biyomekanik açıdan dizilimi

ile ilgili yapılan değerlendirmelerde sıklıkla kullanılan parametrelerden biri Q açısıdır. Q açısı SİAS - patella orta noktası ile patella orta noktası – tuberositas tibia arasında kalan içe bakan açıdır (Kuru ve ark). Q açısı, musculus quadriceps femoris'in kuvvet çizgisinin frontal planda patella'yı ne kadar laterale doğru zorladığının bir göstergesidir. Q açısının normal değeri farklı kaynaklarda değişkenlik göstermekle birlikte 10°-20° arasında bildirilmiştir (Horton ve Hall 1989, Ando ve ark 1993). Q açısındaki sapmalar diz ekleminde genu varum veya genu valgum olarak görölmektedir (Woodland ve Francis 1992).

Postürün değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan diğer parametreler pelvik inklınasyon ve subtalar açıdır. Bu parametrelerin ölçümü literatürde detaylı olarak tanımlanmıştır (Cottingham ve ark 1988, Elveru ve ark 1988).



Resim 1: Platform şeklindeki ve ayakkabı içerisine giyilebilen pedobarografi cihazları.

Ayak tabanı altında oluşan basınç ve kuvvetlerin gösterilmesinde pedobarografi adı verilen cihazlar kullanılır. Bu cihazların platform şeklinde olanları var olduğu gibi ayakkabı içerisine konularak ölçümler yapan değişik çeşitleri bulunmaktadır (Resim 1). Pedobarografi cihazları ile statik ve dinamik olarak ayak tabanına ait veriler alınabilmektedir. Dinamik pedobarografik ölçümler yürüyüş esnasında ayak tabanı altındaki basınç ve kuvvetlerin ölçülmesidir. Pedobarografi başlıca; pes cavus, pes planus, pes cavovarus ve hallux valgus gibi ayak deformitelerinin

değerlendirilmesi için kullanılan bir yöntemdir. Bu deformitelerin tedavi öncesi ve tedavi sonrasında değerlendirme amacıyla kullanılır. Ayrıca ayak ve ayak bileği için doğru ortezleri reçete etmek; periferik nöropati, diyabetik ayak, ayak bileği kas-iskelet sistemi hastalıkları, kalkaneal kırıklar, plantar fasitisin değerlendirilmesi ve takibi için de kullanılan önemli bir yöntemdir (Kul-Panza ve Berker 2006).

Fotogrametri, invaziv olmayan ve belirli bir andaki değişiklikleri kaydederek daha sonra değerlendirilmesine imkan sağlayan bir yöntem olarak sıklıkla postür değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Dunk ve ark 2005, Smith ve ark 2008, Furlanetto ve ark 2016). Bu yöntem, tekrarlayan ölçümlerin karşılaştırılmasına imkan verdiği gibi, bu yöntem temelli geliştirilen yazılımlar vasıtasıyla ölçüm işlemlerinin hızlı ve kesin doğrulukta yapılabilmesine olanak tanıyan, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır (Ferreira ve ark 2010, Nakaya ve ark 2014). Bu yöntemde digital fotoğraflar bilgisayar ekranına alınarak manuel veya ImageJ gibi programlar kullanılarak yarı manuel ölçümler de yapılabilmektedir (Roush ve ark 2008).

Çalışmamızda 18-25 yaş arası kadınlarda postür gridi önünde çekilen fotoğraflar üzerinde postür değerlendirmesi ve pedobarografik ölçüm yapılarak, bu yaş grubunda farklı postür tiplerinin belirlenmesi ve bu postürlerin ayak tabanına etki eden basınç ve kuvvetleri nasıl etkilediğini değerlendirmeyi amaçladık.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1 COLUMNA VERTEBRALIS ANATOMİSİ

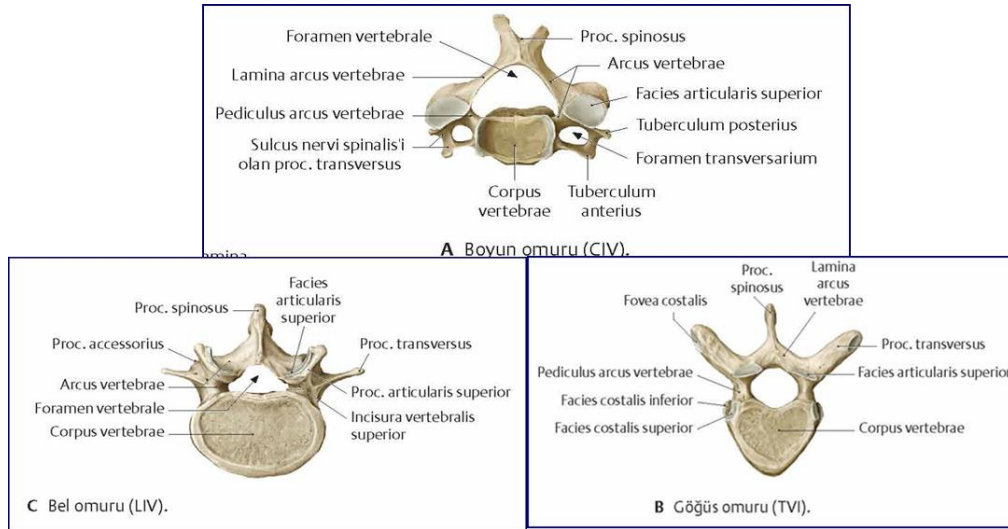
#### 4.1.1 Columna Vertebralis'i Oluşturan Kemikler

Columna vertebralis, vertebra adı verilen kemiklerden oluşmuştur. Yetişkin bir insanda omurgada toplam 26 kemik bulunur ve 5 bölümde incelenir. Bu bölümler:

1. Pars cervicalis: 7 omurdan oluşur.
2. Pars thoracalis: 12 omurdan oluşur.
3. Pars lumbalis: 5 omurdan oluşur.
4. Pars sacralis: Sacrum adlı tek kemikten oluşur.
5. Pars coccygealis: Os coccygis adlı tek kemikten oluşur.

Columna vertebralis 'S' harfi şeklindedir. Erişkinlerde boyun ve bel bölgesinde öne doğru olan konveksite bulunur. Buna lordoz adı verilir. Göğüs ve sakral bölgede görülen arkaya konveksiteye ise kifoz adı verilir. Torakal ve sakral kifoz fetus'te de görüldüğünden primer eğriliklerdir. Servikal ve lumbal lordoz ise doğumdan sonra başın dik tutulması ve yürümenin başlamasıyla geliştiği için sekonder eğrilik olarak adlandırılır. Fizyolojik olarak servikal bölgede 30-50° lordoz, torakal bölgede 30-50° kifoz, lomber bölgede 40-60° lordoz, sakral bölgede 40-50° kifoz vardır. Bu sınırların altındaki ve üstündeki açılar patolojik olarak değerlendirilir (Nordin ve Frankel 2001, Gökmen 2003).

İstisnalar hariç tüm vertebralarda corpus vertebra bulunur. Corpus vertebra'nın büyüklüğü ve şekli servikal bölgeden koksigeal bölgeye doğru değişir. Bu değişimin temel sebebi kemiğin üzerine binen yükün aşağıya doğru gitikçe artmasıdır. Arcus vertebrae, pedunculus arcus vertebrae ve lamina arcus vertebrae olmak üzere 2 bölüme ayrılır. Pedunculus arcus vertebrae üstünde incisura vertebralis superior, alt kısmında inc. vertebralis inferior bulunur. Bu iki çıkıntı eklem yapmış iki omur arasında birleşir ve bir delik halini alır. Bu deliğe foramen intervertebrale denir. Orta kısımdan arkaya uzanan çıkıntıya processus spinosus denir (Resim 2).



Resim 2: Omurganın farklı bölümlerindeki vertebralar

#### 4.1.2 Columna Vertebralis'in Eklem ve Bağları:

Corpus vertebra'lar arasında symphysis tipte 23 adet eklem bulunur. Atlas ile axis arasında ve sacrum ile coccyx arasında bulunmaz. Discus intervertebralis'in dış kısmı sıkı bir bağ doku ile çevrilidir. Bu yapıya anulus fibrosus denir. Diskin en sağlam bölümünü oluşturur. Diskin merkezinde bulunan yapıya nucleus pulposus adı verilir. %70-80'i sudan meydana gelen ve proteoglikan matriksten oluşan jel kıvamında bir maddedir. Bu eklem önemli bağları;

-Ligamentum (lig.) longitudinale anterius:

Omur cisimleri ve disklerin ön yüzünde yer alır. Atlas'ın tuberculum anterius'u ile os occipitale'nin tuberculum pharyngeum'u arasında uzanan bölümüne lig. atlantooccipitalis anterior denir. Ekstansiyonu kısıtlar.

-Lig. longitudinale posterius:

Tüm corpus vertebraların arka yüzleri boyunca uzanır. Axis'ten os occipitale'ye uzanan bölümüne memrana tectoria denilir. Fleksiyon hareketini kısıtlar.

Arcus vertebrae arasındaki eklemler bir alt omurun proc. articularis superior'u ile bir üst omurun proc. articularis inferior'u arasında oluşur. Articulatio plana tipte synovial bir eklemdir. Eklem yüzleri ince hyalin kıkırdak ile örtülüdür. Önemli bağları;

-Lig. flavum

-Lig. interspinale

-Lig. supraspinale

-Lig. intertransversaria



Atlas ve axis arasında bulunan eklemler başın hareketleri açısından önemlidir. Bu eklemler;

-Articulatio (art.) atlantoaxialis lateralis: Atlasın massa lateralis'leri ile axis arasındaki eklemdir. Art. plana tiptedir. Faset eklemlerle birlikte baş ve boynun fleksiyonuna yardım eder.

-Art. atlantoaxialis mediana: Art. trocoidea tipte eklemdir. Konkav eklem yüzünü fovea dentis ile lig. transversum atlantis, konveks eklem yüzünü ise dens axis oluşturur. Bu eklemün asıl hareketi başın rotasyonudur.

Eklem bağları:

-Ligg. Alaria

-Lig. cruciforme atlantis:

- -Lig. transversum atlantis
- -Fasciculi longitudinales

-Membrana tectoria

## **4.2 ALT EKSTREMİTE ANATOMİSİ**

### **4.2.1 Pelvis Kemikleri**

Alt ekstremitayı gövdeye bağlayan os coxae'lar symphysis pubis adlı bir eklemlerle önde birbirleriyle, art. sacroiliaca adı verilen eklemlerle ise os sacrum ile birleşerek pelvis'i meydana getirirler. Pelvis yukarıda omurga ile aşağıda ise femur'la eklem yapar. Bu eklemleşme ile gövde ağırlığının alt ekstremitelere aktarılmasında önemli bir göreve sahiptir. Pelvis boşluğuna cavitas pelvis adı verilir ve linea terminalis adı verilen çizgiyle ile pelvis major (büyük pelvis) ve pelvis minor (küçük pelvis) olarak ikiye ayrılır. Linea terminalis'in sınırladığı geçide apertura pelvis superior denilir. Pelvis minor'un altında bulunan açıklığa apertura pelvis inferior adı verilir. Bu yapı ön-yan taraflarda iskion-pubis kolu, yanlarda tuber ischiadicum ve arka tarafta os coccygis ile sınırlandırılmıştır. Arkadaki çentikli yapı da os sacrum ile os ischium arasındadır ve bu çentikli yapıya incisura ischiadica major ve minor denilir. Bu çentikler lig. sacrotuberale ve lig. sacrospinale vasıtasıyla iki geçide dönüştürülmüştür; foramen ischiadicum majus ve minus (Gökmen 2003).

Os coxae 14-16 yaşlarına kadar ayrı olan üç kemiğin kaynaşmasıyla meydana gelir. Bu kemikler; os ilii, os ischii ve os pubis'tir. Birleşmeden önce çekilen lateral pelvis radyografilerinde, acetabulum'da 'Y' harfi şeklindeki koyu çizgi görülür. Bu

çizgi üç kemiğin birleşme yerini ayıran kıkırdağın (Y kıkırdağı) görüntüsüdür. Os ilii (os ilium) kalça kemiğinin geniş üst kısmını oluşturan kanat şeklindeki bölümüdür. Corpus ve ala ossis ilii olmak üzere iki bölümü vardır. Corpus ossis ilii kalça eklemi çukuru olan acetabulum'un yapısına katılır. Dış yüzü eklem kıkırdağı ile kaplıdır. Ala ossis ilii'nin üst kenarında bulunan çizgiye crista iliaca denilir. Bu çizgi spina iliaca anterior superior'dan başlar spina iliaca posterior superior'da sonlanır. Crista iliaca ve ala ossis ilii karın yan duvarı kasları, sırt kasları ve kalça kasları için tutunma noktası oluşturur.

Os ischii kalça kemiğinin arka ve alt bölümünü oluşturur. Os ischii'nin kemiğin en kalın ve üst parçasını oluşturan corpus ossis ischii ve ramus ossis ischii olmak üzere iki bölümü vardır. Corpus ossis ischii acetabulum'un yapısına katılır. Corpus ossis ischii'nin arkasında kemiğin en kalın kısmı olan tuber ischiadicum bulunur. Oturma sırasında bu çıkıntı yere gelir ve destek görevi görür. Bu çıkıntı elle hissedilebilir. Tuber ischiadicum'a lig. sacrotuberale ve hamstring kaslarının kirişi tutunur. Ramus ossis ischii ise foramen obturatum'u arka ve alttan sınırlar.

Os pubis, kalça kemiğinin ön kısmını oluşturur. Kemiğin corpus, ramus superior ve ramus inferior ossis pubis olmak üzere üç bölümü vardır. Corpus ossis pubis acetabulum'un yapısına katılır. Corpus ossis pubis'in iç kısmında eklem yüzeyleri bulunur ve facies symphysialis adı verilir. Bu eklem yüzeyleri kartilaginöz eklem olan symphysis pubis aracılığıyla orta hatta birleşir (Resim 2).

#### 4.2.2 Pelvis'in Eklem ve Bağları

Pelvis duruş pozisyonunda, iç organların yükünü taşır ve vücut ağırlığını alt ekstremitelere iletir. Pelvis, art. sacroiliaca, art. sacrococcygea ve symphysis pubica adı verilen üç eklemden ve bu eklemleri kemiklere bağlayan birçok bağlardan meydana gelir.

Art. sacroiliaca: Os sacrum ve os ilium arasında meydana gelen art. plana tipi bir eklemdir. Eklem yüzüleri pürtüklü bir yapıdadır. Bu yüzler ince fibröz kıkırdağ doku ile kaplıdır. Önemli eklem bağları:

- Lig. sacroiliaca anterior
- Lig. sacroiliaca posterior
- Lig. sacroiliaca interosseum.
- Lig. sacrospinale

Art. sacrococcygea: Son sakral omur ile birinci koksigeal omur arasında bulunan symphysis tipi bir eklemdir. Önemli eklem bağları:

-Lig. sacrococcygeum posterius [dorsale] superficiale ve profundum

-Lig. sacrococcygeum anterius [ventrale]

-Lig. sacrococcygeum [laterale]

Symphysis pubica: Karşılıklı os pubis'lerin birbirlerine bakan eklem yüzlerine facies symphysialis denir ve bu eklem iki yüz arasında meydana gelir. Discus interpubicus aracılığı birbirlerine bağlanır ve symphysis türü bir eklemdir. Önemli eklem bağları:

-Lig. pubicum superius

-Lig. arcuatum pubis

-Discus interpubicus

#### **4.2.3 Alt Taraf Serbest Kemikleri**

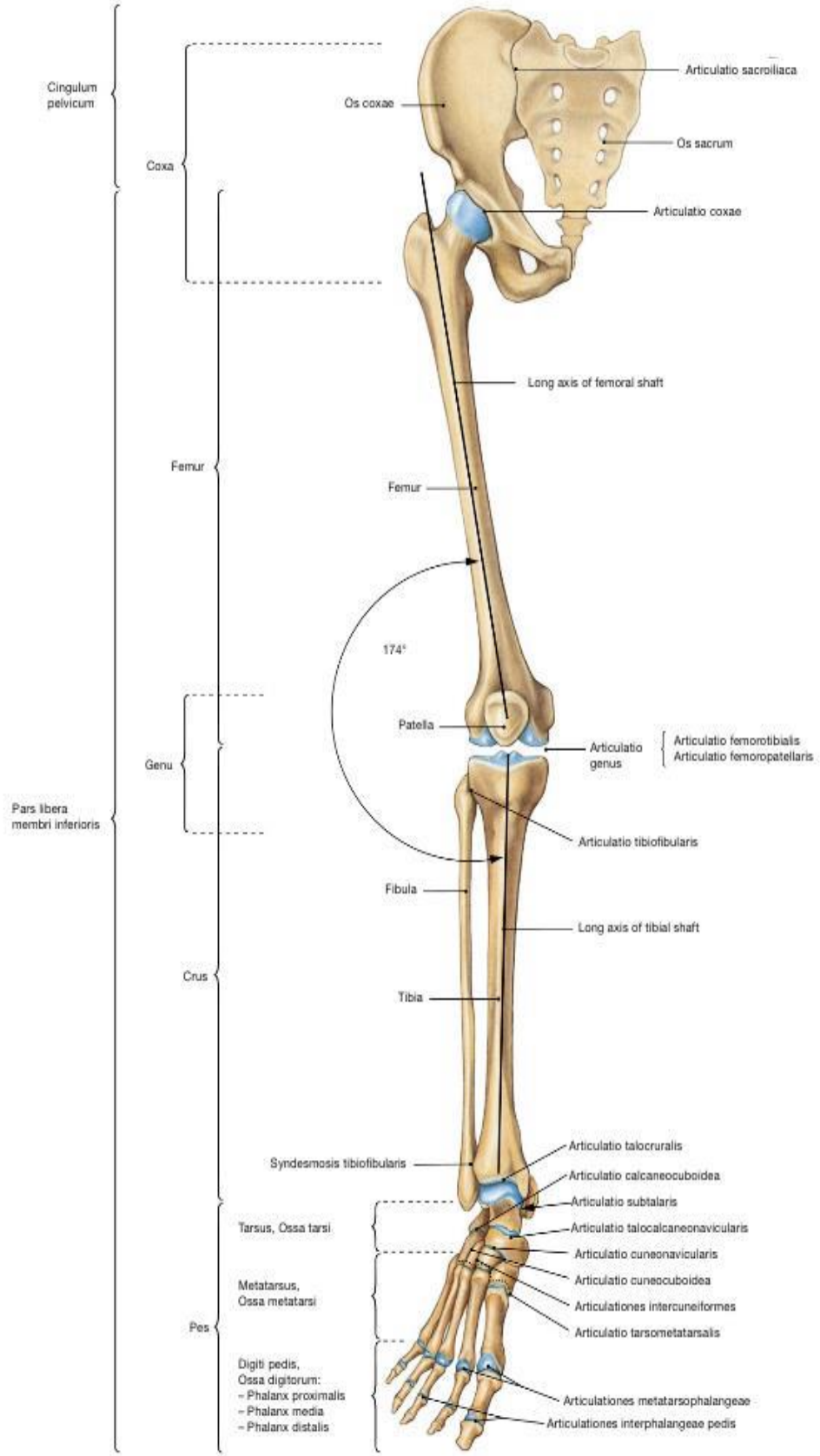
Alt taraf kemikleri femur, patella, tibia, fibula ve ossa pedis'ten meydana gelir. Femur vücudun en uzun, en kalın ve en sağlam kemiği olup uzunluğu vücut boyunun yaklaşık %25'i kadardır. Bu güçlü kemik vücudun desteklenmesinin yanı sıra diz ve kalça eklemiyle birlikte mobilitede önemli rol oynar. Acetabulum'la yukarıda birleşerek kalça eklemine oluşturur. Böylelikle alt ekstremitenin gövde ile bağlantısını sağlar. Alt tarafta tibia ve patella ile eklemleşir ve diz eklemine meydana getirir. Femur yukarıdan aşağıya düz bir şekilde inmez. Ayakta duruş sırasında femur'un uzun eksenini yukarıdan aşağıya dıştan içe doğru bir eğim ile uzanır ve her iki taraf femur aşağı doğru inildikçe birbirine yaklaşır. Bu nedenle üst uçları birbirine daha uzak alt uçlarsa daha yakın olup bu eğim ve uzaklıklar genellikle kadınlarda daha fazladır. Femur diğer uzun kemikler gibi 2 uç kısımdan ve bir gövdeden meydana gelir. Femur'un üst ucunda caput femoris, collum femoris, trochanter major ve minor bulunur. Caput femoris 4-5 cm çaplı bir kürenin 2/3'ü büyüklüğünde olup canlıda büyük bölümü kıkırdak ile kaplıdır. Caput femoris os coxae'da bulunan acetabulum ile eklemleşir. Femur başı, gövdeye collum femoris ile bağlanır ve corpus femoris ile 125°'lik açı yapar. Bu açıya femur'un inklinasyon açısı denir. Kollodiyafizer birleşim yerinin dış tarafındaki büyük çıkıntıya trochanter major, iç yanındaki çıkıntıya da trochanter minor denilir. Corpus femoris hemen hemen silindirik bir yapıda olup, uzun eksenini hafifçe öne doğru konveks ve üst kısmı

ortasına oranla daha geniş olup, en geniş yeri alt bölümüdür (Arıncı ve Elhan 1995). Femurun alt ucunda iç tarafta condylus medialis, dış tarafta condylus lateralis bulunur. Alt uçta ve önde bu yapılar birbiriyle birleşir (facies patellaris) ve bu bölümde patella bulunur.

Patella, musculus quadriceps femoris'in kirişi içinde bulunan üçgen şeklinde tabanı yukarıya tepesi aşağıya bakan vücudun en büyük en büyük sesamoid kemiğidir. Patella sadece os femur ile eklem yapar ve tabanına basis patellae tebesine ise apex patellae adı verilir. Ön yüz (facies anterior) konveks ve m.quadriceps femoris kirişi ile örtülmüştür (Gökmen 2003).

Tibia, bacağın iç yanında yer alan üst ucu daha kalın ve vücudun femurdan sonra ki en uzun kemiğidir. Üst ucu femur ile eklenir ve alt uca göre daha gelişmiştir. Tibia, alt uçta eklem yaptığı talus ile yükü ayağa aktarır. Üst uçta yer alan condylus medialis ve lateralis denilen iki kondil üzerinde bulunan konkav eklem yüzleri (facies articularis superior) femur ile eklem yapar. Condylus lateralis'in arka-dış kısmında facies articularis fibularis bulunur ve fibula başı ile eklem yapar. Facies articularis superior'un orta kısmı condylus femoris'ler ile periferik kısımları ise meniscus'lar ile eklem yapar. Üst ucun ön tarafında m. quadriceps femoris'in kirişinin (lig. patellae) tutunduğu ve deri altında kolaylıkla hissedilebilen tuberositas tibia adlı çıkıntı bulunur. Alt uç (extremitas distalis) gövdeye göre geniştir ve iç tarafında distale doğru olan çıkıntıya malleolus medialis denir. Alt ucun dış yüzünde bulunan çentik (incisura fibularis) fibula ile eklem yapar.

Fibula, bacak iskeleti'nin dış tarafında yer alan iki ucu kalınlaşmış, tibia ile hemen hemen aynı uzunlukta olan uzun ince bir kemiktir. Fibula üst ucu sadece tibia ile eklem yapar ve diz eklemine katılmaz, bu yüzden vücut ağırlığının taşınmasında çok az fonksiyonu vardır. Fibula üst ucu caput fibulae ve bunun hemen altında yer alan boyna collum fibula denir. Fibula'nın alt ucundaki geniş ve kalınlaşmış yapıya malleolus lateralis denir ve bu yapı ayak bileği eklemine katılır (Resim 3).



Resim 3: Alt ekstremitte kemikleri ve eklemleri

İnsan ayağı, çok sayıda kemik ve eklem tarafından oluşturulan ve üç tabaka bağ ile tutturulmuş, benzersiz bir yapıdır (Gefen ve ark 2000). Ayak bileği eklemi gerçek bir mortise eklemi insan vücudundaki tek örneğidir. İnsan ayağı ortograd bipedal duruş ve lokomasyona izin verecek şekilde tasarlanmış karmaşık bir yapıdır ve vücudun yerle temas halinde olan tek parçasıdır. Ayağı ön, orta ve arka olmak üzere üç bölümde incelemek mümkündür. Arka bölüm, calcaneus ve talus'dan oluşur; orta bölüm os naviculare, os cuboideum ve üç adet ossa cuneiforme'den oluşur. Ön bölüm ise beş adet ossa metatarsalia ve ondört adet phalanx'tan oluşur. Ayağın yüzeylerinin isimlendirilmesi ile ilgili olarak, "plantar" ve "dorsal" terimleri, sırasıyla alt ve üst yüzeyleri belirtmek için kullanılmıştır (Grey ve Bannister 1995).

Ayak iskeletinin tarsus bölümünde 7 adet kemik (ossa tarsi) bulunur. Bunlardan talus ile calcaneus proksimal sırada yer alır. Talusun uzun eksenini anteromedial ve inferior olarak eğimlidir ve distal olarak yönlendirilen başı, calcaneusa göre daha içte ve daha üst bir seviyededir. Os cuneiforme mediale, os cuneiforme intermedium, os cuneiforme laterale ve os cuboideum distal sırada bulunur. Toplu olarak, bu kemikler dorsalde konveks olarak kemer şeklinde enlemesine hizalanır. Ayak bileğinin medial tarafında ve iki sıra arasında da os naviculare yer alır.

Tarsal bölgenin en üst kısmında bulunan talus, tarsal kemiklerin calcaneus'dan sonra ikinci büyük kemiğidir. Aşağıda calcaneus, yukarıda tibia, dış yanda fibula'nın, iç yanda ise tibia'nın malleolleriyile, ön tarafta da os naviculare ile eklenmiştir. Bacak kemikleri ile eklem yapan tek tarsal kemiktir. Talus corpus tali, collum tali ve caput tali olmak üzere üç kısma ayrılır. Corpus tali talus'un arkada kalan büyük bölümüdür. Trochlea tali denilen makara şeklindeki üst bölümü eklem kıkırdağı ile kaplıdır ve ayakbileği eklemi yapısına katılır (Arıncı ve Elhan 1995).

Ayağın arka kısmında bulunan calcaneus tarsal kemiklerin en büyüğüdür ve kuvvet naklinde önemli bir rol oynar. Uzun eksenini distal olarak yukarı ve yana doğru eğimlidir. Bacağın arka kompartmanında bulunan fleksör kaslar için kaldıraç kolu görevi görür. Calcaneus'un arka kısmında eklem yüzü bulunmaz ve buraya tendo calcaneus (achillis) tutunur. Calcaneus'un iç yüzünün ön-üst kısmında talus ile eklem yapan sustentaculum tali bulunur. Calcaneus önde facies articularis cuboidea ile os cuboideum'la eklenmiştir.

Os naviculare proksimalde caput tali ile distalde üç küneiform kemikle eklem yapar. Arka yüzü konkav ön yüzü ise konvektir. Distal konveks yüz 3 küneiform

kemik ile eklem yapmak için 3 fasete bölünmüştür. Os naviculare'nin medial yüzünde tuberiositas ossis navicularis adı verilen çıkıntı bulunur.

Distal tarsal sırasındaki en lateral kemik olan os cuboideum, proksimalde calcaneus'tan distalde dördüncü ve beşinci metatarsallere doğru uzanır.

Kuneiform kemikler 3 adet olup kama şeklindedir ve içten dışa doğru os cuneiforme mediale, intermedium ve laterale olarak isimlendirilir. Os cuneiforme mediale bu üç kemiğin en büyükleridir. Bu kemik proksimalde os naviculare distalde ise 1.metatarsal kemik ile eklem yapar ve ayağın medial kısmını oluştururlar. Os cuneiforme intermedium ortada ve en küçük olan kemiktir. Dorsal yüzü kare şeklinde olup buraya bağlar tutunur. Plantar yüzü üçgen şeklindedir ve 2. metatarsal kemik ile eklem yapar. Os cuneiforme laterale ön yüzde 3. metatarsal kemik ile arka yüzde os navicula ile eklem yapar.

Metatarsal bölgede 5 adet metatarsal kemik (os metatarsale) bulunur ve ayağın distal yarısında uzanırlar. Ayak tarağını oluşturan bu ince-uzun kemikler, medialden laterale doğru büyüyen rakamlarla (I-V) belirlenir. Tarsal kemiklerle eklem yapan proksimal uçlarına basis metatarsalis, parmak kemikleri ile eklem yapan yuvarlak distal uçlarına ise caput metatarsale denir. Gövde kısmı (corpus metatarsale) konveksliği yukarı dorsale bakan bir kavis gösterir. Birinci metatarsal kemik yürüyüşün itme fazında kuvvet kolu oluşturduğu ve yürüme sırasında vücut ağırlığını taşıdığı için en kalın ve kısa metatarsal kemiktir.

El parmak kemiklerine benzer şekilde başparmakta iki, diğerlerinde ise üçer adet olmak üzere toplam 14 falanks bulunur. Proksimal uçlarına basis phalangis, orta kısmına corpus phalangis, distal uçlarında caput phalangis adı verilir. Basis phalangisler metatarsal kemiklerin caput ossis metatarsi'si ile eklem yapmaktadır.

#### **4.2.4 Alt Taraf Eklem Ve Bağları**

Art. coxae: Caput ossis femoris ile acetabulum arasında oluşan art. spheroidea 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 tüm yüzeyi caput femoris ile temas etmez. Ekleme katılan yüzeyine facies lunata denir. Eklemin konkavlığını ve yüzeyini artırmak amacıyla,

acetabulum'un kenarına tutunan halka şeklindeki fibrokartilaginöz yapıya labrum acetabuli denir. Acetabulum'un alt kısmında yer alan incisura acetabuli, lig. transversum acetabuli ile kapatılmıştır. Kalça eklemi eklem yüzlerinin şekli nedeniyle omuz eklemlerinden daha stabildir (Arıncı ve Elhan 1995, Gökmen 2003, Saladin 2007). Önemli eklem bağları:

1. 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.

2. Lig. iliofemorale: Kalça eklemi en güçlü bağlarından biridir ve kalçayı ön tarafta destekler. Özellikle oturma pozisyonundan ayağa kalkma sırasında bu bağ bükülür ve femur başını acetabulumun içine çeker. 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 (Gökmen 2003, Saladin 2007).

3. Lig. ischiofemorale: Kalça eklemi arkasında yer alır ve 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 sınırlar.

4. Lig. pubofemorale: Üçgen şeklindedir ve inferomedialde yer alır. Yukarıda ramus superior ossis pubis'den başlar, aşağıda lig iliofemorale'nin kalın medial kısmına kaynaşarak linea intertrochanterica'nın alt iç ucuna tutunur. Eklemi aşırı abduksiyonunu sınırlar.

5. Zona orbicularis: Bu eklem kapsülünün derin katmanlarında yer alır ve lig. pubofemorale, lig. iliofemorale, lig. ischiofemorale'nin devamı şeklindeki halka yapıdaki bağıdır. Collum femoris etrafını saran bu bağ caput femoris'i acetabulum içerisinde tutan ve eklemi çıkmasına engel olan en önemli bağıdır.

6. 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. Bu bağ eklemi desteklemekten ziyade küçük yaşlarda içinde taşıdığı arter bakımından önemlidir. Bu arter caput femoris'te bulunan epifiz plağını besler.

7. Lig. transversum acetabuli: Inc. acetabuli'nin uçlarına tutunarak burayı kapatan yassı lif demetlerinden oluşmuş kuvvetli bir bağıdır (Arıncı ve Elhan 1995).

Art. genus: Diz eklemi, vücudun en büyük ve en karmaşık sinovyal eklemidir. Diz eklemi; tibiofemoral eklem ve patellofemoral eklemden meydana gelir. Konveks



eklem yüzü iki kondillidir bu yüzden art. bicondylaris grubuna benzer. Fakat eklem kapsülü tektir. Eklem kapsülü, patellar ligamentin ve lateral ile medial patellar retinacula'nın sadece lateral ve posterior kenarlarını sarar. Diz eklemi ginglimus grubu eklemler gibi hareket eder. Tek eksen etrafında fleksiyon ve ekstansiyon hareketi yapar. Fakat diz eklemi 30° fleksiyonda rotasyon ve lateral gliding hareketi yapabilir. Diz eklemine; femur'un distal ucu ile tibia'nın proksimal ucu ve patella katılır. Fibula diz eklemi yapısına katılmaz. Femur'un eklem katılan yüzü condylus femoris'lerdir. Femur kondillerinin ön yüzleri birbirleri ile devamlılık gösterir ve patella ile eklem yapan bu yüze facies patellaris denir. Bu eklem hareket şekline göre art. plana grubuna girer. Femur kondilleri'nin arka yüzünde bulunan fossa intercondylaris denen çukur iki kondili birbirinden ayırır (Gökmen 2003, Saladin 2007).

Tibia'nın eklem katılan yüzeyi, condylus tibialis'lerin üst yüzünde yer alan, iki sığ çukurluk şeklinde bulununan facies articularis superior'dur. Bu eklem yüzleri hyalin kıkırdak ile kaplıdır ve üzerinde meniscus lateralis ve meniscus medialis yer alır (Gökmen 2003). Önemli bağları:

Dış bağlar:

1. Lig. collaterale tibiale
2. Lig. collaterale fibulare
3. Lig. popliteum obliquum
4. Lig. politeum arcuatum

İç bağlar:

1. Lig. cruciatum anterius
2. Lig. cruciatum posterius
3. Lig. transversum genus
4. Lig. meniscofemorale anterius
5. Lig. meniscofemorale posterius

Tibia ve fibula arasında proksimalde yer alan eklem art. tibiofibularis denir. Caput fibulae üzerindeki düz eklem yüzeyi ile tibia'nın facies articularis fibularis arasında kalan art. plana tipi eklemdir. Önemli bağları:

- Lig. capitis fibulae anterius
- Lig. capitis fibulae posterius

Membrana interossea cruris tibia ile fibula'nın birbirine bakan margo interossea arasındaki gerilmiş kuvvetli yaprak şeklinde bir membrandır. Kemiklerin birbirine bağlanması, bacağın ön ve arka tarafındaki kaslarına orijin vermesi bakımından önemlidir. Yukarıda art. tibiofibularis'in biraz aşağısında konkav serbest bir kenarla sonlanır. Distalde ise syndesmosis tibiofibularis'in eklem yüzleri arasındaki bağlarla devam eder (Arıncı ve Elhan 1995, Gökmen 2003).

Syndesmosis tibiofibularis: Tibia ile fibula'nın distal uçları arasında art. fibroza grubu olan bir eklemdir. Eklem yüzü tibia'da, konveks eklem yüzü fibula'da bulur. Önemli bağları

-Lig. tibiofibulare anterius

-Lig. tibiofibulare posterius

Art. talocruralis tibia ve fibula'nın distal uçları ile trochlea tali arasında bulunan ginglimus tipi eklemdir. Bacak ve ayak arasındaki bağlantıyı sağlar ve vücut ağırlığının ayaklara aktarılmasında önemli bir yere sahiptir. Ayak bileği eklemünde tibia ile talus, fibula ile talus arasında olmak üzere 2 eklem vardır ve tek bir kapsülle örtülmüştürler. Ayak bileğinin önemli bağları:

-Capsula articularis

-Lig. collaterale mediale: Üçgen şeklindeki bu bağ geniş ve kuvvetli bir yapıya sahiptir. Deltoid ligaman olarak adlandırılır. Bu bağ yüzeysel ve derin olmak üzere 2 tabakadan meydana gelir.

1. Pars tibionavicularis: Yüzeysel bölümün ön kısmında yer alır.

2. Pars tibiocalcanea: Yüzeysel orta bölümde yer alır.

3. Pars tibiotalaris posterior: Yüzeysel arka bölümde yer alır.

4. Pars tibiotalaris anterior: Bu parça derin tabakayı oluşturur.

-Lig. collaterale laterale: Lig. talofibulare anterius, lig. talofibulare posterius ve lig. calcaneofibulare olmak üzere 3 bölümden oluşur.

Art. subtalaris, talus'un facies articularis talaris posterior'u ile calcaneus'un facies articularis calcanea posterior'u arasında olur. Art. plana tipi eklemdir ve ayağın inversiyon ve eversiyon hareketinden sorumludur. Önemli bağları:

-Capsula articularis

-Lig. talocalcaneum laterale

-Lig. talocalcaneum mediale

-Lig. talocalcaneum interosseum

Art. tarsi transversa ayak bileği kemikleri arasında bulunan bu eklemi art. talocalcaneonavicularis ve art. calcaneocuboidea adlı iki eklem oluşturur.

a. Art. talocalcaneonavicularis:

Talus ve calcaneus'un ön yarıları ile os naviculare arasında oluşan art. plana tipi eklemdir. Ayağın inversiyon ve eversiyonunda rol oynar ve kayma, rotasyon hareketlerine izin verir. Ayrıca ayağın pronasyon ve supinasyon hareketine de katılır.

Önemli bağları:

-Capsula articularis

-Lig. talonaviculare

-Lig. bifurcatum

-Lig. calcaneonaviculare plantare

b. Art. calcaneocuboidea:

Calcaneus ön ucundaki facies articularis cuboidea ile os cuboideum'un facies articularis calcanea'sı arasında oluşan art. plana tipi eklemdir. Art. talonavicularis ile beraber art. tarsi transversa (chopart eklemi) olarak adlandırılır. Önemli bağları:

-Capsula articularis

-Lig. bifurcatum

-Lig. plantare longum

-Lig. calcaneocuboideum plantare

-Lig. calcaneocuboideum dorsale

Art. cuneonavicularis os naviculare'nin ön tarafında bulunan 3 kuneiform kemikle yaptığı eklemdir. Bu eklem art. plana tipte olup sınırlı kayma hareketi yapar.

Önemli bağları:

-Lig. cuneonavicularia dorsalia

-Lig. cuneonavicularia plantaria

Art. cuboideonavicularis os cuboideum ve os naviculare arasındaki eklemdir.

Önemli bağları:

-Lig. cuboideonaviculare dorsale

-Lig. cuboideonaviculare plantare

Artt. intercuneiformes üç cuneiform kemiğin aralarındaki art. plana tipteki ekleme artt. intercuneiformes denir. Önemli bağları:

- Ligg. intercuneiformia dorsalia
- Ligg. intercuneiformia plantaria
- Ligg. intercuneiformia interossea

Art. cuneocuboide: Os cuneiforme laterale ile os cuboideum arasındaki art. plana tipi eklemdir.

Articulationes tarsometatarsales (Lisfranc Eklemi) tarsal kemiklerden, üç os cuneiforme ve os cuboideum ile metatarsal kemikler arasında oluşan art. plana tipteki eklemlerdir. Önemli bağları:

- Ligg. tarsometatarsalia dorsalia
- Ligg. tarsometatarsalia plantaria
- Ligg. cuneometatarsalia interossea

Articulationes intermetatarsalis metatarsal kemiklerin proksimal uçlarının birbirlerine bakan yüzleri arasında oluşan plana tipinde eklemlerdir. Önemli bağları:

- Ligg. metatarsalia interossea
- Ligg. metatarsalia dorsalia
- Ligg. metatarsalia plantare

Articulationes metatarsophalangeae konveks eklem yüzünü caput metatarsale'ler, konkav eklem yüzünü birinci falanks'ların oluşturduğu art. elipsoide tipi eklemdir.

Önemli bağları:

- Ligg. plantaria
- Lig. metatarsale transversum
- Lig. metatarsale profundum
- Lig. collateralia

Articulationes interphalangea pedis başparmakta bir, diğerlerinde proksimal ve distal olmak üzere iki tane bulunan ginglymus tipi eklemdir. Önemli bağları:

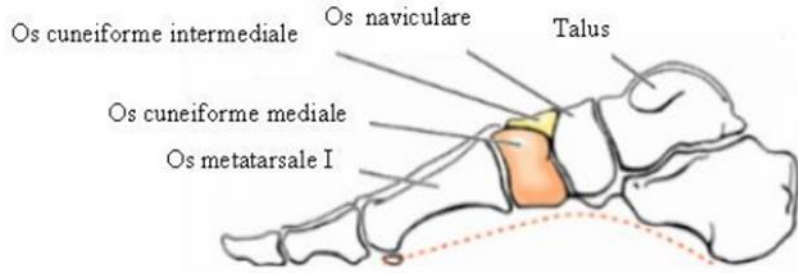
- Ligg. collateralia
- Lig. plantaria

#### 4.2.5 Ayak Kubbesi

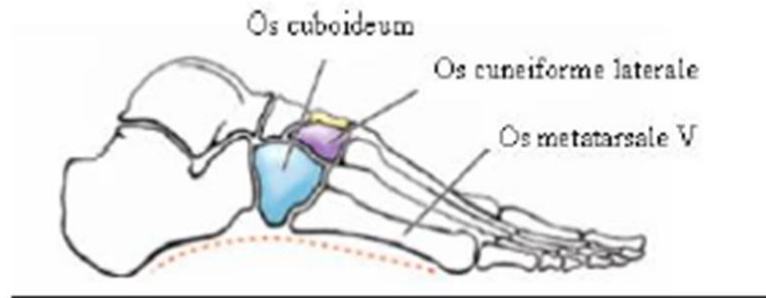
Ayak normal olarak yere; arkada tuber calcanei, önde birinci ve beşinci metatarsların baş kısımlarının alt yüzleriyle temas eder. Ayakta durduğumuzda vücut ağırlığının yaklaşık olarak %33'ü tuber calcanei üzerine, %40'i beş metatarsal kemiğe, %15'i ayak dış yan kenarına, %7'si son dört ayak parmağına, %5'i ise ayak başparmağı üzerine binmektedir. Tüm bu oluşumlar arasında sıkı bir ilişki vardır ve bunlardan birinde oluşacak bir değişiklik, ayağın normal yapısının bozulmasına neden olur. Ayaktaki kavisler birbirini tamamlayan yapılardır ve ayağın dinamik fonksiyonunu geliştirir (Öztürk ve ark 1997).

Normal bir ayakta iki longitudinal, bir tane transvers kavis bulunur. Bunlar;

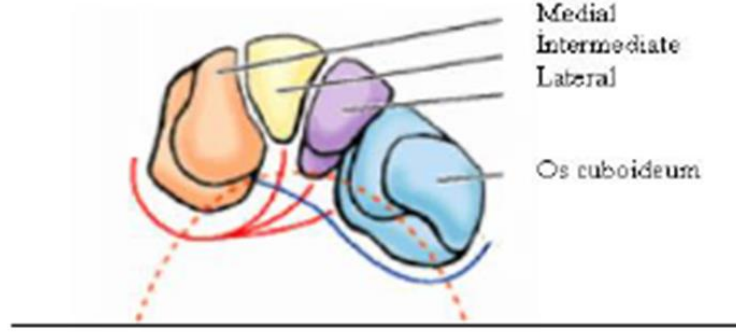
1. Arcus longitudinalis medialis (MLA) (Resim 4)
2. Arcus longitudinalis lateralis (LLA) (Resim5)
3. Arcus transversalis(TA) (Resim 6)



Resim 4: Arcus longitudinalis medialis



Resim 5: Arcus longitudinalis lateralis



Resim 6: Arcus transversalis

MLA ayağın en geniş kavisidir. MLA calcaneus, talus, os naviculare, ossa cuneiforme ve ilk üç metatarsal kemikten oluşur. Tepe noktasını os naviculare oluşturur ve yerden yüksekliği 15-18 mm arasındadır.

LLA calcaneus, os cuboideum ve son iki metatarsal kemik tarafından oluşturulur. LLA'nın tepe noktasında küboid kemik yer alır ve yerden yüksekliği üç-beş mm arasındadır. LLA ayakta dururken yer ile temas eder.

TA medialde talus başı ve navikuler kemik, lateralde ise kalkaneusun anterioru ve küboid kemik oluşturur. En yüksek bölümü medial kısmıdır. Ayağın ağırlık taşıdığı pozisyonda metatars başları yere paraleldir.

Ayağın arklarının ayakta duruş pozisyonunda mobilite ve stabilite gibi fonksiyonları vardır. Ayak, yürüyüş sırasında hem ağırlık taşımak, hem de farklı zeminlere adapte olmak zorundadır.

Kavisleri hem pasif hem de aktif olarak destekleyen yapılar vardır. Ayağın pasif desteği aponeurosis plantaris (plantar fascia), lig. calcaneonaviculare plantare (spring lig.) ve lig. talocalcaneum interosseum'dur. Kavisleri aktif olarak destekleyen yapılar kaslardır. Bunlar arasında en önemli fonksiyona sahip olan m. tibialis posterior'dur (Mueller 2005, Levangie ve Norkin 2011).

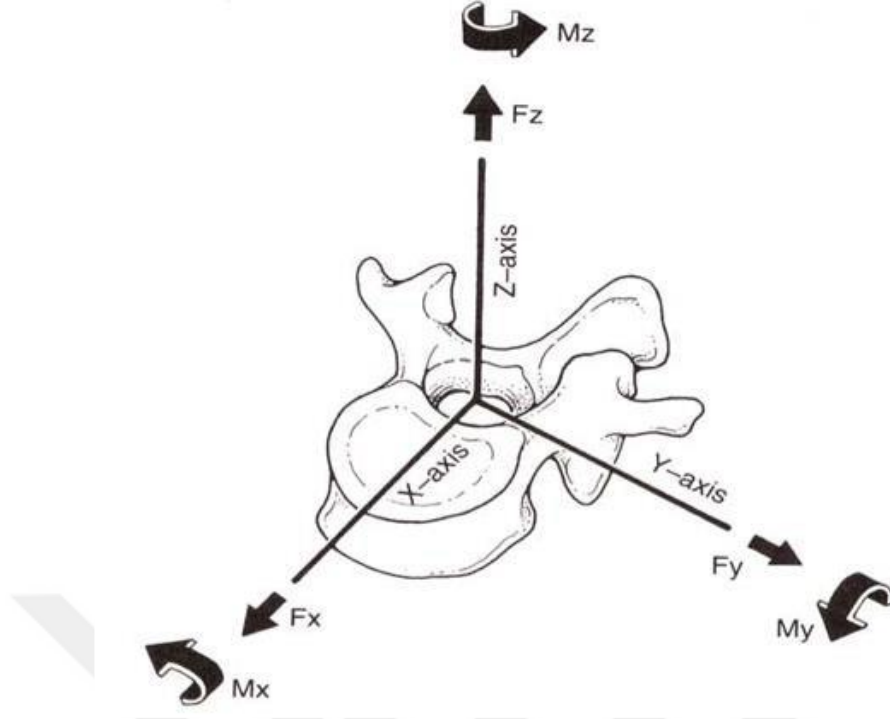
## 4.3 BİYOMEKANİK VE KİNEZYOLOJİ

### 4.3.1 Columna Vertebralis'in Biyomekanik Ve Kinezyolojisi

Omurganın biyomekaniği, omurgaya etkiyen kuvvetler ve omurga kinematığı göz önüne alınarak değerlendirilir. Omurga üzerine vücut hareketleri sırasında; kompresyon, gerilme, eğilme, makaslama ve torsiyon gibi kuvvetler etki eder. İntervertebral disk, omurga çevresindeki ligamentler ve kaslar bu kuvvetlere karşı bir direnç oluşturur ve omurganın stabilitesini sağlar. Omurgaya etki eden kompresyon kuvveti gravitasyonel kuvvetlerdir. Kompresyon ve gerim kuvvetleri omurgaya aynı anda etki ederse bükme kuvveti olarak adlandırılır. Örneğin; omurga fleksiyonu sırasında gövdenin anterior yapılarında kompresyon, posterior yapılarında ise gerim kuvveti etkindir.

Erişkin bir insanın omurgası sagittal planda incelendiğinde, servikal ve lomber bölgede lordoz, torakal ve sakral bölgede kifoz görülmektedir. Bu eğrilikler omurganın aksiyel kompresyon güçlerine karşı direncini artırır ve omurganın hareketlerini kolaylaştırır.

Her bir vertebra'nın hareketini tanımlayabilmek amacı ile kartezyen koordinat sistemi kullanılır ve X, Y ve Z olmak üzere üç eksen vardır. Bu eksenlerin her birinin çevresinde ikişer rotasyon ve ikişer kayma hareketleri yapılabilir ve rotasyonun anlık eksen çevresinde 12 hareket meydana gelir. Rotasyonun anlık eksen, her hareket segmentinin bağlı olduğu koordinat sisteminin merkezidir ve vertebra cismi bu eksen etrafında hareket eder (Resim 7) (Nordin ve Frankel 2001).



Resim 7: Üç eksen üzerinde vertebra hareketleri.

Spinal segmentlerin hareketleri omurganın fonksiyonel hareketlerini açığa çıkarır. Komşu iki omur arasında hareket sınırlıdır. Fakat her bir eklemin yaptığı sınırlı hareketlerin birleşmesiyle omurgada geniş bir hareket meydana gelir. Omurganın hareketleri kasların ve sinirlerin koordineli çalışması ile gerçekleşir. Agonist kaslar hareketi başlatır ve sürdürürken, antagonist kaslar hareketin kontrolünü sağlar. Omurgada fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon sirkumdiksiyon ve rotasyon hareketleri yapılabilir. Omurgada fleksiyon hareketinin ilk 50°-60°'si lomber bölgeden yapılır. Omurgada fleksiyon, abdominal kasların ve psoas kasının vertebral kısımlarının kasılması ile başlar. Gövdenin üst kısmının ağırlığıyla fleksiyon hareketi artar. Fleksiyon hareketi sırasında lig. longitidine anterior gevşer, lig. longitidine posterius, lig. flavum, ligg. interspinalia, ligg. supraspinalia gerilir. Laminalar ve processus spinosuslar arasındaki aralıklar genişler. Discus intervertebralisler'in ön tarafları sıkışır ve basıncı artar. Processus (proc.) articularis inferior, proc. art. superior üzerinde yukarıya ve çok az da ön tarafa doğru kayar. Omurgada en geniş yapılabilen hareket fleksiyondur. Omurgada ekstansiyon hareketi en geniş servikal ve lumbal vertebralar da görülür. Fleksiyonda gevşeyen ligamentler ekstansiyonda geilir (Neumann 2013).



Lateral fleksiyon hareketinde aynı taraflı discus intervertebralis sıkışır ve lig. intertransversia gerilir. Omurgada rotasyon hareketi bir omurun diğer omur üzerinde dönmesiyle oluşur. İki vertebra arasındaki intervertebral diskin anulus fibrosusları hareketi kısıtlar. Rotasyon en fazla servikal bölgenin üst kısmında, en az ise lumbal bölgenin alt kısmında görülür. Sirkumdiksiyon hareketi ise bu hareketlerin kombinasyonu şeklindedir ve oldukça sınırlıdır.

Servikal omurga'nın nötral pozisyonu 35° ekstansiyondur. Servikal bölgede 40° fleksiyon, 75° ekstansiyon hareketi açığa çıkar. Fleksiyon / ekstansiyon ve rotasyon hareketleri en fazla C5-C6 arasında görülür ve servikal bölgenin en hareketli segmentidir. Rotasyon hareketi 80°-90° arasında yapılır (Nordin ve Frankel 2001, Neumann 2013).

Torakal bölgede fleksiyon ve ekstansiyon hareketi kaudale gidildikçe artar. Üst torakal bölgedeki segmentlerde fleksiyon-ekstansiyon hareket açıklığı 4°, orta torakal bölgede 6°, alt torakal bölgede 12° dir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketinin aksine trokal bölgede rotasyon kaudale doğru azalır. Rotasyon hareket açıklığı üst torakal seviyede 9°, alt lomber seviyelerde 2° civarındadır. Lateral fleksiyon ise alt torakal bölgede en fazladır. Lateral fleksiyon alt torakal bölgede 9° üst torakal seviyede 6° civarındadır. Lumbal bölgede fleksiyon-ekstansiyon kaudal segmentlere gittikçe artar. Lumbosakral bölge en mobil segmenttir ve 20° ye kadar fleksiyon ekstansiyon hareketi görülebilir. Lomber segmentlerde lateral fleksiyon hareket açıklığı 6° iken bu değer lumbo-sakral segmentte 3° civarındadır. Lumbal bölgede rotasyona hareketi yok denecek kadar azdır fakat lumbosakral eklemden hareket belirginleşir. Lumbosakral segmentte rotasyon hareket açıklığı 5° kadardır (Neumann 2013, Wilke ve Volkheimer 2018).

İki vertebra cismi arasında bulunan intervertebral disk, ortada nucleus pulposus ve bu yapıyı çevreleyen anulus fibrosus'tan oluşmaktadır. Omurlararası diskler, omurganın yüksekliğinin üçte birini oluşturur. Diskler, viskoelastisitenin biyomekanik prensiplerine dayanarak, normalden fazla kompresyon kuvvetlerine dayanabilir. Bu özellik omurganın dayanıklılığını artırır. Anulus fibrosus iç ve dış lifler olmak üzere 2 tabaka kollajen lifden meydana gelir. İç lifler; hyalin kıvrımdak ve nucleus pulposusa tutunur ve dayanıklılığı azdır. Dış lifler (Sharpey lifleri) corpus vertebrae, lig longitudoale anterius ve lig longitudoale posterius'a tutunur. Anulus fibrosus'u oluşturan lifler birbirine çapraz yönde seyreder ve 120° açıyla birbirlerini

keserler. Bu yapısı sayesinde torsiyonel kuvvetlere karşı oldukça dayanıklıdır (Nordin ve Frankel 2001, Wilke ve Volkheimer 2018).

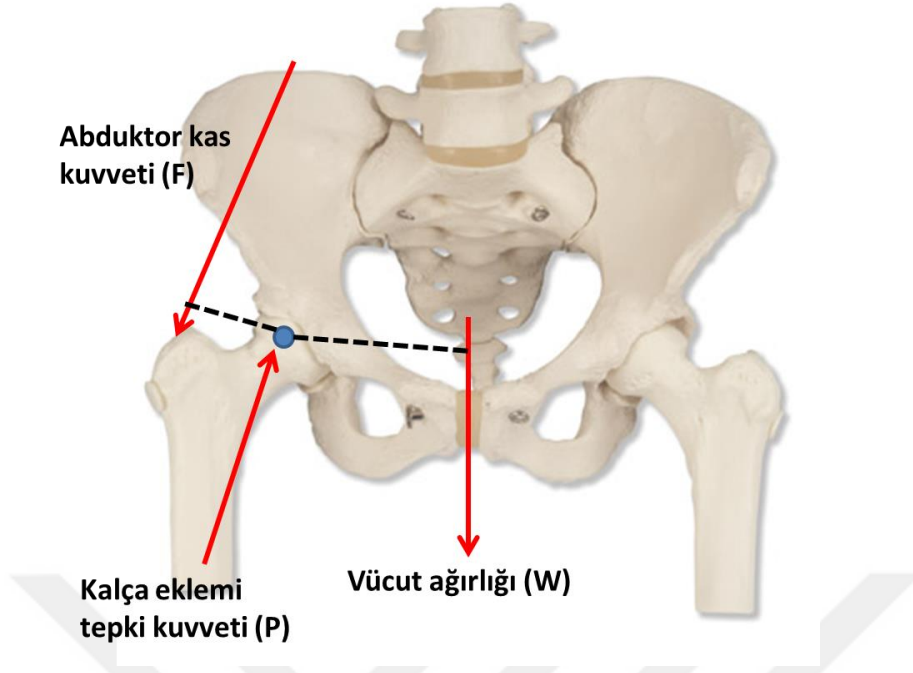
Faset eklemler stabilite açısından çok önemli yapılardır ve rotasyonun anlık eksenine komşuluğu nedeniyle ön ve arka kolonlar arasında menteşe görevi yaparlar. Faset eklemlerin yük taşıma fonksiyonu da vardır. Ancak bu yük taşıma discus intervertebralis'ler ile yürütülür. Discus intervertebralis'in yapısındaki bir bozukluk faset eklemlere binen yükü artırır ve ağrılara neden olabilir. Omurga hiperekstansiyondayken faset eklemlere binen yük en üst düzeydedir. Özellikle makaslama kuvvetlerine karşı koymada da önemli rol oynarlar (Noori ve ark 2017).

#### **4.3.2 Art. Coxae'nın Biyomekanik Ve Kinezyolojisi**

Kalça eklemının temel işlevi, yürüme, koşma ve merdiven çıkma gibi günlük aktivitelerde başın, kolların ve gövdenin ağırlığını desteklemektir. Gövde ve alt ekstremiteler arasındaki kuvvetleri iletme kabiliyeti, insan vücudunun normal işleyişi için gereklidir. Kalça eklemi acetabulum, caput ve collum femoris'ten oluşur. Labrum acetabulare, eklem kapsülü ve birçok güçlü kaslar tarafından kontrol edilir ve korunur. Bu temel yapılar birlikte çalıştıklarında, kalça eklemi sağlam bir stabiliteye, esnekliğe ve güce sahiptir.

Kalçaya etki eden başlıca kuvvetler vücut ağırlığı ( $W$ ) ve vücut ağırlığının dengelenmesinde görev alan abduktör kas kuvvetidir ( $F$ ). Bu iki kuvvetin vektörel bileşkesi eklem tepki kuvvetidir ( $R$ ). Femur başı rotasyon merkezidir ve  $R$ 'nin büyüklüğü  $F$  ve  $W$  kuvvetlerinin vektöryel toplamına eşittir (Resim 8).

Kalça eklemi acetabulum ve femur başı arasında oluşan art. spheroidea tipi sinoviyal bir eklemdir. Üç eksen de harekete izin veren kalça eklemi iki kemik yapının meydana getirdiği top-soket eklem yapısına uymaktadır. Sagittal düzlemde fleksiyon-ekstansiyon hareketi yapılır. Fleksiyon hareketi collum femoris'e ve eklem kapsülüne arka yüzden yapışan bağ bulunmaması nedeniyle en rahat yapılabilen harekettir ve diz eklemi fleksiyondayken kalça fleksiyonu  $120^\circ$  kadar olabilir. Ancak diz eklemi ekstansiyonda iken uyluk arkasında bulunan kasların gerilmesi sebebiyle  $85^\circ$ - $90^\circ$  civarındadır. Lig. iliofemorale tarafından sınırlandırılan kalça ekstansiyonu ise  $20^\circ$  kadardır.



Resim 8: Kalça eklemine etki eden kuvvetler

Horizontal düzlemde kalça eklemine internal ve eksternal rotasyon yapılır. Ayakta duruş pozisyonunda eksternal rotasyon  $15^\circ$ , internal rotasyonda  $35^\circ$  kadardır. Eğer kalça eklemi bir miktar fleksiyon ve abdüksiyon yaparsa iç ve dış rotasyon derecesi artar. Dış rotasyon lig. iliofemorale ve lig. pubofemorale, iç rotasyon ise lig. ischiofemorale tarafından kısıtlanır. Frontal düzlemde ise kalça eklemi abduksiyon-adduksiyon hareketlerini yapabilmektedir. Ayakta duruş pozisyonunda abduksiyon  $40^\circ$  addüksiyon ise  $10^\circ$  kadar yapılabilir. Uyluğun bir miktar fleksiyonu ile abdüksiyon derecesi artar ancak addüksiyonu sınırlayan asıl etken karşı ekstremitenin olduğundan genellikle değişmez. Kalça eklemi kapalı paket pozisyonunda iken eklem yüzleri birbirleriyle tam temas halindedir ve tüm ligamentler gerilmiş durumdadır. Bu nedenle hareket ileri derecede sınırlandırılmış ve eklem en kararlı pozisyonundadır. Bu pozisyonda kalça eklemi tam ekstansiyon, hafif abdüksiyon ve iç rotasyondadır.

Anatomik pozisyonda acetabulum yüzeyi lateral, inferior ve anterior yönlü olarak pozisyonlanır. Acetabulum ile ilgili kinezyolojik araştırmalarda iki açı önemlidir. Bunlar merkez-kenar açısı ve asetabular anteversiyon açısıdır. Merkez kenarı açısı (Wiberg açısı) ve asetabular anteversiyon açısı, asetabulumun femur başını ne kadar kapsadığını açıklayan açılardır. Merkez kenar açısı, oldukça değişken

olmakla birlikte yetişkinlerin radyografilerinde ortalama 35-40 derecedir. Normal bir merkez kenar açısı femur başı üzerinde koruyucu bir kılıf sağlarken, normal dereceden sapan merkez kenar açısı söz konusu olduğunda acetabulum femur başını daha az kapsar ve dislokasyon riski artar. İlerleyen yaşla birlikte bu açı artmaktadır (Nordin ve Frankel 2001).

Asetabular anteversiyon (AsA) açısı ise horizontal düzlemde acetabulum'un femur başı ile eklemleştigi açı olarak bilinmektedir. Normal bir AsA açısı 20 derece olarak kabul edilmektedir. AsA açısının artmasıyla beraber kalça eklem anterior dislokasyonlarının arttığı gösterilmiştir (DiGioia ve ark 2004). Femur proksimalden distale doğru mediale yönelimli olup anterior konveksitesi bulunmaktadır. Femur ile ilgili yapılan kinezyolojik araştırmalarda baş boyun arasındaki iki açı incelenir. Bu açılar inklinasyon açısı ve torsiyon açısıdır (Neumann 2002).

İnklinasyon açısı frontal düzlemde femoral baş ve boyun arasındaki longitudinal eksenle, femur shaft boyunca uzanan vertikal eksen arasındaki açıya denilir. İnsanda doğum sonrası 140°-150° olarak gösterilmekle beraber büyümeyle birlikte bu açı ortalama 125° olmaktadır. 125°'den küçük açılar 'coxa vara' büyük açılarda ise 'coxa valga' diye adlandırılır. Bu açıdaki değişiklikler acetabulum ve femur arasındaki pozisyonu değiştirir ve eklem dejenerasyonu, kalça dislokasyonuna sebep olabilir. Kadınlarda erkeklere göre inklinasyon açısı, kadınların daha geniş pelvise sahip olmalarından dolayı daha küçük inklinasyon açısına sahip oldukları gösterilmiştir (Levangie ve Norkin 2011) Torsiyon açısı ise femur baş ve boynunun femur shaftı ve kondillere göre horizontal düzlemde meydana gelen açılışmadır. Torsiyon açısı daha çok femoral anteversiyon açısı olarak da adlandırılmaktadır. Anteversiyon olarak bilinen 12°'den büyük açılar femur başının bir kısmının ortaya çıkarılmasına neden olur ve femoral başın asetabuler kavitede tutulmasını sağlamak için yürüyüş sırasında bacağın iç rotasyonuna doğru bir eğilim oluşturur. 12°'den daha küçük olan açılara retroversiyon denir ve yürüyüş sırasında bacağın dış rotasyonuna doğru bir eğilim gösterir. Her ikisi de çocuklukta oldukça yaygındır ve genellikle büyürler. Anormal eğim ve torsiyon açılarının yanı sıra yapısal deformiteler asetabulumun femur başını kapsamasını azaltabilir. Yapısal deformitelerin neden olduğu femoroasetabuler sıkışma, en sık görülen osteoartrit nedeni olarak kabul edilmektedir (Malik ve ark 2007).

### 4.3.3 Art. Genu Biyomekanik ve Kinezyolojisi

Diz eklemi yükleri aktarır, vücudun pozisyonlarını ve hareketlerini kolaylaştırır, momentumun korunmasına yardımcı olur ve bacağın aktiviteler için gerekli tüm kuvveti sağlar. Vücudun en büyük ve belki de en kompleks eklemi olan diz eklemi, lateral – medial tibiofemoral eklem ve patellofemoral ekleminden oluşan iki eklemlilik bir yapıya sahip olarak bulunur.

İki düzlemde hareketlere izin veren diz eklemi sagittal düzlemde fleksiyon ve ekstansiyon, horizontal düzlemde ise internal ve eksternal rotasyon hareketlerine izin vermektedir. Diz eklemine sadece kas kuvvetiyle 130° fleksiyon yapabiliriz ve bu aktif hareket açıklığıdır. Dışarıdan elle uygulanan bir kuvvet yardımıyla bu açı 150° ye kadar çıkabilir ve bu da pasif hareket açıklığıdır. Aktif ekstansiyon hareketi incelendiğinde tibial ekstansiyon sırasında tibiada anteriora doğru kayma ve yuvarlanma hareketi görülür. Femoral ekstansiyon (çömelmeden ayağa kalkma vb.) sırasında ise femurda eş zamanlı olarak öne yuvarlanma arkaya doğru kayma hareketi görülür. Tam ekstansiyondaki diz fleksiyona gelirken eklemde oluşan ilk hareket internal rotasyondur ve bu rotasyon hareketini sağlayan kas m. popliteus'tur. Bu kas femoral fleksiyonu başlatmak için femurda eksternal rotasyon, tibial fleksiyonu başlatmak için tibiada internal rotasyon oluşturur. Tibia ve femur arasında horizontal düzlemde rotasyon hareketi oluşması için dizin hafif fleksiyonda olması gerekir ve diz fleksiyonu arttıkça rotasyon hareket açıklığı da artar. Diz tam ekstansiyonda iken rotasyon hareketi açığa çıkmaz. Tibia ve femur arasındaki rotasyon tam diz ekstansiyonu ile 20° diz fleksiyonu arasında kendiliğinden meydana gelir. Bu kendiliğinden olan rotasyon hareketinin sebebi medial tibial kondilin yarıçapının lateral kondilden daha fazla olmasından kaynaklanır.

Diz eklemine oluşturan tibia ve femur arasındaki uyum, statik yapılar (eklem kapsülü, menisküsler vb.) ve dinamik yapılar (kaslar) dışında kemiklerin ve kasların dizilimlerine ve birbirlerine göre açıları ile sağlanır. Diz eklemine ilgilendiren kinezyolojik araştırmalarda Q açısından sıkça bahsedilmektedir (Mizuno ve ark 2001, Freedman ve ark 2014). Q açısı, frontal düzlemde pelvisin spina iliaca anterior superior'undan (SIAS) patella orta noktasına çizilen eksen ile patella orta noktasından tuberositas tibia'ya çizilen eksen arasındaki açı olarak tanımlanır (Mizuno, 2001). Diz eklemi diziliminde femur shaftı inferiora doğru medial açılış yapar ve tibia eklem yüzleri neredeyse tam horizontal düzlemindedir. Bu nedenle tibia

ve femurun longitudinal aksisleri arasında frontal planda mediale doğru bir Q açısı oluşur. Q açısı normal değerleri kadınlarda 11°-20°, erkeklerde ise 8°-14° olarak gösterilmiştir. Bu açıdaki artışlar 'genu valgum', azalmalar 'genu varum' olarak isimlendirilmektedir (Csintalan ve ark 2002).

Normal diz eklemünde eklem reaksiyon kuvvetleri duruş fazı boyunca medial ve lateral diz kompartmanlarında eşit olarak paylaşılır. Fakat yürüyüş sırasında kas aktivasyonu ve topuk vuruşuyla birlikte meydana gelen eklem reaksiyon kuvvetleriyle vücut ağırlığının 3 katı kadar kuvvet eklemler üzerinden geçer. Yere ilk önce topuğun laterali temas ettiği için reaksiyon kuvvetleri dizin medialinden geçer ve varus torku oluşur. Birçok insan bu asimetrik yüklenmeyi tolere ederken tolere edemeyenlerde genu varum ve medial kompartmanı etkileyen osteoartrit görülebilir. Coxa vara ve ayağın aşırı pronasyonu ise dizde valgus stresi yaratır, bu da zamanla genu valguma sebep olabilir. Bu stres medial kollateral ligamenti gerer ve zayıflatır. Artmış bir Q açısında ayakta duruş postüründe eklem reaksiyon kuvvetleri lateral kompartmanı daha çok etkiler (Nordin ve Frankel 2001).

#### **4.3.4 Ayak Biyomekanik ve Kinezyolojisi**

Ayak bileği eklemi vücut ağırlığının yarattığı geniş streslere karşı stabilite ve mobilite fonksiyonlarının devamlılığının sağlanmasında çok önemli bir yapıdır. Ayak ve ayak bileğinin birincil görevi, vücut ve yer arasında dengeli ve etkili bir arayüz sağlamaktır. Farklı yüzeylerde zemine adaptasyon sağlama, tüm vücut stabilitesini korurken kuvvetlerin absorpsiyonu, vücudu itmek için geç duruş fazı sırasında yeterli rijit yapıyı sağlamak, erken duruş fazında ise yeterince esnek olması da ayak bileğinin görevlerindedir. Ayak, vücudun farklı hareketlerinde stabil bir destek sağlar ve yürüyüşte etkili bir itme fazı gerçekleştirmek için rijit bir kaldıraç kolu olarak görev yapar. Yerle temas esnasında şok absorpsiyonu ve çeşitli zeminlere uyum sağlamak için ise esnek hale gelir (Nordin ve Frankel 2001).

Ayak bileği eklemının desteklenmesinde kemik yapı çok fazla etkili değildir. Destekleyen dinamik yapılar kaslardır ve özellikle m. tibialis posterior MLA'nın desteklenmesinde önemli bir yere sahiptir. Statik yapılar ise ligamentler ve tendonlardır. MLA'yı destekleyen en önemli statik yapılardan biri fascia plantaris'tir.

Fascia plantaris ayak tabanı boyunca uzanan kalın bir yapıdır ve ayağa statik bir destek sağlar. Posteriorda tuberculum calcanei'den başlar, plantar yüzey boyunca seyrederek ve her bir parmağın distal falanksına uzanır. Yürüyüşün duruş fazında plantar fasyanın gerilimi artar ve kompresyon kuvvetine maruz kalan kemiklerine binen baskıyı azaltır. Bu gerim sayesinde kemiklere binen stresin oluşturabileceği yaranlanma riski azalır. Duruş fazının sonunda metatarsofalangeal eklemden gerçekleşen dorsifleksiyon ile plantar fasya gerilir, topuk ve metatarsofalangeal eklemler birbirine doğru çekilir. Bu çekilme ile MLA yükselir ve ayağın supinasyonuna katkıda bulunur. Plantar fasya üzerindeki bu traksiyon etkisine “Windlass effect” ya da “çıkırık mekanizması” denir ve fasyanın arkı desteklemedeki önemini artırır (Nordin ve Frankel 2001, Mueller 2005).

Ayak bileği eklemi art. ginglymus tipi bir eklemdir ve fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine izin vermektedir. Bu eklem proksimal ve distal tibio-fibular eklem yapıları da katılmakta ve eklem hareketleri birbirlerine göre uyumlu bir şekilde gerçekleşmektedir. Art. talocruralis çok kuvvetli yan bağlara sahiptir ve bu bağlar stabilizasyonun en önemli unsurudur. Bu bağlar çoğunlukla aşırı zorlandıklarında kopmayıp tutunduğu malleolus lateralis kırarlar. Ginglymus tipte bir eklem olması nedeniyle tek eksene sahiptir ve bu eksen transvers bir eksendir. Bu transvers eksen etrafında dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon hareketi yapılır. Dorsi fleksiyon açısı  $20^{\circ}$  - $30^{\circ}$ , plantar fleksiyon açısı  $45^{\circ}$  - $60^{\circ}$  arasındadır. Talus'un konveks eklem yüzü makara şeklindedir ve ön tarafta geniş arka tarafta dar bir yapıya sahiptir. Bu nedenle ayağa dorsifleksiyon yaptırıldığında talusun geniş ön yüzü tibia ve fibulanın kısıtlamasına maruz kalacaktır. Bu nedenle dorsi fleksiyon açısı plantar fleksiyon açısına göre daha azdır. Ayak bileğindeki hareketler talusun gövdesinden ve her iki malleol arasında geçen rotasyon eksenini etrafında oluşur. Rotasyon eksenini hafifçe anteriora ve superiora meyillidir. Bunun nedeni, malleolus lateralis'in mediale göre posteriora ve daha aşağıda olmasıdır (Inman 1991, Haskell ve Mann 2010). Bu eğiklik dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon sırasında pronasyon ve supinasyon hareketini de açığa çıkarır. Fakat pronasyon ve supinasyon hareketi daha az meydana geldiği için sadece dorsi fleksiyon ve plantar fleksiyon hareketi primer kabul edilir. Talokrural eklem dorsi fleksiyon hareketi sırasında; talusun superior yüzeyi öne doğru rolling arkaya doğru kayma hareketi yapar, kalkaneofibular ligament gerilir, anterior talofibular ligament gevşer, posterior kapsül ve aşil tendonu gerilir.

Subtalar eklem talus ile calcaneus'un arka bölümleri arasında oluşan art. plana grubu eklemdir. Aynı kemikler arasında oluşmasından dolayı art. talocalcaneonavicularis ile birlikte hareket eder. Çift eksenli bir eklem olup sagittal düzlemde medial yönlü olarak ortalama  $16^\circ$  bir açılma yapar. Ayrıca sagittal eksen ile calcaneus'un uzun eksenini arasında da  $42^\circ$ 'lik bir eklem eksenini bulunmaktadır. Bu eklemden inversiyon ve eversiyon hareketleri yapılır. Eversiyon hareketi  $15^\circ$  inversiyon hareketi ise  $25^\circ$  kadardır. Calcaneus'ta inversiyon hareketi plantar fleksiyon ve addüksiyonla birlikte olur, eversiyon hareketi ise dorsi fleksiyon ve abduksiyon ile birlikte açığa çıkar.

Transvers tarsal (Chopart eklemi veya midtarsal eklem), talonavikular ve kalkaneokuboid eklemler tarafından meydana getirilmiştir. Talonavikular eklem talusun konveks başı ile navicula'nın konkav proksimal kısmı ve plantar calcaneonavicular (spring) ligamentin dorsal yüzü arasında yer alır. Spring ligament talonavikular eklem zemin hazırlar ve talus başını deprese eder. Duruş esnasında vücut ağırlığı talus başını deprese etmeye çalışırken, spring ligament önemli bir kuvvet ve destek oluşturur. Kalkaneokuboid eklem midtarsal eklem lateral kısmını oluşturur. Genel olarak, talonaviküler eklem, kalkaneokuboid eklemden çok daha fazla hareket aralığına sahiptir ve kalkaneokuboid eklem lateral komponentin rijit elemanıdır. Midtarsal eklemden yüklenme olmadığı zaman her iki ekleminde hareket eksenleri birbirlerine paraleldir. Subtalar eklem inversiyonu ile bu paralellik bozulur ve midtarsal eklemler kilitlenir ve hareket açığa çıkmaz. Subtalar eklem eversiyona giderken eksenler paralelleşir ve harekete izin verir. Bu özelliği sayesinde yürüme sırasında ayağın arka bölümünün yerle teması kesildiğinde ayağın ön bölümünün yerle temasını korur. Bu fonksiyon özellikle yük aktarımı ve dengenin kurulması açısından önemlidir. Genel olarak navicula ve cuboid kemikler ağırlık aktarma sırasında hareketsiz olarak kabul edilir (Nordin ve Frankel 2001).



## 4.4 POSTÜR:

### 4.4.1 Postürün Tanımı

Postür, vücudun her kısmının, kendisine bitişik segmente ve bütün vücuda oranla en uygun pozisyonda yerleştirilmesidir. Diğer bir ifadeyle, vücudun hareketinde eklemlerin aldığı tüm pozisyonların birleşimi diye de tanımlanabilir. Postür, kas hareketlerinde bağların desteği ile denge sağlamak veya bir harekete temel teşkil etmek için, birçok kasın uyumlu çalışması sonucunda vücudun düzgün bir duruş elde etmesidir (Otman 2014) . Postür; hareketsiz iken statik postür ve hareket ile dinamik postür olmak üzere ikiye ayrılır. Kaslar eklemleri stabilize etmek ve yerçekimine karşı koymak için izometrik olarak kasılır ve statik postürün temelini oluşturur. Dinamik postür; herhangi bir hareketin devamlı değişen şartlara uyum sağlamak için çabalayan aktif bir postürdür. Statik postür oturma, ayakta durma, yatma sırasındaki, dinamik postür ise hareketler sırasındaki vücudun aldığı pozisyonudur.

İyi postür minimum çaba ile vücutta en iyi yeterliliği sağlayan duruştur (Otman 2014). İnsanlarda postür birçok faktörlerden etkilenir. Genetik faktörler, yapısal bozukluklar, kültürel yapı, cinsiyet ve alışkanlıklar postür üzerinde belirleyici olmaktadır. İyi bir postür için güç, esneklik ve kas dengesi gerekmektedir. Esneklik serbest eklem hareketine ve kas uzunluğuna bağlıdır. Kasların kasılma ve gevşemesinin rahatlıkla yapılması eklemlerdeki normal hareket açıklığına izin verir ve iyi bir vücut hizalaması için gereklidir. İyi bir hareket açıklığı için kasların kısılp uzaması önemli olmakla birlikte, uzun süre sürekli olarak kısalmış ya da uzamış pozisyonda kalmaları normal dizilimi bozabilir. İyi postürün diğer bir unsuru ise agonist ve antagonist kasların güçlerinin dengeli olmasıdır. Kas dengesinin anlaşılması için, gerilmiş bir pozisyonda kalan kaslar zayıflama eğilimi gösterirken, kasılmış bir pozisyonda kalanlar ise antagonistlerine göre daha sert ve daha güçlüdür.

Kötü postür sürekli olarak veya en azından çoğu zaman yetersiz hizalanmış pozisyonda olmak demektir (Kendall ve ark 2005). Amaca tam olarak hizmet etmez ve kasların gereksiz kasılmasına neden olur. Kötü postürde kaslarda kompensasyonlar görülebilir. Kompensasyonların temel sebebi kasların adaptif olarak gerilme ya da kısalmasıdır. Örneğin; kalça fleksörlerinin kısalması kalçada meydana gelen hareketleri kısıtlar ve nötral pelvis yapısı bozulur. Bunu tolere etmek

için, lumbal bölgede hiperekstansiyon meydana gelir. Böylece vücut ağırlığı yine ayaklar üzerine aktarılmaya çalışılır ve lumbal lordoz artar. Bu durumda, bir tarafın kasları kısalmış ve sertleşmiş buna karşın antagonist kaslar uzamış ve güçleri zayıflamıştır. Bu durum uzun süreli ve tekrarlı olmasıyla, ligament ve eklemlerde zorlanma oluşturur ve kas krampları görülebilir. Bu da patolojilere ve postürün daha da bozulmasına yol açar. Bu değişiklikler uygun şekilde yönlendirilmiş egzersiz ve iyi bir duruş uygulayarak kolayca düzeltilebilir. Kötü postüre neden olabilecek pek çok faktör vardır. Bu nedenler ortadan kalktığı zaman kalıcı olmayan postürler kötü postür sınıflandırılması dışında kalır (Otman 2014).

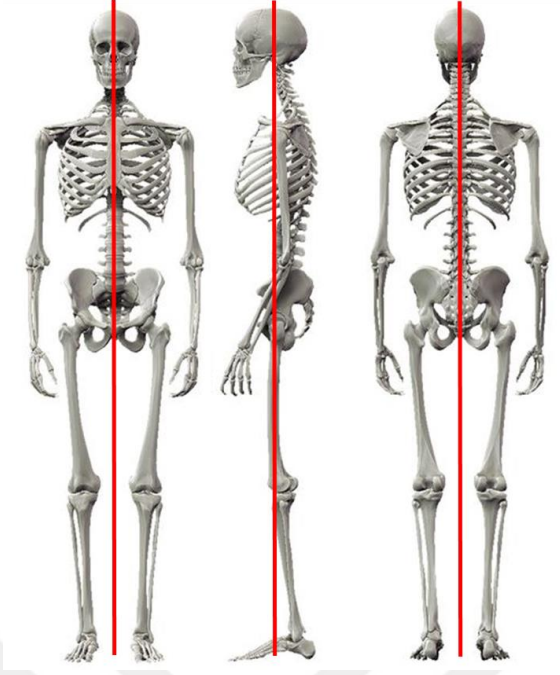
#### 2.4.2 İdeal Ayakta Duruş Postürü

İdeal ayakta duruş postürü, vücut kısımlarının ön, arka ve yan görünümündeki diziliminin “çekül hattı” denilen hayali bir çizgi ile karşılaştırılmasıyla saptanır. Bu çizgi üzerinde vücut ağırlığı dengede kabul edilir. Vücut dik pozisyonda iken ağırlık merkezi sakral ikinci vertebranın 1-2 cm önüne düşer (Otman 2014).

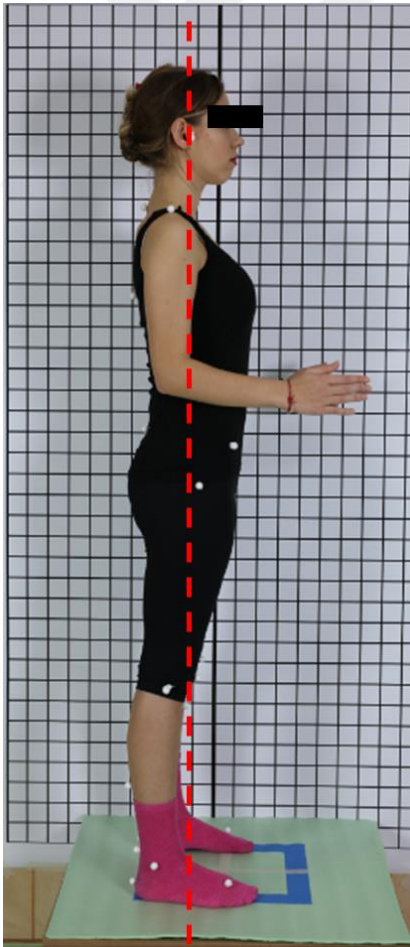
İdeal bir ayakta duruş postüründe; lateralden bakıldığında çekül hattı lateral malleolün 3-3,5 cm önünden, diz ekleminin hafifçe önünden, lumbal vertebraların merkezinin arkasından, torako-lumbal birleşme noktasının üzerinden, serviko-toraksik birleşme noktasının üzerinden, servikal vertebraların merkezinin hafifçe arkasından, acromion orta noktasından ve lobulus auricula’dan geçer (Resim 9, 10) (Kendall, 2005, Otman 2014).

Önden görünüşte çekül hattı iki topuk arasında, simfisis pubis, umblicus, manubrium sterni ve nasion’dan geçer. Topuklar birbirinden yaklaşık olarak 8 cm uzaklıkta durmalıdır. Çekül hattı vücudu eşit iki yarıya böler ve vücut ağırlığı iki yarı arasında dağılır. Symphysis pubis, spina iliaca anterior superior’lar ve her iki acromion horizontal planda aynı seviyededir (Resim 9).

Arkadan görünüşte çekül hattı her iki topuğun orta noktasından, her iki diz ekleminin orta noktasından, bütün vertebraların spinal çıkıntılarından, protuberantia occipitalis externa’dan geçer. Posterior görünüşte; diz seviyeleri, gluteal kıvrımlar, crista iliaca, sakroiliak eklemler, scapula’nın inferior köşeleri, akromial çıkıntılar, kulaklar horizontal planda aynı seviyede olmalıdır (Resim 9).



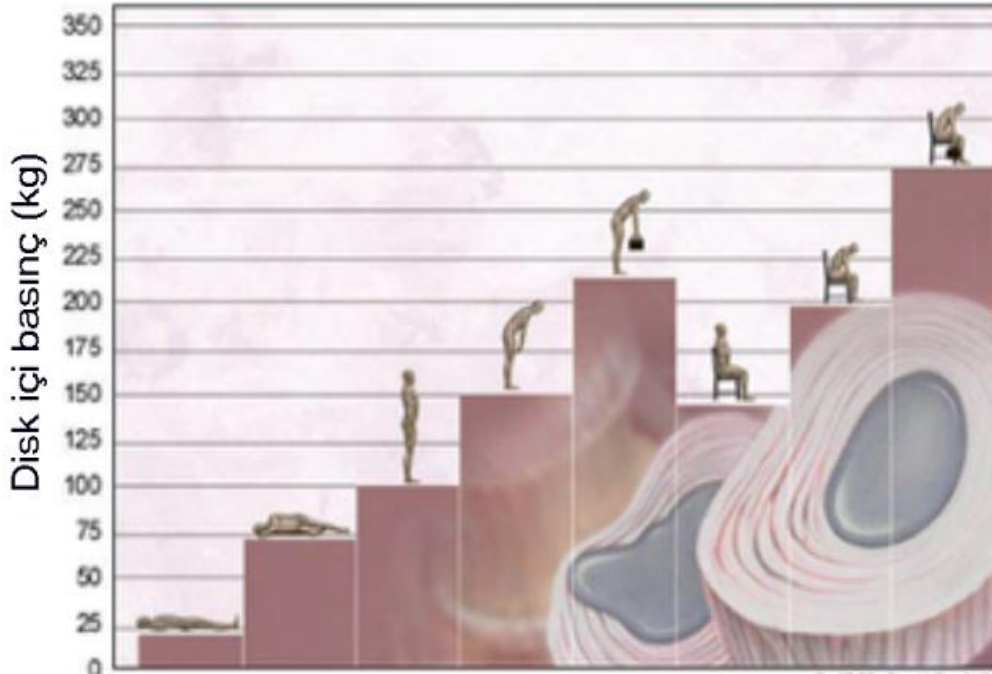
Resim 9: Önden, yandan ve arkadan görünüşte çekül hattı.



Resim 10: Yandan görünüşte antropometrik noktalar ile çekül hattı ilişkisi

#### 4.4.2 İdeal Oturma Postürü

Oturma postürü, ayakta durma postürüne göre daha gevşek bir postürdür. Bu pozisyonda, destek yüzeyi oldukça geniştir. İdeal oturma postüründe; yerçekimi merkezi, tuber ischiadicum ve 11. torakal vertebranın hemen önünde uzanır. İdeal oturma postüründe, tuber ischiadicum'lar en büyük destek yüzeyini oluştururken, omurganın fizyolojik eğrilikleri sürdürülmeli ve bacakların ağırlığı ayaklar ile desteklenmelidir. Oturma pozisyonunda disklere binen basıncın ayakta duruştan daha fazla olduğu bilimsel olarak gösterilmiştir. Sırt desteklendiğinde ise bu basınç azalır (Resim 11) (Cailliet ve Eccles 1996).



**Resim 11:** Farklı postürlerde intervertebral disklerde basınç değişimi

#### 4.4.3 Postür Analizi

Postür analizinin amacı; bireylerde mevcut postural bozuklukların saptanması ve buna uygun tedavi programlarının verilebilmesidir. Postürün değerlendirilmesinde literatürde çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bunlar çekül, postür tahtaları, Symmetrigrاف, MRI, X-ray, fotoğraf üzerinden postür değerlendirmesidir. Postür değerlendirilirken, kişi çıplak ayak ve uygun giysilerle kendini rahat hissettiği pozisyonda olmalıdır. Fotoğraf üzerinde postürün değerlendirilmesi hem frontal hem de sagittal düzlemleri kullanarak ayakta duruşun fotoğraflanmasıdır. MRI gibi bazı

yöntemler pahalıyken, X-ray radyasyona maruz kalma problemi içermektedir (do Rosário 2014).

### 2.4.3.1 Lateral postür analizi

Aşağıdaki başlıkların tümü değerlendirilmektedir.

a. Baş: Lateral bakışla kulak kepçesinin acromionla ilişkisine göre önde veya geride pozisyonlandığı değerlendirilir. Boyunda normal bir anterior konvekslik vardır. Bu konveksliğin normallığı değerlendirilir. Ayrıca çenenin yukarıya veya aşağıya tildi değerlendirilir.

b. Omuzlar: Omuzların yuvarlaklaşarak öne gelmesine protraksiyon, omuzların aşırı miktarda geriye çekilmesine omuz retraksiyonu denir. Lateral bakışta omuzların protraksiyon ve retraksiyonu değerlendirilir.

c. Omurga: Kifoz, lordoz, kifolordoz, yuvarlak sırt, düz sırt değerlendirilir. İdeal dizilişte torasik omurga hafifçe posteriora doğru eğimlidir. Torakal omurganın dizilimi baş ve boyun pozisyonunu etkiler. Pelvis ve lumbal omurganın pozisyonu torakal omurganın dizilimini etkiler. Örneğin; lumbal omurgada lordoz artışı mevcutsa sırt bölgesinin posterior eğimi azalma eğilimindedir, yani kifozda azalma ve lordozda artma birlikte olmaktadır.

d. Pelvis: Lateral analizde anterior pelvik tilt, posterior pelvik tilt değerlendirilir. Pelvik inklınasyon açısının artması anterior, azalması posterior pelvik tilt olarak adlandırılır. Pelvik tilt inklınometre adı verilen aletle ölçülür. Pelvik inklınasyon açısı pelvisin mekaniği için önemlidir. Pelvik inklınasyon açısının artması omurgada lumbal lordozun artmasına neden olur ve ayakta duruş pozisyonunda ağırlığın ayaklara dengeli aktarılamamasına neden olur. Ayrıca pelvise tutunan kaslarda kuvvet dengesizliğine yol açar; özellikle anterior kas grupları uzayıp zayıflarken posterior kas grupları kısalmaya ve sertleşir.

e. Dizler: Dizlerde fleksiyon ve hiperekstansiyon (genu recurvatum) değerlendirilir. Genu Recurvatum, 5°'den fazla diz ekstansiyonudur. 10°'ye kadar dizde hiperekstansiyon normal kabul edilir. Özellikle kadınlarda bağ gevşekliği nedeniyle bu durum görülebilir. Genu recurvatumlu bireylerde dizin arka yan bölümüne çok stres biner. Bu patolojiye sahip bireylerde dizin posterolateral bölgesinde stabilite zayıflar, bu da kişilerde diz ağrısına, uzamış yürüme paternine ve

terminal diz ekstansiyonunun proprioseptif kontrolünde zorlanmaya yol açar (Loudon ve ark 1998).

f. Ayaklar: Lateral bakışta ayağın MLA'ı değerlendirilir. Bu değerlendirmede pes planus ve pes cavus olup olmadığı incelenir. Her ayak 2 longitudinal ve 1 transvers arka sahiptir. Longitudinal arkın azalmasına pes planus artmasına ise pes kavus denir.

#### 2.4.3.2 Anterior postür analizi

a. Baş: Önden görünümde başın sağa veya sola lateral fleksiyonu ve rotasyonu değerlendirilir.

b. Omuzlar: Her iki omuzun yükseklik farkı değerlendirilir. Omuzlardan birinin daha düşük veya yüksek olduğunu söyleyebilmek için farkın açık olarak göze çarpması gerekir.

c. Göğüs kafesi: Göğüs bölgesinde olabilecek postüral bozukluklar (çökük göğüs, fıçı göğüs, harrison oluğu vb.) değerlendirilir.

d. Abdominal bölge: Karın kaslarının zayıflığı ve üst karın duvarında transvers oluk değerlendirilir.

e. Pelvis: Sağ ve sol tarafta yükseklik farkı değerlendirilir. SİAS palpe edilir ve buradan yere veya medial malleollere olan uzunluk farkı ölçülür.

f. Dizler: Dizlerin değerlendirmesi alt ekstremitenin dizilimi açısından önemlidir. Özellikle Q açısına bağlı olarak gelişen genu varum ve genu valgum hem kalçanın hemde ayakların postürünü etkiler. Dizde tibial torsiyon, genu varum, genu valgum'a bakılır:

- Tibial torsion: Tibial torsiyon, tibia'nın uzun eksenini etrafında tibia kemiğinin distal ucunun proksimal ucuna göre dışa dönmesi olarak tanımlanır. Ayaklar birbirinden hafifçe ayrı ve paralel olarak ayakta durulduğu zaman, patellalar içe dönük görünümdeyse, tibial torsion vardır.

- Genu varum: Diz eklemindeki varus deformitesidir. Femur ve tibianın uzun eksenleri içe doğru deviasyon yapar.

- Genu valgum: Dizin içe doğru açılması ve tibia ile femur hattının dışa deviasyonu olarak tanımlanır. Ayağın pronasyonu ve pes planus ile birlikte görülür.

g. Ayaklar: İnverson veya eversiyon değerlendirilir. Ayak parmaklarında hallux valgus veya eki parmak deformitesine bulunup bulunmadığına bakılır. Hallux valgus, ayak başparmağının, ayak orta çizgisine doğru, metatarsofalangeal eklemden itibaren deviasyondur. eki parmaklar, ayak parmaklarının metatarsofalangeal eklemden hiperekstansiyon, interfalangeal eklemlerden fleksiyonu ile kıvrık bir görünüm almalarıdır (Otman 2014).

#### **2.4.3.3 Posterior postür analizi**

a. Omurga: Skolyoz değerlendirilir. Skolyoz omurganın lateral fleksiyonu ve rotasyonuyla karakterize bir deformitedir.

b. Kalçalar ve dizler: Kalçada gluteal çizgilerin eşitliği değerlendirilir. Diz arkası çizgilerinin sağ ve solda eşit olmasına bakılır.

c. Ayaklar: Kalkaneal tendonun normal şekil ve pozisyonda olup olmadığına bakılır. Calcaneus'un normal pozisyonu değerlendirilir. Calcaneus nötral ya da hafif valgustadır.

## 5. GEREÇ VE YÖNTEM

### 5.1 KATILIMCILAR

Çalışmamıza Manisa Celal Bayar Üniversitesi öğrencilerinden 18-25 yaş arasında 44 gönüllü kız öğrenci katıldı.

Çalışmaya dahil olma kriterleri; çalışmaya katılmaya gönüllü olmaları, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) tarafından belirlenen skorunun 100 olması, vücut kütle indeksi (VKI) 18.5-29.9 kg / m<sup>2</sup> sınırları içinde olması, daha öncesinde alt ekstremitte ile ilgili cerrahi operasyon geçirmemiş olması, son 6 ayda alt ekstremitte ile ilgili ciddi travma, burkulma öyküsünün bulunmaması, bilinen nörolojik, metabolik, endokrin, romatizmal ve görme alanı kaybına neden olan hastalığının olmaması olarak belirlendi.

Çalışma öncesi Manisa Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu'ndan onay alındı (Karar tarih ve no 21.06.2017/20.478.486). Çalışma öncesi tüm katılımcılar gönüllü onam formunu doldurarak, çalışmaya katılmaya onam verdiler.

Gönüllülerin öncelikle demografik bilgileri alındı ve alt ekstremitte ile ilgili bir problem yaşayıp yaşamadıkları sorgulandı. Herhangi bir şekilde yürümesine engel olabilecek bir patolojinin varlığı olanlar çalışmaya alınmadı.

### 5.2 POSTÜR DEĞERLENDİRMESİ

Gönüllülere siyah tayt ve t-shirt verilerek bunları soyunma kabinde giymeleri istendi. Daha sonra belirlenen antropometrik noktalar (tablo 1, 2, 3 ve 4) (do Rosário 2014, Nakaya, 2014), çift taraflı bant ile yapıştırılan 15 mm'lik beyaz polistiren küreler ile işaretlendi (Resim 12). Gönüllülerden 70x70x32 cm boyutlarında bir platform üzerinde durmaları istendi. Platform 4 eşit alana ayrılarak, gönüllülerin ayaklarını koyacakları yer sınırlandırıldı. Ölçümlerin yapıldığı platformun arkasına



200 cm boyunda 100 cm genişliğinde ve 5 cm aralıklı yatay ve dikey çizgilerle bölünmüş postür gridi asıldı ve gönüllülerden postür gridinin önünde durması istendi.



Resim 12: Beyaz polistiren küreler ile işaretlenen antropometrik noktalar.

Platformun üzerindeki gönüllülerin fotoğrafları, platforma 240 cm uzaklıkta konumlandırılan bir tripod üzerine monte edilmiş Canon 5Ds R digital SLR fotoğraf makinesi (Canon Inc. Japan) kullanarak ve Sigma 50 mm (max f 1.4) mercek ile 4 yönden çekilerek, bilgisayar ortamına alındı.

Tablo 1: İşaretlenen önden görünüş antropometrik noktaları

ÖNDEN GÖRÜNÜŞ		
Sağ tragus	Sağ SİAİ	Sol dizin artiküler çizgisi
Sol tragus	Sol SİAİ	Sağ dizin artiküler çizgisi
Sağ acromion	Sağ trochanter major	Sol patella orta noktası
Sol acromion	Sol trochanter major	Sağ patella orta noktası
Sağ SİAS	Sağ tuberositas tibia	Sol lateral ve medial malleol
Sol SİAS	Sol tuberositas tibia	Sağ lateral ve medial malleol

Tablo 2: İşaretlenen arkadan görünüş antropometrik noktaları

ARKADAN GÖRÜNÜŞ	
Sol scapula inferior açısı	İki malleol arasında kalan sağ aşil tendonu
Sağ scapula inferior açısı	İki malleol arasında kalan sol aşil tendonu
T3 procesuss spinosus	Sağ calcaneus
Sağ bacağın medial çizgisi	Sol calcaneus
Sol bacağın medial çizgisi	

Tablo 3: İşaretlenen sağ yandan görünüş antropometrik noktaları

SAĞ YANDAN GÖRÜNÜŞ	
Sağ tragus	Sağ SİAİ
Sağ acromion	Sağ trochanter major
C7 procesuss spinosus	Sağ dizin artiküler çizgisi
Sağ SİAS	Sağ lateral malleol
Sağ SİPS	2. ve 3. sağ metatars başları arasındaki nokta

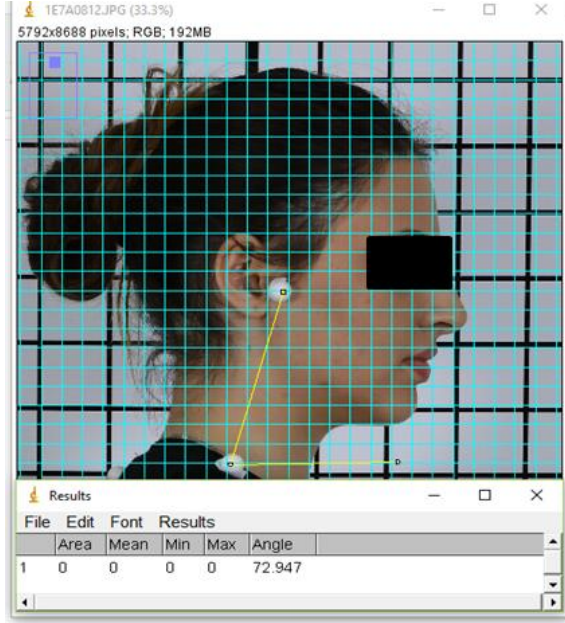
Tablo 4: İşaretlenen sol yandan görünüş antropometrik noktaları

SOL YANDAN GÖRÜNÜŞ	
Sol tragus	Sol SİAİ
Sol acromion	Sol trochanter major
C7 procesuss spinosus	Sol dizin artiküler çizgisi
Sol SİAS	Sol lateral malleol
Sol SİPS	2. ve 3. sol metatars başları arasındaki nokta

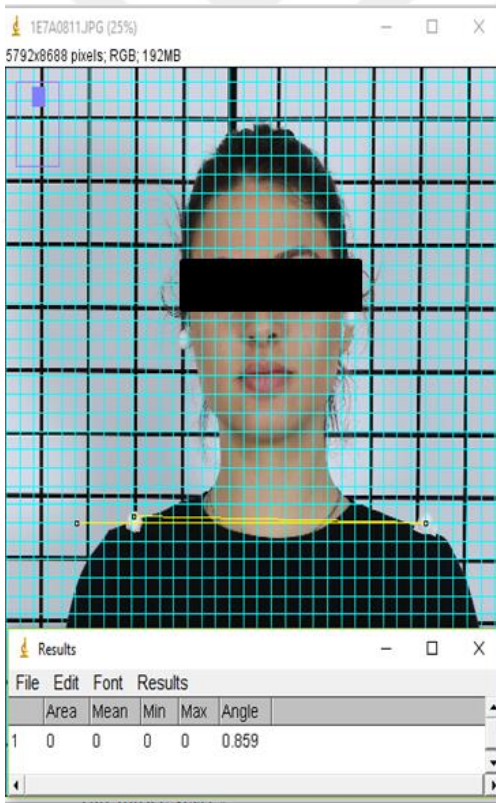
Bilgisayar ekranına alınan görüntüler üzerinde, genel postür değerlendirmesi ve Java tabanlı ImageJ programı (University of Wisconsin-Madison) kullanılarak ölçümler yapıldı. Postür değerlendirmesi için Baş pozisyonu, koronal omuz açısı, torakal kifoz, lumbal lordoz, Q açısı, kalça açısı ve vücudun vertikal dizilimi olmak üzere 6 açı hesaplaması yapıldı (Canales ve ark 2010, Krawczyk ve ark 2014, Singla ve ark 2017).

**Baş Pozisyonu:** Sagital düzlemde tragus ile acromion'da yer alan belirteçler birleştirilerek açı değeri elde edildi. Bu açı başın normal, anterior veya posterior konumda olup olmadığını belirlemek için kullanıldı. Normal değeri 90° dir (Resim 13).

**Koronal Omuz Açısı:** Frontal planda her iki acromion'daki belirteçleri birleştiren çizginin yatay postür gridi çizgisi ile yaptığı açı değeri elde edildi. Bu açı sağ ve sol omuz seviyelerinin eşit olup olmadığını belirlemek için kullanıldı. Normal değeri 180°dir (Resim 14).



Resim 13 : ImageJ programında ölçülen baş pozisyonu



Resim 14: ImageJ programında ölçülen koronal omuz açısı

Torakal Kifoz: Sagittal düzlemde en büyük servikal konkavite en büyük torakal konveksiteyi birleştiren bir çizgi çekildi daha sonra en büyük torakal konveksiteden

en büyük lumbal konkaviteye bir çizgi çekilip birleştirilerek açı elde edildi (Resim 15).



Resim 15: ImageJ programında ölçülen torakal kifoz açısı

Lumbal Lordoz: Sagittal düzlemde torasik eğri üzerindeki en yüksek konveksite noktası ile gluteus bölgesindeki en yüksek noktaya çekilen çizgiler arasındaki açı elde edildi (Resim 16).



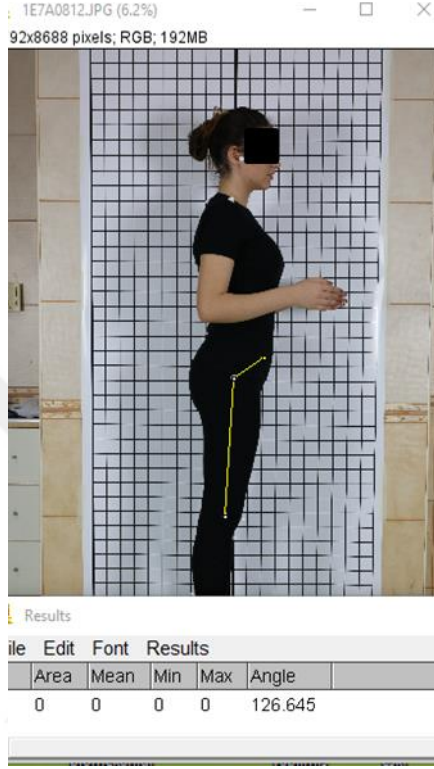
Resim 16: ImageJ programında ölçülen lumbal lordoz açısı

Q Açısı: Frontal düzlemde işaretlenmiş olan SİAS-patella orta noktası arasını birleştiren çizgi ile patella orta noktası-tuberositas tibia arasını birleştiren çizgiler arasındaki açı elde edildi. (Resim 17).



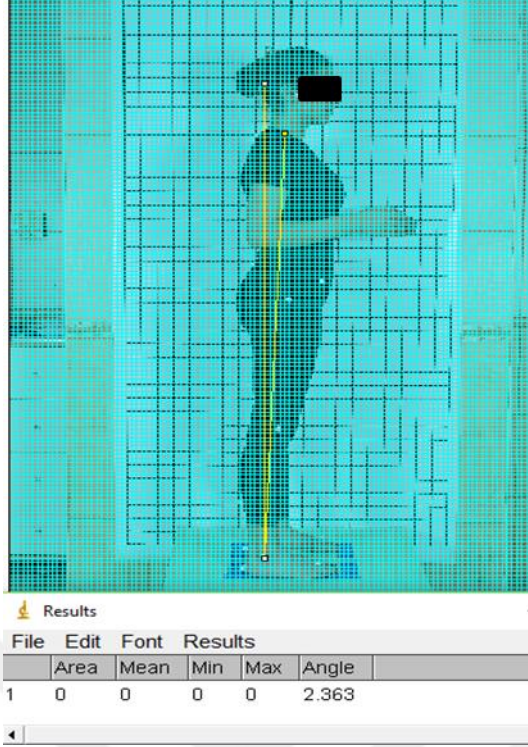
Resim 17: Imagej programında ölçülen Q açısı

Kalça Açısı: SİAS-trochanter major arasındaki çizgi ile diz eklemi-trochanter major'u arasındaki çizgilerin oluşturduğu açı elde edildi. Bu açı kalça eklemine fleksiyon ve ekstansiyona göre konumunu doğrulamak için kullanıldı (Resim 18).



Resim 18: ImageJ programıyla ölçülen kalça açısı

Vücutun Vertikal Dizilimi (VVD): Bu açı vücudun anteroposterior eğimini yansıtır. Akromiyonu ve lateral malleolleri birleştiren bir çizgi çizildi ve postür gridi üzerindeki dikey çizgi ile birleştirilip aradaki açı elde edildi (Resim 19).



Resim 19: ImageJ programıyla ölçülen vücudun vertikal dizilimi

Gönüllülerin fotoğrafları çekildikten sonra pelvik inklinasyon açıları inklinometre ile ölçüldü. İnklinometrenin kolları SİAS ile aynı taraflı SİPS'a konularak ölçüm yapıldı (Resim 20).



Resim 20: Pelvik inklinasyon ölçümü



Subtalar açı ölçümleri için gönüllülerin 32 cm yüksekliğinde olan platforma çıkmaları istendi. Daha sonra calcaneus orta noktası, ayak bileği eklemi ve bacak orta hattı işaretlendi ve gonyometre ile ölçüm yapıldı. Gonyometrenin sabit kolu bacak orta hattına konuldu, hareketli kolu ise calcaneus'un orta hattını takip ederek ölçüm yapıldı (Resim 21).



Resim 21: Subtalar açı ölçümü

### 5.3 PEDOBAROGRAFİK ANALİZ

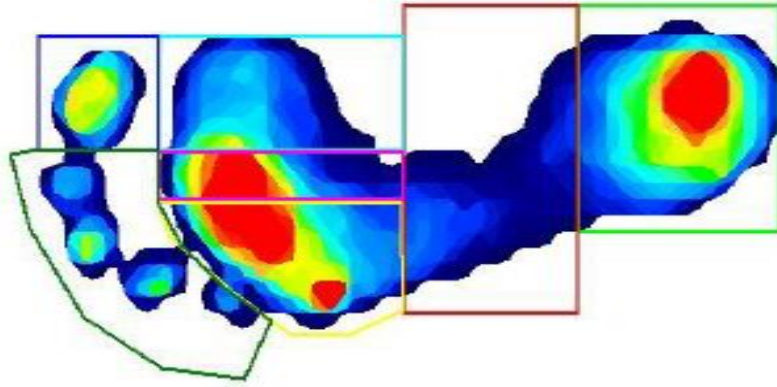
Çalışmaya katılan her gönüllüde dinamik pedobarografik ölçüm yapıldı. Pedobarografik ölçümler, Anabilim Dalımız envanterinde bulunan HR Mat (Tekscan Inc, Boston, MA, USA) platformu ile yapıldı. Bu cihaz resistif basınç sensörü teknolojisine sahip, 48,77 x 44,70 cm ebatlarında ölçüm alanı içinde, 4 sensör/cm<sup>2</sup> sensör içeren bir platformdur. Sensörler 180 Hz tarama frekansına kadar tarama yapabilmektedir. Her bir sensör 862 KPa ölçüm kapasitesine sahiptir ve platform

kalınlığı 0,57 cm dir. Cihazın ölçüm değeri cihaza ait HR Mat Research software 6,70 aracılığı ile elde edildi.

Gönüllülerde dinamik pedobarografik ölçüm yapıldı. Dinamik ölçüm için iki adım yürüme protokolü (two step-gait) kullanıldı (Resim 22)(Wearing ve ark 1999). Bu protokolde 6 metrelik bir yürüme yolu oluşturuldu. Yürüme hattı 0,5 mm kalınlığında sentetik materyal ile döşendi ve yürümeye başlandığında ikinci adımda platforma basacak şekilde yürüme hattının ortasındaki boşluğa pedobarografi platformu yerleştirildi. Gönüllülerden bu yürüme hattında yürüyerek platforma sağ ayaklarıyla basıp geçmeleri istendi. Başarılı 10 sağ ayak pedobarografik verisi elde edildiğinde prosedür sonlandırıldı. Elde edilen pedobarografik veriler üzerinde 7 bölgeye maskeleyme yapıldı (Resim 23)



Resim 22: İki adım yürüme protokolü



Resim 23: Yedi bölgeye ayrılmış pedobarografik veri örneği

Ayak tabanının tümünde ve maskeleyme yapılan alanlarda force (F), contact area (CA), contact pressure (CP), peak force (PF) ve peak contact pressure (PCP) parametreleri elde edildi.

## 5.4 VERİLERİN ANALİZİ

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirmesinde SPSS 15 for Windows programı kullanıldı. Demografik verilere ait yaşı, boy, kilo, VKİ, AOFAS alt ve üst değerleri ortalamaları ve standart sapmaları hesaplandı.

Pedobarografik ölçümlerde her kişinin üç ölçümünün ortalaması alınarak elde edilen değerin ortalama, standart sapma alt ve üst değerleri maskelenen her alan için hesaplandı. Veriler Q açısının kesme değeri 20 alınarak ikiye ayrıldı. İkiye ayrılan grupların karşılaştırılması öncesinde dağılımlarını saptamak amacıyla Kolmogorov-Smirnov testi uygulandı ve Gaussian dağılım gösteren veriler için student-t test, non-gaussian dağılım gösteren veriler içinde Mann-Whitney u testi uygulanarak grupların karşılaştırılması planlandı.

Q açısına göre ayrılan gruplarda sağ ayaktaki maskeleme alanları ile pelvik inklinasyon, subtalar açısı, vücudun vertikal dizilimi ve Q açısı arasında Pearson korelasyon testi yapıldı.

Değişkenler arasındaki farklarda  $p < 0,05$  anlamlı olarak kabul edildi.

## 6. BULGULAR

Çalışmamıza katılmayı kabul eden 53 gönüllünün 44 tanesi çalışmaya alınmıştır. Ölçümler sonucunda VKİ kriterlerimize uygun olmayan ve AOFAS skorunda tam puan alamayan 8 kişiye ait veri çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo 5: Çalışmaya alınan bireylerin demografik verileri

	Q≤20(n=15)			Q>20(n=29)			P
	Min-Max	Ort.	Std	Min-Max	Ort.	Std	
Yaş	19-22	20,137	0,990	19-22	20,20	1,014	0,846
Kilo	154-170	56,28	8,017	45-60	53,40	4,171	0,202
Boy	154-170	162,86	4,573	155-175	164,07	5,351	0,439
VKİ	17,15-25,71	21,18	2,612	17,58-23,44	19,8708	1,759	0,88

p>0,05

Çalışmamıza dahil edilen 44 kişiye ait demografik veriler Q açısı kesme değerine göre ayrılan gruplarda tablo 5’de gösterildi. Çalışmaya katılan kişilerden Q açısı 20°’den küçük olan kişilerin yaş ortalaması 20,1, vücut ağırlıklarının ortalaması 56,2 kg, boy ortalamaları 162,8 cm ve VKİ ortalaması ise 21,7 kg/m<sup>2</sup> dir. Q açısı 20°’den büyük gönüllülerde ise yaş ortalaması 20,2, vücut ağırlıklarının ortalaması 53,4 kg, boy ortalaması: 164 cm ve VKİ ortalaması 19,9 kg/m<sup>2</sup> dir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (p>0,05).

Tablo 6: Q açısı kesme değerine göre iki grubun pedobarografik verilerinin ortalamalarının karşılaştırılması (min: minimum; max: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma). (Total: tüm ayak; Midfoot: ayağın orta bölümü; FrstMTT: birinci metatarsal maskeleme alanı; ScndMTT: ikinci metatarsal maskeleme alanı; DigerMTT: diğer metatarsal maskeleme alanı; BasPRMK: başparmak maskeleme alanı; DigerPRMK: diğer parmaklar maskeleme alanı; FORCE: kuvvet; CA: temas alanı; CP: temas basıncı; PF: tepe kuvveti; PCP: tepe temas basıncı).

	Q>20				Q≤20				P
	Min	Max	Ort.	SD	Min-	Max	Ort.	SD	
SagTotalFORCE	580,46	1260,89	866,97	166,14	569,72	1191,57	815,55	157,96	0,328
SagTotalCA	60,82	115,18	88,89	16,11	67,44	106,49	83,85	12,52	0,297
SagTotalCP	182,06	381,09	268,48	46,45	215,90	424,67	277,97	54,45	0,548
SagTotalPF	45,17	219,53	99,75	35,80	49,58	136,01	86,57	26,60	0,216
SagTotalPCP	437,61	2126,71	966,28	346,78	480,32	1317,55	838,64	257,66	0,216
SagTopukFORCE	409,39	772,97	560,08	100,77	434,77	877,35	605,61	137,86	0,218
SagTopukCA	19,44	33,20	26,79	3,33	20,82	32,43	26,40	3,10	0,705
SagTopukCP	184,67	340,65	255,23	45,98	182,72	413,20	280,02	59,35	0,133
SagTopukPF	30,88	105,27	49,58	16,03	26,66	94,69	54,30	18,37	0,383
SagTopukPCP	299,12	1019,78	480,32	155,30	258,32	917,32	526,05	177,99	0,383
SagMidfootFORCE	11,58	350,61	140,21	82,85	28,55	266,39	102,11	65,92	0,130
SagMidfootCA	3,53	35,53	18,79	9,28	5,51	29,08	15,32	7,17	0,214
SagMidfootCP	78,66	248,77	131,89	50,66	84,54	264,14	121,42	48,94	0,515
SagMidfootPF	6,16	71,38	24,67	16,12	8,52	62,36	20,40	14,18	0,391
SagMidfootPCP	86,19	691,53	242,65	154,22	105,44	604,13	205,95	132,42	0,438
SagFrstMTTFORCE	25,46	325,86	162,12	69,17	34,11	298,16	170,92	78,02	0,704
SagFrstMTTCA	3,70	16,17	10,95	2,58	5,08	15,31	10,82	2,86	0,872
SagFrstMTTCP	85,21	524,55	224,19	97,81	93,01	643,95	245,81	132,60	0,542
SagFrstMTTPF	8,12	120,31	34,31	23,65	9,55	87,60	34,59	20,38	0,969

SagFrstMTTPCP	91,19	1165,47	334,56	227,35	122,72	848,60	339,64	193,56	0,942
SagScndMTTFORCE	43,59	440,56	151,82	71,22	88,07	269,75	144,23	49,61	0,715
SagScndMTTCA	3,18	12,04	5,52	1,64	3,96	8,86	5,28	1,19	0,620
SagScndMTTCP	148,26	649,81	333,90	118,80	212,64	567,96	327,04	99,97	0,849
SagScndMTTPF	19,29	117,70	53,35	23,30	28,82	100,68	49,21	19,50	0,559
SagScndMTTPCP	186,85	1140,21	516,85	225,72	279,17	975,35	476,74	188,94	0,559
SagDigerMTTFORCE	0,00	570,97	254,23	134,15	95,78	389,08	264,32	89,03	0,795
SagDigerMTTCA	0,00	22,28	10,13	5,24	5,42	19,01	11,45	4,52	0,412
SagDigerMTTCP	0,00	588,85	281,86	116,72	197,75	464,20	269,75	74,62	0,718
SagDigerMTTPF	0,00	219,53	70,99	45,79	32,18	136,01	58,01	26,86	0,319
SagDigerMTTPCP	0,00	2126,71	687,70	443,63	311,72	1317,55	561,92	260,17	0,319
SagBasPRMKFORCE	69,62	672,72	286,82	134,30	108,33	415,74	226,06	102,24	0,133
SagBasPRMKCA	5,59	19,18	11,37	4,32	5,76	14,11	9,28	3,18	0,105
SagBasPRMKCP	116,39	436,96	285,73	85,80	160,58	405,66	273,98	72,81	0,653
SagBasPRMKPF	17,84	117,25	62,95	28,24	27,46	92,29	60,14	23,63	0,743
SagBasPRMKPCP	172,79	1135,83	609,85	273,55	266,08	894,08	582,57	228,96	0,743
SagDigerPRMKFORCE	4,93	174,15	75,07	43,55	0,00	308,99	88,68	81,83	0,473
SagDigerPRMKCA	0,60	9,20	5,28	2,26	0,00	18,15	5,63	4,16	0,724
SagDigerPRMKCP	37,94	309,31	165,01	65,57	0,00	303,50	164,21	74,94	0,971
SagDigerPRMKPF	2,94	78,10	30,44	16,95	0,00	74,65	28,59	17,91	0,738
SagDigerPRMKPCP	37,94	756,58	317,08	177,27	0,00	723,12	284,84	174,14	0,608

20° Q açısı kesme değeri kullanılarak oluşturulan 2 gruba ait ayak tabanı basınç verileri karşılaştırılmıştır. 2 grup arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ )

Tablo 7: Q açısı kesme değerine göre iki grubun pelvik inklınasyon, subtalar açısı, vücudun vertikal dizilimi ve Q açısı değerlerinin pedobarografik verilerle korelasyonu. (Total: tüm ayak; Midfoot: ayağın orta bölümü; FrstMTT: birinci metatarsal maskeleme alanı; ScndMTT: ikinci metatarsal maskeleme alanı; DigerMTT: diğer metatarsal maskeleme alanı; BasPRMK: başparmak maskeleme alanı; DigerPRMK: diğer parmaklar maskeleme alanı; FORCE: kuvvet; CA: temas alanı; CP: temas basıncı; PF: tepe kuvveti; PCP: tepe temas basıncı).

	Q>20								Q≤20							
	Pelvik İnk.		Subtalar Açısı		Vücudun vertikal dizilimi		Q açısı		Pelvik İnk.		Subtalar Açısı		Vücudun vertikal dizilimi		Q açısı	
	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
<b>OrtSagTOTALFORCE</b>	,699	-,075	,513	,126	,047	<b>-,372*</b>	,441	,149	,769	-,083	,579	-,156	,392	-,238	,932	,024
<b>OrtSagTOTALCA</b>	,840	,039	,696	-,076	,135	-,284	,939	,015	,962	-,013	,719	-,101	,871	-,046	,341	-,264
<b>SagTOTALCP</b>	,733	,066	,880	,029	,381	-,169	,091	,320	,761	-,086	,504	-,187	,403	-,233	,991	-,003
<b>SagTOTALPCP</b>	,796	-,050	,227	,231	,745	-,063	,934	,016	,912	-,031	,668	-,121	,930	,025	,373	,248
<b>SagTopukFORCE</b>	,963	-,009	,836	-,040	,216	-,237	,034	<b>,395*</b>	,604	-,146	,911	-,032	,198	-,352	,402	-,234
<b>SagTopukCA</b>	,649	-,088	,746	-,063	,041	<b>-,382*</b>	,941	,014	,907	,033	,310	,281	,304	-,285	,129	-,410
<b>SagTopukCP</b>	,319	,192	,862	-,034	,892	-,026	,016	<b>,443*</b>	,733	-,096	,725	-,099	,560	-,164	,561	-,163
<b>SagTopukPF</b>	,759	,060	,941	-,014	,776	,055	,098	,313	,956	,016	,371	,249	,192	-,356	,672	-,119
<b>SagTopukPCP</b>	,759	,060	,941	-,014	,776	,055	,098	,313	,956	,016	,371	,249	,192	-,356	,672	-,119

<b>SagMidfootFORCE</b>	,813	-,046	,234	-,228	,402	-,162	,940	,015	,283	,297	,116	-,424	,682	,115	,622	,139
<b>SagMidfootCA</b>	,767	,058	,284	-,206	,617	-,097	,959	,010	,230	,330	,147	-,393	,562	,163	,926	,026
<b>SagMidfootCP</b>	,363	-,175	,629	-,094	,771	,056	,544	,117	,087	,457	,046	<b>-,521*</b>	,431	,220	,819	-,065
<b>SagMidfootPF</b>	,608	-,099	,340	-,184	,708	-,073	,355	,178	,120	,419	,048	<b>-,518*</b>	,644	,130	,894	-,038
<b>SagMidfootPCP</b>	,583	-,106	,341	-,183	,686	-,078	,394	,164	,124	,415	,057	-,501	,646	,129	,898	-,036
<b>SagFrstMTTFORCE</b>	,984	-,004	,516	,126	,140	-,281	,819	,044	,047	<b>-,520*</b>	,966	-,012	,828	,061	,988	-,004
<b>SagFrstMTTCA</b>	,976	,006	,500	,130	,091	-,320	,914	-,021	,052	-,509	,874	-,045	,922	-,028	,318	-,277
<b>SagFrstMTTCP</b>	,604	,100	,515	,126	,107	-,306	,675	,081	,448	-,212	,362	-,253	,990	-,003	,433	,219
<b>SagFrstMTTPF</b>	,959	,010	,419	,156	,343	-,183	,804	-,048	,322	-,275	,671	-,120	,808	,069	,560	,164
<b>SagFrstMTTPCP</b>	,991	,002	,419	,156	,358	-,177	,775	-,055	,344	-,263	,631	-,135	,762	,086	,456	,208
<b>SagScndMTTCA</b>	,707	,073	,982	,004	,020	<b>-,428*</b>	,628	-,094	,707	-,106	,806	,069	,524	-,179	,356	,257
<b>SagScndMTTCP</b>	,969	,008	,453	,145	,007	<b>-,488**</b>	,145	,278	,536	-,173	,958	,015	,388	-,240	,466	,204
<b>SagScndMTTPF</b>	,974	,006	,472	,139	,008	<b>-,483**</b>	,134	,285	,649	-,128	,900	-,035	,379	-,245	,573	,159
<b>SagScndMTTPCP</b>	,974	,006	,472	,139	,008	<b>-,483**</b>	,134	,285	,649	-,128	,900	-,035	,379	-,245	,573	,159
<b>SagDigerMTTFORCE</b>	,479	,137	,206	,242	,298	-,200	,939	-,015	,012	<b>-,632*</b>	,062	,493	,275	-,301	,430	-,221
<b>SagDigerMTTCA</b>	,386	,167	,283	,206	,255	-,218	,991	-,002	,073	-,476	,094	,448	,109	-,430	,251	-,316



<b>SagDigerMTTCP</b>	,762	,059	,226	,232	,344	-,182	,804	-,048	,571	-,159	,585	,154	,992	,003	,359	,255
<b>SagDigerMTTPF</b>	,964	,009	,196	,247	,681	-,080	,735	-,066	,595	-,149	,730	,097	,780	,079	,086	,458
<b>SagDigerMTTCP</b>	,964	,009	,196	,247	,681	-,080	,735	-,066	,595	-,149	,730	,097	,780	,079	,086	,458
<b>SagBasPRMKFORCE</b>	,233	-,228	,487	-,134	,766	,058	,500	,130	,020	<b>,594*</b>	,091	-,452	,456	,208	,738	,095
<b>SagBasPRMKCA</b>	,394	-,164	,276	-,209	,372	,172	,606	,100	,044	<b>,527*</b>	,120	-,419	,357	,256	,502	,188
<b>SagBasPRMKCP</b>	,671	-,082	,512	,127	,137	-,283	,075	,335	,601	,147	,528	-,177	,439	,216	,693	-,111
<b>SagBasPRMKPF</b>	,767	,058	,745	,063	,125	-,292	,034	<b>,395*</b>	,826	,062	,423	-,224	,757	,087	,607	-,145
<b>SagDigerPRMKFORCE</b>	,849	,037	,310	,195	,046	<b>-,374*</b>	,511	,127	,607	-,145	,758	-,087	,341	,264	,531	-,176
<b>SagDigerPRMKCA</b>	,754	,061	,399	,163	,234	-,228	,940	-,015	,528	-,177	,902	-,035	,224	,334	,220	-,336
<b>SagDigerPRMKCP</b>	,288	,204	,611	,099	,026	<b>-,414*</b>	,064	,348	,814	-,067	,489	-,194	,988	-,004	,987	-,005
<b>SagDigerPRMKPF</b>	,372	,172	,450	,146	,018	<b>-,438*</b>	,140	,281	,964	-,013	,442	-,215	,978	,008	,869	-,047
<b>SagDigerPRMKPCP</b>	,525	,123	,261	,216	,025	<b>-,414*</b>	,240	,225	,987	-,005	,482	-,197	,983	-,006	,898	-,036

\* P<0,05, \*\*P<0,01

Q açısı 20° kesme değerine göre iki gruba ayrılan gönüllülere ait pedobarografik veriler ile pelvik inklinasyon, subtalar açısı, vücudun vertikal dizilimi ve Q açısı ile korelasyonu bakıldı. Veriler incelendiğinde  $Q \geq 20^\circ$  olanların vücudun vertikal dizilimi ile topuk temas alanı ikinci metatarsal temas alanı, ikinci metatarsal alanda ve iki, üç, dört ve beşinci parmaklar altında oluşan kuvvet değeri ile, iki, üç, dört ve beşinci parmaklar altında oluşan basınç, tepe basıncı, tepe kuvveti ile negatif yönlü korelasyon görülürken;  $Q \leq 20^\circ$  olan gönüllülerde korelasyon saptanmadı.  $Q \geq 20^\circ$  olan gönüllülerde Q açısı ile topuk basıncı, topuk temas basıncı, başparmak tepe kuvveti ve başparmak temas basıncı ile pozitif yönlü korelasyon görüldü  $Q \leq 20^\circ$  ise herhangi bir korelasyon saptanmadı.  $Q \leq 20^\circ$  olanlarda pelvik inklinasyon ile birinci metatars altında oluşan kuvvet, iki, üç, dört ve beşinci metatars altında oluşan kuvvet, başparmak altında oluşan kuvvet ve temas alanı ile negatif yönlü korelasyon saptanırken,  $Q \geq 20^\circ$  olan gönüllülerde korelasyon saptanmadı.  $Q \leq 20^\circ$  olan gönüllülerin subtalar açısı ile ayağın ortasının altında oluşan temas basıncı ve tepe kuvveti ile negatif yönlü korelasyon görülürken  $Q \geq 20^\circ$  ise herhangi bir korelasyon saptanmadı.

Tablo 8: Q açısı kesme değerine göre 2 grubun postür verilerinin ortalamalarının karşılaştırılması (min: minimum; max: maksimum; ort: ortalama; SD: standart sapma)

	Q≤20(n=15)			Q>20(n=29)			P
	Min-Max	Ort.	SD	Min-Max	Ort.	SD	
Q Açısı	5,11-19,85	14,99	4,91	20,20-26,53	23,30	2,20	<b>0,000</b>
Subtalar Açısı	2,00-4,67	2,98	0,71	2,00-5,00	3,29	0,85	0,234
Pelvik İnklinasyon	0,5-12,7	4,07	3,40	1,0-11,3	4,35	2,92	0,783
Başın Pozisyonu Sağ	49,01-83,52	71,22	8,84	60,53-80,54	72,40	5,95	0,602
Koronal Omuz Açısı	0,391-3,035	1,67	0,91	0,180-3,975	1,56	0,95	0,718
Torakal Kifoz	142,04-167,04	148,90	6,49	140,69-161,27	149,50	5,13	0,737
Lumbal Lordoz	136,82-153,65	146,35	5,45	130,78-157,29	144,45	6,12	0,319
Kalça Açısı	114,70-145,39	132,18	8,83	117,62-195,39	136,21	14,39	0,329
VVD	0,20-2,35	1,21	0,67	0,28-3,94	1,79	0,94	<b>0,043*</b>

\*p<0,05

20° Q açısı kesme değeri kullanılarak iki gruba ait postür verileri karşılaştırıldığında vücudun vertikal dizilimi hariç gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).



## 7. TARTIŞMA

18-25 yaş arasındaki sağlıklı genç kadın popülasyonunda genel postür değerlendirmesini ve postür ile ilgili ölçüm değerlerinin (Q açısı, subtalar açısı, pelvik inklınasyon ve vücudun vertikal dizilimi) dinamik ayak taban basınç dağılımına etkisini araştırmayı amaçladık.

Bu çalışmada postür değerlendirmesi sırasında ölçülen Q açısına göre 2 grup oluşturduk; Q açısı 20° ve daha küçük olan gönüllüler (n=15) ile Q açısı 20°'den daha büyük olanlar (n=29). Gruplar arasında demografik veriler bakımından anlamlı bir fark yoktu ( $p>0,05$ ). Elde edilen pedobarografik verilerin iki grup arasında karşılaştırılması yapıldığında istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Ancak her bir grup için; pelvik inklınasyon, subtalar açısı, vücudun vertikal dizilimi ve Q açısına göre ölçülen değerler ile pedobarografik verilerin karşılaştırılmasından, her iki grup için farklı maskeleme alanlarında korelasyon olduğu gözlemlendi.

Literatürde postür değerlendirmesinde kullanılan pekçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerden MRI ve benzeri yöntemler pahalı iken X ray gibi radyasyon yayan yöntemler kişilerde radyasyona bağlı problemleri içerir (Berthonnaud ve ark 2009, Steffen ve ark 2010, Suzuki ve ark 2010). Birçok postür değerlendirmesi çalışmasında fotoğraflama yöntemi kullanılmıştır. Literatürde postür değerlendirmesinde kullanılan yöntemlerin güvenilirliği tartışma konusudur. Fotoğrafın kullanıldığı postural değerlendirmeler, X-Ray gibi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında güvenilir sonuçlar verdiği çalışmalarla kanıtlanmıştır (do Rosário 2014). Fotoğraf üzerinden postür değerlendirmesinde tartışılan bir diğer konu ise anatomik belirteç noktalarının doğru belirlenmesidir (Hunt, Birmingham et al. 2008) Mündermann ve ark. yaptığı çalışmalarda radyografik ölçümlerde belirteç noktalarının yerleştirilmesi arasında makul bir korelasyon olduğunu gösterdi (Hunt ve ark 2008, Mündermann ve ark 2008).

Çalışmamızda Q açısı değerini hesaplarken ölçüm hatasını en aza indirmek ve tekrarlanabilir ölçüm yapabilmek için fotoğraflama yöntemini tercih ettik. Sacco ve ark. yaptıkları çalışmada alt ekstremitenin gonyometrik ölçümlere göre fotoğraflama yönteminin güvenilirliğini araştırmışlar (Sacco ve ark 2007). Yirmi altı asemptomatik gönüllü üzerinde yapılan çalışmada Q açısı ölçümünde fotoğraflama

yönteminin daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Ancak Nakashima ve ark. yaptıkları çalışmada fotoğraf üzerindeki ölçümlerde yapışkanlı kürelerin doğru konumlandırılmaması ve seçilen anatomik bölgenin uygunsuzluğu nedeniyle ölçümde hatalar olabileceğine dikkat çekmişlerdir (do Rosário ve ark 2012).

Postüral değerlendirme yöntemi bizim çalışmamız gibi fotoğraf ile ölçüm yapan Miranda ve ark., 18-50 yaş arası 67 kadın arasında kronik pelvik ağrısı olan 30 gönüllü ve 37 sağlıklı kadın grubunda yaptığı postür değerlendirmesi çalışmasında sağlıklı kişilerden oluşan kontrol grubunda ortalama baş pozisyonunu  $52,0 \pm 6,5^\circ$  olarak buldu (Miranda ve ark 2009). Bizim çalışmamızda Q açısına göre ikiye ayrılan gönüllülerin ortalama baş pozisyonu; Q açısı  $20^\circ$  ve daha küçük olan grubun baş pozisyonu ortalama  $71,22 \pm 8,84$  derece iken Q açısı  $20^\circ$ 'den büyük olan grubun  $72,40 \pm 5,95$  derece olarak bulundu ve iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı ( $p=0,602$ ). Miranda ve ark. tarafından yapılan çalışmaya göre ortalama baş pozisyonu değeri bizim çalışmamızda daha yüksek değerde kaydedildi. Bu durumun Miranda ve ark.'nın yaptığı çalışmaya dahil edilen gönüllülerin yaş ortalamasının daha büyük olması, etnik ve kültürel farklılık gibi nedenlere bağlı olduğu düşünüldü.

Miranda ve ark., koronal omuz açısı ölçümü yapmışlar ve  $1,6 \pm 0,5$  derece olarak saptamışlardır. Bu çalışmada koronal omuz açısı Q açısı  $20^\circ$  ve daha küçük olan grupta  $1,67 \pm 0,91$  ve Q açısı  $20^\circ$ 'den büyük olan grupta  $1,56 \pm 0,95$  olarak ölçülmüştür. Raine ve ark. tarafından yapılan herhangi bir problemi olmayan 160 kadın ve erkek gönüllünün yer aldığı, baş ve omuzun postürel değerlendirmesi çalışmasında 17-29 yaş arasında olan 33 sağlıklı kadının koronal omuz açısı ortaması  $181,6 \pm 1,6$  olarak ölçülmüştür (Raine ve Twomey 1997). Ölçüm metodu olarak .çalışmamızda koronal omuz açısı iki acromion'dan geçen horizontal çizgi sıfır derece olarak kabul edilip ölçülmüş olmasına rağmen Raine ve ark.'nın çalışmasında bu horizontal çizgi  $180^\circ$  olarak kabul edilmiştir. Bu çalışma literatürdeki benzer çalışmalar ile uyumludur.

Miranda ve ark., tarafından yapılan çalışmada, ortalama kifoz açısı kontrol grubu için  $143,4 \pm 7,1^\circ$  olduğu bulunmuştur (Miranda, 2009). Bu değer bizim çalışmamızdaki Q açısı  $20^\circ$  ve daha küçük olan grubun ( $148,90 \pm 6,49$ ) ve Q açısı  $20^\circ$ 'den büyük olan grubun ( $149,50 \pm 5,13$ ) ortalama kifoz açısı değerleri ile benzerdir. Major depresif olgularda yapılan bir çalışmada bu açının depresyonun aktif olduğu dönemde değiştiği ve kifozun arttığı gösterilmiş olup, aynı çalışmada 37 kişiden oluşan kontrol grubunun torasik kifoz açısının ortalama değeri sağdan çekilen

görüntülerde  $145,05 \pm 5,99$ , soldan çekilen görüntülerde ise  $146,19 \pm 5,72$  olarak bulunmuştur (Canales, 2010). Kontrol grubu her iki cinsiyetten seçilen ve ortalama yaşı  $34,78 \pm 6,21$  olan gönüllülerden seçilmiş olmakla birlikte sonuçları bizimki ile uyumludur. Ayrıca bu durum postür çalışmalarında seçilecek grupların ruhsal durumunun çalışma öncesi değerlendirilmesi gerektiğini de göstermektedir. Kifoz açısı ölçümüyle ilgili postürel çalışmalar daha çok radyolojik çalışmalar olup, bu çalışmada kullanılan fotogrametrik ölçüm yöntemi kullanılan sağlıklı grup çalışması literatürde az sayıda bulunmaktadır.

Miranda ve ark. çalışmalarında, kontrol grubu için ortalama lumbal lordoz açısını  $152,3 \pm 6,4$  derece olarak ölçmüştür (Miranda, 2009). Bu çalışmada lumbal lordoz açısı Q açısı  $20^\circ$  ve daha küçük olan grupta ortalama  $146,35 \pm 5,45$  ve Q açısı  $20^\circ$ 'den büyük olan grupta  $144,45 \pm 6,12$  derece olarak ölçülmüş olup Miranda'nın çalışma grubuna göre bizim gönüllülerimizin daha lordotik postürde oldukları gözlenmiştir.

Q açısı, m. quadriceps femoris'in, pelvis, femur ve tibia'nın iskelet yapılarına göre hizalanmasının klinik bir ölçütüdür. Aşırı Q açısı ekstansör mekanizmasının uyumsuzluğunun göstergesi olarak kabul edilir ve ön diz ağrısı, patellar sublüksasyon veya çıkık ve alt ekstremitte yaralanmaları ile ilişkili bulunmuştur (Hvid ve Andersen 1982, Aglietti ve ark 1983, Huberti ve Hayes 1984, Boucher ve ark 1992, Caylor ve ark 1993).

Literatürde Q açısının patolojik sınırları ile ilgili bir anlaşmazlık vardır (Horton ve Hall 1989, Woodland ve Francis 1992, Livingston 1998). Bazı çalışmalar Q açısının  $20^\circ$  dereceden daha fazla olmasını patolojik olarak görürken, başka çalışmalarda  $10-14^\circ$  kadar düşük değerlerin sorunlu olduğunu öne sürmektedirler (Paulos ve ark 1980, Zimble ve ark 1980, Insall ve ark 1983, Noll ve ark 1988). Bu farklı fikirler kısmen standart bir ölçüm pozisyonunun olmamasından kaynaklanabilir (Paulos, 1980, Caylor, 1993). Q açısının patolojik değerini çalışmamızda literatürde daha çok rabet gören  $20^\circ$  üzeri olarak kabul ettik.

Çalışmalarda Q açısının değerini etkileyen parametrelerden biri cinsiyet olarak belirtilmiştir (Sendur ve ark 2006). Livingston ve ark. yaptığı çalışmada, kadın ve erkeklerin Q açısı değerleri arasında  $3,9^\circ-4,9^\circ$  fark bulunduğu bildirilmiştir (Livingston ve Spaulding 2002). Bu çalışmada cinsiyet farkından kaynaklanabilecek hataları ortadan kaldırmak için sadece doğum yapmamış kadın gönüllülerle çalıştık.

Q açısını etkilen bir diğer parametrenin yaş faktörü olduğu düşünülmektedir (Hsu ve ark 1990, Bayraktar ve ark 2004). Bayraktar ve ark. Q açısı ve yaş arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmada, çocuk ve adölesan dönemdeki kişilerin yetişkinlere göre daha yüksek Q açısı değerine sahip olduğunu gözlemlemiştir (Bayraktar, 2004). Hsu ve ark. yaptığı çalışmada ise; 25-40 ve 41-60 yaş grupları arasında yaş ile Q açısı arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Hsu, 1990). Biz çalışmamıza 18-25 yaş arası kadın gönüllüleri alarak yaş faktöründen kaynaklanabilecek hatayı ortadan kaldırmayı amaçladık. Böylece yaşa bağlı oluşabilecek farklılıkları sınırlandırdık.

Bu çalışmada Q açısı  $20^{\circ}$  ve daha küçük olan grupta dinamik pedobarografik ölçümde yapılan maskeleme sonucu sağ ayak orta bölümünde (midfoot) temas basıncı (CP) ve tepe kuvveti (PF) parametreleri ile subtalar açısı arasında ters yönlü korelasyon saptandı. Buna karşılık Q açısı  $20^{\circ}$ 'den büyük olan grupta Q açısı ile subtalar açısı arasında ilişki saptanmazken, Q açısı ile topuk kuvveti (topukforce) topuk temas basıncı (topukCP) sağ başparmak tepe kuvveti (SagBasPRMKPF) ve sağ başparmak tepe temas basıncı (BasPRMKPCP) parametreleri arasında pozitif yönlü korelasyon saptandı. Tillman ve ark. büyük bir Q açısının kalkaneal eversiyonu arttırdığını ve bu durumda subtalar eklemde pronasyonda konumlanabileceğine işaret etmişlerdir (Tillman ve ark 2005). Bizim bulgularımız yürüme esnasında alınan pedobarografik veriler olup, Tillman ve ark.'nın bulgularına paralel bir şekilde topuktan başlayarak başparmağa doğru uzanan kuvvet ve basınç artışı görülmektedir.

Vücutun vertikal dizilimi (VVD) postürün sagittal düzlemde değerlendirilmesi için önemli bir parametredir. Bu ölçüm için acromion'dan malleolus lateralis'e çizilen hat ile çekül hattı arasında kalan açıya bakılır. Bu açı vücudun ön-arka yöndeki eğimini yansıtır. Bizim çalışmamızda VVD tüm gönüllülerde öne eğimli (pozitif) olarak ölçüldü. Genel VVD  $1,59 \pm 0,89$ , Q açısı  $20^{\circ}$  ve daha küçük olan grupta  $1,21 \pm 0,66$ , Q açısı  $20^{\circ}$ 'den büyük olan grupta  $1,78 \pm 0,94$  bulundu. İki grup arasında VVD'ye göre anlamlı fark saptandı ( $p=0,043$ ). Literatürde VVD ile ilgili yapılmış olan çalışmalarda pozitif yönde sonuçlar bulunmuş olup, çeşitli çalışmalarda iki yönlü fotogrametrik değerlendirmeler yapılmıştır. Carregaro ve ark.'nın kadınlar ve erkeklerde sağdan çekilmiş fotoğraflar üzerinde yaptıkları çalışmada VVD değerleri kadınlarda ( $n=24$ )  $0,99 \pm 0,24$  derece, erkeklerde ( $n=13$ )  $1,60 \pm 0,42$  derece olarak ölçülmüştür (Carregaro ve ark 2012). Glaner ve ark.'nın 30

sağlıklı kadın gönüllüde (yaş ortalaması:  $22,4 \pm 1,5$  yıl) yapılan çalışmada, iki gözlemci tarafından sağ taraftan yapılan postür değerlendirmesinde VVD birinci gözlemci için  $1,80 \pm 0,90$  derece, ikinci gözlemci için  $1,80 \pm 1,00$  derece olarak saptanmıştır. Tekrarlayan ölçümlerde VVD ölçümleri arasında yüksek korelasyon gözlenmiştir (Glaner ve ark 2012).

VVD'nin dinamik pedobarografik değerlerle ilişkisi analiz edildiğinde Q açısı normal olarak kabul edilen grupta ayak tabanındaki basınç dağılımı üzerine etki bakımından bir ilişki saptanmamışken, Q açısı  $20^\circ$  ve üzeri olan grupta sağ ayağın tamamı, topuk, ikinci ve diğer metatarsal maskeleme alanları ile diğer parmakları ilgilendiren maskeleme alanında farklı parametreler için ters yönlü korelasyon saptandı. Bu sonuçlar bize VVD'de öne doğru eğim arttıkça dinamik pedobarografik dağılımın bozulmaya başladığını göstermektedir. Ayağın tümünü ilgilendiren kuvvet (Force) parametresinde ve topuk temas alanında (CA) yüksek ters yönlü ilişki ( $p < 0,05$ ), özellikle ayağın ikinci metatarsal maskeleme alanında tüm parametrelerde çok yüksek ( $p < 0,01$ ) ters yönlü ilişki şeklinde gözlemlendi. Temas alanı hariç diğer parametreler için diğer parmak maskeleme alanında da yüksek korelasyon saptandı ( $p < 0,05$ ). Literatürde VVD ile pedobarografik verileri analiz eden sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan Souza ve ark.'nın yaptığı çalışmada temporomandibular bozukluğu olan ve olmayan bayanlarda vücut postürü ve plantar basınç dağılımı arasındaki ilişki incelenmiş ve VVD bakımından fark saptanmamış olmakla birlikte semptomatik grupta ayağın arka bölümü ve metatarsal bölgesinde basıncın arttığını göstermişlerdir (Souza ve ark 2014). Her ne kadar söz konusu çalışma statik pedobarografik değerlendirme yapmışsa da, çalışmamızda da benzer basınç dağılım bozukluklarını ayağın topuk ve ön ayağın dış kısmında gözlemledik. Çeşitli klinik durumlarda ayak taban basınç dağılımının değiştiği ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Kul-Panza ve Berker 2006, Halawa ve ark 2018). Bu çalışmalarda sadece postürel dizilimin değil aynı zamanda patolojik durumların da statik ve dinamik plantar basınç dağılımını etkilediği gösterilmiştir.



## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaptığımız çalışmada aynı yaş ve cinsiyette gönüllülerde 20° Q açısı kesme değeri kullanılarak oluşturulan iki gruba ait sağ ayak plantar basınç verileri karşılaştırıldı. İki grup arasında ayak tabanın tümü ve maskelenmiş yedi alanına ait parametreler arasında anlamlı fark saptanmadı. Ancak postür değerlendirmesi amacıyla ölçülen VVD, pelvik inklinasyon, Q açısı ve subtalar açısı bakımından pedobarografik parametreler ilişkilendirildiğinde, Q açısı normal olan grupta subtalar açısı ile ayağın orta bölümünün temas basıncı ve tepe kuvvet değerleri arasında ters yönlü korelasyon gösterdiği aynı zamanda pelvik inklinasyon ile birinci metatarsal ve başparmak maskeleme alanlarında ters yönlü korelasyon saptandı. Q açısı 20°'den büyük olan grupta ise pedobarografik verilerle en önemli ilişki VVD ve Q açısı arasında gözlemlendi. Özellikle Q açısı büyük grupta VVD'nin ayağın ön-dış bölümüyle ilgili pedobarografik verilerle ilişkili olduğu saptandı. Yine aynı grupta topuk bölgesi plantar basınç verileriyle VVD ile negatif yönlü, Q açısı ile pozitif yönlü korelasyon gösterdiği tespit edildi.

Çalışmanın sonucunda postürü etkileyen parametrelerin ayak tabanı basınç verileriyle önemli oranda ilişkili olduğu gösterildi. Postür bozukluğu söz konusu olduğunda ayak taban basınç dağılımını dengeleyecek tabanlık kullanımı, özellikle eşlik eden kronik hastalığı olan (diyabet, osteoartrid, romatoid artrid vb.) bireylerde önemli fayda sağlayacaktır(Kul-Panza ve Berker 2006, Halawa, 2018).

## 9. KAYNAKLAR

Aglietti, P., J. N. Insall and G. Cerulli (1983). "Patellar pain and incongruence. I: Measurements of incongruence." Clinical orthopaedics and related research(176): 217-224.

Ando, T., H. Hirose, M. Inoue, K. Shino and T. Doi (1993). "A new method using computed tomographic scan to measure the rectus femoris-patellar tendon Q-angle comparison with conventional method." Clinical orthopaedics and related research(289): 213-219.

Arıncı, K. and A. Elhan (1995). "Anatomi 1. cilt." Güneş Kitabevi, Ankara **388**.

Bayraktar, B., I. Yucesir, A. Ozturk, A. K. Cakmak, N. Taskara, A. Kale, D. Demiryurek, A. Bayramoglu and H. Camlica (2004). "Change of quadriceps angle values with age and activity." Saudi medical journal **25**(6): 756-760.

Berthonnaud, E., J. Dimnet and R. Hilmi (2009). "Classification of pelvic and spinal postural patterns in upright position. Specific cases of scoliotic patients." Computerized Medical Imaging and Graphics **33**(8): 634-643.

Beyazova, M. and Y. Kutsal (2000). "Fiziksel tıp ve rehabilitasyon." Güneş Kitabevi, Ankara: 156-158.

Boucher, J. P., M. A. King, R. Lefebvre and A. Pépin (1992). "Quadriceps femoris muscle activity in patellofemoral pain syndrome." The American journal of sports medicine **20**(5): 527-532.

Cailliet, R. and A. Eccles (1996). Soft tissue pain and disability, FA Davis Philadelphia.

Canales, J. Z., T. A. Cordás, J. T. Fiquer, A. F. Cavalcante and R. A. Moreno (2010). "Posture and body image in individuals with major depressive disorder: a controlled study." Revista brasileira de psiquiatria **32**(4): 375-380.

Carregaro, R., J. Falcao, K. Massuda, D. Masunaga, C. Sinzato, A. B. de Oliveira and R. S. Padula (2012). "Postural analysis and psychosocial measurements of federal civil servants of an institution of higher education." Work **41**(Supplement 1): 4795-4800.

Caylor, D., R. Fites and T. W. Worrell (1993). "The relationship between quadriceps angle and anterior knee pain syndrome." Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy **17**(1): 11-16.

Cottingham, J. T., S. W. Porges and K. Richmond (1988). "Shifts in pelvic inclination angle and parasympathetic tone produced by Roling soft tissue manipulation." Physical therapy **68**(9): 1364-1370.

Csintalan, R. P., M. M. Schulz, J. Woo, P. J. McMahon and T. Q. Lee (2002). "Gender differences in patellofemoral joint biomechanics." Clinical Orthopaedics and Related Research **402**: 260-269.

DiGioia, A., B. Jaramaz, F. Picard and L.-P. Nolte (2004). Computer and robotic assisted hip and knee surgery, Oxford university press.

do Rosário, J. L. P. (2014). "Photographic analysis of human posture: a literature review." Journal of bodywork and movement therapies **18**(1): 56-61.

do Rosário, J. L. P., I. Y. Nakashima, K. Rizopoulos, D. Kostopoulos and A. P. Marques (2012). "Improving posture: comparing segmental stretch and muscular chains therapy." Clinical Chiropractic **15**(3-4): 121-128.

Dunk, N. M., J. Lalonde and J. P. Callaghan (2005). "Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images." Journal of manipulative and physiological therapeutics **28**(6): 386-392.

Elveru, R. A., J. M. Rothstein, R. L. Lamb and D. L. Riddle (1988). "Methods for taking subtalar joint measurements: a clinical report." Physical therapy **68**(5): 678-682.

Ferreira, E. A. G., M. Duarte, E. P. Maldonado, T. N. Burke and A. P. Marques (2010). "Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability." Clinics **65**(7): 675-681.

Freedman, B. R., T. J. Brindle and F. T. Sheehan (2014). "Re-evaluating the functional implications of the Q-angle and its relationship to in-vivo patellofemoral kinematics." Clinical Biomechanics **29**(10): 1139-1145.

Furlanetto, T. S., J. A. Sedrez, C. T. Candotti and J. F. Loss (2016). "Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: A systematic review." World journal of orthopedics **7**(2): 136.

Gefen, A., M. Megido-Ravid, Y. Itzchak and M. Arcan (2000). "Biomechanical analysis of the three-dimensional foot structure during gait: a basic tool for clinical applications." Journal of biomechanical engineering **122**(6): 630-639.

Glaner, M., Y. Mota, A. Viana and M. Santos (2012). "Photogrammetry: reliability and lack of objectivity in posture evaluation." Motri **8**: 78-85.

Gökmen, F. G. (2003). "Sistematik anatomi." Güven Kitabevi. İzmir: 794-892.

Grey, H. and L. Bannister (1995). "Grey's anatomy." L Williams and R Warwick (red), Ed.

Halawa, M. R., Y. M. Eid, R. A. El-Hilaly, M. M. Abdelsalam and A. H. Amer (2018). "Relationship of planter pressure and glycemic control in type 2 diabetic patients with and without neuropathy." Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews **12**(2): 99-104.

Haskell, A. and R. Mann (2010). "Foot and ankle. Biomechanics." DeLee & Drez's orthopaedic sports medicine **2**: 1865-1873.

Horton, M. G. and T. L. Hall (1989). "Quadriceps femoris muscle angle: normal values and relationships with gender and selected skeletal measures." Physical therapy **69**(11): 897-901.

Hsu, R., S. Himeno, M. B. Coventry and E. Chao (1990). "Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee." Clinical orthopaedics and related research(255): 215-227.

Huberti, H. and W. Hayes (1984). "Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact." The Journal of bone and joint surgery. American volume **66**(5): 715-724.

Hunt, M. A., T. B. Birmingham, T. R. Jenkyn, J. R. Giffin and I. C. Jones (2008). "Measures of frontal plane lower limb alignment obtained from static radiographs and dynamic gait analysis." Gait & posture **27**(4): 635-640.

Hvid, I. and L. I. Andersen (1982). "The quadriceps angle and its relation to femoral torsion." Acta Orthopaedica Scandinavica **53**(4): 577-579.

Inman, V. T. (1991). Inman's Joints of the Ankle, Williams & Wilkins.

Insall, J. N., P. Aglietti and J. A. Tria (1983). "Patellar pain and incongruence. II: Clinical application." Clinical orthopaedics and related research(176): 225-232.

Kendall, F. P., E. K. McCreary, P. G. Provance, M. Rodgers and W. A. Romani (2005). Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain (Kendall, Muscles), Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Khamis, S. and Z. Yizhar (2007). "Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position." Gait & posture **25**(1): 127-134.

Krawczyk, B., A. G. Pacheco and M. R. Mainenti (2014). "A systematic review of the angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: a proposal for reference values." Journal of manipulative and physiological therapeutics **37**(4): 269-275.

Kul-Panza, E. and N. Berker (2006). "Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis." American journal of physical medicine & rehabilitation **85**(3): 228-233.

Kuru, İ., B. Haberal and Ç. Avcı "Patellofemoral biyomekanik."

Levangie, P. K. and C. C. Norkin (2011). Joint structure and function: a comprehensive analysis, FA Davis.

Livingston, L. A. (1998). "The quadriceps angle: a review of the literature." Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy **28**(2): 105-109.

Livingston, L. A. and S. J. Spaulding (2002). "OPTOTRAK Measurement of the Quadriceps angle using standardized foot positions." Journal of athletic training **37**(3): 252.

Loudon, J. K., H. L. Goist and K. L. Loudon (1998). "Genu recurvatum syndrome." Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy **27**(5): 361-367.

Malik, A., A. Maheshwari and L. D. Dorr (2007). "Impingement with total hip replacement." JBJS **89**(8): 1832-1842.

Miranda, R., E. Schor and M. J. B. C. Girão (2009). "Avaliação postural em mulheres com dor pélvica crônica." Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetricia.

Mizuno, Y., M. Kumagai, S. M. Mattessich, J. J. Elias, N. Ramrattan, A. J. Cosgarea and E. Y. Chao (2001). "Q-angle influences tibiofemoral and patellofemoral kinematics." Journal of Orthopaedic Research **19**(5): 834-840.

Mueller, M. (2005). "The ankle and foot complex." Joint structure & function.

Mündermann, A., C. O. Dyrby and T. P. Andriacchi (2008). "A comparison of measuring mechanical axis alignment using three-dimensional position capture

with skin markers and radiographic measurements in patients with bilateral medial compartment knee osteoarthritis." The Knee **15**(6): 480-485.

Nakaya, L., L. Y. Tsai, R. Jesus-Garcia Filho, M. d. T. Petrilli, D. C. M. Viola and A. S. Petrilli (2014). "Postural assessment of patients with non-conventional knee endoprosthesis." Acta ortopedica brasileira **22**(5): 245-249.

Neumann, D. (2002). Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Physical Rehabilitation. Missouri: Mosby, Inc.

Neumann, D. A. (2013). Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation, Elsevier Health Sciences.

Noll, B., I. Ben-Itzhak and P. Rossouw (1988). "Modified technique for tibial tubercle elevation with realignment for patellofemoral pain. A preliminary report." Clinical orthopaedics and related research(234): 178-182.

Noori, S., S. Diwan and N. Mehta (2017). "Lumbar Diskogenic Back Pain." Symptom Oriented Pain Management: 187.

Nordin, M. and V. H. Frankel (2001). Basic biomechanics of the musculoskeletal system, Lippincott Williams & Wilkins.

Otman, A. S. (2014). Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri, Pelikan yayıncılık.

Öztürk, L., Z. Aktan and T. Varol (1997). "İşlevsel Anatomi, 1. baskı." İzmir: Saray Tıp Kitabevleri.

Paulos, L., K. Rusche, C. Johnson and F. R. Noyes (1980). "Patellar malalignment: a treatment rationale." Physical therapy **60**(12): 1624-1632.

Raine, S. and L. T. Twomey (1997). "Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men." Archives of physical medicine and rehabilitation **78**(11): 1215-1223.

Resende, R. A., K. J. Deluzio, R. N. Kirkwood, E. A. Hassan and S. T. Fonseca (2015). "Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking." Gait & posture **41**(2): 395-401.

Roush, J. R., K. Bustillo and E. Low (2008). "Measurement error between a goniometer and the NIH ImageJ program for measuring quadriceps angle." Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice **6**(2): 7.

Sacco, I. d. C., S. Alibert, B. Queiroz, D. Pripas, I. Kieling, A. Kimura, A. Sellmer, R. Malvestio and M. Sera (2007). "Confiabilidade da fotogrametria em relação a

goniometria para avaliação postural de membros inferiores." Revista Brasileira de Fisioterapia **11**(5).

Saladin, K. S. (2007). Human Anatomy, Springer.

Sendur, O. F., G. Gurer, T. Yildirim, E. Ozturk and A. Aydeniz (2006).

"Relationship of Q angle and joint hypermobility and Q angle values in different positions." Clinical rheumatology **25**(3): 304-308.

Singla, D., Z. Veqar and M. E. Hussain (2017). "Photogrammetric assessment of upper body posture using postural angles: a literature review." Journal of chiropractic medicine **16**(2): 131-138.

Smith, A., P. O'sullivan and L. Straker (2008). "Classification of sagittal thoraco-lumbo-pelvic alignment of the adolescent spine in standing and its relationship to low back pain." Spine **33**(19): 2101-2107.

Souza, J. A., F. Pasinato, E. C. Corrêa and A. M. T. da Silva (2014). "Global body posture and plantar pressure distribution in individuals with and without temporomandibular disorder: a preliminary study." Journal of manipulative and physiological therapeutics **37**(6): 407-414.

Steffen, J.-S., I. Obeid, N. Aurouer, O. Hauger, J.-M. Vital, J. Dubousset and W. Skalli (2010). "3D postural balance with regard to gravity line: an evaluation in the transversal plane on 93 patients and 23 asymptomatic volunteers." European Spine Journal **19**(5): 760-767.

Suzuki, H., K. Endo, J. Mizuochi, H. Kobayashi, H. Tanaka and K. Yamamoto (2010). "Clasped position for measurement of sagittal spinal alignment." European Spine Journal **19**(5): 782-786.

Tillman, M., J. Bauer, J. Cauraugh and M. Trimble (2005). "Differences in lower extremity alignment between males and females: potential predisposing factors for knee injury." Journal of sports medicine and physical fitness **45**(3): 355.

Ünlü, Z. (1993). "Yorgancıoğlu R." Sirt-boyun-omuz bölgesinde ağrı olan kişilerde postür analizi. Romatoloji Tıbbi Rehabilitasyon Dergisi **4**: 166-169.

Wearing, S. C., S. Urry, J. E. Smeathers and D. Battistutta (1999). "A comparison of gait initiation and termination methods for obtaining plantar foot pressures." Gait & posture **10**(3): 255-263.

Wilke, H.-J. and D. Volkheimer (2018). Basic Biomechanics of the Lumbar Spine. Biomechanics of the Spine, Elsevier: 51-67.

Woodland, L. H. and R. S. Francis (1992). "Parameters and comparisons of the quadriceps angle of college-aged men and women in the supine and standing positions." The American journal of sports medicine **20**(2): 208-211.

Zimblar, S., J. Smith, A. Scheller and H. Banks (1980). "Recurrent subluxation and dislocation of the patella in association with athletic injuries." The Orthopedic clinics of North America **11**(4): 755-770.









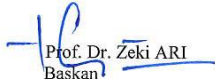




## 10. EKLER

### EK 1. ETİK KURUL KARAR FORMU

T.C.  
Manisa Celal Bayar Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Sağlık Bilimleri Etik Kurulu  
Karar Formu

KARAR TARİH / NO	21 / 06 / 2017 / 20.478.486 -						
ARAŞTIRMANIN ADI	18-25 Yaş arası sağlıklı bayanlarda postür değerlendirmesi ve pedobarografik analiz						
SORUMLU ARAŞTIRMACI	Prof. Dr. Tuncay VAROL - MCBU Tıp Fak. Anatomi AD						
ARAŞTIRMA EKİBİ	Yük. Lis. Öğr. Ayşegül SOLAK						
ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/>		YÜKSEK LİSANS--DOKTORA TEZİ <input checked="" type="checkbox"/>			AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>	
DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	24 / 05 / 2017 / Tarih ve 22203 sayılı; araştırma dosyası						
KARAR BİLGİLERİ	Araştırma dosyası incelenmiş, bilimsel ve etik açıdan UYGUN olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir						
Ünvanı/Adı/Soyadı		Araştırma ile İlişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye	Ünvanı /Adı /Soyadı		Araştırma ile İlişkisi Olan Üye	Toplantıya Katılmayan Üye
Prof. Dr. Zeki ARI Tıbbi Biyokimya AD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Serdar TOK Spor Bilimleri Fakültesi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Murat DEMET Psikiyatri AD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Doç. Dr. Ayşen TÜREDİ YILDIRIM Çocuk Hematolojisi BD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prof. Dr. Sezgi ÇINAR PAKYÜZ İç Hastalıkları Hemşireliği AD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yrd. Doç. Dr. Selim ALTAN Tıbbi Etik AD	-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Doç. Dr. Beyhan Cengiz ÖZYURT Halk Sağlığı AD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mukadder YILMAZER Avukat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doç. Dr. Tuğba ÇAVUŞOĞLU Farmakoloji AD		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	İhsan AVCI Sivil Üye	-----	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<p>Etik Kurulumuzun kararı yukarıda belirtilmiştir. <u>Araştırmanız Her Hangi Bir Aşamada Etik Kurulumuzun "İzleme – Denetleme" Görevi Gereği Lüzumu Halinde Haberli / Habersiz Olarak Denetlenebilir.</u> Araştırma Başvuru Formunun Taahhütname – Bölüm E kısmında belirtilmiş olan hususların dikkate alınarak istenilen bilgilerin Etik Kurulumuza zamanında iletilmesi konusunda bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.</p>							
 Prof. Dr. Zeki ARI Başkan							

## EK 2. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

**ÇALIŞMANIN ADI** (Araştırma başvuru formunda bölüm A.2'de yer alan araştırma adı kullanılmalıdır.) :

### **18-25 yaş arası sağlıklı bayanlarda vücut yapısı ve ayak tabanındaki basınç dağılımının incelenmesi.**

*Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, bu çalışmaya katılmanızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Çalışma amacıyla yapılan normal muayeneler sırasında istenilen tetkikleriniz dışındaki tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyicisi tarafından karşılanacak; size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.*

#### **ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI :**

Konusu genç bayanlarda farklı vücut yapılarının ayak tabanında oluşan baskı dağılımına etkisinin değerlendirilmesidir.

Bu çalışma ile vücut şeklinizde belki de farkına varmadığınız bir bozukluğun, ayak tabanınıza yüklenmeniz bakımından neden olabileceği ayak sorunlarını anlamayı ve bu sorunların henüz bir yapısal problem meydana getirmeden tedbir alınabilmesini amaçlamaktadır. Bunun için yapılacak ölçümler ile bilimsel bir bilgi birikimi sağlanması amaçlanmaktadır.

#### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

*( Gönüllüden kan alınacak ise kan miktar 2 ml ( bir çay kaşığı ) / 5 ml ( bir tatlı kaşığı ) şeklinde belirtilmelidir Çalışma işlemlerinin hasta açısından yan etkileri, riskleri ve rahatsızlıkları açıklanmalıdır.)*

Çalışma için öncelikle yaşınızı ve daha önce özellikle kalça ve bacaklarınızla ilgili bir rahatsızlık geçirip geçirmediğinizi sorgulayacağız. Sonra boy ve kilo ölçümünüzü yaptıktan sonra, vücut şeklinizi belirleyeceğiz. Bunun için size vereceğimiz veya sizin tercih edeceğimiz, vücut hatlarınızı belli eden siyah bir kıyafet giymenizi istedikten sonra, belirli noktalara küçük köpük toplar yapıştıracağız (Şekil 1). Daha sonra bir pano önünde önden, arkadan, sağdan ve soldan fotoğraflarınızı çekeceğiz (Şekli 1,3). Bu işlemlerden sonra bir cihaz üzerine çıkmanızı isteyeceğiz (Şekil 2). Bu cihazın hiçbir olumsuz etkisi yoktur. Bu cihaz ile önce kilonuza göre ayarını yapacağız. Daha sonra gözünüz açık iki ayak üzerinde, gözünüz kapalı iki ayak üzerinde ve gözünüz açık, tercih edeceğimiz tek ayak üzerinde 30 saniye durmanızı isteyeceğiz. Bu şekilde dengenizi ölçmüş olacağız. Daha sonra aynı cihazın üzerinden yürüyerek geçmenizi isteyeceğiz. Başarılı beş sağ ayak basışı elde edildiğinde çalışmamız sona erecektir. Fotoğraflar üzerinde ölçümler yapılacak olup, hiçbir şekilde bilimsel çalışma dışında kullanılmayacak ve kimliğinizi belirtir şekilde herhangi bir yerde yayınlanmayacaktır.

## **CALIŞMAYA KATILMAMIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

Elde edilen verilerin, ayak taban basınç dağılımına vücut şeklinizin etkisinin ne kadar olduğu ve buna benzer durumlarda, sadece ayak tabanı basıncına bakarak vücut şeklinizde ortaya çıkabilecek bir sorunla ilgili öngörüle bulunabilmeyi ve bu durumu kısa sürede bilimsel olarak ortaya koyabilmeyi mümkün kılacağını düşünüyoruz. Böylece bu veriler ışığında ilgili hekime yönlendirilmeniz sağlanacaktır. Bu alanda yeterli çalışma olmaması nedeniyle bilimsel anlamda da literatüre katkı sağlayacaktır.

## **GÖNÜLLÜYE UYGULANACAK İŞLEMLERİN OLASI ZARARLARI NELERDİR?**

Yürüme protokolü sırasında düzleminde denge kaybı ve düşme sonucu incinme olasılığı çok az da olsa vardır. Bunun dışında gönüllüye uygulanacak işlemlerin herhangi bir zararı bulunmamaktadır.

## **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Kişisel bilgileriniz tamamen bilimsel amaçla kullanılacak ve herhangi bir kişi ve kurumla paylaşılmayacaktır. Görüntüler sadece fotografik incelemeler için kullanılacak olup, kimliğinizin hiçbir şekilde ortaya çıkmasına izin verilmeyecek şekilde (yüz gölgesi maskelenecek), bilimsel amaçla kullanılacaktır.

## **SORU VE PROBLEMLER İÇİN BAŞVURULACAK KİŞİLER :**

1. Prof.Dr.Tuncay Varol (05355660575)
2. Ayşegül Solak (05548823591)

## **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıdaki bilgileri doktorumla ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı cevapladı. Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Bu onay, ilgili hiçbir kanun ve yönetmeliği geçersiz kılmaz. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

<i>Gönüllü Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Veli / Vasinin Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

<i>Tanık<sup>1</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
--------------------------------------	--	-----------------------

<i>Adres ve Telefon:</i>	
--------------------------	--

<i>Araştırmacı<sup>2</sup> Adı Soyadı:</i>		<i>Tarih ve İmza:</i>
<i>Adres ve Telefon:</i>		

1: Gönüllünün bilgilendirilme işlemine başından sonuna dek tanıklık eden kişi

2: Gönüllüyü araştırma hakkında bilgilendiren kişi



## 11. ÖZGEÇMİŞ

<b>Adı</b>	<b>AYŞEGÜL</b>	<b>Soyadı</b>	<b>SOLAK</b>
<b>Doğum Yeri</b>	<b>AYDIN</b>	<b>Doğum Tarihi</b>	<b>27.02.1994</b>
<b>Uyruğu</b>	<b>TC</b>	<b>Tel</b>	<b>05548823591</b>
<b>E-mail</b>	<b>aysgl.solak@gmail.com</b>		

### Eğitim Düzeyi

	<b>Mezun Olduğu Kurumun Adı</b>	<b>Mezuniyet Tarihi</b>
<b>Yüksek Lisans</b>	<b>Manisa Celal Bayar Üniversitesi</b>	<b>2018</b>
<b>Lisans</b>	<b>İzmir Üniversitesi</b>	<b>2016</b>
<b>Lise</b>	<b>Namık Kemal Anadolu Lisesi</b>	<b>2012</b>

### İş Deneyimi

<b>Görevi</b>	<b>Kurum</b>	<b>Süre (Yıl - Yıl)</b>
-----	-----	-----

<b>Yabancı Dilleri</b>	<b>Okuduğunu Anlama</b>	<b>Konuşma</b>	<b>Yazma</b>
<b>İngilizce</b>	<b>İyi</b>	<b>Orta</b>	<b>Orta</b>

<b>YDS</b>	<b>YÖKDİL</b>	<b>IELTS</b>	<b>TOEFL IBT</b>	<b>TOEFL PBT</b>	<b>TOEFL CBT</b>
	73,750				

	<b>Sayısal</b>	<b>Eşit Ağırlık</b>	<b>Sözel</b>
<b>ALES Puanı</b>	78,484	77,342	75,162