

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ**

**KALÇA ARTROSKOPİSİNDE GÖRÜLEN PUDENDAL SİNİR  
FELCİNİN UYGULANAN TRAKSİYON KUVVETİ VE KALÇA  
ABDÜKSİYON AÇISI İLE İLİŞKİSİNİN KADAVRA MODELİ  
ÜZERİNDE ARAŞTIRILMASI**

**Dr. Hakan KOCAOĞLU**

**ORTOPEDİ VE TRAVMATOLOJİ ANABİLİM DALI  
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN:  
Prof. Dr. Mehmet BİNNET**

**ANKARA 2013**

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ**  
**TEZ SINAVI TUTANAĞI**

| <b>I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN</b> |                                         |                                      |
|---------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Adı, Soyadı</b>              | : Dr.Hakan KOCAOĞLU                     | <b>Tarih:</b><br><br>05 / 11. / 2013 |
| <b>Anabilim/Bilim Dalı</b>      | : Ortopedi ve Travmatoloji Hastalıkları |                                      |
| <b>Tez Danışmanı</b>            | : Prof.Dr.M. Serdar BİNNET              |                                      |

| <b>II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER</b>                                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tezin Başlığı:</b> KALÇA ARTROSKOPİSİNDE GÖRÜLEN PUDENDAL SINIR FELCİNİN UYGULANAN TRAKSİYON KUVVETİ VE KALÇA ABDÜKSİYON AÇISI İLE İLİSKİSİNİN KADAVRA MODELİ ÜZERİNDE ARASTIRILMASI |                                                                                                          |
| <b>Tezin Niteliği:</b>                                                                                                                                                                  | <input checked="" type="checkbox"/> Ana Dal Uzmanlık Tezi <input type="checkbox"/> Yan Dal Uzmanlık Tezi |
| <b>Kaçıncı tez sınavı olduğu:</b>                                                                                                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3              |

| <b>III. KARAR</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak<br><input checked="" type="checkbox"/> Kabulüne<br><input type="checkbox"/> Reddine<br><input type="checkbox"/> Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine<br>oy birliği / oy çokluğu ile karar verilmiştir. |

| <b>IV. AÇIKLAMALAR</b>                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız |

**Jüri Başkanı**

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof.Dr.M.Bahaddin GÜZEL  
Anabilim Dalı Başkanı

**Jüri Üyesi**

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof.Dr.M.Serdar BİNNET  
Anabilim Dalı Öğ.Üy.

**Jüri Üyesi**

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof.Dr.M.Derya DİNÇER  
Anabilim Dalı Öğ.Üy.

## ÖNSÖZ

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin ışığında ortopedik cerrahi sürekli bir değişim ve ilerleme içerisinde. Kalçaya yönelik artroskopik girişimlerin çeşitliliğinin ve sayısının artması da bu ilerlemenin kaçınılmaz sonucudur. Ülkemizde ve dünyada az sayıda ortopedist tarafından bilinmekte ve uygulanmakta olan bu cerrahi yakın geleceğin tercih edilen yöntemlerinde ön sıralarda yer alacaktır.

Her şeyden önce kalça artroskopisi gibi çığır açma potansiyeli olan bir tez konusunu ileri görüşlülüğü sayesinde bana öneren ve beni bu konudaki araştırmalarım sırasında destekleyen çok sayın hocam Prof. Dr. Mehmet BİNNET'e teşekkürü borç bilirim.

Yuvam olarak gördüğüm Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Prof. Dr. Bahattin GÜZEL'e, Prof. Dr. Derya DİNÇER'e, Prof. Dr. Yener SAĞLIK'a, Prof. Dr. Tarık YAZAR'a Prof. Dr. Ali Kemal US'a, Prof. Dr. Bülent ERDEMLİ'ye, Prof. Dr. Yusuf YILDIZ'a, Prof. Dr. Hakan KINIK'a, Prof. Dr. Sinan BİLGİN'e, Yard. Doç. Dr. Mehmet ARMANGİL, Op. Dr. Ramazan AKMEŞE'ye ve tezimin ilk şekillenme aşamalarından başlayarak sürekli bana yol gösterici olan ve yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Kerem BAŞARIR'a sonsuz şükranlarımı sunarım. Onların yol göstericiliği sayesinde mesleğin genç bir üyesi olmak gurur verici bir ayrıcalıktır. Rahmetle andığım Prof. Dr. Ertan MERGEN'i de burada anmayı bir görev olarak bilirim.

5 yıl boyunca çok şey paylaşarak çalıştığımız araştırma görevlisi arkadaşlarım Dr. Mehmet ÇAVUŞ, Dr. Abdullah MERTER, Dr. Onur KARACA, Dr. Adem ÜNLÜ, Dr. Erdem ÇUHADAR, Dr. İbrahim KÜÇÜKKARAPINAR, Dr. Sinan TAĞIYEV, Dr. Şehriyar FETTULAHYEV, Dr. E. Anıl ÖZBEK, Dr. Melik ARTIN, Dr. Mustafa KAVAK, Dr. Yener YOĞUN, Dr. Elvin AĞAZADE, Dr. Erdal GÜNGÖR, Dr. Niyazi ERCAN ve Dr. Mohammad Asadi FANİD ve anabilim dalımız hemşire ve personellerine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin veri toplama aşamasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Anatomi Bilim Dalının kapılarını bana açan Öğretim Üyesi Prof. Dr. Muzaffer SİNDEL ve Öğretim Elemanı Yasemin KAYA'nın yardımlarından dolayı teşekkür

ederim. Tezin yürütülmesi sırasında yorulmadan ve sıkılmadan yardımına koşan Klinik Anatomi Personeli Ramazan AYDIN'a da minnettarım. İstatistik konusunda sonsuz yardımlarını sunan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Bölümünden Zeynep GENÇTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım. Benzer şekilde Ankara Üniversitesi Anatomi Anadabilim Dalı Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Ali Fırat ESMER ve Doç. Dr. Tülin ŞEN olmasa bu tezin gerçekleştirilmesi mümkün olmazdı.

Her zaman yanımda olan ve pes ettiğim anlarda yeniden ayağa kalkmamı sağlayan Dr. Merve ARAL'a ve beni hiç yılmadan destekleyen ve bugünlere gelmemde büyük payı olan annem, babam ve kız kardeşime sonsuz sevgilerimle teşekkür ederim.

Dr. Hakan KOCAOĞLU

Kasım 2013

## İÇİNDEKİLER

|                                                     |      |
|-----------------------------------------------------|------|
| KABUL VE ONAY .....                                 | i    |
| ÖNSÖZ .....                                         | ii   |
| İÇİNDEKİLER .....                                   | iv   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                | vi   |
| ŞEKİL VE FOTOĞRAFLAR DİZİNİ.....                    | vii  |
| TABLO VE GRAFİKLER DİZİNİ .....                     | viii |
| 1. GİRİŞ .....                                      | 1    |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                             | 3    |
| 2.1. Anatomi.....                                   | 3    |
| 2.1.1. Pelvis.....                                  | 3    |
| 2.1.2. Kalça Eklemi.....                            | 10   |
| 2.1.3. Pudental sinir.....                          | 11   |
| 2.2. Kalça Artroskopisi .....                       | 13   |
| 2.2.1. Tarihçe .....                                | 13   |
| 2.2.2. Endikasyonlar .....                          | 15   |
| 2.2.3. Teknik .....                                 | 18   |
| 2.2.4. Komplikasyonlar .....                        | 21   |
| 2.3. Basıncın Sinir Dokusu Üzerindeki Etkileri..... | 24   |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                            | 27   |
| 4. BULGULAR .....                                   | 34   |
| 4.1. Ölçüm Yapılan Alt Ekstremité.....              | 35   |
| 4.2. Ağırlık .....                                  | 35   |
| 4.3. Kalça Abdüksiyon Derecesi.....                 | 36   |
| 4.4. Ölçüm Yapılan Sensör .....                     | 37   |
| 4.5. Vücut Kitle İndeksi .....                      | 38   |
| 4.6. Perine Dokusunun Kalınlığı.....                | 39   |
| 4.7. Diğer Bulgular.....                            | 39   |
| 5. TARTIŞMA .....                                   | 41   |
| 6. SONUÇLAR .....                                   | 49   |

|                 |    |
|-----------------|----|
| ÖZET.....       | 50 |
| SUMMARY .....   | 51 |
| KAYNAKLAR ..... | 52 |
| EKLER.....      | 58 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                    |                                                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| cm.                | : santimetre                                                             |
| dk.                | : dakika                                                                 |
| kg                 | : kilogram                                                               |
| kg/cm <sup>2</sup> | : santimetre kare başına düşen kilogram (1 kg/cm <sup>2</sup> =736 mmHg) |
| lb                 | : pound (1 pound= 0,453 kg)                                              |
| Lig.               | : <i>Ligamentum</i>                                                      |
| mmHg               | : milimetre civa                                                         |
| M.                 | : <i>Musculus</i>                                                        |
| sa.                | :saat                                                                    |
| SIAS               | : <i>spina iliaca anteior superior</i>                                   |
| SIAI               | : <i>spina iliaca anterior inferior</i>                                  |
| tuber              | : <i>tuberositas</i>                                                     |

## ŞEKİL VE FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

|                      |                                                                                                                                                                                                                               |    |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.1.</b>    | Pudendal sinir ve sakral köklerin pelvis ve bağlar ile ilişkisini gösteren çizim .....                                                                                                                                        | 12 |
| <b>Şekil 2.2.</b>    | Pudendal sinir ve dallarının pelvis kemikleri yumuşak dokular ile ilişkisini gösteren çizim.....                                                                                                                              | 13 |
| <b>Şekil 2.3.</b>    | Femoroasetabuler sıkışma sendromunun şematik gösterimi .....                                                                                                                                                                  | 17 |
| <b>Şekil 3.1.</b>    | Traksiyon aparatının disseksiyon masası üzerine yerleştirilmiş görünümünün üstten ve sol yandan şematik görünüşü .....                                                                                                        | 29 |
| <b>Fotoğraf 3.1.</b> | Tekscan FlexiForce A-201 sensör.....                                                                                                                                                                                          | 30 |
| <b>Fotoğraf 3.2.</b> | 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın sağ pudendal sinirinin disseksiyonu .....                                                                                                                                           | 31 |
| <b>Fotoğraf 3.3.</b> | Disseksiyon sonrası pudendal sinir ve dalları.....                                                                                                                                                                            | 31 |
| <b>Fotoğraf 3.4.</b> | 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın (a) sol pudendal siniri üzerine sensörlerin yerleştirilmiş görünümü (b) yara yanaştırıldığında alet kesiyi işaret etmektedir. ....                                                  | 32 |
| <b>Fotoğraf 3.5.</b> | 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın traksiyon masasına yerleştirilmesi sonrasında pelvisin hareket etmesini önlemek amacıyla 30° kalça abdüksiyonuna sol alt ekstremiteye bağlanmış 20 kg ağırlık asılı görüntüsü ..... | 33 |
| <b>Fotoğraf 3.6.</b> | 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın traksiyon masasına yerleştirilmesi sonrasında sol yandan çekilmiş fotoğrafı .....                                                                                                   | 33 |
| <b>Fotoğraf 4.1.</b> | 8 numaralı (17 künye numaralı) kadavranın 45 dakikadan uzun süre 40 kg traksiyona maruz kalması sonucu perinede oluşan yumuşak doku deformasyonu .....                                                                        | 40 |



## TABLO VE GRAFİKLER DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b> Kalça artroskopisi endikasyonları .....                                                                                                                                                                         | 16 |
| <b>Tablo 3.1.</b> Kadavraların künye numarası, cinsiyet, ölüm sırasındaki yaşı, vücut ağırlığı, boy, vücut-kitle indeksi ve perine kalınlığı verileri .....                                                                       | 28 |
| <b>Tablo 2.2.</b> Cinsiyet verilerinin dağılımı .....                                                                                                                                                                             | 28 |
| <b>Tablo 3.3.</b> Tanımlayıcı verilerin dağılımları .....                                                                                                                                                                         | 28 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Ölçüm yapılan sensör ve abduksiyon derecesi sabitlendiğinde traksiyon kuvvetinin pudental sinir üzerinde yapılan ölçümler ile ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları .....                      | 36 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Ölçüm yapılan sensör ve traksiyon kuvveti sabitlendiğinde kalça abduksiyon açısının pudental sinir üzerinde yapılan ölçümler ile ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları .....                   | 37 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Ölçüm yapılan kalça abduksiyon derecesi ve traksiyon kuvveti sabitlendiğinde pudental sinir üzerinde ölçüm yapılan bölgeler ile oluşan kuvvetlerin ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları ..... | 37 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abduksiyon açısı sabitken vücut kitle indeksi ile pudental sinir üzerindeki basınçların Pearson korelasyon değerleri .....                                     | 38 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abduksiyon açısı sabitken perine dokusu kalınlığı ile pudental sinir üzerindeki basınçların Pearson korelasyon değerleri .....                                 | 39 |
| <b>Grafik 4.1.</b> Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abduksiyon açısı göz önüne alınarak gruplanan kilogram cinsinden verilerin dağılımını gösteren grafik .....                                                   | 34 |

## 1. GİRİŞ

Sağlık hizmetinin tüm alanlarında; tanı ve tedavi yöntemlerindeki gelişmeler ışığında daha az girişimsel, hastanın günlük hayata daha kısa sürede döndüğü, enfeksiyon ve komplikasyon oranlarının daha az olduğu, düşük maliyetli işlemler tercih edilir olmuştur. Ortopedik cerrahide de bu eğilimler doğrultusunda özellikle artroskopik girişimler son yıllarda ön plana çıkmıştır. Diz ve omuz artroskopisi ülkemizde ve dünyada en sık uygulanan artroskopik işlemlerdir. Diğer eklemlerin yanında kalça artroskopisi uzun öğrenme eğrisi ve özel aletler gereksinimi yüzünden ikinci planda kalmıştır (1). Son yıllarda bu durum değişim göstermektedir. Kalça artroskopisi daha çok sayıda merkezde daha fazla hastaya uygulanır hale gelmektedir (2).

Kalça artroskopisi sayesinde femur ve asetabulumu ait eklem yüzeyleri rahatlıkla gözlemlenebilir ayrıca eklem dışı bölge; pertrokanterik bölge; sinovyal dokular, ligamentum teres ve labrum gibi yumuşak dokulara yönelik tanı ve tedavi edici işlemler de rahatlıkla yapılabilmektedir (3). Kalça eklemine anatomisi ve patofizyolojisi hakkında bilgilerimiz arttıkça kalça artroskopisi endikasyonları da artmaktadır. Buna paralel olarak artroskopik cihazlarda yapılan iyileştirme ve bu cihazların ulaşılabilirliğinin artması da işlem sayısını arttırmaktadır.

Doğru hastaya tekniğine uygun şekilde uygulandığı zaman oldukça güvenilir olan kalça artroskopisinde önemli komplikasyon kaynaklarından birisi eklem içine ulaşmak için uygulanan traksiyon işlemidir. Traksiyon sırasında uzama ve basıya maruz kalma sonrası değişik komplikasyonlar görülebilir (4). Traksiyon masasının inguinal desteğinin altında pudental sinirin sıkışması sonrası izlenen pudental sinir felcinin değişik çalışmalarda %0'dan %6.4'e varan oranlarda izlendiği belirtilmiştir. (5) 92 çalışmanın incelendiği 6134 hastanın (6334 kalça) dahil olduğu geniş bir incelemede toplam 87 (%1.4) nöropraksi izlenmiş ve bu sinir komplikasyonlarının 34 tanesi (%40) pudental sinir felci olarak raporlanmıştır. Yine aynı çalışmada sinir komplikasyonlarının %99'unun (86) kalıcı olmadığı görülmüştür (6).

Pudental felç gelişmesi sonrasında özellikle genital bölgede his kaybı, erektil disfonksiyon gibi hasta açısından rahatsız edici sonuçlar ortaya çıkmaktadır (4,6,7). Traksiyon işlemi ile ilgili kullanılacak inguinal desteğin çapı ya da traksiyon süreleri

ile ilgili bazı öneriler bulunmasına rağmen bunların hepsi vaka serilerinde geriye dönük yapılan araştırmalar sonrasında ortaya atılmış ampirik önermelerdir (4).

Fizyoloji alanında yapılmış basıya maruz kalan sinirin dokusunda iletim bozukluklarına yönelik çalışmalar vardır (8,9). Bu çalışmalardan elde edilen verilerden yola çıkılarak pudendal sinir üzerinde oluşan yüklerin ne zaman sinir iletim felcine yal açacağı öngörülebilir.

Çalışmamızın amacı kalça artroskopisi ve travma cerrahisi gibi girişimlerde bacağa uyguladığımız traksiyon kuvvetinin ve abdüksiyon açısının pudendal sinir üzerindeki etkilerini araştırmak ve sıkışmanın gerçekleştiği anatomik nokta, uygun kalça pozisyonu ve traksiyon için güvenli kuvvet eşiği belirleyerek olası komplikasyonları önlemektir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Anatomi

#### 2.1.1. Pelvis

Gövdenin alt kısmını pelvis oluşturur. Pelvik bölge pelvis iskeleti, bu kemikleri kaplayan ve boşlukları sınırlayan bağ dokusu ve pelvik boşluklar içerisindeki organlardan oluşmuştur. Pelvis superiorda lomber vertebra, inferiorda ise femur ile eklem yapar. Bu sayede aksiyel iskeletten gelen yükleri alt ekstremiteye ya da tam tersine bacaklardan gelen kuvvetleri gövdeye iletir (10). Ayrıca pelvik boşluk içerisinde kalan organ ve damar sinir yapıları için koruyucu görevini üstlenmektedir. Pelvis iskeleti yüksek güçlerdeki travmalara karşı koyabilecek sağlamlıktadır. Pelvik kemiklerde kırık oluşması için trafik kazası, yüksekten düşme gibi yüksek enerjili travmalar gereklidir (11).

Ayakta duran bir insanın pelvisinde *symphysis pubis* ve *spina iliaca anterior superior* aynı koronal planda bulunmaktadır (11). İliak kanatlar zayıf insanlarda gövdenin her iki yanında cilt altında belirgin olarak görülebilirler. Ayrıca *spina iliaca superior inferior* da cilt altından palpe edilebilir ve bir çok girişimsel işlem için belirleyici bir işaretler (10). Pelvisin arka yüzünde ise *spina iliaca posterior superior* üzerindeki bağ dokusu Venüs gamzeleri adı verilen belirgin cilt işaretlerini oluştururlar. Bu gamzeler ikinci sakral vertebra seviyesini belirlediği gibi kemik iliği alınması sırasında da önemli bir anatomik işaretler (11).

Pelvis iskeletine önden bakıldığında erkeklerde yuvarlak kadınlarda ise oval şekilli iki adet açıklık bulunur. *Obturator foramen* adı verilen bu anatomik yapılar obturator membran ile kapatılmış olup membran tarafından oluşturulmuş kanaldan damar ve sinirler geçmektedir. Morfolojik olarak başka belirgin yapılar ise *os coxae'nin* her iki yanında kalça eklemi yuvasını oluşturan *acetabulum* bulunur. Asetabulum şekli nedeniyle Antik Roma sirke kaplarına benzediği için bu adı almıştır (11).

Pelvik iskeletin içerisinde kalan boşluğa pelvik boşluk denilir. Abdominal boşluk ve abdominal yapılar inferiora doğru pelvik boşluk içinde devam ederler bu yüzden bu iki boşluğa birden abdominopelvik boşluk denilmektedir (11). Pelvik halkanın (pelvik girimin) üstünde iliak kanatlar ve sakrumun bir kısmı tarafından arkadan sınırlanan; önden de karın kasları ile korunan pelvik boşluğa majör pelvis veya yalancı pelvis denilmektedir ve burası aslında abdominal boşluğun bir parçasıdır (11). *Pecten ossis pubis*, *linea arcuata* ve *promontoriumdan* oluşan *linea terminalisin* (pelvik halkanın) altında kalan boşluğa minör pelvis veya gerçek pelvik boşluk denir. Bu boşluğun içinde mesane ve uterus gibi *pelvik viscera* bulunur (10). Pelvik boşluk alttan pelvik diyafram ile sınırlanmış ve perineumdan ayrılmıştır.

Kadın ve erkek pelvislerinde belirgin morfolojik farklılıklar bulunmaktadır. Bu değişiklikler erkeklerin daha kaslı ve ağır yapılarına, kadın pelvisinde ise doğum eyleminin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde anatominin uyum sağlaması nedeniyle oluşmuştur. Erkek pelvisi daha kalın, ağır ve daha belirgin kemik çıkıntılara sahiptir. Kadın pelvisi geniş, sıg ve daha uzun girim ve çıkım çaplarına sahiptir. Daha geniş sakruma sahip olduğu için kalça eklemleri arasındaki mesafe uzundur. Sakrumun eğiminin az olması pelvik çıkım çapını ve doğum kanalının genişliğini artırır. Geniş pubik ark sayesinde pubik tüberküller arasındaki mesafe geniştir. Obturator foramen kadınlarda oval görünümlü iken erkeklerde daha çok yuvarlaktır. Bu farklılıklar kesin ayrımlar değildir ancak genel morfolojik farklılıkları ortaya koymaktadır. Bireylerin karşı cinsiyete ait morfolojik özellikler taşıyabileceği unutulmamalıdır (11).

**a) Pelvis Kemikleri:** Pelvis iskeleti leğen şekilli kemiklerin bir araya gelmesinden oluşur (11). Bu kemikler arkada *os sacrum* ve *os coccygis*, her iki yanda da birer adet *os coxae'den* oluşur. Her iki *os coxae* doğumda üç ayrı kemik olan *os ilii*, *os ischii* ve *os pubis'lerin* arasındaki kıkırdakların ergenlikte birbiriyle kaynaşması sonucu tek bir kemik halini alır (10).

i) İlium: İlium kalça kemiğinin 2/3'lük geniş üst kısmını oluşturur (11). Gövde (corpus) ve kanat (ala) olmak üzere iki bölümü vardır. Kanat kısmı pervane veya yelpazeyi andırırken gövde ise bu yelpazenin sapına benzemektedir. Gövde kısmının lateral yüzü asetabulumu katılarak aseabulumun 2/5'ni şekillendirir (11). Büyük bir kısmı eklem kıkırdağı ile kaplıdır. İç yüzü ise küçük pelvisin yan duvarını

oluşturur. Kanat bölümü (*Ala ossis ili*) yassı ve geniştir. Gövdenin yanlarından rahatlıkla palpe edilebilen üst kenarına *crista iliaca* denir. Krista kanat bölümünü iç ve dış dudaklar olmak üzere ikiye ayırır (10). S şeklindeki kristanın ön ucundaki çıkıntıya *spina iliaca anteior superior* (SIAS) ve bunun altındaki çıkıntıya da *spina iliaca anterior inferior* (SIAI) denilmektedir. Arka uçta da *spina iliaca posterior superior* ve *spina iliaca posterior inferior* bulunmaktadır. *Spina iliaca posterior inferior*'un altında *incisura ischiadica majör* denilen derin çentik bulunmaktadır (10).

ii) İschium: Kalça kemiğinin arka ve at kısmını oluşturur. *Corpus ossis ischii* ve *ramus ossis ischii* olmak üzere iki bölümden oluşur. Gövde kısmı asetabulumun 2/5'inden biraz fazlasını oluşturur (11). Alt kısmında *tuber ischiadicum* bulunur. Bu çıkıntı kalça ekstansiyonda iken *M. gluteus maximus* tarafından örtülmüştür. Ancak oturma pozisyonunda (kalça fleksiyonda iken) çıplaktır ve vücut ağırlığını taşır. İschiumun gövdesinden mediale doğru *spina ischiadica* çıkar. Bu çıkıntı siyatik çentiği ikiye ayırır. Sakrumdan köken alan iki kuvvetli bağ olan sakrotuberöz ve sakrospinöz bağlar sayesinde bu çentik büyük ve küçük siyatik delik olarak adlandırılır (11).

iii) Pubis: L şekilli bu kemik pelvisin ön kısmını oluşturur (10). Bir gövde ve iki koldan oluşur. Asetabulumun 1/5'ine katkı verir. Her iki pubik kemik orta hatta *symphysis pubis* ile eklemleşmiştir (11). Pubis obturator foramenin superior ve medial kenarlarını sınırlar. Pubisin gövdesi üzerinde *tuberculum pubicum* adı verilen ve *lig. inguinale*'nin tutunduğu bir origo mevcuttur.

iv) Sakrum ve koksiks: Sakrum'a kadar olan omurlar kendi aralarında eklemleşerek hareketli bir aksiyel iskelet oluştururlar. Ancak beşinci lomber omurdan sonraki 9-10 vertebranın ilk beş tanesi kendi arasında birleşerek *os sacrum*'u geri kalanları da *os coccygis*'i oluştururlar (10).

Sakrum büyük üçgen şekilli bir kemik olup pelvisin arka kısmını oluşturur. Yukarı ve öne bakan taban kısmı *promontorium* denilen bir çıkıntı oluşturur. Ön ve arka yüzde sakral spinal sinilerin geçtiği dörder çift delik bulunmaktadır (10).

Koksiks insan embryolarının sekizinci gestasyonel haftaya kadar sahip oldukları kuyruğun kalıntısıdır (11). Türkçedeki adıyla “kuyruk sokumu kemiği” ya da latin dillerindeki “kuyruk kemiği” isimlendirmesi de bu mirasın bir işaretidir.

Genelde son dört rudimenter omurdan oluşmuştur. Ancak üç ya da beş omur bulunması da bilinen varyasyonlar arasındadır (10). Koksiks yük taşımaz ya da vertebral kolona anlamlı bir katkıda bulunmaz ancak gluteus maksimus ve koksigeal kaslar ve anokoksigeal bağ için bağlantı noktasıdır (11).

#### **b) Pelvik Eklemler**

i) Lumbosakral Eklem: Beşinci bel omuru ve sakrumun gövdesi arasında oluşan simfisis grubu disk bulunan bir eklemdir. Ayrıca bel omurunun *processus articularis inferior*'u ile sakral *processus articularis anterior* arasında da hareketli eklemler bulunur (10).

ii) Sakrokoksigeal Eklem: Lumbosakral eklem ve diğer omur gövdeleri arasındaki gibi symphysis grubu bir eklemdir. Defekasyon ve doğum sırasında bu eklem sayesinde koksiks yer değiştirebilir (11).

iii) Sakroiliak Eklem: Sakrum ve iliumun aynı isimle adlandırılan *facies articularis*'leri arasında oluşmuş sinovyal bir eklemdir. Vücut ağırlığının aktarılmasında görev alan kuvvetli eklemlerdir (11). Eklem yüzlerinin şekli ve kuvvetli interosseöz, dorsal ve ventral sakroiliak bağlar nedeniyle sinovyal bir eklem olmasına rağmen çok az hareket açıklığına sahiptir (10). Ayrıca *lig. sacrospinale* ve *lig. sacrotuberale* de eklemden uzakta bulunmalarına rağmen hareket açıklığı üzerinde kısıtlayıcı role sahiptirler.

iv) Simfisis pubis: Orta hatta her iki pubik kemik gövdesi arasında oluşmuş symphysis grubu bir eklemdir. Fibrokartilaginöz yapıda bir diski vardır. Kadınlarda daha kalın olan bu disk doğum eylemi sırasında pelvisin genişlemesine yardım eder (11).

#### **c) Vertebropelvik Bağlar**

i) İliolumbar Ligament: Üçgen şekilli kuvvetli bir bağ olan iliolumbar bağ beşinci bel omurundan başlayıp iliak kanadın posterior yüzünde biter. Bu bağ sayesinde son bel omurunun sakrum ile uyumlu hareket etmesi ve omurganın anteriora doğru kayması kısıtlanır (11).

#### **ii) Sakrotuberöz Ligament**

Sakrum ve koksiksin dorsal yüzü ve *spina iliaca posterior inferior*'da geniş bir alandan başlayıp *tuberositas ischiadicum*'da sonlanır. *Foramen ischiadicum*'u posteriordan sınırlar. Sakrospinöz bağ ile beraber sakrumun inferior parçasının

posteriora doğru hareketini engellerler. Ayrıca posterior sakrumu aşağıya doğru çekerek vücut ağırlığı nedeniyle anterior bölümünün öne ve aşağıya doğru çökmesini durdururlar (11).

iii) Sakrospinöz Ligament: Sakrumun lateral yüzünden başlayarak *spina ischiadica*'da sonlanır. Sakrotuberöz bağ tarafından oluşturulan *foramen ischiadicum*'u majör ve minör olmak üzere ikiye ayırır (11).

iv) Sakroiliak Ligament: Sakrumu her iki iliak kemik arasında sıkıca tutan sakroiliak ve interosseöz bağlar bulunur. Sakroiliak ligamentler posterior (dorsal) ve anterior (ventral) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Posterior lifler sakrotüberöz bağ ile devamlılık gösterir. Anterior lifler eklem anterior yüzünü örterler ve genelde ellili yaşlarda kemikleşirler (11).

#### **d) Damar ve sinirler**

i) Arteriyel Dolaşım: İliak arterler ikiye ayrıldıktan sonra internal iliak arter pelvis minörün içine girerek pelvis ve visseral dokuların arteriyel beslenmesini sağlar. Internal iliak arter L5-S1 seviyesinden başlar ve yine bu seviyede üreterleri çaprazlar. Hemen arkasında internal iliak ven ve lumbosakral plexus bulunur. Bu yapıların arkasında da sakroiliak eklem yer almaktadır. Büyük siyatik çentik seviyesinde anterior ve posterior terminal dallarına ayrılarak son bulur. Anterior dal genellikle visseral organların beslenmesi için dallar verir (10). Pelvis içerisindeki seyri sırasında internal iliak arter aşağıda sıralanmış dallarını verir (11);

- (1) Umbilikal arter: Pelvis lateral duvarı ve mesane arasında seyrederek. Superior vezikal arter dalını vererek mesane duvarının üst yüzünün beslenmesini sağlar. Doğum öncesinde umbilikus aracılığıyla kanın yeniden oksijenlenmesini sağlar ancak fetal dolaşım sonlandığı zaman oblitere olarak medail umbilikal ligamenti oluşturur. (11)
- (2) Obturator arter: Umbilikal artere yakın olarak internal iliak arterden ayrılır. Pelvis içerisinde seyrederek kaslara nutrient arter dallarını verir. Obturator foramen içerisinden pelvisi terk edip alt ekstremitenin dolaşımına katkıda bulunur
- (3) Inferior vezikal arter: Sadece erkeklerde bulunur. Mesanenin alt yüzünden geçerek seminal veziküller, prostat ve mesanenin alt yüzünü besler.



- (4) Vajinal arter: Erkekteki inferior vezikal arterin homologudur. Uterin arterin vajinal dalı ile anastomoz yaparak vajina duvarının beslenmesine katılır.
- (5) Uterin arter: İnternal iliak arterden ayrıldıktan sonra onun önünde seyrederek broad ligamentin içine girer. Serviksin her iki yanında dallarına ayrılarak üst dalı uterus ve alt dalı vajenin beslenmesini sağlar.
- (6) Orta rektal arter: Rektumun her iki yanında seyreden ve beslenmesini sağlayan küçük bir damardır.
- (7) İnternal pudendal arter: Piriformis ve koksigeus kaslarının arasından büyük siyatik çentikten pelvisi terk eder. Sakrospinöz ligamentin arkasından geçerek iskioanal fossaya girer. Pudendal sinir ve venle beraber pudendal kanala girerek simfizis pubise kadar seyreder. Burada dallarına ayrılarak penis/klitorisin beslenmesini sağlar.
- (8) İnterior gluteal arter: Piriformisin altından siyatik foramen içerisinden pelvisten çıkar. Kalçanın posterior yüzeyindeki kaslar ve cildin beslenmesini sağlar.
- (9) Superior gluteal arter: İnternal iliak arterin posterior dalından köken alır. Siyatik foramenden geçtikten sonra gluteal kasların beslenmesinde görev alır.
- (10) İliolumbar arter: Posterior daldan ayrıldıktan sonra iliak fossa içerisinde seyreder. Lumbosakral kökleri çaprazladığı sırada obturator sinirin diğer köklerden ayrılmasını sağlayacak şekilde bu siniri geçer.
- (11) İkiye ayrıldıktan sonra iliak dalı ilium ve iliakus kasını, lumbar dalı psoas majör ve quadratus lumborum kasını besler.
- (11) Lateral sakral arter: İnternal iliak arterin posterior dalından ayrıldıktan sonra sakral foramenler içerisine girerek sakral meninkleri beslerler. Bazı dalları sakrum cildinin beslenmesini sağlar.

İnternal iliak arterden farklı olarak pelvik bölgenin beslenmesine katılan başka arteryel yapılar da vardır. Abdominal aortanın bifurkasyonundan hemen önce posterior yüzden median sakral arter dalı verir. Bu arter son bir kaç lumbar vertebra, sakrum ve koksiksin gövdelerinin ön yüzünden aşağıya iner. Embryonik dorsal

aortanın kaudal ucunun kalıntısı olan bu arter embryonik kuyruk kayboldukça kendisi de çap olarak küçülür. (11)

Superior rektal arter inferior mezenterik arterin devamıdır. Sol tarafta iliak arteri çaprazlar ve sigmoid kolonun mezosu ile beraber pelvis minöre ilerler. S3 vertebra hizasında ikiye ayrılarak rektumun her iki yanında yer alır. Rektumun üst kısmı ile internal anal sfinkteri besler ve internal iliak arterin dalı olan orta rektal arter ve internal pudental arterin dalı olan alt rektal arter ile anastomoz yapar.

Ovaryan arter renal arterlerin hemen altında abdominal aortadan köken alır. Uterin arter ile anastomoz yaparak overlerin beslenmesini sağlar.

ii) Venöz Dolaşım: Pelvis genel olarak internal iliak ven ve onun dalları tarafından drene edilir. Ancak superior rektal, median sakral ve ovaryen venler de venöz dolaşıma katkıda bulunurlar. Ayrıca internal vertebral venöz pleksusa katılan bir kısım dolaşım da bulunur (11).

İnternal iliak ven eksternal iliak ven ile birleşerek ortak iliak veni ve L5 seviyesinde her iki iliak ven birleşerek *inferior vena cava*'yı oluşturur. İnternal iliak venin dalları arteriyel dolaşım ile benzerdir ve ortak isimlendirilirler. Sadece umbilikal ven fetal dolaşımdaki görevini tamamladıktan sonra oblitere olarak *ligamentum teres* halini alır. Superior gluteal venler internal iliak venin en büyük katılımcısıdır. Yalnızca doğum sırasında uterin ven daha çok kan drene eder. (11)

iii) Sinir Yapılar: Pelvik yapılar genel olarak sakral ve koksigeal pleksuslarca innerve edilir (11).

İlk üç lumbal sinirin ve dördüncü lumbal sinirin büyük bir bölümünün ön dalları birleşerek lumbal pleksusu oluştur. Bazen 12. torakal sinir de bu oluşuma katılabilir (10). 4. Lumbal sinirin geri kalan kısmı ve L5 seviyesindeki spinal sinirin ventral ramusları birleşerek lumbosakral trunkusu oluşturur. Bu da ilk üç sakral spinal sinirin ön dalları ile birleşir ve sakral pleksusu meydana getirir (10). Birinci ve ikinci lumbal sinirlerden gelen pre-gangliyonik diğer seviyelerden gelen post-gangliyonik sempatik sinirlerde bu yapılara katılıp pelvisin otonomik innervasyonunu sağlar (10).

Sakral pleksus piriformis kası tarafından oluşturulan yumuşak doku yatağında yerleşmiştir (11). Bu pleksusdan iki ana sinir köken alır; siyatik ve pudental sinirler. Pudental sinir ileride detaylı olarak anlatılacaktır.

Siyatik sinir vücudun en kalın siniridir (10). Yaklaşık 2 cm çapındadır. L4'ten S3'e kadar tüm ventral köklerin birleşmesi ile oluşur (11). Piriform kasının inferiorundan siyatik foramenden pelvisi terk eder. Siyatik sinir gluteal bölgede neredeyse hiç bir yapıyı innerve etmez. Distalde terminal dalları olan *n.tibialis* ve *n. peroneus communis*'e ayrılır.

L4-L5-S1 köklerinden çıkan superior gluteal sinir gluteus medius ve minimus kaslarını innerve eder. L5-S1-S2 spinal sinirlerden köken alan inferior gluteal sinir de gluteus maksimus kasının innervasyonunu sağlar (11).

S4 ve S5 sinir köklerinin ön dallarından çıkan sinirler birleşerek koksigeal pleksusu oluştururlar. Koksigeus kasının pelvik yüzünde bulunan bu pleksus komşuluğundaki bu kası, levator ani kasının bir kısmını ve sakrokoksigeal eklemi innerve eder. Ayrıca anüs ve koksiks arasında kalan minik bir cilt adasının da duyusundan sorumludur (11).

### 2.1.2. Kalça Eklemi

Kalça eklemi top ve yuva şekilli sinovyal bir eklemdir. Eklem çok eksenli geniş bir hareket açıklığına sahiptir (12). Normal bir birey kalça eklemi ile 135° fleksiyon, 10°-30° ekstansiyon, 40-45° abdüksiyon, 20°-30° addüksiyon, 35°-40° iç rotasyon, 45° dış rotasyon yapabilir.

Proksimal femur baş, boyun, büyük ve küçük trokanterlerden ve proksimal femur cisminden oluşur. Ortalama 13±7° anteversiyon açısı ve 120°-130° kollodiyafizer açıya sahiptir. Puberte sonrasında ilium, iskium ve pubisin birleşmesiyle asetabulum oluşur. Yaklaşık 17±6 derece anteversiyon ve 45° inklınasyona sahiptir. Asetabulum femur başını sararak eklem stabilitesine önemli bir katkı sağlar. Asetabulumun femur başını örtme düzeyi Wiberg açısı ile ölçülür ve normal 26±6 derecedir (12).

Asetabular labrum dokusu fibrokıkırdak özelliklere sahip eklem kıkırdağı ile devamlılık gösteren yüzük şekilli bir yapıdır. Eklem derinliğini ve femurun yeride tutulmasını sağlayarak tam bir yuva oluşmasını sağlar (12). Kalçanın birincil bağları iliofemoral, pubofemoral, iskiyofemoral, transvers asetabular bağ ve ligamentum teres'tir. Femurun ekstansiyon, abdüksiyon ve iç rotasyonunu sınırlayarak kalçayı stabilize ederler (10).

Kalça çevresi kaslar klinik olarak yüzeysel ve derin grup olmak üzere ikiye ayrılabilir (13). Yüzeysel grup tensor fasias lata, sartorius ve gluteus maksimus ve tüm kalça bölgesini saran fasias latadan oluşur. İliak krestten yüzeysel olarak başlayan ve derinde büyük trokantere tutunan gluteus medius yüzeysel ve derin grup arasında bir geçiş bölgesi oluşturur. Derinde ise piriformis, obturator internus, superior ve inferior gemelli kaslar, obturator eksternus, quadratus femoris kalçanın posteriorunu kapatır. Yine derin yerleşimli gluteus minimus kalçanın lateralinde; rectus femoris ve iliopsoas tendonu kalça kapsülünün anteriorunda yer alır. Medial tarafta ise adduktor longus, magnus ve brevis ve gracilis adduktor grup kasları oluşturur (10).

Gluteus maksimus ve tensor fasias lata birleşerek iliotibial bantı oluştururlar. Bazı yazarlar bu oluşumu “kalçanın deltoidi” olarak isimlendirir (14). Benzer şekilde derin grup kaslar kalça eklemine “rotator manşeti” olarak bilinir ve eklem stabilitesi ile beraber hareketlerinde ince ayarın sağlanmasından sorumludur (12).

Eklem yüzleri arasında tama yakın bir uyum bulunur. Çevre bağ dokuların, eklem morfolojisinin ve eklem kapsülünün statik olarak sağladığı ve kalça bölgesi kaslarının dinamik olarak katkıda bulunduğu güçlü bir stabiliteye sahiptir (10). Bu uyum ve stabilite eklem yüzlerine düşen yükleri eşitlediği, eklem kayganlaştırılmasını kolaylaştırdığı gibi artroskopi gibi kalçaya yönelik işlemlerin de teknik olarak zorlaşmasına sebep olur. Eklem yüzeylerini birbirinden uzaklaştırıp işlem yapılması için eklem distraksiyonuna ihtiyaç vardır (13).

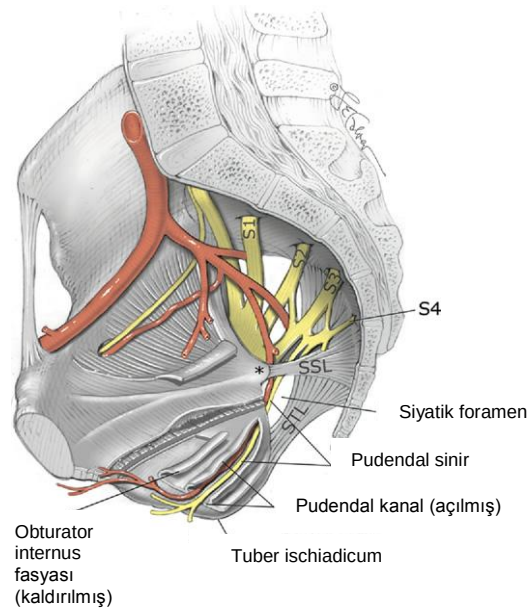
Asetabulum ve proksimal femurun oryantasyonları, kollodiyafizer açı ve kalça offsetinin ortak uyumu sayesinde eklem mekanik olarak takılmadan yukarıda belirtilen hareket açıklığına sahip olabilir. Ancak bu uyumun bozulduğu durumlarda femoroasetabuler sıkışma sendromu görülür.

### **2.1.3. Pudental sinir**

Pudental sinir, sakral pleksus içinde ikinci, üçüncü ve dördüncü sakral spinal sinirlerin anterior köklerinin birleşmesi sonucu oluşur (15,16).

Hem motor hem duyuşal lifler taşıyan pudental sinir üretral ve anal sfinkterin, perine kaslarının innervasyonunu sağlar. Ayrıca perine bölgesinde cildin ve erkekte penis, kadında klitoris duyuşal iletilerini taşır (17).

Birleşen kökler pudendal arter eşliğinde büyük siyatik çentikten pelvisi terk eder. Piriformisin kasının önünden koksigeus kası ve sakrospinöz ligamentin arkasından geçer. Spinöz çıkıntının etrafından dolaşan pudendal sinir pudendal damarların medialinden sakrotuberöz bağın derinine geçer. Küçük siyatik foramenden geçtikten sonra pudendal kanala (Alcock Kanalı) girer (15). Kanal obturator internus kasının medial yüzünü döşeyen fasyanın ayrışması ile oluşmuştur. Ortalama 2.78cm (2.0-3.2cm) uzunluğundadır (16). Bu kanalın içinde veya çıkımında perine bölgesine geçmiş olan sinir terminal dallarına ayrılır (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1.** Pudendal sinir ve sakral köklerin pelvis ve bağlar ile ilişkisini gösteren çizim

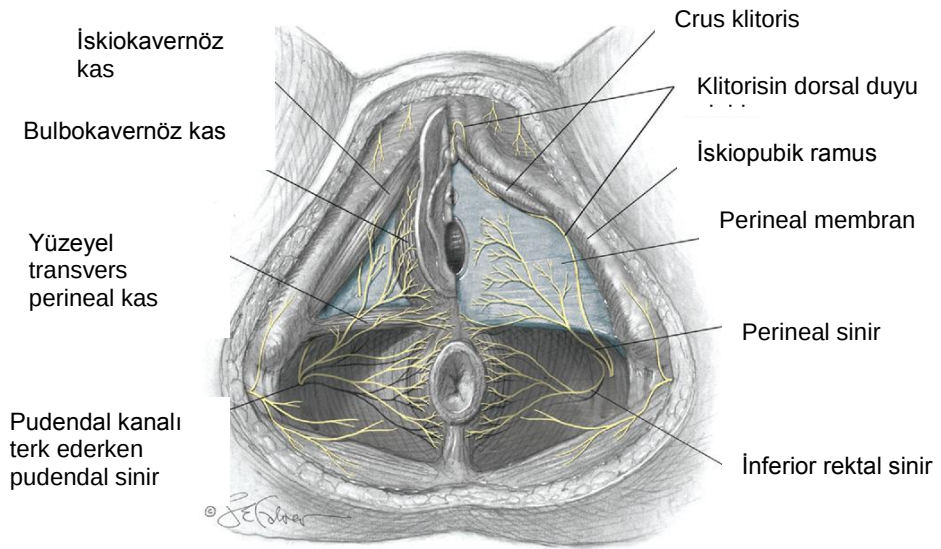
(\*:spina ischiadicum, SSL: sakrospinöz ligament, STL: sakrotuberöz ligament) (16).

Pudendal sinirin üç tane terminal dalı vardır: penis/klitoris'in dorsal duyu siniri, perineal sinir ve inferior rektal sinir.

Penis/klitoris'in dorsal siniri iskiokavernöz kas ile perineal membran arasında iskiopubik kolun medial sınırında seyreder (16). Bu dal erkekte penis kadında klitoris cildinin duyusunu alır (Şekil 2.2).

Perineal sinir pudendal sinir dallarının en yüzeysel seyredenidir (16). Derin dalları ürogenital üçgen kaslarını yüzeysel dallarını da labia majör ve skrotumun posterior cildinin duyusunu innerve eder (Şekil 2.2).

İnferior rektal dal sinirden en erken ayrılan daldır. Bu dalın %44,4 oranında pudendal kanal içine girmeden ayrıldığına dair anatomik çalışmalar vardır (16). İschioanal fossada mediale doğru seyreden sinir eksternal anal sfinkterin motor kontrolünü, anüsün distal ½ mukoza duyusunu ve perianal bölge duyusunu sağlar. Levator ani kasını innerve ettiğini gösteren çalışmalar da mevcuttur (18) (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** Pudendal sinir ve dallarının pelvis kemikleri yumuşak dokular ile ilişkisini gösteren çizim

Solda pudendal kanaldan çıkmakta olan pudendal sinir ve onun pelvik diyaframı innerve eden perineal dalı görülmektedir. Sağ tarafta ise pudendal kanalı penetre ederek mediale çıkan inferior rektal sinir ve klitoris dorsal sinirinin tuber ischiadicum ile ilişkisi izlenmektedir (16).

## 2.2. Kalça Artroskopisi

### 2.2.1. Tarihçe

İnsan vücudunun endoskopik olarak ilk görüntülenmesi 1806 yılında Avusturyalı Philipp Bozzini tarafından geliştirilen “Lichtleiter” cihazının (Almanca: ışık iletkeni) kullanımı ile olmuştur (3,13). Rektum ve vajinanın incelenmesi için

geliştirilen bu cihaz daha sonraları larinks ve vokal kordların da inspeksiyonu için kullanılmıştır. Lichtleiter'den yaklaşık 100 yıl sonra elektrik ışığının keşfi ve tıptaki ilerlemeler sayesinde gerçek anlamda endoskopik girişimler uygulanır olmuştur.

1918 yılında Japon Kenji Takagi kadavra dizini sistoskop yardımıyla görüntülediğini belgelemiştir (13). Kalçaya yönelik belgeli ilk artroskopik girişim ise 1931 yılında Michael S. Burman'a aittir (1,3,5,13,19). Burman 90 kadavra eklemi incelediği çalışmasında 4mm çaplı özel üretim bir artroskop kullanmıştır. İncelediği eklemlerden 20 tanesi kalça eklemi olup sıvı distansiyonu ile distraksiyon sağlamaya çalışmıştır. Gözlemleri sırasında temel portallerden biri olan anterolateral portalin yeri, daha uzun ve kalça için özelleşmiş aletlere olan ihtiyaç gibi günümüzde hala geçerli ve çok değerli olan bir çok bilgiyi ortaya koymuştur. Ancak yeterli eklem distraksiyonunu sağlayamadığı için “femur başı ve asetabulum arasına bir iğne bile sokmanın imkansız olduğunu” ve kalça artroskopisinin bugün periferik kompartman olarak adlandırdığımız femurun eklem yüzeyi ve femur boynu ile sınırlı olduğuna inanmıştır (3).

1939 yılında Dr. Takagi ve daha sonra onun öğrencisi olan Masaki Watanabe kalça artroskopisini ilk defa klinik uygulamaya sokmuşlardır. Ne yazık ki 1970'li yıllara kadar artroskopinin kalça ekleminde kullanılması tam anlamıyla kış uykusuna yatmıştır. Gross 1977 yılında pediatrik kalça hastalıkları olan 27 çocuk üzerinde girişimsel kalça artroskopisi deneyimlerini yayınlamıştır (13). 1980 yılından sonra bu konuda görülen gelişmeler modern anlamda kalça artroskopisinin doğuşu olmuştur. Ejnar Erikson ve arkadaşları İsveç'te kalça distraksiyonu için gerekli güçleri tanımlamışlardır. Amerika'da Thomas Sampson 1985 yılında lateral dekübit pozisyonda kalça artroskopisi tekniğini tarif etmiş ve yaygın kullanıma sokmuştur (20). Benzer zamanlarda İngiltere'de Richard Villar önderliğinde bir ekip geniş vaka serileri yayınlamıştır. 1994 yılında J.W. Thomas Byrd standart kırık masası üzerinde minör değişiklikler yaparak supin pozisyonda kolay uygulanabilir bir teknik tarif etmiştir (21).

Ülkemizde de bu konuda ilk çalışmalar 1980'li yıllarda başlamıştır. Kliniğimiz Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anabilim Dalında ilk girişimsel kalça artroskopileri Glick ve Erikson'un çalışmaları ışığında ve ayrıca ilgili yazarların

Glick ve Erikson ile kişisel görüşmelerinden faydalanarak 1988 yılında başlanmıştır (2).

### **2.2.2. Endikasyonlar**

Kalça ve kalça çevresine ait yeni patolojiler tanımlandıkça kalça artroskopisinin endikasyonları ve kullanım sıklığı da artmaktadır. Direkt grafi kullanılarak ortopedistler tarafından doğumsal kalça displazisi ya da femoroasetabular sıkışma sendromu tanısı konulması üzerine yapılan bir çalışmada ortalama olarak normal kalçaların sadece %36'sı doktorlar tarafından normal olarak değerlendirilebilmiştir. Geri kalan %64'e direkt grafide patoloji olmasa bile patolojik tanılar konulmuştur (22). Kontrastsız manyetik rezonans görüntülemenin kalçada eklem içi patolojileri saptamada %42 oranında yanlış negatiflik oranı olduğu da düşünülürse sadece tanısız artroskopinin bile ne kadar değerli olduğu anlaşılabilir (3).

Gün geçtikçe yeni başlıkların eklendiği endikasyon listesi temel olarak tablo 2.1'de belirtilmiştir.

Artroskopi endikasyonları arasında travma sonrası oluşan eklem içi yabancı cisimler, labral yırtıklar ve kıkırdak hasarları ilk sırada yer alırlar. Majör travma, minör yaralanmalar ve spor yaralanmaları gibi nedenlerle oluşan labral yırtıklar özellikle dejeneratif artrit bulunmayan hastalarda önem taşır. Labrumun eklem uyumunu artırıcı ve sinovyal sıvı için sınırlayıcı fonksiyonu ortadan kalktığı zaman artrit gelişiminin hızlandığını gösteren yayınlar mevcuttur (1,5). Erken dönemde labral yırtıkların tamirine izin veren teknikler geliştiği gibi geç ve ağrılı dönemlerde debridman da söz konusu olabilir.

Benzer şekilde travma zemininde ya da sinovyal kondromatozis temelinde gelişen eklem içi yabancı cisimler kalça artroskopisi için belki de en açık endikasyondur (13). Erken dönemde çıkartılan yabancı cisimlerin sekonder artrit gelişimini engelleyeceği barizdir.



**Tablo 2.1.** Kalça artroskopisi endikasyonları (13)

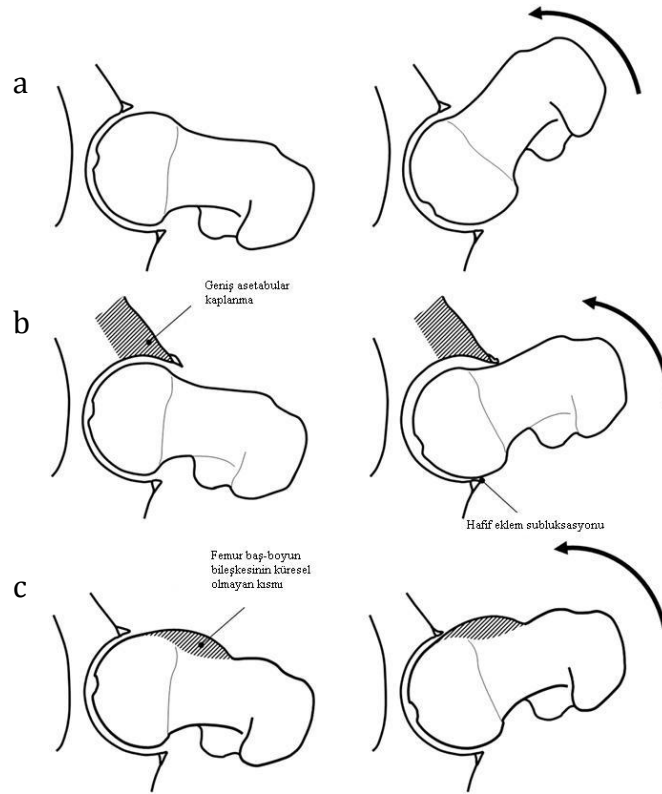
| Endikasyonlar                                                |                                                         |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Eklem içi serbest cisimler                                   | İnstabilite                                             |
| Labral lezyonlar                                             | Adheziv kapsülit                                        |
| Kıkırdak hasarları                                           | Septik artrit                                           |
| Ligamentum teres yırtıkları                                  | Açık cerrahi sonrası geçmeyen ağrı                      |
| Femoroasetabular sıkışma sendromları<br>(Hörgüç/cımbız tipi) | Total kalça artroplastisi sonrası tanısız<br>artroskopi |
| Sinovyal hastalıklar                                         | Coxa saltans(19)                                        |
| Dejeneratif artrit                                           | Büyük trokanter ağrı sendromu (19)                      |
| Avasküler nekroz                                             | Piriformis sendromu (19)                                |

Kıkırdak hasarları diğer bir büyük eklem olan dizdeki gibi kalçada da artroskopik olarak değerlendirilebilir ve tedavi edilirler. Kıkırdak hasarının travma ve asetabular displazi, femoroasetabular sıkışma sendromu, geçirilmiş femur başı kayması ve avasküler nekroz gibi travma dışı bir çok sebebi bulunabilir (5).

Enfekte bir kalça eklemine lavajı amacıyla artroskopinin kullanılması sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. İşlem sırasında tanı konulması, mikrobiyoloji inceleme amacıyla örnek alınabilmesi, tek seansta tedavi yapılabilmesi ve açık cerrahiye göre daha kısa iyileşme süresi bu yöntemin tercih edilmesini açıklamaktadır (3). Ancak apse formasyonu veya osteomyelite yönelik bulguların varlığı her zaman açık cerrahiye geçilmesini gerektirir.

Kalça artroskopisinin gelişimi ile paralel olarak patofizyolojisi daha çok anlaşılır hale gelen femoroasetabular sıkışma bir başka önemli endikasyondur. Ganz tarafından tanımlanan femoroasetabular sıkışma sendromu asetabulum ve femurun morfolojik uyumlarının tam olmaması nedeniyle eklem hareketleri sırasında oluşan bir biyomekanik patolojidir (23,24). İki tipi bulunur. Hörgüç (cam) tipinde femur başının yuvarlaklığı düzgün olmayıp kalça fleksiyon ve iç rotasyonunda iken asetabulumun anterioru ile femur arasında temas vardır (Şekil 2.3c). Tedavi olarak femur başının veya boynunun morfolojisini bozan kısım kalça artroskopisi sırasında yüksek devirli aletler yardımı ile debride edilebilir (25). Derin veya farklı yerleşmiş

asetabulum nedeniyle örtünmenin bozuk olduğu cımbız (pincer) tipi femoroasetabular sıkışma sendromunda ise aşırı örtünmeye sebep olan kısım femur boynu üzerinde kaldırıcı kolu etkisi yaparak eklem subluksasyonuna ve karşı köşede de kırıkda hasarına (countercoup lezyonu) sebep olur (1) (Şekil 2.3b). Tedavisinde uyumu sağlamak amacıyla asetabular labrum kaldırılarak aşırı örtünmeye sebep olan bölgenin temizlenmesi ve sonrasında labrumun yerine sütür çapaları ile tamiri uygulanmaktadır.



**Şekil 2.3.** Femoroasetabular sıkışma sendromunun şematik gösterimi

Normal kalça (a), cımbız tipi (b) ve hörgüç tipi (c)

Çok nadir görülmekte ve daha nadir olarak tanı konulmakla beraber ligamentum teres yırtıklarına yönelik de girişimsel artroskopi yapılabilir. Genellikle travmatik çıkık sonrası izlenen yırtıklar özellikle atletlerde artroskopik debride edildiğinde hastanın eklem içi yabancı cisim çıkartılması ile benzer iyileşme gösterdiğine dair sonuçlar vardır (13).

Kalça artroskopisi başlangıç aşamasında olmasına rağmen kapsül dışı bölgelere ait patolojilerde de endikasyonlara sahiptir (19). İliopsoas tendonunu veya

büyük trokanter üzerinde iliotibial bandın sebep olduğu atlayan kalça sendromlarında (snapping hip) artroskopik gevşetme giderek daha yaygınlaşmaktadır. Benzer şekilde büyük trokanter ağrı sendromu (trokanterik bursit) sebeplerinden biri olan tendinöz yırtıklarda artroskopik tamir teknikleri ile onarılabılır (3,19).

### 2.2.3. Teknik

Kalça artroskopisi supin ve lateral dekübit pozisyonda yapılabilir (20,21). Cerrahi sırasında kullanılacak teknik temel olarak hastanın pozisyonuna göre değişiklik gösterir (7). Pozisyon ise cerrahın aldığı eğitim ve tercihi, teknik ekipmanın varlığı ve yapılacak işleme göre seçilmektedir. Kalça artroskopisinin uzun bir öğrenme eğrisi olduğu düşünüldüğünde belki de bu etkenlerden en önemlisi cerrahın kendini en rahat hissettiği ve eğitim aldığı yöntemi seçmesidir.

Anestezi tercihi olarak genel anestezi seçilebileceği gibi rejyonel anestezi uygulayan yazarlar da vardır (3,7,25). Ancak seçilecek anestezi yöntemine karar verilirken her zaman cerrahinin uzayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca eklem içi girişimlerde traksiyonu kolaylaştırmak için kas gevşemesinin sağlanması önemlidir (7).

Supin pozisyonda hasta x-ray geçiren standart kırık masasına alınır. Opere olacak kalçanın mediyal tarafına traksiyon sırasında uygulanacak kuvvete karşı dayanak olması amacıyla perineal destek konulur (26). Opere olacak tarafa traksiyon uygulanması amacıyla ayak traksiyon parçasına yerleştirilir (3). Karşı taraf alt ekstremité ise floroskopiye engel olmaması için 30°-40° abdüksiyona alınır. Pelvik pozisyonun bozulmaması amacıyla bu ekstremitéye de traksiyon uygulanabilir (26). Genelde travma vakalarında kullanılmakla beraber bazı cerrahlar karşı ekstremitenin litotomi pozisyonundaki gibi kalça ve dizden 90° fleksiyona alınmasını tercih edebilirler.

Lateral dekübit pozisyonda ise özel donanımlı traksiyon masası gerekmektedir (20). Hastanın başı, koltuk altı, altta kalan trokanterik bölgesi ve fibula başı desteklendikten sonra opere olacak kalçanın mediyaline perineal destek yerleştirilir. Traksiyon amacıyla opere olacak tarafın ayağı traksiyon aletine alınır. Floroskopinin c-kolu genellikle hastanın üzerinden geçirilerek kullanılır (7). Lateral

pozisyon özellikle kilolu hastalarda kalça eklemine ulaşım kolaylığı sağladığı için tercih edilir (5).

Traksiyon her iki pozisyonunda da traksiyon sağlayan mekanik veya pnömatik aletlerle sağlanabilir. Traksiyon miktarını kontrol etmek amacıyla bu sistemlere ölçüm cihazları eklenebilir. Ciddi komplikasyonlardan kaçınmak amacıyla güvenli traksiyon süresi ve traksiyon kuvveti aralıklarını tanımlamaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. 1977-2001 yılları arasında iki deneyimli cerrah tarafından lateral pozisyonunda opere edilen 1001 hastalık vaka serisinde traksiyona bağlı komplikasyonları engellemek için traksiyon kuvvetinin 22,7 kg (50 lb) ile sınırlanmasını önerilmiştir (4). Kalça artroskopisine ait komplikasyonların tarandığı bir başka çalışmada yazarlar bir önceki vaka serisine atıfta bulunarak aynı sınırı önermişlerdir (27). Bu derleme traksiyona bağlı hasarın iki farklı başlık altında incelenmesini önermektedir. Yazarlar distraksiyona bağlı yaralanmaların daha çok siyatik sinir ve damarlar üzerinde etkili olduğunu ve traksiyon kuvveti ile ilişkili olduğunu belirtmektedirler. Kompresyon tipi yaralanmalarda ise pudental sinir ve genital bölgenin tehdit altında olduğunu ve daha çok kuvvet büyüklüğü ve sürenin beraber olarak etkili olduğuna dikkat çekmektedirler. 11,3-45,3 kg (25-100 lb) arası kuvvetlerin eklem distraksiyonu sağlamak için gerektiğini kaydeden yazarlar bulunduğu gibi 30-90 kg (300-900 N) kadar yüksek değerlerin de kullanılabilir olduğunu söyleyen yazılar bulunmaktadır (5,25). Lateral dekübit pozisyonu kullanan Glick ve ark. 34 kg'a (75lb) varan traksiyon kuvvetleri kullandıklarını kaydetmiştir (20).

60 hasta üzerinde yürütülen ve kalça artroskopisi sırasında kullanılan traksiyonun siyatik sinir üzerindeki etkilerini duyusal ve motor sinir ileti potansiyellerini (tcMEP ve SSEP) ölçerek inceleyen bir çalışmada 22.7kg'ı geçen kuvvetlerde traksiyon uygulanmış ve intraoperatif nörolojik olaylar kaydedilmiştir. (28) Nörolojik olay yaşamayan hasta grubunda maksimum traksiyon kuvveti ortalama  $32,9 \pm 7,9$  kg (22,7-45,4 kg aralığında) ve traksiyon süresi de ortalama  $82,3 \pm 35,4$  dk. (38-160 dk.) olmuştur. Nörolojik olay yaşayan 35 hastada ise  $38,1 \pm 7,8$  kg (22,7-56,7 kg) maksimum traksiyon,  $95,9 \pm 41,9$  dk. (42-240 dk.) uygulanmıştır. Nörolojik olay görülene kadar ki süre  $32,7 \pm 28,1$  dk. (0-117 dk.) olarak ölçülmüştür.

Bazı yazarlar ise traksiyon miktarı için bir sınır belirtmez iken 1,5-2 cm kadar eklem distraksiyonu oluşturacak minimum traksiyon kuvvetinin kullanılmasını önerirler (3). Ayrıca vakum etkisini yenmek için 30-40cc salin ile eklem distansiyonu sağlanması da sıklıkla önerilen bir yöntemdir (3,5,25).

Genel kanı olarak tüm yazarlar 2 saati aşan traksiyonların komplikasyon oranları açısından riskli olduğunu belirtmektedir. Ancak çok daha kısa sürelerde de nöropraksi geliştiğine işaret eden kanıtlar olduğu unutulmamalıdır (6). Süre ile ilişkili sorunların üstesinden gelebilmek için aralıklı traksiyon uygulaması da tercih edilebilecek diğer bir yöntemdir (29).

Traksiyon aletlerinin yarattığı komplikasyonlardan kaçınmak amacıyla kalça distraksiyon cihazları ve masaya verilen eğim yardımıyla peroneal destek olmadan traksiyon yapılmasını öneren teknikler de teklif edilmiştir (7,24,30).

Lateral dekübit veya supin pozisyonunda kullanılan perineal desteğin komplikasyonlara yol açmamak amacıyla yumuşak desteklerle çevrelenmesi gereklidir (5). Perineal destek çapı ile pudental nöropraksi oluşumu arasında doğrudan ilişki vardır (26). Birçok yazar bu perineal destek çapının en az 9 cm olması gerektiğini belirtmektedir (4,13,27). Pozisyon verilmesi sırasında perineal destek ile kalça arasına labrum veya skrotumun girmediğine de dikkat edilmesi önemlidir (7).

Yapılacak işleme ve seçilen hasta pozisyonuna göre değişmekle beraber 3 portal ana portaller olarak kabul edilmiş ve yaygın olarak kullanılmaktadır (13). Anterior portal kalçaya göre anatomik olarak antriorda olmasa da klinik kullanım olarak böyle isimlendirilmektedir. Spina iliaka anterior superior'dan geçen sagittal çizgi ile büyük trokanterin üst sınırından çizilen transvers çizginin kesişim noktasından açılır. Cilt geçildikten sonra portal sefalad yöne doğru 45° ve orta hatta doğru 30° yönlendirilmelidir. Sartorius ve rektus femorisi geçtikten sonra anterior eklem kapsülünü penetre ederek kalça eklemine ulaşılır. Bu portal femoral arter ve sinire ve lateral femoral kutanöz sinir dallarına yakınlığı nedeniyle iatrojenik yaralanma açısından risklidir.

Anterolateral portal güvenli bölgenin ortasında kalması nedeniyle genellikle ilk açılan portaldır. Büyük trokanterin hemen kranial sınırında femurun anterior

sınırında açılır. AP plandaki floroskopi yardımıyla doğrudan ekleme girildiği kontrol edilebilir.

Posterolateral portal de anterolaterale benzer olarak büyük trokanterin hemen kranialinden ve femurun posterior korteksi hizasından açılır. Anterolateral portalden yerleştirilen kamera ile doğrudan inspeksiyon ve floroskopi yardımıyla açılması kolaylaştırılabilir. Portal kapsül seviyesinde siyatik sinire yaklaşık 3 cm uzaklıkta olduğu için dikkatli olunmalıdır (13). Özellikle portal açılması sırasında nötral kalça rotasyonunun korunmaması ya da siyatik siniri kapsüle yaklaştıran fleksiyondan kaçınılmaması en büyük iatrojenik yaralanma sebebidir.

#### **2.2.4. Komplikasyonlar**

Kalça artroskopisi doğru hasta grubuna dikkatli bir şekilde uygulandığı zaman düşük komplikasyon oranları ile yüz güldürücü bir cerrahidir. Güncel yayınlar, değişiklik göstermekle beraber, %0-7,5 arasında değişen komplikasyon oranları olduğunu bildirmektedir (1,3-7,27,29). Genel olarak bakıldığında en sık rastlanan komplikasyon traksiyona bağlı sinir hasarıdır (4,7,27). Traksiyona bağlı yaralanmalar özellikle de pudental sinirin kompresyon sonrası felci, sinir yaralanmalarının patofizyolojisi ile beraber ayrıntılı olarak ilerde tartışılacaktır.

Traksiyon yaralanmalarından farklı olarak yetersiz görüşün olduğu ya da gereğinden çok daha az eklem distraksiyonu sağlanabildiği durumlarda iatrojenik kondral ve labral hasarlar daha sık izlenir. Yazarlar bu tarz yaralanmaların genellikle az bildirilme eğiliminde olduğunu düşünmektedirler (4). Küçük yaralanmalar da dikkate alındığında %68'lere varan oranlarda görülebilir. Ancak küçük yaralanmaların prognozu belirgin olarak değiştirmedeği düşünülmektedir (27).

Kalça artroskopisi sırasında eklem dışı boşluklara sıvı kaçağı olması tehlikeli olabilen bir komplikasyondur (7). Genellikle ekstrakapsüler girişimler veya asetabuler kırık zeminindeki vakalarda gözükmeyle beraber uzamış standart vakalarda da görülebilir (27).

Operasyon sırasında cerrahi aletlerin kırılarak eklem içinde yabancı cisim oluşturması geniş serilerde %0.1-0.3 arası görülen bir komplikasyondur. Özellikle aletlerin esas amaçları dışında kullanılması sırasında dikkatli olunmalıdır (7).

Mediyal sirkumfleks arterin yaralanmasına baęlı olduęu dűřűnűlen femur bařının avaskűler nekrozu geę dűnemde gűrűlen bir komplikasyondur. Bazı vaka sunumlarında kalęa artroskopisine endikasyon doęuran ilk yaralanma ile de ilgili olabileceęi řeklinde yorumlar bulunmaktadır (4).

Artroskopiden sonra gűrűlen eklem enfeksiyonu ve DVT ęok nadir komplikasyonlar olmakla beraber bu tip sorunların da gűrűlebileceęi akılda tutulmalıdır.

Kalęa eklemının nűrovaskűler yapılar ile ęevrili olması nedeniyle artroskopik portaller aęılırken doęrudan yaralanma gűrűlebilir (13). Anterior portalin mediyalinde femoral damar ve sinir paketi ve lateralinde de lateral femoral kutanűz sinir bulunur. Posterolateral portalde kapsűl seviyesinde siyatik sinir ile yakınlık gűsterir. Portallerin aęılması veya cerrahi aletlerin deęiřtirilmesi sırasında bu yapılar hasarlanabilir. Yayınlar űzellikle lateral femoral kutanűz sinir yaralanmasının sık olduęunu gűstermektedir (4,6,7,27).

Komplikasyonlar yapılan cerrah iřleme gűre farklılık gűsterebilir (27). Hűrgűę tipi femoroasetabular sıkıřmalarda gereęinden fazla rezeksiyon yapıldıęı durumlarda femur boyun kırıęı gűrűlebilir. Bu yűzden rezeksiyon yapılmıř hastalara 2-4 hafta arası kısmi yűk verdirilmesi űnerilmektedir (1). Benzer řekilde asetabular labruma yűnelik iřlemlerde sűtűr materyallerinin dokulara zarar vermemesine dikkat edilmelidir. Gevřetme cerrahilerinde ařırıya kaęılması hem kalęada instabiliteye sebep olabildięi gibi hem de geę dűnemde heterotopik ossifikasyon ve yapıřıklıklara yol aęabilir.

Kalęa artroskopisi sırasında asetabulum ile femur bařının distrakte edilerek merkez kompartmana ulařılması ięin traksiyon zorunludur. Traksiyona baęlı komplikasyonlar kalęa artroskopisinde en sık gűrűlen komplikasyonlardır. Sadece traksiyon baęlı basit nűropraksi gűz űnűne alındıęında %50'lere varan oranlar bildirilmektedir. 36 hastanın kalęa artroskopisi sırasında nűrolojik fonksiyonlarının SSEP ile takip edildięi bir ęalıřmada 26 vakada (%54) anlamlı deęiřiklik olduęu ve traksiyona ara verildięi belirtilmektedir (31). 1000 vakadan oluřan daha geniř bir seride 20 adet (%2) nűropraksi olayı kaydedilmiřtir. (4) 92 ęalıřma ve toplamda 6334 vakanın deęerlendirildięi bir ęalıřmada 87 (%1,4) nűrolojik komplikasyon, 10 (%0,1) skrotum veya labrum yaralanması ve 1 adet traksiyon botu nedeniyle ayak

bileği seviyesinde damar oklüzyonu tespit edilmiştir (6). Çalışmada tespit edilen tüm nörolojik komplikasyonların 34 tanesi (nörolojik komplikasyonların %40'ı) pudental sinir felci olup traksiyon ile ilgiliyken 18'i (%21) lateral femoral kutanöz sinirin portal açılması sırasında yaralanması nedeniyle oluşmuştur.

Traksiyon ile ilgili komplikasyonlar iki ayrı başlık altında incelenebilir. Traksiyonun kendisine bağlı; dokularda uzama (distraksiyon) yaralanmaları izlenirken, perineal bölgede bulunan destek ise baskı (kompresyon) tipi doku hasarı yaratır (27).

Siyatik sinir ve femoral sinir özellikle uzun süren ve yüksek traksiyon kuvvetlerinin kullanıldığı vakalarda distraksiyon tipi nöropraksiye açıktır. Bu yaralanmaya ait bulgular cerrahiden hemen sonra başlar ve neredeyse tama yakını kısa sürede sekel bırakmadan iyileşir (7). Sinir dokusuna yönelik deney hayvanlarında yürütülen fizyolojik çalışmalar sinir boyunun %5-10'u arasındaki uzamaların kritik eşik olduğunu ve bundan daha fazla uzamalarda sinir dokusunda geri dönüşü olmayan dolaşım bozukluğu başladığını göstermiştir (32–35). Bu nedenle eklem içi girişimler için genelde 1-2 cm açılma sağlayan traksiyonun mümkün olan en kısa sürede kullanılması önerilmektedir.

Kompresyon güçleri ve basınç altında kalan dokularda değişik seviyelerde fonksiyon kaybı ve deformasyon olduğu bilinen bir durumdur. Traksiyon masası kullanılarak yapılan travma cerrahilerinden vaka sunumları olarak bildirilmiş kompartıman sendromları ve ezilme (crush) sendromu olguları vardır (26). Özellikle pozisyon verilmesi sırasında iyi desteklenmemiş bir ayak veya destek arasına sıkışmış perine dokuları ciddi şekilde yaralanabilirler (7). Benzer şekilde basınç altında kalan sinir dokularında da yaralanmalar görülür. Bu yaralanmalar geçici süreyle fonksiyon kaybı gibi basit olaylar olabileceği gibi düzelmesi çok daha uzun süreler alan akson demiyelinizasyonu hatta kalıcı fonksiyon kaybı ile sonuçlanan aksonal hasarlar olabilir (36).

Özellikle pudental sinirin maruz kaldığı basınca ait komplikasyonlar kalça artroskopisinin ilk uygulandığı günlerden beri bilinmektedir (27). Etkilenme sonrasında pudental sinir tarafından innerve edilen perine bölgesi ve erkekte peniste kadında klitoriste duyu kaybı, ağrı ve cinsel disfonksiyon görülür (37). 93 çalışma ve toplam 6334 vakanın toplandığı derlemede en çok bildirilen komplikasyon toplam 34



vaka (%0.53) ile pudendal sinir felci olmuştur. Bildirilen tüm vakalar geri dönüşlüdür. Traksiyon sonrası pudendal sinir felci sadece kalça artroskopisine özgü bir komplikasyon değildir. Özellikle travma serilerinde de bu komplikasyonu görmek mümkündür. Brumback tarafından travma hastaları üzerinde yürütülen bir çalışmada traksiyon sonrası pudendal palsy izlenen hastaların ortalama 73.3 kg/sa güce maruz kaldığını; ancak palsy izlenmeyen hastalarda bu gücün 34,9 kg/sa olduğu gösterilmiştir (38). Palsiye pubik ve iskiadik kollar ile perineal destek arasında sıkışma sonucu sinir üzerindeki basıncın sebep olduğu düşünülmektedir (20,39). Ortopedik cerrahidekine benzer sıkışma senaryoları kadın hastalıkları ve doğum cerrahisi ve spor hekimliği alanlarındaki araştırmacıların da dikkatini çekmiştir. Kadın hastalıkları ve doğum literatüründe yaralanmanın esas nedeninin basınçtan daha çok doğum eylemi sırasında gerilen perine ve sinir dokusundaki uzama ile ilgili olduğunu düşünülmektedir (40). Spor yaralanmalarına bakıldığında da özellikle bisiklet sporunda perine bölgesinde özellikle de pubik simfize yakın bölgelerde anlamlı bası oluştuğu gösterilmiştir (41,42).

### **2.3. Basıncın Sinir Dokusu Üzerindeki Etkileri**

Basıncın sinir dokusu üzerindeki etkileri 19. Yüzyılın ortalarından beri fizyolojinin ilgi konusu olmuştur (36). İlk çalışmalar daha çok mekanik etkiler üzerinde durmuşken daha sonraları dolaşım bozukluğunun da etkisi incelenmeye başlanmıştır. Ancak yapılan değişik çalışmalara rağmen basınç ve basınca maruz kalınan süre için kritik eşik değerler kesin değildir (43).

Yapılan fizyolojik çalışmalar derlendiğinde ekstranöronal basıncın 20 mmHg olduğu durumlarda sadece epinöral kan dolaşımının etkilendiğini, ancak basınç 80 mm cıvaya çıktığı zaman intranöronal kan dolaşımının durduğu görülmektedir (44). Sinir fonksiyonlarının incelendiği başka bir çalışmada insan el bileğine dışarıdan uygulanan basıncın 50 mmHg düzeyine ulaştığı zaman işlev kaybı olduğu belirtilmektedir. Aynı çalışma sinir dokusunda dolaşımının etkilenmesi sonucunda fonksiyonların bozulduğunu ve eşik değerin diyastolik kan basıncının 30 mmHg altı olabileceğini öne sürmektedir (45). Bu yüksek kan basıncının nöron hasarı açısından koruyucu olabileceğini düşündüren bir bulgudur.

Hayvanlar üzerinde yapılan deneysel araştırmalar basıncın hücre metabolizması ve haberleşmesini sağlayan aksonal taşımayı doğrudan etkilediğini göstermektedir. (43,46) Tavşan vagus sinirine 2,4,6 ve 8 saat boyunca 30 mmHg gibi düşük bir basınç uygulandığında sinirde 24 saat sonrasında bile endonöral ödem olduğu ve ödem miktarının maruziyet süreleri ile doğru orantılı olduğu gösterilmiştir. Sinir 2 saat kadar basınç altında kaldığında hızlı aksonal taşıma dururken süre 8 saate çıktığında yavaş taşıma da etkilenmektedir. 20 mm Hg basınçlarda benzer bir etki görülmemiştir (47). Bu mekanizma özellikle kafa içi basınç artışı sonrası oluşan papilödemide açıklamada ve düşük basınçlarda bile sinir dokusunun etkilenebileceğini göstermesi nedeniyle önemlidir. Yazarlar özellikle “double-crush” yaralanmaya maruz kalmış ya da altta yatan diyabet gibi nöropatik tablolarda “hastalıklı” nöronların bu şekilde hasarlandığını düşünmektedirler.

Daha yüksek basınçlarda nöronal iletimin bozulması ile sonuçlanan olaylar gelişir. 50 mmHg'nin üzeri basınçlarda sinirin uyarı iletim becerilerinde bozulmalar gözükür (43). Rydevik 1980 yılında tavşan tibial sinirleri üzerinde yürüttüğü çalışmada 20-30 mmHg basınçta sadece epinöryumda venöz dolaşımın yavaşladığını, 40-50mmHg basınçta intranöronal dolaşımın ve aksonal taşımanın durduğunu ama hala sinir iletiminin devam ettiğini göstermiştir. 60-80 mmHg düzeyinde tam iskemi gelişmektedir. 2 saat süresince 200 mmHg basınç altında kalan sinirlerde iletim hızı ve aksiyon potansiyellerinde kademeli olarak azalma olduğunu ama basınç kalktıktan 2 saat sonra geri dönüşün başladığını ortaya koymuştur. Ayrıca bası altında kalan bölümün distalinde sinir ileti çalışmalarında bozulma olmamasını distalde işlevsel kalan miyelinli liflere bağlamıştır. Sinirlere 400 mmHg uygulandığında ise 45 dakika sonra hızla başlayan blok geliştiğini, distalde de iletimin bozulduğunu ve 2 saat sonrasında belirgin düzelme olmadığını görmüştür. Bunu gelişen akson hasarı ve Wallerian dejenerasyon ile ilişkilendirmiştir (48). Babunlar üzerinde yapılan başka bir deneysel çalışmada 1-3 saat arası sürelerle tansiyon manşonları kullanılarak 1000 mmHg basınç uygulanmıştır. Oluşan nöropatinin ancak haftalar hatta aylar sonra düzeldiği raporlanmıştır. Babunlardan alınan örneklerin histolojik incelemesinde özellikle basınç farklarının en çok arttığı noktalar olarak manşonların bittiği düzeylerde ranvier nodlarında yırtılmalar olduğu görülmüştür. (49) Uzun sürede görülen iyileşme ise aksonotmezis yaralanmalarında (tip II Sunderland dejenersyonu)

beklendiği gibi Wallerian dejenerasyon olup, morfolojinin korunduğu durumlarda proksimal güdükten distale doğru ilerleyen rejenerasyonun sonucudur (50). Görüldüğü gibi değişik basınçların sinir üzerindeki etkileri de farklı sonuçlar doğurmaktadır. Basınç arttıkça etkilerin ortaya çıkma süreleri kısalmaktadır (51).

Uygulanan basınçtan bağımsız olarak çevre ve destek dokuların durumu da hasar miktarını etkileyebilir. Tavşan sinirleri üzerinde yapılan bir çalışma bu açıdan yol göstericidir. Arteryel dolaşımdan yoksun sinir dokusuna uygulanan 20 dakika süreli 150 mmHg basınç sonrasında başlayan motor bloğun 6-65 saniye gibi kısa bir sürede kalktığı ancak sinirin majör yapısındaki çap ve şekil değişikliğinin yaklaşık 10 dakika sürdüğü görülmüştür. Sinirin oksijen kaynağı korunarak uygulanan aynı miktardaki basınçlarda motor bloğun 52 dakika sonra geliştiği izlenmiştir (52).

Fonksiyon kaybı gelişimi ile ilgili bir başka etken de sinirin kendi yapısıdır. Kurbağa siyatik sinirleri üzerinde gösterilen bu değişkenlik sinirin myelinli lif içeriği ile ilgilidir. 250 mmHg basınç altında ortalama 50.4 dakika sonra önce hızlı iletim yapan miyelinli liflerden başlamak üzere fonksiyon kaybı görülmüştür. 750 mmHg basınçta ise tam tersi olarak önce yavaş iletimli lifler etkilenmiştir. Fonksiyon kaybının olması ise beklendiği gibi ortalama 10.9 dakika ile daha erken olmuştur (8).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırma konusunun amacına uygun veri toplamak amacıyla oluşturulan çalışma düzeneğinde girişimsel işlem yapılması planlandığı ve yapılacak olan kesilerin insan denekler üzerinde uygulanma imkanı olmadığından kadavra üzerinde çalışma planlanmıştır. Formaldehit ile işlem görmüş kadvraların doku esnekliklerinin ve eklem hareket açıklıklarının değişeceği bilindiği için -80°C’da korunan taze kadvralar ile çalışılmıştır.

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Prof. Dr. Yaşar UÇAR Klinik Anatomi Eğitim ve Araştırma Ünitesinde traksiyon işleminin pudental sinir üzerine uyguladığı kuvveti gözlemek amacıyla çözdürülmüş 9 taze kadavra üzerinde ölçüm yapıldı. Bu kadvralar Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Anatomi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Muzaffer Sindel’in katkıları ve izni ile tarafımıza inceleme amacıyla sunulmuşlardır.

Toplam 9 kadvranın altısı erkek ve üçü kadındır. Seçilen kadvraların alt ekstremit ve pudental/pelvik bölgede yaralanmaması olmasına dikkat edilmiştir. Ancak bir kadvrada sağ kalça eklemine 30° fleksiyon kontraktürü olduğu görülmüş ve kadvranın bu kalçası çalışmaya dahil edilmemiştir. Kadvraların öldükleri zamanki yaşları, vücut ağırlıkları ve boyları künye numaraları ile beraber Klinik Anatomi Bilim Dalı tarafından tutulan dosyalarından kaydedilmiştir. Disseksiyonlar sırasında perine bölgesine ait cilt ve cilt altı bağ dokuların kalınlığı da santimetre cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir. Kadvralara ait veriler tablo 3.1’de belirtilmiştir. Tablo 3.2 ve 3.3 ise verilerin dağılımını göstermektedir.

**Tablo 3.1.** Kadavraların künye numarası, cinsiyet, ölüm sırasındaki yaşı, vücut ağırlığı, boy, vücut-kitle indeksi ve perine kalınlığı verileri

| Kadavra | Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|---------|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 1       | 26             | Erkek    | 62                    | 65                  | 1,70    | 22,49                                    | 1,5                   |
| 2       | 22             | Erkek    | 54                    | 80                  | 1,64    | 29,74                                    | 2,5                   |
| 3       | 24             | Erkek    | 43                    | 65                  | 1,58    | 26,03                                    | 2,0                   |
| 4       | 29             | Kadın    | 28                    | 80                  | 1,73    | 26,72                                    | 4,0                   |
| 5       | 33             | Erkek    | 48                    | 69                  | 1,64    | 25,65                                    | 2,5                   |
| 6       | 27             | Erkek    | 47                    | 87                  | 1,78    | 27,45                                    | 3,0                   |
| 7       | 20             | Erkek    | 58                    | 75                  | 1,67    | 26,89                                    | 3,5                   |
| 8       | 17             | Kadın    | 54                    | 45                  | 1,60    | 17,57                                    | 2,5                   |
| 9       | 34             | Kadın    | 60                    | 85                  | 1,63    | 31,99                                    | 3,0                   |

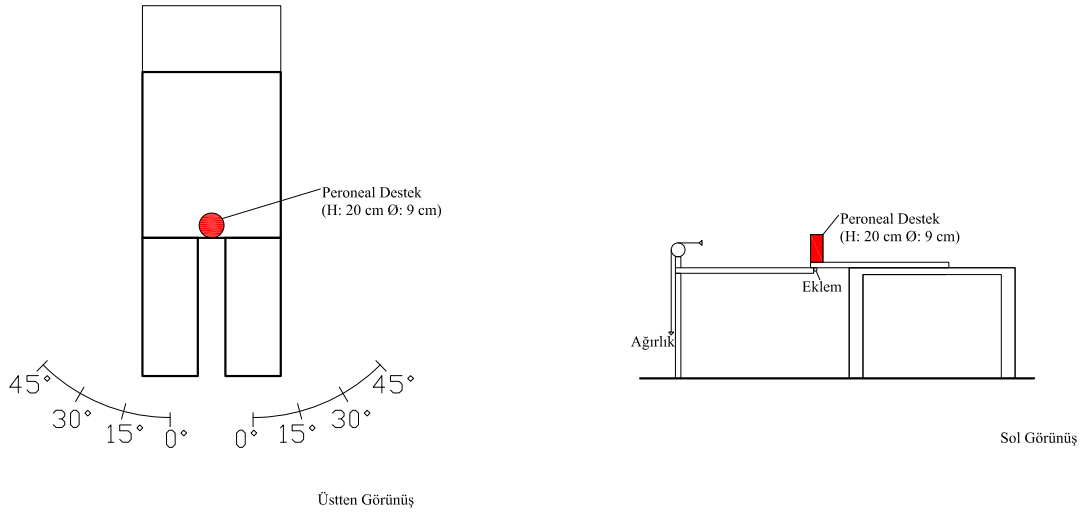
**Tablo 2.2.** Cinsiyet verilerinin dağılımı

| Cinsiyet | Frekans | Yüzde |
|----------|---------|-------|
| Erkek    | 6       | 66,7  |
| Kadın    | 3       | 33,3  |
| Toplam   | 9       | 100,0 |

**Tablo 3.3.** Tanımlayıcı verilerin dağılımları

|            | Yaş    | Vücut Ağırlığı | Boy     | Vücut-Kitle İndeksi | Perine Kalınlığı |
|------------|--------|----------------|---------|---------------------|------------------|
| N          | 9      | 9              | 9       | 9                   | 9                |
| Ortalama   | 50,44  | 72,33          | 1,6967  | 26,0044             | 2,778            |
| Ortanca    | 54,00  | 75,00          | 1,6400  | 26,7200             | 2,500            |
| Std. Sapma | 10,513 | 13,067         | 0,12971 | 4,19030             | 0,6667           |
| Aralık     | 34     | 42             | 0,42    | 14,42               | 2,0              |
| Minimum    | 28     | 45             | 1,58    | 17,57               | 2,0              |
| Maksimum   | 62     | 87             | 2,00    | 31,99               | 4,0              |

Klinik Anatomi Eğitim ve Araştırma Ünitesinin sahip olduğu cerrahi ve disseksiyon masaları alt ekstremitelere traksiyon uygulamaya uygun olmadığı için bu masalara uygun traksiyon aparatı çalışma amacıyla özel olarak üretilmiştir. (Şekil 3.1) Kadavra supin pozisyonda yattığı sırada perineal bölgeyi desteklemek amacıyla 9 cm çapında 20 cm yüksekliğinde yumuşak sünger dolgu ve deri ile kaplı destek yerleştirilmiştir. Bu destek Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji ABD Ameliyathanesinde kalça traksiyonu uygulamak için kullanılan Bıçakçılar Surgiline 2000R ameliyat masası ve Surgiline 2000 Ortopedik Traksiyon Setinin (İstanbul, Türkiye) gerçek destek parçasıdır. Özel üretim traksiyon aparatının alt ekstremitelik destekleri istenilen açılarda kalça abduksiyonuna izin verecek şekilde hareketlidir. İstenilen açı sağlandıktan sonra kilitli eklem sayesinde açı sabitlenmektedir.



**Şekil 3.1.** Traksiyon aparatının disseksiyon masası üzerine yerleştirilmiş görünümünün üstten ve sol yandan şematik görünüşü

Traksiyon nedeniyle pudendal sinir üzerinde oluşan kuvvetleri ölçmek amacıyla Tekscan FlexiForce® A-201 sensörleri (Boston, ABD) kullanılmıştır (Fotoğraf 3.1). Bu almaçlar 14x14mm boyutlarında ve 0.2 mm inceliğinde olup üzerlerine uygulanan kuvvet oranında direnç oluşturmaktadır. Sensörlere ait Tekscan FlexiForce® Quick Application Board ile sürekli 9V doğru akım sağlanarak direnç

değişiklikleri karşısında çıkış akımının sensöre uygulanan kuvvet ile doğru orantılı olması sağlanmıştır(53). Sensörlerin bağlı olduğu gösterge paneli (Elimko E-48 Sayısal Kontrol Cihazı Ankara, Türkiye) sayesinde bu akım sayısal olarak okunabilmektedir. Sensörler ve gösterge paneli Elimko tarafından 1 N tarafından oluşturulan akım, sayısal olarak 1.0 okunacak şekilde kalibre edilmiştir. Uygulama kolaylığı olması ve sensörün arkasında kalan yumuşak dokular içerisine engelleyip hatalı ölçüm yapmasını engellemek amacıyla iskiuma tespiti öngörülmüştür. Bu amaçla sensörler 14 mm x 14 mm boyutlarında metal plakalara yapıştırılmış ve bu plakalarda kemiğe iki adet 2 mm çaplı 15 mm cam çivisi ile tespit edilmiştir. Ardından ölçüm yapılacak yüzey de alttaki plakanın ikizi ile kapatılarak ölçüm yüzeyinin 14 mm x 14 mm (1,96 cm<sup>2</sup>) olması sağlanmıştır.



**Fotoğraf 3.1.** Tekscan FlexiForce A-201 sensör

Kadavralara prone pozisyonda bilateral olarak gluteal bölgeden tuber ischiadicum üzerine denk gelecek şekilde 5-6 cm'lik kesi yapılmıştır (Fotoğraf 3.2a). Künt ve keskin disseksiyonla tuber ischiadicum ortaya konulmuştur (Fotoğraf 3.2b). Ardından pudendal kanal açılmış burada ve kanaldan çıktıktan sonra pudendal sinir ve dalları disseke edilerek belirlenmiştir (Fotoğraf 3.3). Bu işlemi takiben sensör yerleştirmek amacıyla sakrotüberöz ligamentin bir kısım lifleri gevşetilmiştir. Pudendal kanal içerisinde kalan sinir üzerine “1” numaralı kuvvet sensörü yerleştirilmiştir. Tuber ischiadicum üzerine “2” numaralı ve simfisis pubiden yaklaşık 1,5-2 cm posteroinferiorda kalacak şekilde genital dallar üzerine “3” numaralı sensör yerleştirilmiştir (Fotoğraf 3.4a). Yumuşak dokular yerlerine iade edilmiştir. Tespit amacıyla sütür atılmamıştır (Fotoğraf 3.4b).



**Fotoğraf 3.2.** 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın sağ pudendal sinirinin disseksiyonu

(a) kesi yeri (b) penset tuber ischiadicumu işaret etmektedir.



**Fotoğraf 3.3.** Disseksiyon sonrası pudendal sinir ve dalları

en soldaki iğne pudendal kanalı ve inferior rektal siniri (1 numaralı sensör yerleşimi), ortadaki iğne tuber ischiadicumu ve perineal dalı (2 numaralı sensör), en sağdaki iğne pubik kolu ve genital dalları (3 numaralı sensör) işaret etmektedir.





**Fotoğraf 3.4.** 3 numaralı (24 künye numaralı) kadavranın (a) sol pudendal siniri üzerine sensörlerin yerleştirilmiş görünümü (b) yara yanaştırıldığında alet kesiyi işaret etmektedir.

Kadavra ölçüm amacıyla traksiyon masasına alınmıştır. Kalça artroskopisinde yapılanları taklit etmek amacıyla işlem/ölçüm yapılacak kalçaya yakın şekilde perineal destek konulmuştur. Ölçüm yapılmayacak bacak 30° abduksiyon getirilerek ve 20kg ağırlık ayak bileğinden asılarak karşı bacağa uygulanacak traksiyon sırasında pelvisin yer değiştirmesi engellenmiştir. (Fotoğraf 3.5 ve 3,6) Ölçüm yapılacak bacağa ayak bileğinden bağlı olacak şekilde standart 10 kg ağırlıklar bacak aparatının ucundan sarkacak şekilde asılarak traksiyon yapılmıştır.

Ölçümler sırası ile hiç traksiyon uygulanmazken, 10, 20, 30 ve 40 kg traksiyon güçlerinde ve 0°, 15°, 30° ve 45° kalça abduksiyon açılarında tekrarlanmış ve kaydedilmiştir.

Verilerin analizi “SPSS for Windows 15” paket programında yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olan değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, dağılımı normal olmayan değişkenler için ortanca (minimum – maksimum), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak ifade edildi.  $p<0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



**Fotoğraf 3.5.** 3 numaralı (24 k ny e numaralı) kadavranın traksiyon masasına yerleştirilmesi sonrasında pelvisin hareket etmesini önlemek amacıyla 30° kalça abduksiyonuna sol alt ekstremiteye bağlanmış 20 kg ağırlık asılı görüntüsü



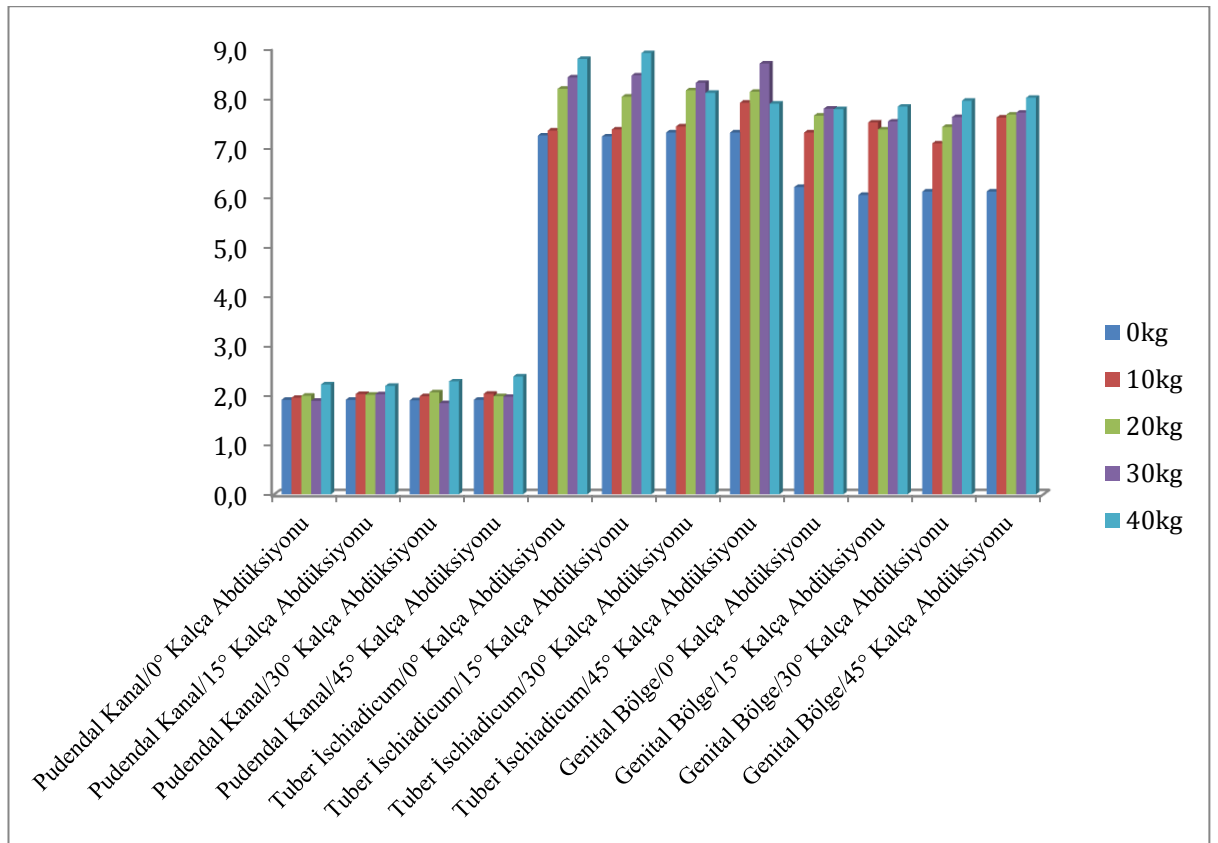
**Fotoğraf 3.6.** 3 numaralı (24 k ny e numaralı) kadavranın traksiyon masasına yerleştirilmesi sonrasında sol yandan çekilmiş fotoğrafı

#### 4. BULGULAR

Kadavralardan toplanan veriler Ek 1’de tablolar içerisinde gösterilmiştir.

Verilerin analizi “SPSS for Windows 15” paket programında yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olan değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, dağılımı normal olmayan değişkenler için ortanca (minimum – maksimum), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak ifade edildi. Bütün değişkenler göz önüne alınarak oluşturulan tanımlayıcı istatistik bilgileri Ek 2’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir. Bu tablodan elde edilen bilgiler yorumlama kolaylığı açısından grafik haline getirilmiştir (Grafik 4.1).

$p < 0,05$  için sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



**Grafik 4.1.** Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abdüksiyon açısı göz önüne alınarak gruplanan kilogram cinsinden verilerin dağılımını gösteren grafik

#### 4.1. Ölçüm Yapılan Alt Ekstremit

Sağ taraf pudendal sinir üzerinden elde edilen veriler ile karşı taraf sinir üzerinden toplanan veriler her bir sensör için eşit traksiyon kuvveti ve eşit kalça abduksiyon açısında aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı açısından Wilcoxon Signed Ranks testi kullanılarak karşılaştırılmıştır.

İstatistiksel hesaplamalar sonrası tüm sensörlerde, traksiyon kuvveti ve abduksiyon açısı parametrelerinde iki taraf arasında anlamlı fark bulunamamıştır (Tüm değişkenler için  $p>0,05$ ; Ek 3). Bu aynı zamanda aynı kadavrada farklı ekstremitelerde ölçüm yapılsa da benzer sonuçlar alındığı anlamına gelerek yöntemin güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini gösterir.

#### 4.2. Ağırlık

Sensör ve kalça abduksiyon derecesi sabit tutulduğunda traksiyon ağırlıkları arası ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Bonferroni düzeltmeli Friedman testi ile değerlendirilmiştir (54). (Bonferroni düzeltmesi:  $p<0.004$  anlamlı kabul edilmiştir.) Fark çıktığında ağırlıklar arası çoklu karşılaştırmalar uygun posthoc testlerle değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1’de belirtilen p değerleri incelendiğinde pudendal sinir üzerinde oluşan kuvvetlerin Alcock kanalı içerisinde kalça  $45^\circ$  abduksiyondayken, sinir tuber ischiadicum hizasındayken  $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  kalça abduksiyonu varken ve genital bölgedeki dallanmalar üzerinde tüm kalça abduksiyon açılarında ağırlıkla ilişkili olduğu görülmüştür.

**Tablo 4.1.** Ölçüm yapılan sensör ve abdüksiyon derecesi sabitlendiğinde traksiyon kuvvetinin pudendal sinir üzerinde yapılan ölçümler ile ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları

|        |    | Abdüksiyon Açısı |              |              |              |
|--------|----|------------------|--------------|--------------|--------------|
|        |    | 0°               | 15°          | 30°          | 45°          |
| Sensör | 1* | 0,084            | 0,190        | 0,037        | <b>0,004</b> |
|        | 2* | <b>0,002</b>     | <b>0,000</b> | <b>0,003</b> | 0,056        |
|        | 3* | <b>0,000</b>     | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> | <b>0,000</b> |

(\*1 numaralı sensör: pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudendal sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.) Bonferroni düzetmesi:  $p < 0.004$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Posthoc testler yapılarak hangi ağırlıklar arasında fark izlendiği araştırılmıştır. Sonuçlar Ek 4'te ayrıntılı olarak tablo haline getirilmiştir.  $p < 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edildiğinde 0 ve 40kg arasındaki farkın tüm değerlerde anlamlı olduğu görülmüştür. Ayrıca tuber ischiadicum üzerinde yapılan ölçümlerde 0-30 kg ikilisinde ve 15° kalça abdüksiyonunda buna ek olarak 0-20kg arasında anlamlı farklar olduğu izlenmiştir. Genital dallar üzerinden alınan ölçümlerde tüm abdüksiyon açılarında 30 ve 40 kg'daki ölçümlerin hiç traksiyon yapılmadığı zamanki ölçümlerden ve 40kg'ın etkisinin 10kg'dan farklı olduğu anlaşılmıştır.

#### 4.3. Kalça Abdüksiyon Derecesi

Sensör ve traksiyon ağırlığı sabit tutulduğunda kalça abdüksiyon derecesi arası ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Bonferroni düzeltmeli Friedman testi ile değerlendirilmiştir. (Bonferroni düzeltmesi:  $p < 0.003$  anlamlı kabul edilmiştir).

Bonferroni düzeltmesi dikkate alınmasa dahi tablo 4.2 incelendiğinde tüm sensörler ve tüm ağırlıklar için elde edilen pudendal sinir basınç değerlerinin kalça abdüksiyon açısı ile ilişkili olmadığı açıktır.

**Tablo 4.2.** Ölçüm yapılan sensör ve traksiyon kuvveti sabitlendiğinde kalça abduksiyon açısının pudendal sinir üzerinde yapılan ölçümler ile ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları

|        |    | Traksiyon kuvveti |       |       |       |       |
|--------|----|-------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |    | 0kg               | 10kg  | 20kg  | 30kg  | 40kg  |
| Sensör | 1* | 0,814             | 0,651 | 0,578 | 0,655 | 0,659 |
|        | 2* | 0,258             | 0,278 | 0,678 | 0,299 | 0,131 |
|        | 3* | 0,959             | 0,508 | 0,409 | 0,251 | 0,860 |

(\*1 numaralı sensör: pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudendal sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir) Bonferroni düzeltmesi:  $p<0.003$  anlamlı olarak kabul edilmiştir.

#### 4.4. Ölçüm Yapılan Sensör

Traksiyon kuvveti ve kalça abduksiyon derecesi sabit tutulduğunda sensörler arası ortanca değerler yönünden farkın önemliliği Bonferroni düzeltmeli Friedman testi ile değerlendirilmiştir. (Bonferroni düzeltmesi:  $p<0.002$  anlamlı kabul edilmiştir). Fark çıktığında sensörler arası çoklu karşılaştırmalar uygun posthoc testlerle değerlendirilmiştir.

**Tablo 4.3.** Ölçüm yapılan kalça abduksiyon derecesi ve traksiyon kuvveti sabitlendiğinde pudendal sinir üzerinde ölçüm yapılan bölgeler ile oluşan kuvvetlerin ilişkisini ortaya koyan Friedman testlerinin sonuçları

|                     |     | Traksiyon kuvveti |       |       |       |       |
|---------------------|-----|-------------------|-------|-------|-------|-------|
|                     |     | 0kg               | 10kg  | 20kg  | 30kg  | 40kg  |
| Abduksiyon derecesi | 0°  | 0,000             | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
|                     | 15° | 0,000             | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
|                     | 30° | 0,000             | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
|                     | 45° | 0,000             | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

(\*1 numaralı sensör: pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudendal sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir) Bonferroni düzeltmesi:  $p<0.002$  anlamlı olarak kabul edilmiştir

Sabit traksiyon kuvveti ve kalça abduksiyon açısı altında pudendal sinirin üzerinde oluşan kuvvetlerin anatomik bölge ile ilişkisi araştırıldığı zaman tüm olası

senaryolarda sinir üzerinde etki eden kuvvetlerin farklı olduğu izlenmiştir. Posthoc çalışmaları Ek 5’te listelenmiş olan ikili karşılaştırmalarda tüm ağırlık ve açılar için pudental kanal içerisinde oluşan kuvvetlerin kanal çıkışında; tuber ischiadicum bölgesinde ve genital bölgede yapılan ölçümlerden istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür. Ancak tuber ischiadicum ve genital bölgede yapılan ölçümlerin kendi aralarında farkı yoktur.

#### 4.5. Vücut Kitle İndeksi

Pudental sinir üzerinde oluşan basınçların kadavraların vücut kitle indeksleri ile ilişkilerini değerlendirmek amacıyla Pearson korelasyonu uygulanmıştır. Her bir sensörde farklı traksiyon ağırlıkları ve kalça abdüksiyon dereceleri dikkate alınarak ölçülen basınç değerlerinin kadavraların vücut kitle indeksleri ile korelasyonları değerlendirilmiş ve  $p \leq 0.05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Değerlerin tamamının 0,05’ten büyük olması vücut kitle indeksinin basınç ile ilişkisi olmadığını göstermektedir.

**Tablo 4.4.** Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abdüksiyon açısı sabitken vücut kitle indeksi ile pudental sinir üzerindeki basınçların Pearson korelasyon değerleri

| Sensör | Kalça Abdüksiyon Açısı | Traksiyon Kuvveti |       |       |       |       |
|--------|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |                        | 0                 | 10    | 20    | 30    | 40    |
| 1      | 0°                     | 0,864             | 0,808 | 0,712 | 0,698 | 0,385 |
|        | 15°                    | 0,837             | 0,194 | 0,692 | 0,676 | 0,355 |
|        | 30°                    | 0,821             | 0,775 | 0,594 | 0,648 | 0,393 |
|        | 45°                    | 0,872             | 0,774 | 0,604 | 0,622 | 0,489 |
| 2      | 0°                     | 0,341             | 0,365 | 0,506 | 0,532 | 0,582 |
|        | 15°                    | 0,320             | 0,371 | 0,558 | 0,535 | 0,649 |
|        | 30°                    | 0,343             | 0,351 | 0,540 | 0,532 | 0,675 |
|        | 45°                    | 0,324             | 0,396 | 0,553 | 0,536 | 0,596 |
| 3      | 0°                     | 0,540             | 0,683 | 0,842 | 0,776 | 0,892 |
|        | 15°                    | 0,475             | 0,791 | 0,858 | 0,791 | 0,944 |
|        | 30°                    | 0,539             | 0,812 | 0,841 | 0,792 | 0,949 |
|        | 45°                    | 0,539             | 0,766 | 0,864 | 0,770 | 0,935 |

#### 4.6. Perine Dokusunun Kalınlığı

Perine dokusunun kalınlığının pudendal sinir üzerine etki eden kuvvetler ile ilişkilerini değerlendirmek amacıyla ölçüm yapılan sensörlerde farklı traksiyon ağırlıkları ve kalça abdüksiyon dereceleri dikkate alınarak bu iki değişkenin korelasyonları değerlendirilmiştir. Pearson korelasyon değerleri 0.05'ten büyük veya eşit olduğu zaman ilişki istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Değerlerin tamamının 0,05'ten büyük olması perine kalınlığının basınç ile ilişkisi olmadığını göstermektedir.

**Tablo 4.5.** Ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve kalça abdüksiyon açısı sabitken perine dokusu kalınlığı ile pudendal sinir üzerindeki basınçların Pearson korelasyon değerleri

| Sensör | Kalça Abdüksiyon Açısı | Traksiyon Kuvveti |       |       |       |       |
|--------|------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |                        | 0                 | 10    | 20    | 30    | 40    |
| 1      | 0°                     | 0,684             | 0,558 | 0,460 | 0,447 | 0,371 |
|        | 15°                    | 0,755             | 0,618 | 0,430 | 0,478 | 0,437 |
|        | 30°                    | 0,726             | 0,560 | 0,377 | 0,430 | 0,554 |
|        | 45°                    | 0,744             | 0,498 | 0,457 | 0,441 | 0,558 |
| 2      | 0°                     | 0,835             | 0,943 | 0,976 | 0,986 | 0,926 |
|        | 15°                    | 0,900             | 0,912 | 0,993 | 0,984 | 0,949 |
|        | 30°                    | 0,872             | 0,908 | 0,963 | 0,930 | 0,978 |
|        | 45°                    | 0,880             | 0,921 | 0,959 | 0,933 | 0,945 |
| 3      | 0°                     | 0,184             | 0,210 | 0,164 | 0,174 | 0,176 |
|        | 15°                    | 0,196             | 0,225 | 0,170 | 0,184 | 0,197 |
|        | 30°                    | 0,181             | 0,264 | 0,160 | 0,205 | 0,183 |
|        | 45°                    | 0,192             | 0,234 | 0,177 | 0,187 | 0,168 |

#### 4.7. Diğer Bulgular

Ölçümler yürütülürken sensörlerden elde edilen sayısal verilerin yanı sıra başka gözlemsel bulgular da fark edilerek kaydedilmiştir. Yöntemde kalça



distaksiyonunun gerçekleştiği ağırlığın değerlendirilmesi ya da ölçülmesi planlanmamış olmasına rağmen tüm kalça eklemlerinde 30 kg traksiyon kuvvetinde kalça distaksiyonunun olduğu gözlenmiştir. Muhtemel eşik değer 20 kg ile 30 kg arasında olduğunu düşündüren bu bulgunun detaylı olarak incelenmesi için daha farklı bir düzeneğe ihtiyaç vardır.

Benzer şekilde traksiyonun sadece pudental sinir üzerindeki etkilerini gözlemlemek için planlanan bu deneyde perine bölgesinin maruz kaldığı yüksek kuvvetler nedeniyle ne kadar ciddi yumuşak doku hasarları oluşabileceği de grlmştir. 8 numaralı kadın kadavrada 40 kg traksiyon ile yapılan ölçümler sırasında ekip öğle yemeği için yaklaşık 45 dakika ara vermiştir. Bu sırada yanlışlıkla traksiyon sağlanan ağırlığın kadavraya bağlı unutulması sonucu perine bölgesinde deformasyon olduğu izlenmiştir. (Fotoğraf 4.1) Yaklaşık 2 saat kadar beklendikten ve yumuşak dokulardaki deformasyon düzeldikten sonra ölçümler tekrarlanmıştır. Oluşan deformitenin düzelmesinin bu kadar uzun sürmesinde dokuda hidrostatik basınç oluşturacak kan dolaşımı olmamasının neden olduğu düşünülmektedir. Ancak oluşan deformasyonun şiddeti dikkatli olunmaz ise hastalarda ne büyüklüklerde hasarlar oluşabileceğini göstermesi açısından önemlidir.



**Fotoğraf 4.1.** 8 numaralı (17 künye numaralı) kadavranın 45 dakikadan uzun süre 40 kg traksiyona maruz kalması sonucu perinede oluşan yumuşak doku deformasyonu

## 5. TARTIŞMA

Burman 1931 yılında kalçaya yönelik ilk artroskopik girişimi yaptığında “kalça eklemine içine bir iğnenin bile sokulmasının imkanı olamayacak” kadar dar olduğunu savunmuştu. Burman’ın sıvı distansiyon yöntemi ile yaptığı artroskopinin üzerinden yaklaşık 80 yıl geçti. Günümüzde kalça artroskopisi eklem traksiyonu sayesinde kalça eklemi, trokanterik bölge ve kalça eklemi çevresindeki bölgenin görüntülenmesi için en iyi seçenektir. Kalçaya ait patolojilerin tanısının konulması ve tedavisinde başarı ile kullanılmaktadır.

İnsan vücuduna yönelik her girişimsel işlem gibi kalça artroskopisi de yararlarının yanında zayıf noktalara da sahiptir. En geniş vaka serilerine sahip cerrahların elinde bile komplikasyonlar görülmektedir. Seriler tarandığında %7.5 minör komplikasyonlar ve %0,58 major komplikasyonlar olduğu görülmektedir (6).

Komplikasyonlar arasında en sık görüleni traksiyona bağlı pudental sinir felcidir (4,6,27). Neredeyse tamamı geri dönüşlü olmakla beraber bazı travma vakalarında kalıcı olduğu bildirilmiştir (26,37). Semptomlar arasında perine bölgesinde duyu kaybı ve ağrı, erkekte erektil disfonksiyon, anejakülasyon ve anorgazmi; kadında klitoral duyu kaybı ve hipoorgazmi sayılabilir. Genelde şikayetler tek taraflıdır ve 6 ay içinde düzelir. Ancak kalıcı seksüel disfonksiyon ve duyu kaybı olacak şekilde devam edebileceği de unutulmamalıdır (37).

Pudental sinir felcinin traksiyon sırasında perine desteği ile kemik yapılar arasında kalan sinir dokusunun kompresyonu sonrasında olduğu bilinmektedir. (20,39). Pudental sinir felcini engellemek adına literatür çeşitli önerilerde bulunmuştur. Kalça artroskopisinin komplikasyonları ile ilgili tüm yazılarda traksiyon süresinin mümkün olan en kısa tutulması gerektiği ve özellikle 2 saati geçen traksiyonlarda riskin arttığı belirtilmektedir (4,6,21,27). Bu fizyolojik çalışmaların sonuçları ile de uyusmaktadır (47,48,51). Tüm yazarlar tarafından fikir birliğine varılan bir diğer etken de kullanılacak olan perineal desteğin yumuşak bir şekilde desteklenmesi ve çapının 8-10 cm olmasıdır (4,21,27,55).

Traksiyon süresi ve kullanılacak perine desteğine ait önerilerin aksine traksiyon kuvveti ile kararlaştırılabilmiş bir sınır yoktur. Brumback tarafından ortaya konulduğu gibi kuvvetin miktarının pudental sinir felci gelişmesinde anlamlı etkisi

vardır. (38) Ancak canlı insan denekler üzerinde komplikasyon oluşturacak bir deney yapmanın imkansız olmasından dolayı tüm öneriler retrospektif elde edilmiş verilere dayanmaktadır. Bu durum çeşitli değişkenlerin etkilerinin ayrı ayrı değerlendirilmesini imkansız kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı kadavra kullanılarak traksiyon kuvveti ve kuvvet vektörünün yönünün pudental sinir üzerinde oluşan basınçlara etkisini araştırmaktır. Basıncın sinir iletimi üzerindeki etkilerinin incelendiği fizyoloji çalışmaları ışığında da güvenli bir traksiyon aralığı oluşturulması planlanmıştır.

9 adet taze dondurulmuş kadavra (6 erkek, 3 kadın) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. 8 kadvanın her iki taraflı bir kadvrada da var olan fleksiyon kontraktürü nedeniyle sol taraf pudental siniri disseke edilmiş ve toplam 17 kalça incelenmiştir. Disseke edilen pudental sinirler üzerinde ölçüm yapacak şekilde 3 adet sensör FlexiForce® (Tekscan Boston, ABD) yerleştirilmiştir. Bu kuvvet okuyan sensörlerden biri Alcock kanalı içerisinde inferior rektal dal ayrılmadan, biri tuber ischiadicum üzerinde perineal dal ayrılmadan bir tanesi de symphysis pubis proksimalinde penisin/klitorisin dorsal duyu dalı üzerine yerleştirilmiştir. Kadvralara traksiyon uygulanabilmesi için özel üretim bir masaya alınmışlardır. Traksiyon aparatına Bıçakçılar Surgiline 2000 Ortopedik Traksiyon Setine (İstanbul, Türkiye) ait 9 cm çaplı yumuşak destekli perine desteği yerleştirilmiştir. Pelvisin pozisyonunu traksiyon sırasında korumak amacıyla traksiyon uygulanmayacak alt ekstremiteye 20 kg ağırlık asılmıştır. Kontrateral ekstremitedeki traksiyon tüm ölçümler boyunca sabit kalmıştır. Ardından hiç traksiyon yapılmazken, 10 kg, 20 kg, 30 kg ve 40 kg kuvvetlerinde ve 0°, 15°, 30° ve 45° kalça abduksiyon açılarında traksiyon uygulanırken ölçümler yapılmıştır.

Yapılan ölçümler sonrasında kadvraların farklı alt ekstremitelerinden alınan ölçümler arasında; ölçüm yapılan sensör, traksiyon kuvveti ve abduksiyon açısı değişkenleri sabit tutulduğunda istatistiksel fark olmadığı görülmüştür (Ek 3). Bu hem kontrateral alt ekstremitelerden alınan ölçümlerin birleştirilerek incelenmesine izin vermiş hem de ölçüm tekniğinin güvenilirliğini onaylamıştır.

Traksiyon kuvveti ve pudental sinir üzerinde oluşan basınçların ilişkisi değerlendirildiği zaman özellikle 40 kg traksiyon kuvvetinin pudental sinir üzerinde anlamlı basınç farkı oluşmasına sebep olduğu görülmektedir. Ölçüm yapılan üç

anatomik bölgede de tüm abdüksiyon açılarında 40 kg traksiyon uygulanması ve hiç traksiyon yapılmaması arasında anlamlı fark vardır. İnferior rektal dalın ayrıldığı alanda 30 kg traksiyon da tüm açılar için hiç traksiyon uygulanmamasından anlamlı bir fark oluşturmuştur. Aynı sensörde 15° abdüksiyonda 20 kg ve 0 kg traksiyon kuvvetleri sonucu yapılan ölçümler de istatistiksel olarak farklıdır. Perine üzerinde genital organların duyusunu taşıyan dal üzerinde de benzer sonuçlar alınmıştır. Tüm abdüksiyon açılarında 30 kg ve 40 kg traksiyon uygulanması hiç traksiyon uygulanmadığı zaman yapılan ölçümlerden anlamlı olarak farklıdır. Ayrıca yine tüm açılarda 10 kg ve 40 kg arasında da istatistiksel olarak farklı ölçümler alınmıştır. Kısaca 30 ve 40 kg traksiyon kuvvetleri anlamlı olarak pudental sinir üzerinde basınç artışına sebep olmaktadır.

Bu sonuçlar klinik gözlemler sonucu elde edilen bulgular ile uyumludur. Sampson ve ark. kalça artroskopisi ve komplikasyonlarını araştırdıkları çalışmada kullanılan traksiyonun 22.7 kg (50 lb) ile sınırlandırılmasını önermişlerdir (4,27). Brumback ve ark. intramedüller femur çivilemesi yapılan 106 hasta ile yürüttükleri prospektif çalışmada pudental palsy gelişmeyen grupta ortalama traksiyon kuvvetinin 34,9 kg/sa olduğunu ama palsy gelişen hastalarda bu kuvvetin 73,3 kg/sa olduğu görülmüştür (38). Traksiyonun siyatik sinir felci gelişmesi üzerindeki etkisinin incelendiği Harris ve ark. çalışması ise siyatik sinir felci gelişen hastalarda ortalama traksiyon kuvvetini  $38,1 \pm 7,8$  kg olarak kaydetmiş, siyatik sinir komplikasyonu olmayan grupta ise traksiyon kuvveti  $32,9 \pm 7,9$  kg'da kalmıştır (28). Üç çalışma sırası ile 22,7 kg, 34,9 kg ve 32,9 kg gibi 30 kg sınırına yakın traksiyon kuvvetlerinde felç gelişme riski olduğunu vurgulamaktadırlar. Kadavra üzerinde yaptığımız ölçümler sonrasında da 10 kg ve 20 kg ile oluşan basınçların hiç traksiyon uygulanmadığı andaki basınçlarla farklı olmadığını ama 30 kg ve 40 kg'da basınçta artış olduğunu göstermektedir. Bu artışın felç etyolojisi için yeterli olup olmadığı ileride tartışılacaktır.

Alt ekstremitedeki abdüksiyon miktarının ve ekstremitenin pozisyonunun pudental sinir basınçlarına etkisini incelemek amacıyla sabit ağırlıkta ölçüm yapılan sensörlerin ölçümleri karşılaştırılmıştır. Ölçüm yapılan 3 noktada da tüm traksiyon ağırlıklarında açı değişimi basınçta anlamlı bir fark oluşturmamaktadır. Traksiyon kuvvetinin vektörü düşünüldüğünde; abdüksiyon açısının artması ile lateral kuvvet

kolu artarken doğrusal kuvvet miktarının azalması beklenir. Uygulanan kuvvet ile doğrusal olarak etki eden kuvvet bileşenin etkisi abdüksiyon açısının kosinüsü ile orantılı olacaktır.  $\cos 0^\circ$ 'nin 1;  $\cos 15^\circ$ 'nin 0,965;  $\cos 30^\circ$ 'nin 0,866 ve  $\cos 45^\circ$ 'nin 0,707 olduğu düşünülecek olursa aslında açı arttıkça doğrusal kuvvetin azalacağını ama bu değişimin görece küçük olacağı anlaşılabılır. Örnek vermek gerekirse 40 kg traksiyon uygulandığında abdüksiyon açısı  $0^\circ$  iken etki eden doğrusal kuvvet 40 kg,  $15^\circ$  abdüksiyonda iken 38,6 kg ( $40 \times 0.965$ ), abdüksiyon  $30^\circ$  çıktığında 34,64 kg ( $40 \times 0.866$ ) ve en nihayetinde  $45^\circ$  abdüksiyon açısında 28,28 kg ( $40 \times 0.707$ ) olacaktır. Kuvvet ile pudental sinir basınçlarının ilişkisi düşünülecek olursa 10 kg'lık değişimlerin sinir üzerinde anlamlı basınç farkları oluşturmadığı hatırlanacaktır. Literatürde traksiyon pozisyonu ile ilgili bir araştırma bulunmamaktadır. Kalça artroskopisi sırasında eklemin değişik yüzlerine ulaşılması için kalçaya çok çeşitli pozisyonlar verilmesi gerektiği düşünülürse basınçların açıya bağlı olarak anlamlı değişmesi önemlidir. Bu sayede cerrah sabit traksiyon altında iken pudental sinir felci gelişme riski olmadan istediği hareket açıklığını kullanmaya özgür olacaktır.

Kompresyon sonrasında pudental sinirin hangi bölgede basınca maruz kaldığının araştırılması amacıyla traksiyon ağırlıkları ve abdüksiyon açısı sabitlenerek basınçlar karşılaştırılmıştır. Pudental sinirin perineal dalının ayrıldığı tuber ischiadicum ve penis/klitorisin dorsal duyu dalının üzerinde oluşan basınçlar pudental kanal içerisinde inferior rektal dal üzerinde oluşan basınçlardan anlamlı olarak farklıdır. Ancak tube ischiadicum ve perine bölgesindeki iki sensörün ölçümlerin istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür. Bu bölgelerde yapılan ölçümlerin kanal içerisinden daha yüksek olması ancak kendi aralarında fark olmaması klinik olarak da anlamlıdır. Morfolojik olarak pudental kanal içerisinde iskiadik kol tarafından korunan pudental sinir ve inferior rektal dal kaudal yönde gelen kompresif kuvvetlerden korunmaktadır. Sinirin kaudalinde sıkışmaya sebep olacak sert bir anatomik yapı yoktur. Bunun aksine pudental dal perineal ve genital dalını vermeden pubik kol ile perine desteği arasında sıkışabilecek bir pozisyonda seyreder. Inferior rektal dal pudental sinirden ayrıldıktan sonra hem genital hem de perineal dalın basınca maruz kalacak şekilde etkilenebilir olması; traksiyon sonrası görülen pudental sinir felcinde anal sfinkter kontrolünün korunduğu ama perine bölgesinde hipoestezi ve cinsel fonksiyon bozukluğu görüldüğü klinik tabloyu

açıklamaktadır. Ayrıca kanal dışındaki iki sensörde de ölçümlerin aynı olması sıkışmanın noktasal değil tüm pudendal kol boyunca olabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmada yumuşak dokuların koruyucu etkisini incelemek amacıyla kadavraların vücut kitle indeksi ve perine dokusu kalınlığı ile sinir dokusundaki basınçlar karşılaştırılmıştır. Hem vücut kitle indeksi hem de perine kalınlığı ile basınçlar arasında ilişki bulunamamıştır. Aslında cilt altı yumuşak dokunun kuvvetleri tamponlayıcı etkisi olması beklenmektedir. Ancak ortalama  $2,77 \pm 0,67$  cm kalınlığındaki dokuların yüksek basınçlar için yeterli koruma sağlamıyor olması olasıdır. Bir başka olasılık da araştırma için kullanılan kadavra sayının az ve perine kalınlığı ile vücut kitle indeksi örneklem aralığının dar olması nedeniyle bu sonuçların güvenilirliğinin düşük olması olabilir. Bu bulguların doğrulanması için daha geniş örneklemli çalışmalar gereklidir.

Çalışmanın esas hedefi traksiyon için güvenli bir eşik değer oluşturmaktır. Daha önce yapılmış klinik çalışmalarda traksiyon kuvveti ve pozisyon için kesin bir değer belirtilemediği için hayvan sinir dokuları üzerinde yürütülen fizyoloji çalışmalarından yola çıkılarak bir sınır belirlenmeye çalışılmıştır. Basınç ve sinir fonksiyonu çalışmaları incelendiğinde 30 mmHg basınçta endonöronal ödem başladığı ancak 80 mmHg ve üstü basınçlarda intranöronal dolaşımın durduğu bilinmektedir (44,47). Ancak bu etkilenmeler pudendal tünel sendromu gibi kronik nöropatik patolojilere sebep olacak düzeydedirler. Kalça artroskopisi sonrası gelişen akut pudendal sinir felcinin etyolojisini açıklamak için yeterli olmayacaktır.

Rydevik basıncın ve kompresyonun akut sinir iletimi ve morfolojisi üzerindeki etkilerini anlatan çalışması pudendal sinir felcinin etyolojisi konusunda aydınlatıcı olacaktır (56). İzole edilmiş tavşan tibial sinirlerine uygulanan 2 saat süreli 200 mmHg basınç, sinir iletiminde bozulmaya neden olmuştur. Basınç ortadan kaldırıldıktan 2 saat sonra sinir iletimi normale dönmüştür. Yazarlar bu durumun aksonetmezis olmadan sadece sinir dokusundaki iskemiye ve deformasyona bağlı olduğunu düşünmektedirler. 200 mmHg'nın aksine 400 mmHg basınç uygulandığında ise kısa sürede sinir fonksiyonu bozulmuştur. 45 dakika uygulanan basınç kaldırıldıktan 2 saat sonra bile sinir fonksiyonunda anlamlı düzelme görmediklerini belirtmektedirler. Yazarlar olaydan 3 ve 7 gün sonraki incelemelerde bile mikro-dolaşımın bozuk olduğunu göstermişlerdir. Bu durumun basıncın yarattığı

deforme edici güçler nedeniyle oluşan aksonetmezis ve destek dokulardaki bozulmaya bağlı olduğunu düşünmektedirler. Klinik çalışmalarda hastaların şikayetlerinin 3-6 ay arasında düzeldiği veya travma literatüründeki araştırmalarda belirtilen nadir de olsa kalıcı olan hipoestezinin etyolojisini bu güç ve süredeki basınç ile açıklamak daha uygun olacaktır.

Sinir dokusundan alınmış ölçümleri fizyoloji literatüründen elde edilen 400 mmHg eşik değeri ile karşılaştırmak amacıyla hiç traksiyon olmadan yapılan ölçümlerdeki değerler aynı abduksiyon açısındaki ölçümlerden çıkartılmıştır. Böylelikle pozisyonun ve yumuşak dokunun zaten fizyolojik pozisyonlarda var olan etkisi ortadan kaldırılarak tıpkı fizyoloji deneylerinde yapıldığı gibi sinirin izole olduğu ve basınçtaki artışların kaydedildiği bir durum oluşturulmaya çalışılmıştır. Ek 6'da değişik abduksiyon açılarında ve 10 kg, 20 kg, 30 kg ve 40 kg traksiyon uygulandığı zaman her üç sensörde ölçülen basınç farklarının ortalaması ve %95 güven aralığındaki minimum ve maksimum değerleri tablo haline getirilmiştir.

Tekscan FlexiForce® A201 sensörler ile üzerlerine yerleştirildikleri 1,96 cm<sup>2</sup>'lik (1,4cmx1,4cm) plakaya etki eden kuvvetler ölçülmüştür (53). Burada ölçülen her 1 kilogramlık kuvvet 387.36 mmHg'lık basınç artışına eşit olacaktır. (1kg/cm<sup>2</sup>=736 mmHg, 736/1,96=387,36 mmHg) Rydevik'in çalışmalarından alınan 400 mmHg eşik değeri de 1,032 kg'lık bir ölçüme denk gelmektedir (56) (400/387,36=1,032 kg).

Ek 6'da gösterilmiş olan ortalama ölçüm değerlerine bakıldığında zaman perineal dalın üzerinde 40 kg traksiyon uygulanırken 0° ve 15° abduksiyonda 400 mmHg sınırı aşılmaktadır. Genital organların duyusunu alan kadınlarda klitoris dorsal siniri, erkekte penisin dorsal sinirinin 30 kg ve 40 kg traksiyon altında tüm açılarda 400 mmHg'dan daha yüksek basınçlar altında kaldığı görülmektedir. Bu bölgelerde ameliyat içerisinde basınçların 45 dakika süreyle 400 mmHg ve daha fazlasında olması akson hasarı ile sonuçlanacak pudental sinir felcine neden olacaktır. Komplikasyonlardan kaçınılması amacıyla 30 kg'dan daha düşük traksiyon kullanılmasına dikkat edilmelidir.

Pudental kanal içerisinde basınç ölçümlerinin hiç 400 mmHg'yı geçmediği görülmektedir. Burada alınan en yüksek ölçüm 175 mmHg düzeyinde kalmıştır. Bu nedenle inferior rektal sinirde basınç nedeniyle sinir iletimi bozulsa bile Rydevik'in

deneyinde gösterildiği gibi basınç ortadan kalktıktan 2 saat sonra ileti normale dönmüş olacaktır (56).

Pudental sinir felci gelişmesi ile ilgili bir diğer kilit nokta basıncın uygulandığı süredir. Bilindiği gibi kısa süreli yüksek basınçlar sinir felci oluşturmazlar. Yapılan çalışmalarda 750 mmHg düzeyindeki basınçların bile sinir iletimini bozması için 10,9 dk gerekmektedir (8). Traksiyon eşik değeri önerilirken bu durum da göz önünde bulundurulmalıdır.

Benzer şekilde bu çalışmada pudental sinir üzerinde oluşan uzama kuvvetlerinden ve buna bağlı risklerden hiç bahsedilmemiştir. Pudental kanal içerisinde sinirin görece korunaklı ve esnemeye karşı dayanıklı olduğu düşünülse de aslında tüm bağ doku elemanları gibi o da esneme kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Kadın hastalıkları ve doğum literatürü tarafından yapılan yayınları incelemek bu açıdan anlamlı olacaktır.

Ayrıca sinir dokusunun sahip olduğu miyelinli ve miyelinsiz liflerin oranı da basınca karşı vereceği tepkileri değiştirecektir. Miyelinli lif içeriği daha yüksek olan dallar daha düşük basınçlarda fonksiyonlarını yitirirken miyelinsiz olanlar daha yüksek basınçlara dayanabilmektedir (8). Eşik değeri belirlemede kullanılan Rydevik ve ark. Yaptığı deneyler tavşan tibial siniri üzerinde yürütülmüş hayvan çalışmalarıdır. Pudental sinirin basınca olan dayanıklılığını anlamak için ona özdeş bir sinir üzerinde fizyoloji çalışmalarını tekrarlamak yararlı olacaktır (48).

Çalışmanın tekniğine yönelik getirilebilecek bir başka eleştiri noktası ise gerçek cerrahi düzeni tam olarak yansıtmıyor oluşudur. Herşeyden önce kullanılan taze kadavra dokusu insana ait olsa da dolaşımı olmaması ve kas tonüsünün hiç olmaması yumuşak dokunun sahip olduğu özellikleri değiştirmektedir. Muhtemelen fotoğraf 4.1’de görülen yumuşak doku deformasyonunun görülmesi için canlı bir insanda çok daha yüksek güçler gereklidir. Bir başka sorun da ülkemizde taze kadavra ulaşma sıkıntısıdır. Kadavraların sayıca azlığı örneklem miktarını kısıtlamış ve istenilen çeşitliliğin olmasını engellemiştir. Birçok üniversitenin iyi donanımlı Anatomi Bölümleri olmasına rağmen ülkemizde sadece Akdeniz Üniversitesi taze kadavra sahiptir. Akdeniz Üniversitesi Klinik Anatomi Bilim Dalı’nın misafirperverliği ve bilime olan desteği sayesinde bu çalışma gerçekleştirilebilmiştir. Ancak formaldehit ile işlem görmüş kadavra ya da hayvan



kobaylara kıyaslandığında temin edilebilecek en iyi malzemenin taze kadavra olduğu unutulmamalıdır.

Çalışmanın yine de tartışılabilir başka teknik noktaları vardır. Örneğin özel üretim bir traksiyon düzeneği yerine gerçek cerrahi masası üzerinde yapılacak ölçümler kalça fleksiyonu gibi daha gerçekçi pozisyonlama yapılmasını sağlayabilirdi. Çalışma düzeneğinde kalça fleksiyonunun aynı derecede tekrarlanabilir olmadığı görülmesi üzerine tüm ölçümlerin 0° ekstansiyonda yapılması kararlaştırılmıştır. Oysa ki kalça artroskopisinde genellikle 15°-20° arası bir kalça fleksiyonu kullanılmaktadır. Gözden geçirilmesi gereken bir başka nokta da traksiyon kuvvetleridir. Çalışmada çok sayıda ölçüm alındığı için traksiyonun 10 kg'lık farklarla uygulanması seçilmiştir. Belki daha hassas değerler vermek amacıyla daha küçük aralıklar seçilebilir. Benzer şekilde seçilen sensörler de yapılacak ölçümler için mümkün olan en geniş duyarlılığa sahip olacak şekilde seçilmişlerdir. Bu durum onların iki değer arasındaki ayırt etme güçlerini düşürmektedir. Deneyden önce pudental sinir üzerinde oluşan kuvvetleri öngörmemize yardımcı olacak bir yayın bulunmadığı için böyle bir tercihte bulunulmuştur. Ancak yeni veriler ışığında sensör seçimi yapılırken daha dar bir aralığa sahip ancak daha duyarlı bir sensör seçilmesinin uygun olduğu görülmüştür.

## 6. SONUÇLAR

- Kalça artroskopisinin en sık görülen komplikasyonu pudendal sinir felcidir. Bu tamamı geri dönüşlü olsa da hasta için sıkıntı yaratabilecek bir komplikasyondur.
- Literatürde pudendal sinir felcine sebep olan traksiyon kuvvetleri için fikir birliğine varılmış bir eşik değer yoktur.
- Çalışma sonunda 30 kg ve 40 kg traksiyon kuvvetleri sonucu pudendal sinir üzerinde oluşan basınçların 0 kg, 10 kg ve 20 kg traksiyon ile oluşan basınçlardan anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür.
- Traksiyon uygulanırken alt ekstremiteye verilen 0°-45° kalça abdüksiyonunun pudendal sinir üzerinde oluşan basınçlar ile ilişkisi yoktur.
- Traksiyon sırasında tuber ischiadicum hizasında ve genital bölgede pubik kolun altında oluşan basınçlar pudendal kanal içerisinde oluşan basınçlardan anlamlı olarak farklıdır. Bu inferior rektal dalın basınca maruz kalmazken genital dal ve penis/klitoris dorsal dalının basınçtan etkilenebileceğini göstermektedir.
- 30 kg ve 40 kg traksiyon kuvvetlerinde pudendal sinirin perineal ve genital dalı üzerinde 400 mmHg'dan büyük veya eşit basınçlar oluştuğu görülmüştür. Aksonotmezis oluşması için gerekli minimum basınç sınırı 400 mmHg olarak kabul edilirse 30 kg'dan daha yüksek traksiyon kuvvetlerinden kaçınılmalıdır.

## ÖZET

### **Kalça Artroskopisinde Görülen Pudental Sinir Felcinin Uygulanan Traksiyon Kuvveti Ve Kalça Abdüksiyon Açısı İle İlişkisinin Kadavra Modeli Üzerinde Araştırılması**

Kalça artroskopisinde, en geniş vaka serilerine sahip cerrahların elinde bile komplikasyonlar görülmektedir. Komplikasyonlar arasında en sık görüleni traksiyona bağlı pudental sinir felcidir. Neredeyse tamamı geri dönüşlü olmakla beraber perine bölgesinde duyu kaybı ve ağrı ve seksüel disfonksiyon yaratması nedeniyle önemlidir.

Pudental sinir felcinin traksiyon sırasında perine desteği ile kemik yapılar arasında kalan sinir dokusunun kompresyonu sonrasında olduğu bilinmektedir. Literatürde traksiyonun komplikasyonlarını azaltmak amacıyla çeşitli öneriler bulunmaktadır. Ancak traksiyon kuvveti ve alt ekstremitenin pozisyonu ile ilgili sadece retrospektif veriler bulunmaktadır. Bu çalışmanın hedefi traksiyon için güvenli bir ağırlık eşik değeri oluşturmak ve alt ekstremita pozisyonu önerisinde bulunmaktadır.

Bu nedenle 9 adet taze dondurulmuş kadavra (6 erkek, 3 kadın) kullanılarak toplam 17 kalça incelenmiştir. Disseke edilen pudental sinirler üzerinde ölçüm yapacak şekilde 3 adet sensör FlexiForce® (Tekscan Boston, ABD) yerleştirilmiştir. Bu kuvvet okuyan sensörlerden biri Alcock kanalı içerisinde inferior rektal dal ayrılmadan, biri tuber ischiadicum üzerinde perineal dal ayrılmadan bir tanesi de symphysis pubis proksimalinde penisin/klitoris dorsal duyu dalı üzerine yerleştirilmiştir. Kadavralara traksiyon uygulanabilmesi için özel üretim bir masaya alınmışlardır. Traksiyon aparatına Bıçakçılar Surgiline 2000 Ortopedik Traksiyon Setine (İstanbul, Türkiye) ait 9 cm çaplı yumuşak destekli perine desteği yerleştirilmiştir. Ardından hiç traksiyon yapılmazken, 10 kg, 20 kg, 30 kg ve 40 kg kuvvetlerinde ve 0°, 15°, 30° ve 45° kalça abdüksiyon açılarında traksiyon uygulanırken ölçümler yapılmıştır.

Çalışma sonunda 30 kg ve 40 kg traksiyon kuvvetleri sonucu pudental sinir üzerinde oluşan basınçların 0 kg, 10 kg ve 20 kg traksiyon ile oluşan basınçlardan anlamlı olarak yüksek olduğu görülmüştür. Traksiyon uygulanırken alt ekstremiteye verilen 0°-45° kalça abdüksiyonunun pudental sinir üzerinde oluşan basınçlar ile ilişkisi yoktur. Traksiyon sırasında tuber ischiadicum hizasında ve genital bölgede pubik kolun altında oluşan basınçlar pudental kanal içerisinde oluşan basınçlardan anlamlı olarak farklıdır. Bu inferior rektal dalın basınca maruz kalmazken genital dal ve penis/klitoris dorsal dalının basınçtan etkilenebileceğini göstermektedir. 30 kg ve 40 kg traksiyon kuvvetlerinde pudental sinirin perineal ve genital dalı üzerinde 400 mmHg'dan büyük veya eşit basınçlar olduğu görülmüştür. Aksonotmezis oluşması için gerekli minimum basınç sınırı 400 mmHg olarak kabul edilirse 30 kg'dan daha yüksek traksiyon kuvvetlerinden kaçınılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Kalça artroskopisi, komplikasyon, pudental sinir, basınç, traksiyon kuvveti

## SUMMARY

### **The Relation Of Pudendal Nerve Palsy With The Traction Force And Hip Abduction Angle Used For Distraction At Hip Arthroscopy On A Cadaveric Model**

Even for the experienced surgeons complication is a possibility at hip arthroscopy. Pudendal palsy is the most frequent complication seen at hip arthroscopy. Traction related pudendal palsy is almost always reversible however it causes a big distress on the patient having perineal hypoesthesia/dysesthesia or sexual disfonction.

It is known that compression of pudendal nerve trapped between the perineal post and bones cause the palsy. There are several papers giving recommendations for the prevention. However there are only retrospective data present for the traction force and abduction angle. This study aims to find the relation between the traction force, abduction angle and the site of compression and establish a safe treshold level for traction force and abduction angle to be used at hip distraction.

9 fresh frozen cadavers (6 male, 3 female; total of 17 hips) were used. Pudendal nerves were dissected and 3 FlexiForce® (Tekscan Boston, USA) force sensors are implanted on the nerves; one in the pudendal canal on the inferior rectal nerve, one at tuberositas ischiadicum on the perineal nerve and one to the proximal of symphysis pubis on the dorsal nerve of clitoris/penis. The cadavers then transfered to a custom made traction table on supine position. A padded perineal post (Bıçakçılar Surgiline 2000 Orthopedic Traction Set İstanbul, Turkey) with a diameter of 9 cm was used for peroneal support. Recordings were done with no traction, 10, 20, 30 and 40 kg of traction with varying angles 0°, 15°, 30° and 45°.

Data show that pressures exerted on pudendal nerve by 30 and 40 kg of traction are statistically higher than pressures of 0, 10 and 20 kg. The abduction angle of the hip does not change the pressure values statistically. The tuberositas ischiadicum (the peroneal nerve) and perineal region (the dorsal nerve of penis/clitoris) gets statistically higher pressure values when compared to pudendal canal (the inferior rectal nerve). If 400mmHg pressure is considered as a treshold for axonotmesis, pressure can get higher than 400 mmHg under the traction forces of 30 and 40 kg for the distraction of the hip at arthroscopy. Thus the traction forces over 30 kg shuold be avoided.

**Key words:** Hip arthroscopy, complication, pudendal nerve, pressure, traction force

## KAYNAKLAR

1. Lynch TS, Terry MA, Bedi A, Kelly BT. Hip Arthroscopic Surgery: Patient Evaluation, Current Indications, and Outcomes. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013;41(5):1174–89.
2. Binnet MS, Ateş Y, Işıklar UZ. Tanı ve Cerrahi Amaçlı Kalça Artroskopisi. *Acta Orthop Traum Turc*. 1990;24(1):241–4.
3. Griffiths EJ, Khanduja V. Hip arthroscopy: evolution, current practice and future developments. *International Orthopaedics*. 2012 Jun;36(6):1115–21.
4. Sampson TG. Complications of hip arthroscopy. *Clinics in sports medicine*. 2001 Oct;20(4):831–5.
5. Nord RM, Meislin RJ. Hip Arthroscopy in Adults. *Bull NYU Hosp Jt Dis*. 2010;68(2):97–102.
6. Than M, Harris JD, McCormick FM, Abrams GD, Bush-joseph CA, Nho SJ. Complications and Reoperations During and After Hip Arthroscopy: A Systematic Review of 92 Studies and More Than 6000 Patients. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*. Arthroscopy Association of North America; 2013;29(3):589–95.
7. Simpson J, Sadri H, Villar R. Hip arthroscopy technique and complications. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2010 Dec;96(8 Suppl):S68–76.
8. Fern BYR, Harrison PJ. Effects of compression upon conducting in myelinated axons of the isolated frog sciatic nerve. *J. Physiol*. 1991;432:111–22.
9. Han SE, Lin CS-Y, Boland R a, Bilston LE, Kiernan MC. Changes in human sensory axonal excitability induced by focal nerve compression. *The Journal of physiology*. 2010;588(Pt 10):1737–45.
10. Arıncı K, Elhan A. *Anatomi*. 3. Baskı. Ankara, Türkiye: Güneş Kitabevi; 2001. Vol: 1; p:17-21
11. Moore KL. *Clinically Oriented Anatomy*. 3rd Editio. Clinically Oriented Anatomy. Baltimore, USA: Williams&Wilkins; 1992. p:243-322
12. Ekşioğlu MF, Açar Hİ, Tekdemir İ. Kalça ekleminin fonksiyonel anatomisi. *TOTBİD Dergisi*. 2011;10(1):32–7.

13. Thomas BJW, editor. Operative Hip Arthroscopy. 2nd ed. New York: Springer-Verlag; 2005. p:1-35
14. Henry A. Extensile Exposure. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone; 1973.
15. Mahakkanukrauh P, Surin P. Anatomical Study of the Pudendal Nerve Adjacent to the Sacrospinous Ligament. *Clinical Anatomy* (New York, N.Y.). 2005;18(December 2003):200–5.
16. Montoya TI, Calver L, Carrick KS, Prats J, Corton MM. Anatomic relationships of the pudendal nerve branches. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. Elsevier Inc.; 2011;205(5):504.e1–504.e5.
17. Pirro N, Sieleznev I, Le T, Ouaisi M, Sastre B, Champsaur P. Surgical anatomy of the extrapelvic part of the pudendal nerve and its applications for clinical practice. *Surg Radiol Anat*. 2009;31:769–73.
18. Shafik A. Neuronal innervation of urethral and anal sphincters : surgical anatomy and clinical implications. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*. 2000;12:387–98.
19. Verhelst L, Guevara V, Schepper J De, Pattyn C, Audenaert EA. Extra-articular hip endoscopy A REVIEW OF THE LITERATURE. *Bone Joint Res*. 2012;1(12):324–32.
20. Glick JM, Sampson TG, Gordon B, Behr J, E S. Hip arthroscopy by the lateral approach. *Arthroscopy*. 1987;3:4–12.
21. Byrd JWT. Hip Arthroscopy utilizing the supine position. *Arthroscopy*. 1994;10(3):275–80.
22. Clohisy JC, Carlisle JC, Trousdale R, Kim Y, Beaule PE, Morgan P, et al. Radiographic Evaluation of the Hip has Limited Reliability. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467:666–75.
23. Tibor LM, Leunig M. The pathoanatomy and arthroscopic management of femoroacetabular impingement. *Bone Joint Res*. 2012;1(10):16–8.
24. Flecher X, Dumas J, Argenson J-N. Is a hip distractor useful in the arthroscopic treatment of femoroacetabular impingement? *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2011 Jun;97(4):381–8.
25. Shetty VD, Villar RN. Hip arthroscopy: current concepts and review of literature. *British journal of sports medicine*. 2007 Feb; 41(2):64–8; discussion 68.

26. Flierl MA, Stahel PF, Hak DJ, Morgan SJ, Smith WR. Traction Table – related Complications in Orthopaedic. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2010;18(11):668–76.
27. Papavasiliou A V, Bardakos N V. Complications of arthroscopic surgery of the hip. *Bone Joint Res*. 2012;1(7):131–44.
28. Harris AHS, Glick JM. Risk of Sciatic Nerve Traction Injury During Hip Arthroscopy-Is It the Amount or Duration? *The Journal of Bone&Joint Surgery Am*. 2012;94:2025–32.
29. Lo Y-P, Chan Y-S, Lien L-C, Lee MS-S, Hsu K-Y, Shih C-H. Complication of Hip Arthroscopy: Analysis of Seventy Three Cases. *Chang Gung Med J*. 2006;29:86–92.
30. Merrell G, Medvecky M, Daigneault J, Jokl P. Hip arthroscopy without a perineal post: a safer technique for hip distraction. *Arthroscopy*. 2007;23(1):1–3.
31. Ochs BC, Eeg RT, Herzka A, Yaylali MDI, Ph D. Intraoperative Neurophysiological Monitoring of Somatosensory Evoked Potentials during Hip Arthroscopy Surgery. *Neurodiagn J*. 2012;52:312–9.
32. Lundborg G, Rydevik B. Effects Of Stretching The Tibial Nerve Of The Rabbit A Preliminary Study of the Intraneural Circulation Barrier Function of the Perineurium. *The Journal of Bone&Joint Surgery*. 1973;55(2):390–401.
33. Rickett T, Connell S, Bastijanac J. Functional and Mechanical Evaluation of Nerve Stretch Injury. *J Med Syst*. 2011;35:787–93.
34. Stecker MM, Baylor K, Wolfe J, Stevenson M. Acute nerve stretch and the compound motor action potential. *Journal of Brachial Plexus and Peripheral Nerve Injury*. BioMed Central Ltd; 2011;6(1):4.
35. Wang W, Zhang P, Yan J, Han N, Kou Y, Zhang H, et al. Histological Analysis of Single Peripheral Nerve Fiber in Acute Nerve Elongation Process. *Artificial Cells, Blood Substitutes, and Biotechnology*. 2010;38:165–8.
36. Russell SM, Marcus J, Levine D. Pathogenesis Of Rapidly Reversible Compressive Neuropathy: Revisiting the Classical Sphyngmomanometer Experiment. *Neurosurgery*. 2009;65:A(4):174–80.
37. Polyzois I, Tsitskaris K, Oussedik S. Pudendal nerve palsy in trauma and elective orthopaedic surgery. *Injury*. Elsevier Ltd; 2013;Article in Press. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.injury.2013.09.001>
38. Brumback RJ, Ellison TS, Molligan H, Molligan DJ, Mahaffey S, Schmidhauser BA. Pudendal Nerve Palsy Complicating Intramedullary

- Nailing of the Femur. *The Journal of Bone&Joint Surgery*. 1992;74-A(10):1450–5.
39. Winfree CJ, Kline DG. Intraoperative positioning nerve injuries. *Surgical neurology*. 2005;63(1):5–18; discussion 18.
  40. Lien K, Morgan DM, Delancey JOL, Ashton-miller JA. Pudendal nerve stretch during vaginal birth : A 3D computer simulation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*. 2005;192:1669–76.
  41. Bressel E, Reeve T, Parker D, Cronin J. Influence of bicycle seat pressure on compression of the perineum : A MRI analysis. *Journal of Biomechanics*. 2007;40:198–202.
  42. Bressel E, Parker D. Effect of graded bicycle seat pressure on perineal compression : a magnetic resonance imaging analysis. *Br J Sports Med*. 2010;44:466–7.
  43. Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Current Concepts Review Pathophysiology of Nerve Compression Syndromes : Response of Peripheral Nerves to Loading. *The Journal of Bone&Joint Surgery*. 1999;81-A(11):1600–10.
  44. Dyck PJ, Lais AC, Giannini C, Engelstad JK. Structural alterations of nerve during cuff compression. *Proc. Nat. Acad. Sci*. 1990;87:9828–32.
  45. Emara M, Saadah AM. Emara, M., and Saadah, A. M.: The carpal tunnel syndrome in hypertensive patients treated with beta-blockers. *Postgrad. Med. J*. 1988;64:191–2.
  46. Dahlin LB, McLean WG. Effects of graded experimental compression on slow and fast axonal transport in rabbit vagus nerve. *Journal of the neurological sciences*. 1986 Jan;72(1):19–30.
  47. Dahlin LB, Rydevik B, McLean WG, Sjöstrand J. Changes in fast axonal transport during experimental nerve compression at low pressures. *Experimental neurology*. 1984 May;84(1):29–36.
  48. Rydevik B, Nordborg C. Changes in Nerve Function and Nerve Fibre Structure Induced by Acute, Graded Compression. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Pscchiatry*. 1980;43(June):1070–82.
  49. Ochoa J, Fowler TJ, Gilliatt RW. Anatomical changes in peripheral nerves compressed by a pneumatic tourniquet. *J. Anat*. 1972;113(3):433–55.
  50. Varejão ASP, Cabrita AM, Meek MF, Bulas-cruz J, Melo-pinto P, Raimondo S, et al. Functional and Morphological Assessment of a Standardized Rat Sciatic Nerve Crush Injury with a Non-Serrated Clamp. *Journal of Neurotrauma*. 2004;21(11):1652–70.



51. Diao E, Shao F, Liebenberg E, Rempel D, Lotz JC, University M, et al. Carpal tunnel pressure alters median nerve function in a dose-dependent manner : a rabbit model for carpal tunnel syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*. 2005;23:218–23.
52. Causey BYG, Palmer E. The Effect of Pressure on Nerve Conduction and Nerve-Fibre Size. *J. Physiol*. 1949;109:220–31.
53. Ferguson-Pell M, Haggisawa S, Bain D. 2000 Nov;22(9):657-63. Evaluation of a sensor for low interface pressure applications. *Med Eng Phys*. 2000;22(9):657–63.
54. Napierala MA. What is the Bonferroni Correction? *AAOS Now*. 6(4).
55. Kim WH, Leet JH, Kot JS, Ahnt HJ, Park SK, Gwak MS, et al. Original Papers The effect of body mass index on spinal anaesthesia for total knee replacement arthroplasty : a dose-response study. 2012;40(3):410–6.
56. Rydevik B, Nordborg C. Changes in nerve function and nerve fibre structure induced by acute, graded compression. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Pscchiatry*. 1980;43(June):1070–82.

## EKLER

### EK 1.

Kadavra 1

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 26             | Erkek    | 62                    | 65                  | 1,70    | 22,49                                    | 1,5                   |

Tablo 1: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 1,08         | 1,95 | 1,69 | 1,79 | 2,22 |
|             | 15 °                   | 1,09         | 1,91 | 1,69 | 1,78 | 2,18 |
|             | 30 °                   | 1,12         | 1,90 | 1,67 | 1,78 | 2,01 |
|             | 45 °                   | 1,02         | 1,90 | 1,67 | 1,81 | 2,03 |
| 2           | 0°                     | 7,00         | 8,53 | 8,61 | 8,70 | 9,26 |
|             | 15 °                   | 7,49         | 8,42 | 8,62 | 8,69 | 9,15 |
|             | 30 °                   | 7,40         | 8,40 | 8,59 | 8,68 | 9,14 |
|             | 45 °                   | 7,22         | 8,20 | 8,64 | 8,69 | 9,23 |
| 3           | 0°                     | 6,20         | 6,53 | 7,23 | 7,55 | 7,58 |
|             | 15 °                   | 5,96         | 6,32 | 7,20 | 7,40 | 7,56 |
|             | 30 °                   | 6,00         | 6,30 | 7,22 | 7,28 | 7,38 |
|             | 45 °                   | 5,88         | 6,21 | 7,12 | 7,20 | 7,44 |

Tablo 2: 1 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 4,45         | 4,57 | 4,19 | 4,13 | 4,69 |
|             | 15 °                   | 4,41         | 4,44 | 4,06 | 4,10 | 4,85 |
|             | 30 °                   | 4,17         | 4,28 | 4,04 | 4,03 | 4,69 |
|             | 45 °                   | 4,04         | 3,89 | 3,71 | 3,35 | 4,67 |
| 2           | 0°                     | 8,45         | 8,21 | 8,26 | 8,41 | 8,78 |
|             | 15 °                   | 8,33         | 8,15 | 8,23 | 8,45 | 8,64 |
|             | 30 °                   | 8,26         | 8,16 | 8,15 | 8,03 | 7,77 |
|             | 45 °                   | 8,19         | 8,18 | 8,12 | 7,34 | 7,88 |
| 3           | 0°                     | 8,35         | 8,39 | 8,45 | 8,58 | 9,75 |
|             | 15 °                   | 8,37         | 8,31 | 8,42 | 8,58 | 9,65 |
|             | 30 °                   | 8,31         | 8,29 | 8,40 | 8,55 | 9,53 |
|             | 45 °                   | 8,30         | 8,24 | 8,35 | 8,53 | 9,53 |

Tablo 3: 1 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

Kadavra 2

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 22             | Erkek    | 54                    | 80                  | 1,64    | 29,74                                    | 2,5                   |

Tablo 4: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 3,02         | 3,76 | 3,51 | 3,49 | 3,61 |
|             | 15 °                   | 2,96         | 3,57 | 3,46 | 3,42 | 3,61 |
|             | 30 °                   | 2,96         | 3,59 | 3,07 | 3,39 | 3,59 |
|             | 45 °                   | 3,05         | 3,56 | 3,12 | 3,35 | 3,56 |
| 2           | 0°                     | 7,63         | 7,34 | 8,18 | 9,12 | 9,38 |
|             | 15 °                   | 7,63         | 7,34 | 8,02 | 9,09 | 9,56 |
|             | 30 °                   | 7,61         | 6,73 | 7,98 | 9,04 | 9,32 |
|             | 45 °                   | 7,57         | 7,41 | 7,95 | 9,09 | 9,10 |
| 3           | 0°                     | 9,81         | 9,62 | 9,75 | 9,15 | 9,82 |
|             | 15 °                   | 9,75         | 9,62 | 9,79 | 9,11 | 9,89 |
|             | 30 °                   | 9,67         | 9,64 | 9,63 | 9,01 | 9,80 |
|             | 45 °                   | 9,56         | 9,00 | 9,75 | 8,86 | 9,76 |

Tablo 5: 2 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 1,50         | 3,42 | 3,62 | 3,51 | 2,91 |
|             | 15 °                   | 1,60         | 3,39 | 3,32 | 3,52 | 3,07 |
|             | 30 °                   | 1,60         | 3,35 | 3,24 | 3,52 | 3,10 |
|             | 45 °                   | 2,00         | 3,55 | 3,33 | 3,58 | 3,79 |
| 2           | 0°                     | 7,46         | 7,10 | 7,49 | 7,22 | 7,13 |
|             | 15 °                   | 7,16         | 7,04 | 7,44 | 7,24 | 7,25 |
|             | 30 °                   | 7,15         | 7,13 | 7,41 | 7,24 | 7,04 |
|             | 45 °                   | 7,37         | 7,16 | 7,37 | 7,26 | 7,13 |
| 3           | 0°                     | 7,05         | 7,09 | 7,13 | 7,44 | 7,39 |
|             | 15 °                   | 7,03         | 7,09 | 7,21 | 7,52 | 7,29 |
|             | 30 °                   | 7,08         | 7,06 | 7,17 | 7,61 | 7,37 |
|             | 45 °                   | 7,05         | 7,11 | 7,15 | 7,70 | 7,40 |

Tablo 6: 2 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

### Kadavra 3

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 24             | Erkek    | 43                    | 65                  | 1,58    | 26,03                                    | 2                     |

Tablo 7: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 2,13         | 1,84 | 2,23 | 2,22 | 2,29 |
|             | 15 °                   | 1,91         | 2,02 | 2,36 | 2,33 | 2,34 |
|             | 30 °                   | 1,90         | 1,89 | 2,43 | 2,12 | 2,28 |
|             | 45 °                   | 1,94         | 2,10 | 2,23 | 2,34 | 2,40 |
| 2           | 0°                     | 2,26         | 2,16 | 2,38 | 2,80 | 2,45 |
|             | 15 °                   | 2,32         | 2,24 | 2,41 | 2,66 | 2,52 |
|             | 30 °                   | 2,16         | 2,19 | 2,52 | 2,92 | 2,56 |
|             | 45 °                   | 2,62         | 2,28 | 2,68 | 3,15 | 2,88 |
| 3           | 0°                     | 7,32         | 7,77 | 7,67 | 7,78 | 7,77 |
|             | 15 °                   | 7,34         | 7,63 | 7,60 | 7,63 | 7,82 |
|             | 30 °                   | 7,34         | 7,08 | 7,70 | 7,67 | 7,94 |
|             | 45 °                   | 7,35         | 7,60 | 7,66 | 7,62 | 8,00 |

Tablo 8: 3 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 1,12         | 1,76 | 1,31 | 1,35 | 1,17 |
|             | 15 °                   | 1,12         | 1,78 | 1,31 | 1,40 | 1,17 |
|             | 30 °                   | 1,11         | 1,67 | 1,31 | 1,37 | 1,16 |
|             | 45 °                   | 1,10         | 1,67 | 1,31 | 1,37 | 0,95 |
| 2           | 0°                     | 7,94         | 9,36 | 9,34 | 9,87 | 9,82 |
|             | 15 °                   | 7,91         | 9,27 | 9,84 | 9,54 | 9,70 |
|             | 30 °                   | 7,96         | 9,10 | 9,73 | 9,32 | 9,66 |
|             | 45 °                   | 8,00         | 9,41 | 9,57 | 9,18 | 9,60 |
| 3           | 0°                     | 3,50         | 4,69 | 4,63 | 4,86 | 4,34 |
|             | 15 °                   | 3,28         | 4,64 | 4,41 | 4,87 | 4,35 |
|             | 30 °                   | 3,11         | 4,47 | 3,93 | 4,84 | 4,28 |
|             | 45 °                   | 2,80         | 4,32 | 3,81 | 4,77 | 4,25 |

Tablo 9: 3 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

## Kadavra 4

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 29             | Kadın    | 28                    | 80                  | 1,73    | 26,72                                    | 4                     |

Tablo 10: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 1,91         | 1,94 | 1,80 | 1,89 | 2,01 |
|             | 15 °                   | 1,94         | 2,03 | 1,82 | 2,02 | 2,19 |
|             | 30 °                   | 1,91         | 1,98 | 1,77 | 1,81 | 2,33 |
|             | 45 °                   | 1,91         | 1,95 | 1,86 | 1,97 | 2,38 |
| 2           | 0°                     | 7,06         | 7,01 | 6,58 | 7,27 | 7,22 |
|             | 15 °                   | 7,12         | 7,21 | 6,57 | 7,25 | 7,24 |
|             | 30 °                   | 7,14         | 7,22 | 6,88 | 7,67 | 7,43 |
|             | 45 °                   | 7,27         | 7,24 | 6,71 | 7,88 | 7,49 |
| 3           | 0°                     | 1,72         | 1,63 | 1,60 | 2,00 | 1,85 |
|             | 15 °                   | 1,76         | 1,64 | 1,60 | 2,19 | 2,10 |
|             | 30 °                   | 1,73         | 1,80 | 1,80 | 2,27 | 2,21 |
|             | 45 °                   | 1,85         | 1,79 | 1,96 | 2,08 | 2,17 |

Tablo 11: 4 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 2,01         | 2,06 | 1,99 | 1,80 | 1,77 |
|             | 15 °                   | 2,14         | 2,07 | 2,01 | 1,84 | 1,74 |
|             | 30 °                   | 2,40         | 2,05 | 2,11 | 1,83 | 1,85 |
|             | 45 °                   | 2,39         | 2,07 | 2,13 | 1,79 | 1,95 |
| 2           | 0°                     | 6,70         | 7,10 | 7,00 | 7,70 | 8,80 |
|             | 15 °                   | 6,70         | 7,00 | 7,20 | 7,10 | 8,90 |
|             | 30 °                   | 7,30         | 7,30 | 8,50 | 8,30 | 8,10 |
|             | 45 °                   | 7,30         | 7,90 | 8,30 | 8,90 | 7,40 |
| 3           | 0°                     | 3,15         | 3,66 | 3,09 | 3,78 | 3,72 |
|             | 15 °                   | 3,08         | 3,78 | 3,11 | 3,98 | 3,89 |
|             | 30 °                   | 3,12         | 3,55 | 3,21 | 4,02 | 3,98 |
|             | 45 °                   | 3,19         | 3,13 | 3,26 | 3,97 | 4,01 |

Tablo 12: 4 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

## Kadavra 5

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 33             | Erkek    | 48                    | 69                  | 1,64    | 25,65                                    | 2,5                   |

Tablo 13: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |       |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|-------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40    |
| 1           | 0°                     | 2,23         | 2,21 | 2,18 | 2,99 | 2,36  |
|             | 15 °                   | 2,28         | 2,17 | 2,21 | 2,86 | 2,50  |
|             | 30 °                   | 2,31         | 2,20 | 2,22 | 2,83 | 2,48  |
|             | 45 °                   | 2,29         | 2,23 | 2,23 | 3,05 | 2,54  |
| 2           | 0°                     | 7,24         | 9,15 | 9,25 | 9,23 | 11,00 |
|             | 15 °                   | 7,22         | 9,09 | 9,23 | 9,20 | 10,68 |
|             | 30 °                   | 7,21         | 9,21 | 9,20 | 9,08 | 11,02 |
|             | 45 °                   | 7,23         | 9,28 | 9,15 | 9,21 | 10,85 |
| 3           | 0°                     | 4,13         | 4,13 | 4,49 | 4,77 | 4,99  |
|             | 15 °                   | 4,20         | 4,18 | 4,51 | 4,79 | 4,90  |
|             | 30 °                   | 4,27         | 4,19 | 4,58 | 4,70 | 5,09  |
|             | 45 °                   | 4,25         | 4,20 | 4,48 | 4,74 | 4,91  |

Tablo 14: 5 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 2,87         | 2,54 | 3,13 | 3,07 | 3,27 |
|             | 15 °                   | 2,82         | 2,24 | 3,12 | 2,86 | 3,04 |
|             | 30 °                   | 2,84         | 2,51 | 3,18 | 2,94 | 2,95 |
|             | 45 °                   | 2,82         | 2,39 | 3,07 | 2,84 | 3,13 |
| 2           | 0°                     | 7,46         | 7,18 | 7,60 | 7,52 | 7,24 |
|             | 15 °                   | 7,52         | 7,36 | 7,53 | 7,49 | 6,89 |
|             | 30 °                   | 7,35         | 7,42 | 7,44 | 7,52 | 6,73 |
|             | 45 °                   | 7,38         | 7,28 | 7,39 | 7,44 | 6,65 |
| 3           | 0°                     | 5,57         | 6,50 | 6,57 | 7,14 | 7,14 |
|             | 15 °                   | 5,64         | 6,45 | 6,46 | 7,08 | 6,88 |
|             | 30 °                   | 5,80         | 6,41 | 6,52 | 6,74 | 6,86 |
|             | 45 °                   | 5,87         | 6,40 | 6,01 | 6,57 | 6,54 |

Tablo 15: 5 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

## Kadavra 6

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 27             | Erkek    | 47                    | 87                  | 1,78    | 27,45                                    | 3                     |

Tablo 16: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 0,61         | 0,85 | 1,08 | 0,67 | 0,78 |
|             | 15 °                   | 0,61         | 0,79 | 0,89 | 0,67 | 0,79 |
|             | 30 °                   | 0,58         | 0,63 | 0,76 | 0,67 | 0,80 |
|             | 45 °                   | 0,57         | 0,64 | 0,74 | 0,60 | 0,80 |
| 2           | 0°                     | 2,37         | 3,27 | 3,89 | 3,50 | 3,21 |
|             | 15 °                   | 2,00         | 3,05 | 3,76 | 3,27 | 3,17 |
|             | 30 °                   | 1,91         | 2,65 | 3,66 | 3,15 | 2,88 |
|             | 45 °                   | 1,83         | 2,51 | 2,89 | 2,87 | 2,78 |
| 3           | 0°                     | 6,00         | 8,31 | 8,30 | 9,45 | 9,23 |
|             | 15 °                   | 6,04         | 8,40 | 8,31 | 9,34 | 9,24 |
|             | 30 °                   | 6,11         | 8,33 | 8,37 | 9,35 | 8,97 |
|             | 45 °                   | 6,11         | 8,34 | 8,32 | 9,08 | 8,80 |

Tablo 17: 6 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 1,41         | 1,25 | 1,09 | 1,10 | 1,05 |
|             | 15 °                   | 1,44         | 1,22 | 1,18 | 1,09 | 1,09 |
|             | 30 °                   | 1,45         | 1,71 | 1,13 | 1,05 | 1,09 |
|             | 45 °                   | 1,49         | 1,81 | 1,17 | 0,99 | 1,00 |
| 2           | 0°                     | 2,89         | 2,92 | 2,74 | 2,86 | 2,67 |
|             | 15 °                   | 2,81         | 2,86 | 2,79 | 2,91 | 2,59 |
|             | 30 °                   | 2,73         | 2,85 | 2,87 | 2,90 | 2,63 |
|             | 45 °                   | 2,71         | 2,81 | 2,93 | 2,75 | 2,70 |
| 3           | 0°                     | 2,62         | 7,30 | 7,64 | 7,82 | 8,29 |
|             | 15 °                   | 2,65         | 7,50 | 7,36 | 7,44 | 8,24 |
|             | 30 °                   | 2,59         | 7,58 | 7,41 | 7,60 | 8,41 |
|             | 45 °                   | 2,60         | 7,64 | 7,73 | 7,97 | 8,50 |

Tablo 18: 6 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

Kadavra 7

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 20             | Erkek    | 58                    | 75                  | 1,67    | 26,89                                    | 3,5                   |

Tablo 19: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 2,06         | 1,97 | 2,08 | 2,12 | 2,04 |
|             | 15 °                   | 2,09         | 2,06 | 2,06 | 2,11 | 2,02 |
|             | 30 °                   | 2,08         | 2,01 | 2,06 | 2,15 | 2,05 |
|             | 45 °                   | 2,15         | 2,03 | 1,98 | 2,09 | 2,06 |
| 2           | 0°                     | 3,16         | 3,44 | 3,49 | 4,01 | 4,61 |
|             | 15 °                   | 3,33         | 3,37 | 3,37 | 3,90 | 4,43 |
|             | 30 °                   | 3,24         | 3,54 | 3,32 | 4,03 | 4,41 |
|             | 45 °                   | 3,34         | 3,54 | 3,49 | 4,12 | 4,38 |
| 3           | 0°                     | 2,10         | 2,08 | 2,15 | 2,04 | 2,03 |
|             | 15 °                   | 2,15         | 2,15 | 2,28 | 2,12 | 2,10 |
|             | 30 °                   | 2,16         | 2,20 | 2,31 | 2,17 | 2,38 |
|             | 45 °                   | 2,17         | 2,19 | 2,30 | 2,26 | 2,42 |

Tablo 20: 7 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

Sağ alt ekstremitede geçirilmiş bir travmaya (?) veya konjenital deformiteye (?) bağlı 30° fleksiyon kontraktürü bulunduğu için bu kalça çalışmaya katılmamıştır.



## Kadavra 8

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 17             | Kadın    | 54                    | 45                  | 1,60    | 17,57                                    | 2,5                   |

Tablo 21: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |       |       |       |       |
|-------------|------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|             |                        | 0            | 10    | 20    | 30    | 40    |
| 1           | 0°                     | 1,96         | 2,45  | 2,25  | 2,66  | 2,78  |
|             | 15 °                   | 1,97         | 2,47  | 2,55  | 2,60  | 2,72  |
|             | 30 °                   | 1,94         | 2,48  | 2,53  | 2,65  | 2,74  |
|             | 45 °                   | 1,90         | 2,42  | 2,66  | 2,67  | 2,69  |
| 2           | 0°                     | 10,22        | 10,41 | 10,86 | 10,15 | 10,60 |
|             | 15 °                   | 10,07        | 10,37 | 10,78 | 9,98  | 10,56 |
|             | 30 °                   | 9,92         | 10,37 | 10,80 | 9,81  | 10,35 |
|             | 45 °                   | 10,06        | 10,66 | 10,66 | 9,81  | 9,81  |
| 3           | 0°                     | 9,10         | 9,03  | 9,56  | 8,93  | 9,67  |
|             | 15 °                   | 8,97         | 9,05  | 9,56  | 9,11  | 9,12  |
|             | 30 °                   | 8,99         | 9,09  | 9,98  | 9,36  | 9,43  |
|             | 45 °                   | 8,92         | 9,08  | 9,86  | 9,24  | 9,67  |

Tablo 22: 8 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |       |       |       |       |
|-------------|------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
|             |                        | 0            | 10    | 20    | 30    | 40    |
| 1           | 0°                     | 1,51         | 1,62  | 1,80  | 1,81  | 2,62  |
|             | 15 °                   | 1,52         | 1,62  | 1,80  | 1,83  | 2,76  |
|             | 30 °                   | 1,52         | 1,62  | 1,77  | 1,84  | 2,77  |
|             | 45 °                   | 1,52         | 1,61  | 1,77  | 1,91  | 2,81  |
| 2           | 0°                     | 10,46        | 10,92 | 10,07 | 10,71 | 10,20 |
|             | 15 °                   | 10,36        | 10,95 | 10,05 | 10,72 | 10,04 |
|             | 30 °                   | 10,22        | 11,01 | 10,03 | 10,70 | 9,96  |
|             | 45 °                   | 10,27        | 10,95 | 10,03 | 10,61 | 10,22 |
| 3           | 0°                     | 7,14         | 8,20  | 10,49 | 10,37 | 10,43 |
|             | 15 °                   | 6,83         | 8,82  | 10,45 | 10,14 | 10,33 |
|             | 30 °                   | 7,12         | 8,94  | 10,29 | 10,27 | 10,22 |
|             | 45 °                   | 7,17         | 8,50  | 10,25 | 10,28 | 10,11 |

Tablo 23: 8 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

## Kadavra 9

| Künye Numarası | Cinsiyet | Ölüm Sırasındaki Yaşı | Vücut Ağırlığı (kg) | Boy (m) | Vücut-Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> ) | Perine Kalınlığı (cm) |
|----------------|----------|-----------------------|---------------------|---------|------------------------------------------|-----------------------|
| 34             | Kadın    | 60                    | 85                  | 1,63    | 31,99                                    | 3                     |

Tablo 24: Kadavraya ait tanımlayıcı bilgiler

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |      |      |      |
|-------------|------------------------|--------------|------|------|------|------|
|             |                        | 0            | 10   | 20   | 30   | 40   |
| 1           | 0°                     | 0,12         | 0,09 | 0,05 | 0,13 | 0,44 |
|             | 15 °                   | 0,12         | 0,12 | 0,05 | 0,12 | 0,43 |
|             | 30 °                   | 0,11         | 0,13 | 0,06 | 0,12 | 0,51 |
|             | 45 °                   | 0,11         | 0,13 | 0,06 | 0,13 | 1,08 |
| 2           | 0°                     | 7,11         | 8,58 | 8,64 | 9,01 | 8,73 |
|             | 15 °                   | 7,01         | 8,61 | 9,14 | 9,02 | 9,01 |
|             | 30 °                   | 7,01         | 8,72 | 9,00 | 9,02 | 9,27 |
|             | 45 °                   | 6,92         | 8,64 | 9,20 | 8,94 | 9,14 |
| 3           | 0°                     | 9,20         | 9,39 | 9,18 | 8,82 | 9,45 |
|             | 15 °                   | 9,13         | 9,25 | 9,21 | 8,63 | 9,63 |
|             | 30 °                   | 9,03         | 9,21 | 8,98 | 8,77 | 9,54 |
|             | 45 °                   | 9,01         | 9,23 | 8,96 | 8,76 | 9,39 |

Tablo 25: 9 numaralı kadavranın sağ kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

| Sensör Yeri | Kalça Abdüksiyon Açısı | Ağırlık (kg) |      |       |       |       |
|-------------|------------------------|--------------|------|-------|-------|-------|
|             |                        | 0            | 10   | 20    | 30    | 40    |
| 1           | 0°                     | 0,98         | 0,98 | 1,57  | 1,32  | 1,17  |
|             | 15 °                   | 0,99         | 0,93 | 1,55  | 1,41  | 1,13  |
|             | 30 °                   | 1,03         | 0,83 | 1,17  | 1,33  | 1,25  |
|             | 45 °                   | 0,99         | 0,95 | 1,11  | 1,36  | 1,14  |
| 2           | 0°                     | 8,00         | 9,18 | 8,64  | 9,82  | 9,86  |
|             | 15 °                   | 8,03         | 9,17 | 8,83  | 9,54  | 9,80  |
|             | 30 °                   | 8,06         | 9,13 | 8,69  | 9,34  | 9,83  |
|             | 45 °                   | 8,09         | 9,09 | 8,73  | 9,53  | 9,84  |
| 3           | 0°                     | 9,20         | 9,39 | 9,18  | 8,82  | 9,45  |
|             | 15 °                   | 9,13         | 9,55 | 9,21  | 8,63  | 9,63  |
|             | 30 °                   | 9,03         | 9,51 | 8,98  | 8,77  | 9,45  |
|             | 45 °                   | 7,17         | 8,50 | 10,25 | 10,28 | 10,11 |

Tablo 26: 9 numaralı kadavranın sol kalçasına uygulanan traksiyon sonucu pudendal sinir üzerindeki oluşan kuvvet ölçümleri (1 numaralı sensör pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı sensör tuber ischiadicum seviyesinde, 3 numaralı sensör genital bölge seviyesinde pudendal sinir üzerine yerleştirilmiştir.)

## EK 2.

| Sensör | İstatistiksel Veriler | Traksiyon Kuvveti    |       |       |       |       |                       |       |       |       |       |                       |       |       |       |       |                       |       |       |       |       |
|--------|-----------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
|        |                       | 0° Kalça Abduksiyonu |       |       |       |       | 15° Kalça Abduksiyonu |       |       |       |       | 30° Kalça Abduksiyonu |       |       |       |       | 45° Kalça Abduksiyonu |       |       |       |       |
|        |                       | 0 kg                 | 10 kg | 20 kg | 30 kg | 40 kg | 0 kg                  | 10 kg | 20 kg | 30 kg | 40 kg | 0 kg                  | 10 kg | 20 kg | 30 kg | 40 kg | 0 kg                  | 10 kg | 20 kg | 30 kg | 40 kg |
| 1*     | Ortalama              | 1,82                 | 2,07  | 2,09  | 2,12  | 2,19  | 1,82                  | 1,95  | 2,08  | 2,12  | 2,21  | 1,83                  | 2,05  | 2,03  | 2,08  | 2,21  | 1,84                  | 2,05  | 2,01  | 2,07  | 2,29  |
|        | Ortanca               | 1,91                 | 1,95  | 1,99  | 1,89  | 2,22  | 1,91                  | 2,03  | 2,01  | 2,02  | 2,19  | 1,90                  | 1,98  | 2,06  | 1,84  | 2,28  | 1,91                  | 2,03  | 1,98  | 1,97  | 2,38  |
|        | Standart Sapma        | 1,01                 | 1,09  | 1,04  | 1,08  | 1,10  | 0,99                  | 1,00  | 1,01  | 1,04  | 1,12  | 0,96                  | 1,04  | 1,01  | 1,04  | 1,07  | 0,96                  | 0,98  | 0,97  | 0,99  | 1,10  |
|        | Değer Aralığı         | 4,33                 | 4,48  | 4,14  | 4,00  | 4,25  | 4,29                  | 4,32  | 4,01  | 3,98  | 4,42  | 4,06                  | 4,15  | 3,98  | 3,91  | 4,18  | 3,93                  | 3,76  | 3,65  | 3,45  | 3,87  |
|        | Minimum değer         | 0,12                 | 0,09  | 0,05  | 0,13  | 0,44  | 0,12                  | 0,12  | 0,05  | 0,12  | 0,43  | 0,11                  | 0,13  | 0,06  | 0,12  | 0,51  | 0,11                  | 0,13  | 0,06  | 0,13  | 0,80  |
|        | Maksimum değer        | 4,45                 | 4,57  | 4,19  | 4,13  | 4,69  | 4,41                  | 4,44  | 4,06  | 4,10  | 4,85  | 4,17                  | 4,28  | 4,04  | 4,03  | 4,69  | 4,04                  | 3,89  | 3,71  | 3,58  | 4,67  |
| 2*     | Ortalama              | 6,67                 | 7,17  | 7,24  | 7,52  | 7,70  | 6,65                  | 7,15  | 7,28  | 7,41  | 7,65  | 6,63                  | 7,13  | 7,34  | 7,46  | 7,54  | 6,67                  | 7,21  | 7,28  | 7,46  | 7,48  |
|        | Ortanca               | 7,24                 | 7,34  | 8,18  | 8,41  | 8,78  | 7,22                  | 7,36  | 8,02  | 8,45  | 8,90  | 7,30                  | 7,42  | 8,15  | 8,30  | 8,10  | 7,30                  | 7,90  | 8,12  | 8,69  | 7,88  |
|        | Standart Sapma        | 2,51                 | 2,68  | 2,59  | 2,63  | 2,81  | 2,52                  | 2,69  | 2,64  | 2,63  | 2,80  | 2,53                  | 2,73  | 2,62  | 2,56  | 2,81  | 2,50                  | 2,76  | 2,64  | 2,59  | 2,73  |
|        | Değer Aralığı         | 8,20                 | 8,76  | 8,48  | 7,91  | 8,55  | 8,36                  | 8,71  | 8,37  | 8,06  | 8,16  | 8,31                  | 8,82  | 8,28  | 7,80  | 8,46  | 8,44                  | 8,67  | 7,98  | 7,86  | 8,15  |
|        | Minimum değer         | 2,26                 | 2,16  | 2,38  | 2,80  | 2,45  | 2,00                  | 2,24  | 2,41  | 2,66  | 2,52  | 1,91                  | 2,19  | 2,52  | 2,90  | 2,56  | 1,83                  | 2,28  | 2,68  | 2,75  | 2,70  |
|        | Maksimum değer        | 10,46                | 10,92 | 10,86 | 10,71 | 11,00 | 10,36                 | 10,95 | 10,78 | 10,72 | 10,68 | 10,22                 | 11,01 | 10,80 | 10,70 | 11,02 | 10,27                 | 10,95 | 10,66 | 10,61 | 10,85 |
| 3*     | Ortalama              | 6,01                 | 6,69  | 6,89  | 7,02  | 7,23  | 5,96                  | 6,73  | 6,86  | 6,97  | 7,21  | 5,97                  | 6,69  | 6,85  | 7,00  | 7,23  | 5,95                  | 6,60  | 6,82  | 6,96  | 7,19  |
|        | Ortanca               | 6,20                 | 7,30  | 7,64  | 7,78  | 7,77  | 6,04                  | 7,50  | 7,36  | 7,52  | 7,82  | 6,11                  | 7,08  | 7,41  | 7,61  | 7,94  | 6,11                  | 7,60  | 7,66  | 7,70  | 8,00  |
|        | Standart Sapma        | 2,71                 | 2,56  | 2,74  | 2,58  | 2,81  | 2,68                  | 2,57  | 2,74  | 2,48  | 2,75  | 2,68                  | 2,57  | 2,71  | 2,50  | 2,66  | 2,66                  | 2,54  | 2,70  | 2,50  | 2,67  |
|        | Değer Aralığı         | 8,09                 | 7,99  | 8,89  | 8,37  | 8,58  | 7,99                  | 7,98  | 8,85  | 8,02  | 8,23  | 7,94                  | 7,84  | 8,49  | 8,10  | 8,01  | 7,71                  | 7,44  | 8,29  | 8,20  | 7,94  |
|        | Minimum değer         | 1,72                 | 1,63  | 1,60  | 2,00  | 1,85  | 1,76                  | 1,64  | 1,60  | 2,12  | 2,10  | 1,73                  | 1,80  | 1,80  | 2,17  | 2,21  | 1,85                  | 1,79  | 1,96  | 2,08  | 2,17  |
|        | Maksimum değer        | 9,81                 | 9,62  | 10,49 | 10,37 | 10,43 | 9,75                  | 9,62  | 10,45 | 10,14 | 10,33 | 9,67                  | 9,64  | 10,29 | 10,27 | 10,22 | 9,56                  | 9,23  | 10,25 | 10,28 | 10,11 |

Tablo 1: Toplam 9 kadavra (17 kalça ekleminden) elde edilen traksiyon kuvveti ve abduksiyon açılarına göre pudendal sinir üzerine yerleştirilmiş sensörlerden okunan kuvvet verilerinin kilogram cinsinden istatistiksel özellikleri (Sağ ve sol ekstremitelerden alınan veriler aralarında istatistiksel fark olmadığı için birleştirilmiştir.) (\*1 numaralı sensör: pudendal kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudendal sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.)

**EK 3.**

| Sensör | Traksiyon Kuvveti | Kalça Abduksiyon Açısı |       |       |       |
|--------|-------------------|------------------------|-------|-------|-------|
|        |                   | 0°                     | 15°   | 30°   | 45°   |
| 1      | 0                 | 0,484                  | 0,327 | 0,327 | 0,327 |
|        | 10                | 0,069                  | 0,063 | 0,069 | 0,069 |
|        | 20                | 0,069                  | 0,123 | 0,123 | 0,866 |
|        | 30                | 0,208                  | 0,263 | 0,069 | 0,208 |
|        | 40                | 0,484                  | 0,726 | 0,889 | 0,575 |
| 2      | 0                 | 0,161                  | 0,161 | 0,123 | 0,123 |
|        | 10                | 0,674                  | 0,161 | 0,779 | 0,484 |
|        | 20                | 0,866                  | 0,889 | 1,000 | 0,779 |
|        | 30                | 0,674                  | 0,401 | 0,401 | 0,575 |
|        | 40                | 1,000                  | 0,889 | 0,889 | 0,401 |
| 3      | 0                 | 0,499                  | 0,499 | 0,499 | 0,499 |
|        | 10                | 0,866                  | 1,000 | 1,000 | 0,866 |
|        | 20                | 0,735                  | 0,735 | 0,735 | 0,735 |
|        | 30                | 0,735                  | 0,735 | 0,799 | 0,866 |
|        | 40                | 0,735                  | 0,735 | 0,674 | 0,735 |

Tablo 1: Tüm kadavralarda abduksiyon açısı ve traksiyon kuvveti değişkenleri dikkate alınarak sağ ve sol pudendal sinir üzerinde yapılan ölçümlerin istatistiksel farkını yorumlayan Wilcoxon Signed Ranks test p değeri sonuçları

**EK 4.**

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | 1,000        |
| 0kg-30kg                    | 0,577        |
| 0kg-40kg                    | <b>0,004</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 1,000        |
| 10kg-40kg                   | <b>0,024</b> |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 0,170        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 1: Alcock kanalı içerisindeki sensörde (1 numaralı sensör) 45° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | 0,827        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,017</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,011</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 0,092        |
| 10kg-40kg                   | 0,067        |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 1,000        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 2: Tuber ischiadicum üzerindeki sensörde (2 numaralı sensör) 0° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | <b>0,029</b> |
| 0kg-30kg                    | <b>0,005</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,003</b> |
| 10kg-20kg                   | 0,301        |
| 10kg-30kg                   | 0,079        |
| 10kg-40kg                   | 0,057        |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 1,000        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 3: Tuber ischiadicum üzerindeki sensörde (2 numaralı sensör) 15° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 0,827        |
| 0kg-20kg                    | 0,057        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,029</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,003</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 1,000        |
| 10kg-40kg                   | 0,577        |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 1,000        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 4: Tuber ischiadicum üzerindeki sensörde (2 numaralı sensör) 30° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | 0,927        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,034</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,000</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 0,927        |
| 10kg-40kg                   | <b>0,034</b> |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 0,126        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 5: Genital dallar üzerindeki sensörde (3 numaralı sensör) 0° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları (p<0,05 anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 0,577        |
| 0kg-20kg                    | 0,079        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,034</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,000</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 0,927        |
| 10kg-40kg                   | <b>0,034</b> |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 0,126        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 6: Genital dallar üzerindeki sensörde (3 numaralı sensör) 15° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları (p<0,05 anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | 0,147        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,005</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,000</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 0,448        |
| 10kg-40kg                   | <b>0,003</b> |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 0,079        |
| 30kg-40kg                   | 1,000        |

Tablo 7: Genital dallar üzerindeki sensörde (3 numaralı sensör) 30° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 0kg-10kg                    | 1,000        |
| 0kg-20kg                    | 0,067        |
| 0kg-30kg                    | <b>0,002</b> |
| 0kg-40kg                    | <b>0,000</b> |
| 10kg-20kg                   | 1,000        |
| 10kg-30kg                   | 0,126        |
| 10kg-40kg                   | <b>0,000</b> |
| 20kg-30kg                   | 1,000        |
| 20kg-40kg                   | 0,067        |
| 30kg-40kg                   | 0,827        |

Tablo 8: Genital dallar üzerindeki sensörde (3 numaralı sensör) 45° kalça abduksiyon açısında ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.)



## EK 5.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,002</b> |
| 2*-3*                       | 0,510        |

Tablo1: Traksiyon kuvveti uygulanmazken 0° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 0,910        |

Tablo2: Traksiyon kuvveti uygulanmazken 15° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 0,910        |

Tablo3: Traksiyon kuvveti uygulanmazken 30° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 0,910        |

Tablo4: Traksiyon kuvveti uygulanmazken 45° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo5: 10 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 0° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo6: 10 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 15° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo7: 10 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 30° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo8: 10 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 45° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo9: 20 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 0° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo10: 20 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 15° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo11: 20 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 30° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo12: 20 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 45° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 0,910        |

Tablo13: 30 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 0° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo14: 30 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 15° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 0,690        |

Tablo15: 30 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 30° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 0,690        |

Tablo16: 30 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 45° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,001</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo17: 40 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 0° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo18: 40 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 15° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo19: 40 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 30° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

| Karşılaştırma Yapılan İkili | p Değerleri  |
|-----------------------------|--------------|
| 1*-2*                       | <b>0,000</b> |
| 1*-3*                       | <b>0,000</b> |
| 2*-3*                       | 1,000        |

Tablo20: 40 kg traksiyon kuvveti uygulanırken 45° kalça abduksiyon açısında ölçüm yapılan sensörlerde ölçülen değerlerin ortancalarının kendi aralarında farklarını karşılaştırmak amacıyla yapılan posthoc testlerin sonuçları ( $p<0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.) \*1 numaralı sensör: pudental kanal içerisinde, 2 numaralı kanal tuber ischiadicum üzerinde, 3 numaralı sensör: perineal bölgede pudental sinir disseke edilerek üzerine yerleştirilmiştir.

**EK 6.**

|   | İstatistiksel Veriler     | Traksiyon Kuvveti ve Derecesi |        |        |        |        |       |        |        |              |              |              |              |              |              |              |              |
|---|---------------------------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|   |                           | 10 Kg                         |        |        |        | 20 kg  |       |        |        | 30 kg        |              |              |              | 40 kg        |              |              |              |
|   |                           | 0°                            | 15°    | 30°    | 45°    | 0°     | 15°   | 30°    | 45°    | 0°           | 15°          | 30°          | 45°          | 0°           | 15°          | 30°          | 45°          |
| 1 | Ortalama                  | 0,252                         | 0,224  | 0,223  | 0,212  | 0,270  | 0,260 | 0,205  | 0,168  | 0,298        | 0,291        | 0,258        | 0,230        | 0,365        | 0,389        | 0,389        | 0,452        |
|   | %95 Güven Aralığı Minimum | -0,314                        | -0,049 | -0,040 | -0,036 | -0,014 | 0,010 | -0,032 | -0,050 | 0,015        | 0,018        | -0,022       | -0,060       | 0,111        | 0,123        | 0,120        | 0,143        |
|   | Maksimum                  | 0,536                         | 0,498  | 0,487  | 0,460  | 0,555  | 0,510 | 0,443  | 0,387  | 0,582        | 0,564        | 0,540        | 0,520        | 0,347        | 0,655        | 0,658        | 0,760        |
| 2 | Ortalama                  | 0,497                         | 0,499  | 0,500  | 0,539  | 0,565  | 0,635 | 0,714  | 0,614  | 0,852        | 0,767        | 0,830        | 0,788        | <b>1,032</b> | <b>1,007</b> | 0,910        | 0,806        |
|   | %95 Güven Aralığı Minimum | 0,111                         | 0,144  | 0,127  | 0,174  | 0,166  | 0,192 | 0,308  | 0,198  | 0,429        | 0,384        | 0,481        | 0,358        | 0,434        | 0,433        | 0,312        | 0,205        |
|   | Maksimum                  | 0,883                         | 0,854  | 0,872  | 0,904  | 0,963  | 1,077 | 1,119  | 1,029  | 1,275        | 1,149        | 1,179        | 1,218        | 1,629        | 1,580        | 1,507        | 1,407        |
| 3 | Ortalama                  | 0,679                         | 0,768  | 0,717  | 0,654  | 0,879  | 0,904 | 0,883  | 0,872  | <b>1,008</b> | <b>1,014</b> | <b>1,030</b> | <b>1,017</b> | <b>1,220</b> | <b>1,253</b> | <b>1,257</b> | <b>1,247</b> |
|   | %95 Güven Aralığı Minimum | 0,056                         | 0,107  | 0,046  | -0,027 | 0,147  | 0,193 | 0,190  | 0,152  | 0,192        | 0,237        | 0,265        | 0,225        | 0,438        | 0,482        | 0,514        | 0,503        |
|   | Maksimum                  | 1,302                         | 1,429  | 1,388  | 1,335  | 1,611  | 1,615 | 1,576  | 1,593  | 1,824        | 1,792        | 1,795        | 1,810        | 2,001        | 2,024        | 2,000        | 1,990        |

Tablo 1: 0°, 15°, 30° ve 45° abduksiyon açılarında ve 10 kg, 20 kg, 30 kg ve 40 kg traksiyon uygulandığı zaman her üç sensörde ölçülen basınç artışlarının ortalaması ve %95 güven aralığındaki minimum ve maksimum değerleri