

**T.C.**

**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FONKSİYONEL BACAK BOYU EŞİTSİZLİĞİ  
BULUNAN SAĞLIKLI BİREYLERDE  
SAKROİLİAK EKLEM  
MANİPÜLASYONLARININ DİZ EKSTANSÖR VE  
FLEKSÖR İZOKİNETİK KAS KUVVETİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**TARIK ÇETİN**

**İSTANBUL, 2018**



T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAYROPRAKTİK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**FONKSİYONEL BACAK BOYU EŞİTSİZLİĞİ  
BULUNAN SAĞLIKLI BİREYLERDE  
SAKROİLİAK EKLEM  
MANİPÜLASYONLARININ DİZ EKSTANSÖR VE  
FLEKSÖR İZOKİNETİK KAS KUVVETİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

TARIK ÇETİN

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi DİLBER KARAGÖZOĞLU

COŞKUNSU

İSTANBUL, 2018

T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KAYROPRAKTİK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tezin Adı:Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde Sakroiliak Eklem Manipülasyonlarının Diz Ekstansör ve Fleksör İzokinetik Kas Kuvveti Üzerine Etkisi

Öğrencinin Adı Soyadı:Tarık Çetin

Tez Savunma Tarihi: 20/07/2018

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Dr. Öğretim Üyesi, Hasan Kerem  
ALPTEKİN

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Dr. Öğretim Üyesi, Dilber  
Karagözoğlu COŞKUNSU

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı

Dr. Öğretim Üyesi, Dilber Karagözoğlu COŞKUNSU

Üye

Dr. Öğretim Üyesi, Şule Badıllı DEMİRBAŞ

Üye

Dr. Öğretim Üyesi, Hasan Kerem ALPTEKİN

## TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinden tezin son aŐamasına gelene kadar bana yol gosteren sabırla, ilgiyle yanımda olan ve çok değerli vakitlerini ayırarak bana destek ve yardımlarını esirgemeyen, beni bilimin ışığında yönlendiren tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Dilber Karagözoğlu COŞKUNSU' ya, lisansüstü eğitimim boyunca bilgileriyle bana her zaman ışık tutan çok değerli hocalarım, Prof. Dr. Serap İNAL'a, Dr.Kayropraktır Mustafa AĞAOĞLU'na, Dr.Kayropraktır Ali DONAT'a;

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen tüm Sportomed Sporcu Sağlığı ve Ortopedik Rehabilitasyon Kliniği personeline özellikle çalışma arkadaşım Fzt. Mehmet Kurt MOLLA HÜSEYİN' e;

Tezimin başından sonuna kadar desteklerini esirgemeyen, akademik kariyerime devam etmemde bana her zaman güç veren en zor günlerimde yanımda olan sevgili aileme ve eşim Rabia ÇETİN' e;

Sonsuz teşekkür ederim...

İSTANBUL, 2018

TARIK ÇETİN

## ÖZET

### FONKSİYONEL BACAK BOYU EŞİTSİZLİĞİ BULUNAN SAĞLIKLI BİREYLERDE SAKROİLİAK EKLEM MANİPÜLASYONLARININ DİZ EKSTANSÖR VE FLEKSÖR İZOKİNETİK KAS KUVVETİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tarık Çetin

Kayropratik Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr.Öğr. Üyesi Dilber Karagözoğlu Coşkunsu

Temmuz 2018, 61 Sayfa

Bu çalışmanın amacı, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz eklemine ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisini belirlemektir. Çalışma Sportomed Sporcu Sağlığı ve Ortopedik Rehabilitasyon Kliniğinde gerçekleştirildi. Çalışmaya yaş aralığı 25-40 olan fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan 44 gönüllü dahil edildi. Randomize olarak belirlenen iki grupta fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonunun diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetine etkisine bakıldı. Çalışma (HVLA manipülasyon) grubuna yaş ortalaması  $22,91 \pm 1,77$  yıl, VKİ ortalaması  $21,26 \pm 3,38$  kg/m<sup>2</sup> olan 22 kişi; kontrol (sham manipülasyon) grubuna ise yaş ortalaması  $23,41 \pm 2,09$  yıl, VKİ ortalaması ise  $21,29 \pm 2,01$  kg/m<sup>2</sup> olan 22 kişi katıldı. Grupların başlangıçta sosyodemografik özellikleri ve değerlendirme parametrelerindeki ölçümleri benzerdi. Uygulama öncesi ve sonrasında tüm bireylerin izokinetik kas kuvveti CSMİ Humac Norm 2004 izokinetik dinamometre ile 60°/s ve 180°/s açısal hızlarında ölçüldü. İzokinetik test yapıldıktan 2 gün sonra, 1. grup olan HVLA manipülasyon grubuna kısa bacak bulunan taraf yukarıda kalacak şekilde yan yatar pozisyonda sakroiliak eklem manipülasyonu yapıldı. 2. grup olan sham (yalancı) manipülasyon grubuna ise kısa bacak bulunan taraf yukarıda kalacak şekilde yan yatar pozisyonda sakroiliak eklem manipülasyonu yapılmış gibi yapıldı fakat gerçek manipülasyonda uygulanan gövde düşme kuvveti uygulanmadı. Her iki grupta da manipülasyon bacak boyu kısalığı bulunan taraftaki sakroiliak ekleme uygulandı.

Sonuç olarak, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz eklemine ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisini istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ( $p < 0,05$ ).

**Anahtar kelimeler:** Sakroiliak Eklem, Manipülasyon, HVLA, İzokinetik Kuvvet

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF SACROILIAC JOINT MANIPULATIONS ON KNEE EXTENSOR AND FLEXOR ISOKINETIC MUSCLE STRENGTH IN HEALTHY SUBJECTS WITH FUNCTIONAL LEG LENGTH INEQUALITY

Tarık Cetin

Chiropractic Master Program

Supervisor: Dilber Karagözoğlu Coşkunsu, PT, PhD.

July 2018, 61 Pages

The aim of this study is to determine the effect of sacroiliac joint manipulation on knee extensor and flexor muscle strength in healthy subjects with functional leg length inequality. This study is performed in Sportomed Sportive Health and Orthopedic Rehabilitation Clinic. The study comprised 44 volunteer healthy subjects at the age between 25-40 years and functional leg length inequality. Two groups randomly separated to evaluate the effects of sacroiliac joint manipulation on knee flexor and extensor isokinetic muscle strength in patients with functional leg length inequality. Experimental (HVLA manipulation) group included 22 volunteers with the mean age of  $22,91 \pm 1,77$  years and mean BMI of  $21,26 \pm 3,38$  kg/m<sup>2</sup>; control (sham manipulation) group included 22 volunteer with the mean age of  $23,41 \pm 2,09$  years and mean BMI of  $21,29 \pm 2,01$  kg/m<sup>2</sup>. Baseline sociodemographic characteristics and assessments parameters were similar between two groups. The isokinetic muscle strength of all subjects before and after the application was measured with CSMİ Humac Norm 2004 isokinetic dynamometer at 60°/s ve 180°/s angular velocities. Two days after the isokinetic test, sacroiliac joint manipulation was performed in the side-lying position in the first group, the HVLA manipulation group, with the short leg side up. For the second group (sham manipulation), the short leg was placed in a side-lying position, like the sacroiliac joint being manipulated, but the drop force applied in the actual manipulation was not applied. In both groups, manipulation was applied to the sacroiliac joint of the short leg-length side.

In conclusion, the effect of sacroiliac joint manipulation on the flexor isokinetic muscle strength of the knee joint was not statistically significant in healthy subjects with functional leg length inequality ( $p < 0.05$ ).

**Key Words:** Sacroiliac Joint, Manipulation, HVLA, Isokinetic Strength

## İÇİNDEKİLER

TABLolar	vii
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. PELVİS ANATOMİSİ	4
2.1.1. Kemik Yapılar	5
2.1.1.1. Pubis	5
2.1.1.2. İskium	5
2.1.1.3. İlium	5
2.1.1.4. Koksiks	6
2.1.1.5. Sakrum	6
2.1.2. Pelvisi Oluşturan Eklemler	6
2.2. SAKROİLİAK EKLEM ANATOMİSİ	6
2.2.1. Kemik Yapılar	8
2.2.1.1. Sakrum	8
2.2.1.2. İlium	10
2.2.2. Ligamentöz Anatomi	11
2.2.2.1. Anterior sakroiliak ligament	11
2.2.2.2. İnterosseöz sakroiliak ligament	12
2.2.2.3. Posterior sakroiliak ligament	12
2.2.2.4. Sakrotüberöz ve sakrospinöz ligament	13
2.2.3. Musküler Anatomi	13
2.2.3.1. Gluteus maksimus	13
2.2.3.2. Piriformis	13



2.2.3.2. Piriformis.....	13
2.2.3.3. Multifidus .....	13
2.2.3.4. Erector spinae .....	14
2.2.3.5. Quadratus lumborum.....	14
2.2.4. İnnervasyonu ve Vaskülarizasyonu .....	17
<b>2.3. SAKROİLİAK EKLEM BİYOMEKANIĞI .....</b>	<b>18</b>
2.3.1. Sakroiliak Eklem Hareketleri.....	19
2.3.1.1. Sakrumun iliuma göre hareketleri.....	19
2.3.1.2. İliumun sakruma göre hareketleri.....	20
2.3.2. Sakroiliak Eklem Kilit Mekanizması .....	21
2.3.3. Sakroiliak Eklem Yık Transferi .....	22
<b>2.4. DİZ EKSTANSÖR VE FLEKSÖR KASLAR.....</b>	<b>23</b>
2.4.1. Diz Ekstansör Kaslar .....	23
2.4.2. Diz Fleksör Kaslar.....	24
<b>2.5. BACAK BOYU EŞİTSİZLİĞİ .....</b>	<b>27</b>
2.5.1. Anatomik Bacak Boyu Eşitsizliği.....	27
2.5.2. Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği .....	28
2.5.2.1.Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin değerlendirilmesi .	28
2.5.3. Bacak Boyu Eşitsizliğinin Klinik Önemi.....	29
<b>2.6. HIGH VELOCITY LOW AMPLITUDE THRUST (HVLA).....</b>	<b>30</b>
<b>2.7. İZOKİNETİK TEST VE REHABİLİTASYON SİSTEMİ.....</b>	<b>32</b>
<b>3. VERİ VE YÖNTEM .....</b>	<b>33</b>
3.1. OLGULAR .....	33
3.1.1. Olguların Seçimi.....	33
3.2. YÖNTEM.....	34
3.2.1. Çalışmanın Planlanması .....	34

3.2.2. Değerlendirme .....	34
3.2.2.1. Bireylerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi .....	34
3.2.2.2. Bacak boyu eşitsizliğinin değerlendirilmesi.....	35
3.2.2.2.1. <i>Anatomik bacak boyu eşitsizliği değerlendirmesi</i>	
<i>için antropometrik ölçümler.....</i>	35
3.2.2.2.2. <i>Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği</i>	
<i>değerlendirmesi.....</i>	35
3.2.2.3. Normal eklem hareket açıklığı değerlendirilmesi.....	37
3.2.2.4. Kas kısalıklarının değerlendirilmesi .....	38
3.2.2.5. İzokinetik kas kuvveti değerlendirilmesi .....	41
3.2.3. Manipülasyon Uygulaması .....	42
3.2.3.1. HVLA Manipülasyon Uygulaması .....	42
3.2.3.2. Sham (Yalancı) Manipülasyon Uygulaması .....	43
3.2.4. İstatistiksel Analiz .....	43
4. BULGULAR .....	44
5. TARTIŞMA .....	54
6. SONUÇ.....	61
KAYNAKÇA .....	62
EKLER .....	69
Ek-1: Etik Kurul Formu.....	70
Ek-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	71
Ek-3: Gönüllü Değerlendirme ve Takip Formu .....	74

## TABLULAR

Tablo 2.1: Sakroiliak ekleme etki eden kaslar .....	16
Tablo 2.2: Diz eklemının ekstansör ve fleksör kasları.....	26
Tablo 4.1: Çalışmanın örneklemei .....	44
Tablo 4.2: Grupların demografik özelliklerinin karşılaştırılması .....	45
Tablo 4.3: Grupların kas kısalıklarının karşılaştırılması.....	46
Tablo 4.4: Grupların kalça eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece).....	47
Tablo 4.5: Grupların diz eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece) .....	48
Tablo 4.6: Grupların lomber eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece).....	49
Tablo 4.7: Grupların diz ekstansör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(pt)(nm).....	50
Tablo 4.8: Grupların diz fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(pt)(nm).....	51
Tablo 4.9: Çalışma grubunun manipülasyon öncesi ve sonrası diz ekstansör ve fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(pt)(nm)....	52
Tablo 4.10: Kontrol grubunun manipülasyon öncesi ve sonrası diz ekstansör ve fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(pt)(nm)....	53

## ŞEKİLLER

Şekil 2. 1: Pelvisin anteriordan görünüşü .....	4
Şekil 2. 2: Koksalskemikler .....	6
Şekil 2. 3: Sakroiliak eklem anatomik pozisyonu .....	8
Şekil 2. 4: Sakrumun anterior ve posterior yüzeyleri .....	9
Şekil 2. 5: İlium, iskium ve pubisin medial ve lateralden görüntüsü .....	10
Şekil 2. 6: Anterior sakroiliak ligament .....	11
Şekil 2. 7: Posterior ve interosseöz sakroiliak ligament .....	12
Şekil 2. 8: Sakroiliak eklem etki eden kaslar .....	15
Şekil 2. 9: Sakroiliak eklem innervasyonu .....	17
Şekil 2. 10: Sakroiliak eklemi besleyen arterler .....	18
Şekil 2. 11: Nutasyon ve kontranutasyon hareketi .....	20
Şekil 2. 12: Sakrum ve ilium hareket merkezleri .....	21
Şekil 2. 13: Sakroiliak eklem kilit mekanizması .....	22
Şekil 2. 14: Sakroiliak eklem yük transferi .....	23
Şekil 2. 15: Anatomik ve fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği .....	29
Şekil 3. 1: Thompson derifield bacak boyu değerlendirme (1. pozisyon) .....	36
Şekil 3. 2: Thompson derifield bacak boyu değerlendirme (2. pozisyon) .....	37
Şekil 3. 3: Diz fleksiyonu EHA ölçümü .....	38
Şekil 3. 4: Lomber ekstansör kısalık testi .....	39
Şekil 3. 5: Hamstring kısalık testi .....	39
Şekil 3. 6: İliopsoas kısalık testi .....	40
Şekil 3. 7: Quadriceps kısalık testi .....	40
Şekil 3. 8: İzokinetik kas kuvveti değerlendirme .....	42
Şekil 3. 9: Sakroiliak eklem HVLA manipülasyon uygulaması .....	43

## KISALTMALAR

ASL	: Anterior Sakroiliak Ligament
BBE	: Bacak Boyu Eşitsizliği
FBBE	: Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği
HVLA	: High Velocity Low Amplitude
EHA	:Eklem Hareket Açıklığı
PSL	: Posterior Sakroiliak Ligament
(PT)(Nm)	:(Peak Torq)(Newton Metre)
SİAS	: Spina İliaca Anterior Superior
SİE	: Sakroiliak Eklem
SİPİ	: Spina İliaca Posterior Inferior
SİPS	: Spina İliaca Posterior Superior
SSL	: Sakrospinöz Ligament
STL	: Sakrotüberoz Ligament
°/sn	:Derece / Saniye

## 1. GİRİŞ

Bacak boyu eşitsizliği (BBE), bir bacak boyunun diğerinden farklı olmasıdır (Gurney 2002, ss.196-205). Yetişkin bireylerin yüzde 40-70'inde bacak boyu eşitsizliği görülür (Noll 2013). Nüfusun yaklaşık 1/1000'inde iki ekstremite arasındaki uzunluk farkı 20 mm'nin üzerindedir ve bu bireylerin yüzde 14'ünde 60 mm'nin üzerinde bacak boyu eşitsizliği bulunmaktadır (Guichet ve diğ, 1993). Genel popülasyonda oldukça yaygın görülen bir durum olmasına rağmen, BBE'ye sahip bireylerin birçoğu asemptomatiktir (Rothbart 2006). Ortopedi kliniklerinde yaygın rastlanan, en önemli postüral asimetri nedenidir ancak bacak boyu eşitsizliğinin klinik önemi ve hasta üzerindeki etkileri konusunda çeşitli anlaşmazlıklar mevcuttur. Bacak boyu eşitsizliği anatomik ve fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olarak iki grupta incelenir (Knutson 2005, ss.11).

Anatomik (yapısal) bacak boyu eşitsizliği, kırık, herediter nedenler, travmalar, idiyopatik gelişimsel anomaliler, iskelet gelişimi öncesi epifiz uç hattı travması ve dejeneratif bozukluklardan kaynaklanan, bacak boylarının eşit olmaması durumudur. Friberg, asemptomatik bireylerin yüzde 50'sinde anatomik BBE olduğunu kaydetmiştir (Knutson 2005, ss.11).

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği ise alt ekstremite kemik bileşenlerinin yapısal bir kısalığı olmaksızın, bir bacağın diğerine göre daha kısa görünmesidir. Pelvisin rotasyonuna sekonder olarak gelişmekle birlikte; eklem kontraktürleri, aksiyel dizilimde bozukluklar, fiks spinal deformiteler, kalça ve diz kaslarındaki kısalıklardan kaynaklanabilir (Gurney 2002).

Birçok araştırmacı, bacak boyu eşitsizliğinin insan vücudu ve kas-iskelet sistemine etkileri üzerine çalışma yapmıştır. Bacak boyu eşitsizliği uzunluk farkına bağlı olarak, kişinin enerji tüketiminin artması, normal yürüyüşün bozulması, fonksiyonel skolyoz, bel ağrısı, diz ağrısı, alt ekstremite stres kırıkları ve osteoartrit gibi problemlere neden olmaktadır (Knutson 2005, ss.11; Friberg 1983, ss.643-651). Bel ağrısı bulunan hastaların yüzde 75'inde BBE olduğu tespit edilmiştir (Friberg 1984). Ayrıca sağlıklı bireylerde 20 mm üzeri bacak boyu farkının, spinal postürü etkilediği bulunmuştur (Betsch ve diğ, 2013). Bacak boyu eşitsizliği, akut ve kronik sakroiliak eklem problemlerine eğilimin önemli göstergelerinden biridir.

Sakroiliak eklem, aksiyel iskelet ile pelvisi bağlayan güçlü bir eklemdir. Gövde ve üst ekstremiteden gelen yükün alt ekstremiteye iletilmesini sağlar (Vleeming ve diğ, 2012). Bacak boyu eşitsizliği, pelviste oblik bir yapı oluşturarak sakroiliak eklemde yük aktarımında dengesizliğe neden olur (Kiapour ve diğ, 2012). 10 mm'lik bir bacak boyu farkında uzun bacağa binen yük miktarı kısa bacağa göre 5 kat, 30 mm'lik bir farkta ise 12 kat daha fazladır. Bazı kayropraktörler ve manuel terapistler, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin sakroiliak eklemde iliumun rotasyonuna bağlı olarak geliştiğini ve yapılan değerlendirmelerde anatomik olarak eşit olmasına rağmen bir bacağın diğerine göre daha kısa bulunduğunu belirtmişlerdir. Posterior rotasyondaki iliumun, normal biyomekanik pozisyonuna getirilmesi için bazı manipülatif teknikler mevcuttur. Ancak sakroiliak eklem manipülasyonlarının bacak boyu farkına etkisiyle ilgili yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sakroiliak eklemdeki rotasyonel değişiklikler kas inhibisyonuna da neden olabilir. Bu durum istemli kas kasılması esnasında tüm motor ünitelerin kasılmaya dahil olmasına engel olur ve kas kuvveti azalır (Suter ve diğ, 2000). Kas kuvvetlendirme çalışmaları, etkilenen eklemdeki afferent sinyaller tarafından motor nöronların inhibe edilmesi nedeniyle başarısız olur (Hopkins ve diğ, 2002). Sakroiliak eklemde kaynaklanan kas inhibisyonunun, alt ekstremitede diz fleksör ve ekstansör kas kuvvetini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Diz eklemine primer diz fleksör ve ekstansör kasları sırasıyla hamstring ve quadriseptir. Hamstring ve quadriseptir kas kuvveti alt ekstremitede ve pelvis ile alakalı patolojilerin tedavisi, denge, postür, yürüme fazları, vücudun stabilizasyonu ve sportif faaliyetlerde oldukça önemlidir (Başkan 2009; Evangelidis ve diğ, 2016). Asemptomatik bireylerde iki bacak arasındaki kas kuvveti farkı ilerleyen dönemlerde alt ekstremitede yaralanmaları, kas yırtıkları, bel ağrısı gibi problemlere yol açar (Evangelidis ve diğ, 2016).

Tüm bu tanımlamalara bakıldığında, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin sakroiliak eklemdeki rotasyonel değişikliklerin etkisiyle ortaya çıkabileceği ve bu durumun da kas inhibisyonuna neden olarak diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetini etkileyebileceği öngörülmektedir. Literatürde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisini araştıran çalışmalar az sayıda mevcuttur (MassoudArap ve diğ. 2011; Chilibeck ve diğ, 2011; Suter ve diğ. 2000). Fonksiyonel

bacak boyu eşitsizliğinde uygulanan SİE manipölasyonlarının yürüme kinematığı ve spinal postüre etkisini araştıran çalışmalar da bulunmaktadır (Betsch ve diğ. 2013). Ancak fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipölasyonlarının diz ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durumdan yola çıkararak, bu çalışma toplumumuzda Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde Sakroiliak Eklem Manipölasyonların Diz Ekstansör ve Fleksör İzokinetik Kas Kuvveti Üzerine Etkisini belirlemeyi amaçlamıştır.

Hipotez 1: Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan sağlıklı bireylere uygulanan sakroiliak eklem manipölasyonları diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetini arttırır.



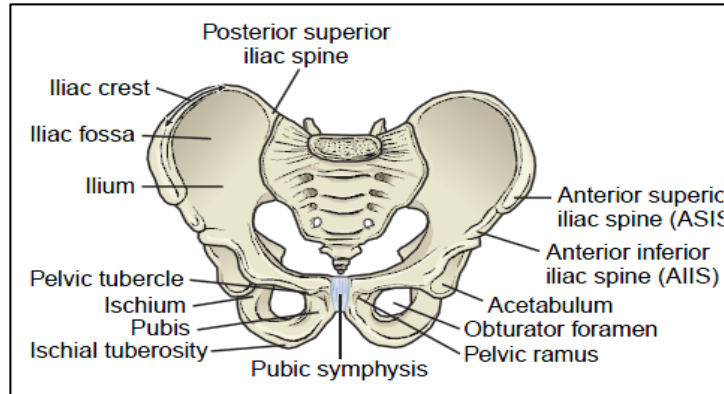
## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. PELVİS ANATOMİSİ

Pelvis; koksalskemikler, sakrum ve koksiksten oluşan halka şeklinde bir yapıdır. Pelvisin superior-lateralinde en geniş koksalskemik olan ilium; posteroinferiorunda iskium, anteriorunda pubis ve iki ilium arasında sakrum bulunur. Sakrumun inferiorunda sakrokoksigeal eklemi oluşturan koksiks bulunur. Pelvis, kadınlarda erkeklere göre daha kısa ve geniştir. Pelvik halka; içerisinde bulundurduğu üreme organları, mesane, bağırsak ve rektumu destekler ve korur. Pelvik kavite ile abdominal kavite arasındaki sınır pelvik giriş, pelvisin en alt kısmında bulunan inferior pelvik halkaya ise pelvik çıkış adı verilir (Neumann 2010, ss. 467; Janssen ve diğ., 2009).

Pelvisin pelvik organları korumak dışında kinezyolojik fonksiyonları vardır. Ayaktayken baş, gövde ve kolların ağırlığını femur üzerinden; otururken tuber iskium üzerinden alt ekstremiteye aktarılmasını sağlar (Houglum ve Bertoti 2012, ss. 372). Yürüme esnasında ritmik pelvik hareketlerin oluşturulması için rotasyon yapar ve kaslar için oldukça geniş bir yapılaşma yüzeyi oluşturur (Drerup 1987, ss. 971-9).

**Şekil 2. 1: Pelvisin Anteriordan Görünüşü**



*Kaynak: (Houglum ve Bertoti 2012, ss 333)*

## **2.1.1. Kemik Yapılar**

### **2.1.1.1 Pubis**

Pubik kemik, pelvisin anteroinferiorunu oluşturur. Pubisin yüzde 20 'si asetabulum oluşumuna katılır. Pubis, addüktör kaslar için yapışma yüzeyi oluşturur. İki pubik kemik arasında simfizis pubis adı verilen amfiartroz bağlantı bulunur. Pubisin, superiorunda ilium, inferiorunda iskiium bulunur. Pubisin superior ramusunda “tuberculum pubicum” bulunur ve inguinal ligament bu çıkıntıya yapışır (Neumann 2010, ss.468).

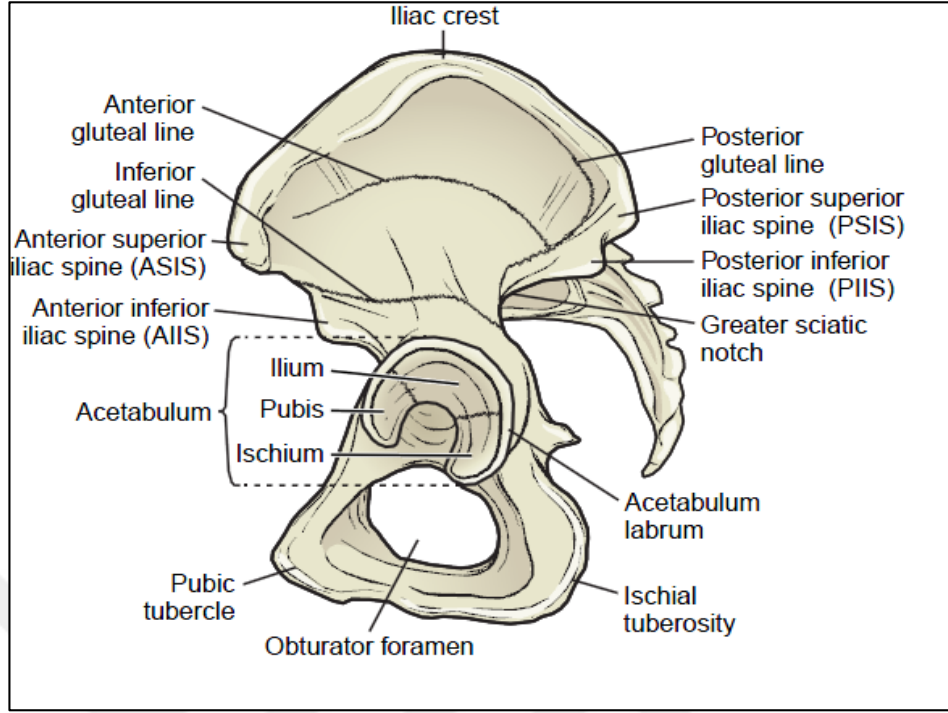
### **2.1.1.2. İskium**

İskium, pelvisin posteroinferiorunu oluşturur. İskiumun yüzde 40'ı asetabulum oluşumuna katılır. İskiumun en palpe edilebilir yapısı “tuber ischiadicum”dur. İskiumun en alt kısmında bulunur ve oturma esnasında yük aktarımı sağlar. Aynı zamanda hamstring kasının proksimal bağlantı yüzeyini oluşturur. İskiumun inferior ramusu ile pubisin inferior ramusu birleşerek “ramus ischiopubicus”u oluşturur. Bu bölgeye obturator internus kası ve addüktör magnusun bir kısmı yapışır (Houglum ve Bertoti 2012, ss. 372-373).

### **2.1.1.3. İlium**

(İlium Sakroiliak Eklem Anatomisinde Anlatılacaktır.)

**Şekil 2. 2: Koksals kemikler**



*Kaynak: (Houglum ve Bertoti 2012, ss 333)*

#### **2.1.1.4. Koksiks**

Koksiks; spinöz çıkıntı, lamina ve pedikül yapıların bulunmadığı gelişmemiş 3-4 vertebradan oluşur. Koksiks superiorda sakrum ile eklem yapar. Eksternal anal sfinkter kaslar için yapışma yüzeyi oluşturur (Standring 2015).

#### **2.1.1.5. Sakrum**

(Sakrum Sakroiliak Eklem Anatomisinde Anlatılacaktır.)

#### **2.1.2. Pelvisi Oluşturan Eklemler**

Pelvis; sakroiliak, sakrokoksigeal, simfizis pubis ve kalça eklemi olmak üzere 4 eklemden oluşur.

### **2.2. SAKROİLİAK EKLEM ANATOMİSİ**

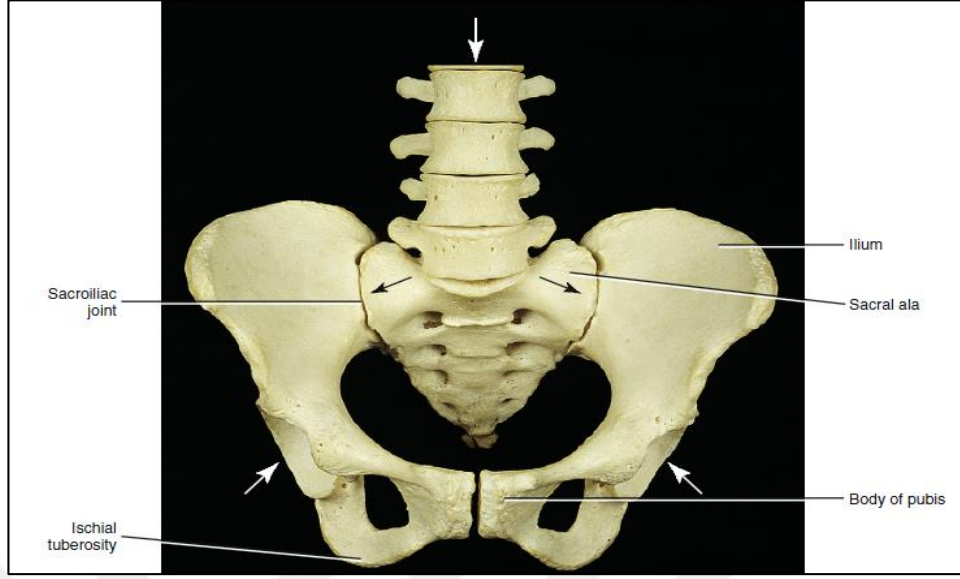
Sakroiliak eklem, omurga ile pelvisi bağlayan geniş, gerçek sinovial bir eklemdir (Morgan 2005; Dutton 2012, ss. 1368-1369). Hareketlerinin sınırlı olması nedeniyle yarı oynar bir eklem olarak adlandırılmasına rağmen; eklem yüzeylerinin yapısı ve diğer eklemsel komponentleri (ligaman, kapsül, sinovial membran) nedeniyle kondilar oynar eklemler arasında bahsedilir. Bu nedenle sakroiliak eklem “diartroamfiartroz” ara eklem

türünde kabul edilmektedir. Sakrum ve iliumun artiküler yüzeyleri (fasies auricularis), fibröz bir eklem kapsülü ile çevrilidir. Eklem kapsülü dar, güçlü bir yapıdadır ve aurikular yüzlerin kenarlarına sıkıca tutunur. Eklem kapsülü sakroiliak eklemi anteriordan çevrelerken, interosseöz sakroiliak ligamentler eklemi posteriordan çevreler. Posterior eklem yüzeyinde eklem kapsülü bulunmaz (Cohen 2013, ss. 99-116; Houghlum ve Bertoti 2012).

Sakrumun eklem yüzeyi hyalin kartilaj, iliumun eklem yüzeyi ise fibrokartilaj yapıdadır. Hyalin kartilaj, fibrokartilaja göre 3-5 kat daha kalındır (Dutton 2012). Sakroiliak eklem yüzeyleri C veya L şeklinde tanımlanır. Her iki eklem yüzeyi de oldukça düzensizdir. Artiküler yüzeylerdeki bu düzensizlik, sakroiliak eklem stabilizasyonunda rol alan ligamentler için yapışma yüzeyi oluşturur (Forst ve diğ, 2006).

Sakroiliak eklem, iliumun spina iliaca posterior superior (SIPS) çıkıntısının önünde bulunur (Neumann 2010). Üst, orta ve alt olarak üç kısımdan oluşur. Üst ve alt kısmı posterioara konumlanır ve aralarında yaklaşık 71-76°'lik bir açı vardır (Cramer ve Darby 2014). Sakroiliak eklem anatomik plandaki yeri kişiden kişiye ve hatta aynı bireyde sağ ve solda farklılık göstermektedir. Sakroiliak eklem bulunduğu seviye değişiklik gösterebilir. S1 düzeyinin inferioru ile S3 düzeyinin inferioru arasında veya S1 düzeyinin superioru ile S3 düzeyinin superioru arasında yer alır (Cramer ve Darby 2014; Neumann 2010).

**Şekil 2. 3: Sakroiliak eklem anatomik pozisyonu**



*Kaynak: (Cramer and Darby 2014, ss 319)*

Sakroiliak eklem yukarıda üretilen kuvvetler ile aşağıdan alınan kuvvetler arasında tampon görevi görür, yüklerin transferini ve absorbe edilmesini sağlar. Aksiyel iskelet ve üst ekstremitenin ağırlığı sakroiliak eklem ve pelvis aracılığıyla alt ekstremiteye aktarılırken; ayaktaiken veya hareket sırasında üretilen yer reaksiyon kuvveti de kalça eklemi aracılığıyla iletilir ve sakroiliak eklem üzerinde etkili olur (Houglum ve Bertoti 2012).

## **2.2.1. Kemik Yapılar**

### **2.2.1.1. Sakrum**

Beş vertebral segmentin füzyonundan oluşan kama şeklinde bir kemiktir. Sakral vertebraların birleşmesi doğumla birlikte başlar ve 25-30 yaşlarında tamamlanır (Vleeming ve diğ. 2012). Dik duruşta, omurgadan gelen yükün karşılanması, dağıtımı ve absorbe edilmesinde pelvis ile birlikte rol oynar. Sakrumun 5. lomber omur ile eklem yapan yüzeyi basis ossis sacri superiorda ve anteriora doğru, “apex ossis sacri” ise inferiorda ve posteriora doğrudur. Superiorda L5, lateralde iliumun auricular yüzeyleri ve inferiorda koksiks ile eklem yapar (Houglum ve Bertoti 2012).

Sakrumun anterior yüzeyi, sakral sinirlerin ön dallarının geçtiği 4 çift “foramina sacralia pelvica”, posterior yüzeyi arka dalların geçtiği 4 çift “foramina sacralia dorsalia”ya sahiptir. S1 segmentin transvers çıkıntıları sakrumun kostal elementleri ile birlikte sakral kanatları (ala sacralis) oluşturur. Ala sacralis sağ ve solda sakral tabanın üst ve dış kısmını

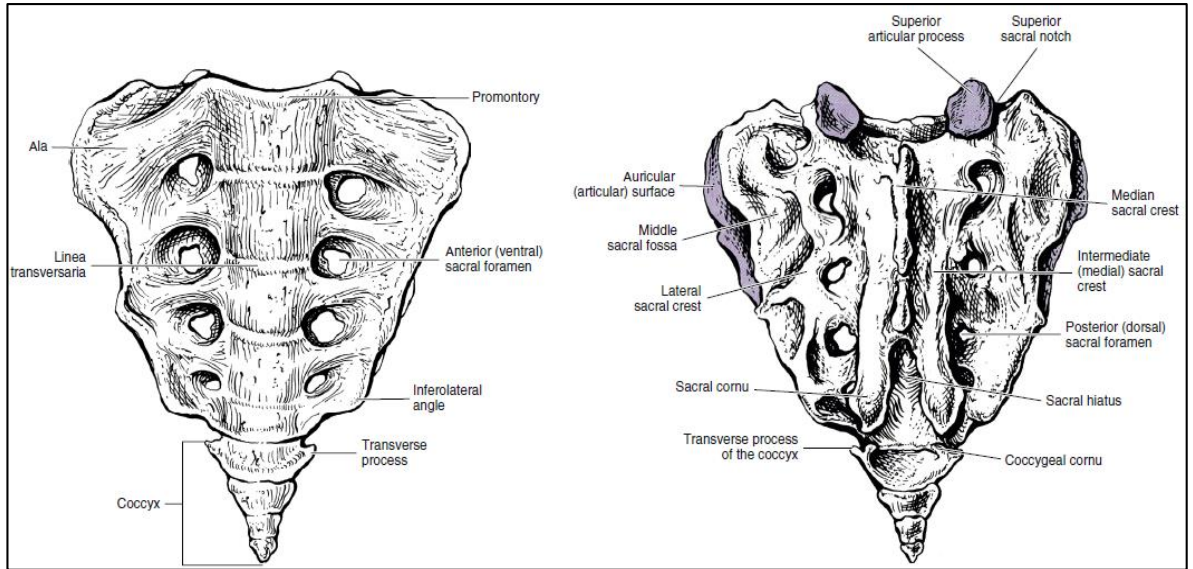
oluşturur. Sakrumun superior artiküler yüzeyleri konkav ve posteriora doğrudur. Sakral tabanın üstünde ve medialinde L5 omurun inferior artiküler yüzeyleri ile eklem yapar (Cramer ve Darby 2014, ss 315; Neumann 2010 ).

Sakrumun lateral yüzeyleri, sakral omurların transvers çıkıntılarının birleşmesiyle oluşmuştur. Lateralde, ilium ile eklem yapan facies auricularis bulunur. Facies auricularis, posteriora doğru konumlanan konkav bir yapıdadır ve S3 seviyesine kadar uzanır (Cramer ve Darby 2014, ss 314-315).

Sakrumun dorsal yüzeyinde füzyon halindeki S1-S4 sakral omurların spinöz çıkıntılarının oluşturduğu “crista sacralis media” bulunur. “Crista sacralis media”nın lateralinde ve “foramina sacralia dorsalia”nın medialinde “crista sacralis intermedia” bulunur. Foramina sacralia dorsalianın lateralinde ise “crista sacralis lateralis” bulunur. Sakrumun dorsal yüzünde ve inferiorunda “cornu sacrale” adı verilen çıkıntılar bulunur ve lig. Intercornuale aracılığıyla koksikse bağlanır. Sakral kanal inferiorunda “hiatus sacralis” ile sonlanır (Cramer ve Darby 2014, ss 316-317).

Sakrumun boyu yaklaşık 10,6 cm iken genişliği (basisden) 10,9 cm’dir. Erkeklerde yüksekliği, kadınlarda ise genişliği daha fazladır.

#### Şekil 2. 4: Sakrumun anterior ve posterior yüzeyleri



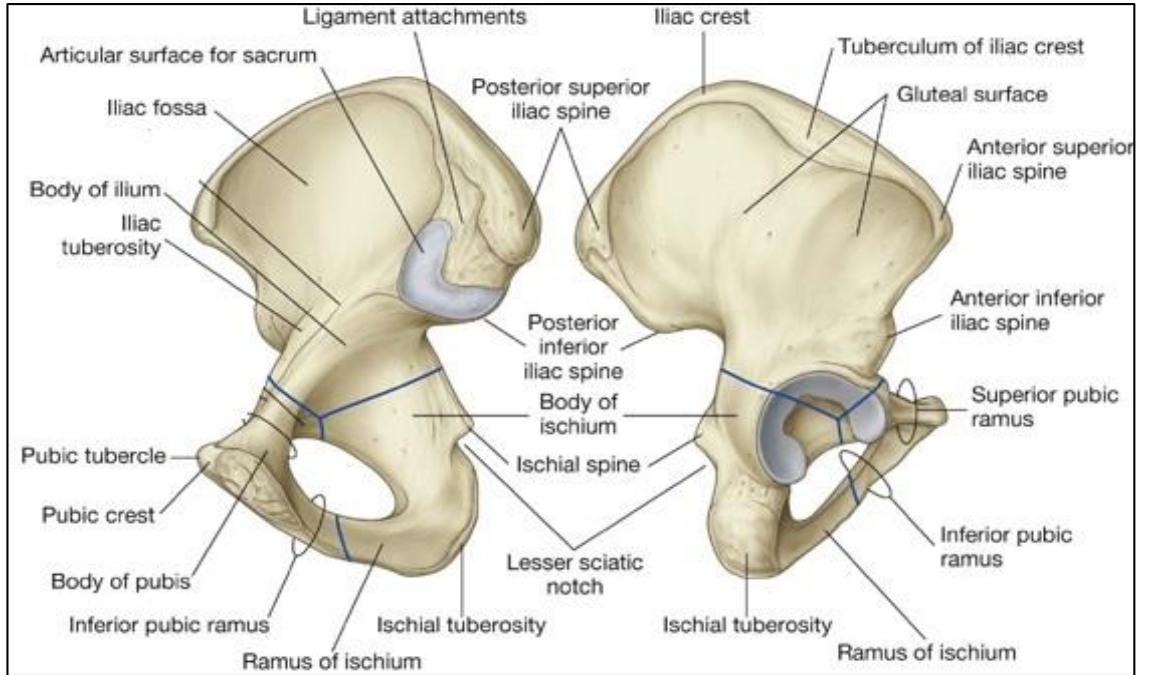
Kaynak: (Cramer ve Darby 2014, ss 313)

### 2.2.1.2. İlium

Pelvisi oluşturan 3 kemikten en büyük olanıdır. Yukarısında ala ossis ilii adındaki kanat şeklinde yapı, alt kısmında ise corpus ossis ilii adı verilen gövdesi bulunur. İliumun gövdesi, asetabulum oluşumunun yüzde 40'ını oluşturur (Houglum ve Bertoti 2012, ss 372).

Ala ossis ilii'nin üst sınırında ve pelvisin superior-lateralinde crista iliaca bulunur. Crista iliaca, spina iliaca anterior superior (SIAS) ile spina iliaca posterior superior (SIPS) arasındaki hat boyunca uzanır. Crista iliaca'nın posteriorda sonlandığı yerde L şeklindeki facies auricularis bulunur ve sakrumla eklem yapar. Kemik çıkıntıları belirgindir ve kolayca palpe edilebilir. İliumun geniş kemik yapısı birçok kas için yapışma yüzeyi oluşturur. Özellikle SIAS; Q açısı, bacak boyu ve pelvik rotasyonu belirlemede oldukça önemli anatomik bir noktadır. SIAS'ın altında, spina iliaca anterior inferior (SIAI), SIPS'in altında spina iliaca posterior inferior (SIPI) kemik çıkıntıları bulunur. İliumun medial yüzünde konkav fossa iliaca bulunur ve m.ilii için yapışma yüzeyi oluşturur. Lateral yüzeyinde posterior, anterior ve inferior gluteal çizgiler bulunur ve gluteal kaslara yapışma yeri oluşturur (Houglum ve Bertoti 2012, ss 372; Dutton 2012).

**Şekil 2.5: İlium, iskium ve pubisin medial ve lateralden görüntüsü**



Kaynak: ( Neumann 2010)

## 2.2.2. Ligamentöz Anatomi

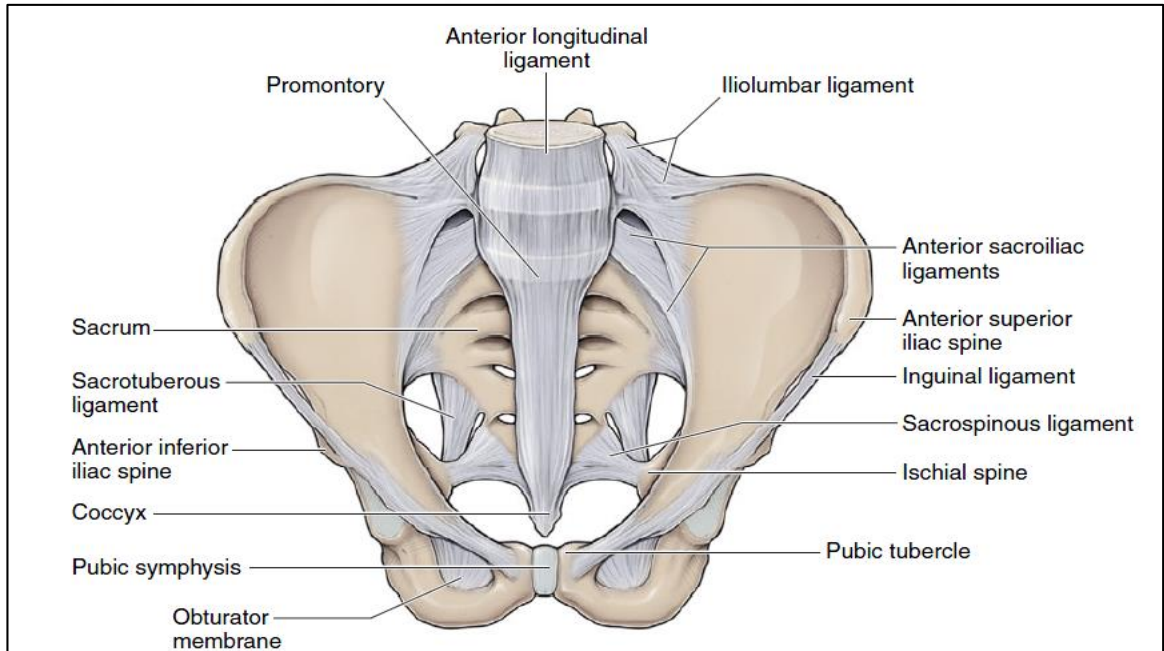
Sakroiliak eklem, diğer sinovial eklemler gibi ligamentler tarafından desteklenmektedir. Sakroiliak eklem ligamentleri vücudun en güçlü ve sert ligamentleri arasındadır. Anterior, interosseöz ve posterior sakroiliak eklem olmak üzere 3 artiküler; sakrotübero ve sakrospinöz ligament olmak üzere 2 ekstraartiküler ligamente sahiptir (Forst ve diğ. 2006).

### 2.2.2.1. Anterior sakroiliak ligament

Anterior sakroiliak ligamentler (ASL), eklem kapsülünün önünden ve alt kısmından başlayarak eklemi horizontal olarak geçer. Diğer sakroiliak eklem ligamentlerine göre daha ince ve zayıf yapıdadır. ASL, spina iliaca posterior superior (SİPS) ve linea arcuata ossis ilii

çevresinde daha iyi gelişmiş ve daha geniştir. Anterior sakroiliak ligament, sakrumun yukarı ve aşağıya hareketlerini limitler ve eklem uyumunu sağlar. İnce yapısından dolayı sıklıkla yaralanır ve ağrıya sebep olur. Anterior distraksiyon ve posterior kompresyon ağrı provakasyon testleri ile değerlendirilebilir. Baer'in SİE noktası ile palpe edilebilir ((Houglum ve Bertoti 2012; Jaovisidha ve diğ. 1996).

### Şekil 2. 6: Anterior Sakroiliak Ligament



Kaynak: <https://musculoskeletalkey.com/the-sacroiliac-joint-2>



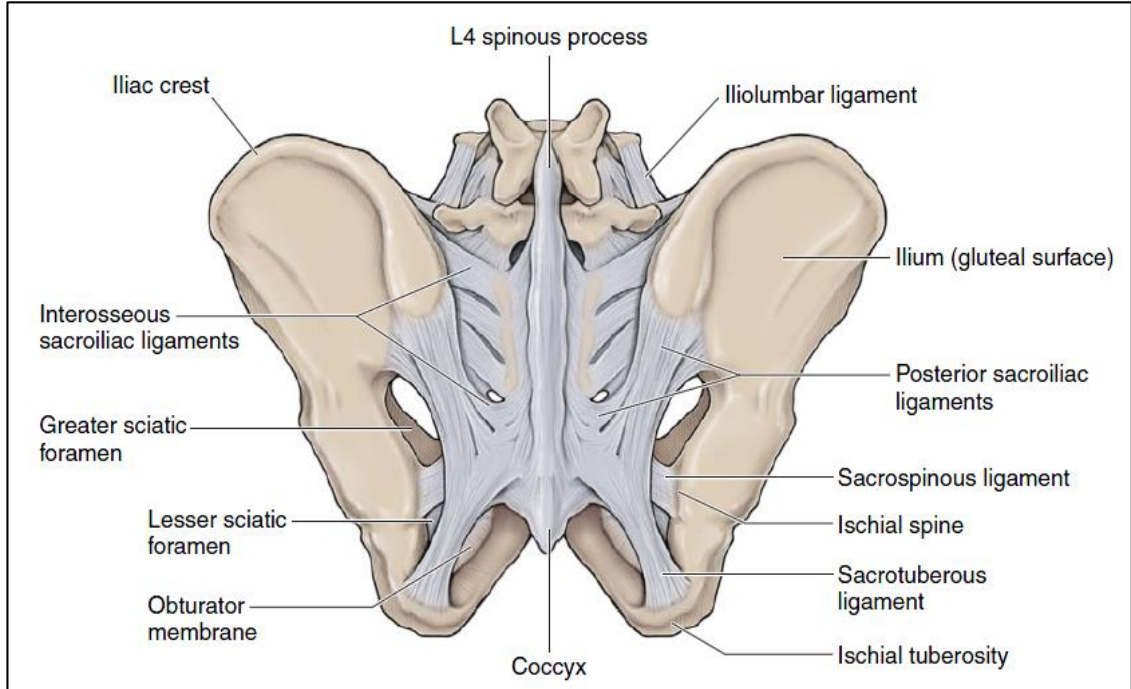
### 2.2.2.2. İnterosseöz sakroiliak ligament

İnterosseöz sakroiliak ligament, posterior sakroiliak ligamente göre derinde bulunan, güçlü kısa bir ligamenttir. Sakrum ile ilium arasındaki ana bağlantıyı sağlar ve crista sacralis lateralis ile tuberositas iliaca arasındaki düzensiz boşlukları doldurur. Yüzeysel ve derin olmak üzere iki parçası bulunur. Sakrum ve iliumu birbirine bağlayan yüzeysel parçası fibröz yapıdadır ve sakroiliak eklemi palpasyonunu limitler. Derin parçası ise auricular yüzeyden başlayarak kaudal ve kranial yönde lifler gönderir. İnterosseöz sakroiliak ligament, sakrumun öne ve aşağıya hareketini limitler (Bechtel 2001; Cramer ve Darby 2014).

### 2.2.2.3. Posterior sakroiliak ligament

Posterior sakroiliak ligament (PSL), sakroiliak eklemi destekleyen en geniş ve en güçlü ligamenttir. SİPS ile crista lateralis sacralisi birbirine bağlar ve sakrumun 3 veya 4. segmentine kadar uzanır. SİPS'in kaudalinde kolayca palpe edilebilir. PSL lifleri, birçok farklı yönde ilerler ve lateralde sakrotüberoz ligament ile birleşir. Ayrıca medialde erector spinae, multifidus ve throcodorsal fasciaya bağlanır. Bu ligamentin üst kısmı ağrının sık görüldüğü bir bölgedir. Posterior sakroiliak ligament, sakrumun counter-nutasyon hareketini limitler. Nutasyon sırasında ise gevşek yapıdadır.

**Şekil 2. 7: Posterior ve interosseöz sakroiliak ligament**



Kaynak: <https://www.memorangapp.com/flashcards/167914/The+sacroiliac+joints/>

#### **2.2.2.4. Sakrotüberöz ve sakrospinöz ligament**

Sakrotüberöz ligament (STL), posterior sakroiliak ligamentin lifleriyle birleşerek SİPS'e yapışır. Lateral ve oblik lifleri aşağıda tuber ischiadicum'a, medial lifleri S3, S4, S5 ve koksiksin laterale yapışır. Posterior lifleri ise gluteus maksimus ile piriformise tutunur ve bu kasların kontraksiyonuyla birlikte gerilir. Pelvik stabilizasyonu destekler ve sakral nutasyonu limitler. Aynı zamanda ağırlık aktarma sırasında apex ossis sacri'nin arkaya ve yukarı hareketini limitler. Sakrospinöz ligament (SSL) ise sakrum ile spina ischiadica arasındaki bağlantıyı sağlar ve STL'ye göre daha incedir. STL ve SSL birlikte sagittal ve horizontal plandaki rotasyonel hareketleri limitler. Sakrotüberöz ve sakrospinöz ligamentler incisura ischiadica major ve minorden, foramen ischiadicum majus ve minus oluşmasını sağlar (Woodley ve diğ. 2005; Neumann 2010).

#### **2.2.3. Musküler Anatomi**

##### **2.2.3.1. Gluteus maksimus**

Gluteus maksimus kası, insan vücudundaki en güçlü kaslardan biridir. Geniş ve yüzeyel olan gluteus maksimusun lifleri lateral ve oblik ilerleyerek posterior pelvis ile proksimal femuru birbirine bağlar. Bazı lifleri thoracodorsal fascia aracılığıyla aynı taraftaki multifidus ile birleşir. Gluteus maksimus kalça eklemının primer ekstansörüdür. En önemli görevi, ağırlık aktarma sırasında pelvik stabilizasyonu sağlamaktır. Merdiven çıkma, koşma ve zıplama aktivitelerinde çok güçlü kontraksiyonlar açığa çıkarır (Barker 2014, ss 234-240).

##### **2.2.3.2. Piriformis**

Piriformis, sakruma doğrudan yapışan tek kاستır. Sakrumun ön yüzünden başlayarak trochanter majorde sonlanır. Kalça eklemine eksternal rotasyon yaptırırken sakrotüberöz ligament aracılığıyla da SİE'yi stabilize eder. Kalça eklemının 90° fleksiyonunda ise kalça eklemine internal rotasyon yaptırır (Windisch ve diğ. 2007, ss 37-45).

##### **2.2.3.3. Multifidus**

Multifidus, spinal oluğun en medialinde bulunan ve lumbosakral eklemi aşan en geniş instrinsik bel kasıdır. Multifidus, yerçekimine karşı yapılan neredeyse tüm aktivitelerde aktiftir ve vertebraları kompresif kuvvetlerle bir arada tutarak lomber stabilizasyonu sağlar. Abdominal kaslara antagonist olarak çalışır. Gluteus maksimus ve sakrotüberöz ligament ile birlikte sakroiliak eklemının stabilizasyonuna katkıda bulunur (MacDonald ve diğ. 2006, ss 254-263).

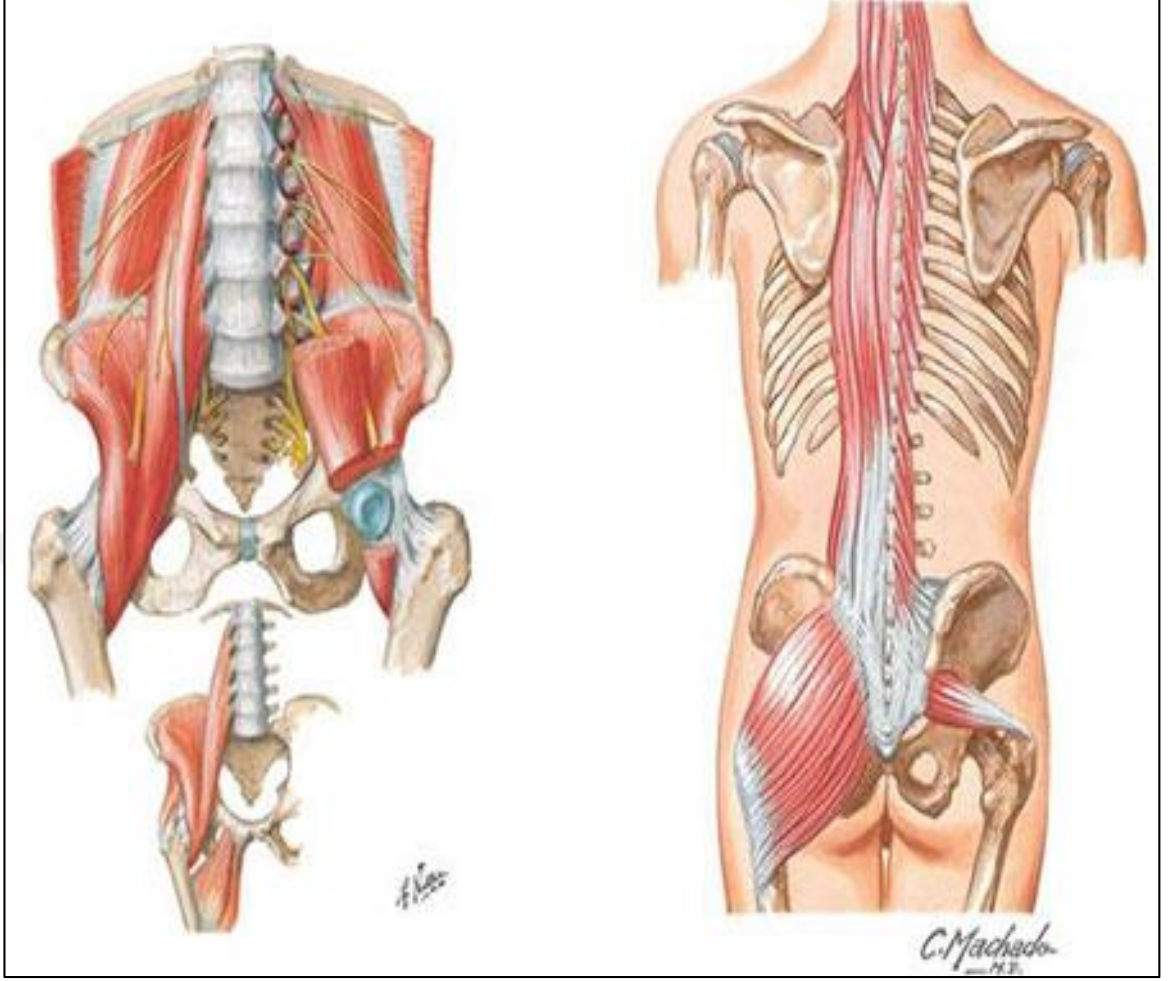
#### **2.2.3.4. Erector spinae**

Erector spinae, iliocostalis ve longissimustan oluşan kompozit bir kastır. Multifidus ile benzer şekilde vertebralar üzerinde kompresif kuvvet oluşturarak stabilizasyonu sağlar. Lomber ekstansiyon ve lateral fleksiyon yaptırır. Rotasyonel hareketlerde zayıftır, ipsilateral rotasyona minimal katkı sağlasa da kontralateral rotasyonda katkısı biraz daha fazladır (Hansen ve diğ. 2006, ss 1888-1889).

#### **2.2.3.5. Quadratus lumborum**

Quadratus Lumborum, arka abdominal duvarda bulunan geniş bir kastır. SİPS ve crista iliaca ile 12. kostaya yapışır. Gövdenin lateral fleksiyonu esnasında kontralateral QL eksentrik kasılarak hareketi stabilize eder. Tekrar erekt pozisyona gelmek için ise aynı kas konsantrik kasılır. Quadratus lumborumda meydana gelen kas kısalığı veya gerilim artışı pelvisin pozisyonunu etkileyerek fonksiyonel bacak boyu kısalığına neden olabilir. Bu kaslar sakroiliak eklemin ligamentleri veya thoracodorsal fascia aracılığıyla ekleme etki ederler (Houglum ve Bertoti 2012, ss 343).

**Şekil 2. 8: Sakroiliak ekleme etki eden kaslar**



Kaynak: <http://sijoint.com/images/>

Sakroiliak eklemin hareketlerini anlayabilmek için SİE ile ilişkili birçok kas grubunun bilinmesi gerekir. Sakroiliak eklem ile bağlantılı tüm kaslar Tablo 2.1’de özetlenmektedir.

**Tablo 2. 1: Sakroiliak ekleme etki eden kaslar**

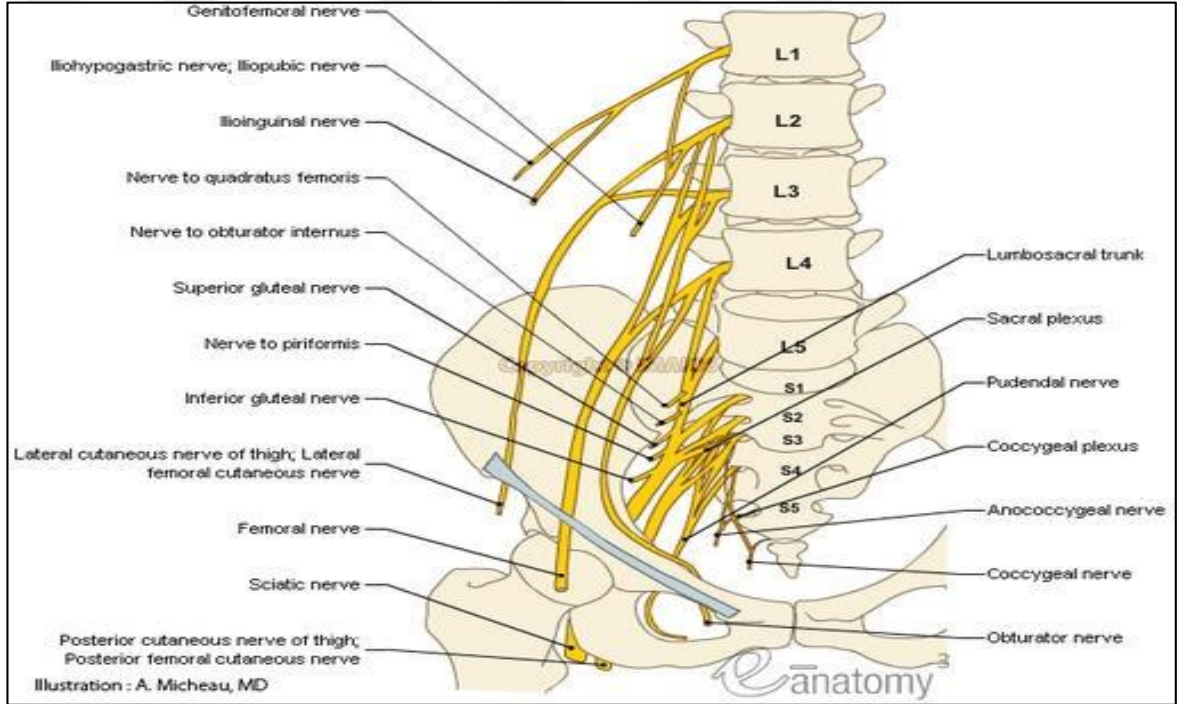
<b>KAS</b>	<b>ORİGO</b>	<b>İNSERTİO</b>	<b>İNNERVASYON</b>	<b>GÖREVİ</b>
Gluteus Maksimus	İliumun arka yüzeyi, sakrumun ve koksiksin dorsali ve sakrotüberöz ligament	Tuberositas glutea ve iliotibial band	İnferior gluteal sinir	Uyluğun dış rotasyonu ve kalça eklemi ekstansiyonu
Gluteus Medius	İliumun dış yüzeyi	Trochanter majorun dış yüzeyi	Superior gluteal sinir	Uyluğun abduksiyon ve internal rotasyonu
Gluteus Minimus	İliumun dış yüzeyi	Trochanter majorun ön yüzeyi	Superior gluteal sinir	Uyluğun abduksiyon ve internal rotasyonu
Psoas Major	T12-L5 transvers çıkıntıları ve aralarındaki disklerin lateral kısımları	Trochanter minor	L1-L3 lomber sinirlerin anterior dalı	Uyluğun fleksiyonu
Psoas Minor	T12-L1 lateral yüzeyi ve intervertebral diskleri	Linea pectinea ve iliopubik eminens	L1 sinirinin anterior kökü	Uyluğun fleksiyonu
İliacus	İliak fossa	Trochanter minor	L1-L4 femoral sinir	Uyluğun fleksiyonu
Rectus Femoris	SİAİ	Patellar tendon	Femoral sinir	Uyluğun fleksiyonu
Hamstring	Tuber ishium	Tibia ve fibula	İnferior gluteal sinir	Uyluğun ekstansiyonu
Pectineus	Pubisin pektineal çizgisi	Femurun pektineal çizgisi	Femoral sinir	Uyluğun addüksiyonu ve fleksiyonu
Piriformis	Sakrum	Trochanter major	Piriformis siniri	Uyluk eksternal rotasyonu
Erector Spinae	İliac crest ve T9-T12 spinöz çıkıntısı	T1-T2 spinöz çıkıntısı ve servikal omurga	Spinal sinirin posterior dalları	Omurga ekstansiyonu
Latissimus Dorsi	İliac crest, torakolomber fasya, T5-T7 spinöz çıkıntı, skapula alt ucu, son 3-4 kosta	Humerusun sulcus intertubercularisi	Torakodorsal sinir	Gövde rotasyonu, kol ekstansiyon, addüksiyon, internal rotasyon

Kaynak: (Houglum ve Bertoti 2012)

#### 2.2.4. İnnervasyonu ve Vaskülarizasyonu

Sakroiliak eklemnin innervasyon seviyeleri değişkenlik gösterir. Sakroiliak eklemnin anterioru L2-S2 spinal sinirlerin anterior dallarından, sıklıkla L4-L5 seviyesinden innerve olurken; eklemnin posterioru ise S1-S4 seviyelerinden innerve olur. İnnervasyon seviyeleri kişiden kişiye hatta aynı kişide sağ ve sol SİE'de farklılık gösterdiğinden sakroiliak eklemnin yansıyan ağrı paternleri çok çeşitlidir. Sakamoto ve diğ. SİE'de mekanoreseptörden çok nosiseptörler olduğunu tespit etmişlerdir. Ligamentlerin yanısıra artiküler kartilaj da ağrıya duyarlıdır. Ayrıca içerdiği yüksek miktarda proprioseptör sayesinde denge ve postüre katkı sağlar.. Ağrı, ısı, basınç ve pozisyon hissine oldukça duyarlı bir eklemdir (Forst ve diğ. 2006; Foley ve Buschbacher 2006).

#### Şekil 2. 9: Sakroiliak eklemnin innervasyonu

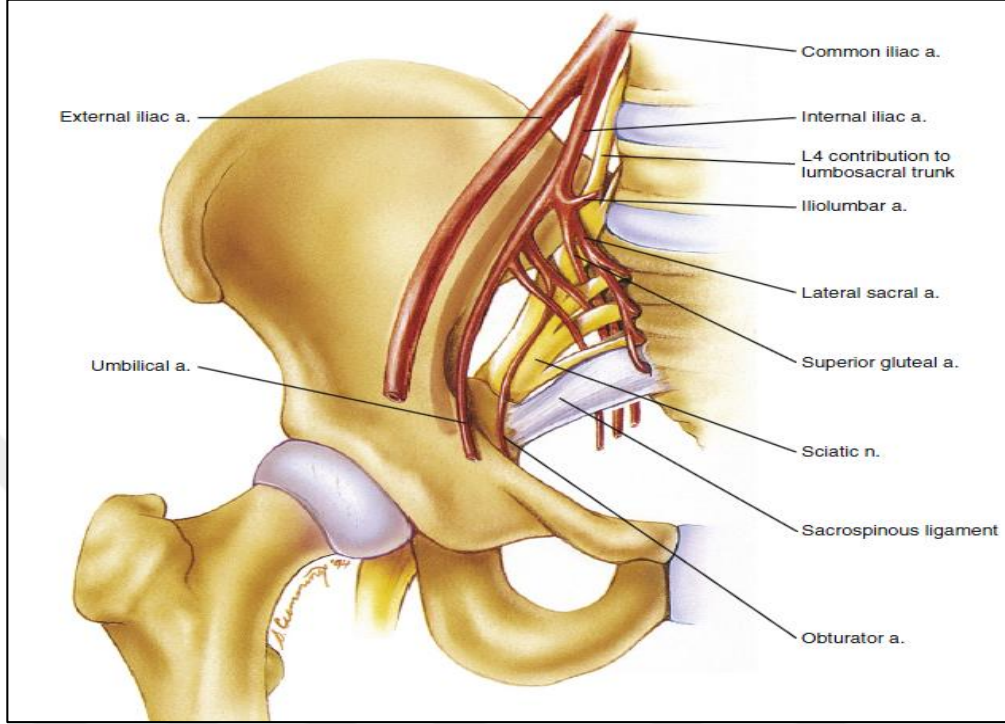


Kaynak:( Dryden-Schofield 2013)

Sakroiliak eklemnin vaskülarizasyonu, a.glutea superior, a.sacralis lateralis ve a.iliolumbalis tarafından sağlanır. A. İliaca internanın posteriorundan ayrılan arterlerin en geniş olanı a.glutea superior'dur ve gluteal bölgenin beslenmesine katkı sağlar. A. Sacralis lateralis, sakrum ve sakral sinir köklerini besleyen ana damardır. Anterior ve lateral sakral yüzeyler ile anterior sakral foraminaya dallanmıştır. A. İliolumbalis ise iliak dalları ile quadratus lumborum ve iliacus beslerken, lomber dalları psoas majorun

kanlanmasını sağlar (Cramer ve Darby 2014, ss 336). Sakroiliak eklemin besleyen arterler Şekil 2.10’da gösterilmektedir.

### Şekil 2. 10: Sakroiliak Eklemi Besleyen Arterler



Kaynak: (Cramer ve Darby 2014, ss 336)

### 2.3. SAKROİLİAK EKLEM BİYOMEKANİĞİ

Sakroiliak eklem, lomber bölge ile kıyaslandığında; aksiyel kompresyondan kaynaklanan problemlere 20 kat, aksiyel torsiyondaki aşırı yüklenmelere iki kat daha eğilimlidir. Sakroiliak eklem, gövde ile alt ekstremité arasındaki yük transfer noktasıdır. Bu nedenle ağırlık aktarmanın sakroiliak eklem üzerinde çok büyük mekanik etkileri olur. Dik pozisyon ile sırtüstü veya yüzüstü pozisyonundaki sakroiliak eklem mekaniği ve hareketi oldukça farklıdır. Dik duruş için büyük bir stabilizasyon kaynağıdır. Kaslara yapışma yüzeyi oluşturur ve kadınlarda doğum kanalı görevi görür. Sakroiliak ekleminde meydana gelen hareketin miktarı küçüktür ancak üç yönde harekete sahiptir (Neumann 2010,ss 359).

### **2.3.1. Sakroiliak Eklem Hareketleri**

Sakroiliak eklem temel fonksiyonu stabilizasyondur ve çok kısıtlı harekete sahiptir. Jacob ve Kissling (1995), sakroiliak eklemde 0,4-4,3° rotasyon ile 0,7 mm translasyon hareketi olduğunu belirlemişlerdir. Sakroiliak eklemde hareket olduğu çalışmalarla kanıtlanmasına rağmen, medikal çevrelerde bu eklem hareket yeteneği olmadığına inanan bir kesim de vardır. Sakroiliak eklem hareketliliği yaşla birlikte, erkeklerde kadınlara oranla daha fazla kısıtlanır. Sakroiliak eklemde; sakrumun iliuma göre ve sakrumun iliuma göre hareketleri söz konusudur (Bussey ve diğ. 2009, ss 514-519).

#### **2.3.1.1. Sakrum İliuma Göre Hareketleri**

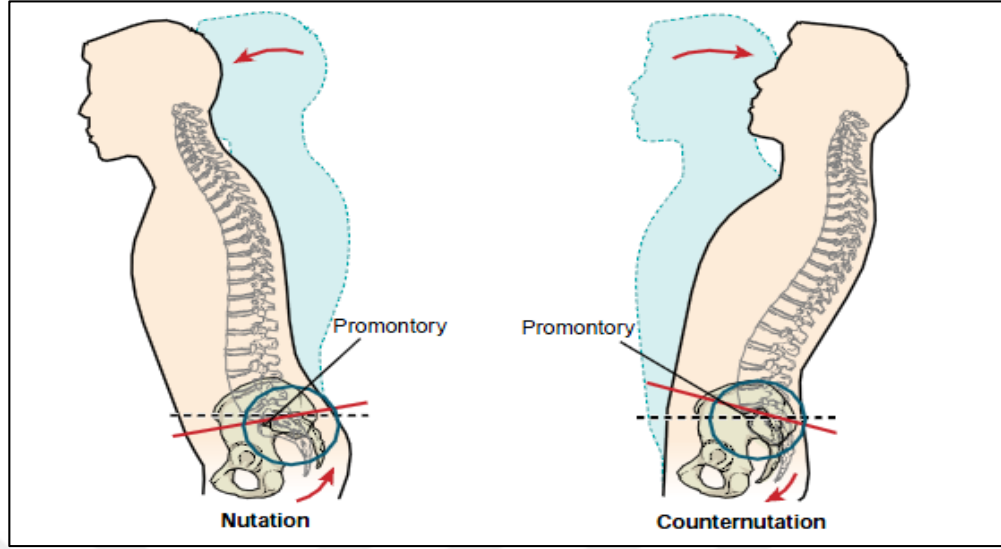
**Nutasyon**, sakroiliak eklemde görülen primer harekettir, sakral fleksiyon olarak da tanımlanır; sakrum tabanının anteriora ve inferiora hareketiyle meydana gelir. Nutasyon sırasında sakrumun distali ve koksiks posteriora hareket ederken sakral promontoriumun anterior ve inferior yönde hareket eder. Sakrum ve ilium eklem yüzeylerinin birbirine en yakın olduğu (closed-pack) pozisyonudur. Her iki taraf crista iliaca birbirine yaklaşır, tuber ischiadicumlar birbirinden uzaklaşır. Nutasyon hareketiyle pelvik çıkış (pelvic outlet) genişler. Sakroiliak eklemde nutasyon sakrotüberöz ve sakrospinöz ligamentler tarafından limitlenir (Houglum ve Bertoti 2012, ss 332).

**Kontranutasyon**, nutasyonun tam tersidir, sakral ekstansiyon olarak da tanımlanır. Sakrum tabanının posteriora ve superiora hareketiyle sakrumun inferioru ve coccyx anteriora hareket eder. Pelvik inlet genişler Sakral promontorium posterior ve superior yönde hareket ederken sakrumun distali ve koksiks anteriora hareket eder. Kontranutasyon, pelvik girişi (pelvic inlet) genişletir. Hareket sırasında eklem yüzeyleri arasındaki ilişki daha az stabildir. Kontranutasyon, gövde ekstansiyonu sırasında veya errekt postürden sırtüstü pozisyona geçerken meydana gelir. Başta piriformis olmak üzere kalçanın dış rotasyonunu sağlayan kaslar ile pelvik taban kaslarının sinerjistik çalışmasıyla açığa çıkar (Houglum ve Bertoti 2012, ss 332).

Hamilelik döneminde relaksin hormonunun salgılanması, ligament laksitesine neden olur ve sakroiliak eklem hareketliliği artar. Pelvik giriş fetüse uyum için, pelvik çıkış ise doğuma hazırlık için genişler.



**Şekil 2. 11: Nutasyon ve kontranutasyon hareketi**



*Kaynak: (Houglum ve Bertoti 2012, ss 333)*

**Rotasyon**, sakroiliak eklemden sagittal planda transvers ekseninde (X eksenini), horizontal planda longitudinal ekseninde (Y eksenini) ve koronal planda sagittal ekseninde (Z eksenini) gerçekleşebilir. Daha çok X ve Z ekseninde meydana gelen bu rotasyonlar sakroiliak eklemden sabit pelvis üzerinde sakral hareketlerle meydana gelir (Cramer ve Darby 2014 ).

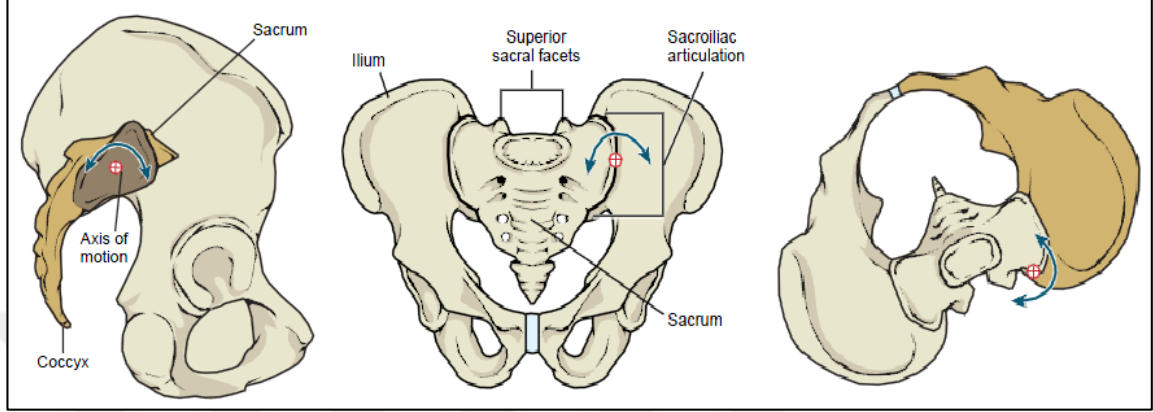
### **2.3.1.2. İliumun Sakruma Göre Hareketleri**

**Posterior rotasyon**, sakroiliak eklemden aynı taraf kalça fleksiyonu ile birlikte gerçekleşir. Aynı taraf ilium posterior rotasyon yaparken, SİPS posterior ve inferiora hareket eder. İliumun posterior rotasyonu sırasında, SİAS ve pubiste yukarı yönde, sakrumda öne ve aşağı yönde, kalça ekleminde ise yukarı, dışarı ve öne bir hareket gerçekleşir (Tamer 2014, ss 296-297).

**Anterior rotasyon** ise zıt taraftaki kalça fleksiyonunda gerçekleşir. Diğer yapılarda meydana gelen hareketler iliumun posterior rotasyonunda olanların tam tersidir. İlium anterior ve posterior rotasyonu, merkezi S3 seviyesi olan hareketlerdir. Sakroiliak eklemden iliumun posterior rotasyonu, asetabulumun pozisyonunun değişmesine ve bacak boyunda fonksiyonel kısaltmaya neden olurken; ilium anterior rotasyonunda asetabulum pozisyonundaki değişiklikler fonksiyonel uzamaya neden olur (Tamer 2014, ss 296-297, Houglum ve Bertoti 2012 ).

**Anterolateral rotasyon** ve **posteromedial rotasyon**, koronal ve horizontal düzlemde iliumun gerçekleştirdiği hareketlerdir. Anterior rotasyon ile anterolateral rotasyon, posterior rotasyon ile posteromedial rotasyon hareketi beraber görülür (Tamer 2014, ss 296-297).

### Şekil 2. 12: Sakrum ve ilium hareket merkezleri



Kaynak: (Houglum ve Bertoti 2012, ss 332)

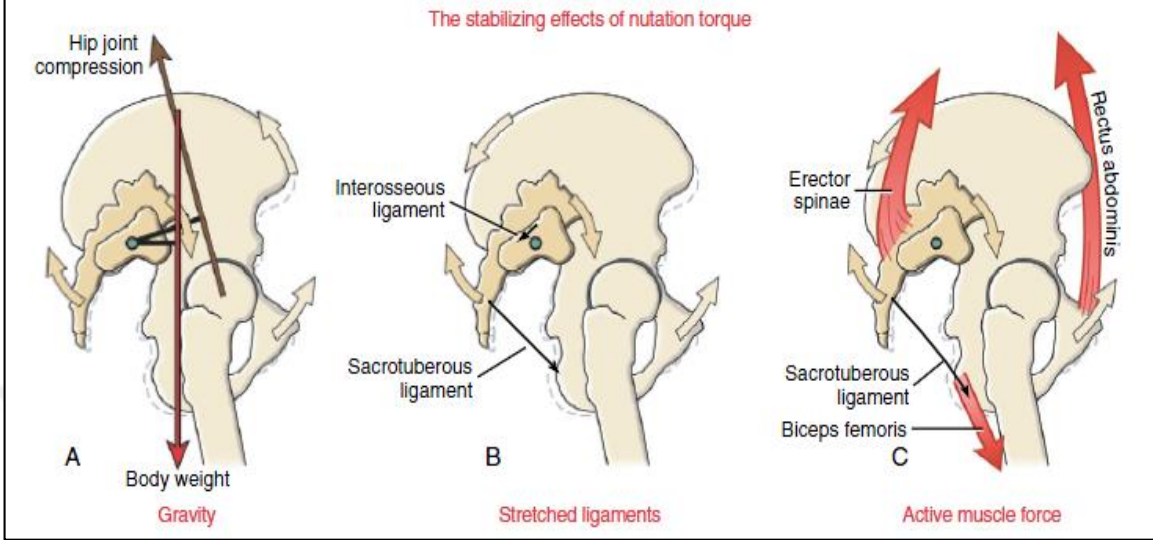
### 2.3.2. Sakroiliak Eklem Kilit Mekanizması

Sakroiliak eklem kilit mekanizması sakral nutasyona dayanır. Nutasyon, sakroiliak eklem yüzeylerindeki kompresyon kuvvetini arttırarak eklem stabilizasyonunu sağlar. Bu nedenle sakroiliak eklem kapalı paket pozisyonu tam sakral nutasyondur. Nutasyon sırasında yerçekimi, ligament ve kaslardan üretilen tork eklemi stabilize eder (Snijders ve diğ. 1993; Neumann 2010).

Yerçekimi, vücut ağırlığının lomber vertebralardan geçerek sağ ve sol sakroiliak eklem aktarılmasını sağlar. Aynı zamanda femur başından yukarı asetabulumu doğru kompresyon kuvveti üretilir. Bu iki kuvvetin oluşturduğu nutasyon torku eklem yüzeylerindeki friksiyonu arttırır; sakroiliak eklemde sakrumun anteriora, iliumun ise posteriora rotasyonunu sağlar ve eklem kilit mekanizmasını oluşturur. Sakral nutasyon sakrotüberöz ve sakrospinöz ligamentlerin gerilimini arttırarak eklem stabilizasyonuna ligamentöz katkıyı sağlar (Neumann 2010). Yerçekiminin oluşturduğu tork oturma ve ayakta durmada SİE stabilizasyonu için yeterli olsa da aktivite esnasında eklem stabilizasyonunu sağlamak için ligament ve kasların ürettiği torka ihtiyaç duyulur. Kaslar; eklem yüzeyleri üzerinde aktif kompresyon kuvveti oluşturarak, nutasyon torkunu arttırıp aktif kilit mekanizması sağlayarak, eklemi destekleyen konnektif dokuya çekme kuvveti uygulayarak veya tüm bunların kombinasyonu ile sakroiliak eklem stabilizasyonunu

sağlar (Liebenson 2004, ss 43-45). Sakroiliak eklem kilit mekanizması Şekil (2-13)'de gösterilmektedir.

**Şekil 2.13: Sakroiliak eklem kilit mekanizması**

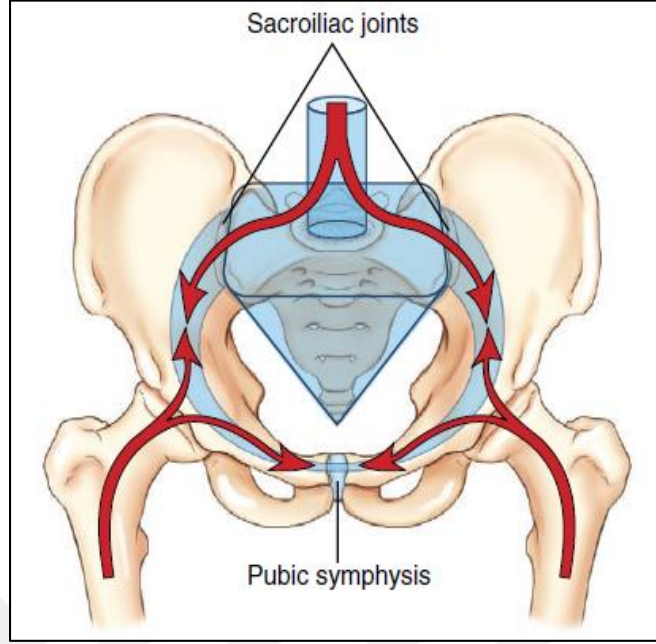


Kaynak: (Neumann 2010, ss 364)

### 2.3.3. Sakroiliak Eklem Yük Transferi

Sakroiliak eklem artiküler yüzeyleri, lomber omurgadan alınan yükün pelvis yoluyla alt ekstremiteye iletilmesini sağlar. Sakroiliak eklem hareketi yük aktarımı sırasında SİE'nin kilit mekanizmasının devreye girmesiyle kısıtlanır. Ayaktayken tek bacak üzerinde durma veya yatar pozisyondan ayağa kalkma esnasında yük aktarımı gerçekleşirken sakral nutasyonla sakroiliak eklem stabilizasyonu sağlanır. Üst ekstremit ve gövdeden gelen yükün alt ekstremiteye iletilmesinde torakolumbar fasyanın rolü oldukça önemlidir (Neumann 2010, ss 360).

**Şekil 2. 14: Sakroiliak Eklemin Yük Transferi**



*Kaynak: (Neumann 2010, ss 360)*

## **2.4. DİZ EKSTANSÖR VE FLEKSÖR KASLAR**

### **2.4.1. Diz Ekstansör Kaslar**

**Quadriceps femoris kası**, dizin stabilitesinden sorumlu en önemli kas grubudur. Quadriceps; rectus femoris, vastus intermedius, vastus lateralis ve vastus medialis olmak üzere dört kasta oluşmaktadır. Bu dört kasın tendonları uyluğun sonunda birleşir ve ortak bir tendon ile devam ederek tuberositas tibiada sonlanır. Ortak tendonun devamı, patellanın apeksi ile tibianın çıkıntısı arasındaki patellar bağı oluşturur. Vastus medialis patellanın laterale yer değiştirmesini limitlerken vastus lateralis ise mediale yer değiştirmesini limitler. Quadriceps kası klinikte genellikle ACL'nin antagonisti olarak tarif edilir. Diz eklemine primer ekstansördür ve rectus femoris parçası çift eklem katettiğinden hem kalça hem de diz fonksiyonlarına etki eder (Çetin 2018).

**Rectus femoris**, spina iliaca anterior superior'dan başlayarak asetabulum üzerinden diz eklemine doğru ilerler ve quadriceps kasının ortak tendonuyla birlikte tibiaya yapışır. Femoral sinir tarafından innerve edilir (Cael 2010, ss 337).

**Vastus medialis kası**, vastus medialis obliquus ve vastus medialis longus olmak üzere iki parçadan oluşur. Rectus femoris ve sartorius kaslarının alt kısımlarında konumlanır. Vastus medialis longus, diğer quadriceps kasları gibi diz ekstansiyonuna katkı sağlarken,

oblik parçası daha çok patellar stabilizasyonda ve patellanın femurun interkondilar çukuruna uyumunda görev alır. Linea asperanın medialinden başlayarak quadricepsin ortak tendonu ile tuberositas tibiaya yapışır (Cael 2010, ss 343).

**Vastus lateralis kası**, quadriceps kasının enine kesiti en büyük olan parçasıdır. Femurun lateral ve posteriorundaki geniş aponevroz, trochanter major ve linea asperanın dışından başlayarak patellanın dış yanı, patellar retinakulum ve quadricepsin ortak tendonunda sonlanır (Cael 2010, ss 342).

**Vastus intermedialis kası**, quadriceps kasının en derinde olanıdır. Rektus femorisin altında bulunur. Femurun anterior-lateralinden başlar, bazı lifleri patellanın dış yanında sonlanırken çoğunluğu quadricepsin ortak tendonuyla birleşerek tuberositas tibiada ve patellanın üst kısmında sonlanır (Cael 2010, ss 344). Vastus intermedialisin altında **artikularis genu kası** mevcuttur. Artikularis genu kası, distal femurun önünden başlayıp kapsüle yapışır ve diz ekstansiyonu sırasında sinovial membranı eleve eder (Neumann 2010, ss 541; Çetin 2018).

#### **2.4.2. Diz Fleksör Kaslar**

Hamstring, semitendinosus, semimembranosus ve biceps femoris olarak üç parçadan oluşur. İskial sekiden başlayarak biceps femoris fibula başına, semitendinosus ve semimembranosus ise proksimal tibianın medialine yapışır. Hamstring kası diz eklemine fleksiyon ve kalçaya ekstansiyon yaptırır. Ayrıca biceps femoris dış rotasyona yardımcı olurken, medial hamstring kasları iç rotasyona katkı sağlar. Hamstring, klinikte PCL'nin antagonisti olarak değerlendirilir (Çetin 2018).

**Semitendinosus**, tüber iskiümdan başlayarak semimembranosus üzerinden uyluğun mediali boyunca ilerler ve tibianın anteromedialine yapışır. Tibial sinir tarafından innerve edilir.

**Semimembranosus**, tüber iskiümdan başlayarak tibianın posteromedialinde sonlanır. Eklem kapsülü ve oblik popliteal bağ ile ilişkilidir. Tibial sinir tarafından innerve edilir.

**Biceps Femoris**, uzun ve kısa başı vardır. Uzun başı tüber iskiümdan, kısa başı linea asperanın lateral intermuscular septumundan başlar ve fibula başı ile tibial lateral kondilde sonlanır. Anatomik olarak LCL ile ilişkilidir ve eklem arka-dış kısmının stabilizasyonuna katkı sağlar. Uzun başı tibial sinir, kısa başı ise peroneus communis tarafından innerve edilir.

**Gastrocnemius kası**, femurun lateral ve medial kondillerinden başlar, soleus kasını da içine alarak aşıl tendonu aracılığıyla kalkaneusa yapışır. Dizin eklem kapsülü ile oldukça bağlantılıdır ve kapsülü posteriordan destekler. Ayak bileğine plantar fleksiyon ve diz eklemine fleksiyon yaptırır.

**Gracilis**, uyluğun medialinde bulunan en yüzeysel kastır. Simfizis pubisin ön ve alt kısmından başlayarak uyluğun medialinden dik bir şekilde ilerler ve distal 1/3'ünde tendonlaşarak tibianın medial kondilinin altında pes anserinus ortak tendonuyla sonlanır. Diz eklemine fleksiyonuna katkı sağlarken, kalça eklemine fleksiyon, addüksiyon ve internal rotasyon yaptırır. . Obturator sinir tarafından innerve edilir.

**Sartorius**, insan vücudundaki en uzun kastır. Spina iliaca anterior superior'dan başlayarak femurun iç yüzünden ve femoral aponevrozun altından ilerler ve pes anserinus ortak tendonuyla tibianın üst medialine yapışır. Diz eklemine fleksiyonunda, kalça eklemine fleksiyon, abdüksiyon ve eksternal rotasyonunda görev alır. Femoral sinir tarafından innerve edilir.

**Plantaris kası**, 7-10 cm uzunluğunda femurun lateral kondilinin üzerinden başlar, ince bir tendon halinde ilerleyerek aşıl tendonunun medialine kaynaşır. Plantar fleksiyona yardımcı olur (Neumann 2010 ; Çetin 2018).

**Tablo 2. 2: Diz Eklemine Ekstansör ve Fleksör Kasları**

<b>Kas</b>	<b>Proksimal Yapışma Yeri</b>	<b>Distal Yapışma Yeri</b>	<b>Dizdeki Asıl İşlevi</b>
<b>Rektus Femoris</b>	Spina İliaca Anterior İnférieur	Tuberositas Tibia	Ekstansiyon
<b>Vastus Lateralis</b>	Büyük Trokanter ve Linea Asperanın Dış	Tuberositas Tibia	Ekstansiyon
<b>Vastus İntermedius</b>	Femur Önü	Tuberositas Tibia	Ekstansiyon
<b>Vastus Medialis</b>	Linea Asperanın İç Yanı	Tuberositas Tibia	Ekstansiyon
<b>Semitendinosus</b>	İskiyal Kabartının Mediali	Proksimal Medial Tibiaya	Fleksiyon ve İç Rotasyon
<b>Semimembranosus</b>	İskiyal Kabartının Lateralı	Proksimal Mediyal Tibiaya	Fleksiyon ve İç Rotasyon
<b>Biceps Femoris Kısa Başı</b>	Linea Asperanın Dış Yanı	Tibia Lateral Kondilinin ve Fibula Başının Arkası	Fleksiyon ve Dış Rotasyon
<b>Sartorius</b>	Spina İliaca Anterior Superior	Tibia Medialinin Üst Kısmı	Femurun Fleksiyon ve Dış Rotasyonuna Yardım Eder
<b>Gracilis</b>	Simfisis Pubisin Ön-Alt Tarafı	Tibia Medial ve Proksimalı	Femur Addüksiyonu ve Alt Bacak Fleksiyonu
<b>Popliteus</b>	Femur Dış Kondili	Tibia Mediali ve Arkası	Alt Bacağın Medial Rotasyonu ve Fleksiyonu
<b>Gastrocnemius</b>	Femur İç ve Dış Kondilleri Arası	Aşil Tendonuyla Kalkaneus Tümseği	Fleksiyon
<b>Plantaris</b>	Femur Distali ve Arkası	Aşil Tendonuyla Kalkaneus Tümseği	Fleksiyon

Kaynak: (Muratlı 2000)

## 2.5. BACAK BOYU EŞİTSİZLİĞİ

Bacak boyu eşİtsizliği, iki alt ekstremite arasında uzunluk farkı bulunmasıdır. BBE, bel ağrısının en yaygın sebeplerinden biridir. Bacak boyu eşİtsizliği, alt ekstremite ve lomber omurgada anormal yüklenmeye sebep olan çok yaygın bir durumdur. Bacak boyu eşİtsizliği genel popülasyonun yüzde 90'ında, ortalama 5,2 mm uzunluk farkıyla görülür. BBE'de dik duruşta bir femur başı diğerinden daha aşağıda görünür. Bu durum alt ekstremite, omurga ve pelviste postürel ve fonksiyonel değişikliklere sebep olur. Bacak boyu eşİtsizliğinin neden olduğu durumlar; skolyoz, kalça, diz ve lomber bölgede osteoartrit, bel ağrısı, metatarslar, tibia ve femurda stres kırıkları ve yürüme bozuklukları olarak sıralanabilir. Akut ve kronik sakroiliak eklem problemlerinin açığına çıkmasına neden olur. Spinal postürü etkiler ve kinetik zincirdeki çeşitli eklemleri etkiler. Bazı araştırmacılar 20 mm'nin altındaki bacak boyu farkının klinik öneminin olmadığını belirtselede aksini gösteren çalışmalar da yapılmıştır. Bacak boyu eşİtsizliği anatomik ve fonksiyonel bacak boyu eşİtsizliği olarak ikiye ayrılır (Subotnick 1981, Knutson 2005, Khalifa 2017).

### 2.5.1. Anatomik Bacak Boyu EŞİtsizliği

Anatomik (yapısal) bacak boyu eşİtsizliği, alt ekstremitede kemik yapılarıdaki asimetriden kaynaklı görülen bacak boyu farkıdır. Anatomik BBE, konjenital veya edinilmiş olabilir. Konjenital nedenler fokomeli ve disgenetik sendromlardır. Edinilmiş etyolojiler ise displaziler, Ollier hastalığı, epifiz kayması, poliomyelit, septik artritler, osteomyelit, kırıklar, pes planus, diz valgus ve varus dislokasyonları ve cerrahiden kaynaklanır. Anatomik bacak boyu eşİtsizliğinde uzun bacağın kısa tarafa adapte edilmesi için vücut farklı kompensasyon mekanizmalarını kullanır. Bunlardan bir tanesi uzun bacağın olduğu tarafta ayakta aşırı pronasyona gidilmesidir (Cooperstein ve Lew 2009; Gurney 2002). Anatomik bacak boyu eşİtsizliği pelvik torsiyon için risk faktörüdür. Pelviste iliumun posterior rotasyonu, anatomik bacak boyu eşİtsizliğinde uzun bacağın olduğu taraftadır. Yapılan bazı çalışmalarda sol bacağın yüzde 53-75 oranında anatomik olarak daha uzun olduğu ve 20 mm'nin altındaki bacak boyu farkının klinik öneminin olmadığı belirtilmiştir. Friberg ise Fin ordusunda yaptığı bir çalışmada 3 mm üzerindeki bacak boyu eşİtsizliğinin alt ekstremite stres kırıklarıyla ilişkili olduğunu saptamıŐtır (Friberg 1983).



## **2.5.2. Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği**

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği, kinetik zincirdeki biyomekanik değişikliklerden kaynaklanan bacak boyu farkıdır. Eklem konraktürleri, aksiyel dizilimde bozukluklar, fiks spinal deformiteler, kalça ve diz kaslarındaki kısalıklardan kaynaklanabilir. Pelviste iliumun posterior rotasyonu fonksiyonel bacak boyu kısalığına neden olur. Ayakta tek tarafta görülen pronasyon bacak boyunun kısa görünmesine neden olur (Knutson 2005; Resende ve diğ. 2016, ss 147-153).

Sakrumun nutasyon hareketi alt ekstremitede fonksiyonel kısalığa, kontranutasyon ise tersine fonksiyonel uzamaya sebep olur. Sakroiliak eklemden meydana gelen fonksiyon bozukluğu hamstring, quadriceps femoris, quadratus lumborum, iliopsoas ve gluteal kas gruplarında gerilimin artmasına neden olur ve fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğine katkıda bulunur. Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinde, bacak boyu ölçümünde herhangi bir uzunluk farkı olmaksızın eklem biyomekaniği ve kassal yapılardan kaynaklı fonksiyonel bir kısalık söz konusudur (Kiapour ve diğ. 2012, ss 1577-1580).

### **2.5.2.1. Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliğinin Değerlendirilmesi**

Fonksiyonel bacak boyu değerlendirmesinde altın standart X-Ray görüntüleme ile yapılan değerlendirmedir. Bu değerlendirmenin yanısıra özellikle kayropraktörler tarafından kullanılan bir takım klinik testler de mevcuttur. Bu testler arasında Thompson Tekniği, Pierce-Stillwagon Tekniği, Uygulamalı Kinezyoloji, Aktivatör Metotlar Kayropraktik Tekniği ve Sakro-Oksipital Tekniği yer almaktadır (Cooperstein 2010).

Thompson ve Pierce-Stillwagon Tekniğinde, pelvis bacak muayenesinde, dizler ekstansiyonda ve dizler yaklaşık 90° fleksiyondaykenki pozisyonlar arasında bir karşılaştırma yapılmıştır. Her iki durumda da yüzüstü pozisyonda kısa bacak tarafındaki iliumun posteriora rotasyon yaptığı anlaşılmaktadır.

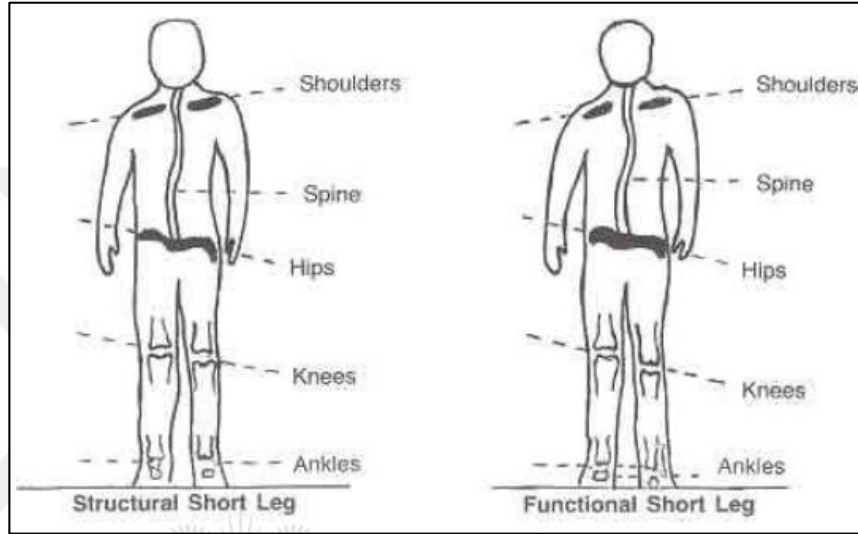
Aktivatör Metotlar Kayropraktik Tekniği, pelvik yetersizliği belirlemek için diğer “masadan düşürme teknikleri” gibi Derifield bacak değerlendirmesinin bir varyasyonunu kullanır. Bu nedenle yüzüstü pozisyonda kısa bacak tarafında PI ilium olduğu anlaşılmaktadır.

Uygulamalı Kinezyoloji, kısa bacağın PI ilium ile ilişkili olduğunu kabul eder. Pelvik torsiyona ya da pelvik torsiyona etki eden güçlü kaslara izin veren zayıf kasların altta yatan bir paterninin olduğunu da eklerler. Örneğin, zayıf uyluk fleksörleri posterior pelvik

rotasyona izin verirken, hipertonic uyluk fleksörleri anterior pelvik rotasyonu etkileyecektir.

Sakro-Oksipital Tekniğin uygulayıcıları genellikle, yüzüstü veya sırtüstü pozisyonda, hasta altına pedli kamalar yerleştirerek hastaları tedavi eder. Genel bir kural olarak, biri iliak krestin yanına, bir diğeri de büyük trokanterin seviyesine bloklar yerleştirilir. Kamalar, PI iliumu tanımladığı varsayılan kısa bacağın kenarına göre genişçe yerleştirilir.

**Şekil 2. 15: Anatomik ve fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği**



Kaynak:( Dryden-Schofield 2013)

### 2.5.3. Bacak Boyu Eşitsizliğinin Klinik Önemi

Bacak boyu eşitsizliğinin klinik önemi konusunda çeşitli anlaşmazlıklar söz konusudur. Bazı araştırmacılar 20 mm'nin altında bacak boyu farkının klinik önemi olmadığını savunurken; diğer çalışmacılar 3 mm ile 20 mm arasındaki bacak boyu farkının etkilerinin anlaşılmasının alt ekstremitte stres kırıkları, kondromalazi patella ve diz osteoartritinin önlenmesi açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir (Knutson 2005). Subotnic, 6 mm üzeri bacak boyu farkının koşucularda kısa bacak tarafında sürekli strese yol açarak kondromalazi patellaya neden olabileceğini öne sürmüştür.

Bacak boyu eşitsizliği ayak pronasyonu, bel ağrısı, skolyoz, diz ve kalça osteoartriti, lomber lordozun aşırı artması, lomber omurga ve alt ekstremitede anormal yük aktarımı gibi birçok probleme yol açabilir. Ayrıca postürel asimetriye ve yürüyüş bozukluklarına neden olabilir. Maloklüzyon ve kronioservikal disfonksiyonların da fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğine etkisi olduğu savunulmaktadır (Perinetti ve diğ. 2010).

## 2.6. HIGH VELOCITY LOW AMPLITUDE THRUST (HVLA)

Yüksek hızlı, düşük amplitüdü ( High Velocity Low Amplitude-HVLA) spinal manipülatif tedavi, çok sayıda kas-iskelet sistemi problemleri ve diğer farklı durumların tedavisinde kayropraktörler tarafından sıklıkla kullanılan önemli bir yöntemdir (Downie ve diğ, 2010). HVLA'nın biyomekanik, refleks nörolojik, lokal kas tonusu ve ağrı modülasyonu dahil olmak üzere çeşitli durumlar üzerine pozitif fizyolojik etkileri olduğu bilinmektedir. Adından da anlaşılacağı gibi bu tür bir manipülasyon, diartrodial sinovyal eklemden çok kısa bir genlik üzerinde uygulanan yüksek hızlı düzeltici itmelerdir. HVLA manipülasyonları genlik, uygulamanın yönü ve süresi, uygulanan bölge ve ön yükleme gibi bir takım karakteristik içeriğe sahiptir (Reed ve diğ, 2015). Bu tür bir manipülasyon genellikle başarılı bir manipülasyonu simgeleyen bir ses ile ilişkilendirilir. HVLA uygulamasında oluşan bu sese eklem sinovyal sıvısı içinde meydana gelen ve "kavitasyon" adı verilen bir olay neden olur. Kavite, basınçtaki lokal azalma ile akışkan içindeki kabarcıkların (veya boşlukların) oluşumunu ve aktivitesini tanımlamak için kullanılan terimdir (Evans, 2002). Bu amaçla kayropraktik HVLA uygulamasında, doğru itme kuvveti ile oluşturulan düzeltici güç sayesinde eklemden distraksiyon meydana gelir.

HVLA'da itme teknikleri minimum güçle uygulanmalı ve eklemlerden çıkan sesin oluşması asla uygulayıcı tarafından zorlanmamalıdır. Segment, bir itme manevrası için iyi hazırlanmışsa, o zaman teknik, kolaylıkla başarılı olur (Lewit, 2009). Manipülasyonun başarısında uygulayıcının optimal itme gücünü kısa sürede uygun hızla uygulayabilme becerisinin yanısıra manipülasyon uygulanan bireyin intrinsik özellikleri ve segmentin manipülasyona uygunluğu da oldukça etkilidir (Reed ve diğ, 2015).

Herhangi bir sinovyal eklem normal hareket aralığı "fizyolojik bölge" olarak adlandırılır. Bir HVLA manipülasyonunun itme fazının uygulanmasından önce "ön yükleme" kuvveti uygulanır. Bu ek itme kuvveti, eklemi oluşturan yüzeyler arasında yüksek hızda bir hareket oluşturur ve sinovyal sıvıya dağıtılır.

HVLA'nın en önemli komponentleri hız ve itmenin miktarının kontrol edilebilmesidir. Uygulanan segmentteki hipomobilitiyi çözmek ve eklem yüzeylerinde distraksiyonu sağlayarak izolasyonu ve eklemden hareketliliği arttırmak için oldukça kısa zamanda

yüksek hız ile itme uygulanmalıdır. İtme miktarını kontrol edebilmek için genliğin kısa tutulması da manipülasyon uygulanan segmentin sınırlarını anatomik olarak aşmadan ve diğer çevre eklemlerde gereksiz distraksiyona sebep olmadan uygulamanın gerçekleştirilmesini sağlar. Genliğin miktarı da uygulanan itmenin hızı ve uygulama süresi ile ilişkilidir (Haldeman, 2005).

HVLA manipülasyonun kullanıldığı bazı durumlara verdiği yanıtlar literatürde belirtilmiştir. Bunlar, sıkışan sinoviyal kıvrımların veya plikaların serbest kalması, ani gerilmeyle hipertonic kasın gevşemesi, artiküler veya periartiküler adezyonların açılması ve yer değiştiren hareket segmentlerinin düzeltilmesidir (Evans, 2002).

HVLA uygulamasının kontraendikasyonları ve komplikasyonları mevcuttur. Aslında kontraendikasyonu olmayan durumlarda yapılan manipülasyonun hastalara zarar verebilecek bir durumu yoktur. Ancak bazı durumlar itme gücü ile uygulanan manüplatif tedavilere kontraendike olsada diğer bölgelere uygulanan manüplatif tedavilere kontraendike olmayabilir. HVLA Manüplasyona kontraendike olan durumlar arasında; osteoporoz, fraktürler, anevrizma, majör damarlarda ateroskleroz, tümör varlığı, tüberküloz, travma, hipermobilitate, romatolojik bazı durumlar (romatoid artrit, anklozan spondilit), instabil eklem problemleri ve nörolojik hasara neden olan disk problemleri yer alır.

Kontraendike olunan durumlarda uygulanan bir HVLA manipülasyonun olası komplikasyonları şu şekilde sıralanabilir (Bergmann ve Peterson 2011, s.92):

- i. Damarlarda rüptür oluşumu
- ii. Emboli
- iii. Kırık
- iv. Ligament rüptürü
- v. Nörolojik hasar
- vi. Hemoraj
- vii. İnstabilitede artış, iyileşmede gecikme
- viii. Beyin sapı inme

## 2.7. İZOKİNETİK TEST VE REHABİLİTASYON SİSTEMİ

İzokinetik egzersiz ve ölçme-değerlendirme sistemleri, 1960'lı yılların sonlarına doğru tanımlanmış ve teknolojik gelişmelerle birlikte günümüzdeki son halini almıştır. Hastalıkların rehabilitasyonunda kullanılan kas kuvvetlendirme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları değerlendirildiğinde, izometrik ve izotonik kuvvet antrenmanlarının yetersiz kaldığı durumlar görülmektedir. Bireylerin egzersiz esnasındaki durumlarının bir monitör aracılığıyla gözlemlenebildiği ve yaralanma riskini azaltan izokinetik egzersizler son dönemlerde daha fazla kullanılmaya başlanmıştır (Rothstein ve diğ. 1987; Yılmaz ve diğ. 2001; Çetin 2018).

Bireylerin kas performansı değerlendirilirken, izokinetik cihazların açısal hız verilerinden yararlanır. Açısal hız miktarının 0°/s olması, izometrik çalışmanın ve ölçümlerin yapıldığını gösterir. Açısal hız miktarı 10-60 derece/ saniye (°/sn) olan yüklenmeler yavaştır ve ilk etapta bireylerin kapasitelerini belirlemek için tercih edilir. Orta seviyedeki egzersizlerin açısal hızları, 60-180°/sn arasında değişmektedir. Egzersizde ulaşılabilecek en yüksek açısal hız değerleri 180-400°/sn'dir ve orta seviyedeki çalışmalarla birlikte kasların fonksiyonel kapasitesini belirlemeyi sağlar (Kisner ve Colby 2002; Tabaković ve diğ. 2016;).

Özetle izokinetik dinamometre, hem sayısal veriler eşliğinde kantitatif değerlendirme yaparak bireyin fonksiyonel kapasitesini belirlemeyi sağlar; hem de bu değerlendirme sonucunda bireye uygun fonksiyonel hızlarda, uygun eklem hareket açıklığında ve uygun dirençte egzersiz programı ve rehabilitasyon süreci oluşturulmasına katkıda bulunur. Aynı zamanda kas grupları izole olarak çalıştırılabilir, ekstremitelerin arasında kas imbalansı olup olmadığı belirlenebilir ve eklemlerin birçok farklı yön ve açıda çalışması sağlanabilir. İzokinetik dinamometre, birçok ekipman ve yardımcı cihazdan oluşur ve birimlerinin tamamı monitorize edilebilir (Croisier ve diğ. 2007; Çetin 2018 ).

İzokinetik egzersizde cihaz, bireyin uyguladığı kuvvetle doğru orantılı olarak hareket eden ekstremitte üzerindeki direncini artırır. Böylece izokinetik yüklenme fazında hızı sabit ve direnci kişinin uyguladığı kuvvete uygun değişen egzersiz yapılıır. Direncin bu şekilde değişebilmesi, kaslar üzerinde aşırı bir yüklenmenin olmasını önler ve sakatlanma riskini azaltır. Sabit bir dirençle yapılan izotonik egzersizler ise uygulanan ağırlığın kas

tarafından tolere edilemeyerek fazla yüklenmeye ve sonucunda da yaralanmaya sebep olma olasılığını arttırır (Adaş ve Kurdak 2008).

### 3.VERİ VE YÖNTEM

#### 3.1. OLGULAR

Bu çalışma Sportomed Sporcu Sağlığı ve Ortopedik Rehabilitasyon Kliniğinde, Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde Sakroiliak Eklem Manipülasyonlarının Diz Ekstansör ve Fleksör İzokinetik Kas Kuvveti Üzerine Etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Çalışma için Bahçeşehir Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 23.05.2017 tarihli ve 22481095-020-777 sayılı izin ile onay alındı (Ek-1) Çalışmaya yaş aralığı 25-40 olan ve çalışma kriterlerine uyan 44 gönüllü dahil edildi. Olgulara yazılı ve sözlü olarak bilgilendirme yapıldı, yazılı olarak onamları alındı (Ek-2).

##### 3.1.1. Olguların Seçimi

Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- i. Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği bulunmak
- ii. 20-45 yaş arasında olmak
- iii. Bu çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri:

- i. Geçmişte omurga ve alt ekstremitte ameliyatı geçirmiş olanlar
- ii. Alt ekstremitte ait muskuloskeletal problemlerin bulunması
- iii. Sinir kökü sıkışması olanlar
- iv. Spinal ,kardiyak ve nörolojik rahatsızlığı bulunanlar
- v. Hamileler
- vi. Osteoporosis (kemik erimesi)
- vii. Geçmiş 6 ay içinde alt ekstremitede ve lomber omurgada ağrısı olanlar
- viii. Son 6 Ay içinde sakroiliak ve bel bölgesi manipülasyonu yaptırmış olanlar

## 3.2. YÖNTEM

Çalışmada fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği tespit edilen sağlıklı gönüllü katılımcılara değerlendirme ve uygulamalar yapıldı. Oluşturulan olgu takip formuna katılımcıların bilgileri işlenerek veriler toplandı. Katılımcıların demografik bilgi olarak yaş, cinsiyet, kilo, boy ve BMI değerleri kaydedildi. Fonksiyonel Bacak Boyu eşitsizliği tespit edilen olgular randomize olarak iki gruba ayrıldı. 1.grup HVLA manipülasyon grubu 2.grup sham (yalancı) manipülasyon grubu olarak belirlendi. Her iki grup manipülasyon öncesi diz ekstansör ve fleksör kas grupları için izokinetik kuvvet testine tabi tutuldu. Bu test için kliniğimizde bulunan CSMİ Humac Norm 2004 izokinetik dinamometresi kullanıldı. Test sonuçları kaydedildi. İzokinetik test yapıldıktan 2 gün sonra manipülasyon uygulaması yapıldı ve hemen ardından katılımcılar tekrar izokinetik değerlendirmeye tabi tutuldu.

### 3.2.1. Çalışmanın Planlanması

Bu çalışma fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz eklemine ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine akut etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

### 3.2.2. Değerlendirme

#### 3.2.2.1. Bireylerin fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen katılımcıların cinsiyetleri, yaşları (yıl), boy uzunlukları (cm), vücut ağırlıkları (kg), vücut kütle indeksleri (kg/m<sup>2</sup>) çalışmaya başlamadan önce bu çalışma için hazırlanan değerlendirme formuna (EK-3) kaydedildi. Bireylerin vücut ağırlıkları (kg) ve boy uzunlukları (cm) ölçüldü. Daha sonra VKİ formülü kullanarak vücut kütle indeksleri (VKİ) tespit edildi (Jacoby 2001).

**Vücut kütle indeksi= kilogram/ boy<sup>2</sup> (kg/m<sup>2</sup>)**

Değerlendirme formuna ayrıca katılımcının dominant tarafı, eğitim durumu ve mesleği kaydedildi.

### **3.2.2.2. Bacak boyu eşitsizliğinin değerlendirilmesi**

Çalışmaya dahil edilme kriterlerine göre katılımcıların anatomik değil, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin olması gerekiyordu. Bu nedenle öncelikle antropometrik ölçümlerle bacak boyu ölçümünün yanısıra, bilateral ölçüm farkı olmasa da, kontrol amacıyla uyluk ölçümü ve alt bacak ölçümü de yapıldı. Bacak boyunun bilateral ölçümü sırasında anatomik bacak boyu eşitsizliği tespit edilenlerin çalışma dışı bırakılması planlandı.

#### ***3.2.2.2.1. Anatomik bacak boyu eşitsizliği değerlendirmesi için antropometrik ölçümler***

Anatomik bacak boyu eşitsizliği, bacak boyu eşitsizliğinin türünü belirlemek amacıyla değerlendirildi. Bacak boyu, uyluk mesafesi ve tibia mesafesi ölçülerek değerlendirme yapıldı. Anatomik bacak boyu eşitsizliği tespit edilen katılımcılar çalışmadan dışlandı.

**Bacak Boyu Ölçümü:** Bacak boyu farkının olup olmadığını belirlemek amacıyla ölçüm yapıldı. Yapılan ölçümlerde, bireylerde SİAS ile iç malleol arasındaki mesafe ve umbilikus ile iç malleol arasındaki mesafe mezura ile ölçülüp kaydedildi. Her iki ölçümde elde edilen sonuçlar sağ ve sol bacak için eşit ise anatomik bacak boyu eşitsizliği negatif (-) olarak kaydedildi. Her iki ölçümde bacaklar arasında fark bulduysa anatomik bacak boyu eşitsizliği pozitif olarak kaydedildi.

**Uyluk Mesafesi:** Uyluk mesafesi, her iki bacakta uyluk uzunlukları arasında anatomik bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla ölçüldü. Ölçümlerde, patellanın proksimal kenarı ile inguinal ligamentin orta noktası arasındaki mesafe mezura ile ölçülüp kaydedildi.

**Tibia Mesafesi:** Tibia mesafesi, her iki bacakta tibia uzunlukları arasında anatomik bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla ölçüldü. Ölçümlerde, eminentia intercondylaris hesaba katılmadan üst ucun medial eklem yüzeyi ile iç malleol arası doğrusal uzaklık mezura ile ölçülerek kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

#### ***3.2.2.2.2. Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği değerlendirmesi***

Çalışmamızda fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan bireyleri değerlendirmek üzere Derifield-Thompson testi kullanıldı. Bu test birçok kayropratik doktoru tarafından, hastalarda pelvik ve spinal disfonksiyonu belirleme yöntemi olarak tanı amaçlı yardımcı



linik bir test olarak kullanılmaktadır. Derifield-Thompson testi yapılırken bireyler ilk olarak yüzüstü uzandı. Ayaklarını birbirinden ayrı tutarak ve masadan hafifçe yukarı kaldırır şekilde pozisyonlandı. Ayaklarının temas etmemesi test açısından önemlidir çünkü proprioseptif refleks kompensasyonu ile sonuçları etkileyebilir. İlk olarak bu pozisyonda iken topuk seviyeleri kıyaslandı. Daha kısa olan bacak kaydedildi (Homack 2005, ss. 16-20; Cooperstein 2010).

### Şekil 3. 1: Thompson derifield bacak boyu değerlendirmesi (1. pozisyon)



İkinci pozisyonda her iki diz  $90^\circ$ 'ye getirildi ve topuk seviyesine yeniden bakıldı. Katılımcılar pozisyonlanırken ikinci sakral tüberkül ve eksternal oksipital çıkıntı ile topuklardan geçen çizginin aynı hatta olması sağlandı; ayakların birbiriyle temas etmesi önleildi. Bu pozisyonda 3 farklı değerlendirme elde edildi:

- i. Başlangıçta kısa olan bacak 2. Değerlendirmede daha kısa görüldü.
- ii. Başlangıçta kısa olan bacak 2. Değerlendirmede aynı kaldı (diğer bacağa göre kısa ancak daha kısa değil).
- iii. Başlangıçta kısa olan bacak 2. Değerlendirmede daha uzun görüldü.

Buna göre başlangıçta kısa olan bacak, dizler  $90^\circ$  fleksiyona getirildiğinde aynı veya daha uzun görülüyor ise test pozitif (+) kabul edildi. Derifield-Thompson testinin pozitif olması, yüzüstü başlangıç pozisyonunda kısa olan bacak tarafında PI iliumun (fleksiyon malpostür) varlığının göstergesidir. Başlangıçta kısa olan bacak, dizler  $90^\circ$  fleksiyona getirildiğinde daha kısa görülüyor ise Derifield-Thompson testi negatif (-) kabul edildi.

Derifield-Thompson testinin negatif olması, kısa taraftaki SI ekleminde posteriorda kalma olarak yorumlanır (Homack 2005, ss. 16-20; Cooperstein 2010). Kısa olan bacakta ilium posterior ve inferiorda olduğu için uygulanacak olan HVLA manipülasyonunun yönü de bu değerlendirmenin sonucuna göre belirlendi.

**Şekil 3. 2: Thompson derifield bacak boyu değerlendirme (2. pozisyon)**



**3.2.2.3. Normal eklem hareket açıklığı değerlendirilmesi**

Gönüllülerin eklem hareket açıklığı (EHA) ölçümleri Amerikan Ortopedik Cerrahlar Derneği'nin normal hareket sınırları değerleri baz alınarak standart pozisyonlarda universal gonyometre kullanılarak değerlendirildi. Ölçüm birimi derece olarak kaydedildi. Her iki bacakta kalça ve diz eklemi fleksiyon ekstansiyonu, her iki kalça abduksiyon adduksiyon, internal rotasyon eksternal rotasyon, bel fleksiyon-ekstansiyon, lateral fleksiyon hareketleri bilateral olarak ölçüldü ve kısıtlılık olup olmadığı kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Şekil 3. 3: Diz fleksiyonu EHA ölçümü**



#### **3.2.2.4. Kas kısalıklarının değerlendirilmesi**

Çalışmada; hamstring, quadriceps, iliopsoas, lomber ekstansör kaslar kısalık açısından değerlendirildi. Kısalık testleri bilateral olarak yapıldı ve sonuçlar normal ve kısa şeklinde kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Lomber ekstansör** kısalık testi için kişi uzun oturmuş pozisyonunda oturtuldu. Kollarını mümkün olduğu kadar öne uzatarak ayak parmaklarına dokunması istendi. Bu pozisyonda dizler düz, ayak bileği dorsi fleksiyona geldiği halde ayak parmaklarına dokunamıyorsa kısa olarak kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Şekil 3. 4: Lomber ekstansör kısalık testi**



**Hamstringler** için yapılan kısalık testinde, bireyden kollar ters T ,bacaklar ekstansiyonda sırtüstü yatması istendi. Bir el ile test edilecek bacak topuğundan tutulurken diğer el ile dizin ekstansiyonu korunarak kalçadan fleksiyon yaptırıldı. Test sırasında diğer bacağın kalkmaması ve gençlerde kalçanın 85-90 ° fleksiyona gelmesi yeterlidir. Gelmiyorsa kısa olarak kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Şekil 3. 5: Hamstring kısalık testi**



**İliopsoas** kas kısalık testinde, bireyden kalça ve dizler ekstansiyon pozisyonunda sırt üstü yatması istendi. Test edilmeyen bacak diz fleksiyonda göğse doğru itildi. Test edilen

bacak yataktan kalkmamalı ve kalça ekstansiyonunu korumalıdır.Korumuyorsa kısa olarak kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Şekil 3. 6: İliopsoas kısalık testi**



**Quadriceps** kısalık testinde ise birey yüzüstü yatırıldı. Bir el ile pelvis stabilize edildi, diğer el ise dizi pasif olarak fleksiyona getirildi. Hareketin son noktasında topuğun kalçaya değmesi beklenildi.Değmiyorsa test kısa olarak kaydedildi (Otman ve Köse 2015).

**Şekil 3. 7: Quadriceps kısalık testi**



### 3.2.2.5. İzokinetik kas kuvveti değerlendirmesi

Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği tespit edilen gönüllü katılımcılar izokinetik teste tabi tutulmadan önce testin amacı ve yapılışı hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirildi. Katılımcılar daha sonra test öncesi ısınma amaçlı bisiklet ergometresine alındı. Katılımcılara bisiklet ergometresi üzerinde 5 dakika süre ile ısınma egzersizleri yaptırıldı. Bisiklet sonrası bireylere quadriceps, hamstring ve calf kasları için germe egzersizleri gösterilip 5 dakika boyunca gözetim altında statik germe yaptırıldı (Findley 2006, Çetin 2018). Sonrasında katılımcı izokinetik cihaza oturtulup test için uygun sırt desteği, bel desteği, oturma yüksekliği ayarlandı. Cihazdan düşme tehlikesine karşı hasta kemerler aracılıyla sabitlendi (diz ve kalça 90 derece fleksiyonda, oturma pozisyonunda). Cihazın kalibrasyonu kontrol edildikten sonra sağlam ekstremiteye diz fleksiyon ve ektansiyon kas gücünü ölçmeye yarayan diz adaptörü bağlandı. Diğer dizin hareketini engellemek için cihazın bacak sabitleyicisi kullanıldı. Mekanik ROM kilidi kişinin eklem hareket açıklığına uygun ayarlandı. Hastanın verileri bilgisayara girildikten sonra teste başlandı. Test sırasında 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlar kullanılacağından teste başlamadan önce 60°/sn ve 180°/sn de dört submaksimal tekrar yaptırıldı. Kuvvet testinde 60°/sn de beş tekrar maksimum güçte, dayanıklılık için ise 180°/sn on beş tekrar maksimum güçte uygulandı. Eklem hareket açıklığı 90° olarak ayarlandı. Yapılan testler sonucunda quadriceps zirve tork (PT) (Nm) ve Hamstring zirve tork (PT) ölçüldü. Açısal hız değişiklikleri arasında 20 sn dinlenme süresi verildi. Teste her iki grupta da fonksiyonel bacak boyu kısalığı olan ekstremiteden başlanıp diğer taraf ekstremiteye ile devam edildi (Çetin 2018).

**Şekil 3. 8: İzokinetik kas kuvveti değerlendirme**



### **3.2.3. Manipülasyon Uygulaması**

#### **3.2.3.1. HVLA manipülasyon uygulaması**

1. grup olan HVLA manipülasyon grubundaki bireylere manipülasyon uygulaması deneyimli kayropraktör gözetiminde yapıldı. Değerlendirme sonucunda bireyler kısa bacak tarafı üstte kalacak şekilde yan yatırıldı ve alttaki kol başının altına yerleştirilirken alttaki bacak düz uzatıldı. Üstteki kol dirsek fleksiyonda gövde yanında pozisyonlanırken üstteki bacak ise kalça ve diz eklemi fleksiyonda, üstteki ayak alttaki dizin üzerine yerleştirildi. Bireyler doğru pozisyonlama yapıldıktan sonra uygulama yapılan elin hipotenar kenarı spina iliaca posterior superior üzerine yerleştirildi. Posterior ve inferiorunda kalan iliumun düzeltilmesi yönünde SIPS'in mediali ve inferiorundan itmeyi uygulamak üzere el yerleştirildikten sonra bireylerden derin bir nefes almaları istendi. Nefes verirken gövde düşme kuvveti ile birlikte anterior, superior ve lateral yönde HVLA manipülasyon uygulaması yapıldı (Bergmann ve Peterson 2010).

**Şekil 3. 9: Sakroiliak eklem HVLA manipülasyon uygulaması**



#### **3.2.3.2. Sham (Yalancı) manipülasyon uygulaması**

2. grup olan sham (yalancı) manipülasyon grubunda ise yine bireyler kısa bacak tarafı yukarda kalacak şekilde yan yatırıldı. Bu pozisyonda sakroiliak eklem manipülasyonu yapılmış gibi yapıldı. Fakat gerçek manipülasyonda uygulanan gövde düşme kuvveti uygulanmadı. Her iki grupta da manipülasyon bacak boyu kısalığı bulunan taraftaki sakroiliak eklem uygulandı.

#### **3.2.4. İstatistiksel Analiz**

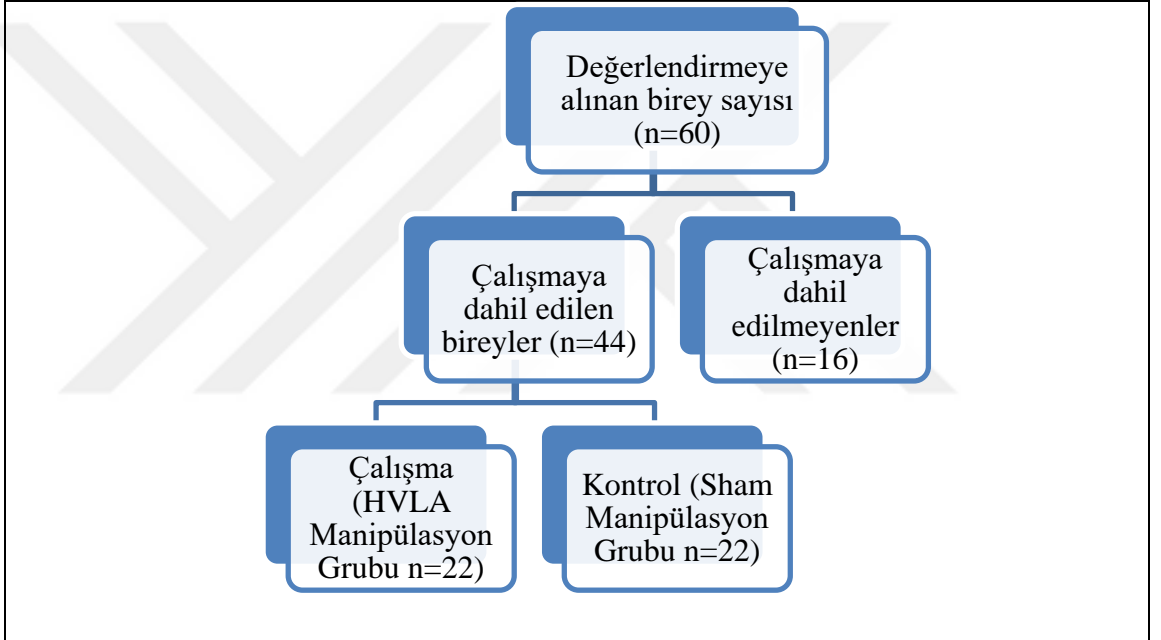
Bu çalışmada istatistiksel analizler NCSS (Number Cruncher Statistical System) 2007 Statistical Software (Utah, USA) paket programı ile yapıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistiksel metotların (ortalama, standart sapma) yanı sıra normal dağılım gösteren değişkenlerin Manipülasyon öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, Fonksiyonel Bacak Boyu Kısalığı olan (+) ve Fonksiyonel Bacak Boyu Kısalığı olmayan (-) grupların karşılaştırmalarında eşlendirilmiş t testi, ikili grupların karşılaştırmasında bağımsız t testi, nitel verilerin karşılaştırmalarında ki-kare testi kullanıldı. Sonuçlar, anlamlılık  $p < 0,05$  düzeyinde değerlendirildi.



## 4.BULGULAR

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma için 60 kişi değerlendirildi. Bu kişilerden fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği tespit edilen 44 gönüllü (26 kadın, 18 erkek) çalışmaya dahil edildi. . Katılımcılar çalışma grubu (n=22) ve kontrol grubuna (n=22) eşit şekilde ayrıldı.

**Tablo 4. 1: Çalışmanın örneklemi**



**Tablo 4. 2: Grupların demografik özelliklerinin karşılaştırılması**

		<b>Çalışma Grubu</b>	<b>Kontrol Grubu</b>	
		<b>n:22</b>	<b>n:22</b>	
		<b>Ort±SS</b>	<b>Ort±SS</b>	<b>P</b>
<b>Yaş (yıl)</b>		22,91±1,77	23,41±2,09	0,396*
<b>Cinsiyet</b>	<b>Erkek</b>	11 50,00%	7 31,82%	0,221+
	<b>Kadın</b>	11 50,00%	15 68,18%	
<b>Boy (cm)</b>		1,74±0,09	1,71±0,1	0,291*
<b>Kilo (kg)</b>		64,64±14,03	62,05±7,99	0,456*
<b>BMI</b>		21,26±3,38	21,29±2,01	0,980*
<b>Kısa Bacak Tarafı</b>	<b>Sağ</b>	21 95,45%	22 100,00%	0,312+
	<b>Sol</b>	1 4,55%	0 0,00%	

\*Bağımsız t testi + Ki Kare testi

Çalışma ve Kontrol gruplarının yaş ortalamaları ve cinsiyet dağılımları, boy, kilo ve BMI ortalamaları ve kısa bacak tarafı dağılımları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ( $p>0,05$ ). Her iki grubun demografik özellikleri başlangıçta birbirine benzerdi.

**Tablo 4. 3: Grupların kas kısalıklarının karşılaştırılması**

Kas Grupları(sağ,sol)		Çalışma Grubu n:22		Kontrol Grubun:22		p+
		n	%	n	%	
Quadriceps Sağ	Normal	20	90,91%	21	95,45%	0,550
	Kısa	2	9,09%	1	4,55%	
Quadriceps Sol	Normal	20	90,91%	21	95,45%	0,550
	Kısa	2	9,09%	1	4,55%	
Hamstring Sağ	Normal	13	59,09%	14	63,64%	0,757
	Kısa	9	40,91%	8	36,36%	
Hamstring Sol	Normal	14	63,64%	15	68,18%	0,750
	Kısa	8	36,36%	7	31,82%	
Kalça Fleksörleri Sağ	Normal	18	81,82%	14	63,64%	0,176
	Kısa	4	18,18%	8	36,36%	
Kalça Fleksörleri Sol	Normal	17	77,27%	15	68,18%	0,498
	Kısa	5	22,73%	7	31,82%	
Lomber Ekstensörler	Normal	21	95,45%	20	90,91%	0,550
	Kısa	1	4,55%	2	9,09%	

+ Ki Kare testi

Çalışma ve Kontrol gruplarının quadriceps, hamstring ve kalça fleksör kaslarında, kas kısalıklarının dağılımında gruplar arasında her iki bacak için de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Çalışma ve Kontrol gruplarında Lomber Ekstansör kasların kas kısalığı dağılımları arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ( $p=0,550$ ) (Tablo 4.3).

**Tablo 4.4: Grupların kalça eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece)**

<b>Eklem Hareket</b>		<b>Çalışma Grubu n:22</b>	<b>Kontrol Grubu n:22</b>	
<b>Açıklığı</b>		<b>Ort±SS</b>	<b>Ort±SS</b>	<b>p*</b>
<b>Kalça Fleksiyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	119,73±2,39	119,86±5,09	0,910
	<b>FBBK (-)</b>	119,59±4,23	119,27±5,25	0,826
	<b>p‡</b>	0,329	0,326	
<b>Kalça Ekstansiyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	21,77±3,13	21,05±2,77	0,419
	<b>FBBK (-)</b>	21,5±3,19	21,14±2,59	0,680
	<b>p‡</b>	0,870	0,399	
<b>Kalça Abduksiyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	45,55±4,02	44,5±3,57	0,367
	<b>FBBK (-)</b>	45±3,67	44,05±2,8	0,337
	<b>p‡</b>	0,244	0,464	
<b>Kalça Adduksiyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	32,18±2,56	30,91±3,07	0,143
	<b>FBBK (-)</b>	31,73±2,12	30,95±2,68	0,295
	<b>p‡</b>	0,196	0,866	
<b>Kalça İnternal Rotasyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	42,05±4,88	42,14±4,42	0,949
	<b>FBBK (-)</b>	42,18±3,03	41,36±4,53	0,485
	<b>p‡</b>	0,829	0,119	
<b>Kalça Eksternal Rotasyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	42,73±3,64	40,45±4,97	0,091
	<b>FBBK (-)</b>	42,05±3,05	39,86±5,01	0,088
	<b>p‡</b>	0,333	0,091	

\*Bağımsız t testi ‡Eşlendirilmiş t testi

Çalışma ve Kontrol gruplarında Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği olan ve olmayan tarafta, gruplar arasında kalça eklem hareket açıklıklarının başlangıç değerlerinin karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.4). Başlangıçta her iki grupta kalça EHA değerleri her iki bacak için de benzerdi.

**Tablo 4.5: Grupların diz eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece)**

<b>Eklem Hareket</b>		<b>Çalışma Grubu n:22</b>	<b>Kontrol Grubu n:22</b>	
<b>Açıklığı</b>		<b>Ort±SS</b>	<b>Ort±SS</b>	<b>p*</b>
<b>Diz Fleksiyonu</b>	<b>FBBK (+)</b>	131,82±7,26	131,68±5,1	0,943
	<b>FBBK (-)</b>	132,05±5,84	130,86±4,02	0,439
	<b>p‡</b>	0,754	0,215	
<b>Diz Ekstansiyon</b>	<b>FBBK (+)</b>	10,41±1,89	9,32±1,89	0,062
	<b>FBBK (-)</b>	10,36±1,99	9,64±2,22	0,258
	<b>p‡</b>	0,847	0,135	

\*Bağımsız t testi ‡Eşlendirilmiş t testi

Çalışma ve Kontrol gruplarında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta, gruplar arasında diz eklem hareket açıklıklarının başlangıç değerlerinin karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Başlangıçta her iki grupta diz EHA değerleri her iki bacak için de benzerdi (Tablo 4.5).

**Tablo 4.6: Grupların lomber eklem hareket açıklıklarının karşılaştırılması (derece)**

<b>Eklem Hareket Açıklığı</b>		<b>Çalışma Grubu</b> n:22 Ort±SS	<b>Kontrol Grubu</b> n:22 Ort±SS	<b>p*</b>
<b>Bel Rotasyon</b>	<b>FBBK (+)</b>	42,86±3,11	43,5±2,16	0,434
	<b>FBBK (-)</b>	42,27±3,2	43,68±1,76	0,077
	<b>p‡</b>	0,158	0,710	
<b>Bel Lateral Fleksiyon</b>	<b>FBBK (+)</b>	34,64±4,66	33,45±3,83	0,363
	<b>FBBK (-)</b>	34,64±4,28	33,32±3,24	0,256
	<b>p‡</b>	0,999	0,832	
<b>Bel Fleksiyon</b>		78,23±4,77	76,27±4,57	0,172
<b>Bel Ekstansiyon</b>		25,18±3,91	25,91±2,98	0,491

\*Bağımsız t testi ‡Eşlendirilmiş t testi

Çalışma ve Kontrol gruplarında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta, gruplar arasında lomber bölgenin eklem hareket açıklıklarının başlangıç değerlerinin karşılaştırılmasında anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ). Başlangıçta her iki grupta lomber bölge EHA değerleri benzerdi (Tablo 4.6).

**Tablo 4.7:Grupların diz ekstansör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(PT)(Nm)**

		Çalışma Grubu n:22 ort±std	Kontrol Grubu n:22 ort±std	p*	
	Ekstansör	FBBK (+)	238,77±27,41	228,73±28,34	0,239
	Kuvvet	FBBK (-)	234,55±22,08	224,68±30,58	0,227
	60 °/sn	p‡	0,366	0,193	
Manipülasyon Öncesi	Ekstansör	FBBK (+)	132,73±18,33	131,41±25,39	0,844
	Kuvvet	FBBK (-)	131,64±19,38	130,86±19,64	0,896
	180 °/sn	p‡	0,789	0,806	
	Ekstansör	FBBK (+)	234,45±26,52	225,32±41	0,153
	Kuvvet	FBBK (-)	233,5±39,95	221,64±31,62	0,506
	60 °/sn	p‡	0,871	0,486	
Manipülasyon Sonrası	Ekstansör	FBBK (+)	138,68±28,2	133,45±21,76	0,399
	Kuvvet	FBBK (-)	135,23±20,57	132,41±19,89	0,783
	180 °/sn	p‡	0,581	0,643	

\*Bağımsız t testi ‡Eşlendirilmiş t testi

Manipülasyon öncesi, Çalışma ve Kontrol grupları arasında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında, diz ekstansör kasların izokinetik kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p>0,05$ ).

Manipülasyon sonrasında, çalışma ve kontrol grupları arasında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında, diz ekstansör kasların izokinetik kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 4.7).

**Tablo 4.8: Grupların diz fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(PT)(Nm)**

		Çalışma Grubu n:22 ort±std	Kontrol Grubu n:22 ort±std	p*	
Manipülasyon Öncesi	Fleksör	FBBK (+)	163±23,67	164,41±27,29	0,856
	Kuvvet	FBBK (-)	162,5±20	164,27±17,7	0,757
	60 °/sn	p‡	0,920	0,974	
	Fleksör	FBBK (+)	120,36±9,87	117,32±8,52	0,280
	Kuvvet	FBBK (-)	118,55±9,46	115,01±9,07	0,729
	180 °/sn	p‡	0,570	0,856	
Manipülasyon Sonrası	Fleksör	FBBK (+)	163,64±22,69	162±26,15	0,826
	Kuvvet	FBBK (-)	162,59±22,12	161,18±22,89	0,802
	60 °/sn	p‡	0,856	0,218	
	Fleksör	FBBK (+)	121,86±10,14	118,05±6,14	0,094
	Kuvvet	FBBK (-)	120,82±9,12	117,23±11,64	0,115
	180 °/sn	p‡	0,685	0,706	

\*Bağımsız t testi ‡Eşlendirilmiş t testi

Manipülasyon öncesi, çalışma ve kontrol grupları arasında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısız hızlarında, diz fleksör kasların izokinetik kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p>0,05$ ).

Manipülasyon sonrasında, çalışma ve kontrol grupları arasında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısız hızlarında, diz fleksör kasların izokinetik kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.8)



**Tablo 4.9: Çalışma grubunun manipülasyon öncesi ve sonrası diz ekstansör ve fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(PT)(Nm)**

Çalışma Grubu		Manipülasyon	Manipülasyon	P
		Öncesi	Sonrası	
		Ort±SS	Ort±SS	
Ekstansör Kuvvet 60°/sn	FBBK (+)	238,77±27,41	234,45±26,52	0,983
	FBBK (-)	234,55±22,08	233,5±39,95	0,414
Ekstansör Kuvvet 180°/sn	FBBK (+)	132,73±18,33	138,68±28,2	0,062
	FBBK (-)	131,64±19,38	135,23±20,57	0,283
Fleksör Kuvvet 60°/sn	FBBK (+)	163±23,67	163,64±22,69	0,625
	FBBK (-)	162,5±20	162,59±22,12	0,972
Fleksör Kuvveti 180°/sn	FBBK (+)	120,36±9,87	121,86±10,14	0,202
	FBBK (-)	118,55±9,46	120,82±9,12	0,092

Eşlendirilmiş t testi

Çalışma grubuna yapılan manipülasyon sonrasında, fonksiyonel bacak boyu kısalığı olan ve olmayan tarafta, 60°/sn ve 180°/sn açılal hızlarında, diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.9).

**Tablo 4.10: Kontrol grubunun manipülasyon öncesi ve sonrası diz ekstansör ve fleksör kaslarının izokinetik kuvvet test ölçümlerinin karşılaştırılması(PT)(Nm)**

Kontrol Grubu		Manipülasyon	Manipülasyon	P
		Öncesi	Sonrası	
		Ort±SS	Ort±SS	
Ekstansör Kuvvet 60°/sn	FBBK (+)	228,73±28,34	225,32±41	0,149
	FBBK (-)	224,68±30,58	221,64±31,62	0,399
Ekstansör Kuvvet 180°/sn	FBBK (+)	131,41±25,39	133,45±21,76	0,377
	FBBK (-)	130,86±19,64	132,41±19,89	0,146
Fleksör Kuvvet 60°/sn	FBBK (+)	164,41±27,29	162±26,15	0,097
	FBBK (-)	164,27±17,7	161,18±22,89	0,343
Fleksör Kuvvet 180°/sn	FBBK (+)	117,32±8,52	118,05±6,14	0,386
	FBBK (-)	115,01±9,07	117,23±118,64	0,430

Eşlendirilmiş t testi

Kontrol grubuna yapılan sham manipülasyon sonrasında, fonksiyonel bacak boyu kısalığı olan ve olmayan tarafta, 60°/sn ve 180°/sn açışal hızlarında, diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.10).

## 5. TARTIŞMA

Bacak boyu eşitsizliği, toplumun yüzde 40-70'inde görülen, çoğunlukla asemptomatik bir problemdir (Noll 2013). Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin klinik önemi ve biyomekaniksel etkisiyle ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır ancak bu konuyla alakalı literatürde bir fikir birliğine varılmamıştır (Knutson 2005, ss.11). Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin postüral problemler, kişinin enerji tüketimini arttırması, normal yürüyüşün bozulması, fonksiyonel skolyoz, bel ağrısı, diz ağrısı, alt ekstremitte stres kırıkları ve osteoartrit gibi problemlere yol açabileceğine dair çalışmalar mevcut olsa da (Knutson 2005, ss.11), bacak boyu farkının 20 mm'nin altında olmasının klinik olarak bireyi olumsuz etkilemeyeceğine dair çalışmalar da mevcuttur (Guichet ve diğ, 1993, Knutson 2005, Betsch ve diğ, 2013). Bu etkilerin oluşabilmesi için 20 mm'nin üzerinde bir bacak boyu farkı olması gerektiği düşünülmektedir. Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin sakroiliak eklemdaki yük aktarımında dengesizliğe neden olabileceği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Kiapour ve diğ, 2012). Sakroiliak eklemdaki rotasyonel değişiklikler de kas inhibisyonuna neden olabilir. Bu durum istemli kas kasılması esnasında tüm motor ünitelerin kasılmaya dahil olmasına engel olur ve kas kuvveti azalır (Suter ve diğ, 2000). Sakroiliak eklemda yapılan HVLA manipülasyonun rotasyonel değişikliklere bağlı gelişen kas inhibisyonunun önüne geçerek, diz fleksör ve kas gücünü arttırabileceği öngörülerek, çalışmamızda, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonunun diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetine etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan bireylerde yapılan klinik değerlendirmelerde, kısa bacak tarafındaki iliumun posterior rotasyonda olduğu; anatomik bacak boyu eşitsizliği olan bireylerde ise kısa bacak tarafında iliumun anterior rotasyonda olduğu belirtilmiştir (Cooperstein 2010). Bu anlamda öncelikle bacak boyu eşitsizliğinin fonksiyonel veya anatomik bacak boyu eşitsizliği olduğunu belirlemek uygulanacak manipülasyonu da belirleyeceğinden oldukça önemlidir. Anatomik bacak boyu eşitsizliğinin yüksek prevalansı göz önüne alındığında, gözlenen bacak boyu eşitsizliğinin fonksiyonel olduğunu varsaymak, klinik koşulları, belirtileri veya semptomları ele almak için manuel tedaviyi kullanırken yanlış vektörlere yol açma riskini taşır (Cooperstein

2010). Bu nedenle bu çalışmada anatomik bacak boyu eşitsizliği olan bireyler yapılan değerlendirmelerde belirlenerek çalışmadan dışlanmış ve yalnızca fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan bireyler belirlenerek çalışmaya dahil edildi.

Kayropraktörler sakroiliak eklem problemlerini belirlemek amacıyla birçok farklı klinik ve radyolojik test kullanır. Radyolojik testler arasında bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans, X-Ray ve ultrasonografi kullanılabilirken klinik test olarak da kompresyon, distraksiyon, Gillet testi, Patrick testi, statik palpasyon ve hareket palpasyonu gibi testler kullanılabilir. Radyolojik testlerin klinik testlere üstünlüğüne dair literatürde kanıt bulunmamaktadır (Hamidi-Ravari ve diğ. 2014). Çalışmamız sağlıklı ve asemptomatik bireylerde yapıldığından dolayı klinikte SİE problemlerini belirlemek amacıyla kullanılan ve çoğunlukla semptomları provake etme yoluyla uygulanan testlerden ziyade sakroiliak eklemde biyomekaniksel değişikliklerin bir göstergesi olan fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin değerlendirmesinden yararlanıldı (Ward ve diğ. 2013).

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliğinin değerlendirilmesinde esas olarak kullanılan yöntem X-Ray görüntülemesidir. Yaptığımız çalışmada ise kayropraktörlerin klinikte sıklıkla uyguladığı Derified-Thompson bacak boyu değerlendirme testini kullandık. Bacak boyu değerlendirmede kullanılan klinik testlerin şimdiye kadar tam olarak doğru bir bacak kontrolü sağladığı varsayılsa da, bacak boyu eşitsizliğini tespit etmek için kullanılan düşük teknolojik prosedürlerin özellikle 5 ile 6 mm'den daha az olan bacak boyu farkı için yanlış olabileceğini düşünülmektedir (Cooperstein 2009).

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği tespit edilerek çalışmaya dahil edilen bireyler randomize olarak iki gruba ayrıldı. Her iki grubun ilgili eklemlerdeki hareket açıklıkları ve kas kısalıkları manipülasyon sonrasında kas kuvvetine etki edebilecek faktörler arasında görüldüğünden, başlangıç değerlerinin homojen olup olmadığını belirlemek amacıyla EHA ve kas kısalık ölçümü yapıldı. Her iki bacakta kalça ve diz eklemi fleksiyon ekstansiyonu, her iki kalça abduksiyon adduksiyon, internal rotasyon, eksternal rotasyon, bel fleksiyon-ekstansiyon, lateral fleksiyon hareketleri ölçülürken hamstring, quadriceps, iliopsoas ve lomber ekstansör kasları ise kısalık açısından değerlendirildi. Her

iki grubun başlangıç değerleri arasında istatistiksel olarak fark olmaması yapılan uygulamaların sonuçlarının objektif olarak yorumlanmasına katkı sağladı.

Literatürde, sağlıklı bireylerde sakroiliak manipülasyonun hamstring ve quadriceps kaslarının izokinetik kuvvetine etkisiyle ilgili bazı çalışmalar mevcuttur (Sanders 2015, Grindstaff ve diğ., 2009, Grindstaff ve diğ., 2012). Sanders ve diğ. (2015), lomber omurga veya sakroiliak eklemi hedefleyen manipülasyonların diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 21 asemptomatik bireyle gerçekleştirilen çalışmada, çalışmamızla benzer şekilde manipülasyon ve sham manipülasyon grubu oluşturulmuştur. Yine çalışmamızla uyumlu olarak izokinetik değerlendirmeler 60°/sn ve 180°/s açısal hızlarında yapılmıştır. Elde edilen izokinetik ölçümlere ek olarak 60° diz fleksiyonunda izometrik diz ekstansiyon ve fleksiyon kuvveti kaydedilmiştir. Manipülasyonlar 2 seans şeklinde planlanmış ve her seans sonrasında manipülasyondan hemen sonra ve 20 dakika dinlenme arasından sonra olmak üzere 2 kez izokinetik kuvvet ölçümü yapılmıştır. Sonuçta, çalışmamızın sonuçlarıyla uyumlu olarak manipülasyon ve sham manipülasyon grupları arasında ve grup içinde izometrik ve izokinetik fleksör ve ekstansör kas kuvvetini arttırmada istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda izokinetik kuvvet testleri uygulamadan hemen sonra yapılmıştır. Bunun sebebi izokinetik testlerden önce yaralanmaların önlenmesi ve hastaların maksimum performans gösterebilmesi için ısınma periyodunun gerekmesidir. Çalışmamızda HVLA manipülasyon uygulamasından sonra önce katılımcılar bisiklet ergometresinde ısınmış, 5 dk ısınma periyodunun ardından izokinetik teste alınmışlardır.

Grindstaff ve diğ. (2009), lumbopelvik manipülasyonun quadriceps izometrik kas kuvvetine etkisini ve etkinliğin süresini belirlemek amacıyla 42 sağlıklı gönüllüden oluşan bir çalışma yapmıştır. İzometrik kas kuvveti ölçümü oturur pozisyonda “burst-superimposition technique” ile yapılmış ve izometrik diz ekstansiyonunun kuvveti ve aktivasyonu ölçülmüştür. Manipülasyon sonrasında, 20,40 ve 60 dakika sonra olmak üzere 4 kez kas kuvveti ölçümü yapılmıştır. Sonuç olarak manipülasyondan hemen sonra quadriceps izometrik kas kuvvetinde yüzde 3 oranında bir artış olduğu ancak diğer 3 ölçümde bu artışın sürdürülemediği belirtilmiştir. Bu çalışmada kuvvet artışı sadece uygulamadan hemen sonraki değerlendirmede görülmüştür. 20 dk ve üzerinde yapılan değerlendirmelerin hiçbirinde kuvvet artışı etkisi görülmemiştir. Bizim çalışmamızdaki

kuvvet ölçümü uygulamadan yaklaşık 20 dk sonra yapıldığından bu çalışmanın sonucu ile uyumludur.

Bu sonuçların sağlıklı bireylerde yapılan manipülasyon sonucu ortaya çıktığı ve çeşitli problemlerde, yorgun sporcular gibi farklı popülasyonlarda da sonuçların farklı olabileceği düşünülmektedir (Grindstaff ve diğ, 2009). Bu bireylerde patolojiye bağlı kas inhibisyonu olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Literatürde manipülasyonların artrojenik kas inhibisyonunu önleyip spinal refleks uyarılabilirliğini arttırarak kas kuvvetine etki edeceğine dair çalışmalar mevcuttur. Ancak Grindstaff ve diğ. 2014 yılında yaptıkları çalışmada lumbopelvik manipülasyonun ve sham manipülasyonun quadricepsin spinal refleks uyarılabilirliğini değiştirmediğini bulmuşlardır.

Bazı diz patolojileri bulduran bireylerde manipülasyonun kas kuvvetine etkisini araştıran çalışmalar da mevcuttur. Grindstaff ve diğ. 2012'de yapmış oldukları bir çalışmada, patellofemoral ağrı sendromlu bireylerde lumbopelvik manipülasyonun quadriceps izometrik kas kuvveti üzerine etkisini araştırmıştır. 48 gönüllünün katıldığı çalışmada manipülasyon sonrasında, 20,40 ve 60 dakika sonunda olmak üzere 4 kez izometrik kas kuvveti ölçülmüştür. Sonuç olarak quadriceps kas kuvvetinin manipülasyon sonrası değişmediği ve sonraki 3 ölçümde de yorgunluğa bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir.

Suter ve diğ. (2000), sakroiliak eklem manipülasyonlarının alt ekstremitte kas inhibisyonuna etkisini belirlemek amacıyla, diz önu ağrısı bulunan 28 hasta ile randomize kontrollü bir çalışma yapmıştır. Manipülasyon öncesi ve sonrasında, lomber bölge fonksiyonel durumu, diz ekstansör moment, kas inhibisyonu ve tam eforla yapılan izometrik diz ekstansiyonu ölçülmüştür. Uygulama grubuna manipülasyon yapılırken kontrol grubuna hiçbir tedavi uygulanmamıştır. Sonuç olarak manipülasyon uygulanan grupta kas inhibisyonunun azaldığı ancak çalışmamızla benzer şekilde diz ekstansör momentindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı belirtilmiştir.

Hillermann ve diğ. (2006), tibiofemoral eklem ve sakroiliak eklem manipülasyonlarının quadriceps kas kuvveti üzerine etkinliğini karşılaştırmak amacıyla 20 patellofemoral ağrı

sendromu olan bireyle bir çalışma yapmıştır. Tibiofemoral manipülasyon grubu ve sakroiliak manipülasyon grubu eşit sayıda oluşturulmuştur. Başlangıçta quadriceps maksimal kas kuvveti ölçüldükten sonra bir gruba tibiofemoral eklem manipülasyonu ve diğer gruba da bilateral sakroiliak eklem manipülasyonu yapılmıştır. Sonuç olarak sakroiliak eklem manipülasyonu yapılan grupta quadriceps kas kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış kaydedilirken tibiofemoral eklem manipülasyonunda quadriceps kas kuvvetindeki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Gruplar arası analizde ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Çalışmamızda fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan sağlıklı bireylerde manipülasyon uygulanırken bu çalışmada patellofemoral ağrı sendromu olan farklı bir popülasyonun çalışmaya dahil edilmiş olması çalışmanın sonucundaki farkın oluşmasına neden olabilir. Çünkü sağlıklı bireyler diz eklemi patolojisine sahip olmadıkları için uygulanan manipülasyon quadriceps kas aktivasyonunda büyük değişikliklere yol açacak kapasiteye sahip olmayabilir. Ancak patellofemoral ağrı sendromu gibi quadriceps kas kuvvetinin etkilendiği bir patolojide uygulanan sakroiliak eklem manipülasyonun kas kuvveti üzerine ortaya çıkardığı etki istatistiksel olarak daha anlamlı olabilir.

Literatürde sakroiliak eklem dışında farklı eklemlere uygulanan manipülasyonların da kas inhibisyonunu azaltma üzerine etkisini inceleyen çalışmalar yapılmıştır. Suter ve diğ. (2002), kronik boyun ağrısı bulunan bireylere uygulanan servikal manipülasyonun dirsek fleksör kaslarının inhibisyonunu azaltma ve biceps kas kuvvetini artırma üzerine etkisi belirlemek amacıyla 16 hasta ile bir çalışma yapmıştır. Biceps aktivasyonu ve kas kuvveti, servikal eklem hareket açıklıkları ve ağrı eşiği manipülasyon öncesi ve sonrasında değerlendirilmiştir. Manipülasyon C5/6/7 seviyelerine uygulanmıştır. Kronik boyun ağrısı bulunan bireylerde yapılan değerlendirmeler sonucunda biceps kasında önemli ölçüde inhibisyon olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak manipülasyon uygulamasının hemen sonrasında, kronik boyun ağrılı bireylerde biceps kas inhibisyonunun azaldığı ve kas kuvvetinin arttığı bulunmuştur. Manipülasyondan hemen sonra yapılan ölçümde biceps kas kuvveti ve aktivasyonu artmış ancak uzun süreli etkisi değerlendirilmemiştir.

Cleland ve diğ. (2004) ise torakal bölge manipülasyonunun alt trapez kasının kuvveti üzerine kısa süreli etkisini belirlemek amacıyla 40 asemptomatik bireyin dahil edildiği randomize kontrollü bir çalışma yapmıştır. Alt trapez izometrik kas kuvveti manipülasyon öncesi ve sonrasında ölçülmüştür. Deney grubuna manipülasyon uygulanırken kontrol grubuna çalışmamızda olduğu gibi sham manipülasyon uygulanmıştır. Sonuç olarak alt trapez kasının kuvveti manipülasyon uygulanan grupta yüzde 14, kontrol grubunda ise yüzde 3 artmıştır. Farklı bölgelerde uygulanan manipülasyonlarda kas kuvvetini arttırmada çalışmamızdan farklı olarak kas kuvvetinin arttığı ve kas inhibisyonunun azaldığı görülmüştür. Bu farkın ortaya çıkmasında uygulanan bölge ve kas ilişkisinin etkili olduğu düşünülmektedir.

Literatüre bakıldığında, sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz fleksör ve/veya ekstansör kas kuvvetini arttırma ve kas inhibisyonunu azaltma üzerine etkisiyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda daha çok kas kuvvetine etki etmediğine dair sonuçlar elde edilmiş olsa da yapılan uygulamanın süresi, katılımcıların seçimi, uygulanan segment ve uygulamanın etki süresiyle alakalı olarak çalışmalar birbirinden farklılık göstermekte ve net sonuçlardan bahsedilememektedir. Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisini belirlemek üzerine yapmış olduğumuz çalışmada, bu manipülasyonların kas kuvvetini arttırmak üzerine anlık etkisi olmadığını belirledik. Literatürde benzer bölgeye ve benzer popülasyonda yapılan çalışmalar çalışmamızın sonucunu desteklemektedir. Ancak farklı patolojilerde ve farklı bölgelere uygulanan manipülasyonların kas kuvvetini arttırma ve kas inhibisyonunu azaltma üzerine olumlu etkileri olduğunu belirten çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu konunun üzerinde çalışılması gereken, randomize kontrollü ve yüksek örneklem sayısı içeren çalışmalara ihtiyaç duyan bir konu olduğunu düşünmekteyiz.



### **Limitasyonlar:**

- i. Katılımcı sayısı evreni temsil edecek büyüklükte değildir.
- ii. Uygulama tek seans yapıldığından dolayı manipülasyonun daha uzun süre uygulandıktan sonra elde edilecek sonuçlar hakkında fikir sahibi olunamamaktadır.
- iii. Fonksiyonel bacak boyu değerlendirmesinde esas olarak kullanılan X-Ray yerine fonksiyonel bacak boyu değerlendirmesinde klinik bir test olan Derifield-Thompson testi kullanılmıştır.



## 6. SONUÇ

Fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz ekleminin ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvvetini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edildi.

- i. Manipülasyon sonrasında, çalışma ve kontrol grupları arasında fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği olan ve olmayan tarafta 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında, diz ekstansör ve fleksör kasların izokinetik kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.
- ii. Çalışma grubuna yapılan manipülasyon sonrasında, fonksiyonel bacak boyu kısalığı olan ve olmayan tarafta, 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında, diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetinde çalışma öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.
- iii. Kontrol grubuna yapılan sham manipülasyon sonrasında, fonksiyonel bacak boyu kısalığı olan ve olmayan tarafta, 60°/sn ve 180°/sn açısal hızlarında, diz fleksör ve ekstansör izokinetik kas kuvvetinde çalışma öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı.

Bu çalışma, fonksiyonel bacak boyu eşitsizliği bulunan sağlıklı bireylerde sakroiliak eklem manipülasyonlarının diz ekleminin ekstansör ve fleksör izokinetik kas kuvveti üzerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Bergmann, T. F., & Peterson, D. H. (2010). *Chiropractic Technique-E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Bergmann T. F. ve Peterson D. H., 2011. *Chiropractic technique, principles and procedures*. Third edition. St. Louis, Missouri: Mosby
- Cael, C. (2010). *Functional Anatomy Flash Cards: Bones, Joints and Muscles*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Cramer, G. D., & Darby, S. A. (2014). *Clinical Anatomy of the Spine, Spinal Cord, and ANS-E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Dutton, M. (2012). *Dutton's Orthopaedic: Examination*: McGraw Hill Professional.
- Haldemann S. (Ed.), 2005. *Principles and practice of chiropractic*. Third edition. ABD: McGraw-Hill
- Houglum, P. A., & Bertoti, D. B. (2012). *Brunnstrom's clinical kinesiology*: FA Davis.
- Jacoby, S. M. (2001). *Isokinetics in rehabilitation*. In *Techniques in musculoskeletal rehabilitation* (pp. 153-166). McGraw-Hill, New York.
- Kisner, C., & Colby, L. A. (2012). *Resistance exercise for impaired muscle performance. Therapeutic exercise: Foundations and techniques* (6th ed)(147-223). Philadelphia: FA Davis Company.
- Lewit, K. (2009). *Manipulative therapy: Musculoskeletal medicine*: Elsevier Health Sciences.
- Neumann, D. A. (2010). *Kinesiology of the Musculoskeletal System-E-Book: Foundations for Rehabilitation*: Elsevier Health Sciences.
- Otman, S., Köse, N. (2015) *Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri*: Pelikan Yayıncılık
- Standring, S. (2015). *Gray's anatomy e-book: the anatomical basis of clinical practice*: Elsevier Health Sciences.
- Muratlı, S., Toraman, F., & Çetin, E. (2000). *Sportif hareketlerin biomekanik temelleri* Bağırhan yayımevi

## *Sürekli Yayınlar*

- Adaş, R.T., Kurdak, S.S. (2008). İzokinetik dinamometre ile yapılan ölçümlerde farklı eklemlere ait yük aralığının tespiti. *ÇÜ Yüksek Lisans Tezi, Adana, 174s.*
- Barker, P., Hapuarachchi, K., Ross, J., Sambaiew, E., Ranger, T., & Briggs, C. (2014). Anatomy and biomechanics of gluteus maximus and the thoracolumbar fascia at the sacroiliac joint. *Clinical anatomy*, **27**(2), 234-240.
- Baskan, E. (2009). Elektrik stimülasyonu ve izometrik egzersizin sağlıklı quadriceps femoris kasının izokinetik kuvvetine etkilerinin karşılaştırılması.
- Bechtel, R. (2001). Physical characteristics of the axial interosseous ligament of the human sacroiliac joint. *The Spine Journal*, **1**(4), 255-259.
- Betsch, M., Rapp, W., Przibylla, A., Jungbluth, P., Hakimi, M., Schneppendahl, J., Wild, M. (2013). Determination of the amount of leg length inequality that alters spinal posture in healthy subjects using rasterstereography. *European Spine Journal*, **22**(6), 1354-1361.
- Bussey, M. D., Milosavljevic, S., & Bell, M. L. (2009). Sex differences in the pattern of innominate motion during passive hip abduction and external rotation. *Manual therapy*, **14**(5), 514-519
- Chilibeck, P. D., Cornish, S. M., Schulte, A., Jantz, N., Magnus, C. R., Schwanbeck, S., & Juurlink, B. H. (2011). The effect of spinal manipulation on imbalances in leg strength. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, **55**(3), 183.
- Cibulka, M. T. (1992). The treatment of the sacroiliac joint component to low back pain: a case report. *Physical therapy*, **72**(12), 917-922.
- Cleland, J., Selleck, B., Stowell, T., Browne, L., Alberini, S., St. Cyr, H., & Caron, T. (2004). Short-term effects of thoracic manipulation on lower trapezius muscle strength. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, **12**(2), 82-90.
- Cohen, S. P., Chen, Y., & Neufeld, N. J. (2013). Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment. Expert review of neurotherapeutics, **13**(1), 99-116.
- Cooperstein, R. (2010). Heuristic exploration of how leg checking procedures may lead to inappropriate sacroiliac clinical interventions. *Journal of chiropractic medicine*, **9**(3), 146-153.
- Cooperstein, R., & Lew, M. (2009). The relationship between pelvic torsion and anatomical leg length inequality: a review of the literature. *Journal of chiropractic medicine*, **8**(3), 107-118.
- Croisier, J.-L., Malnati, M., Reichard, L. B., Peretz, C., & Dvir, Z. (2007). Quadriceps and hamstring isokinetic strength and electromyographic activity measured at different ranges of motion: a reproducibility study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **17**(4), 484-492.
- Çetin, T. (2018). Sağlıklı sedanter bireylerde diz ekstansör kaslarının izotonik kuvvetlendirme antrenmanlarına eklenen izometrik kasılma sürelerinin izokinetik parametreler üzerine etkisi.
- Dishman, J. D., & Bulbulian, R. (2000). Spinal reflex attenuation associated with spinal manipulation. *Spine*, **25**(19), 2519-2525.

- Downie, A. S., Vemulpad, S., & Bull, P. W. (2010). Quantifying the high-velocity, low-amplitude spinal manipulative thrust: a systematic review. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, **33**(7), 542-553.
- Drerup, B., & Hierholzer, E. (1987). Movement of the human pelvis and displacement of related anatomical landmarks on the body surface. *Journal of biomechanics*, **20**(10), 971-977.
- Dryden-Schofield, C. (2013). *The immediate effect of sacroiliac joint adjustment on functional leg length inequality*. University of Johannesburg,
- Evangelidis, P. E., Massey, G. J., Pain, M. T., & Folland, J. P. (2016). Strength and size relationships of the quadriceps and hamstrings with special reference to reciprocal muscle balance. *European journal of applied physiology*, **116**(3), 593-600.
- Evans, D. W. (2002). Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: previous theories. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, **25**(4), 251-262.
- Findley, B. W., Brown, L. E., Whitehurst, M., Keating, T., Murray, D. P., & Gardner, L. M. (2006). The influence of body position on load range during isokinetic knee extension/flexion. *Journal of sports science & medicine*, **5**(3), 400.
- Foley, B. S., & Buschbacher, R. M. (2006). Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **85**(12), 997-1006.
- Forst, S. L., Wheeler, M. T., Fortin, J. D., & Vilensky, J. A. (2006). The sacroiliac joint: anatomy, physiology and clinical significance. *Pain physician*, **9**(1), 61-67.
- Friberg, O. (1983). Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine*, **8**(6), 643-651.
- Friberg, O. (1984). Leg length inequality and low back pain. *The Lancet*, **324**(8410), 1039.
- Gong, W., Ro, H., Park, G., & Kim, T. (2011). The influence of pelvic adjustment on functional leg length inequality and foot pressure. *Journal of Physical Therapy Science*, **23**(1), 17-19.
- Grindstaff, T. L., Hertel, J., Beazell, J. R., Magrum, E. M., & Ingersoll, C. D. (2009). Effects of lumbopelvic joint manipulation on quadriceps activation and strength in healthy individuals. *Manual therapy*, **14**(4), 415-420.
- Grindstaff, T. L., Hertel, J., Beazell, J. R., Magrum, E. M., Kerrigan, D. C., Fan, X., & Ingersoll, C. D. (2012). Lumbopelvic joint manipulation and quadriceps activation of people with patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training*, **47**(1), 24-31.
- Grindstaff, T. L., Pietrosimone, B. G., Sauer, L. D., Kerrigan, D. C., Patrie, J. T., Hertel, J., & Ingersoll, C. D. (2014). Manual therapy directed at the knee or lumbopelvic region does not influence quadriceps spinal reflex excitability. *Manual therapy*, **19**(4), 299-305.
- Guichet, J.-M., Spivak, J. M., Trouilloud, P., & Grammont, P. M. (1991). Lower limb-length discrepancy. An epidemiologic study. *Clinical orthopaedics and related research*(272), 235-241.
- Gurney, B. (2002). Leg length discrepancy. *Gait & posture*, **15**(2), 195-206.
- Hamidi-Ravari, B., Tafazoli, S., Chen, H., & Perret, D. (2014). Diagnosis and current treatments for sacroiliac joint dysfunction: a review. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, **2**(1), 48-54.

- Hansen, L., De Zee, M., Rasmussen, J., Andersen, T. B., Wong, C., & Simonsen, E. B. (2006). Anatomy and biomechanics of the back muscles in the lumbar spine with reference to biomechanical modeling. *Spine*, **31**(17), 1888-1899.
- Hillermann, B., Gomes, A. N., Korporaal, C., & Jackson, D. (2006). A pilot study comparing the effects of spinal manipulative therapy with those of extra-spinal manipulative therapy on quadriceps muscle strength. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, **29**(2), 145-149.
- Homack, D.M.J. (2005). Derifield-Thompson Leg Length Analysis and Adjusting Protocol. *Chiropractic Journal of Australia*, **35**(1), 16-20.
- Hopkins, J. T., Ingersoll, C. D., Edwards, J., & Klootwyk, T. E. (2002). Cryotherapy and transcutaneous electric neuromuscular stimulation decrease arthrogenic muscle inhibition of the vastus medialis after knee joint effusion. *Journal of athletic training*, **37**(1), 25.
- Janssen, M. M., Drevelle, X., Humbert, L., Skalli, W., & Castelein, R. M. (2009). Differences in male and female spino-pelvic alignment in asymptomatic young adults: a three-dimensional analysis using upright low-dose digital biplanar X-rays. *Spine*, **34**(23), E826-E832.
- Jaovisidha, S., Ryu, K. N., De Maeseneer, M., Haghighi, P., Goodwin, D., Sartoris, D. J., & Resnick, D. (1996). Ventral sacroiliac ligament: anatomic and pathologic considerations. *Investigative radiology*, **31**(8), 532-541.
- Khalifa, A. A. Leg Length Discrepancy: Assessment and Secondary Effects.
- Kiapour, A., Abdelgawad, A. A., Goel, V. K., Souccar, A., Terai, T., & Ebraheim, N. A. (2012). Relationship between limb length discrepancy and load distribution across the sacroiliac joint—a finite element study. *Journal of Orthopaedic Research*, **30**(10), 1577-1580.
- Knutson, G. A. (2005). Anatomic and functional leg-length inequality: a review and recommendation for clinical decision-making. Part I, anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. *Chiropractic & osteopathy*, **13**(1), 11.
- Lawrence, D. (1985). Chiropractic concepts of the short leg: a critical review. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, **8**(3), 157-161.
- Liebenson, C. (2004). The relationship of the sacroiliac joint, stabilization musculature, and lumbo-pelvic instability. *Journal of bodywork and movement therapies*, **8**(1), 43-45.
- MacDonald, D. A., Moseley, G. L., & Hodges, P. W. (2006). The lumbar multifidus: does the evidence support clinical beliefs? *Manual therapy*, **11**(4), 254-263.
- MassoudArab, A., RezaNourbakhsh, M., & Mohammadifar, A. (2011). The relationship between hamstring length and gluteal muscle strength in individuals with sacroiliac joint dysfunction. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, **19**(1), 5-10.
- Morgan, B. A. (2005). An evaluation of objective hip joint functional ability measures after sacroiliac joint manipulation of patients with sacroiliac syndrome.
- Noll, D. R. (2013). Leg length discrepancy and osteoarthritic knee pain in the elderly: an observational study. *The Journal of the American Osteopathic Association*, **113**(9), 670-678.
- Perinetti, G., Contardo, L., Silvestrini-Biavati, A., Perdoni, L., & Castaldo, A. (2010). Dental malocclusion and body posture in young subjects: a multiple regression study. *Clinics*, **65**(7), 689-695.

- Reed, W. R., Long, C. R., Kawchuk, G. N., Sozio, R. S., & Pickar, J. G. (2015). Neural responses to physical characteristics of a high velocity, low amplitude spinal manipulation: effect of thrust direction. *Spine*.
- Resende, R. A., Kirkwood, R. N., Deluzio, K. J., Cabral, S., & Fonseca, S. T. (2016). Biomechanical strategies implemented to compensate for mild leg length discrepancy during gait. *Gait & posture*, **46**, 147-153.
- Rothbart, B. A. (2006). Relationship of functional leg-length discrepancy to abnormal pronation. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *96*(6), 499-504.
- Rothstein, J. M., Lamb, R. L., & Mayhew, T. P. (1987). Clinical uses of isokinetic measurements: critical issues. *Physical therapy*, **67**(12), 1840-1844.
- Rubinstein, S. M., van Middelkoop, M., Assendelft, W. J., de Boer, M. R., & van Tulder, M. W. (2009). Spinal manipulative therapy for chronic low-back pain. *Cochrane Database Syst Rev*, **2**(4).
- Sanchis-Alfonso, V., Montesinos-Berry, E., Serrano, A., & Martínez-Sanjuan, V. (2011). Evaluation of the patient with anterior knee pain and patellar instability. In *Anterior knee pain and patellar instability* (pp. 105-122): Springer.
- Sanders, G. D., Nitz, A. J., Abel, M. G., Symons, T. B., Shapiro, R., Black, W. S., & Yates, J. W. (2015). Effects of Lumbosacral Manipulation on Isokinetic Strength of the Knee Extensors and Flexors in Healthy Subjects: A Randomized, Controlled, Single-Blind Crossover Trial. *Journal of chiropractic medicine*, **14**(4), 240-248.
- Snijders, C. J., Vleeming, A., & Stoeckart, R. (1993). Transfer of lumbosacral load to iliac bones and legs: Part 1: Biomechanics of self-bracing of the sacroiliac joints and its significance for treatment and exercise. *Clinical biomechanics*, **8**(6), 285-294.
- Subotnick, S. I. (1981). Limb length discrepancies of the lower extremity (the short leg syndrome). *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, **3**(1), 11-16.
- Suter, E., & McMorland, G. (2002). Decrease in elbow flexor inhibition after cervical spine manipulation in patients with chronic neck pain. *Clinical biomechanics*, **17**(7), 541-544.
- Suter, E., McMorland, G., Herzog, W., & Bray, R. (2000). Conservative lower back treatment reduces inhibition in knee-extensor muscles: a randomized controlled trial. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, **23**(2), 76-80.
- Tabaković, M., Atiković, A., Kazazović, E., & Turković, S. (2016). EFFECTS OF ISOKINETIC RESISTANCE TRAINING ON STRENGTH KNEE STABILIZERS AND PERFORMANCE EFFICIENCY OF ACROBATIC ELEMENTS IN ARTISTIC GYMNASTICS. *Science of Gymnastics Journal*, **8**(2).
- Vleeming, A., Schuenke, M., Masi, A., Carreiro, J., Danneels, L., & Willard, F. (2012). The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *Journal of anatomy*, **221**(6), 537-567.
- Ward, J. S., Coats, J., Sorrels, K., Walters, M., & Williams, T. (2013). Pilot study of the impact sacroiliac joint manipulation has on walking kinematics using motion analysis technology. *Journal of chiropractic medicine*, **12**(3), 143-152.
- Windisch, G., Braun, E. M., & Anderhuber, F. (2007). Piriformis muscle: clinical anatomy and consideration of the piriformis syndrome. *Surgical and radiologic anatomy*, **29**(1), 37-45.

- Woodley, S. J., Kennedy, E., & Mercer, S. R. (2005). Anatomy in practice: the sacrotuberous ligament. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, **33**(3).
- Yılmaz, B., Alaca, R., Göktepe, A. S., Mühür, H., & Kalyon, T. A. (2001). Patellofemoral ağrı sendromunda izokinetik egzersiz programının fonksiyonel kapasite ve ağrı üzerindeki etkisi. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, **47**(5).





## *Diğer Yayınlar*

<https://musculoskeletalkey.com/the-sacroiliac-joint-2>

<https://www.memorangapp.com/flashcards/167914/The+sacroiliac+joints/>

<http://sijoint.com/images/>



## EKLER



## Ek-1: Etik Kurul Formu



T.C.  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ**  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 22481095-020-777

23/05/2017

Konu : Karar Örneği

### SAYIN TARIK ÇETİN

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz "**Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde Sakroiliak Manipülasyonların Diz Ekstansör ve Fleksör İzokinetik Kas Kuvveti Üzerine Etkisi**" isimli çalışmanız ile ilgili Klinik Araştırmalar Etik Kurulu karar örneği ektedir.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Nazire Efser Yeşim AFŞAR  
FAK  
Komisyon Başkanı

EK :  
Karar Örneği

/ 1  
Pin :

Çırağan Caddesi, Osmanpaşa Mektebi Sokak, No: 4-6 34353- Beşiktaş -İstanbul  
KEP : bahcesehiruniversitesi@hs01.kep.tr  
Telefon:2165798210 Fax:  
İrtibat Email: nurcan.vatansever@bahcesehir.edu.tr

Ayrıntılı bilgi için irtibat:Nurcan VATANSEVER  
Elektronik Ağ: www.bahcesehir.edu.tr

## Ek-2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

#### **Araştırmanın Açıklanması:**

Bu yapmayı planladığımız çalışma bir yüksek lisans tezi araştırması olup,

**Araştırmanın adı:** ‘Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde Sakroiliak Eklem Manipülasyonların Diz Ekstansör ve Fleksör izokinetik kas kuvveti Üzerine Etkisi?’dir.

**Araştırmanın amacı:**Toplumumuzada Fonksiyonel Bacak Boyu Eşitsizliği Bulunan Sağlıklı Bireylerde kısa olan bacak tarafına uygulanan SİE Manipülasyonların Diz Ekstansör ve Fleksör izokinetik kas kuvveti Üzerine Etkisini belirlemektir.

Sağlıklı bireyler üzerinde uygulanacak olan bu çalışmaya ,sağlık durumunuz uyduğu için sizi davet ediyoruz.Ancak hemen belirtmeliyiz ki bu çalışmaya katılıp katılmamak gönüllülük esasına dayalıdır.Bu bilimsel çalışmaya katılma kararını tamamen hür iradeniz ile vermelisiniz.Bu kararı verirken hiç kimse tarafından size telkin ve baskıda bulunulamaz.Kararınızdan önce söz konusu bilimsel araştırma ve bu araştırmaya kabul etmeniz durumunda yapılacak işlemler hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz.Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra bu bilimsel araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız.

#### **Bilimsel Çalışma Hakkında Bilgiler**

Bu araştırma yönteminde sizin ilk önce Bacak Boyu Eşitsizliğinizin olup olmadığı belirlenecek..Eğer bacak boyu eşitsizliği bulunursa.Daha sonra sizden sırasıyla aşağıdaki uygulamalara katılmanız istenecektir: Öncelikle gönüllü değerlendirme ve takip formu doldurulacaktır.Bu formun ilk kısmındaki yaş,cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle endeksi, eğitim düzeyi ve meslek gibi soruları cevaplamanız istenecektir.Daha sonra;

- 1.Eklem Hareket Açıklığı (bel ,kalça ve diz eklemi için) ölçülecektir.
2. Kas kısalık testleri(quadiceps femoris,hamstring,kalça fleksörleri ve lumbal ekstansör kas grupları)
3. İzokinetik kuvvet testi(Diz eklemi ekstansör ve fleksör kas grupları için) ölçülecektir.Bu ölçümlerden 2 gün sonra size ,yan yatar pozisyonda kısa olan bacak tarafınızdaki sakroiliak eklemimize elle kayropratik manipülasyon uygulaması yapılacak.bu uygulama yapıldıktan sonra izokinetik kuvvet testi tekrar uygulanacaktır.

Kayropraktik manipülasyon: Elle uygulama demektir. Etkilen ekleme, eklem içinde yüksek hız düşük itme ile uygulama yapılmasıdır. Manipulasyon ile eksen bozukluğu, hizalamada sapma, dengesiz, düzensiz, patolojik hareket, palpe edilebilir yumuşak doku değişiklikleri, lokalize veya yayılan ağrı/sancı, kaslarda dengesizlik, anormal fizyolojik fonksiyon, lokalize hassasiyet sorunlarını çözmeye odaklanır.

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 2 gün olup araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, ortaya çıkan masraflar Dr. Kayropraktör Gökhan Mangan ve Fzt. Tarık ÇETİN tarafından karşılanacaktır.

### **Çalışma Kapsamında Bilinmesi Gereken Durumlar Ve Araştırmacı ve Gönüllülerin Uyması Gereken Kurallar:**

Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 05322708303 no.lu telefondan Fzt. Tarık ÇETİN e başvurabilirsiniz.

Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Ayrıca, bu araştırma kapsamındaki bütün değerlendirme, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir. Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır. Çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayımlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilirler. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

### **Çalışmaya Katılma Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

Gönüllünün,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Açıklamaları yapan araştırmacının,

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

Görevi:

Tarih ve İmza:

**Ek-3: Gönüllü Değerlendirme ve Takip Formu**

**GÖNÜLLÜ DEĞERLENDİRME VE TAKİP FORMU**

**Ad-Soyad:**

**Tarih:**

**Yaşınız:** .....

**Cinsiyeti:** Kadın ( ) Erkek ( )

**Medeni Durum:** Evli ( ) Bekar ( )

**Boy:**.....

**Kilo:**.....

**BMI:**.....

**Dominant Taraf :** Sağ ( ) Sol ( )

**Eğitim Durumunuz:** Okuma yazmam var ( )

İlkokul mezunuyum ( )

Lise mezunuyum ( )

Üniversite mezunuyum ( )

Yüksek lisans ve üstü ( )

**Mesleğiniz:** .....

## 1.EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI:

SAĞ

SOL

Kalça fleksiyon		
Kalça ekstansiyon		
Kalça abduksiyon		
Kalça adduksiyon		
Kalça internal rotasyon		
Kalça eksternal rotasyon		
Dizde fleksiyon		
Dizde ekstansiyon		

Bel rotasyon		
Bel lateral fleksiyon		
Bel fleksiyon		
Bel ekstansiyon		

## 2. KAS KISALIK TESTLERİ:

SAĞ

SOL

Quadriceps femoris		
Hamstring		
Kalça fleksörleri		
Lumbal ekstansörler		



### 3.İZOKİNETİK KUVVET TESTİ:

Kısa bacak tarafı: Sağ ( ) Sol ( )

Diz Eklemleri	Açısal Hızlar	Manipülasyon Öncesi		Manipülasyon Sonrası	
		FBBK (+)	FBBK (-)	FBBK (+)	FBBK (-)
Ekstansör Kas kuvveti(PT,Nm)	60 derece/saniye				
	180 derece/saniye				
Fleksör Kas kuvveti(PT,Nm)	60 derece/saniye				
	180 derece/saniye				

