

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAĞLIKLI BİREYLERDE
VE L5-S1 SPONDİLOLİSTEZİS'Lİ HASTALARDA
SAKRUM ÖLÇÜMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Esin ERBEK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANATOMİ (TIP) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN

KONYA-2018

ONAY SAYFASI

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Esin ERBEK tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Anatomi (Tıp) Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Ahmet Kağan KARABULUT

İmza

Selçuk Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN

İmza

Selçuk Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. İsmihan İlknur UYSAL

İmza

Necmettin Erbakan Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ender ERDOĞAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Sağlıklı bireylerde ve L5-S1 spondilolistezis’li hastalarda sakrum ölçümlerinin değerlendirilmesi” adlı tez çalışmam Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalında, Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında gerçekleşmiştir.

Yüksek lisans eğitimimde, tez konusunun belirlenmesinde, planlanmasında ve uygulanmasında beni yönlendiren, bilgisini ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen, akademik hayatı ve hoşgörülü kişiliği ile her zaman kendime örnek alacağım değerli danışman hocam, sayın Prof. Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN’a,

Anatomi ve her konuda bilgi birikimi ile yoluma ışık tutan, engin bilgi ve tecrübesi ile her zaman örnek alacağım sayın hocam Prof. Dr. Ahmet Kağan KARABULUT’a,

Anatomi dersleri sırasında her zaman güler yüzlülüğü ile beni karşılayan, öğretici kişiliği ve bilgisi ile desteğini hep yanımda hissettiğim sayın hocam Doç. Dr. Zeliha FAZLIOĞULLARI’na,

Tezimin radyolojik inceleme aşamasında destek ve yardımlarını esirgemeyen, ölçümler aşamasında değerli vaktini ayıran sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZTÜRK’e,

Tezimi istatistiksel olarak değerlendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Neriman AKDAM’a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman yanımda olan ve her türlü konuda bilgisini ve tecrübesini esirgemeyen, her daim bir abla gibi yakınlığını hissettiğim sevgili Güneş BOLATLI’ya,

Hayatımın her anında yanımda olduklarını bildiğim ve her zaman arkamda olduklarını hissettiğim sevgili annem Gülüzar KAYHAN ve sevgili babam Mehmet KAYHAN’a,

Tezimin yazış aşamasında her türlü desteğini, sabrını ve yardımını esirgemeyen sevgili eşim Osman Basri ERBEK’e ve sevgili oğlumuz Yusuf Emir ERBEK’e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI.....	i
ÖNSÖZ.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET.....	vii
SUMMARY	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Columna Vertebralis.....	3
1.1.1. Genel Bilgiler.....	3
1.1.2. Columna Vertebralis Anatomisi	6
1.1.3. Columna Vertebralis'in Fonksiyonu ve Biyomekaniği	33
1.2. Lumbosakral Vertebra'nın kinetiği	36
1.3. Sagittal Spinopelvik Denge ve Klinik Önemi	38
1.4. Vertebralarda Yaşa Bağlı Değişiklikler.....	42
1.5. Spondilolizis ve Spondilolistezis.....	42
1.6. Vertebraların Anormal Birleşmeleri	45
1.7. Kısmi Sakrum Agenezisi	46
1.8. Caudal Epidural Anestezi	46
1.9. Multiple Detector Computed Tomography (MDCT)	48
1.10. Columna Vertebralis'te MDCT'nin Yeri	49
2. GEREÇ ve YÖNTEM.....	52
2.1. Sagittal CT Üzerinde Yapılan Ölçümler.....	54
2.2. Aksiyal BT Üzerinden Yapılan Ölçümler	57
2.3. İstatistik Hesaplamalarda Kullanılan Yöntemler.....	59
3. BULGULAR	60
3.1. Yaş Değişkenine İlişkin Bulgular.....	60
3.2. Os Sacrum'un Morfometrik Bulguları.....	61
3.2.1. Sakrum Taban Açısı (STA)	61
3.2.2. Sakrum Taban İndeksi (STI).....	62
3.2.3. S1 Superior Açısı (S1A).....	63
3.2.4. S2 Inferior Açısı (S2A).....	64
3.2.5. Sakral Kifoza (SK)	65
3.2.6. Sakral Eğim Açısı (Sakral Slope (SS))	65
3.2.7. Sakrum Yüksekliği (SY).....	66
3.2.8. Sakrum Genişliği (SG).....	67
3.2.9. Hiatus Sacralis Uzunluğu (HSU)	68

3.2.10. Hiatus Sacralis'in Apex'te Anterior Posterior Genişliği (HSAPG).....	69
3.2.11. İnterkornual Mesafe (İKM).....	70
4. TARTIŞMA	71
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	82
6. KAYNAKLAR.....	85
7. EKLER.....	89
Ek A: Etik Kurul Kararı.....	89
Ek B: Proje Öneri Kararı	91
8. ÖZGEÇMİŞ	93



SİMGELER VE KISALTMALAR

A, a: Arteria

Aa: Arteriae

Art: Articulatio

AP: Anterior posterior

BOS: Beyin omurilik sıvısı

CEB: Caudal epidural blok

CT: Computered tomography

DS: Dejeneratif spondilolistezis

HSU: Hiatus sacralis uzunluğu

HSAPG: Hiatus sacralis'in anterior posterior genişliği

İKM: İnterkornual mesafe

Lig: Ligamentum

Ligg: Ligamenta

M, m: Musculus

Mm: Musculi

MDCT: Multidetector computer tomography

MRG: Manyetik rezonas görüntüleme

N, n: Nervus

PI: Pelvik oran (Pelvik insidans)

Proc: Processus

PT: Pelvik eğim açısı (Pelvik tilt)

R, r: Ramus

Rr: Rami

S1A: S1 superior açı

S2A: S2 inferior açı

SG: Sakrum genişlik

SK: Sakral kifoz

SRS: Scoliosis Research Society

SS: Sakral eğim açısı (Sakral slope)

STA: Sakrum taban açısı

STI: Sakrum taban indeksi

SY: Sakrum yükseklik

SVA: Sagittal Vertikal Aksis

V, v: Vena

Vv: Venae



ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Sağlıklı Bireylerde ve L5-S1 Spondilolistezis’li Hastalarda Sakrum Ölçümlerinin Değerlendirilmesi

Esin ERBEK

Anatomi (Tıp) Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA-2018

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, sakrum morfolojisi ve oryantasyonunun spondilolistezis ile ilişkisi önem kazanmaya başlamıştır. Sunulan bu çalışmada sağlıklı bireylerde ve L5-S1 spondilolistezis’li tanımlı hastalarda MDCT görüntüleme yöntemi ile os sacrum morfometrik olarak değerlendirildi.

Çalışma, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı’nda L5-S1 spondilolistezis tanısı konulmuş 56 vaka ile 135 sağlıklı vaka olmak üzere toplam 191 olgunun multiple detector computed tomography (MDCT) görüntüleri kullanılarak yapıldı. Sağlıklı ve spondilolistezis’li hastalarda sakrum ölçümlerinin (sakrumun genişliği, interkornual mesafe, hiatus sacralis uzunluğu, sakrum yüksekliği, sakrum taban açısı, sakrum taban indeksi, S1 superior açısı, S2 inferior açısı, sakral kifoza, sakral slope) yaşa ve cinsiyete göre incelendi.

Sağlıklı bireyler ve spondilolistezis’li hastalarda yaş grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık belirlenirken ($p<0,05$), cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p<0,05$). Sakrum parametrelerinden, interkornual mesafe, sakrum yüksekliği, sakrum taban indeksi değerleri bakımından sağlıklı bireylerde cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunurken ($p<0,05$), L5-S1 spondilolistezis’li hastalarda cinsiyetler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Sakrum genişliği, hiatus sacralis’in uzunluğu, hiatus sacralis’in apex’te, anterior posterior genişliği, sakrum taban açısı, S1 superior açısı, S2 inferior açısı, sakral kifoza ve sakral slope değerlerinde sağlıklı ve hasta grup bireyler için cinsiyetler arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). Hiatus sacralis uzunluğu, hiatus sacralis’in apex anterior posterior genişliği, sakrum yüksekliği, sakrum taban açısı, S1 superior açısı ve sakral slope değerlerinde spondilolistezis’li hastalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p<0,05$). Sakrum genişliği, interkornual mesafe, sakrum taban indeksi, S2 inferior açısı ve sakral kifoza sağlıklı ve hasta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0,05$). S1A, L5-S1 spondilolistezis grade1 ve grade 2 derece grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$).

Columna vertebralis patolojilerinde, cerrahi müdahale öncesinde spinopelvik parametrelerin titizlikle değerlendirmeye alınması, uygulanacak cerrahi işlemlerin ve cerrahi sonrası sagittal dengeyi sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesinde büyük öneme sahiptir.

Anahtar Sözcükler: L5-S1 spondilolistezis; MDCT; morfoloji; os sacrum.

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Assessment of Sacrum Measurements in Healthy Individuals and Patients with L5-S1 Spondylolisthesis

Esin ERBEK

Department of Anatomy (Medical)

POSTGRADUATE THESIS / KONYA-2018

In recent studies, sacrum morphology and orientation have begun to gain importance in relation to spondylolisthesis. In this study, we evaluated the morphometric measurements of the os sacrum by MDCT imaging in healthy subjects and in patients with L5-S1 spondylolisthesis.

This study was performed by using multiple detector computed tomography (MDCT) images of 191 patients (56 cases and 135 healthy cases) diagnosed with L5-S1 spondylolisthesis in Radiology Department, Selcuk University Medical Faculty. In patients with healthy and spondylolisthesis, the age and sex of the sacrum measurements (sacrum width, intercornual distance, sacral hiatus length, anteroposterior diameter of hiatus at the apex of sacral hiatus, sacral height, sacral table angle, sacral table index, S1 superior angle, S2 inferior angle, sacral kyphosis, sacral slope).

There was a statistically significant difference between age groups in healthy subjects and patients with spondylolisthesis ($p < 0,05$), but there was no significant difference between the sexes ($p < 0,05$). There was a statistically significant difference between sexes in terms of sacrum parameters, intercornual distance, sacrum height and sacral table index values ($p < 0,05$), but the difference between the sexes in L5-S1 spondylolisthesis was not statistically significant ($p > 0,05$). There was no significant difference between the sexes for healthy and patient group individuals in sacral width, length of sacral hiatus, apex of sacral hiatus, anterior posterior width, sacral table angle, S1 superior angle, S2 inferior angle, sacral kyphosis and sacral slope ($p > 0,05$). There was a statistically significant difference between sacral hiatus length, anterior posterior width of sacral hiatus in apex, sacral height, sacral table angle, S1 superior angle and sacral slope in patients with spondylolisthesis ($p < 0,05$). There was no statistically significant difference between healthy and patient group when the values of sacral width, intercornual distance, sacral table index, S2 inferior angle and sacral kyphosis parameters were examined ($p > 0,05$). The difference between S1 superior angle and L5-S1 spondylolisthesis grade 1 and grade 2 groups was statistically significant ($p < 0,05$).

In Columna vertebralis pathology, the precise evaluation of spinopelvic parameters before surgical intervention has a great importance in achieving sagittal equilibrium and the surgical procedures to be performed.

Key words: L5-S1 spondylolisthesis; MDCT; morphology; os sacrum.

1. GİRİŞ

Pelvis iskeleti az oynar eklemlerle birbirleriyle birleşen dört kemikten meydana gelir. Bunlar os coxae (çift), os sacrum (tek) ve os coccygis (tek)'dir. Pelvis iskeleti gövdeden gelen kuvvetin uyluğa, uyluktan gelen kuvvetin de gövdeye aktarılmasını sağlar. Os sacrum, büyük ve üçgen şeklinde bir kemik olup, pelvis iskeletinin arkasında bulunur (Koç ve ark 2014) .

Os sacrum lumbosakral, sakral ve sakroiliak şekil bozuklukları veya yaralanmalarının tedavisinde füzyon ve/veya stabilizasyon alanına dahil edilen önemli bir kemik yapıdır. Anatomik yapısı oldukça karmaşık olan sakrum, beş sakral vertebra, dört çift foramina sacralis anterior ve posterior ile bir çift pars lateralis'ten oluşur (Esenkaya ve ark 2003).

Sagittal düzlemdeki lumbal vertebra, her bir corpus vertebra alt ve üst corpus vertebra ile hizalanmış sırayı sürdürmelidir. Diğer bir anlamı üst corpus vertebra'nın anterior-inferior son plağ'ın alt corpus vertebra'nın anterior-superior son plağı ile hizalanmalıdır. Üst corpus vertebra'nın alt corpus vertebra üzerinde kayması veya bir anterior sublüksasyon olması durumunda spondilolistezis meydana gelir. Pek çok vaka ve semptom kronik spondilolistezis ile ilişkilidir (Burton ve Mesfin 2017).

Spinal sagittal diziliminin tamamı yaş, postür, spinal hastalıklar, pelvis ve alt ekstremitenin tamamını içeren çeşitli faktörlerden etkilenir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda spinal sagittal diziliminin, dejeneratif spinal hastalıkların tedavisinde ve patomekanizmaların incelenmesinde büyük bir öneminin olduğunu gösterilmiştir. Literatürdeki çalışmalarda yaş, postür ve pelvik eğimden (pelvik tilt:PT) etkilenmeyen ve spinal hastalıkların patomekanizmaların incelenmesinde faydalı bir anahtar olan aynı zamanda değişmeyen morfolojik bir açı olarak tanımlanan pelvik oran (pelvik incidence:PI), spinal düzeltme cerrahisinde kullanılan osteotomi için tahmin edici bir faktördür (Funao ve ark 2012).

Spinopelvik diziliminde S1 son plak oryantasyonu nispeten vertikaldir. Bu sakrum ve pelvisin oryantasyonu lumbal vertebra'nın kayması için mevcut bir zemin hazırlamaktadır. Lumbal vertebra'nın gravite merkezinden öne doğru yer değiştirmesi genellikle pelvisin posterior tilti ile kompanse edilir. Bu mekanizma, posterior

kısımdaki faset eklemler üzerine stres oluşmasına ve osteoartrit gelişmesine neden olmaktadır (Schuller ve ark 2011).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, sakrum morfolojisi ve oryantasyonunun spondilolistezis ile ilişkisi önem kazanmaya başlamıştır. Spondilolistezis ile ilişkilendirilen önemli sakrum anatomik parametresi sakrum taban açısı (STA)'dır. STA; sakrumun anatomik özelliğini temsil eden ve gelişim döneminde kemik adaptif değişimlerinden çok az etkilenen sabit bir ölçümdür. STA değerinin büyük olması lumbosakral fonksiyon üzerine gelen stresin daha az olmasını sağlar ve böylece sakrum üst son plak üzerinde daha az kayma meydana gelir. Aynı zamanda pars articularis bozukluğu için koruyucu bir faktördür. STA değerinin küçük olması pars articularis defektinin oluşmasına ve spondilolistezis'in meydana gelmesine sebep olmaktadır (Wang ve ark 2008).

L5-S1 spondilolistezis'in sakro-pelvik morfoloji üzerine yapılan çalışmalarda; sakro-pelvik morfolojinin anormal olması, omuriliğin global sagittal dengesinin ve sakro-pelvik oryantasyonunun bozulmasına sebep olduğu gösterilmiştir. Çalışmalarda sakro-pelvik morfoloji ile ilgili bulguların spondilolistezis'li hastaların özellikle yüksek derecede kayma olan spondilolistezis'li hastalar için değerlendirilmesinde ve tedavisinde önemli etki olduğu belirtilmiştir (Labelle ve ark 2011).

L5 ve S1 vertebraların normalde birleşme noktası lordotiktir. Fakat kayma derecesi yükseldikçe bu birleşme noktası kifotik olma eğilimindedir. Bazı araştırmacılar, lumbosakral kifozun ölçümünün kayma derecesinin ilerlemesinde önemli belirleyici rol oynadığını göstermişlerdir. Lumbosakral kifozun düzeltilmesi, global spinal dengenin tekrar eski düzenine gelmesine, füzyonun biomekaniklerinin artmasına ve L5 sinir köklerinin gerilmesine karşı korunmasında spondilolistezis'in cerrahi tedavisinde en önemli bakış açısı olmuştur (Glavas ve ark 2009).

Multiple detector computed tomography (MDCT), pelvik-vertebral kas-iskelet yapılarının değerlendirilmesi için tercih edilen görüntüleme yöntemidir. (Kilicaslan ve ark 2015). Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'nin kliniğe girmesinden önce CT, omurga ve omuriliğin temel inceleme yöntemi idi. Günümüzde MRG'nin bulunmadığı ortamlarda hala kullanılmaktadır (Tuncel 2012).

Literatürde L5-S1 spondilolistezis'te spinopelvik parametreler üzerine yapılan pek çok çalışmalar radyografi veya MDCT ile yapılmıştır. Radyografi veya MDCT ile yapılan radyolojik ve morfolojik çalışmalarda faset eklem oryantasyonu, PI, SS, lumbosakral açı, sakral kifo ve PT gibi ölçümler yapılmıştır (Marty ve ark 2002, Wang ve ark 2008, Ergun ve ark 2010).

MDCT aynı zamanda sakrumun da kavisli yüzeylerini doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlar (Whelan ve Gold 1982). Canalis sacralis ile ilgili morfometrik çalışmaların çoğu kuru kemikler üzerinde yapılmıştır. Bu tür çalışmalarda kemik dışındaki yapıların değerlendirilememesi, yaş ve cinsiyetin tanımsız olması çalışmalara sınırlamalar getirmektedir. MDCT ile yapılan sakrum morfoloji çalışmalarında canalis sacralis, sakrum yükseklik, sakrum genişlik, cornu sacralis ve hiatus sacralis gibi pek çok ölçüm yapılmıştır (Whelan ve Gold 1982, Kim ve ark 2014, Kilicaslan ve ark 2015).

Bu çalışmada MDCT görüntüleri ile L5-S1 spondilolistezis'li hasta grubunun sakrum morfolojisi ile ilişkisini değerlendirmek ve sakro-pelvik anatomik parametrelerin sağlıklı kişilerden oluşan grup ile karşılaştırma yapılması amaçlanmıştır.

1.1. Columna Vertebralis

1.1.1. Genel Bilgiler

Sırt bölgesinin iskeletini columna vertebralis ve kosta'lar oluşturur. Columna vertebralis, 33 veya 34 tane vertebranın üst üste sıralanması ile meydana gelen bir sütundur. Columna vertebralis vücudun arka ve orta kısmında yer alır. Erkeklerde ortalama 70 cm, kadınlarda ise 60 cm uzunluğundadır. Bu sütunun görevi başın, gövdenin, göğüs ve karın boşluğunda yer alan organların ağırlığını taşımak ve bu ağırlığı pelvis aracılığı ile alt ekstremitelere iletmektir. Ayrıca columna vertebralis baş ve gövde hareketlerinde de önemli rol oynar. Columna vertebralis'i oluşturan vertebralardan 24 tanesi birbirlerine eklemler aracılığı ile bağlıdır. Bu vertebralara presakral vertebralardan denir. Geriye kalan 9 veya 10 vertebradan 5 tanesi kendi aralarında birleşerek sakrum adı verilen tek bir kemiği, en altta bulunan 4 veya 5 vertebra da birleşerek os coccygis'i meydana getirirler. Presakral corpus vertebra'ları

discus intervertebralis (vertebra arası disk)'ler aracılığıyla birbirleri ile eklem yaparlar. Bu discus'ların sayısı 23 tanedir (Cumhur 2006).

Columna vertebralis'in 3/4'ünü vertebralar, 1/4'ünü de discus intervertebralis'ler oluşturur. Vertebra ve disklerin kalınlıkları boyun bölgesinden sakruma doğru kademeli bir şekilde artar (Yıldırım 2014).

Columna vertebralis ve Discus intervertebralis Embriyolojisi

Columna vertebralis 4. haftada embriyolojik mesodermden meydana gelir. Vertebraların gelişmesi tubus nöralis ve notochord'un (chorda dorsalis) etkisiyle olur. Nöral kanal (tubus neuralis) ve notochord sklerotomal ve myotomal segmentasyonun başlaması için gereklidir. Bundan sonra birkaç kan damarı bulunan bir ortamda disk gelişmeye başlar. Daha sonra ligamentum (lig.) longitudinale anterius ve posterius'un gelişeceği perikondral tabaka ile çevrilir. İntersegmental arterler vertebra gövdelerinin her iki yanında uzanırken, sinirler discus intervertebralisler'in yakınına kadar gelir. Notochord, gelişmekte olan vertebra gövdeleri tarafından çevrilerek dejenerasyona uğrar ve proteoglikan matriks içerisinde lokal hücre kümeleri halinde genişleme gösterir. Sonuçta vertebralar arasında, discus intervertebralis'in jelatinoz merkezi olan nukleus pulposus oluşur. Nukleus daha sonra, perikondral mezenşimden kaynaklanan anulus fibrosus'un sirküler olarak dizilen lifleriyle sarılır. Bu iki yapı embriyonik discus intervertebralis meydana getirir (Aydınlioğlu ve Rağbetli 1997).

Altıncı haftada, her bir mezenkimal vertebra'da kıkırdaklaşma merkezleri belirir. Her bir sentrumdaki iki merkez embriyonik dönemin sonunda birleşerek kıkırdak sentrumu meydana getirir. Eş zamanlı olarak nöral arkuslardaki merkezler birbirleri ile ve sentrum ile birleşirler. Nöral kıkırdaklaşma merkezlerinin uzantılarından processus (proc.) spinosus ve proc. transversus gelişir. Tümüyle kıkırdak bir omurga gelişinceye kadar kıkırdaklaşma sürer. Tipik bir vertebranın kemikleşmesi yedinci hafta sırasında başlar ve 25 yaşına kadar sürer. Ventral ve dorsal olmak üzere sentruma ait iki tane primer kemikleşme merkezi vardır. Bu primer kemikleşme merkezleri kısa bir süre sonra birleşerek tek bir merkez haline gelirler. Sekizinci haftanın sonuna kadar bir tane sentrumda, birer tane de nöral arkın her iki tarafında olmak üzere üç tane primer merkez vardır. Nöral arkusdaki kemikleşme sekizinci haftada belirgin hale gelir. Yeni doğan vertebra'sında kıkırdakla birbirine

bağlanmış üç kemik bölgesi görülür: arcus vertebra, corpus ve proc. transversus (Moore ve ark 2016).

Arcus vertebra'yı oluşturan kemik yarımları genellikle ilk 3 ile 5 yıl arasında birleşir. Bu birleşme önce lumbal bölgede başlar, sonra kraniyale doğru devam eder. Vertebral arkus kıkırdak yapıda olan nöral sentral eklemler aracılığıyla sentrum ile eklem yapar. Bu eklemler sayesinde omurilik büyüyüp genişledikçe, arcus vertebra'lar da büyümeye devam eder. Vertebral arkus 3 ile 6 yaş arasında sentrum ile birleştiğinde, bu eklemler de kaybolur (Moore ve ark 2016).

Puberteden sonra vertebralarda beş tane sekonder kemikleşme merkezleri belirir:

- Bir tane spinöz çıkıntının ucunda,
- Birer tane her bir proc. transvers ucunda,
- İki tane anüler epifiz; biri corpus vertebra'nın üst, diğeri alt kenarında.

Corpus vertebra, iki anüler epifiz ve bunların arasında bulunan kemik kütleden oluşmuştur. Corpus vertebra sentrum, vertebral arka ait parçalar ve fovea costalisleri içerir. Sekonder merkezlerin tamamı, vertebranın geri kalan kısmı ile 25 yaş civarında birleşir. Atlas ya da C1 vertebra, axis ya da C2 vertebra, C7 vertebra, lumbal vertebralarda, sakrum ve coccygis tipik kemikleşmenin dışında bir kemikleşme süreci izler (Moore ve ark 2016).

Os Sacrum'un Embriyolojisi

Sakrumu oluşturan her bir vertebranın gövdesi bir primer iki de epifizial plakdan, arkusları ise iki merkezden kemikleşir. Pars lateralis'in ventral kısmında 6 ilave merkez bulunur. Bunlar her bir vertebra'da olmak üzere ilk üç vertebra'ya aittir. Bunlar kosta artıklarıdır ve foramina sakralia anteriora'nın üst dış taraflarını oluştururlar (Arıncı ve Alaitin 2016).

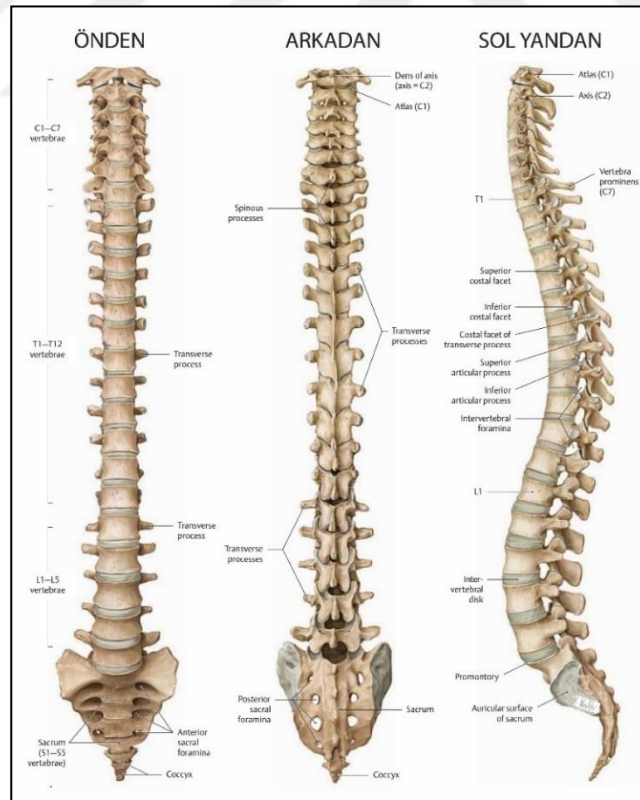
Sakrumun dış kenarında iki epifizial plak görülür. Bunlardan birisi facies auricularis için, diğeri ise dış kenarın alt bölümü içindir. Birinci sakrumun corpus vertebra'sında kemikleşme, genellikle intrauterin hayatın 8. ve 9. haftalarında başlar ve süratle 2. ve 3. corpus vertebra'larında da görülür. Son iki sakrumun corpus

vertebra'larında kemikleşme, intrauterin hayatın 5. ve 6. aylarına kadar görülmez (Arıncı ve Alaittin 2016).

Arkus vertebralarında kemikleşme 6. ve 8. aylarda görülmeye başlar ve aynı dönemde de dış kısımlarda kosta artıklarında da kemikleşme vardır. Arkusların corpus vertebra'lar ile birleşmesi önce son vertebralarda 2. yılda görülür. İlk sakral vertebralarda ise 5. ve 6. yılda görülür. Sakrumun corpus vertebra'ları başlangıçta discus intervertebralis'ler aracılığı ile birbirinden ayrılmış durumdadır. Fakat 18 yaşında son iki corpus vertebra'ları birbirleriyle kaynaşır. Bu kaynaşma daha sonra yukarıdaki corpus vertebra'ların arasında görülür ve 25-30 yaşlarında tüm sakrumun corpus vertebra'ları birbirleriyle kaynaşmış olur (Arıncı ve Alaittin 2016).

1.1.2. Columna Vertebralis Anatomisi

Columna vertebralis'i oluşturan vertebralar bulundukları yerlere göre servikal, torakal, lumbal, sakral ve coccygeal olarak beş bölgeye ayrılırlar (Şekil 1.1).



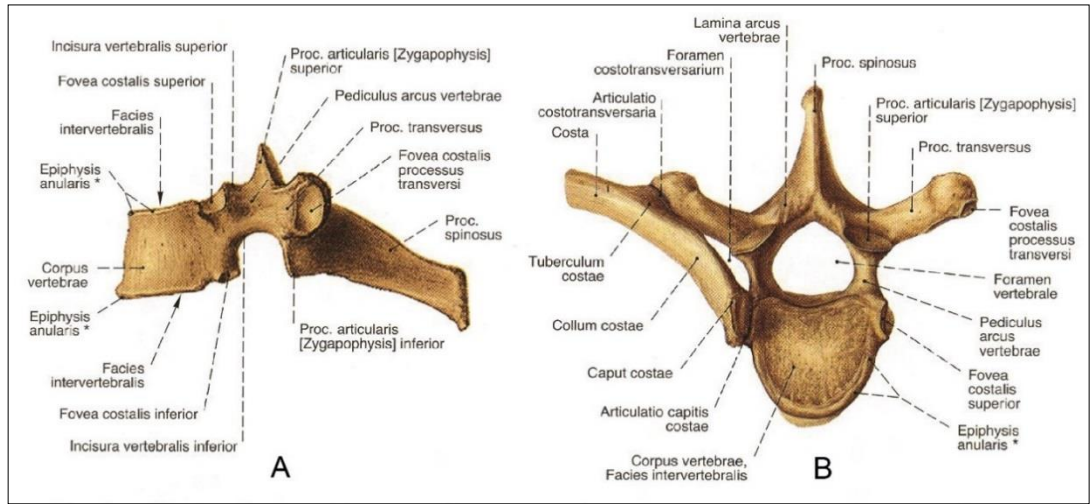
Şekil 1.1: Columna vertebralis'in önden, arkadan ve sol yandan görünümü (Schünke ve ark 2006).

Vertebraların Genel Özellikleri

Columna vertebralis'i oluşturan vertebralar arasında şekil ve büyüklük bakımından bazı farklılıklar olmasına rağmen genel olarak belli ortak özelliklere sahiptirler. Vertebraların özellikleri yeni doğmuş çocuklarda birbirine benzer. Gelişme sırasında artan ağırlık, hareket, vertebralara yapışan kasların etkileri sonucunda bulunma yerlerine göre vertebra şekilleri arasında farklılıklar görülür (Cumhur 2006).

Birinci servikal vertebra dışında, genel olarak vertebraların bir korpus'u ve bir arkus'u vardır. Corpus vertebra, kısa silindir şeklindedir. Üst ve alt yüzleri arasında discus intervertebralis'ler bulunur. Bu yüzler spongios kemik dokusundan yapılmıştır. Korpusların büyüklüğü, üzerine binen yüklerle orantılı olarak servikal vertebralardan lumbal vertebralara doğru inildikçe artar (Şekil 1.2) (Cumhur 2006).

Arcus vertebra, corpus vertebra'nın yan kısımlarından başlar. Corpus vertebra ile birleşim yerine pediculus arcus vertebra denir. Arcus vertebranın pediculus arcus vertebra'dan arkaya ve mediale doğru bir kavis yapan kısmına lamina arcus vertebra denir. Her iki lamina orta hatta proc. spinosus adı verilen çıkıntı ile birleşir (Şekil 1.2) (Cumhur 2006).



Şekil 1.2: Torakal vertebra. A yandan görünüm, B üstten görünüm
(Putz ve Pabst 2008).

Korpus ile arkus'un arasında foramen vertebrale denilen büyük bir delik vardır. Vertebralar bir sütun halinde üst üste sıralandıklarında bu delikler de üst üste gelerek canalis vertebralis'i oluştururlar. Bu kanalın içinde medulla spinalis yer alır. Pediculus

arcus vertebra'nın üzerinde yer alan çentiğe incisura vertebralis superior, altındaki çentiğe ise incisura vertebralis inferior denir. Alttaki çentik üsttekine göre daha derindir. Vertebralar üst üste sıralandıklarında bu çentikler karşılıklı gelerek foramen intervertebrale'leri meydana getirirler. Bu deliklerden spinal sinirler ve damarlar geçer (Şekil 1.2) (Cumhur 2006).

Arcus vertebra üzerinde üç çıkıntı vardır.

Processus spinosus: Arcus vertebra'nın arka ortasından başlayan dikenimsi çıkıntıdır. Arkaya ve genelde aşağıya doğru uzanır (Şekil 1.2).

Processus transversus: Pediculus arcus vertebra'dan başlayıp yanlara doğru uzanan çıkıntılardır (Şekil 1.2)(Taner 2000).

Processus articularis: Incisura vertebralis superior ve inferior'ların arkalarında yukarıya ve aşağıya doğru uzanan bir çift çıkıntıdır. Yukarıya doğru uzanan çıkıntılara processus articularis superior, aşağıya doğru uzanan çıkıntılara ise processus articularis inferior denir. Bu çıkıntıların birer eklem yüzü bulunur. Bu eklem yüzlerine facies articularis superior ve facies articularis inferior adı verilir (Şekil 1.2) (Taner 2000).

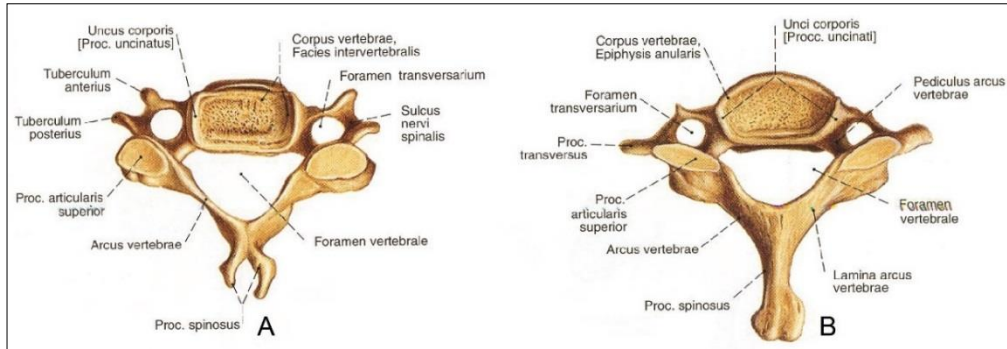
Processus costarius: Yanlara doğru uzanan çıkıntılar olup sadece lumbal vertebralarda görülürler (Taner 2000).

Columna vertebralis'i oluşturan vertebralar bulundukları yerlere göre servikal, torakal, lumbal, sakral ve coccygeal olarak beş bölgeye ayrılırlar (Cumhur 2006).

Servikal Vertebra

Servikal vertebralar yedi tanedir. Birinci (atlas), ikinci (axis) ve yedinci (vertebra prominens) servikal vertebraların dışındakiler aynı özellikleri gösterirler. Tipik bir servikal vertebranın korpusu küçüktür. Servikal vertebraların proc. transversus'larında bir delik bulunur. Bu deliğe foramen transversarium adı verilir. Servikal vertebralar üst üste sıralandığında bu delikler bir kanal oluşturur. Bu kanaldan arteria (a.), vena (v.) vertebralisler geçer. Foramen transversium'lar sadece servikal

vertebralarda görülür. 2 ve 5 servikal vertebraların proc. spinosusları çatallı olup, uçları bir tuberculum ile sonlanır (Şekil 1.3) (Cumhur 2006).

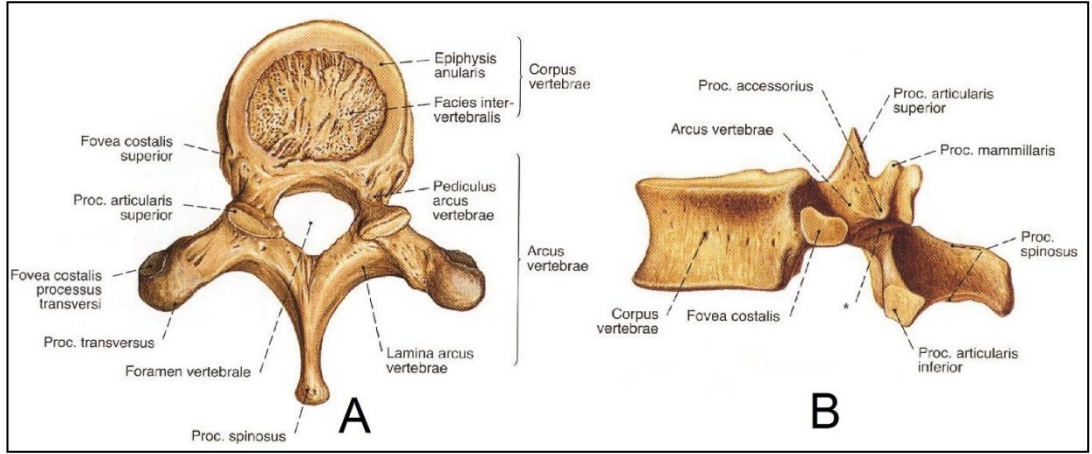


Şekil 1.3. A 5. Servikal vertebra üstten görünüm, B 7. Servikal vertebra üstten görünüm (Putz ve Pabst 2008).

Torakal Vertebra

Torakal vertebralar oniki tanedir. Korpüslerin yan taraflarında üst ve altta, küçük yarım eklem yüzleri bulunur. Üstteki eklem yüzüne fovea costalis superior, alttaki eklem yüzüne fovea costalis inferior adı verilir. Torakal vertebralar üst üste sıralandığında bu yarım eklem yüzleri ve aradaki discus intervertebralis yanyana gelerek tam bir eklem yüzü oluştururlar. Bu eklem yüzleri caput costae ile eklem yapar. Onbirinci ve onikinci torakal vertebraların korpüslerinde ise tam birer eklem yüzü vardır (Şekil 1.4) (Cumhur 2006).

Torakal vertebraların proc. transversus'larının ön uçlarında fovea costalis proc. transversus denilen eklem yüzleri vardır. Bu eklem yüzleri tuberculum costae ile eklem yapar. Onbirinci ve onikinci torakal vertebraların proc. transversus'larında eklem yüzleri yoktur. Torakal vertebraların proc. spinosus'ları uzun olup vertikale yakın şekilde uzanır (Şekil 1.4) (Cumhur 2006).

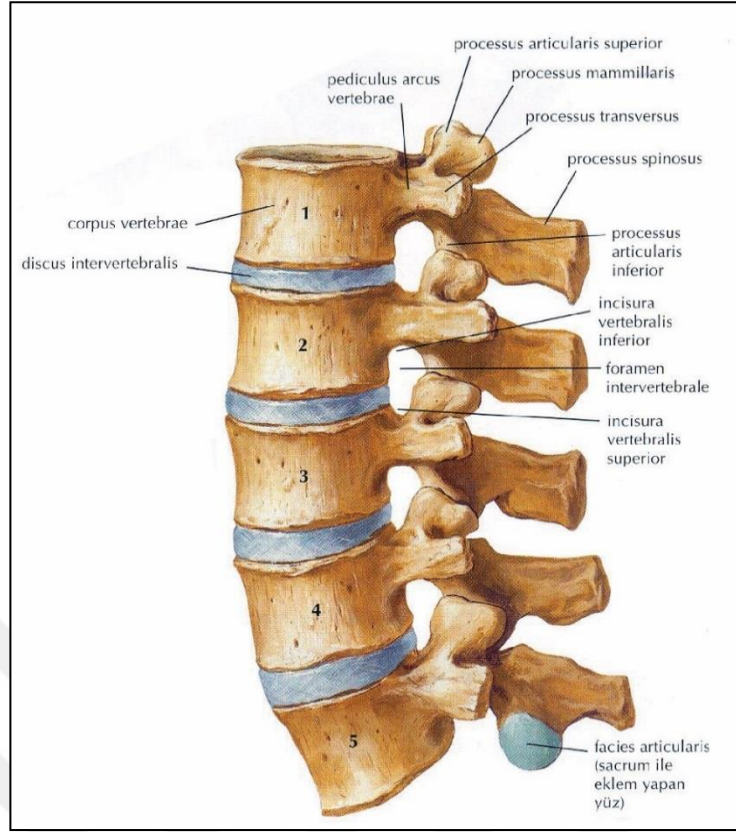


Şekil 1.4. A 9. Torakal vertebra üstten görünüm, B 11. Torakal vertebra yandan görünüm (Putz ve Pabst 2008).

Lumbal Vertebra

Lumbal vertebralar beş tanedir. Korpusları büyüktür. Proc. spinosus'ları dörtgen şeklinde olup, hemen hemen horizontal düzleme paralel olarak uzanır (Cumhur 2006).

Lumbal vertebraların laminası geniş, kısa ve kuvvetlidir. Üçgen şeklinde olan foramen vertebrae, torakal vertebralardan büyük, servikal vertebralardan küçüktür. Lumbal vertebralarda proc. transversus'lara proc. costarius denilir ve eklem çıkıntılarının ön tarafında bulunur. Özellikle alt lumbal vertebraların proc. costalis'lerinde daha belirgin olarak iki çıkıntı bulunur. Bunlardan üstte ve proc. articularis superior'un arka kısmında bulunan çıkıntıya proc. mamillaris, allta ve proc. transversus'un kaidesinin arka tarafında bulunan çıkıntıya da proc. accessorius denilir. Beşinci lumbal vertebra (L5), gövdesinin ön tarafta daha kalın olması ile karakterizedir. Proc. spinosus'u kısa ve alt eklem çıkıntıları arasındaki mesafe, diğerlerinininkinden daha fazladır (Şekil 1.5) (Arıncı ve Alaittin 2016).



Şekil 1.5. Lumbal vertebraların yandan görünümü (Netter 1997).

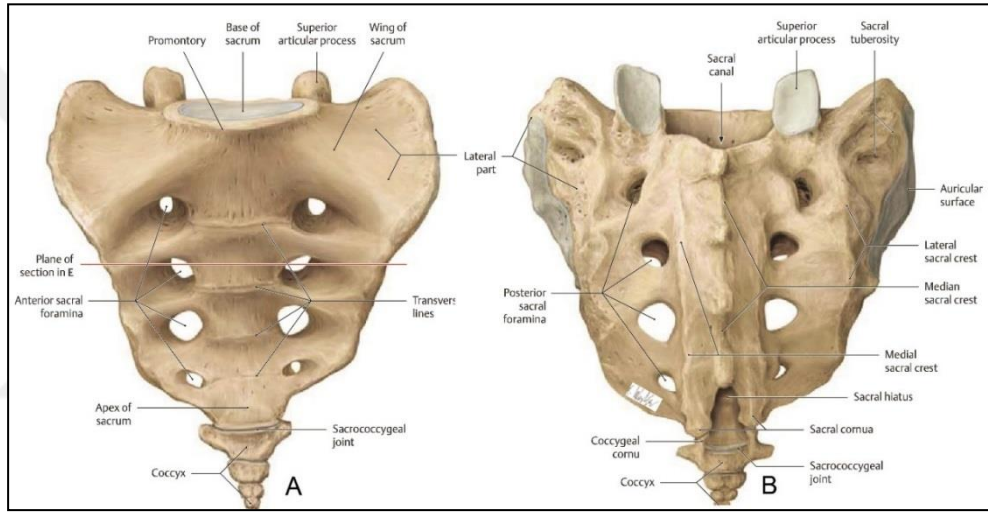
Os sacrum'a kadar olan vertebralar birbirlerine eklem ve bağlarla bağlanarak hareketli bir sütun meydana getirirler. Bu vertebralar, columna vertebralis'in presakral bölümünü oluştururlar. Bundan sonra gelen 9-10 vertebranın ilk beşi kendi aralarında birleşerek os sacrum'u, geri kalanlar ise os coccygis'i oluşturur (Arıncı ve Alaittin 2016).

Os Sacrum Anatomisi

Beş adet vertebranın birleşmesinden oluşan os sacrum, büyük ve üçgen şeklinde bir kemik olup, pelvis iskeletinin arka kısmında bulunur. Yukarıda bulunan tabanı son lumbal vertebra (L5) ile, aşağıda bulunan tepesi de os coccygis ile eklem yapar. İki os coxae arasına giriş olan os sacrum'un yukarı ve öne bakan taban kısmı, L5 vertebra ile eklem yaparak ön tarafa doğru promontorium denilen bir çıkıntı oluşturur (Arıncı ve Alaittin 2016).

Os sacrum'un facies pelvica denilen konkav ön yüzü, pelvis iskeletinin arka duvarını oluşturur ve konkavlığı ile pelvis boşluğunun genişlemesine yardım eder.

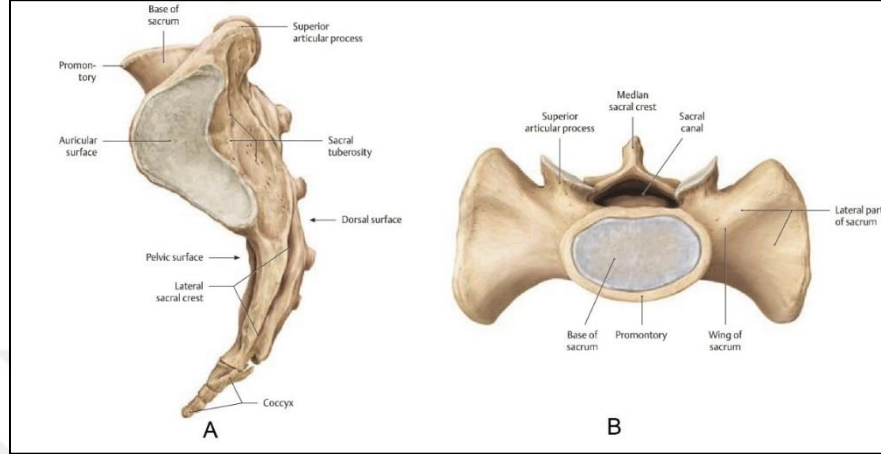
Facies pelvica'da sakral spinal sinirlerin ön dallarının geçtiği foramina sacralia anteriora denilen dört çift delik bulunur. Bu delikler arasında transvers olarak uzanan dört belirgin çizgiye de lineae transversae denilir. Os sacrum'un konveks arka yüzüne facies dorsalis denilir ve ön yüzüne oranla daha dardır. Tam orta çizgide spinal çıkıntıların birleşmesinden oluşan çıkıntıya crista sacralis mediana denilir. Sakral spinal sinirlerin arka dallarının geçtiği foramina sacralia posteriora'nın, iç tarafında bulunan çıkıntılara crista sacralis medialis denilir. Bunlar eklem çıkıntılarının birleşmesinden oluşur ve üst kısmında L5 vertebra ile eklem yapan proc. articularis superior bulunur. Alt kısmında rudimenter çıkıntıya ise cornu sacrale denilir (Şekil 1.6) (Arıncı ve Alaittin 2016).



Şekil 1.6. Os sacrum. A önden, B, arkadan görünüm (Schünke ve ark 2006).

Foramina sacralia posteriora'nın lateralinde bulunan ve transvers çıkıntıların kaynaşmasından oluşan crista sacralis lateralis'in, dış tarafında kalan kemik bölümüne de pars lateralis denilir. Bunun tabana yakın üst kısmı bir kanata benzemesinden dolayı ala ossis sacri adını alır. Pars lateralis'in dış tarafında ve biraz da arkada facies auricularis denilen kulak şeklinde bir eklem yüzü bulunur. İlium'daki aynı şekil ve isimli yüzle eklem yapar. Facies auricularis'in arka ve iç tarafındaki bağların tutunduğu pürtüklü sahaya tuberositas ossis sacri denilir (Şekil 1.7) (Arıncı ve Alaittin 2016).

Os sacrum'un yukarıda bulunan taban kısmına basis ossis sacri denilir. Burası L5 corpus vertebra'sı ile discus intervertebralis aracılığı ile eklem yapar. Os sacrum'un aşağıda bulunan tepe kısmına apex ossis sacri denilir. Burada bulunan oval eklem yüzü, os coccygis ile eklem yapar (Arıncı ve Alaittin 2016).



Şekil 1.7. Os sacrum. A yandan ve B üstten görünüm (Schünke ve ark 2006).

Canalis sacralis; sakral vertebraların foramen vertebrale'leri ile oluşturulur. Canalis vertebralis 'in devamı olup, üçgen şeklindedir. Bu kanalın alttaki açıklığına hiatus sacralis adı verilir. Buradan beşinci sakral spinal sinir çıkar (Taner 2000). Sakral kanalın kuru kemik örneklerinde hacmi yaklaşık olarak 34 ml'dir (Ozan 2014). Canalis sacralis'te bulunan anatomik yapılar;

Dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis, spatium subarachnoideum, spatium epidurale, spatium subdurale (Bu yapılar kanalın orta bölümüne yakın S2 vertebra seviyesinde biter), filum terminale, ganglion spinale'ler, cauda equina (Ozan 2014).

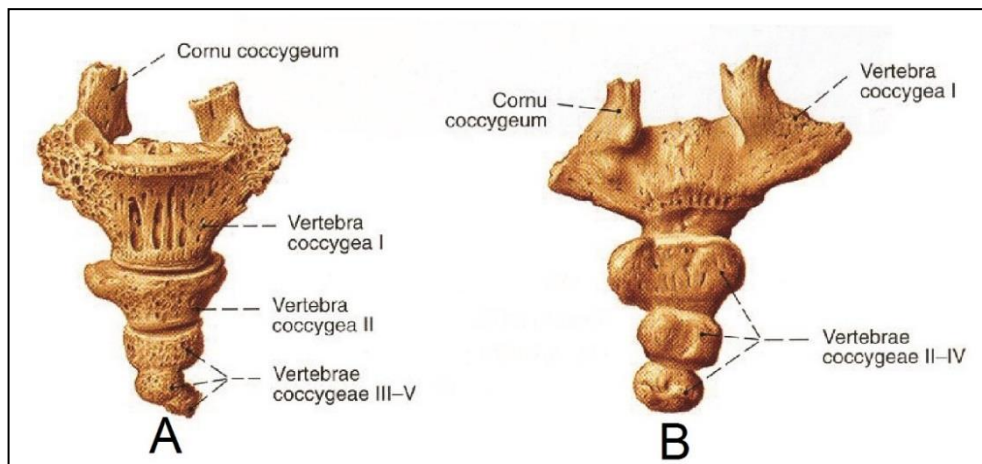
Hiatus sacralis; canalis sacralis'in, sakrumun arka duvarı üzerinde, crista sacralis mediana'nın altındaki alt açıklığıdır. Bu açıklık, S5 vertebra'nın lamina arcus vertebrae'lerinin birleşmemesi ve proc. spinosus'unun olmaması nedeniyledir. Hiatus sacralis'i yanlardan sınırlayan cornu sacrale'ler S5 vertebra'nın proc. articularis inferior'larıdır. Hiatus sacralis arka tarafından lig. sacrococcygeum posterius (dorsale) ile örtülüdür. Hiatus sacralis'ten S5 spinal sinir, filum terminale, Nervus (n.) coccygeus geçer (Ozan 2014).

Os sacrum'un yapısına giren kemik sayısı sakralizasyon ve lumbalizasyon sırasında artar veya azalır. Os sacrum lumbosakral, sakral ve sakroiliak şekil bozuklukları veya yaralanmalarının tedavisinde füzyon ve stabilizasyon alanına dahil edilen önemli bir kemik yapıdır. Bu bölgeye yapılacak cerrahi girişimlerde nöral yapıların korunması klinik açıdan önemlidir. Bu nedenle os sacrum'un normal anatomik yapısının ve morfometrik değerlerinin iyi bilinmesi, bu bölgeye uygulanacak operasyonlar sırasında olası komplikasyonları önleyebilir. Lomber spinal bozuklukların tedavisi ve kronik bel ağrısının önlenmesi gibi birçok ameliyatta analjezi ve anestezinin uygulanmasında epidural boşluğa yönelik sakral yaklaşımlar tercih edilmektedir. Sakral epidural boşluğa ulaşma işleminde hiatus sacralis'in yerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir (Koç ve ark 2014). Cornu sakrale'ler, bir epidural anestezi şekli olan kaudal (veya hiyatal) anestezide (hiatus sacralis'ten epidural boşluğa anestezi madde verilme işlemi), anatomik işaret olarak kullanılır (Ozan 2014).

Dural kesenin delinmesini önlemek ve çevresindeki yapıları korumak için canalis sacralis'e girişlerde dikkatli olunmalıdır. Bu da os sacrum ve bölgenin anatomisinin iyi bir şekilde bilinmesini gerektirmektedir (Koç ve ark 2014).

Os Coccygis

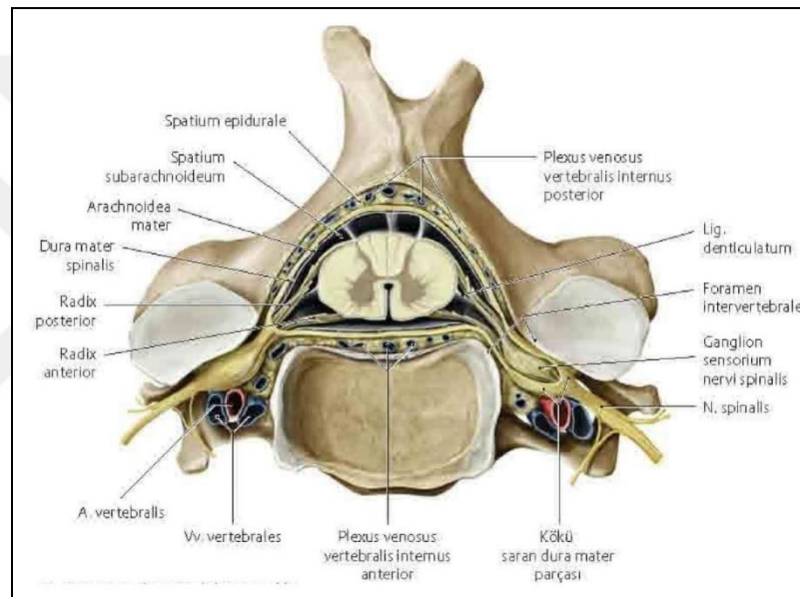
Sayıları 3-5 arasında değişen gelişmemiş koksigeal vertebraların birleşmesi ile oluşan kemiktir. Yukarı doğru uzanan çıkıntısına cornu coccygeum, yanlara doğru uzanan çıkıntısına ise proc. transversus adı verilir (Şekil 1.8) (Cumhur 2006).



Şekil 1.8. Os coccygis. A önden ve B arkadan görünüm (Putz ve Pabst 2008).

Canalis vertebralis

Önden corpus vertebrae'larının arka yüzü, discus intervertebralis'ler ve lig. longitudinale posterius, arkadan lamina arcus vertebrae'lar ve ligamenta flava'lar, yanlardan pediculus arcus vertebrae'ler ile sınırlanır. Kanalda, medulla spinalis ve zarları ile medulla spinalis'i besleyen damarlar bulunur. Vertebral kanal, hareketin fazla yapıldığı servikal ve lumbal bölgelerde büyük ve üçgen şeklinde, hareketin az yapıldığı torakal bölgede küçük ve yuvarlaktır. Medulla spinalis, 45 cm uzunluğunda olduğundan kanalın tamamını dolduramaz, sadece 2/3'ünü doldurur (Şekil 1.9) (Ozan 2014).



Şekil 1.9. Canalis vertebralis üstten görünüm (Schünke ve ark 2006).

Columna vertebralis'in eklemleri

Vertebralr, ikinci servikal vertebradan itibaren os sacrum'a kadar hem korpus'ları hem de arkusları vasıtası ile birbirleri ile eklem yaparlar. Ayrıca, columna vertebralis'in atlas ve axis aracılığı ile cranium ile yaptığı direkt ve indirekt eklemler vardır (Taner 2000).

Articulatio (art). atlanto-occipitalis

Bu eklem, massa lateralis atlantis'in facies articularis superior'u ile condylus occipitalis arasındadır. Sağda ve solda olmak üzere iki tanedir. Art. ellipsoidea tipi bir

eklem olarak sınıflandırılır. Her iki eklem aynı anda hareket eder ve baş bu eklemler etrafında fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareketleri yapar (Taner 2000).

Art. atlanto-axialis

Bu eklem, art. atlanto-axialis mediana ve her iki yanda yer alan art. atlanto-axialis lateralis olmak üzere üç oynar eklemden meydana gelmiştir. Art. atlanto-axialis lateralis, massa lateralis atlantis'in facies articularis inferior'u ile axis'in proc. articularis superior'u arasında yer alan bir çift eklemdir. Bu eklemlerin tipi art. plana'dır. Art. atlanto-axialis mediana ise dens axis ile arcus anterior atlantis'in iç yüzündeki fovea dentis arasında yer alan art. trochoidea tipi bir eklemdir. Her üç eklem aynı anda hareket eder ve bu eklemler etrafında yapılan hareket başın rotasyon hareketidir (Taner 2000).

Symphysis intervertebrales

Corpus vertebra arasındaki eklemler symphysis tipi yarı oynar eklemlerdir. Korpus'ların arasında discus intervertebrales yer alır (Taner 2000).

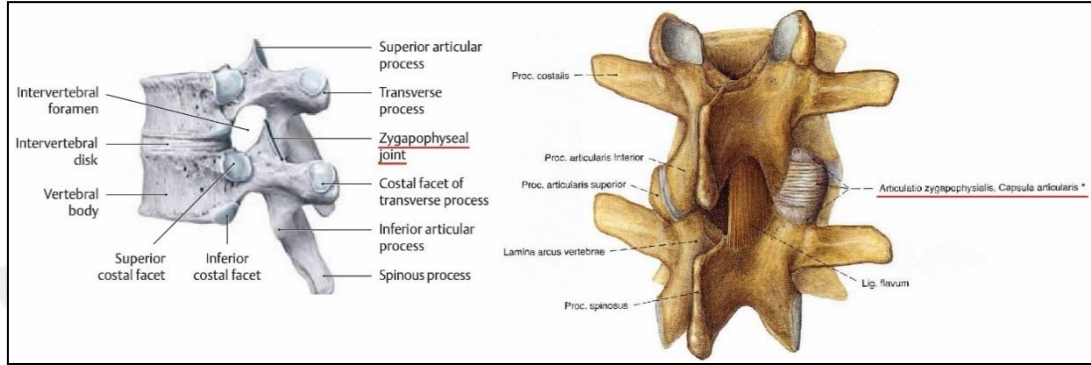
Discus intervertebralis'ler damarsız olup, difüzyon ile beslenir. Her bir discus, dış tarafında kollajen lifler ve fibröz kıkırdaktan oluşan anulus fibrosus ile bunun ortasındaki nucleus pulposus'tan oluşur (Taner 2000).

Anulus fibrosus, kontsantrik halkalar şeklinde uzanan kollejen liflerden oluşur. Nucleus pulposus, az sayıda kollojen lifler ve kıkırdak hücreleri ile çok miktarda (%80 oranında) su içeren jelatinöz bir yapıdır. Anulus fibrosus'un yırtılması halinde fıtıklaşır (hernia discalis). Bu fıtıklaşma sıklıkla, lig. longitudinale posterius'un dış yanında olarak canalis vertebralis'e doğru gerçekleşir (Yıldırım 2014).

Bu eklemler, yukarıda ikinci servikal vertebra'dan başlayarak, aşağıda beşinci lumbal vertebra'nın corpus'u ile basis ossis sacri arasındaki eklem de dahil olmak üzere tüm corpus vertebra arasında bulunur (Taner 2000).

Art. zygapophysiales

Vertebraların proc. articularis superior ve inferior'ları arasındaki eklemler plana tipi oynar eklemlerdir. Her eklem kendisine ait bir eklem kapsülü vardır (Taner 2000). Bu eklem özellikle torakal ve lumbal bölgelerde, üstteki vertebranın bir alttaki vertebra üzerinde öne doğru kaymasını engeller (Şekil 1.10) (Arıncı ve Alaittin 2016).



Şekil 1.10. Articulationes zygapophysiales
(Schünke ve ark 2006, Putz ve Pabst 2008).

Pelvisin eklemleri

Art. lumbosacralis

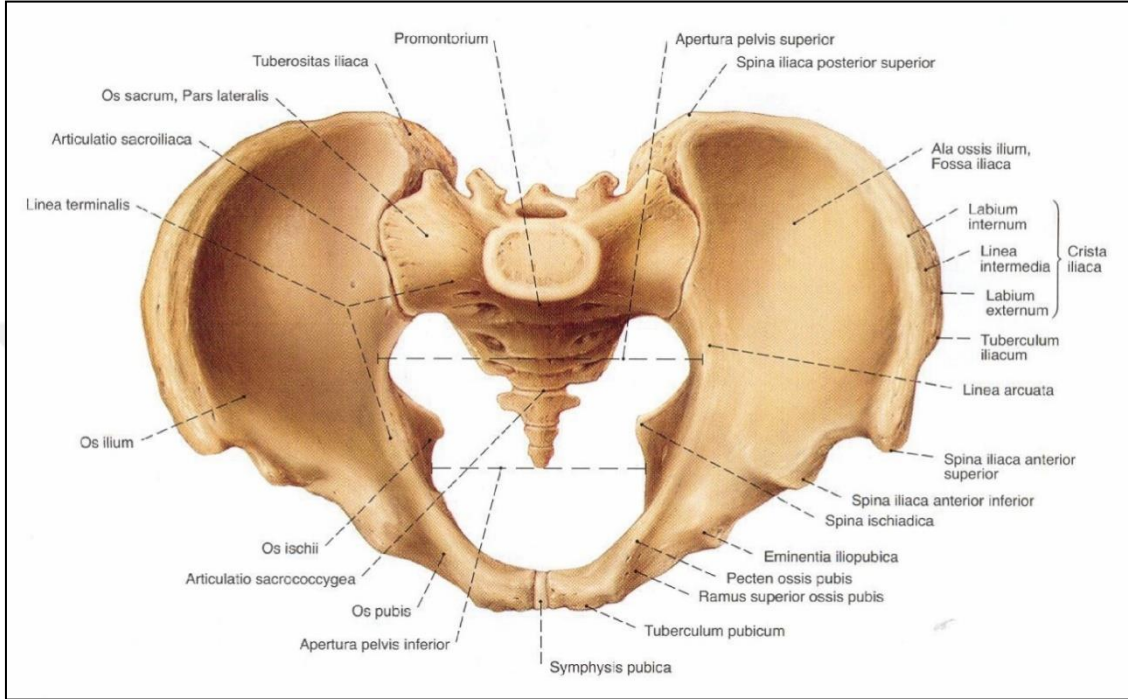
L5 vertebra gövdesi ile basis ossis sacri arasındadır. Yukarıda ifade edilen iki eklemi (symphysis intervertebralis ve art. zygapophysialis) ve onların bağlarını içerir. Lig. iliolumbale denilen beşinci lumbal vertebra'nın proc. transversus'unun ucundan crista iliaca'ya uzanan vertebropelvik bir ligamenttir (Ozan 2014).

Art. sacroiliaca

Sakrum ile ilium arasında plana tip eklemdir. Esas fonksiyonu, vücut ağırlığını columna vertebralis'ten ilium aracılığıyla alt ekstremitelere aktarmaktadır. Gövdenin ekstansiyon- fleksiyon hareketine eşlik eden çok az ön-arka yönde kayma hareketi vardır (Şekil 1.11) (Ozan 2014).

Art. sacrococcygea

Sakrumun tepesi (apex ossis sacri) ile coccygis'in basisi arasında symphysis tip eklemdir. Discus articularis'i vardır. Sınırlı olarak öne-arkaya hareket eder. Gebelikte hormonların etkisi ile hareketi biraz daha artar (Şekil 1.11) (Ozan 2014).



Şekil 1.11. Sakrumun ve pelvik korsenin görünümü (Putz ve Pabst 2008).

Art. intercoccygeales

Coccygis'in segmentleri arasında kurulu symphysis tip eklemdir (Ozan 2014).

Columna vertebralis'in ligamentleri

Cranium ile columna vertebralis arasındaki eklemleri destekleyen ligamentler; capsula articularis, membrana atlantooccipitalis anterior (lig. atlantooccipitale anterius), membrana atlantooccipitalis posterior, lig. atlantooccipitale laterale'dir (Arıncı ve Alaittin 2016).

Atlas ile axis arasındaki eklemleri destekleyen ligamentler; capsula articularis, ligamenta (ligg.) alaria, lig. cruciforme atlantis, lig. transversum atlantis, fasciculi longitudinales, lig. apicis dentis, membrana tectoria'dır (Arıncı ve Alaittin 2016).

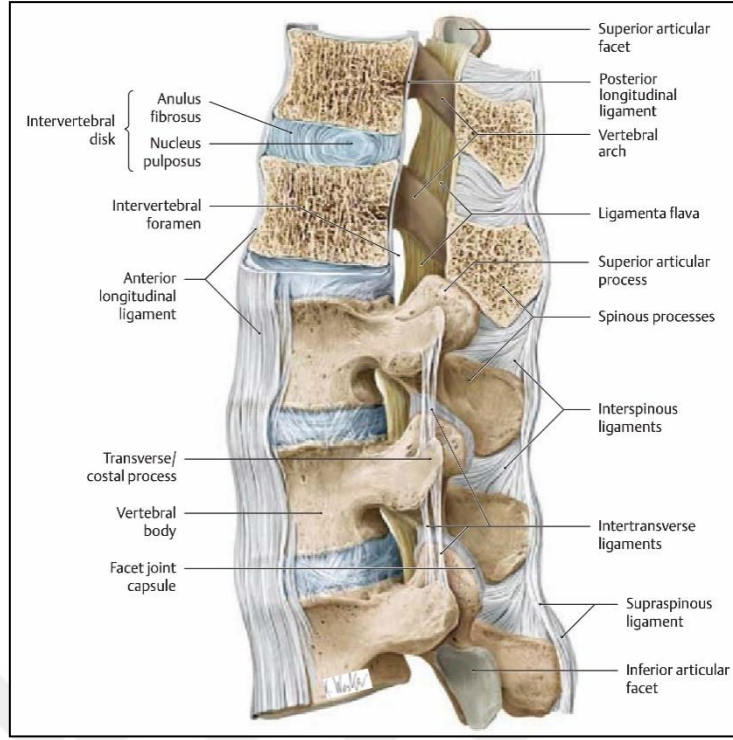
Columna vertebralis'teki symphysis intervertebralis grubunda bulunan ligamentler; lig. longitudinale anterius, lig. longitudinale posterius, discus intervertebralis'dir (Ozan 2014).

Lig. longitudinale anterius; vertebra corpus'larının ön yüzleri boyunca uzanan geniş ve kuvvetli bir ligamenttir. Aşağıda sakrumun ön yüzünün üst kısmından başlayan bu geniş ligament, yukarıya doğru çıktıkça daralır. Seyri esnasında discus intervertebralis'lere ve komşu vertebra corpus'larının ortasındaki konkav kısımlara ise gevşek tutunurlar. Columna vertebralis'in aşırı ekstansiyonunu önler (Şekil 1.12) (Ozan 2014).

Lig. longitudinale posterius; tüm vertebra corpus'larının arka yüzleri boyunca uzanır. Bu nedenle canalis vertebralis'in içinde ve ön duvarında bulunur. Bu bağ sakrum ile axis'in gövdesi arasında uzanır. Seyri sırasında, öndeki ligamentten daha sıkı olmak üzere, discus intervertebralis ve buna komşu vertebra corpus'larının kenarlarına sıkıca, vertebra corpus'unun orta kısımlarına ise gevşek olarak yapışır (Arıncı ve Alaittin 2016). Columna vertebralis'in aşırı fleksiyonunu önler (Şekil 1.12) (Ozan 2014).

Columna vertebralis'deki art. zygapophysialis'lerde bulunan ligamentler; lig. flavum, lig. supraspinale, lig. interspinale, lig. intertransversari'dir (Arıncı ve Alaittin 2016).

Lig. flavum; sarı elastik liflerden yapılmış olmalarından dolayı lig. flavum ismi verilmiştir. Atlas'tan birinci sakral vertebra'ya kadar komşu vertebraların lamina arcus vertebrae'lerini birleştiren ligamentlerdir. Columna vertebralis'in fleksiyonu sırasında, laminaların ayrılmasını önler. Columna vertebralis'in dik durmasında ve doğal kavislerinin korunmasında işlevleri vardır. Servikal bölgede ince, torakal bölgede kalın, lumbal bölgede en kalındırlar (Şekil 1.12) (Ozan 2014).



Şekil 1.12. Columna vertebralis'te bulunan ligamentler (Schünke ve ark 2006).

Lig. supraspinale; servikal yedinci vertebradan sakruma kadar proc. spinosus'ların uçlarını birleştirir. Columna vertebralis'in aşırı fleksiyonunu ve rotasyonunu önler. Lumbal bölgede daha kalın ve geniştir. Servikal yedinci vertebra'dan protuberentia occipitalis externa'ya kadar lig. nuchae olarak bilinir (Ozan 2014).

Lig. interspinale; komşu proc. spinosus'ların aralarını doldurur. Önde lig. flavum, arkada lig. supraspinale ile komşudur. Torakal bölgede dar, lumbal bölgede geniş ve kalındır. Servikal bölgede zayıftır (Ozan 2014).

Lig. intertransversari; komşu proc. transversus'lar arasında uzanır. Servikal bölgede düzensiz birkaç lif şeklindedir ve büyük oranda intertransvers kaslarla değişir. Torakal bölgede kordon şeklinde, lumbal bölgede ince ve membranözdür (Ozan 2014).

Pelvisin ligamentleri

Sakrum ile ilium arasındaki art. sacroiliaca eklemine ait ligamentler; lig. sacroiliacum anterius, lig. sacroiliacum posterius, lig. sacroiliacum interosseum'dur.

Lig. sacroiliacum anterius; sakrumun birinci ve ikinci segmentlerinin ön yüzlerini ilium'a bağlayan ince liflerden oluşur (Arıncı ve Alaıttin 2016).

Lig. sacroiliacum posterius; Sakrum ile ilium arasında arka taraftaki oluk içinde bulunan kuvvetli bağlardır. Bu nedenle iki kemik arasındaki esas ligament olarak kabul edilir (Arıncı ve Alaıttin 2016).

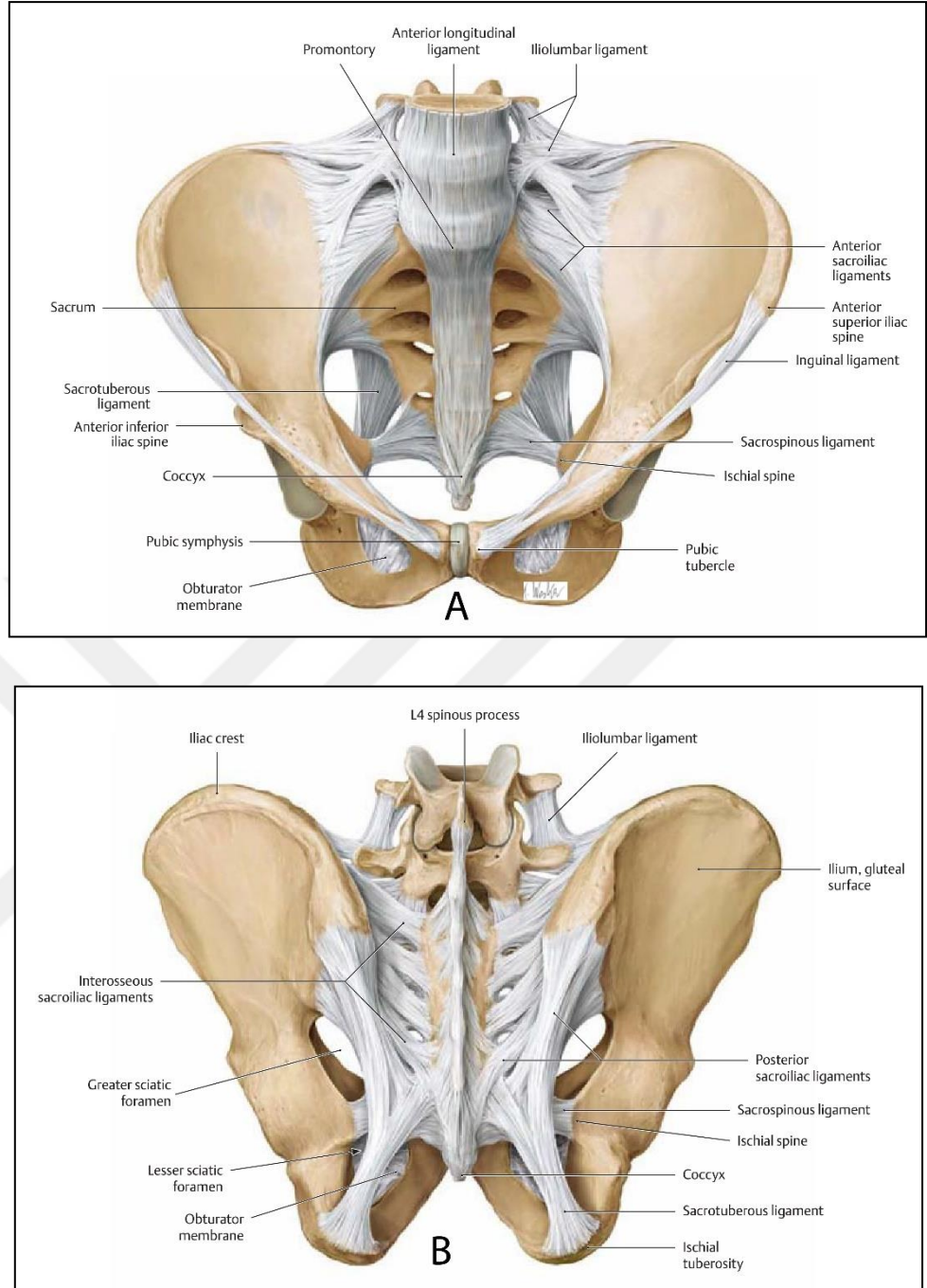
Lig. sacroiliacum interosseum; tuberositas sacralis'i tuberosita iliaca'ya bağlayan kuvvetli ligamentlerdir ve lig. sacroiliacum posterius'un derininde bulunur (Arıncı ve Alaıttin 2016).

Bu bağlardan başka eklemde uzakta bulunan bağlar da vardır. Bunlar; lig. sacrotuberale ve lig. sacrospinale'dir (Arıncı ve Alaıttin 2016).

Lig. sacrotuberale; bu ligament spina iliaca posterior inferior, os sacrum'un lateral kısmının alt bölümü ve os coccygis'ten tuber ischiadicum'a kadar uzanan geniş, yassı yelpaze şeklinde kuvvetli bir demetidir (Arıncı ve Alaıttin 2016). Buradan ramus ossis ischii boyunca orak şeklinde bir uzantı proc. falciformis'i verir (Ozan 2014). Bu ligamentin arka yüzü musculus (m.) gluteus maximus ile kaynaşmıştır. N. coccygeus, arteria glutea inferior ve ramus coccygeus tarafından bu ligament delinir (Arıncı ve Alaıttin 2016).

Lig. sacrospinale; ince, üçgen şeklinde bir ligamenttir. Spina ischiadica'dan başlar, os sacrum'un ve os coccygis'in lateral kenarına uzanır. Lig. sacrotuberale ile karışan lifleri vardır. Ligamentin ön yüzü muskülerdir ve m.ischiococcygeus'u oluşturur (Ozan 2014).

Lig. sacrotuberale ve lig. sacrospinale'nin işlevleri, gövdeye ağırlık bindiğinde sakrumun alt ucunun bükülmesini önlemektir. Bu ligamentler, os coxae'deki incisura ischiadica major ve minor denilen çentikleri foramen ischiadicum major ve foramen ischiadicum minor denilen iki deliğe dönüştürürler (Şekil 1.13) (Ozan 2014).



Şekil 1. 13. Pelvis'te bulunan ligamnetler A önden, B arkadan görünüm (Schünke ve ark 2006).

Symphysis eklem grubu olan art. sacrococcygea'nın ligamentleri; lig. sacrococcygeum posterius (dorsale) superficiale, lig. sacrococcygeum posterius (dorsale) profundum, lig. sacrococcygeum anterius(ventrale), lig. sacrococcygeum laterale'dir (Arıncı ve Alaittin 2016).

Her iki os pubis'in oval şekilli facies symphysialis'leri arasında oluşan, symphysis grubu az hareketli bir eklem olan symphysis pubica'nın ligamentleri; lig.

pubicum superius, lig. arcuatum pubis, discus interpubicus'tur (Arıncı ve Alaıttin 2016).

Columna vertebralis'e tutunan kaslar

Sırt bölgesinde kaslar derin, orta ve yüzeysel sırt kasları olarak üç gruba ayrılırlar. Yüzeysel ve orta grup sırt kasları eksternal sırt kaslarını, derin grup sırt kasları ise internal sırt kaslarını oluştururlar (Ozan 2014).

Derin grup sırt kasları; columna vertebralis'in hareketleri ile ilgilidir. Orta grup sırt kasları; toraks duvarı kasları ile birlikte solunumda fonksiyon yapar. Yüzeysel grup sırt kasları ise üst ekstremitenin hareketleri ile ilgilidir (Ozan 2014).

Derin grup sırt kasları

Pelvis'ten kafa iskeletine uzanan kompleks bir kas grubudur (Ozan 2014). Derin sırt kasları, sırt bölgesindeki yüzeysel grup kasların daha derininde bulunur (Taner 2000). Columna vertebralis'in ve başın hareketleri ile ilgili olan bu kaslar, vücut postürünün devamlılığında da önemlidirler. Bu kaslar, columna vertebralis boyunca, vertebraların proc. spinosus ve proc. transversus'ları arasındaki bölgede yer alırlar. Derin sırt kasları, spinal sinirlerin ramus dorsalis'leri tarafından inerve edilirler (Taner 2000).

Baş ve boyun ekstansor ve rotatorları m.splenius capitis ve m. splenius cervicis'tir. Bu kasların lifleri yukarı ve laterale doğru uzanırlar (Taner 2000).

Columna vertebralis'in ekstansor ve rotatorları m.erector spinae ve musculi (mm.) transversospinales'tir. M. erector spinae'nın kas lifleri columna vertebralis'e paralel olarak uzanır. Mm. transversospinales'lerin kas lifleri ise yukarı ve mediale doğrudur (Taner 2000).

Kısa segmental kaslar mm. interspinales ve mm. intertransversarii'dir. Mm. interspinales vertebraların proc. spinosus'ları arasında bulunurlar. Mm. intertransversarii ise vertebraların proc. transversus'ları arasında bulunurlar. Her iki kas grubu da bütün columna vertebralis boyunca görülürler (Şekil 1.14) (Taner 2000).

Orta grup sırt kasları

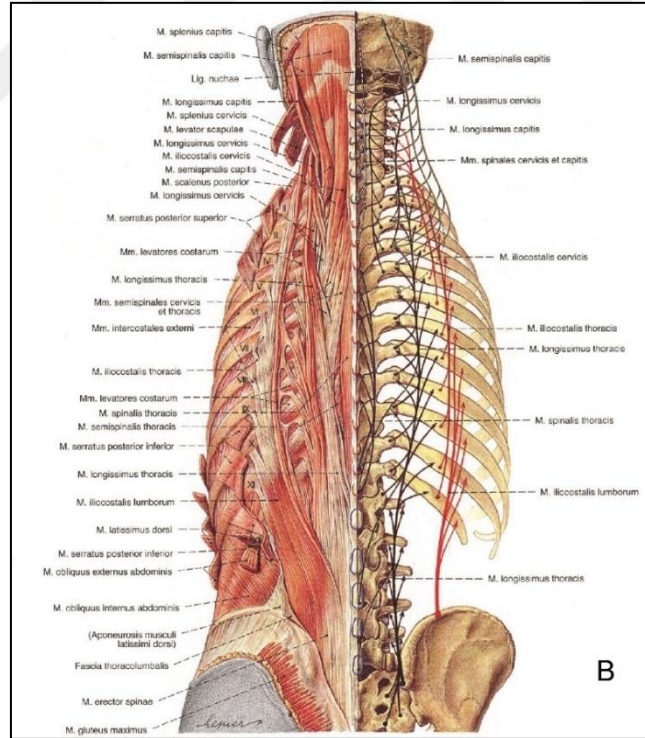
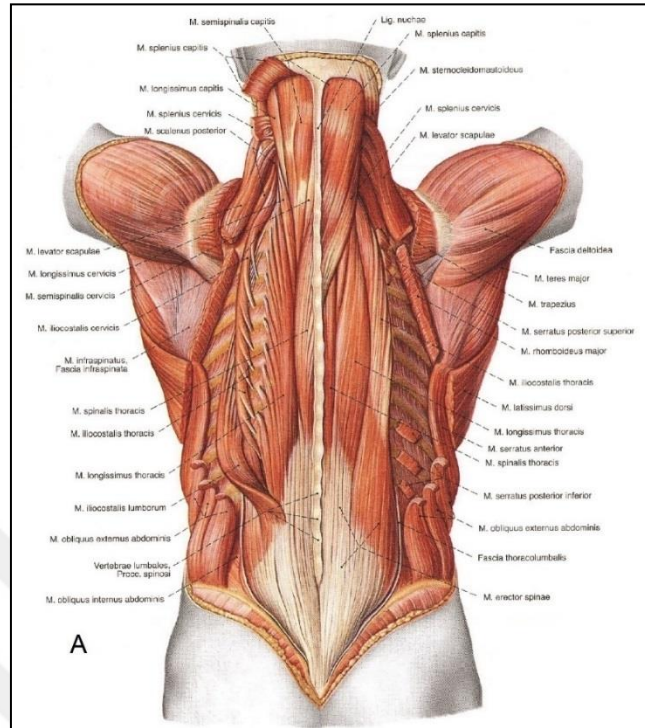
Bu tabakada yer alan kaslar genellikle solunuma yardımcı kaslar olarak değerlendirilmektedir (Taner 2000).

Orta grup sırt kasları m. serratus posterior superior ve m. serratus posterior inferior'dur. M. serratus posterior superior romboid kasların altında, ince ve dörtgen şeklinde bir kastır. 2-5. costa'ları yukarı kaldırarak inspirasyona yardım etmektedir. M. serratus posterior inferior, m. latissimus dorsi'nin altında yer almaktadır. 9-12. costa'ları aşağıya çekerek ekspirasyona yardımcı olmaktadır (Şekil 1.14) (Ozan 2014).

Yüzeyel grup sırt kasları

Yüzeyel sırt kasları sırt bölgesine bulunmalarına rağmen, gelişim ve fonksiyon bakımından üst ekstremité ile ilgilidir (Taner 2000). Bu kaslar, üst ekstremiteleri gövdeye bağlarlar. Bölgenin yüzeyel fasiya'sı kalın ve güçlü olup, yağ dokudan oluşur. Genel yüzeyel fasiya ile devam etmektedir (Ozan 2014).

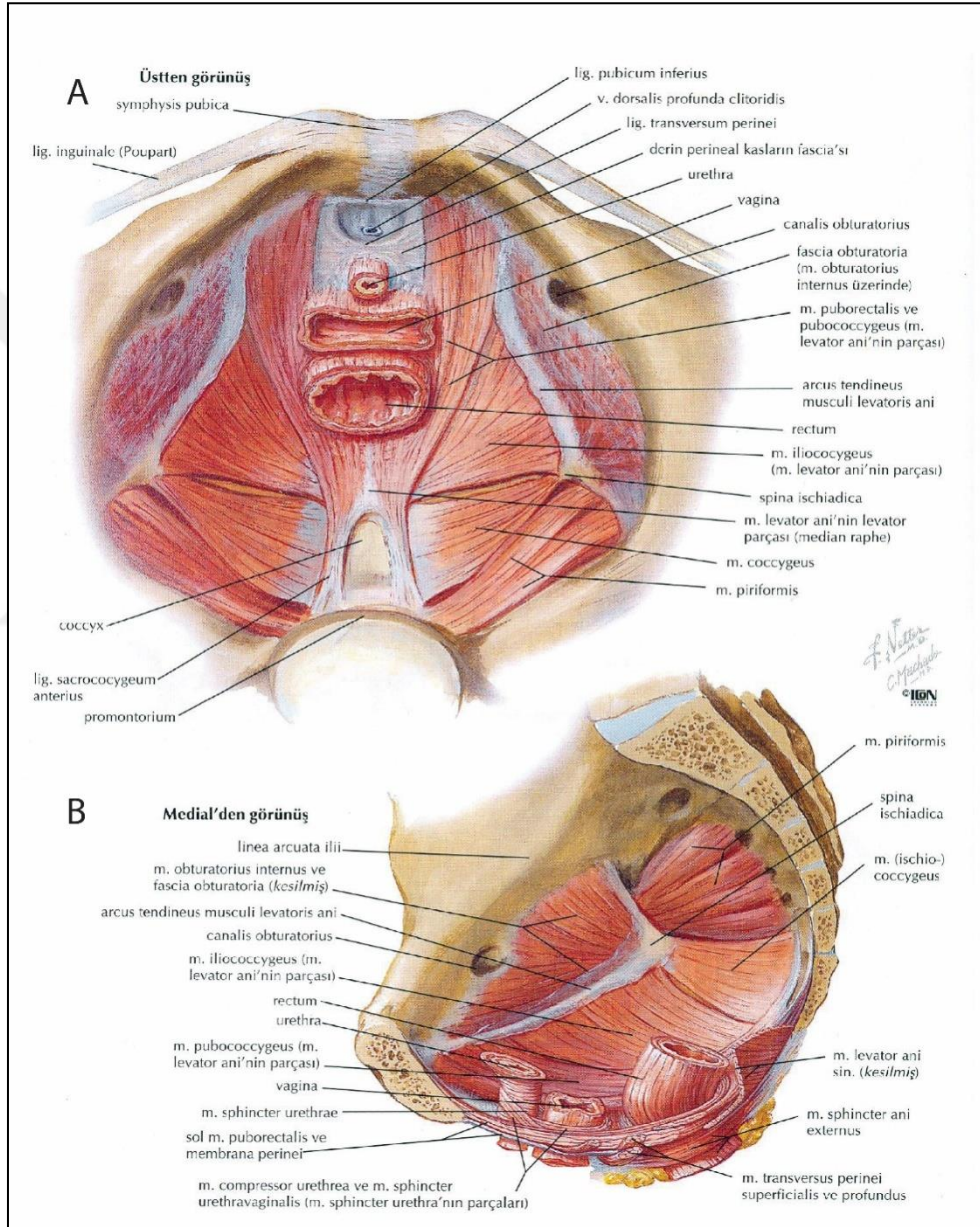
Yüzeyel sırt kasları iki tabaka halinde yerleşim gösteren beş kas bulunur. Yüzeyel tabakada m. trapezius ve m. latissimus dorsi vardır. Derinde; m. trapezius kasının altında ise m. levator scapulae, m. rhomboideus major ve m. rhomboideus minor yer alır (Şekil 1.14) (Taner 2000).



Şekil 1.14. Sırt kasları A. Ekstrinsik sırt kasları. B. İntrinsik sırt kasları (Putz ve Pabst 2008).

Pelvis'te bulunan kaslar

Pelvis içindeki kasları iki gruba ayırabiliriz. Birinci grupta yer alan kaslar; m. levator ani ve m. coccygeus'tur. Bu kaslar sadece pelvis kemikleri arasında uzanırlar. İkinci grupta yer alan kaslar; m. obturatorius internus ve m. piriformis'tir. Bu kaslar ise birer uçları ile pelvis'e, diğer uçları ile de alt ekstremité kemiklerine (femur) tutunurlar (Şekil 1.15)(Arıncı ve Alaittin 2016).



Şekil 1.15. Diafragma pelvis (kadın) A üstten, B yandan görünüm (Netter 1997).

Fascia thoracolumbalis

Derin sırt kaslarını saran derin fasyadır (Ozan 2014). Lumbal bölgede belirgin olan bu fascia yukarıda m. serratus posterior superior'un derinindedir. Daha yukarı bölümleri fascia cervicalis profundus'un lamina superficialis'i ile devam eder (Taner 2000).

Torakal bölgede ince bir tabaka halinde olan bu fascia, yüzeysel sırt kasları derin sırt kaslarını birbirinden ayırır (Taner 2000).

Lumbal bölgede ise bu fascia üç tabaka halindedir. Arka tabaka lumbal ve sakral vertebraların proc. spinosus'larına ve ligg. supraspinalia'ya yapışır (Taner 2000).

Orta tabaka medialde lumbal vertebraların proc. transversus'larının uç kısımlarına ve ligg. intertransversarii'ye, aşağıda crista iliaca'ya ve yukarıda onikinci costa'nın alt kenarı ile lig. lumbocostale'ye yapışır (Taner 2000).

Ön tabaka ise medialde lumbal vertebraların proc. transversus'larının ön kısmına, aşağıda ligg. iliolumbale'ye ve kısmen de crista iliaca'ya tutunur (Taner 2000).

Fascia thoracolumbalis'in arka ve orta tabakaları m. erector spinae kas grubu sarar. Fascia'nın ön ve orta tabakaları arasında ise m. quadratus lumborum bulunur. Bu tabaklar birleşip lifleri önde m. transversus abdominis ile m. obliquus internus abdominis'in üst liflerinin başladığı aponeurosis'i oluştururlar (Taner 2000).

Fascia pelvis

Fascia pelvis yüzeysel ve derin tabakalardan meydana gelir (Gray ve ark 2005). Pelvis duvarlarını ve kaslarını örten ya da saran bölümüne fascia pelvis parietalis (fascia endopelvina), organları, damarları ve sinirleri örten bölümüne fascia pelvis visceralis denir (Ozan 2014).

Fascia pelvis parietalis, diaphragma pelvis'i oluşturan kasları sarar, pelvis duvarlarını örter. M. obturatorius internus'un pelvis'e bakan yüzünü örten bölümü kalındır ve fascia obturatoria olarak bilinir. N. obturatorius ve damarların altında bir kemer yapar ve yaklaşık 2-3 cm uzunluğunda olan canalis obturatorius'u

Columna vertebralis'in damar ve sinirleri

The image contains three anatomical diagrams illustrating the arterial supply of the thoracic wall and spine:

- Top Diagram (3D View):** Shows the arterial supply to the thoracic wall. Labels include:
 - Aa. spinales posteriores (Posterior spinal arteries)
 - Corne posterior (Posterior cornua)
 - Corne anterior (Anterior cornua)
 - R. spinalis (Spinal nerve)
 - A. sulci (Sulcus artery)
 - A. spinalis anterior (Anterior spinal artery)
 - Vasocorona (Coronary vessel)
 - A. radicularis posterior (Posterior radicular artery)
 - A. radicularis anterior (Anterior radicular artery)
- Bottom Diagram (Cross-section):** Shows a cross-section of the thoracic wall. Labels include:
 - R. spinalis (Spinal nerve)
 - A. radicularis anterior (Anterior radicular artery)
 - A. intercostalis posterior (Posterior intercostal artery)
 - Pars thoracica portae (Thoracic gate part)
 - Ramus cutaneus medialis (Medial cutaneous ramus)
 - Ramus cutaneus lateralis (Lateral cutaneous ramus)
 - A. intercostalis posterior (Posterior intercostal artery)
 - Ramus posterior (Posterior ramus)
- Right Diagram (Spinal Column):** Shows the arterial supply to the spinal column. Labels include:
 - A. basilaris (Basilar artery)
 - A. vertebralis (Vertebral artery)
 - A. spinalis anterior (Anterior spinal artery)
 - A. spinalis posterior (Posterior spinal artery)
 - A. modularis segmentalis anterior (Anterior segmental modular artery)
 - A. cervicalis ascendens (Ascending cervical artery)
 - A. modularis segmentalis posterior (Posterior segmental modular artery)
 - A. subclavia (Subclavian artery)
 - A. sagittalis (A. radicularis) (Sagittal (radicular) artery)
 - Aa. intercostales posteriores (Posterior intercostal arteries)
 - A. radicularis posterior (Posterior radicular artery)
 - A. radicularis magna (Great radicular artery)
 - Aa. lumbales (Lumbar arteries)

28

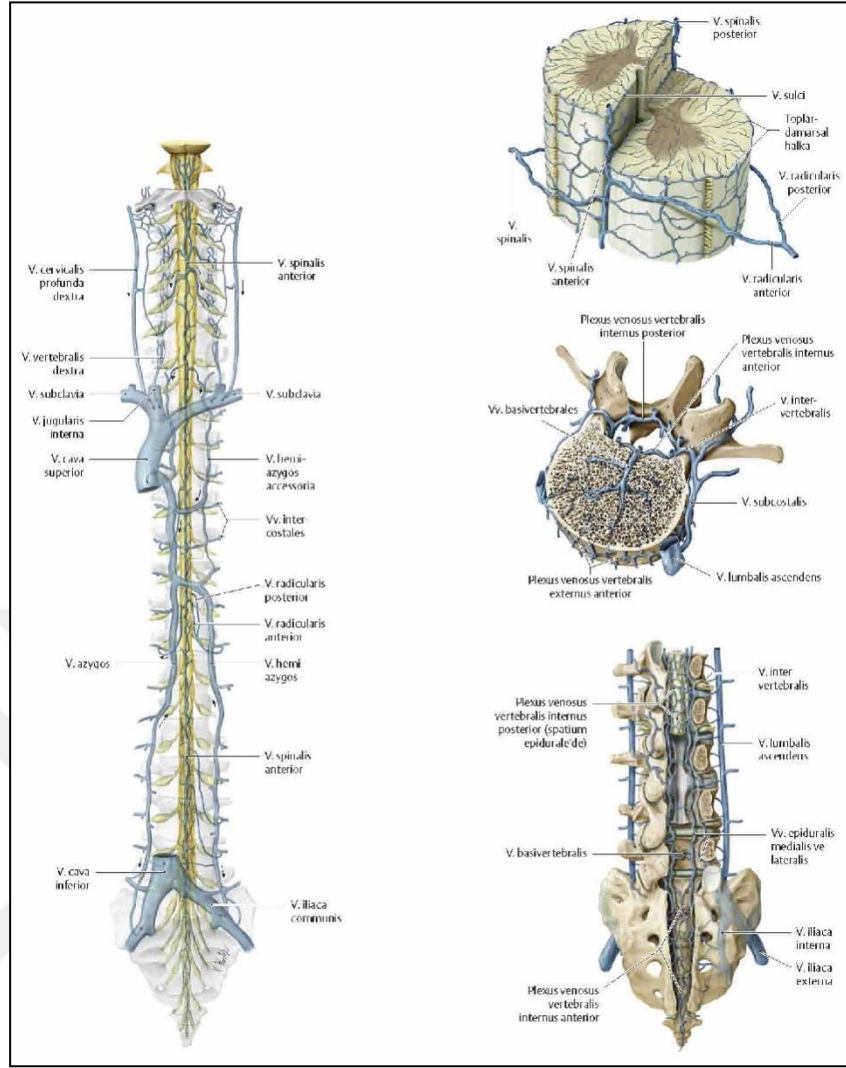
Columna vertebralis'i, bunun çevresindeki kasları, medulla spinalis ve zarlarını drene eden venler, columna vertebralis boyunca uzanan plexus'lar oluştururlar. Bu plexus'lar canalis vertebralis'in içinde ve dışında olmak üzere iki grup oluştururlar. Bu iki plexus arasında çok sayıda anastomoz bulunur ve v. intervertebralis'lere açılırlar (Arıncı ve Alaittin 2016).

Plexus venosus vertebralis externus, plexus venosus vertebralis externus anterior ve posterior olmak üzere iki bölümden oluşur ve aralarında çok sayıda bağlantı vardır. Vertebra corpuslarından çok sayıda dal alırlar, v. basivertebralis'le ve v. intervertebralis'ler ile anastomoz yaparlar (Arıncı ve Alaittin 2016).

Plexus venosus vertebralis internus, canalis vertebralis içinde kemikle dura mater arasında bulunur (cavum epidurale), çevresindeki kemik ve medulla spinalis'den dallar alır. Foramen intervertebrale aracılığıyla plexus venosus vertebralis externus ile bağlantı kurar (Arıncı ve Alaittin 2016).

Venae (vv.) basivertebrales corpus vertebra içerisinde geniş ve kıvrımlı kanallar şeklinde seyrederek ve foramen basivertebrale'lerden kemiği terk ederler. Vv. intervertebrales, foramen intervertebrale'de spinal sinirlerle birlikte bulunur ve medulla spinalis'ten dallar alan bu venler, plexus venosus vertebralis externus ve internus'u drene ederler. V. vertebralis, v. intercostalis, v. lumbalis, vv. sakralis lateralis'e açılırlar (Şekil 1.17) (Arıncı ve Alaittin 2016).

Columna vertebralis'in corpusları ve disklerinin etrafı yaygın bir sinir plexus ile çevrilmiş durumdadır. Bu plexus lumbal spinal sinirlerin dalları ve truncus sympathicus'tan gelen lifler oluşturur. Bu plexus, corpus'ları çepeçevre sararken canalis vertebralis içerisinde de devam eder. Plexus'tan ayrılan dallar corpus'ları, disklerin periferik kısımlarını ve medulla spinalis'in zarlarını inerve eder (Cramer ve Darby 2005).



Şekil 1.17. Columna vertebralis'in venöz dolaşım (Schünke ve ark 2006).

Columna Vertebralis'in Eğrilikleri

Columna vertebralis, önden veya arkadan bakıldığında düz bir sütun şeklindedir ancak yandan bakıldığında öne ve arkaya doğru bakan eğrilikler gösterir (Cumhur 2006).

Columna vertebralis dört bölgede eğrilik gösterir:

Servikal eğrilik; arkaya doğru konkavdır. Atlas ile T2 arasındadır.

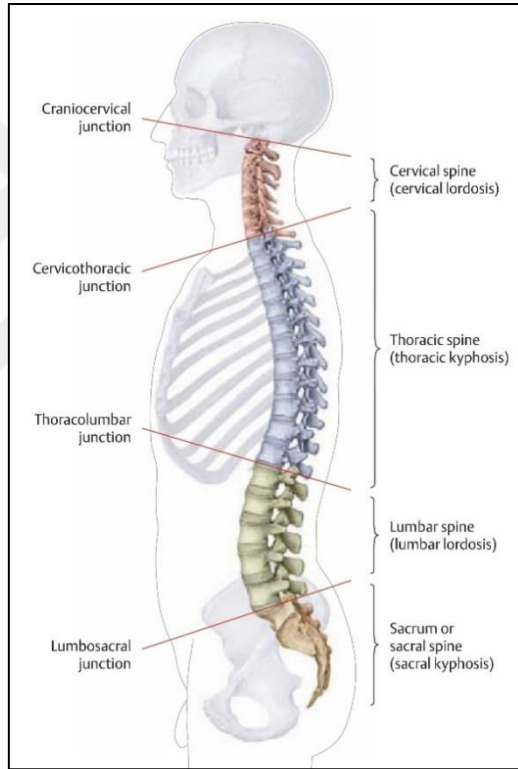
Torakal eğrilik; öne doğru konkavdır. T2 ile T12 arasındadır.

Lumbal eğrilik; arkaya doğru konkavdır. T12 ile lumbosakral eklem (veya L5) arasındadır (Ozan 2014).

Sakral eğrilik; öne doğru konkavdır. Lumbosakral eklem (veya L5) ile coccygis'in tepesi arasındadır (Ozan 2014).

Bu eğriliklerden, torakal ve sakral bölgedekiler fetal yaşamda geliştiği için primer eğriliktir. Diğer iki eğrilikler fetal yaşamda vardır ancak doğumdan sonra belirginleşir. Bu nedenle sekonder eğrilik olarak bilinir (Şekil 1.18) (Ozan 2014).

Yetişkinlerde en az belirgin olan eğrilik servikal eğriliktir. Lumbal eğrilik kadınlarda daha büyüktür. Üst torakal bölgede sık olarak hafif bir lateral eğrilik bulunur. Bu eğrilik sağ elini kullananlarda sağa doğru konveks, sol elini kullananlarda sola doğru konvekstir (Ozan 2014).



Şekil 1.18. Columna vertebralis'in eğrilikleri (Schünke ve ark 2006).

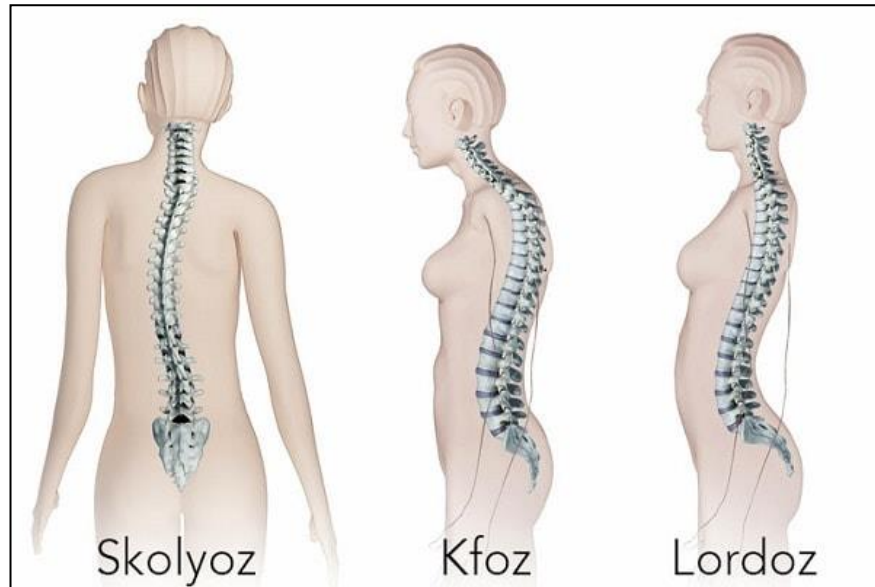
Columna Vertebralis'in Anormal Eğrilikleri

Torakal eğriliğin normal sınırlardan daha fazla olmasına kifoz denir. Torakal eğriliğin derecesi Cobb açısına göre belirlenir. The Scoliosis Research Society (SRS) T5 üst uç plağı ile T12 alt uç plağı arasındaki açı ölçümlerinde 10 ile 40 derece arasında değişen değerler bildirmiştir. Doğumdan yaşlılığa kadar olan dönemde columna vertebralis'in sagittal dizilimi sürekli değişir. Doğum sırasında oksipitalden sakruma kadar tüm columna vertebralis kifotik posturdeyken ayakta dik durmayla

beraber ilk önce lomber bölgede lordoz ardından torakal bölgede fizyolojik kifoz oluşmaya başlar. Travma sonrası kifoz ortaya çıkabileceği gibi, gelişimsel olarak ortaya çıkan doğumsal gelişim anomalilerine bağlı kifoz oluşabilmektedir (Dalbayrak ve Yaman 2013).

Columna vertebralis'in öne doğru konvekslik gösteren bölgelerinde, bu konveksliğin artması durumuna lordoz (lordosis) adı verilir. Bu durum sıklıkla lumbal bölgede görülür. Aşırı şişman kişilerde, gövde ağırlığının daha rahat taşınabilmesi için lumbal bölgedeki lordoz artar. Hamileliğin ileri dönemlerinde de aynı nedenle geçici olarak lumbal lordoz görülür (Taner 2000).

Skolyoz columna vertebralis'in kendi ekseninde dönmesi sonucu ortaya çıkan sadece koronal planda değil her üç planda şekil bozukluğuna neden olan kompleks bir eğriliktir. Skolyoz, omurganın en sık görülen deformitesidir (Şekil 1.19). Yapısal koronal deformitelerin yaklaşık %80 ini idiopatik skolyoz oluşturur. İdiopatik skolyoz tanısı aslında mevcut nedenleri dışlama tanısıdır. İdiopatik skolyoz büyüme periyodu içerisinde herhangi bir dönemde başlayabilmektedir. Yaş grubuna göre; infantil (0-3 yaş), juvenil (4-9 yaş), adolesan (10 yaş -matüriteye kadar) üç alt gruba ayrılmaktadır (Yaman ve Dalbayrak 2013).



Şekil 1.19. Columna vertebralis'in anormal eğrilikleri
(<http://www.nesorarsan.com/skolyoz-omurga-egriligi-tedavisi>).

Columna vertebralis'in hareketleri

Mekanik ve kompleks bir yapı olan columna vertebralis'in üç temel fonksiyonu vardır; baş ile vücudun üst bölümünün ve taşınan bir yükün pelvis'e aktarımı, gövdenin stabilizasyonu, vücudun hareketi ve medulla spinalis'in korunmasıdır. Total columna vertebralis'in hareketi nörolojik ve psikolojik olarak kontrol edilen bir kas-iskelet sistemi aktivitesidir (Akman ve Karataş 2003).

Komşu iki vertebra arasında hareket sınırlı olarak yapılır. Her bir eklemin yaptığı sınırlı hareketler birleşerek, columna vertebralis'in tümünde kavis şeklinde geniş hareketler oluşturur. Columna vertebralis'te fleksiyon, ekstansiyon, yanlara doğru lateral fleksiyon, sirkumdüksiyon ve rotasyon hareketleri yapılabilir (Arıncı ve Alaittin 2016).

Columna vertebralis'in sagittal eksen etrafındaki lateral fleksiyon hareketi en fazla boyun ve bel omurlarında görülür. Vertikal eksen etrafında en fazla boyun bölgesinde rotasyon yapar. Aşağıya inildikçe hareket azalır ve bel bölgesinde de çok sınırlıdır (Arıncı ve Alaittin 2016).

Dik duruş sırasında pelvis, hareket merkezi vazifesi görür ve gövdenin esas desteğini teşkil eden columna vertebralis'in durum ve hareketlerinin ayarlanmasında çok önemli rol oynar. Bu nedenle pelvis, gövde ve alt taraf arasında çok kuvvetli postural kaslar uzanır. Columna vertebralis, üç ana eksen ve tali eksenlerini birlikte kullanarak sirkumdüksiyon hareketi yapar. Bu harekete pelvis de katılabilir (Arıncı ve Alaittin 2016).

1.1.3. Columna Vertebralis'in Fonksiyonu ve Biyomekaniği

Columna vertebralis üç ana fonksiyona sahiptir: destek, mobilite ve koruma. Destekleyici olarak, columna vertebralis iç organların bağlanması için bir iskelet fonksiyonu görür. Ayrıca üst ve alt ekstremiteleri, gövde, baş ve herhangi gelen dış yükleri destekler. Columna vertebralis'in destekleyici fonksiyonu kısıtlı olsaydı rijit bir sopa olurdu ve basitleşmiş bir destek yapısı olurdu. Ancak columna vertebralis'in yapısının mobilite zorunlu olduğu için karmaşıktır. Rijit olmasının yerine, columna vertebralis'lerin vertebra corpus'ları ve aralarında yer alan esnek soft doku olan discus intervertebralis'leri vardır. İntervertebralis eklemleri (faset eklem) hareket paternlerini kontrol ederler. Columna vertebralis'in diğer önemli olan koruma

fonksiyonu ise spinal kord, cauda equina ve sinir köklerini muhafaza etmektir (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Hareket segmenti yakın iki vertebra korpusu ile aralarında yer alan soft dokulardan oluşmaktadır. Her bir hareketin segmenti aktif olarak kaslardan ve pasif olarak ligamentler ve eklemler tarafından kontrol edilir. Columna vertebralis'in hareketleri fleksiyon, ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon hareketleridir. Spina'nın hareketleri çifttir yani bir vertebra komşu vertebraya göreceli hareket ettiği zaman, rotasyon ve kayma hareketi tipik olarak aynı zamanda meydana gelir (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Bir hareket segmenti anterior ve posterior elementlere ayrılır. Anterior element, corpus vertebra, discus intervertebralis ve lig. longitudinale anterior ve posterior ligamentleri içerir. Anterior element stabilize ve şok absorbe etmeyi sağlar. Posterior elementler ise pedikülleri, faset eklemleri ve kas bağlantılarını içerir. Posterior elementler spinal hareketleri kontrol eder. Her bir vertebra, komşu vertebralarına çift faset eklemlerin yoluyla katılırlar (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Faset eklemler dönme ve makaslama hareketlerine karşı koyarlar ve basınca karşı da önemli rol oynarlar. Normalde faset eklemler ve discus intervertebralis'ler dönme hareketine karşı koymada %80 katkıda bulunurlar. Ayrıca aksiyal basınç yüküne karşı koymada yaklaşık %25 faset eklemler yoluyla sağlanmıştır (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Discus intervertebralis'ler, ekstansiyon hareket meydana geldiği zaman, dönme ve oluşan basınç yüklerine karşı koruyucu görev yaparlar (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Ligamentler columna vertebralis'in yapısal stabilitesinde önemli rol oynarlar. Pasif ve elastik yapıdaki ligamentler, ilk gerilme yükünü çeken elementlerdir ve aşırı hareketi önlerler. Ligamentler pasif yapıdadırlar ve gerilimleri uzunluklarına bağlıdır. Lig. longitudinale anterior ve posterior ligamentler columna vertebralis'in uzun ligamentleridir ve corpus vertebra'larını ve discus intervertebralis'leri destekleyici görev yaparlar. Özellikle fonksiyonel önemi olan lig. flavum, diğer ligamentler ile karşılaştırıldığında zaman yüksek elastik ve güce sahiptir. Lig. flavum'un içeriğindeki elastik lifler sayesinde spina'nın daha uzun fleksiyon ve daha kısa ekstansiyon

hareketine izin verir. Ciddi dejenerasyon olan hastalarda spinal kanal daralmasının nedeni lig. flavum'un incilmesi ve elastik liflerin azalmasından kaynaklanmaktadır (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Kaslar olmadan columna vertebralis'in stabilitesi sağlanamaz. Spinal kaslar fleksor ve ekstansor kaslar olarak ayrılır. Fleksor kaslar columna vertebralis'in ön bölümünde bulunan kaslardır. Ekstansor kaslar (mm. erector spinae, m. multifidus ve mm. intertransversarii) posterior elementler ile bağlantı sağlayan kaslardır (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999). Columna vertebralis'e ekstansiyon, lateral fleksiyon ve aksiyel rotasyon yaptırırlar. Columna vertebralis fleksiyonda iken eksantrik olarak kasılarak fleksiyonu kontrol eder (Akman ve Karataş 2003).

Karın kasları, gövde rotasyonunda ve inter-abdominal basıncı artırmada önemli rol oynar. Columna vertebralis'in stabilitesini sağlamış olur. Columna vertebralis ekstansorleri tek tek vertebral hareketleri kontrol eder, erektor spinalar karmaşık bir tarzda çalışarak columna vertebralis'in değişik postürlerde fleksiyona gidişini sınırlandırır (Muscolino ve Cipriani 2004).

Postür, vücut bölümlerinin birbirine göre düzenlenmesi olarak tanımlanır. İyi postür; çalışırken veya istirahatheyken vücudun destek yapılarını koruyan bir kas ve iskelet dengesi durumudur. Postür genel sağlık, vücut yapısı, cinsiyet, güç ve endurans, visüel ve kinestetik duyarlılık, kişisel alışkanlıklar, çalışma şartları, sosyal ve kültürel gelenekler gibi faktörlere bağlıdır. (Akman ve Karataş 2003).

Ayakta duruş ve oturma temel iki çalışan postürlerdir. Ayakta duruşun temel avantajı; mobilite, hareket ve kuvvet harcamalarıdır. Oturma pozisyonunda ise bacaklar için daha az gerginlik ve daha az kan dolaşımının olması, daha az enerji harcama ve daha çok stabil duruş vardır. (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Ayakta durma sırasında vücudun ağırlık merkezinin sürekli değişmesi kas liflerinin sürekli düzensiz olarak çekilmesine ve çeşitli motor ünitlerin aktivite ve inaktivitesine neden olur. Bu durum yorgunluğu önlediği gibi venöz dönüşü de yardımcı olur (Akman ve Karataş 2003).

Oturma pozisyonundayken pelvis geriye rotasyon yapar ve lumbal vertebralarda düzleşme olur. Pelvis rotasyonundan dolayı sakral-horizontal açı değişir

yani lumbal bölgenin temeli değişir. Normal dik postürde gövdeyi korumak için bu değişimi lumbal bölgenin lordozunun düzleştirilmesiyle kompanse edilir. Lumbal bölgenin desteklenmesi pelvik rotasyon derecelerini ve lordoz açığı önemli derecede etkiler. Desteksiz oturma pozisyonunda lumbal bölgeye binen yükün ayakta iken binen yükten %35 daha fazla olduğu ölçümlerle gösterilmiştir. (Kirkaldy-Willis ve Bernard 1999).

Postür düzgünlüğü için pelvisin de pozisyonu çok önemlidir çünkü columna vertebralis'in bir parçası olan sakrum pelvisin de bir parçasıdır. Sakrum ve ilium kemikler birbirine neredeyse sabit bir şekilde bağlandıklarından pelvisin pozisyonundaki bir değişiklik columna vertebralis'te, özellikle de lumbal bölgede yeni bir dizilime neden olur. Ağrı veya dejenerasyon nedeniyle lumbal vertebraların hareketinde bir kısıtlılık olduğunda postürde belirgin değişiklikler olacaktır (Akman ve Karataş 2003).

1.2. Lumbosakral Vertebra'nın kinetiği

Belli bir statik düzen içinde dik duran columna vertebralis, bazı kurallara bağlı olarak bir düzen içinde hareket eder. Tüm columna vertebralis'in hareketi, hareket birimlerinin ortaklaşa katılımıyla gerçekleşir. Harekette her birim, detaylı özgün yapısına göre değerlendirilir (Cailliet 1994).

Hareket, kasların kinetik aktivitesi ve yer çekimi güçlerinin kaslar üzerine etkisiyle oluşur. Tüm aktivite, proprioseptif sistemin biofeed-back mekanizmasıyla koordine ve kontrol edilir. Tüm hareketler, dengenin korunması için, yer çekimi merkeziyle çekim güçlerine göre gerçekleşir (Cailliet 1994).

Her fonksiyonel ünitenin hareketi, disk, yük taşıyan ön bölüm ve arka bölümdeki nöral ark ve fasetlerin katılımıyla meydana çıkar. Hareket, sınırlarına göre, bağlar, fasyalar ve eklem kapsüllerince kısıtlanır. Hareketin gerçekleşebilmesi için discus intervertebralis'in nucleus pulposus deforme olur ancak annulus pulposus'un fibril tabakalarının yapısında değişme olmaz. Sagittal düzeyde üst üste dizilmiş olan faset eklemler, ekstansiyon ve fleksiyona izin vermelerine karşı, lateral ve rotator hareketleri sınırlıdır. Faset eklemler dik duran columna vertebralis'e destek verirler fakat bu, kemik ağırlığının ancak %15-24'ü kadardır. Her fonksiyonel ünit, tüm lumbal bölge vertebraıyla birlikte yaklaşık 8-10 derece fleksiyon yapar. Fakat her ünite

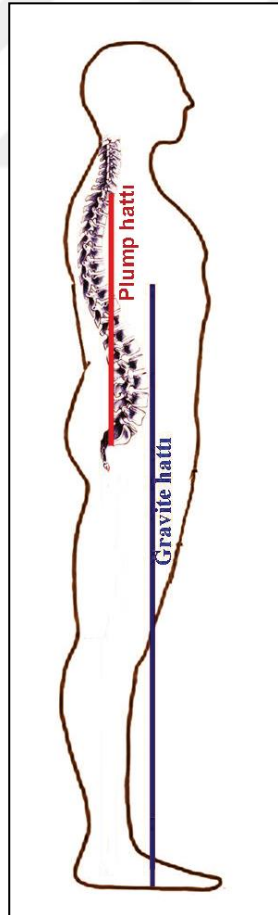
fleksiyonun oluşum derecesi değişiktir. %75'i L4-L5-S1 vertebra aralıklarında gerçekleşir. Hareket açıklığı lumbosakral eklemden en fazla, torakolumbal ekleme deye sınırlıdır (Cailliet 1994).

Genç çocuklarda ekstansiyon güçlerinin yüksek olması, aşırı lordoz oluşturabilir. Bu durum, discus intervertebralis'in yüzeyleri uyum sağladığı sürece yaşam boyu sürdürebilir. Statik, normal dik duruş postüründe dört temel fizyolojik eğrilik dikkati çeker. Sakrocoygeal kifozdan sonra sakrumun üzerindeki eğrilik lumbal lordozdur. Bunun üzerinde de torakal kifoz ve servikal lordoz vardır (Cailliet 1994).

Sakrumun os ilium kemiklerle sıkı bağlantısı olduğundan pelvisin hareketleri tüm omurga eğriliklerini değişen oranda olmakla beraber etkiler. Sakral açı ya da lumbo sakral açı, L5 vertebra gövdesinin alt yüzeyine paralel çizilen çizgi ile S1 vertebra gövdesi üst yüzeyine paralel çizilen çizgiler arasında kalan açıdır. Symphysis pubis'in yukarı hareketi sakrumu aşağıya çeker ve sakral açıyı küçültür. Aşağıya hareket ise sakrumu yukarı çeker ve açıyı artırır. Artmış sakral açı, alt lumbal vertebra fasetleri üzerine bir makaslama stresi uygular, vücudun ağırlık merkezinde kaymayı engellemek için lumbal lordoz artar. Bunun kompanzasyonu için de total segment hareketi halinde torakal kifoz artar (Akman ve Karataş 2003).

1.3. Sagittal Spinopelvik Denge ve Klinik Önemi

Normal dengeli bir columna vertebralis'in ayakta duran bir kişide Sagittal Vertikal Aksis (SVA) veya diğer bir adıyla Plumb Hattı C7 vertebra'dan aşağıya dik çizilen çizgi sakrumun posterior arka üst kenarından geçer. Yine ayakta duran bir kişide kütle merkezi torakal vertebra'nın ön kısmında ve lumbal bölgeye yakın bir yerdedir. Buradan aşağıya dik çizilen hat sakral ikinci vertebra hizasından femur başının merkezinden geçerek topukdan yerle birleşir (gravite hattı) (Şekil 1.20). Bu şekilde insan yerden destek alarak ayakta düz bir şekilde durabilir. Normal dengeli columna vertebralis'i bulunan bir insanda bu iki hat üst üste çakışır ve uyum içindedir. Bu iki hattın uyum içinde olması sonucu normal bir insana tepeden bakacak olursak kafanın izdüşümünün pelvisin içinde kaldığını görürüz. Sagittal dengenin kompensasyonu vücudun herhangi bir patolojik durumda bu iki hat arasında uyumu sağlamaya çalışmasıdır ki bu uyum sağlanamazsa sagittal dengesizlikten bahsedebiliriz (Özer ve Kaner 2013).



Şekil 1.20. Gravite ve plumb hattı (Özer ve Kaner 2013).

Pelvisin kendine özgü columna vertebralis ile anatomik ilişkisi, postürü modüle etmek için mekanizmalar geliştirmiştir. Pelvis, dik pozisyonda lumbal lordoz ve kalça ekstansiyonu ile birlikte minimal enerji harcanmasını sağlar. Duval-Beaupe`re ve ark.'nın tanımlamış oldukları pelvik parametreler sayesinde pelvisin geometrisini ve pelvisin bu geometrik pozisyonuyla ilişkisini tanımlamak mümkün olmuştur. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarda araştırmacılar, orijinal yapısından ilham alarak son özel dejeneratif değişimini ve spinopelvik yapısı arasındaki korelasyonunu vurgulamışlardır (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011).

Birkaç araştırmacı pelvisi morfolojik ve fonksiyonel olarak karakterize etmek için pelvik parametrelerini kullanmışlardır. Duval-Beaupe`re ve ark.'larının tanımlamış oldukları PI (Pelvik oran), sakral son plağın ortasından femur başının ortasına çizilen çizgi ile sakral son plağın ortasına çizilen dik çizgi arasında kesişen açıdır. PI açısı, sakral son plak ile femur başları arasındaki ilişkiyi açıklayan açıdır. Bir kişi için değişmeyen morfolojik parametredir. PI, pelvik retroversion yeteneği gibi pelvik kompanzasyon olasılıkları hakkında önemli bilgiler verir. PI açısı, sakral son plağın femur başına göre konumunu belirler. Çok düşük PI açısına sahip hastalarda pelvisin anterior-posterior (AP) çapı kısa olduğu ve femur başının sakral son plağın arkasında kaldığı görülmüştür. Daha yüksek PI açısına sahip olanlarda ise pelvisin daha geniş AP çapı olduğu ve sagittal planda femur başının sakral son plağın orta noktasının önünde yer aldığı görülmüştür (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011).

Pelvis bicoxa-femoral axis izinde femur baş etrafında rotasyon yapar. Pelvik eğim açısı (pelvik tilt (PT)), femur baş merkezine çizilen dik çizgi ile femur baş merkezinden sakral son plağı'nın üst merkezine çizilen çizgi arasındaki açıdır. Pelvis arkaya doğru rotasyon yaptığı zaman PT artar, öne doğru rotasyon yaptığı zaman ise PT azalır. PT, sakral eğim açısı (sakral slope (SS)) yanı sıra pozisyonel bir parametredir. SS, horizontal çizgiye göre sakral son plağın oryantasyonundan bahseder (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011). SS, sakral son plak'den teğet geçen hat ile horizontal düzlem arasında oluşan açıdır (Özer ve Kaner 2013).

PI'nın bu iki pozisyonel parametre ile geometrik ilişkisi; $PI = PT + SS$ 'dir. Pelvisin femur baş eksen etrafında rotasyon hareketi sagittal dengenin düzenlenmesinde en iyi mekanizmalardan biridir. PI, PT ve SS arasındaki ilişki; PI direkt olarak sırasıyla PT ve SS parametrelerini uyarır ve sagittal dengesizlikteki

küçük veya büyük kompanze etmelerine izin verir (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011).

PI $52,6^{\circ} \pm 10,4^{\circ}$; PT $13^{\circ} \pm 6,8^{\circ}$ ve SS ise $39,6^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$ 'dir. Sonuç olarak omurgada normal bir denge için PT, PI'nın yarısından küçük, SS ise PI'nın yarısından büyük olmalıdır (Özer ve Kaner 2013). Patolojik durumda dahi SS açısı $< 0^{\circ}$ olamaz ancak 0° eşit olabilir (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011).

Sagittal spinopelvik dengenin columna vertebralis ile olan yakın ilişkisinden dolayı spondilolistezis gelişimi, adölesan idyopatik skolyoz ve erişkin spinal deformite gibi pek çok spinal hastalıkların değerlendirilmesinde ve tedavisinde büyük rol oynamaktadır. Bazı çalışmalarda kalça osteoartrit hastalığının cerrahi tedavisinde ve patogenezinde de sagittal spinopelvik dengenin rolünün giderek yükseldiği görülmektedir (Mac-Thiong ve ark 2011).

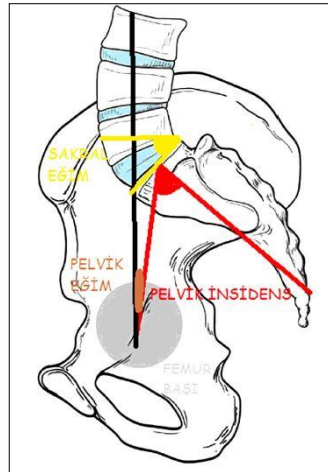
Çünkü columna vertebralis ve pelvisi sagittal planda düşünüldüğü zaman, baş kısmından bacaklara kadar uzanan bir zincirdir. Bu yüzden spinopelvik dengesizlik dejeneratif lumbal deformitede fonksiyonel bozulma ve güçsüzlüğe yol açılmasına ve discus intervertebralis'in hızla dejenerasyon olmasına ve eklem hastalığına neden olmaktadır. Sagittal plan diziliminin düzeltilmesi, klinik sonuçların olumlu oluşması için spinopelvik parametrelerin değerlendirilmesi klinik açısından büyük önem taşımaktadır (Baek ve ark 2013).

Pelvisin şekli ve lumbal lordoz morfolojisinin bilinmesi bel ağrısının tedavisinde temel noktayı oluşturmaktadır. Lumbal lordozun son üç seviye tarafından belirlendiği ve bel ağrısının %80 oranında dördüncü ve beşinci lumbal (L4-L5) vertebra ile beşinci lumbal ve birinci sakral vertebra (L5-S1) disk dejenerasyonundan dolayı hastayı tedavi ederken bu ölçümlerin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Eğer hastaya ameliyatta stabilizasyon yaparken gerekli lumbal lordoz sağlanmazsa, gövdenin öne kayması nedeniyle hastada vida kırılması, psödoartroz veya düz bel durumu oluşacak bel ağrısı oluşmasına neden olacaktır (Özer ve Kaner 2013).

Lumbal lordozun artmış olması arka faset eklemleri önemli ölçüde etkilemektedir. Arka faset eklemlerde dejenerasyon oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Posterior artritlerin oluşması patolojik birtakım durumların kayma

mekanizması yoluyla subluksasyon gibi osteofit, sinovitler ve kist oluşumuna neden olur. Ön kısmın da instabilite eşlik etmesiyle kayma mekanizmasının oluşmasına ve dejeneratif spondilolistezis gelişmesine neden olmaktadır. Spinopelvik parametrelerin de lumbal lordozun artmasında birtakım değişiklikler olmaktadır. PI ve SS açısında önemli ölçüde artış olması, kayma mekanizması yoluyla spondilolistezis'in oluşum riski de artmış olur (Roussouly ve Pinheiro-Franco 2011).

Lumbal bölgede dejeneratif disk hastalığına bağlı gelişen düz bel deformitesi önce pelviste yavaş yavaş geriye doğru açılanma yapar, bu esnada PT artarken, PI azalır ve SS açısı azalır. Yaşlanma ile columna vertebralis öne doğru eğildiğinde kompensasyonla pelvis geriye doğru rotasyon yapar ve SS azalır ancak PT artar. Pelvik parametrelerin normal sınırlar içinde kalmasına çalışılır. Diz eklemleri fleksiyona gelerek, kompensasyonu sağlamaya ve columna vertebralis'i dik tutmaya çalışır. Lumbal bölgede gelişen dejenerasyona bağlı oluşan düz belle birlikte torakal bölge öne doğru eğilmeye başlar dolayısı ile C7 öne doğru kayar ve kompensasyon mekanizmaları da yetersiz kaldığında plump hattı, gravite hattının önüne geçerek sagittal dengesizlik oluşmasına neden olur (Şekil 1.21). Patolojik durumların oluşmasında sagittal spinopelvik denge etkilendiğinden dolayı cerrahinin planlanmasında ve başarılı sonuçlar elde edilmesinde spinopelvik parametrelerin bilinmesi ve değerlendirilmesi klinik açısından çok büyük öneme sahiptir (Özer ve Kaner 2013).



Şekil 1.21. PI, pelvik eğim ve SS (Karademir ve ark 2014) .

1.4. Vertebralarda Yaşa Bağlı Değişiklikler

Columna vertebralis'te görülen dejeneratif değişiklikler fizyolojik bir süreçtir. Yaşla beraber herkeste görülmektedir. Spinal dejeneratif değişiklikler artan yaşa bağlı olarak görülen değişikliklerdir. Spinal segmenti oluşturan discus intervertebralis, faset eklemleri ve lig. flavum biyomekanik yüklenmeye bağlı olarak en fazla dejenerasyona uğrayan yapılardır. Fasetlerin ve lig. flavum'un hipertrofiye olmasına bağlı olarak sinir köklerinde ve medulla spinalis kesesinde bası gelişir, bunun yanı sıra discus intervertebralis'te dejeneratif sürece bağlı olarak da disklerin yük emilimi bozulur ve dejeneratif süreç hızlanır. Bir kısım hastada bu süreç ya yavaşlar ya da spontan füzyon ile sonuçlanır, ancak bir kısım hastada ise; özellikle yürümekle artan bel ve bacak ağrıları olur, zamanla bu ağrılar hastaların hayat standartlarını önemli derecede etkiler. 35-40 yaşlarına kadar disk mesafesi korunmaktadır. Bu yaşlardan sonra disk mesafesi kaybı ve bunun sonucundada vertebra son kısımlarında dejeneratif değişiklikler görülmekte ve hastaların semptomları ortaya çıkmaktadır (Gülşen 2010).

Spinal dar kanal sonucu hastalarda radikülopati ve nörojenik kladikasyon görülmektedir. Bası olan sinir köküyle ilişkili olan kaslarda kuvvet kaybı, refleks kaybı, duyu kaybı ve ağrı oluşması radikülopati olarak adlandırılır. Bazı hastalarda ise kısa mesafelerde yürümek, ayakta durmak ile artan bacak ağrısı şikayeti, oturmak ve yatar pozisyona geçmek ile hastaların semptomlarının düzelmesi görülmektedir bu da nörojenik kladikasyon olarak tanımlanır (Gülşen 2010).

1.5. Spondilolizis ve Spondilolistezis

Vertebranın pars interarticularis kısmında meydana gelen defekte spondilolizis denir. Pars interarticularis, vertebranın eklem yaptığı proc. superior ve inferior alanları arasındadır. Bu defekt stres kırığından travmatik kemik kırığına kadar etyolojide geniş oranda görülür. Spondilolizis en sık L5 vertebra seviyesinde, daha az sıklıkla L4 vertebra seviyesinde ve nadiren de L4 vertebraının üstündeki seviyelerde görülür. Bilateral spondilolizis komşu vertebralardan üstteki vertebranın öne doğru kayması spondilolistezis oluşmasına neden olmaktadır (Şekil 1.22) (Özcan 2002).

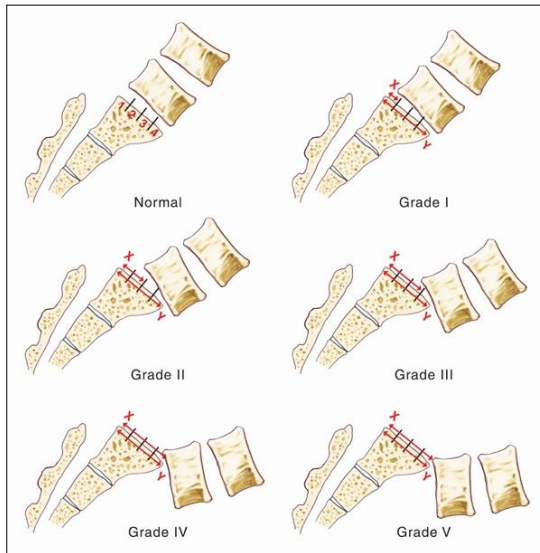
Spondilolistezis en yaygın L5 vertebra seviyesinde meydana gelir ve onu L4 vertebra ve L3 vertebra takip eder (Brotzman ve Manske 2011). L5 vertebra

seviyesinde meydana gelen kayma, tüm vakaların yaklaşık %80-90'ında görülmektedir (Freyschmidt ve ark 2003).

Spondilolistezis; ilk kez Herbiniaux tarafından doğum kanalı daralması ve zor doğumla karşılaştırılması sonucu meydana geldiği şeklinde tanımlamıştır. Killian; spondilo: omur, listezis: kayma anlamına gelen kelimelerin birleşmesi ile oluşan spondilolistezis terimini kullanmıştır (Göksoy ve Şenel 2015).

Spondilolistezis insidansı %4-6 arasında değişir. 6 yaşlarında insidans %4,4 iken, erişkin yaşta bu oran %6'ya çıkmaktadır. Eğer 5-6 yaşlarına kadar ortaya çıkmamışsa bu yaştan sonra insidans %3,3'dür. Eskimolarda insidansın %40 olması bu patolojinin genetik yönünün varlığını da gösterir. Ayrıca jimnastik, amerikan futbolu gibi tekrarlayan lumbal bölge hareketini gerektiren sporlarla uğraşanlarda da bu riskin arttığı görülmektedir. Cinsiyet de insidans üzerine etkili bir faktördür. Genel olarak insidans kadınlarda 4 kat fazladır. İstmik tip spondilolistezis görülen erkeklerde daha fazla olup, dejeneratif spondilolistezis görülen kadınlarda 5 kat daha sık görülür. Kadınlarda semptomlar 14 yaşlarında, erkelerde ise 16 yaşlarında başlar (Göksoy ve Şenel 2015).

Spondilolistezis'in derecelendirilmesi Meyerding'in vertebra kayma miktarına göre evrelediği yöntem ile yapılmaktadır (Şekil 1.22) (Niggemann ve ark 2012).



Grade 1: %0-25

Grade 2: %26-50

Grade 3: %51-75

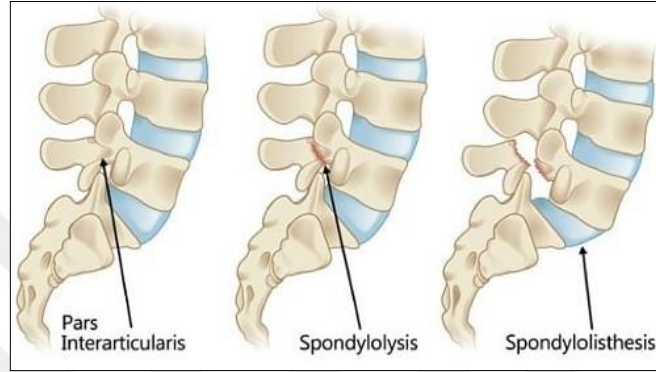
Grade 4: %76-100

Grade 5: %100'den fazla olan kaymalardır ve spondiloloptoz olarak isimlendirilir.

(Niggemann ve ark 2012).

Şekil 1.22. Meyerding'e göre spondilolistezis evreleri
(<https://www.spineuniverse.com/conditions/spondylolisthesis/spondylolisthesis-back-condition-treatment>).

İstmik tip kayma %80,1 oranında L5-S1 seviyesinde görülürken, dejeneratif tip kayma L4-L5 mesafesinde 6-10 kat daha sık görülür. L5 sakralizasyon görülende ise genel popülasyona oranla kayma 4 kat daha fazladır. Son zamanlarda spondilolistezis için Marchetti and Bartolozzi tarafından önerilen sınıflandırma sistemi kullanılmaktadır. Spondilolistezis için sınıflandırma geleneksel olarak en sık kullanılan 1976'da Wiltse-Newman tarafından geliştirilen sınıflama sistemidir (Haun ve Kettner 2005).



Şekil 1.23. Spondilolizis ve spondilolistezis
(<https://sparcctucson.com/2017/02/10/spondylolysis-in-dance-and-gymnastics/>).

Displastik spondilolistezis: Displastik spondilolistezis, sakrum vertebranın displazisi nedeniyle lumbosakral eklemin ileriye doğru subluksasyonu ile karakterize nadir bir hastalıktır. Displastik spondilolistezis, L5-S1 seviyesinde bulunur ve genellikle kadınlarda görülür. Genetik yatkınlık önemli nedensel bir faktördür. Displastik spondilolistezis'i olan hastalar genellikle ergenlik döneminde semptomları gelişmeye başlar. Tipik klinik semptomlar sırt ağrısı ve hamstring kısıklığı ile sertliktir, ancak lomber hiperlordoz, kalça ve diz fleksiyonu ve aynı zamanda parmak yürüyüşü içeren semptomları da içerebilir. Sinirler gerginliğe veya sıkışmaya zamanla uyum sağladığı için, kalça ve uyluklara yayılan radiküler ağrı her zaman belirgin değildir. Cauda equina sendromu yüksek derece spondilolistezis'i gösterir (Inage ve ark 2017).

İstmik spondilolistezis: En sık görülen spondilolistezis tipidir. Görülme sıklığı %3-6'dır. İstmik spondilolistezis genellikle edinseldir ve pars interarticularis'teki spondilolizis ya da stres kırığı sonrası gelişir. Sıklıkla yürümeye başladıktan sonra olur ve 5 yaşından önce nadirdir. En sık 20-30 yaşlarında görülür.

Bu hastalarda daima istmik bir defekt vardır. Faset anatomisi normaldir ve pars'ta uzama yoktur. Oluşum mekanizmasına göre 3 subtipi vardır:

- Stres kırığına bağlı pars defekti: Devamlı hareket ve kötü iyileşmeye bağlı olarak defekt kalıcılık gösterir.
- Tekrarlayıcı mikrotravma sonucu parsın uzaması
- Akut veya kronik pars kırığı: Hastalar immobilize edilirse genellikle iyileşir. Kayma nadirdir (Göksoy ve Şenel 2015).

Dejeneratif spondilolistezis: Dejeneratif spondilolistezis (DS) vertebra ve intervertebral diskleri içeren dejeneratif süreçlere bağlı olarak, bir üst segmentteki vertebranın alt segmentteki vertebraya göre öne doğru kaymasıdır. DS, instabilite, faset artrit, spinal stenoz veya sinir kökü kompresyonuna neden olabilir; bu da bel ağrısı, radikülopati ve nörojenik kladikasyon gibi klinik semptomlara neden olabilir. DS'nin prevelansı; kadın ve erkeklerde 50 yaş altında çok görülmemekle birlikte 50 yaş sonrasında gelişmeye başlamaktadır. Kadınlarda erkeklerden daha hızlı gelişmektedir (Kaplar ve Wang 2016).

Travmatik spondilolistezis: Vertebrada oluşan fraktüre bağlı gelişir. Eğer fraktür pars interarticularis bölgesinde meydana gelmişse bu istmik tip spondilolistezis'in üçüncü grubuna gireceğinden travmatik gruba pars fraktürleri dışındaki fraktürler dahil edilmektedir. Travmadan birkaç hafta veya ay sonra ortaya çıkabilir. Pedikül fraktürü olabilir, yalnız lamina olaya katılmaz. Tedavisi basit immobilizasyondur. İyileşme yetersiz olursa cerrahi stabilizasyon yapılır (Göksoy ve Şenel 2015).

Patolojik spondilolistezis: Pars veya fasetin çeşitli patolojiler sonrası harabiyete yol açması listezise yol açabilir. Bu patolojiler arasında osteoporoz, sifiliz, Paget hastalığı, Von Recklinghausen hastalığı, osteogenezis imperfekta, enfeksiyonlar ve maligniteler bulunmaktadır (Göksoy ve Şenel 2015).

1.6. Vertebraların Anormal Birleşmeleri

Sakrum columna vertebralis'in en değişken kısmı olup anatomik değişkenlikler sıklıkla bu bölgede meydana gelir. Varyasyon, kemik yapının füzyonunun yük ile ilişkisi sakrum morfolojisine bağlı olabilmektedir. Artan füzyonun tamamlanamaması

sonucunda altı tane lumbal vertebra meydana gelir ve lumbalizasyon oluşur sakrum da dört parça halinde kalır. Bunun tam tersi, sakrum füzyonunun devamı L5 vertebra ile birleşip sakralizasyon oluşur ve altı tane sakrum vertebra'yı oluşturur. Bu aynı fenomen alt kısımda coccygis'in sakral kemik kitlesine dahil edilmesiyle de elde edilebilir. Gelişimsel malformasyonlar da meydana gelebilir ve hiatus sacralis'ten caudal ageneziye kadar uzanır. Sıklıkla S4 yer aldığı gösterilmekle birlikte hiatus sacralis genellikle daha yüksek bir seviyede görülür (Cheng ve Song 2003).

1.7. Kısmi Sakrum Agenezisi

Tam veya kısmi sakrum agenezisi bir veya daha fazla sakrum segmentinin olmayışını ifade eden nadir görülen bir konjenital bozukluktur. Görülme sıklığı 0.01-0.05/1000 olarak bildirilmiştir. Bu konjenital anomaliye sakrum veya diğer vertebra segmentlerindeki ageneziye ek olarak spinal kord malformasyonları, alt ekstremitte deformiteleri, sıklıkla genitoüriner sistem ve gastrointestinal sistem anomalileri eşlik edebilir. Bu hastaların birçoğu kemik ve ürolojik veya gastrointestinal problemleri yüzünden öncelikle ortopedi, üroloji veya gastroenteroloji kliniklerince değerlendirilmektedir (Balioğlu 2016).

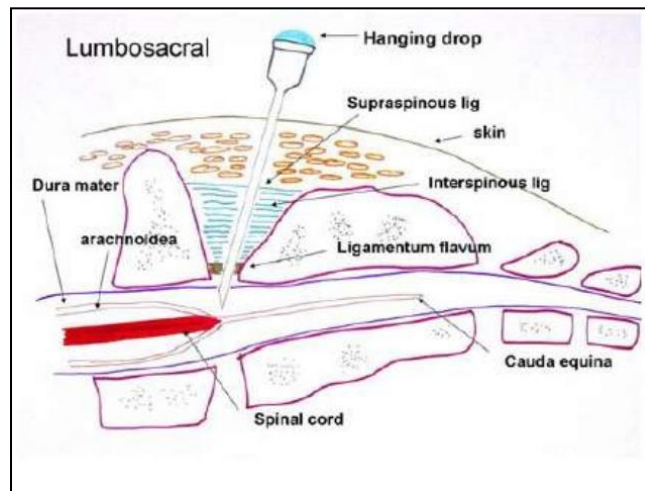
1978 de, Renshaw ve arkadaşları columna vertebralis ve sakrum arasındaki osteolojik defektleri büyük ölçüde temel alarak sakrum agenezisi yi 4 gruba sınıflandırmıştır. Tip 1'de, kısmi tek taraflı agenezi sakrum veya coccygis'e lokalizedir. Tip 2'de, kısmi fakat bilateral, simetrik sakrum vardır. Os ilium, S1'le artikülasyon gösterir ve sakrum veya coccygis'in distal segmentlerinde gelişim yetersizliği vardır. Tip 3'de, tüm sakrum agenezisi ve os ilium'da ve lumbal vertebranın en alt düzeyiyle artikülasyon vardır. Tip 4'te, tüm sakrum agenezisi ve os ilium'da orta hat posteriorda füzyonu mevcuttur (Ökten ve ark 2012).

1.8. Caudal Epidural Anestezi

Çeşitli operasyonlarda analjezi ve anestezi vermek için sakrumda epidural alan yaklaşımı kullanılır. Caudal epidural blok (CEB), epidural alana ilaç vermek için hiatus sacralis'e bir iğne yerleştirmeyi içerir. Epidural alana olan bu yaklaşım pediatrik hastalarda cerrahi anestezi ve analjezi için yaygın olarak kullanılmakla kalmaz aynı zamanda yetişkinlerde de çok çeşitli kronik ağrı durumlarını yönetmede kullanılır (Kao ve Lin 2017).

CEB, lumbal spinal bozuklukların tedavisinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. CEB tekniği, sakral epidural alana erişimin sağlandığı sakrum hiatus'unun doğru lokalizasyonuna bağlıdır. Kabaca üçgen şeklindeki hiatus sacralis, sakral kanalın sonlanmasını gösterir (Şekil 1.23). Bu alanda önemli anatomik varyasyonlar vardır, bu nedenle boşluk ve boyut biçiminde tutarsızlıklar meydana gelmektedir ve bu da tanımlamasını zor kılmaktadır. Bazı vakalarda, iğnenin sakral kanala sokulması olanaksız olabilir. Klinisyenler için ayırt etme yerlerini bulmak sürekli zor bir mücadeledir. Kemik çevresindeki izler genellikle bu amaç için dikkate alınır. CEB'in başarısının anahtarı, kemik izlerinin konvansiyonelleştirilmesidir. Bu nedenle ekstradural boşluğun caudal bölgesinin anatomisinin ayrıntılı bir şekilde anlaşılması gerekir (Aggarwal ve ark 2009).

Medulla spinalis'in dural ve arachnoid kılıfı S2 vertebra seviyesinde son bulur (yetişkinlerde S1 vertebra forameninin alt sınırı ile çocuklarda S3 vertebra arasında değişir.). S2 vertebra'daki dural kılıfın altına yerleştirilen, caudal epidural boşluk veya caudal boşluk olarak adlandırılan sakral kanal kısmı, yağlar, plexus venosus, filum terminalis ve n. coccygeus ile doludur. Bu caudal epidural boşluk, caudal epidural blok için lokal anestetik ilaç sağlamak için kullanılır. Sakral kanala giriş, dural kesenin delinmesini önlemek ve çevredeki yapıları korumak için güvenli olmalıdır (Aggarwal ve ark 2009). Caudal epidural blok yapılmasında en belirleyici izler cornu sakralis'lerdir. Klinisyenler cornu sakralis'lerin palpasyonu sayesinde uygulanacak yeri doğru bir şekilde tespit edebilirler (Saikia ve Sarma 2016).



Şekil 1.24. Caudal epidural anestezi
(<https://www.pinterest.se/pin/528891549971520437/?lp=true>).

Epidural steroid enjeksiyonunun en etkili olduğu durumlar disk hernileri sonucu oluşan sinir kökü basısı ve irritasyonlarıdır. Nevraljik ağrılarının kontrolünde, kanserli hastalarda tümör invazyonu sonucu sinir kökü civarında gelişen dem ve enflamasyonda epidural steroid enjeksiyonunun etkinliği gösterilmiştir. Spinal stenoz, skolyoz, spondilolistezis veya spondilolizisli hastalarda epidural steroidlerin kullanımı tartışmalıdır. Postlaminektomili hastalarda ise genellikle eşlik eden araknoidit ve adezyon gibi nedenler yüzünden epidural steroid uygulamasına iyi yanıt alınamamaktadır (Ergin 2005).

1.9. Multiple Detector Computed Tomography (MDCT)

Günümüz klinik uygulamalarında en kapsamlı kullanımı MDCT oluşturmaktadır. CT'nin 1970'lerde kliniğe girmesinden bu yana kullanımı hızla artış göstermiştir. Son iki dekadda CT kullanımı, İngiltere'de 12 kat, Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'de 20 kat artmıştır. Hatta ABD'de 2007'de yıllık 72 milyon tetkik sayısına ulaşmış olup 1990'lı yıllar ile karşılaştırıldığında üç kat artış olduğu grlmştir. Bu tetkiklerin içerisinde ocuk hastaların oranı %6 ile %11 arasında değişmektedir. Artıştaki en büyük etken ise, CT'deki hızlı teknik gelişimi ile klinik uygulamalarda yaygın kullanımdır. CT teknolojisi ile çekim sürelerinin azalması çocuklardaki CT kullanımını kolaylaştırmıştır. Böylece anestezi uygulamasına gerek kalmaksızın CT tetkiklerinin kullanımı hızla artmıştır. Yetişkinlerde CT kullanımındaki artışın büyük bölümünü, asemptomatik hastalarda uygulanan, CT-kolonografi, akciğer tarama, kardiyak tarama ve tüm vücut tarama programları oluşturmaktadır (Işık ve ark 2010).

Çoklu kesit, çok detektörlü CT veya çok kesitli CT olarak da bilinen MDCT, CT teknolojisinde en yeni atılımdır. CT bir transaksiyel kesitsel tekniğinden gerçek üç boyutlu görüntüleme modalitesine dnşmştir. Çift dilimli spiral tarama 1992 yılından beri mevcutken, ilk dört dilimli üniteler 1998'de piyasaya srlmştir (Prokop 2005). Tüpün hasta etrafında bir dönüşünde tek kesit alabildiği önceki helikal (spiral) CT sistemlerinden farklı olarak, MDCT'de bir rotasyonda 4 veya daha fazla sayıda (8, 16, 32, 40, 64, 256, 320) kesit almasına olanak veren z eksenini (hasta masası yönü) boyunca dizilmiş çok sıralı dedektör sistemi vardır. 2001 yılında 8-kesitli, 2002 yılında 16-kesitli, 2004 yılında 64-kesitli, 2006'da çift tüplü 64-kesitli, 2007'de 256-kesitli ve 2008'de 320-kesitli CT'ler klinik kullanıma girmiştir. MDCT

teknolojisindeki gelişmeler uzun mesafeleri kısa sürede ve ince çözünürlükte görüntülemeyi mümkün kılmaktadır (Bayraktaroğlu ve Alper 2008).

MDCT sistemleri, bir dizi detektörden oluşan bir dedektör dizisine sahip CT tarayıcılarıdır. MDCT tarayıcıların “çok detektör sıralı” yapısı, uzunlamasına doğrultuda çoklu dedektör dizilerinin kullanılmasını ifade eder (hasta masanın üzerinde yatan hastanın uzunluğu boyunca). MDCT tarayıcıları, detektör arkının ve x-ışını tüpünün birlikte döndüğü üçüncü nesil CT geometrisini kullanır. Tüm MDCT tarayıcılar, kayma halkası kızıağı kullanmaktadır. Bu da, hastanın etrafındaki X-ışını tüpünün 360 derecelik tam dönüşü için 0.33 saniye kadar yüksek hızlarda dönme hızlarına izin verir. Böylece belirli bir hacmi taramak için gereken süre önemli ölçüde azaltılabilir. MDCT tarayıcıları ayrıca ince dilimlerle belirli bir anatomik hacmi kapatmak için de kullanılabilir. Bu, uzatılmış tarama sürelerinin dezavantajı olmaksızın uzunlamasına bir yönde uzamsal çözünürlüğü önemli ölçüde geliştirir. Uzunlamasına yönde geliştirilmiş çözünürlük, çok düzlemli yeniden biçimlendirme ve 3 boyutlu gösterimler açısından çok değerlidir. Spiral tarama, MDCT'deki en yaygın tarama edinim modudur, çünkü toplam tarama süresi, sürekli veri toplama ve örtüşen veri kümeleri ile en verimli şekilde azaltılır. Bu, geliştirilmiş çok-düzlemli yeniden biçimlendirme (MPR) ve 3D görüntü kalitesini hastaya ilave radyasyon dozu verilmeksizin yeniden yapılandırılmasına olanak tanır. 1 mm'lik bir anatomi dilimi görüntüsü oluşturmak için, 1 mm'den daha geniş olmayan detektör sıraları kullanılmalıdır (detektör boyutları, CT portalının merkezindeki kapsama göre normalize edilir). Dedektör dizileri, her biri yaklaşık 1 mm genişliğinde, çoklu sıralardan yapılır. Bu tarayıcıların en önemli avantajı, aynı anda birden fazla dilimi tarama yeteneğidir ve dolayısıyla X-ışını tüpünden çıkan radyasyonu daha verimli kullanır (Rehani ve ark 2006).

1.10. Columna Vertebralis'te MDCT'nin Yeri

Columna vertebralis ve medulla spinalis tüm radyolojik yöntemler tarafından görüntülenen karmaşık bir yapıdır. Columna vertebralis tarafıyla ortopedi ve fizik tedaviyi, medulla spinalis tarafıyla da nöroloji ve beyin cerrahisini ilgilendirir ve hareket sistemi radyolojisi ile nöroradyolojinin örtüştüğü bir alandır. Columna vertebralis ve medulla spinalis lezyonları yerel veya yaygın sırt ağrısına, radikülopati ve myelopati yakınmalarına neden olur. Radyolojik inceleme yöntemlerinden MDCT,

manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kliniğe grimesinden önce columna vertebralis ve medulla spinalis'in temel inceleme yöntemi idi. Günümüzde MR'nin bulunmadığı ortamlarda bu görevini başarıyla yerine getirir. En sık kullanım alanı disk hernilerinin gösterilmesidir. MDCT ile sinir köklerinin intratekal parçaları ve medulla spinalis, çevresindeki BOS'dan ayırt edilemez; sadece tekal aralığın kalınlığının 2mm'yi geçtiği servikal bölgede ayrılabilir (Tuncel 2012).

Spondiloz en sık servikal ve alt lumbal bölgelerde görülür. Radyolojik bulguları disk aralığında daralma, komşu kemik yüzlerinde osteofit oluşumları ile birlikte sklerozdur. Diskteki değişiklikler ve spinal kanalla ilişkisi MDCT ve MRG ile incelenir. Osteofitler, disk kalsifikasyonu ve vakum fenomeni dediğimiz gaz görünüşleri MDCT ile daha iyi gösterilir (Tuncel 2012).

Vertebra kırıklarında toraks ve abdomen MDCT ile çeşitli klinik endikasyonlar için yaygın olarak yapılan tetkikler, özellikle 65 yaş üstü kadınlarda ve 70 yaş üstü erkeklerde rutin olarak orta hat sagittal reformasyonlarının elde edilmesi için yararlıdır. Vertebral kırıklar, transvers aksiyel görüntülerde belirgin olmayan ve klinik olarak sessiz olabilen sagittal reformasyonlarda tanımlanacaktır (Adams ve ark 2010).

MDCT vertebral kanalın şekil ve boyutlarını, diskin yer değişikliklerini, faset ve yumuşak doku hipertrofilerini, spondilolizis ve fraktürlerini gösterir. Özellikle yer değiştirmemiş kırıklar, konjenital vertebral defektler, osteoporoz, ligament veya disk kalsifikasyonu osteoplastik tümör tanısında değerlidir. Sagittal rekonstrüksiyonlar nöral foramenleri ve bu foramenlerden çıkan sinir köklerinin pedikül ve fasetlerle olan ilişkisini değerlendirmede kullanılır. Konstratlı CT inatçı posteoperatif semptomları olan hastalarda özellikle yararlıdır (Baysal ve ark 1998).

CT spinal kanal ve kemik yapıları değerlendirmede faydalı bir incelemedir. Patlama fraktürlerinde geriye doğru vertebraların yer değiştirmesi, fraktür parçalarının boyutlarının saptanmasının yanında pedikül, lateral çıkıntı, lamina fraktürü gibi durumların kolaylıkla saptanmasını sağlar (İş ve Şafak 2005).

CT'nin diğer bir yararlı yanı direkt grafi ile düzgün şekilde görüntülenemeyen kraniovertebral ve servikotorasik bileşkenin uygun şekilde görüntülenebilmesidir. Kemik yapıyı gösterme özelliğinin mükemmel olmasının yanı sıra medulla spinalis ve sinir köklerinin basısı, disk materyali ve hematomu görüntülemeye direkt grafiye

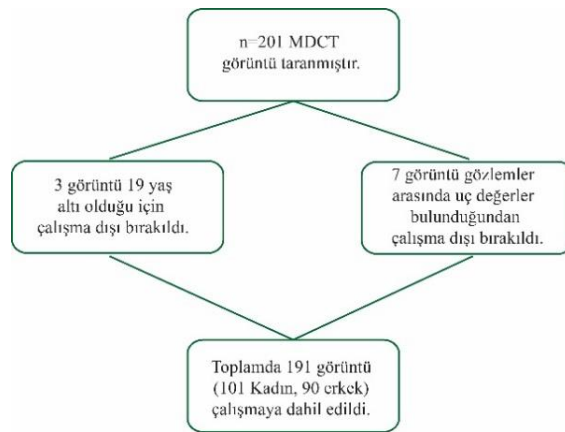
üstünlük gösterir. Yapılan bir çalışmada pedikül, lateral kitle, spinöz çıkıntı fraktürlerinin sıklıkla CT’de atlandığını bildirmişlerdir. Günümüzde spiral CT çekimleri servikal travmalarda daha yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Spiral CT daha hızlı ve uzun segment inceleme alanının yapılmasını sağlar (İş ve Şafak 2005).

Tek başına CT erişkin spondilolistezisi değerlendirmede sınırlı kullanım alanı bulmaktadır. Tanıda şüphe olduğunda 1 veya 2 mm’lik düzgün kesitler elde edilerek pars defektleri değerlendirilebilir. Pars defektleri faset eklemlere göre daha horizontal ve düzensiz görülür. Tomografi ayrıca L5 pars bölgesinde fibrokırdak kitleleri gösterir. İmmobilizasyon veya pars füzyonu yapılan cerrahi tedavi sonrası pars defektinin iyileşmesi de tomografi ile görüntülenebilir. Çok seviyeli dejeneratif spondilolistezisli hastalarda cerrahi tedavi öncesi planlama için myelografi ve sonrasında postmyelografik bilgisayarlı tomografi kesitleri alınabilir. Bu, spondilolistezik seviye ve diğerlerinin dekompresyonu öncesi iyi bir yol gösterici harita olacaktır. Ancak pars bölgesinde fibrokırdak dokuya bağlı kök basısı izlenemeyebilir. Dural kılıf sinir köküne o kadar lateralden uzanmaz ve bu uzak lateral sinir kökü basısı myelografiyle gösterilemeyebilir (Altun ve ark 2016).

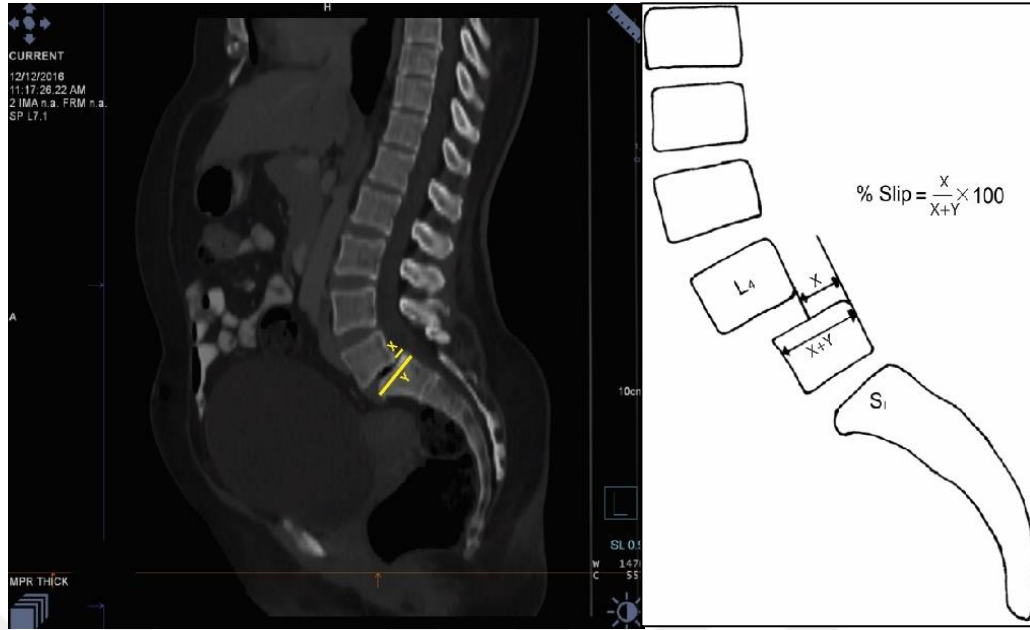
2. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 23.08.2017 tarihinde alınan 2017/255 sayılı kararı alınarak başlanmıştır. Çalışma Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı'ndaki radyologlar tarafından L5-S1 spondilolistezis tanısı konulmuş 56 hasta grup ile 135 sağlıklı toplamda iki grup olmak üzere toplam 191 olgu çalışmaya alındı. Olgulara ait veriler 2010-2017 yılları arasındaki yatar pozisyonunda çekilen abdominopelvik multiple detector computed tomography (MDCT) görüntülerin retrospektif olarak taranması ile elde edilmiştir. Çalışma, toplam 191 MDCT (101 kadın, 90 erkek) görüntüsü üzerinde farklı yaş gruplarında gerçekleştirilmiştir. Planladığımız çalışmada; 128 kesitli MDCT (Siemens Somatom Sensation, Erlanger, Almanya, 2005) ile, sakral bölgeden 1 mm kesit kalınlığındaki çekilmiş abdominopelvik görüntülerin retrospektif olarak taramasıyla elde edilen görüntüler kullanılmıştır. Daha sonra bu görüntüler iş istasyonunda (Siemens Leonardo, 3D ve Inspace programları) sagittal, koronal ve aksiyal planda MIP ve MPR ile ayrıca VRT formatında işlenerek volumetrik ve subvolumetrik görüntüler kullanılarak anatomik değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmamızda toplam 201 MDCT görüntüsü tarandı. Taranan 201 MDCT görüntüsünden; 101 erkek ve 90 kadın olmak üzere toplamda 191 bireyin görüntüsü çalışma kapsamında incelendi (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Çalışmaya dâhil edilen görüntülerde izlenen yol şablonu



Şekil 2.2. Sagittal CT üzerinde spondilolistezis kayma değeri ölçümü

MDCT raporlarında radyologlar tarafından lumbosakral seviyede değerlendirildi ve spondilolistezis tanısı konmuş kişiler, L5-S1 spondilolistezis’li hasta grubu olarak belirlendi. Meyerding kayma derecesine göre spondilolistezis’li grupta grade 1 (%0-25) ve grade 2 (%26-50) kayma derecesi tespit edilmiştir (Şekil 2.2). İncelemelerde sakral patolojisi tespit edilmeyen yaşları 20 ile 92 arası değişen olgular sağlıklı grup olarak isimlendirildi. Daha önce spinal cerrahi geçirmiş, travma bulguları olan, lumbal skolyoz, osteoporoz, spinal metastatik veya primer tümör ve ciddi konjenital anomali gibi bulgular olanlar her iki gruba da dahil edilmedi.

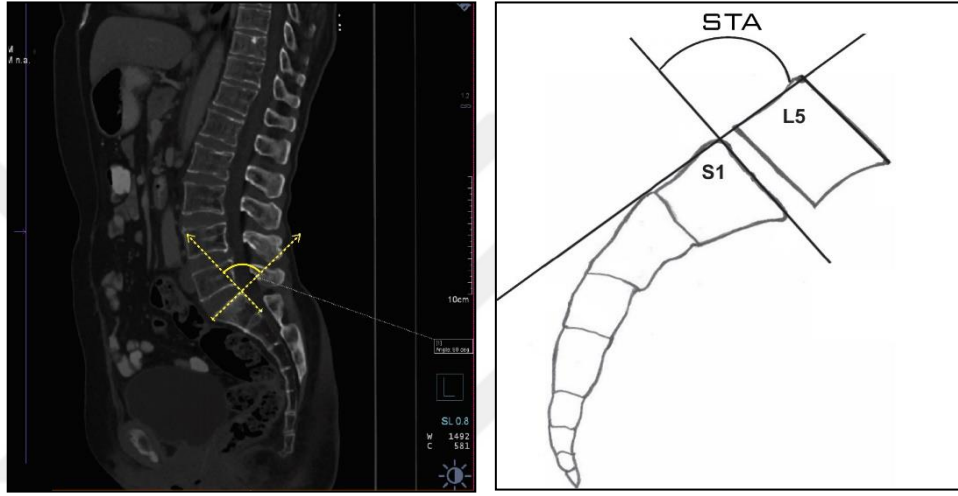
Morfometrik değerlendirme aşamasında, literatürde yapılmış çalışmalardaki sakropelvik’e ait incelenen ölçüm parametreleri bilgisayar ortamında yapılmıştır. Bu ölçümlerin sağlıklı ve spondilolistezis’li hastalarda cinsiyet ve yaşa göre değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çalışmamızda olgular taranırken yaş aralığı (20-92 yaş arası) olan yaş ile incelenen parametrelerin karşılaştırılması amaçlandı. Gruplarda her iki cinsiyet dağılımının birbirine yakın olmasına özen gösterildi. Sağlıklı grupta her iki cinsiyet dağılımı birbirine yakinken, hasta grupta kadın sayısı erkek sayısından daha fazla olmuştur.

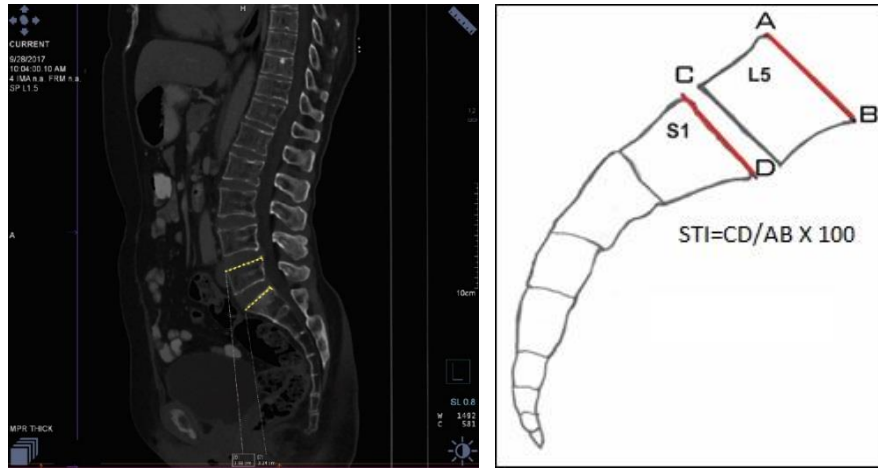
2.1. Sagittal CT Üzerinde Yapılan Ölçümler

Literatürde yapılan çalışmalarda sakrum taban açısı (STA), sakral son plak boyunca çizilen çizgi ile S1 vertebra korpusu'nun arka duvarı boyunca çizilen çizgi arasında kalan açıdır (Şekil 2.3) (Wang ve ark 2008).

Sakrum üstünün genişlemesini değerlendiren parametre olan sakrum taban indeksi (STI), L5 vertebra'nın superior son plak'ın ön-arka çapının sakral son plak'ın maximum ön-arka çapının yüzdesidir (Şekil 2.4) (Wang ve ark 2008).



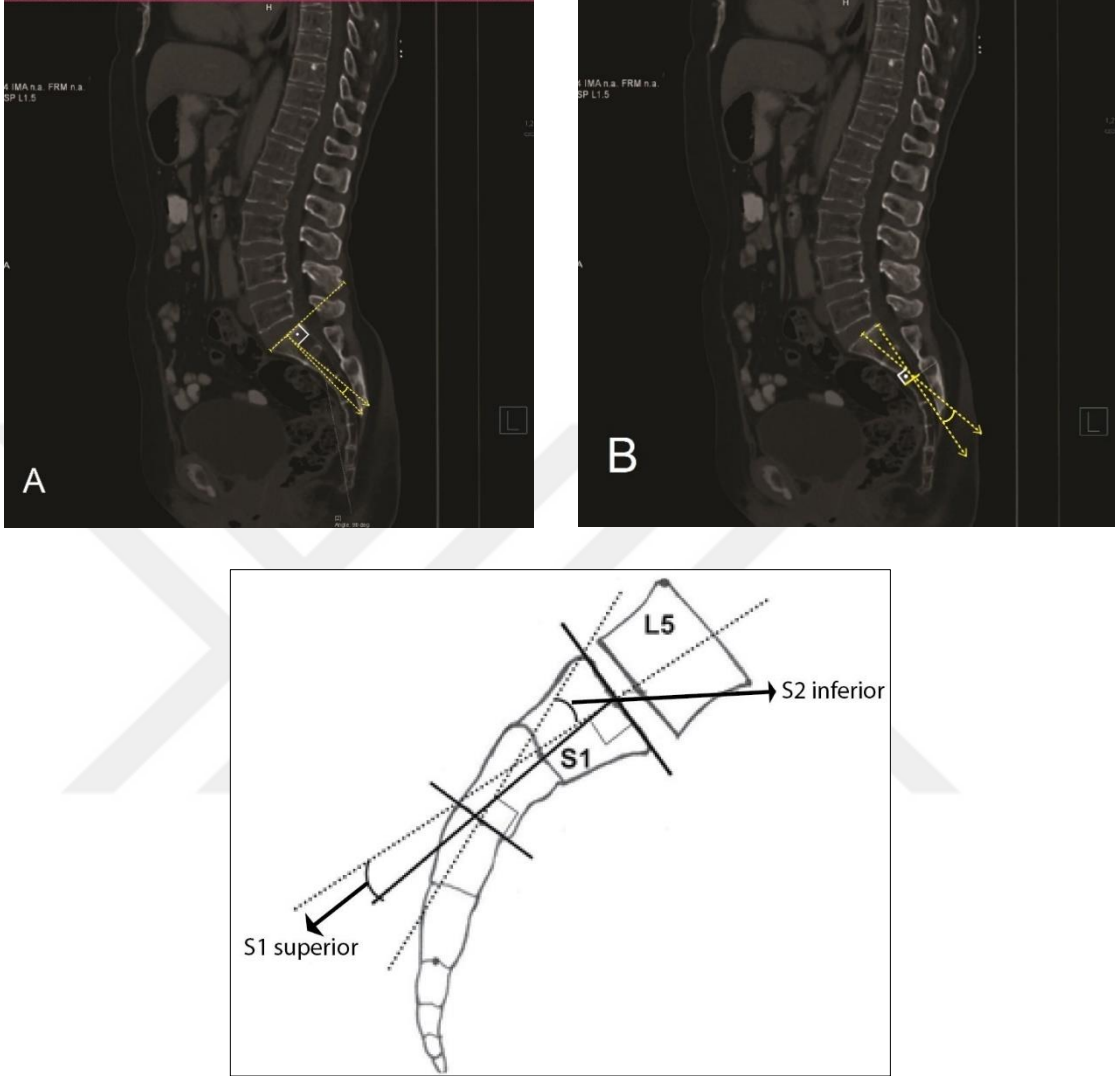
Şekil 2.3. Sagittal CT üzerinde STA ölçümü.



Şekil 2.4. Sagittal CT üzerinde STI ölçümü

Anatomik bir parametre olan S1 superior açısı (S1A), S1 vertebra'nın ortasına çizilen çizgi ile S1 vertebra'nın superior son plak ortasına çizilen dik çizgi arasındaki açıdır (Şekil 2.5) (Wang ve ark 2008).

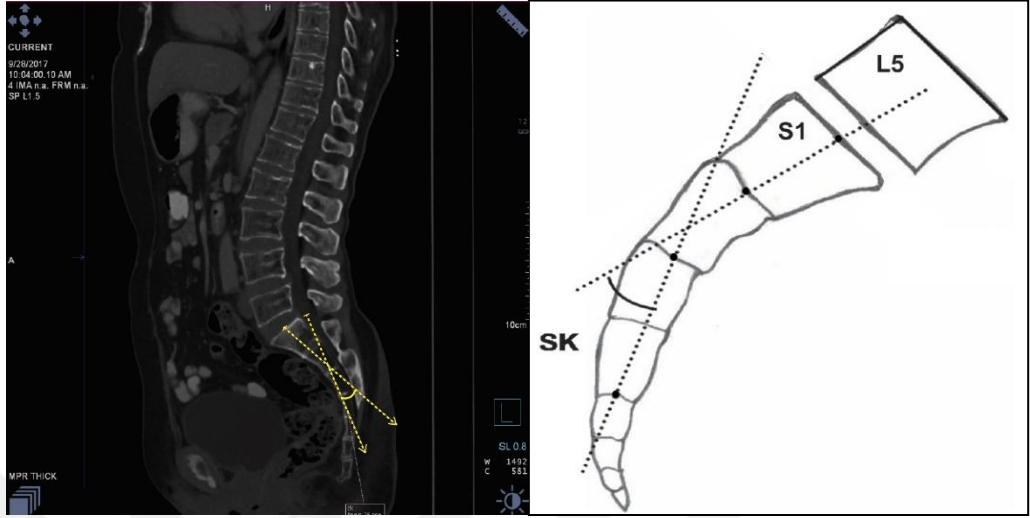
Anatomik bir parametre olan S2 inferior açı (S2A), S1 vertebra'nın ortasına çizilen çizgi ile S2 vertebra inferior son plak ortasına çizilen dik çizgi arasındaki açıdır. Tüm gruplarda uygun olarak ölçülmüştür (Şekil 2.5) (Wang ve ark 2008).



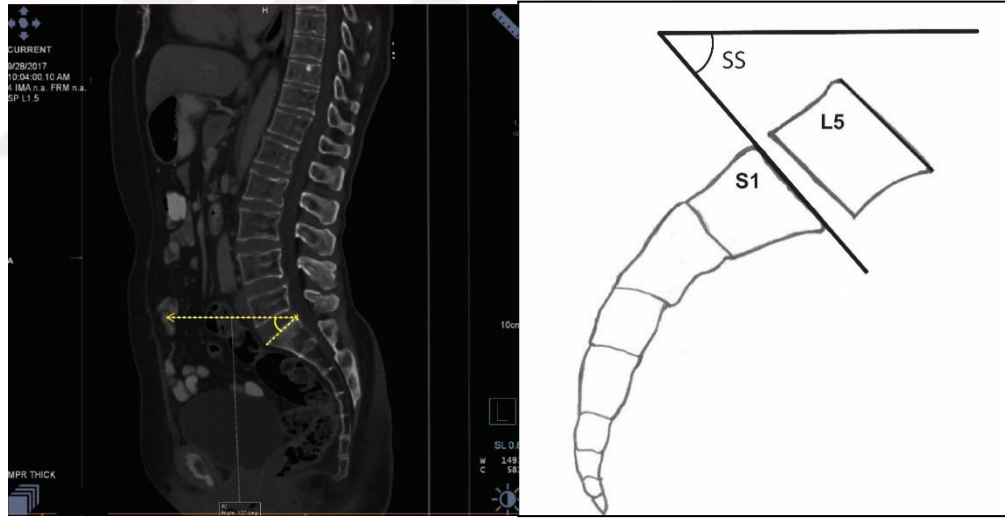
Şekil 2.5. Sagittal CT üzerinde A S1A açısı, B S2A açısı ölçümü.

Sakral kifoza (SK), S1 vertebra'nın üst ve alt sınırlarının orta noktasını birleştiren bir çizgi ile S2 ve S4 vertebralarının alt sınırlarının orta noktasına bağlanan çizgi arasındaki açıdır (Şekil 2.6) (Marty ve ark 2002).

Sakral eğim açısı (sakral slope (SS)) , sakral son plak ile horizontal düzlem arasında oluşan açı daha önce yapılmış çalışmalara uygun olarak ölçülmüştür (Şekil 2.7) (Marty ve ark 2002).



Şekil 2.6. Sagittal CT üzerinde SK açı ölçümü.



Şekil 2.7. Sagittal CT üzerine SS açı ölçümü.

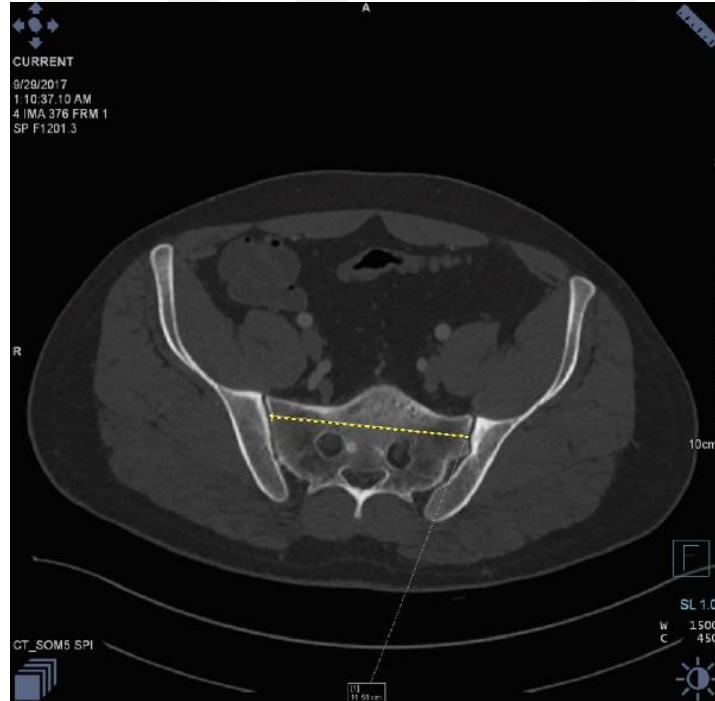
Sakrum yüksekliği (SY), os sacrum'un önden promontorium ile apex ossis sacri notaları arasındaki uzaklık ölçümüdür (Şekil 2.8) (Basaloglu ve ark 2005) .



Şekil 2.8. Sagittal CT üzerinde SY ölçümü

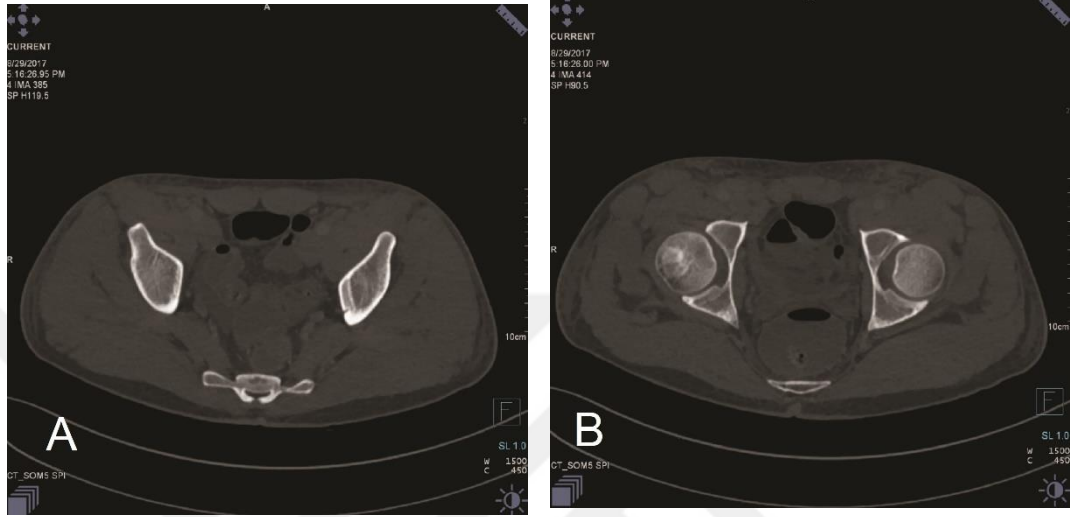
2.2. Aksiyal BT Üzerinden Yapılan Ölçümler

Literatürde sakrum genişliği (SG), os sacrum'un önde S1 seviyesinden iki ala ossis sacri arasındaki en geniş mesafe ölçümüdür (Şekil 2.9) (Basaloglu ve ark 2005).



Şekil 2.9. Aksiyal CT üzerinde SG ölçümü

Hiatus sacralis'in uzunluğu (HSU), canalis sakralis'in alt açıklığının orta noktası ile os sacrum'un os coccygis ile eklem yapan bölümünün orta noktası arası mesafe ölçölerek tespit edilmiştir (Koç ve ark 2014). Bizim çalışmamızda HSU; aksiyal CT üzerinde hiatus sacralis'in başladığı ilk kesit ile bittiği düzeydeki kesit arasındaki kesit sayısı ile kesit kalınlığı çarpılarak hesaplanmıştır (Şekil 2.10).



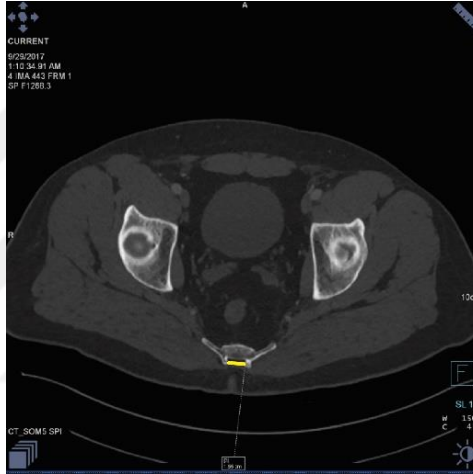
Şekil 2.10. Aksiyal CT üzerinde HSU ölçümü. A hiatus sacralis'in başlangıç yeri, B hiatus sacralis'in bitiş yeri.

Hiatus sacralis'in apex'te anterior posterior genişliği (HSAPG), hiatus'un apex'te ön ve arka duvar arası mesafedir (Şekil 2.11).

İnterkornual mesafe (İKM), bilateral cornu sakrales'lerin apex'inde aralarındaki mesafe ölçümüdür (Şekil 2.12).



Şekil 2.11. Aksiyal CT üzerinde HSAPG ölçümü



Şekil 2.12. Aksiyal CT üzerinde İKM ölçümü

2.3. İstatistik Hesaplamalarda Kullanılan Yöntemler

Parametrik test varsayımlarından normallik varsayımına ilişkin bütün değişkenlerin hasta ve sağlıklı gruba ilişkin, hasta ve sağlıklı grubun kendi içinde cinsiyet grubuna ilişkin verilerinin dağılımının normal dağılıma uygunluğunu test etmek için Kolmogorov- Smirnov kullanıldı.

Normal dağılıma uyan değişkenlerin gruplara göre farklı olup olmadığını test etmek için parametrik testlerden bağımsız gruplar için T testi (Independent Samples T test), normal dağılıma uygun olmayan değişkenlerin gruplara göre farklı olup olmadığını test etmek için parametrik olmayan testlerden Mann-Whitney U testi kullanıldı. Analizlerin tamamı %5 anlam seviyesinde (%95 güven seviyesinde) değerlendirildi.

3. BULGULAR

Çalışmamızda sağlıklı bireylerin (görüntülerde sakral patolojisi tespit edilmemiş bireyler) ve L5-S1 spondilolistezis'li hastaların MDCT görüntüleri üzerinde yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar aşağıda başlıklar halinde sunuldu.

3.1. Yaş Değişkenine İlişkin Bulgular

Sağlıklı bireyler için yaş değerlerinin ortalaması $48,65 \pm 16,32$ olarak belirlendi. Yaş değişkeni sağlıklı ve hasta grup bireyler için cinsiyetler arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$). Sağlıklı ve hasta grup arasında, istatistiksel olarak anlamlı şekilde hasta grupta daha yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Yaş Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

YAŞ		min.-maks.	ort $\pm$ ss	medyan	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	22-92	50,54 $\pm$ 16,15	49,0	0,162
	Erkek(n=70)	20-82	46,90 $\pm$ 16,40	43,0	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	24-84	58,28 $\pm$ 15,30	60,0	0,625
	Erkek(n=20)	39-82	57,3 $\pm$ 15,12	50,5	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	20-92	48,65 $\pm$ 16,32	47,0	0,000*
	Spondilolistezis'li (n=56)	24-84	57,93 $\pm$ 15,10	59,0	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma). (*) $p < 0,05$.

Yaş değişkeni, L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde Grade 2'de, Grade 1'den yüksek bulundu ($p > 0,05$) (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. YAŞ Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
YAŞ min.-maks.	24-84	26-78
YAŞ ort±ss	57,74±15,78	58,35±13,87
YAŞ medyan	59,0	59,0
Mann-Whitney U test değeri	349,5	
p	0,748	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2. Os Sacrum'un Morfometrik Bulguları

3.2.1. Sakrum Taban Açısı (STA)

Sağlıklı bireylerin STA ortalama değeri $94,8 \pm 7,24^\circ$ olarak belirlendi. STA değeri kadın ve erkek arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$) (Çizelge 3.3). STA parametresi, hasta grupta sağlıklı gruba göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p < 0,05$).

Çizelge 3.3. STA Parametresine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

STA		min.-maks. (°)	ort ±ss (°)	medyan (°)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	79-109	94,38±7,05	95,0	0,523
	Erkek(n=70)	80-120	95,19±7,44	95,0	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	76-104	88,69±7,24	88,0	0,588
	Erkek(n=20)	73-101	87,60±7,11	86,0	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	79-120	94,8±7,24	95,0	0,000*
	Spondilolistezis'li(n=56)	73-104	88,3±7,15	87,5	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).(*) $p < 0,05$.

STA, L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde Grade 1, Grade 2'den yüksek bulundu ($p>0,05$) (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. STA Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
STA min.-maks.	73-104	76-100
STA ort $\pm$ ss	88,79 $\pm$ 7,67	87,18 $\pm$ 5,83
STA medyan	88,0	87,0
t (54) test değeri	0,776	
p	0,441	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.2. Sakrum Taban İndeksi (STI)

Sağlıklı bireylerde STI ortalama değeri %97 $\pm$ 0,63 olarak belirlendi. Sağlıklı grupta kadınlar erkeklerden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$). Hasta grupta kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) Sağlıklı ve hasta grup arasında da farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. STI Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

STI		min.-maks. (%)	ort $\pm$ ss (%)	medyan (%)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	84-11,5	98 $\pm$ 0,65	0,98	0,031*
	Erkek(n=70)	81-10,8	96 $\pm$ 0,59	0,96	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	85-12,1	99 $\pm$ 0,92	0,99	0,246
	Erkek(n=20)	88-10,9	97 $\pm$ 0,63	0,97	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	81-11,5	97 $\pm$ 0,63	0,97	0,083
	Spondilolistezis'li(n=56)	85-12,1	99 $\pm$ 0,84	0,99	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).(*) $p<0,05$.

STI, L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde Grade 1, Grade 2'den yüksek bulundu ($p>0,05$) (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6. STI Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
STI min.-maks.	0,85-1,21	0,85-1,16
STI ort±ss	0,99±0,082	0,98±0,088
STI medyan	0,98	0,97
t (54) test değeri	0,708	
p	0,482	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.3. S1 Superior Açısı (S1A)

Sağlıklı bireyler için S1A değerinin ortalaması $12,39\pm4,75^\circ$ olarak belirlendi. S1A değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). S1A sağlıklı grup hasta gruptan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. S1A Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı- Hasta Grup Karşılaştırması

S1A		min.-maks. (°)	ort ±ss (°)	medyan (°)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	2-24	12,92±4,50	13,0	0,152
	Erkek(n=70)	1-24	11,89±4,95	11,0	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	0-16	5,78±4,86	4,5	0,712
	Erkek(n=20)	0-14	5,6±3,72	5,0	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	1-24	12,39±4,75	12,0	0,000*
	Spondilolistezis'li (n=56)	0-16	5,71±4,45	5	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma). (*) $p<0,05$.

Çizelge 3.8. S1A Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
S1A min.-maks.	0-16	0-13
S1A ort±ss	6,41±4,45	4,12±4,15
S1A medyan	5,0	4,0
Mann-Whitney U test değeri	219,5	
p	0,045*	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).(*) p<0,05.

S1A, L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 1, Grade 2’den istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu (p<0,05) (Çizelge 3.8).

3.2.4.S2 İnfierior Açı (S2A)

S2A sağlıklı kişilerde ortalama değeri 12,57±8,37° olarak belirlendi. S2A değeri kadın ve arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0,05). Her iki grup arasında da farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p>0,05) (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. S2A Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı- Hasta Grup Karşılaştırması

S2A		min.-maks. (°)	ort ±ss (°)	medyan (°)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	0-36	12,63±8,22	10,0	0,851
	Erkek(n=70)	0-35	12,51±8,57	12,0	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	0-31	12,92±8,73	12,5	0,574
	Erkek(n=20)	3-33	14,25±7,91	14,0	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	0-36	12,57±8,37	11,0	0,492
	Spondilolistezis’li (n=56)	0-33	13,39±8,40	13,0	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.5. Sakral Kifoz (SK)

SK, sağlıklı bireylerde ortalama değeri $28,56 \pm 14,40^\circ$ olarak belirlendi. SK değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) SK değeri her iki grup arasında da farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. SK Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

SK		min.-maks. (°)	ort $\pm$ ss (°)	medyan (°)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	2-60	27,58 $\pm$ 14,56	28,0	0,449
	Erkek(n=70)	0-64	29,47 $\pm$ 14,30	30,0	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	2-59	33,03 $\pm$ 15,14	31,0	0,951
	Erkek(n=20)	2-60	32,75 $\pm$ 17,47	38,0	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	0-64	28,56 $\pm$ 14,40	30,0	0,066
	Spondilolistezis’li (n=56)	2-60	32,93 $\pm$ 15,85	35,5	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.6. Sakral Eğim Açısı (Sakral Slope (SS))

Sağlıklı bireyler için SS değerinin ortalama değeri $41,26 \pm 8,90^\circ$ olarak belirlendi. SS değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) SS değeri sağlıklı grupta ve hasta gruptan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde düşük bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 3.11).

Çizelge 3.11. SS Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

SS		min.-maks. (°)	ort $\pm$ ss (°)	medyan (°)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	26-64	41,98 $\pm$ 9,44	42,0	0,364
	Erkek(n=70)	18-64	40,59 $\pm$ 8,40	40,5	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	30-76	49,64 $\pm$ 10,55	49,0	0,307
	Erkek(n=20)	29-62	46,65 $\pm$ 10,08	49,0	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	18-64	41,26 $\pm$ 8,90	41,0	0,000*
	Spondilolistezis’li (n=56)	29-76	48,57 $\pm$ 10,39	49,0	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).(*) $p < 0,05$.

SS değeri L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 1 ve Grade 2 gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. SS Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
SS min.-maks.	29-69	29-76
SS ort±ss	48,44±9,58	48,88±12,38
SS medyan	49,0	49,0
t (189) test değeri	-0,146	
p	0,884	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.7. Sakrum Yükseklik (SY)

Sağlıklı bireylerin değerinin ortalaması $11,06\pm1,09$ cm olarak belirlendi. SY, sağlıklı grupta erkekler kadınlardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$). SY değeri için sağlıklı grup hasta gruptan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. SY Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

SY		min.-maks. (cm)	ort ±ss (cm)	medyan (cm)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	7,84-12,85	10,80±1,12	10,78	0,007*
	Erkek(n=70)	8,83-13,83	11,30±1,02	11,31	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	7,68-12,46	10,44±1,26	10,64	0,156
	Erkek(n=20)	8,34-13,49	10,95±1,30	10,97	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	7,84-13,83	11,06±1,09	11,11	0,018*
	Spondilolistezis’li (n=56)	7,68-13,49	10,62±1,29	10,76	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma). (*) $p<0,05$.

SY, L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 1 ve Grade 2 için gruplar arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.14).

Çizelge 3.14. SY Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
S Y_{min.-maks.}	8,84-13,07	8,84-13,07
S Y_{ort±ss}	10,75±1,24	10,75±1,24
SY_{medyan}	10,86	10,86
t₍₅₄₎ test değeri	1,134	
p	0,262	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.8. Sakrum Genişlik (SG)

Sağlıklı bireylerin SG ortalama değeri 10,93±0,81 cm olarak belirlendi. SG değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p<0,05$). SG, sağlıklı ve hasta grup arasında da farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$) (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15. SG Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

SG		min.-maks. (cm)	ort ±ss (cm)	medyan (cm)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	9,09-12,92	10,95±0,84	10,9	0,761
	Erkek(n=70)	8,97-12,74	10,91±0,79	10,85	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	7,68-12,46	10,44±1,26	10,64	0,565
	Erkek(n=20)	8,34-13,49	10,95±1,30	10,97	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	8,97-12,92	10,93±0,81	10,86	0,977
	Spondilolistezis’li (n=56)	9,39-12,53	10,93±0,80	10,76	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.9. Hiatus Sacralis Uzunluğu (HSU)

Sağlıklı bireyler için HSU ortalama değeri $29,32 \pm 9,06$ mm olarak belirlendi. HSU değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$). HSU değeri sağlıklı grupta hasta gruptan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 3.16).

Çizelge 3.16. HSU Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

HSU		min.-maks. (mm)	ort $\pm$ ss (mm)	medyan (mm)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	14,2-48,5	27,60 $\pm$ 7,44	27,0	0,078
	Erkek(n=70)	11,0-52,0	30,93 $\pm$ 10,14	30,6	
L5-S1 Spondilolistezis’li Grup	Kadın(n=36)	9,0-50,0	25,66 $\pm$ 8,50	24,0	0,832
	Erkek(n=20)	12,0-45,0	25,15 $\pm$ 8,44	22,5	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	11-52	29,32 $\pm$ 9,06	29,0	0,005*
	Spondilolistezis’li (n=56)	9-50	25,48 $\pm$ 8,41	23,5	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma). (*) $p < 0,05$.

HSU değeri L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 2’de Grade 1’den istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde yüksek bulundu ($p > 0,05$) (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17. HSU Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
HSU min.-maks.	12-50	9-42
HSU ort $\pm$ ss	25,61 $\pm$ 8,73	25,18 $\pm$ 7,86
HSU medyan	22,0	24,0
Mann-Whitney U test değeri	351,5	
p	0,721	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.10. Hiatus Sacralis'in Apex'te Anterior Posterior Genişliği (HSAPG)

Sağlıklı bireylerde HSAPG değerinin ortalaması $0,55 \pm 0,20$ cm olarak belirlendi. HSAPG değeri kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$). HSAPG değeri sağlıklı grupta hasta gruptan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. HSAPG Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

HSAPG		min.-maks. (cm)	ort $\pm$ ss (cm)	medyan (cm)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	0,12-1,01	0,54 $\pm$ 0,21	0,53	0,476
	Erkek(n=70)	0,17-1,30	0,57 $\pm$ 0,20	0,56	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	0,0-0,96	0,46 $\pm$ 0,21	0,44	0,786
	Erkek(n=20)	0,15-0,72	0,45 $\pm$ 0,16	0,45	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	0,12-1,30	0,55 $\pm$ 0,20	0,53	0,002*
	Spondilolistezis'li (n=56)	0-0,96	0,46 $\pm$ 0,19	0,45	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma). (*) $p < 0,05$.

HSAPG değeri L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 1, Grade 2'den istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde yüksek bulundu ($p > 0,05$) (Çizelge 3.19).

Çizelge 3.19. HSAPG Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
HSAPG min.-maks.	0,15-0,96	0-0,82
HSAPG ort $\pm$ ss	0,48 $\pm$ 0,19	0,41 $\pm$ 0,19
HSAPG medyan	0,45	0,39
t (54) test değeri	1,253	
p	0,216	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

3.2.11. İnterkornual Mesafe (İKM)

Sağlıklı bireylerde İKM'nin ortalama değeri $1,42 \pm 0,28$ cm olarak belirlendi. İKM değeri sağlıklı grupta kadınlar erkeklerden istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p < 0,05$). Hasta grupta kadın ve erkek arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p > 0,05$) (Çizelge 3.20).

Çizelge 3.20. İKM Değişkenine İlişkin Cinsiyet ve Sağlıklı-Hasta Grup Karşılaştırması

İKM		min.-maks. (cm)	ort $\pm$ ss (cm)	medyan (cm)	p
Sağlıklı Grup	Kadın(n=65)	0,79-2,00	$1,36 \pm 0,25$	1,37	0,010*
	Erkek(n=70)	0,66-2,06	$1,48 \pm 0,30$	0,56	
L5-S1 Spondilolistezis'li Grup	Kadın(n=36)	0,70-1,90	$1,35 \pm 0,28$	1,35	0,750
	Erkek(n=20)	0,71-1,93	$1,38 \pm 0,34$	1,34	
Toplam	Sağlıklı(n=135)	0,66-2,06	$1,42 \pm 0,28$	1,43	0,168
	Spondilolistezis'li (n=56)	0,70-1,93	$1,36 \pm 0,30$	1,35	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).(*) $p < 0,05$.

İKM değeri L5-S1 spondilolistezis kayma derecesine göre incelendiğinde Grade 2'de, Grade 1'den istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde yüksek bulundu ($p > 0,05$) (Çizelge 3.21).

Çizelge 3.21. İKM Değişkenine İlişkin Derece Grup Karşılaştırması

	GRUPLAR	
	GRADE 1 (n=39) (%)	GRADE 2 (n=17) (%)
İKM min.-maks.	0,70-1,93	0,73-1,90
İKM ort $\pm$ std ss	$1,33 \pm 0,30$	$1,43 \pm 0,30$
İKM medyan	1,30	1,44
t (54) test değeri	-1,201	
p	0,235	

(maks.= maksimum, min.= minimum, ort.= ortalama, ss.=standart sapma).

4. TARTIŞMA

Os sacrum'un anatomisini ve ilişkilerini anlamak için yapılan çalışmalar arasında kuru kemik, radyografi ve MDCT gibi pek çok yöntem kullanılmaktadır. Geleneksel olarak, antropometrik ölçümlerde kemik kalıntıları kullanılır, ancak sınırlı sayıda iskelet kalıntısı ve bu materyalleri elde etmenin zorlukları araştırmacıları sınırlar. Bazı ülkelerde kadavra örnekleri, çoğunlukla kültürel ve etik nedenlerden dolayı yeterli sayıda olmamaktadır. MDCT, mükemmel iskelet çözünürlüğü ile insan iskeletinin üç boyutlu sunumunu sunar. Bu teknikle, canlıların yüksek kalitede görüntülenmesi ve daha sonra iskelet gözlemleri mümkün hale gelir. Genel radyografi ve özellikle MDCT, kuru kemiklerin yerine sanal kemiklerde ölçüm yapmamızı sağlar. MDCT'de dijital veriler elektronik olarak tutulduğundan sanal iskeletlerde detaylı anatomik gözlemler ve kesin metrikanalizler herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde tekrardan ölçüm olanağı sunar. Elektronik olarak depolanmış veriler herhangi bir zamanda yeniden yorumlanabilir; tekrarlanan ölçümler gözlemci için değişkenliği azaltabilir ve araştırmacılar arasındaki veri aktarımında tahmin ve güvenilirliği artırır. MDCT ile yapılan çalışma yeni bir sakrum antropometrik özelliğini ortaya koyar (Karakas ve ark 2011).

Spondilolistezis'in radyolojik olarak sunumu esas olarak L5 vertebra corpus'unun S1 vertebra üzerinde bir öne kaymasını içermektedir. L5 vertebra corpus'u giderek yamuk trapez şekline dönüştüğü düşünülmektedir. Sakrumun anterior ve posterior yönleri, ilerleyen bir kayma ile yuvarlaklaşan sakrum üstü ile aşınmış gibi görünür. Bu durumda sakrum ve pelvis, yerçekimi çizgisine göre daha dik bir konumda olabilir. Sakrum şeklinin anomalileri, birinci sakrumun corpusu'nu üst son plak ile sınırlı değildir. Bazı hastalarda tüm sakrumda keskin kifotik deformite de gelişebilmektedir. Bundan dolayı literatürdeki pek çok çalışmalar tedavi ve cerrahiye yön vermesi bakımından sakrum morfolojisinin sagittal denge ile doğrudan ilişkisi üzerine incelemeler yapmaktadırlar (Antoniades ve ark 2000).

MDCT yöntemi ile sağlıklı bireyler ve spondilolistezis hastalar üzerinde sakrum morfolojisini değerlendirmede kullanılan parametreleri yüksek kalitede görüntüleme ve ölçme olanağı sağladığı için çalışmamızda tercih etmemize sebep olmuştur.

Spondilolistezis prevalansı yaşla birlikte artmaktadır. En sık görülme yaşı 50 yaşından sonra başlamaktadır. 65 yaş üstü kadınlarda görülme oranı, 65-69 yaş aralığındaki erkekler ile aynıdır. Yapılan bir çalışmada ameliyatsız tedavi edilen semptomatik dejeneratif spondilolistezisli 10-18 yaş aralığında 145 hasta ortalama 16 yıl takip edilmiştir, ciddi kayma olan hastaların % 34'ünde % 5'lik bir artış olduğu görülmüştür (Matsunaga ve ark 2000).

65 yaş ve üzeri beyaz kadınlarda lumbal vertebra ların prevalansını ve bel ağrısına ve bel foksionu ile olan ilişkisini saptamak için yapılan bir çalışmada 65 yaş ve üstü 788 kadının lumbal vertebra lateral grafileri L3-L4, L4-L5 ve L5-S1 seviyelerinde spondilolistezis incelenmiş ve bel ağrısı ve işlevi de değerlendirilmiştir. Lumbal vertebra ların alt seviyelerinde 3 mm veya daha fazla kayma; yaşlı kadınlarda nispeten daha yaygın bulunmuştur, ancak bel problemleri ile ilişki bulunamamıştır (Vogt ve ark 1998). Çalışmamızda 20-92 yaş aralığındaki bireyler incelendi. Literatürde yapılan çalışmalar ile benzer şekilde hasta gruptaki yaş ortalaması (57,93±15,10) sağlıklı gruba (48,65±16,32) göre anlamlı şekilde daha büyüktü ($p<0,05$). Kadın ve erkek arasında anlamlı farklılık belirlenmedi.

STA parametresi, sakrum morfolojisini tanımlayıcıları arasında olup, literatürde radyografi ve MDCT çalışmalarında, spondilolistezis'li grupta ve sağlıklı grupta incelenmiştir (Çizelge 4.1). Araştırmacılar, L5-S1 spondilolistezis'te sakral morfolojinin farklılığının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Spondilolistezis ile kontrol grup arasında, spondilolistezis kayma derecesi arttıkça STA değerinin azaldığı ve düşük STA değerinin, hastalığın gelişmesi ve ilerlemesi için önemli bir faktör olduğu rapor edilmiştir (Wang ve ark 2010). Wang ve ark.'larının (2008) radyografi üzerinde spondilolistezis gelişimde sakral morfolojinin etkisini inceledikleri çalışmalarında STA parametre değerinin spondilolistezis'li grupta daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir. L5-S1 spondilolistezis'li çocuklar ve adölo sanlarda kayma derecesinin artmış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca STA'nın çocuklar ve adölo sanlar ile yetişkin popülasyonunda benzer olduğunu bulmuşlardır. STA parametresinin PI parametresinden daha kalıcı ve değişmeyen değer olduğunu belirtmişlerdir. STA ve grade arasında negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Kayma derecesinde artma oldukça STA değerinde azalma görülmüştür. Bu da spondilolistezis hastalığının gelişmesinde ve ilerlemesinde önemli bir faktördür (Wang ve ark 2008).

Ergun ve ark.'ları (2010) çalışmalarında STA'nın, dejenerative spondilolistezis grubunda düşük olduğunu tespit etmişler ve düşük bir STA parametresi olmasını da dejenerative spondilolistezis gelişimine eğilim olan bireyleri belirlemede kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada 198 spondilolizis olan erkek hasta grubunda sagittal spinopelvik parametrelerin klinik etkisini incelemişler ve STA parametresini spondilolizis olan hastalarda daha düşük tespit etmişlerdir (Oh ve ark 2013).

Bizim çalışmamızda literatür çalışmaları ile uyumlu şekilde STA değerinin ortalaması sağlıklı grupta ($94,8 \pm 7,24^\circ$), hasta gruba göre ($88,3 \pm 7,15^\circ$) istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulundu. Spondilolistezis'in derecesine göre yapılan değerlendirmede, Wang ve ark.'ları (2008) STA değerinin yüksek derece grup istatistiksel olarak anlamlı ölçüde azalmış bulmuşlardır ($p < 0,05$). Bizim çalışmamız literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, grade 2'de, grade 1'e göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Bu da bize STA'nın, spondilolistezis gelişiminde önemli olduğunu ama ilerlemesi ile ilişkili olmadığını düşünmekteyiz.

Çizelge 4.1. STA değeri ile ilgili literatürdeki çalışmalar

Araştırmacı	Yöntem	STA (°)	
		Sağlıklı Grup	L5-S1 Spondilolistezis'li Hasta Grup
Wang ve ark. (2008)	Radyografi	95.2 ± 5.9	83.4 ± 10.0
Ergun ve ark. (2010)	MDCT	103.05 ± 5.08	99.9 ± 3.65
Young min oh ve ark. (2012)	Radyografi	100.5 ± 4.7	94.4 ± 5.8
Bizim çalışmamız	MDCT	$94,8 \pm 7,24$	$88,3 \pm 7,15$

Sakrum morfoloji değerlendirme parametrelerinden STI parametresi için literatürde mevcut çalışma azdır. STI değeri sakrumun sagittal yapılanmasını anlamamıza yardım eden parametrelerden biridir. İnoue ve ark.'larının (2017), düşük derece spondilolistezis'li 367 hasta ile kontrol grup 310 kişide yaptıkları radyolojik çalışmada, STI parametresini, spondilolistezis'li hasta grubunda (%102,5) kontrol grubundan (%94,4) daha yüksek bulmuşlardır. STI parametresinin incelendiği başka bir araştırma, abdominal MDCT görüntüleri üzerinde dejenerative spondilolistezis'li hastalar (20 hasta kişi) ile normal bireylerden (20 normal kişi) oluşan grup arasında

lumbosakropelevik morfolojisi bakımından farklılık olup olmadığı değerdendirilen çalışmada, STI değeri normal gruptan (106 ± 4), spondilolistezis'li gruptan (99 ± 3) daha yüksek olduğunu bulmuşlardır (Ergun ve ark 2010).

Çalışmamızda STI parametresi sağlıklı grup ve hasta grup ile karşılaştırıldı ve aralarında anlamlı bir farklılık bulunmadı. Ulaşılabilir literatürlerde kadın ve erkek arasında farklılık olup olmadığına bakılmamıştır. Biz alışmamızda STI değerilerinin ortalaması, spondilolistezis'li grupta kadın ve erkek arasında anlamlı bir farklılık yokken sağlıklı grupta kadınların ortalaması ($98\pm6,5$) erkeklerin ortalamasından ($96\pm5,9$) anlamlı şekilde daha yüksek bulundu. Bu farklılığın kadın erkek pelvisleri arasındaki normal anatomik farklılıktan kaynaklandığı düşüncesindeyiz.

Sakrum morfolojini değerdendirmede kullandığımız diğer önemli parametrelerimizden S1 superior ile S2 inferior açıları sakrum sagittal yapısının tanımlamada yardımcı olmaktadırlar. Sakrumda S1 vertebra'yı posterior duvarını referans olarak kullanan STA değeri tersine, S1 superior açısı; S1 ve S2 vertebralarda anterior ve posterior referans noktalarını kullanılır. Bu durumda sakrumun arka elemanlarındaki distrofik değerişiklikler olduğunda sakral konfigürasyonunu daha iyi tanımlanmasında yardımcı olur. Marty ve ark.'larının (2002) yaptıkları çalışmada S1 ve S2 vertebraların spondilolistezis'li yetişkin popülasyonunda önemli farklılık olduğunu göstermişlerdir. Wang ve ark.'larının (2008) lateral radyogafi görüntüleri üzerinde, spondilolistezis'li grup ile normal grup karşılaştırdıklarında, spondilolistezis grupta S1 superior açı değeri daha düşük, S2 inferior açı değeri daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. İnfant, spondilolistezis ve normal yetişkin gruptan oluşan bir çalışmada sakrumun morfolojisini değerdendirmek için inceledikleri parametreler arasından S1 superior ve S2 inferior aı parametrelerini de araştırmışlardır. Normal yetişkin grubun S1 superior açı değeri, infantların ve spondilolistezis'li grupların S1 superior açı değeri lerlerinden daha büyük bulmuşlardır. Spondilolistezis'li bireylerin S1 superior açı değeri infantlar grubundan birisine göre az oranda daha yüksek bulmuşlardır. Normal yetişkin grubun S2 inferior açısı infantlara göre daha yüksek fakat spondilolistezis'li hastalarda daha küçük bulmuşlardır. S1A değeri nin ortalaması yüksek derece spondilolistezis'li grupta anlamlı ölçüde düşük, S2A değeri ortalamasının ise anlamlı ölçüde yüksek bulmuşlardır (Wang ve ark 2008).

Bizim çalışmamızda literatüre benzer şekilde sağlıklı bireylerde S1 superior açısının ortalaması ($12,39 \pm 4,75^\circ$) spondilolistezis’li bireylerin ortalamasından ($5,71 \pm 4,45^\circ$) anlamlı şekilde ($p < 0,05$) daha yüksek bulundu. Grade 2’de grade 1’den anlamlı ölçüde daha düşük bulundu ($p < 0,05$). Literatürden farklı olarak S2 inferior açı değerleri, sağlıklı ve hasta grup arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p > 0,05$) bulunmadı. Grade 1 ve grade 2 gruplar arasında da istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p > 0,05$) bulunmadı. S1 superior açı değerinin spondilolistezis gelişiminde ve ilerlemesinde önemli olduğu düşüncesindeyiz.

Sakral elementleri büyüyen bir çocukta spondilolistezis gelişimi, sakrum üzerinde lumbal vertebranın bir öne kayması ile yer çekimi çizgisinin öne yer değiştirmesi ile gerçekleşir. Olgunlaşmamış epizial büyüme plaklarının üzerine gelen anaormal kuvvetler sakrumun ilerleyici kifozuna sebep olur. S1-S2 vertebraların disk alanı segmenti ayrıca diskin posterior yönünün genişlemesini de geliştirebilir. Bu pediatrik koksa varusuna veya genu valguma benzer. Deformitenin büyüklüğü, yerçekimi çizgisinin anterior yer değiştirmesi ve uzuvdaki kalça eklemleri versiyonu ile ilişkili olabilir (Antoniades ve ark 2000).

Literatürde, spondilolistezis ve sakral kifoz (SK) ilişkisinin inceleyen çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ergun ve ark.’larının (2010) MDCT üzerinde SK inceledikleri çalışmalarında, spondilolistezis hasta grubunda SK değerini istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük olduğunu bulmuşlardır ($p < 0,05$). Wang ve ark.’larının (2008) SK değerini spondilolistezis’li grupta daha yüksek bulmuşlardır. Spondilolistezis’li grupta düşük ve yüksek grade’ler arasında SK değeri için önemli farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda SK parametresi için sağlıklı ve spondilolistezis’li hasta gruplar arasında karşılaştırmada önemli farklılık bulunmadı.

Ciddi spondilolistezis’li hastaların pelvislerinin dengede olmasını sağlamaları için normal kişiler aynı SS ve PT değerlerine sahip olmalarını gerektirir. Pelvislerinin dengede olmaması ise spondilolistezis’li hastalar ile normal kişiler arasında bu parametrelerin farklı olduğunu göstermişlerdir (Wang ve ark 2014).

Literatür çalışmalarında spinopelvik parametrelerin yaş ve cinsiyet arasında ilişkilerine bakılmış fakat kadın ve erkek arasında bir ilişki bulunamamıştır. Sudhir ve

ark.'larının (2016) çalışmalarında normal yetişkin kişilerde (50 erkek ve 51 kadın) PI ortalaması kadınlarda erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. PT ve SS parametrelerinde ise yaş ve cinsiyet arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Bizim çalışmamızda da sağlıklı gruptaki erkek ve kadın arasında ve spondilolistezis'li hasta grupta erkek ve kadın arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı (Çizelge 4.2).

Labella ve ark.'larının (2004), L5-S1 spondilolistezis'li hasta grubu (214 olgu) ile kontrol grubu (160 genç yetişkin olgu) arasında PI, PT ve SS'lerinin karşılaştırılmasında, spondilolistezis'li hastalarda ortalamalar istatistiksel olarak daha büyük bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda SS ortalama değeri literatüre uygun şekilde spondilolistezis'li hasta grupta anlamlı şekilde daha yüksek bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.2). Labella ve ark. spondilolistezis derecesini Newman'a göre Grade I ve IV göre gruplandırmış ve bu dereceler arasında grade arttıkça PI, PT ve SS ortalamaların da arttığı bulunmuştur. Çalışmamızda Labella ve ark. çalışmasından farklı olarak spondilolistezis'in grade 1 ve grade 2 arasında anlamlı farklılık bulunmadı.

Literatürdeki bazı çalışmalarda da spondilolistezis derecelendirmesinde Meyerding'e göre grade I'den grade V'e göre sınıflandırma metodunu kullanmışlardır ve ölçtükleri SS ortalama değeri grade'ler arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık bulunmamıştır (Harroud ve ark 2013, Min ve Lee 2014, Lai ve ark 2018). Çalışmamızda Meyerding'e göre derece sınıflandırması yapıldı ve SS ortalama değeri grade 1 ve grade 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde bulunmadı ($p>0,05$). Fakat S1A parametresi grade 1 ortalama değeri ($6,41\pm4,45^\circ$) ve grade 2 ortalama değerinden ($4,12\pm4,15^\circ$) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$). Spondilolistezis'in derecesinin artışıyla, SS değerinin etkilenmediği, S1A değerinin azaldığı sonucuna ulaşıldı.

Çizelge 4.2. SS değeri ile ilgili literatürdeki çalışmalar

Araştırmacı	Yöntem	SS (°)		
		Sağlıklı grup (160 kişi) 39.7 ± 4.1		Hasta grup (214 kişi) 49.4±5.9
Labella ve ark. (2004)	Radyografi			
Sudhir ve ark. (2016)	Radyografi	Kadın grup (51 kişi) 35.87 ± 7.786	Erkek grup (50 kişi) 36.12 ± 7.338	-
Bizim çalışmamız	MDCT	Sağlıklı grup (135 kişi) 41,26±8,90		Hasta grup (56 kişi) 48,57±10,39

Os sacrum'un yapısına giren kemik sayısı lumbalizasyon sırasında artar veya azalır. Os sacrum lumbosakral, sakral ve sakroiliak şekil bozuklukları veya yaralanmalarının tedavisinde füzyon ve stabilizasyon alanına dahil edilen önemli bir kemik yapıdır (Koç ve ark 2014). Bu bölgeye yapılacak cerrahi girişimlerde nöral yapıların korunması klinik açıdan önemlidir. Lumbosakral şekil bozukluklarında, sakrum kırıklarında ve sakroiliak eklem ayrışmalarının tedavisinde sakruma vidalama yöntemi kullanılmaktadır (Koç ve ark 2014). Bu nedenle os sacrum'un normal anatomik yapısının ve morfometrik değerlerinin iyi bilinmesi, bu bölgeye uygulanacak operasyonlar sırasında olası komplikasyonları önleyebilir (Basaloglu ve ark 2005).

Literatürde sakrum yükseklik ve genişliği, ölçümlerine direkt olarak kuru kemik, radyografi, ultrasonografi (USG) ve MDCT yöntemleri ile inceleme yapılmıştır (Park ve ark 2015, Saikia ve Sarma 2016, Wagner ve ark 2017).

Literatürde yapılan MDCT çalışmalarında kadın ve erkeklerin sakrum yükseklik ve genişlik ortalama değerleri kuru kemik çalışmalarından daha yüksek bulunmuştur. Tüm çalışmalarda erkeklerin sakrum yükseklik ortalama değeri kadınlardan daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.3) (Mishra ve ark 2003, Duman 2009). Bizim çalışmamızda sağlıklı bireylerin sakrum yükseklik ortalama değeri spondilolistezis'li bireylerden istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ($p<0,05$). Sağlıklı bireylerin sakrum yükseklik ortalama değeri erkeklerin (11,30±1,02cm) kadınlardan (10,80±1,12cm) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek bulundu ($p<0,05$). SG'nin sağlıklı ve hasta grupta kadınların ortalama değeri erkeklerin ortalama değerinden istatistiksel olarak anlamlı olmayan düzeyde yüksek

bulundu. Sakrum genişliği sağlıklı ve hasta grupta istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmadı (Çizelge 4.3). Grade 1 ve 2 arasında anlamlı ilişki bulunmadı. SY'nin spondiloliztezis'li bireylerde ve kadınlarda daha düşük olduğu (sağlıklı grup içerisinde) tespit edildi. Sakrum yüksekliğinin az olmasının spondiloliztesiz gelişimi için bir risk faktörü olduğunu ama hastalığın ilerlemesiyle ilişkisi olmadığı düşüncesindeyiz.

Çizelge 4.3. Os Sacrum'un sakrum yükseklik ve sakrum genişlik ortalama değerleri ile ilgili literatürdeki çalışmalar

Araştırmacı	Yöntem	Grup		Sakrum Yükseklik (cm)	Sakrum Genişlik (cm)
Wagner ve ark. (2017)	MDCT	Erkek (44)		11,52	11,78
		Kadın (48)		11,01	11,90
Duman ve ark. (2009)	MDCT	Erkek (17)		11,67 ± 0,90	11,65 ± 0,72
		Kadın (29)		10,78 ± 0,92	11,57 ± 0,68
Mishra ve ark. (2003)	Kuru Kemik	Erkek (74)		10,753	10,584
		Kadın (42)		9,58	10,579
Bizim Çalışmamız	MDCT	Sağlıklı Grup	Erkek (70)	11,30±1,02	10,91±0,79
			Kadın (65)	10,80±1,12	10,95±0,84
		L5-S1 Spondilolistezis'li Hasta Grup	Erkek (20)	10,95±1,30	10,85±0,79
			Kadın (36)	10,44±1,26	10,98±0,81

Ortopedik alanda lumbal spinal bozuklukların teşhisinde ve tedavisinde kaudal epidural blok geniş ölçüde kullanılmaktadır (Sekiguchi ve ark 2004). Sakral epidural boşluğa ulaşma işleminde hiatus sacralis'in yerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Dural kesenin delinmesini önlemek ve çevresindeki yapıları korumak için canalis sacralis'e girişlerde dikkatli olunmalıdır. Bu da hiatus sacralis anatomisinin iyi bir şekilde bilinmesini gerektirmektedir (Koç ve ark 2014).

Literatürde hiatus sacralis uzunluğu (HSU), hiatus sacralis'in apex'te anterior posterior kanal genişliği (HSAPG) ve interkornual arası mesafe (İKM) ölçümlemlerini MDCT, USG ve kuru kemik üzerinde yapılmıştır (Çizelge 4.4) (Mrudula ve Naveena 2013, Saikia ve Sarma 2016).

MDCT ve kuru kemik çalışmlarında HSU'nun erkeklerde ortalama değeri kadınlardan daha yüksek bulunmuştur. Çalışmlarda HSU ve HSAPG ortalama değeri yaşı artması ile azaldığı, İKM ortalama değeri ise arttığı bulunmuştur. MDCT çalışmlarında HSAPG'nin kadın ve erkekte ortalama değeri birbirine benzer, USG ile yapılan çalışmlarda ise erkeklerde daha yüksek olduğu bulunmuştur. MDCT'de yapılan çalışmlarda İKM'nin kadın ve erkek ortalama değeri USG ile yapılan çalışmlardan daha düşük bulunmuştur (Kamal ve ark 2014, Kilicaslan ve ark 2015, Park ve ark 2015). USG eşliğinde yapılan girişimlerde bu farklılıkların göz önüne alınması gerektiği kanaatindeyiz.

Bizim çalışmamızda HSU'nun ortalama değeri literatür çalışmlarına benzer bulundu. HSU'nun sağlıklı grup ortalama değeri ($29,32 \pm 9,06$ mm) hasta grubun ortalama değerinden ($25,48 \pm 8,41$ mm) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksekti ($p < 0,05$). Sağlıklı bireylerde HSU'nun ortalama değeri erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı olmayan ölçüde yüksek bulundu. HSU'daki farklılıkların SY'deki farklılıklara benzer bulunması (kadınlarda ve spondilolistezis'li grupta düşük) ile ilişkili olabileceği düşüncesindeyiz.

Hiatus sacralis'in apex'te ortalama anterior-posterior çapı literatürde $4,6 \pm 2$ mm ile $6,1 \pm 2,1$ mm arasında değiştiği ve çapın yaşla birlikte azaldığı bildirilmektedir. Bu çapın kaudal epidural boşluğa iğne yerleştirilmesi işleminde, apex'te 3.7 mm'den az olmasının körlemesine yapılanda, 1,6 mm'den az olmasının USG aracılığıyla yapılanda zorluk oluşturduğu rapor edilmiştir. Bu girişimin, hiatus sacralis'in tamamen kapalı olması varyasyonunda ise yapılamacağı söylenmiştir. Bu varyasyonun insidansı kuru sakral kemik çalışmlarında % 2-3 olarak rapor edilmiştir (Kao ve Lin 2017).

Çalışmamızda HSAPG'nin sağlıklı grup ortalama değeri ($5,5 \pm 2$ mm) hasta grubun ortalama değerinden ($4,6 \pm 1,9$ mm) istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek

bulundu ($p<0,05$). HSAPG ortalama değeri sağlıklı erkek bireylerde kadın bireylerden istatistiksel olarak anlamlı olmayan şekilde daha yüksek bulundu.

Çalışmamızda sağlıklı grupta İKM'nin erkeklerde ortalama değeri kadınlardan istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$). Spondilolistezis'li hasta grubunda İKM'nin ortalama değeri erkeklerde ve kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi. Spondilolistezis'li grup ile sağlıklı grup arasında anlamlı farklılık ($p>0,05$) belirlenmedi.

Literatürdeki çalışmalarda spondilolistezis'li bireylerin HSU, HSAPG ve İKM ölçümlerine rastlanılmadı. Bizim çalışmamızın diğer çalışmalardan ayıran en önemli kısmı incelemelerin hem sağlıklı hem de hasta grup üzerinde yapılmasıdır. Özellikle HSU ve HSAPG değerlerin, spondilolistezis'li grupta daha düşük bulunduğu için, bu değerlerin azalmasının spondilolistezis etyolojinde rol olabileceği düşüncesindeyiz.

Çizelge 4.4. Os Sacrum'un HSU, HSAPG ve İKM ortalama değerleri ile ilgili literatürdeki çalışmalar

Araştırmacı	Yöntem	Grup		HSU (mm)	HSAPG (mm)	İKM (mm)
Kılıçaslan ve ark. (2015)	MDCT	(20-39) yaş grubu	Erkek (50)	23.1±8.7	4.3±1.1	10.4±3.1
			Kadın (50)	22.1±8.5	4.4±1.2	10.4±2.6
		(40-59) yaş grubu	Erkek (50)	22.5±8.2	4.1±1.6	11.4±3.2
			Kadın (50)	21.6±9.2	4.1±1.1	10.5±3
		(60-80) yaş grubu	Erkek (50)	22.2±9.2	3.9±1.2	10.8±3.4
			Kadın (50)	21.1±8.9	3.9±1.2	11.5±2.9
Kamal ve ark. (2015)	Kuru kemik	Erkek (91)		26.38±12.02	4.76±1.73	-
		Kadın (80)		25.63±10.46	4.92±2.13	
Gi-young Park ve ark. (2015)	USG	Erkek (71)		-	5.1 ± 1.5	17. 7± 2.7
		Kadın (166)			4.9 ± 1.6	16.5 ± 2.7
Bizim çalışmamız	MDCT	Sağlıklı Grup	Erkek (70)	30,93±10,14	5,7±0,20	14,8±3
			Kadın (65)	27,60±7,44	5,4±2,1	13,6±2,5
		L5-S1 Spondilolistezis’li Hasta Grup	Erkek (20)	25,15±8,44	4,5±1,6	13,8±3,4
			Kadın (36)	25,66±8,50	4,6±2,1	13,5±2,8

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız sağlıklı bireyler ile L5-S1 spondilolistezis’li hastaların MDCT görüntüleri üzerinde os sacrum’un morfolojisini değerlendirmek ve iki grup arasında farklılık olup olmadığını saptamak için yapıldı. Os sacrum’un radyolojik olarak MDCT de incelenmesinin amacı; anatomik ve klinik olarak önemini göstermek, mevcut ölçümlere alternatif ya da ek olabilecek yeni ölçümler tariflemek ve bu ölçümlerin sonuçlarının standardize edilerek literatür bilgisi olarak anatomistlere ve klinisyenlere güncel bilgileri sunmaktır.

Çalışmamızda yaş değerinin ortalaması hasta grubunda istatistiksel olarak anlamlı ölçüde daha yüksek bulundu. Bu sonuç bize yaş ilerledikçe spondilolistezis görülme olasılığının arttığını göstermektedir.

Çalışmamızda STA değeri sağlıklı grupta spondilolistezis’li gruptan anlamlı ölçüde daha yüksek bulundu. Literatürdeki çalışma sonuçlarından farklı olarak, grade 1 ve grade 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Bu da bize STA’nın, spondilolistezis gelişiminde önemli olduğunu ama ilerlemesi ile ilişkili olmadığını düşündürdü.

Çalışmamızda STI değeri hasta ve sağlıklı grup arasında fark görülmedi. Fakat sağlıklı grupta cinsiyetler arasında kadınlarda erkeklerden daha yüksek olduğu bulundu. Bunun da sakrumun cinsiyetler arasındaki morfolojik farklılığından kaynaklandığı düşüncesindeyiz. Ayrıca literatürde STI açısı ile ilgili mevcut araştırma çok azdır. Bu çalışmanın pek çok araştırmaya örnek ve katkı sağlayacağı kanaatindeyiz.

S1A açısı distrofik değişimleri göstermede kullanılan sakrumun anatomik parametresidir. Çalışmamızda S1A’nın ortalaması sağlıklı bireylerde spondilolistezis’li gruba göre anlamlı şekilde ($p<0,05$) daha yüksek bulundu. S1A, grade 1’de grade 2’ye göre anlamlı ölçüde daha yüksek bulundu ($p<0,05$). SS ortalama değeri literatüre uygun şekilde spondilolistezis’li hasta grupta anlamlı şekilde daha yüksek bulundu ($p<0,05$). SS ortalama değeri grade 1 ve grade 2 arasında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde bulunmadı ($p>0,05$). SS ve S1 A değerlerinin spondilolistezis gelişiminde önemli olduğu, hastalığın ilerlemesinin ise S1A değeri ile ilişkisi olduğu düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda. SY'nin spondiloliztezis'li bireylerde ve kadınlarda daha düşük olduğu (sağlıklı grup içerisinde) tespit edildi. Grade 1 ve 2 arasında anlamlı ilişki bulunmadı. SY'nin az olmasının spondiloliztesiz gelişimi için bir risk faktörü olduğunu ama hastalığın ilerlemesiyle ilişkisi olmadığı düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda HSU ve HSAPG ortalama değerleri sağlıklı grupta istatistiksel olarak daha yüksek bulundu ($p<0,05$). İKM'nin ortalama değeri ise sağlıklı grupta erkeklerde istatistiksel olarak anlamlı ölçüde yüksek bulundu ($p<0,05$). HSU ve HSAPG, İKM literatürde spondiloliztezis ile ilgili bu parametrelere ait mevcut çalışma bulunmamaktadır. Ancak yaptığımız çalışmada spondiloliztezis olan kişilerde HSU daha kısa olduğu ve HSAPG'nin ise daha dar olduğunu belirledik. Özellikle caudal epidural girişimlerde bu ölçümlerdeki farklılıkların dikkate alınması gerektiği düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda SK, SG ve S2A değerleri sağlıklı ve hasta grup, cinsiyet ve hasta grup içerisinde grade 1 ve grade 2 gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı sonuç bulunmadı.

Literatürde yapılan çalışmalarda os sacrum'a ilişkin ölçüm sonuçları ile bizim yaptığımız çalışmanın ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında birbirine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bazı sonuçların farklı çıkmasının sebebi olarak ölçümlerin metod değişiklikleri ve materyal farklılıkları gösterilebilir. Ayrıca os sacrum'la ilgili yapılan çalışmalarda bireyler arasındaki ırksal ve beslenme farklılıkları, yaş ve cinsiyet farklılıkları, genetik ve sosyo ekonomik faktörler, ölçümlerin ayakta veya yatay pozisyonda yapılması elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmasına sebep olabilir. Ayrıca hiatus sacralis uzunluk ve şekil açısından çok çeşitli varyasyonlar gösterir. Bu anatomik varyasyonların bilinmesi, jinekoloji, ortopedi, ürolojide, proktoloji ve genel cerrahide rahatlatılması için kullanılan kaudal epidural bloğun başarı oranını artırmaya yardımcı olacaktır.

Spondiloliztesiz'li hastalara yapılacak girişimlerde sakrumun normal anatomisindeki değişikliklerin iyi bilinmesi komplikasyonların önlenmesi açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle spondiloliztesiz gibi sakrum anatomisini değiştiren hasta grupları üzerinde yapılan çalışmalar artırılarak anatomik yapıdaki değişimler tam olarak ortaya konması gerektiği düşüncesindeyiz.

Çalışmamızda, sagittal spinopelvik denge için önemli olan PI ve PT açılarını seçtiğimiz teknik nedeniyle ölçme ve değerlendirme imkânı bulamadık. Ayrıca çalışmamız, retrospektif bir çalışma olduğundan gruplarımızdaki bireylerin vücut kitle indeksleri, meslekleri, spor aktiviteleri gibi önemli bilgileri değerlendiremedik. Bu nedenlerle ilerideki çalışmalarımızda PI, PT parameterelerinin de yer alacağı, prospektif çalışmalar yapmayı hedefliyoruz.



6. KAYNAKLAR

- Adams JE, Lenchik L, Roux C, Genant HK, 2010. Radiological Assessment of Vertebral Fracture. International Osteoporosis Foundation Vertebral Fracture Initiative Resource Document Part II.
- Aggarwal A, Aggarwal A, Harjeet, Sahni D, 2009. Morphometry of sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block. *Surg Radiol Anat*, 31, 10, 793-800.
- Akman MN, Karataş M, 2003. Temel ve Uygulanan Kinezyoloji, Ankara, Haberal Eğitim Vakfı, p. 151-257.
- Altun N, Yazar T, Benli İT, 2016. Dejeneratif Omurga Hastalıkları, Ankara, Türk Omurga Derneği Yayınları, p.
- Antoniades SB, Hammerberg KW, DeWald RL, 2000. Sagittal plane configuration of the sacrum in spondylolisthesis. *Spine*, 25, 9, 1085-91.
- Arıncı K, Alaittin E, 2016. Anatomi, Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, p. 58-126.
- Aydınoğlu A, Rağbetli MÇ, 1997. Discus İntervertebralis: Embriyoloji ve Anatomi (I). *Van Tıp Dergisi*, 4, 4, 232-6.
- Baek SW, Park YS, Ha KY, Suh SW, Kim C, 2013. The analysis of spinopelvic parameters and stability following long fusions with S1, S2 or iliac fixation. *Int Orthop*, 37, 10, 1973-80.
- Balıoğlu MB, 2016. Kaudal Regresyon Sendromu (Sakral Agenezi). *Omurgayı Tutan Sendromlar*, 15-28.
- Basaloglu H, Turgut M, Taser FA, Ceylan T, Basaloglu HK, Ceylan AA, 2005. Morphometry of the sacrum for clinical use. *Surg Radiol Anat*, 27, 6, 467-71.
- Bayraktaroğlu S, Alper H, 2008. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi: Genel ilkeler, teknik ve klinik uygulamalar. *Anatolian Journal of Cardiology/Anadolu Kardiyoloji Dergisi*, 8.
- Baysal T, Baysal Ö, Saraç K, Elmalı N, Bölük A, Kutlu R, 1998. Lumbar spinal stenozda bilgisayarlı tomografi bulguları.
- Brotzman SB, Manske RC, 2011. Clinical Orthopaedic Rehabilitation E-Book: An Evidence-Based Approach-Expert Consult, Elsevier Health Sciences, p.
- Burton M, Mesfin F, 2017. Isthmic Spondylolisthesis. StatPearls Publishing.
- Cailliet R, 1994. Bel ağrısı sendromları, Nobel Tıp Kitabevleri, p. 41-56.
- Cheng JS, Song JK, 2003. Anatomy of the sacrum. *Neurosurgical focus*, 15, 2, 1-4.
- Cramer G, Darby S, 2005. Basic and Clinical Anatomy of the Spine, USA, Elsevier Mosby, p.
- Cumhur M, 2006. Temel Anatomi, Ankara, Odtü Yayıncılık, p. 41-46.
- Dalbayrak S, Yaman O, 2013. Kifoz: Tanı, Gruplama ve Tedavi Yöntemleri. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 23, 61-73.
- Duman T, 2009. Yetişkinlerde Os Sacrum'un Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) ile morfometrik incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Ergin A, 2005. Bel ağrılarında epidural steroid uygulamaları. *Ağrı Dergisi*, 17, 23-7.
- Ergun T, Sahin MS, Lakadamyali H, 2010. Two- and three-dimensional reformatted computed tomography imaging analysis of the lumbosacropelvic structure in degenerative anterolisthesis. *Clin Radiol*, 65, 11, 908-15.
- Esenkaya I, Kavakli A, Bulut HT, 2003. Lateral sakral kitlenin morfolojik ve radyolojik değerlendirilmesi. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 37, 4.
- Freyschmidt J, Brosmann J, Wiens J, Sternberg A, 2003. Borderlans of Normal and Early Pathological Findings in Skeletal Radiography, USA, Georg Thime Verlag, p. 691-737.
- Funao H, Tsuji T, Hosogane N, Watanabe K, Ishii K, Nakamura M, Chiba K, Toyama Y, Matsumoto M, 2012. Comparative study of spinopelvic sagittal alignment between patients with and without degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J*, 21, 11, 2181-7.

- Glavas P, Mac-Thiong JM, Parent S, de Guise JA, Labelle H, 2009. Assessment of lumbosacral kyphosis in spondylolisthesis: a computer-assisted reliability study of six measurement techniques. *Eur Spine J*, 18, 2, 212-7.
- Göksoy T, Şenel K, 2015. Ortopedik Rehabilitasyon, İstanbul, Bilimsel Medya Yayıncılık, p. 209-210.
- Gray H, Standring S, Ellis H, Collins P, Wigley C, Berkovitz B, (2005). Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. 39th, Edinburgh: 1357-9.
- Gülşen S, (2010). Lomber Dejeneratif Hastalıkta Klasik Stabilizasyon Yönteminin Perkütan Stabilizasyon Yöntemi ile Karşılaştırılması. Ankara.
- Harroud A, Labelle H, Joncas J, Mac-Thiong J-M, 2013. Global sagittal alignment and health-related quality of life in lumbosacral spondylolisthesis. *European Spine Journal*, 22, 4, 849-56.
- Haun DW, Kettner NW, 2005. Spondylolysis and spondylolisthesis: a narrative review of etiology, diagnosis, and conservative management. *Journal of Chiropractic Medicine*, 4, 4, 206-17.
- <http://www.nesorarsan.com/skolyoz-omurga-egriligi-tedavisi>.
- <https://sparcctucson.com/2017/02/10/spondylolysis-in-dance-and-gymnastics/>.
- <https://www.pinterest.se/pin/528891549971520437/?lp=true>.
- <https://www.spineuniverse.com/conditions/spondylolisthesis/spondylolisthesis-back-condition-treatment>.
- Inage K, Orita S, Yamauchi K, Suzuki M, Sakuma Y, Kubota G, Oikawa Y, Sainoh T, Sato J, Fujimoto K, Shiga Y, Abe K, Kanamoto H, Inoue M, Kinoshita H, Norimoto M, Umimura T, Takahashi K, Ohtori S, 2017. Long-Term Outcomes of In Situ Fusion for Treating Dysplastic Spondylolisthesis. *Asian Spine J*, 11, 2, 213-8.
- İş M, Şafak AA, 2005. Servikal Omurga Yaralanmalarında Tanı Görüntüleme Yöntemleri. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 1, 35-42.
- İşık Z, Selçuk H, Albayram S, 2010. Bilgisayarlı tomografi ve radyasyon.
- Kamal AM, Ara S, Ashrafuzzaman M, Khatun K, Islam MS, 2014. Morphometry of sacral hiatus and its clinical relevance in caudal epidural block. *Journal of Dhaka Medical College*, 23, 1, 31-6.
- Kao SC, Lin CS, 2017. Caudal Epidural Block: An Updated Review of Anatomy and Techniques. *Biomed Res Int*, 2017, 9217145.
- Kaplar Z, Wang YX, 2016. South Korean degenerative spondylolisthesis patients had surgical treatment at earlier age than Japanese, American, and European patients: a published literature observation. *Quant Imaging Med Surg*, 6, 6, 785-90.
- Karademir M, Karavelioğlu E, Boyacı MG, Eser O, 2014. Omurgada sagittal dengenin önemi ve spinopelvik parametreler. *The journal of Turkish spinal surgery*, 25, 2, 139-48.
- Karakas HM, Celbis O, Harma A, Alicioglu B, 2011. Total body height estimation using sacrum height in Anatolian Caucasians: multidetector computed tomography-based virtual anthropometry. *Skeletal Radiol*, 40, 5, 623-30.
- Kilicaslan A, Keskin F, Babaoglu O, Gok F, Erdi MF, Kaya B, Ozbiner H, Ozbek O, Koc O, Kacira BK, 2015. Morphometric Analysis of the Sacral Canal and Hiatus Using Multidetector Computed Tomography for Interventional Procedures. *Turk Neurosurg*, 25, 4, 566-73.
- Kim DW, Lee SJ, Choi EJ, Lee PB, Jo YH, Nahm FS, 2014. Morphologic diversities of sacral canal in children; three-dimensional computed tomographic study. *Korean J Pain*, 27, 3, 253-9.
- Kirkaldy-Willis WH, Bernard TN, 1999. Managing low back pain, USA, Churchill Livingstone, p. 28-37.
- Koç TP, Ertekin T, Acer N, Çınar Ş, 2014. Sakrum Kemisinin Morfometrik Değerlendirilmesi ve Eklem Yüzey Alanlarının Hesaplanması. *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*, 23, 67-73.
- Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P, 2011. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification. *Eur Spine J*, 20 Suppl 5, 641-6.

- Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud É, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet J, 2004. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. *Spine*, 29, 18, 2049-54.
- Lai Q, Gao T, Lv X, Liu X, Wan Z, Dai M, Zhang B, Nie T, 2018. Correlation between the sagittal spinopelvic alignment and degenerative lumbar spondylolisthesis: a retrospective study. *BMC musculoskeletal disorders*, 19, 1, 151.
- Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, Guigui P, 2011. Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults. *Eur Spine J*, 20 Suppl 5, 572-7.
- Marty C, Boisaubert B, Descamps H, Montigny JP, Hecquet J, Legaye J, Duval-Beaupere G, 2002. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J*, 11, 2, 119-25.
- Matsunaga S, Ijiri K, Hayashi K, 2000. Nonsurgically managed patients with degenerative spondylolisthesis: a 10-to 18-year follow-up study. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 93, 2, 194-8.
- Min W-K, Lee C-H, 2014. Comparison and correlation of pelvic parameters between low-grade and high-grade spondylolisthesis. *Clinical Spine Surgery*, 27, 3, 162-5.
- Mishra S, Singh P, Agrawal A, Gupta R, 2003. Identification of sex of sacrum of Agra region. *J Anat. Soc. India*, 52, 2, 132-6.
- Moore KL, Persaud T, Yıldırım M, Okar İ, Dalçık H, 2016. Klinik yönleri ile insan embriyolojisi, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, p. 342-344.
- Mrudula C, Naveena S, 2013. Morphometry of sacral hiatus and its clinical relevance. *Int J Adv Res*, 1, 7, 12-8.
- Muscolino JE, Cipriani S, 2004. Pilates and the “powerhouse”—I. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8, 1, 15-24.
- Netter FH, 1997. *Atlas of Human Anatomy*, USA, Hoechstetter Printing Company, p.
- Niggemann P, Kuchta J, Grosskurth D, Beyer HK, Hoeffler J, Delank KS, 2012. Spondylolysis and isthmic spondylolisthesis: impact of vertebral hypoplasia on the use of the Meyerding classification. *Br J Radiol*, 85, 1012, 358-62.
- Oh YM, Choi HY, Eun JP, 2013. The Comparison of Sagittal Spinopelvic Parameters between Young Adult Patients with L5 Spondylolysis and Age-Matched Control Group. *J Korean Neurosurg Soc*, 54, 3, 207-10.
- Ozan H, 2014. *Ozan Anatomi*, Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri, p. 32-137.
- Ökten Aİ, Özsoy M, Menekşe G, Güzel A, 2012. Bel Ağrısının Nadir Bir Nedeni; Sakral Agenezis: olgu Sunumu. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 1, 42-4.
- Özcan E, 2002. *Bel Ağrısı Tanı ve Tedavi*, İstanbul, Nobel Kitabevi, p. 157.
- Özer AF, Kaner T, 2013. Omurgada Sagital Denge. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 23, 13-8.
- Park GY, Kwon DR, Cho HK, 2015. Anatomic Differences in the Sacral Hiatus During Caudal Epidural Injection Using Ultrasound Guidance. *J Ultrasound Med*, 34, 12, 2143-8.
- Prokop M, 2005. MDCT: Technical Principles and Future Trends. In: *Multidetector-Row Computed Tomography: Scanning and Contrast Protocols*. Eds: Marchal G, Vogl TJ, Heiken JP, Rubin GD. Milano: Springer Milan, p. 5-12.
- Putz R, Pabst R, 2008. *İnsan Anatomisi Atlası Sobotta*, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım, p.
- Rehani M, Kalra M, McCollough C, Nagel H, Collins L, Kalender W, 2006. Managing Patient Dose in Multi-Detector Computed Tomography (MDCT). IC o. R. Protection, Ed., ed.
- Roussouly P, Pinheiro-Franco JL, 2011. Biomechanical analysis of the spino-pelvic organization and adaptation in pathology. *Eur Spine J*, 20 Suppl 5, 609-18.
- Roussouly P, Pinheiro-Franco JL, 2011. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach. *Eur Spine J*, 20 Suppl 5, 578-85.

- Saikia R, Sarma M, 2016. Variations of Sacral Hiatus in Dry Human Sacra: An Anatomical Study. *Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare*, 3, 60, 3238-42.
- Schuller S, Charles YP, Steib JP, 2011. Sagittal spinopelvic alignment and body mass index in patients with degenerative spondylolisthesis. *Eur Spine J*, 20, 5, 713-9.
- Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Ross LM, Lamperti ED, 2006. *Thieme atlas of anatomy: General anatomy and musculoskeletal system*, Thieme Stuttgart, p.
- Sekiguchi M, Yabuki S, Satoh K, Kikuchi S, 2004. An anatomic study of the sacral hiatus: a basis for successful caudal epidural block. *The Clinical journal of pain*, 20, 1, 51-4.
- Sudhir G, Acharya S, K LK, Chahal R, 2016. Radiographic Analysis of the Sacropelvic Parameters of the Spine and Their Correlation in Normal Asymptomatic Subjects. *Global Spine J*, 6, 2, 169-75.
- Taner D, 2000. *Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi*, Ankara, Palme Yayın Dağıtım, p. 223-236.
- Tuncel E, 2012. *Klinik Radyoloji*, Nobel Tıp Kitabevleri, p. 956-959.
- Vogt MT, Rubin D, San Valentin R, Palermo L, Donaldson III WF, Nevitt M, Cauley JA, 1998. Lumbar olisthesis and lower back symptoms in elderly white women: the study of osteoporotic fractures. *Spine*, 23, 23, 2640-7.
- Wagner D, Kamer L, Sawaguchi T, Richards RG, Noser H, Hofmann A, Rommens PM, 2017. Morphometry of the sacrum and its implication on trans-sacral corridors using a computed tomography data-based three-dimensional statistical model. *Spine J*, 17, 8, 1141-7.
- Wang Z, Parent S, de Guise JA, Labelle H, 2010. A variability study of computerized sagittal sacral radiologic measures. *Spine*, 35, 1, 71-5.
- Wang Z, Parent S, Mac-Thiong J-M, Petit Y, Labelle H, 2008. Influence of sacral morphology in developmental spondylolisthesis. *Spine*, 33, 20, 2185-91.
- Wang Z, Wang B, Yin B, Liu W, Yang F, Lv G, 2014. The relationship between spinopelvic parameters and clinical symptoms of severe isthmic spondylolisthesis: a prospective study of 64 patients. *Eur Spine J*, 23, 3, 560-8.
- Whelan MA, Gold RP, 1982. Computed tomography of the sacrum: 1. Normal anatomy. *American Journal of Roentgenology*, 139, 6, 1183-90.
- Yaman O, Dalbayrak S, 2013. İdiopatik Skolyoz. *Türk Nöroşirürji Dergisi*, 23, 37-51.
- Yıldırım M, 2014. *İnsan Anatomisi*, İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, p. 34-77.

7. EKLER

Ek A: Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 24/08/2017-E.84964



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Tıp Fakültesi Dekanlığı

Sayı : 70632468-050.01.04/
Konu : Kararlar

Sayın Doç. Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN

09.08.2017 tarihli "Sağlıklı bireylerde ve L5-S1 Spondilolistezis'li hastalarda sakrum morfolojisinin değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projeniz, 23.08.2017 tarihli Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Toplantısı'nda görüşülmüş olup; kurulun konu ile ilgili 2017/255 sayılı kararı ekte sunulmuştur.
Bilgilerinizi rica ederim.

e-imzalıdır
Doç. Dr. Hüsnü ALPTEKİN
Başkan

NOT: 3359 sayılı Sağlık Hizmetleri Temel Kanunu Ek 10.madde hükümleri uyarınca; bazı çalışmalar için etik kurul onayı alındıktan sonra, Sağlık Bakanlığı veya bağlı kuruluşlarından izin alınması zorunlu olduğundan araştırmacıların bu hususa dikkat etmeleri gerekmektedir.

Ek : Karar sureti

Evrakı Doğrulamak için : http://193.255.244.181/enVision-Sorgula/Validate_Doc.aspx?V=BE6PBNSFV
Akademi Mah. Yeni İstanbul Cad. No:313 Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubad Yerleşkesi Selçuklu - Konya 42250 Türkiye
Bilgi İçin: Samiye Selcen ÇELİK
Tel:3322412181 Faks:3322412184
E-Posta :dekanliktip@selcuk.edu.tr Elektronik Ağ :www.selcuk.edu.tr

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.





T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Sayısı: 2017/14

Toplantı Tarihi : 23.08.2017

Karar Sayısı 2017/255 S.Ü. Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim dalı öğretim üyesi Doç.Dr.Nadire ÜNVER DOĞAN'ın "Sağlıklı bireylerde ve L5-S1 Spondilolistezis'li hastalarda sakrum morfolojisinin değerlendirilmesi" başlıklı araştırmasının değerlendirilme talebi ile ilgili 09.08.2017 tarihli dilekçesi ve ekleri görüldü.

Yapılan inceleme ve görüşmelerden sonra; Doç.Dr.Nadire ÜNVER DOĞAN'ın "Sağlıklı bireylerde ve L5-S1 Spondilolistezis'li hastalarda sakrum morfolojisinin değerlendirilmesi" adlı araştırmasının kabulüne oy birliği ile karar verildi.



Ek B: Proje Öneri Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 27/09/2017-E.94922



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 74668451-100/
Konu : ESİN ERBEK HK.

Sayın Doç. Dr. Nadire ÜNVER DOĞAN

Enstitü Yönetim Kurulumuzun 22.09.2017 tarih ve 32/12 sayılı kararı yazımız ekinde gönderilmiştir.
Bilgilerinizi rica ederim.

e-imzalıdır
Yrd. Doç. Dr. Fatih KARA
Enstitü Müdür Yardımcısı

Ek : 1 Adet Y.K.K.
Dağıtım:
Anatomi Anabilim Dalı Başkanlığına
Sayın Doç. Dr. Nadire Ünver Doğan

Evrakı Doğrulamak için : http://193.255.244.181/enVision-Sorgula/Validate_Doc.aspx?V=BE848ZKV1
T.C. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Alaeddin Keykubad Yerleşkesi Yeni
İstanbul Caddesi No:335 Selçuklu-KONYA
Bilgi için: Ünsal Evren ÜNAL Tel:3322232453 Faks:3322410551
e-Posta :sagbil@selcuk.edu.tr Elektronik Ağ :www.selcuk.edu.tr



Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.



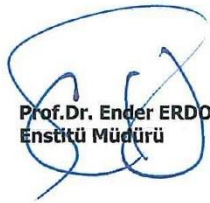
T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı: 42933958-1658

KONYA, 25./09./2017

Dosyasına

Enstitü Yönetim Kurulumuzun **22.09.2017** tarih ve **32/12** sayılı karar sureti aşağıya çıkartılmıştır.
Gereğini ve bilginizi rica ederim.


Prof. Dr. Ender ERDOĞAN
Enstitü Müdürü

Karar Tarihi: 22.09.2017

Karar No : 32/12

Aşağıda kimliği belirtilen öğrenci için önerilen tez konusunun, Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinin 28. maddesi gereğince uygun olduğuna, durumun danışman ve öğrenciye bildirilmesine oy birliğiyle karar verildi.

Öğrenci: ESİN ERBEK (Yüksek Lisans), Danışmanı: Doç. Dr. NADİRE ÜNVER DOĞAN
Anabilim Dalı: ANATOMİ (Tıp)
Öğrenci No: 163213001011

Tez Adı: Sağlıklı Bireylerde ve L5-S1 Spondilolistezis'li Hastalarda Sacrum Morfolojisinin Değerlendirilmesi


ASLI GİBİDİR
Cengiz ATEŞ
Enstitü Sekreteri

8. ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Konya’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Konya’da tamamladı. 2007 yılında Ankara Başkent Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünü kazandı. 2012 yılında mezun oldu. Fizyoterapist ünvanıyla 2012-2013 yılları arasında Konya Fizikon Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon merkezinde çalıştı. 2015-2016 bahar döneminde anatomi yüksek lisans öğrenimine başladı.

