

**T.C.**

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ**

**TIP FAKÜLTESİ BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANA BİLİM  
DALI**



**KISA SEGMENT STABİLİZASYONUN SAGİTAL DENGİ  
PARAMETRELERİ VE KLİNİK SONUÇLAR ÜZERİNE  
ETKİLERİ**

**TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DR.SENA ERDOĞAN**

**TEZ DANIŞMANI  
PROF. DR. ALİ RIZA GEZİCİ**

**BOLU, TEMMUZ 2025**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

|                                                                                   |                                             |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------|
|  | <b>BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ</b> | DOKÜMAN KODU: KU.FR.30   |
|                                                                                   | <b>İZZET BAYSAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA</b>     | YAYIN TARİHİ: 07.11.2022 |
|                                                                                   | <b>HASTANESİ</b>                            | REVİZYON NO 0            |
|                                                                                   | <b>TIPTA UZMANLIK ÖĞRENCİSİ</b>             | REVİZYON TARİHİ: 0       |
|                                                                                   | <b>TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI</b>           | SAYFA NO: 1/1            |

|                                    |                                                                                                      |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öğrencinin Adı Soyadı              | <u>Deniz ERDOĞAN</u>                                                                                 |
| Doğum Yeri/Tarihi                  |                                                                                                      |
| Mezun Olduğu Fakülte               |                                                                                                      |
| Diploma Tarih ve No                |                                                                                                      |
| Anabilim Dalı/Uzmanlık Alanı       | <u>Beyin ve Sinir Cerrahisi</u>                                                                      |
| Tez Danışmanı                      | <u>Prof. Dr. Ali Rıza GEZİCİ</u>                                                                     |
| Etik Kurul Onay Tarihi ve Numarası | <u>13.02.2025 2025-40</u>                                                                            |
| Tez Konusu/Başlığı                 | <u>Kısa Segment Stabilizasyonun Sagittal Denge Parametreleri ve Klinik Sonuçlar Üzerine Etkileri</u> |

Adayın tez savunmasının, BAŞARILI/BAŞARISIZ olduğuna ÖYBİRLİĞİ/ÖY ÇOKLUĞU ile karar verilmiştir.

30.07/2025

**JÜRİ ÜYELERİ**

MZA

- 1) Prof. Dr. Ali Rıza GEZİCİ.....
- 2) Prof. Dr. Yasar DEĞİSTANLI.....
- 3) Dr. Öğr. Üyesi Güven KILIÇ.....

## ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu ve Şablonuna uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir
- aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

Bu çalışma için Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan 2025/40 sayısı ile etik izin alınmıştır.

**Dr. Sena ERDOĞAN**

## ÖZET

### KISA SEGMENT STABİLİZASYONUN SAGİTAL DENGİ PARAMETRELERİ VE KLİNİK SONUÇLAR ÜZERİNE ETKİLERİ TIPTA UZMANLIK TEZİ

DR. SENA ERDOĞAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

BEYİN VE SİNİR CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. ALİ RIZA GEZİCİ)

BOLU, TEMMUZ – 2025

XIV + 64

**Amaç:** Çalışmamızda spinal stenoz ve spondilolistezis nedenli kısa segment stabilizasyon (iki seviye veya tek seviye posterior pedikül vida fiksasyon) yapılan hastalarda, sagittal denge parametrelerinin preoperatif ve postoperatif dönemlerde ölçülerek, bu parametrelerin değişimlerinin hastaların aynı dönemlerdeki klinik bulgu değişimleri ile korelasyonunun olup olmadığının incelenmesi amaçlandı.

**Gereç ve Yöntem:** 01.02.2022 ve 31.05.2024 tarihleri arasında hastanemiz Beyin ve Sinir Cerrahisi bölümünde operasyona alınan 1424 hasta ameliyathane modülünden taranmıştır. Bu hastalardan spinal stenoz ve spondilolistezis radyolojik ve klinik tanıları mevcut olan, bu nedenle kısa segment stabilizasyon cerrahisi yapılan, 6 aylık takip süresini doldurmuş, preoperatif ve postoperatif görüntülemelerine hastane PACS sisteminden muntazam şekilde ulaşılabilen 54 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Dahil edilen hastaların klinik olarak; yaş, cinsiyet, komorbidite varlığı, hastanede yatış süreleri, operasyon süreleri, operasyon komplikasyonu varlığı, preoperatif dönemdeki lumbalji, nörojenik kladikasyo mesafeleri, siyatalji şikayetleri, preoperatif motor güç muayenesi, VAS ağrı skoru verileri ile postoperatif 1.ay ve 6.ay poliklinik kontrollerindeki nörojenik kladikasyo mesafeleri, siyatalji şikayetleri, motor güç muayeneleri ve VAS ağrı skorları ile ilgili veriler hastane epikriz sistemi üzerinden verilendirilmiştir.

Dahil edilen hastaların radyolojik olarak; preoperatif lateral lomber vertebra grafilerinde lomber lordoz, sakral slop, pelvik insidans, L3 vertebra insidans, L4 vertebra insidans ve L5 vertebra insidans değerleri, preoperatif bilgisayarlı tomografi görüntülerinde pelvik insidans, , L3 vertebra insidans, L4 vertebra insidans ve L5 vertebra insidans değerleri, postoperatif bilgisayarlı tomografi görüntülerinde pelvik insidans, , L3 vertebra insidans, L4 vertebra insidans ve L5 vertebra insidans değerleri, postoperatif 1.ayda çekilen kontrol lateral lomber vertebra grafilerinde pelvik insidans, , L3 vertebra insidans, L4 vertebra insidans ve L5 vertebra insidans değerleri, postoperatif 6.ayda çekilen kontrol lateral lomber vertebra grafilerinde lomber lordoz, sakral slop, pelvik insidans, , L3 vertebra insidans, L4 vertebra insidans ve L5 vertebra insidans değerleri ölçümleri yapıldı. Bu

ölçümler radyolog doktor öğretim üyesi tarafından klinik verilerden habersiz ve bağımsız olarak ölçüldü.

Daha sonra bu hastaların radyolojik ve klinik verileri istatistiksel olarak birbirleri ile karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Bu çalışmaya dahil edilen hastaların 52'sinde (%96,3) preoperatif dönemde lumbalji ve siyatalji şikayetleri mevcuttu. Siyatalji şikayetinde postoperatif 1. ayda bu sayı 6 (%11,1), 6. ayda ise 7 (%12,9) olarak kaydedildi ve bu değişimler istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,0001$ ). Preoperatif dönemde 49 hastada (%90,7) mevcut olan nörojenik kladikasyo şikayeti, rahat yürüyüş mesafesiyle değerlendirildiğinde, ortalama  $122,86 \pm 110,91$  m'den, postoperatif 1. ayda  $210,83 \pm 198,0$  m'ye ve 6. ayda  $158,13 \pm 172,25$  m'ye yükseldi ( $p<0,0001$ ).

Hastaların preoperatif dönemde ortalama  $8,43 \pm 2,03$  olan VAS değerleri, postoperatif 1. ve 6. aylarda anlamlı bir düşüş göstererek sırasıyla  $0,93 \pm 1,99$  ve  $1,15 \pm 2,08$  olarak kaydedildi ( $p<0,0001$ ).

Radyolojik parametrelerde;

Lomber lordoz açısı preoperatif ortalama  $40,26 \pm 11,98^\circ$  iken postoperatif 6. ayda  $38,54 \pm 11,77^\circ$  olarak ölçüldü ve bu fark anlamlı değildi ( $p=0,453$ ).

Pelvik insidans açısı preoperatif ortalama  $60,59 \pm 15,22^\circ$ , postoperatif 6. ayda  $60,19 \pm 14,42^\circ$  olarak kaydedildi ve bu değişiklik de anlamlı bulunmadı ( $p=0,823$ ).

Sakral slop açısı ise anlamlı artış göstererek preoperatif  $30,63 \pm 9,85^\circ$ 'den postoperatif 6. ayda  $34,72 \pm 10,92^\circ$ 'ye yükseldi ( $p=0,043$ ).

Vertebra insidans açıları;

L3 insidansı: Preoperatif  $1,20 \pm 10,13^\circ$ , postoperatif 1. ayda  $5,26 \pm 8,59^\circ$  ve 6. ayda  $5,07 \pm 9,68^\circ$  olarak anlamlı değişim gösterdi ( $p<0,05$ ),

L4 insidansı: Preoperatif  $10,07 \pm 8,85^\circ$ , postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla  $16,52 \pm 11,23^\circ$  ve  $16,68 \pm 11,80^\circ$ 'ye yükselmiş olup anlamlı değişim gösterdi ( $p<0,01$ ),

L5 insidansı: Preoperatif  $26,28 \pm 13,26^\circ$ , postoperatif 1. ve 6. aylarda  $31,11 \pm 14,33^\circ$  ve  $30,02 \pm 14,67^\circ$ ; bu parametrede anlamlı bir fark saptanmadı ( $p=0,178$ ).

Postoperatif bilgisayarlı tomografi (BT) ve mobilizasyon grafileri karşılaştırıldığında:

Pelvik insidans farkı anlamlı değildi (BT:  $56,81 \pm 13,14^\circ$ ; grafi:  $59,06 \pm 13,99^\circ$ ;  $p=0,393$ ),

Ancak L3 insidansı mobilizasyon grafisinde anlamlı olarak daha yüksek bulundu (BT:  $0,93 \pm 5,95^\circ$ ; grafi:  $4,61 \pm 8,10^\circ$ ;  $p=0,008$ ),

Benzer şekilde L4 ( $p=0,029$ ) ve L5 insidanslarında da grafi ölçümlerinde anlamlı artış vardı ( $p=0,032$ ).

Preoperatif ve postoperatif 6. ay radyolojik parametre değişimleri ile VAS skor değişimleri arasındaki korelasyon analizinde; lomber lordoz, sakral slop, pelvik insidans, L3, L4 ve L5 insidans değişimleri ile VAS skor değişimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (tüm  $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Bu çalışmada sakral slop ve alt lomber vertebra insidanslarında izlenen anlamlı artışlar, cerrahinin bölgesel biyomekanik dengeyi yeniden tesis ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, pelvik insidans gibi sabit morfolojik parametrelerde anlamlı değişiklik saptanmamış olup, bu da cerrahinin anatomik bütünlüğü koruyarak fonksiyonel restorasyon sağladığını düşündürmektedir. VAS skorlarındaki belirgin düşüşler cerrahi müdahalenin klinik etkinliğini teyit etse de, spinopelvik parametrelerdeki değişimlerle bu skorlar arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. Bu bulgu, ağrı ve fonksiyonel iyileşmenin yalnızca radyolojik parametrelerle açıklanamayacağını; nörolojik dekompresyon, yumuşak doku

iyileşmesi ve bireysel ağrı algısı gibi çoklu faktörlerin birlikte etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Stabilizasyon, Sagital Denge, Vertebra İnsidans, Spondilolistezis, Spinal Stenoz, Dejeneratif Omurga



# ABSTRACT

## THE EFFECTS OF SHORT SEGMENT STABILIZATION ON SAGITTAL BALANCE PARAMETERS AND CLINICAL OUTCOMES

THESIS IN MEDICINE

DR.SENA ERDOĞAN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

FACULTY OF MEDICINE

NEUROSURGERY DEPARTMENT

(SUPERVISOR: PROF.DR. ALİ RIZA GEZİCİ)

BOLU, JULY – 2025

XIV + 64

**Objective:** In our study, we aimed to investigate whether there is a correlation between changes in sagittal balance parameters and changes in clinical findings in patients who underwent short-segment stabilization surgery (single- or two-level posterior pedicle screw fixation) due to spinal stenosis and spondylolisthesis. These parameters were measured in the preoperative and postoperative periods.

**Materials and Methods:** Between February 1, 2022, and May 31, 2024, patients who underwent surgery in the Department of Neurosurgery at our hospital were screened through the operating room database. Among these, 54 patients were included in the study based on the following criteria; having a clinical and radiological diagnosis of spinal stenosis and/or spondylolisthesis; undergoing short-segment stabilization surgery for this reason; completing at least 6 months of postoperative follow-up; and having regular access to preoperative and postoperative imaging through the hospital's PACS system.

Clinically, the following data were recorded: age, sex, presence of comorbidities, length of hospital stay, operative time, and presence of postoperative complications. In addition, the following parameters were evaluated during the preoperative period, as well as at the postoperative 1st- and 6th-month follow-up visits: presence of lumbago, neurogenic claudication distance, sciatica symptoms, motor strength examination, and visual analogue scale (VAS) pain scores. All clinical data were obtained from the hospital's electronic medical record (epicrisis) system.

Radiologically, the following measurements were obtained:

- On preoperative standing lateral lumbar spine radiographs: lumbar lordosis, sacral slope, pelvic incidence, and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.

- On preoperative computed tomography (CT): pelvic incidence and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.
- On postoperative CT scans: pelvic incidence and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.
- On standing lateral lumbar spine radiographs obtained shortly after postoperative mobilization; pelvic incidence and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.
- On postoperative 1st-month follow-up lateral lumbar spine radiographs: pelvic incidence and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.
- On postoperative 6th-month follow-up lateral lumbar spine radiographs: lumbar lordosis, sacral slope, pelvic incidence and L3, L4, and L5 vertebral incidence angles.

All radiological measurements were performed independently and blindly by a radiology faculty member who was unaware of the patients' clinical data.

Subsequently, the clinical and radiological data of these patients were statistically analyzed and compared.

**Findings:** Among the patients included in this study, 52 (96.3%) had complaints of low back pain and sciatica preoperatively. The number of patients with sciatica decreased to 6 (11.1%) at postoperative 1-month and 7 (12.9%) at postoperative 6-month; these changes were statistically significant ( $p < 0.0001$ ). Neurogenic claudication was present in 49 patients (90.7%) preoperatively, and when assessed by comfortable walking distance, the average distance increased from  $122.86 \pm 110.91$  m preoperatively to  $210.83 \pm 198.0$  m at postoperative 1-month and  $158.13 \pm 172.25$  m at postoperative 6-month ( $p < 0.0001$ ).

The mean preoperative VAS score was  $8.43 \pm 2.03$ , which showed a significant reduction postoperatively, measured as  $0.93 \pm 1.99$  at postoperative 1-month and  $1.15 \pm 2.08$  at postoperative 6-month ( $p < 0.0001$ ).

Regarding radiological parameters:

Lumbar lordosis angle:  $40.26 \pm 11.98^\circ$  preoperatively and  $38.54 \pm 11.77^\circ$  at postoperative 6-month ( $p = 0.453$ ),

Pelvic incidence angle:  $60.59 \pm 15.22^\circ$  preoperatively and  $60.19 \pm 14.42^\circ$  at postoperative 6-month ( $p = 0.823$ ),

Sacral slope angle: increased significantly from  $30.63 \pm 9.85^\circ$  preoperatively to  $34.72 \pm 10.92^\circ$  at postoperative 6-month ( $p = 0.043$ ).

Vertebral incidence angles:

L3 incidence:  $1.20 \pm 10.13^\circ$  preoperatively,  $5.26 \pm 8.59^\circ$  at postoperative 1-month and  $5.07 \pm 9.68^\circ$  at postoperative 6-month ( $p < 0.05$ ),

L4 incidence:  $10.07 \pm 8.85^\circ$  preoperatively,  $16.52 \pm 11.23^\circ$  at postoperative 1-month and  $16.68 \pm 11.80^\circ$  at postoperative 6-month ( $p < 0.01$ ),

L5 incidence:  $26.28 \pm 13.26^\circ$  preoperatively,  $31.11 \pm 14.33^\circ$  at postoperative 1-month and  $30.02 \pm 14.67^\circ$  at postoperative 6-month, with no statistically significant difference ( $p = 0.178$ ).

Comparison of postoperative CT and mobilization radiographs showed:

Pelvic incidence: no significant difference (CT:  $56.81 \pm 13.14^\circ$ ; radiograph:  $59.06 \pm 13.99^\circ$ ;  $p = 0.393$ ),

L3 incidence: significantly higher on mobilization radiographs (CT:  $0.93 \pm 5.95^\circ$ ; radiograph:  $4.61 \pm 8.10^\circ$ ;  $p=0.008$ ),  
L4 incidence: also significantly higher on radiographs ( $p=0.029$ ),  
L5 incidence: significantly higher on radiographs ( $p=0.032$ ).

Correlation analysis between changes in radiological parameters from preoperative to postoperative 6-month and changes in VAS scores revealed no statistically significant relationships between changes in lumbar lordosis, sacral slope, pelvic incidence, L3, L4, and L5 incidence and changes in VAS scores (all  $p>0.05$ ).

**Results:** In this study, the significant increases observed in sacral slope and lower lumbar vertebral incidences indicate that the surgery reestablished regional biomechanical balance. However, no significant changes were detected in fixed morphological parameters such as pelvic incidence, suggesting that the surgery provided functional restoration while preserving anatomical integrity. Although the marked decreases in VAS scores confirm the clinical effectiveness of the surgical intervention, no significant correlation was found between these scores and changes in spinopelvic parameters. This finding suggests that pain relief and functional improvement cannot be solely explained by radiological parameters; rather, a combination of factors such as neurological decompression, soft tissue healing, and individual pain perception play a role.

**Keywords:** Stabilization, Sagittal Balance, Vertebral Incidence, Spondylolisthesis, Spinal Stenosis, Degenerative Spine

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                              | <u>Sayfa</u> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>KABUL VE ONAY SAYFASI.....</b>                                                            | <b>i</b>     |
| <b>ETİK BEYAN .....</b>                                                                      | <b>ii</b>    |
| <b>ÖZET.....</b>                                                                             | <b>iii</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                        | <b>vi</b>    |
| <b>İÇİNDEKİLER.....</b>                                                                      | <b>ix</b>    |
| <b>TABLO DİZİNİ .....</b>                                                                    | <b>xi</b>    |
| <b>ŞEKİL DİZİNİ.....</b>                                                                     | <b>xii</b>   |
| <b>KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....</b>                                                    | <b>xiii</b>  |
| <b>TEŞEKKÜR.....</b>                                                                         | <b>xiv</b>   |
| <b>1.GİRİŞ VE AMAÇ .....</b>                                                                 | <b>1</b>     |
| <b>2.GENEL BİLGİLER.....</b>                                                                 | <b>3</b>     |
| 2.1 Sagital Denge.....                                                                       | 3            |
| 2.1.1 Sagital Denge Nedir?.....                                                              | 3            |
| 2.1.2 Sagital Denge'nin Tarihçesi .....                                                      | 3            |
| 2.1.3 Sagital Denge Parametreleri.....                                                       | 11           |
| 2.2. Dejeneratif Omurga Hastalıkları.....                                                    | 15           |
| 2.2.1 Dejeneratif Omurga Hastalıkları Nedir?.....                                            | 15           |
| 2.2.2 Dejeneratif Omurga Hastalıkları Patofizyolojisi.....                                   | 17           |
| 2.2.3 Lomber Dejeneratif Omurga Hastalıkları .....                                           | 19           |
| 2.2.4 Fizik Muayene ve Klinik Bulgular .....                                                 | 24           |
| 2.2.5 Tedavi.....                                                                            | 27           |
| <b>3.GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>                                                                | <b>32</b>    |
| 3.1 Visual Analog Scale (VAS).....                                                           | 34           |
| 3.2 Cerrahi Yöntem .....                                                                     | 35           |
| 3.3 İstatistiksel Yöntem .....                                                               | 36           |
| <b>4.BULGULAR.....</b>                                                                       | <b>37</b>    |
| 4.1 Demografik Veriler .....                                                                 | 37           |
| 4.2 Klinik Bulguların Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması ....      | 38           |
| 4.3 Radyolojik Bulguların Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması ..... | 39           |

|                                                                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.4 Bilgisayarlı Tomografi Bulgularının Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması .....           | 40        |
| 4.5 Mobilizasyon Grafisi Bulgularının Postoperatif Dönemde 6. aya Göre Karşılaştırılması .....                       | 41        |
| 4.6 Postoperatif Dönemde Bilgisayarlı Tomografi ve Mobilizasyon Grafisi Bulgularının Karşılaştırılması .....         | 42        |
| 4.7 Preoperatif ve Postoperatif Dönemde Radyolojik Bulguların ve VAS Skorlarının Takip Süresince Değişimleri .....   | 43        |
| 4.8 Preoperatif ve Postoperatif 1. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon ..... | 44        |
| 4.9 Preoperatif ve Postoperatif 6. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon ..... | 45        |
| 4.10 Postoperatif 1. Ay ve 6. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon .....      | 46        |
| <b>5.TARTIŞMA.....</b>                                                                                               | <b>47</b> |
| <b>6.SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                                                                                     | <b>55</b> |
| <b>7.KAYNAKÇA.....</b>                                                                                               | <b>56</b> |
| <b>8.EKLER.....</b>                                                                                                  | <b>64</b> |

## TABLO DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Alt Extemite Nörolojik Muayene Tablosu .....                                                                                | 25 |
| <b>Tablo 2.</b> Hastaların Tüm Demografik Ve Klinik Verileri .....                                                                          | 37 |
| <b>Tablo 3.</b> Hastaların Klinik Bulgularının Preoperatif Ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması .....                           | 38 |
| <b>Tablo 4.</b> Hastaların radyolojik bulgularının preoperatif ve postoperatif dönemlere göre karşılaştırılması .....                       | 40 |
| <b>Tablo 5.</b> Hastaların bilgisayarlı tomografi bulgularının preoperatif ve postoperatif dönemlere göre karşılaştırılması .....           | 41 |
| <b>Tablo 6.</b> Hastaların postoperatif mobilizasyon grafisi ve 6. ay grafisi bulgularının karşılaştırılması .....                          | 42 |
| <b>Tablo 7.</b> Hastaların bilgisayarlı tomografi ve postoperatif mobilizasyon grafisi bulgularının karşılaştırılması .....                 | 43 |
| <b>Tablo 8.</b> Hastaların preop–postop radyolojik bulgularının ve VAS skorlarının takip süresince değişimleri .....                        | 44 |
| <b>Tablo 9.</b> Hastaların preoperatif - postoperatif 1. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon .....  | 45 |
| <b>Tablo 10.</b> Hastaların preoperatif – postoperatif 6. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon ..... | 46 |
| <b>Tablo 11.</b> Hastaların postoperatif 1. ay – 6. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon .....       | 46 |

## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1:</b> Vesalius'un <i>De Humani Corporis Fabrica</i> Kitabındaki İnsan Omurgası Dizaynı .....                                                                                | 5  |
| <b>Şekil 2:</b> Leonardo Da Vinci Tarafından Resmedilen, İnsan Omurgasının Sagital Plandaki Görüntüsünün İlk Çizimi .....                                                             | 5  |
| <b>Şekil 3:</b> Jean Dubousset Tarafından Yapılan Pelvik Vertebra İllüstrasyonu.....                                                                                                  | 6  |
| <b>Şekil 4:</b> Dubousset'in Ekonomi Konisi .....                                                                                                                                     | 7  |
| <b>Şekil 5:</b> Pelvik İnsidans(PI), Pelvik Tilt(PT), Sakral Slop (SS), Lomber Lordoz (LL), Torakal Kifoz (TK).....                                                                   | 8  |
| <b>Şekil 6:</b> Roussouly'e Göre Farklı Omurga Tipleri .....                                                                                                                          | 9  |
| <b>Şekil 7:</b> 71 Yaşında, Dejeneratif Kifoskolyozu ve Multiseviye Lomber Foraminal Stenoza Mevcut Kadın Hastanın Preoperatif ve Postoperatif 2. Yıl EOS Cihazı Görüntülemeleri..... | 10 |
| <b>Şekil 8:</b> Pelvik İnsidans, Pelvik Tilt ve Sakral Slop Parametrelerinin Ölçümü.....                                                                                              | 11 |
| <b>Şekil 9:</b> Cobb Yöntemi İle Lomber Lordoz Açısının Ölçümü.....                                                                                                                   | 12 |
| <b>Şekil 10:</b> SVA Ölçümü; Pozitif, Nötr ve Negatif SVA .....                                                                                                                       | 13 |
| <b>Şekil 11:</b> L4 Ve L5 Vertebra İnsidans Değerlerinin Lateral Grafi Üzerinde Ölçümü .....                                                                                          | 14 |
| <b>Şekil 12:</b> Omurganın Dorsal, Ventral ve Lateral Görüntüsü .....                                                                                                                 | 16 |
| <b>Şekil 13:</b> Lomber Vertebra Segmentlerinin Sagital Düzlemde Anatomik Gösterimi .....                                                                                             | 17 |
| <b>Şekil 14:</b> İntervertebral Diskin Anatomik Gösterimi .....                                                                                                                       | 18 |
| <b>Şekil 15:</b> Lateral Oblik Grafide İskoç Köpeği Görüntüsü .....                                                                                                                   | 21 |
| <b>Şekil 16:</b> Wiltse Spondilolistezis Sınıflandırılması İllüstrasyonu.....                                                                                                         | 23 |
| <b>Şekil 17:</b> Meyerding Spondilolistezis Sınıflaması İllüstrasyonu .....                                                                                                           | 23 |
| <b>Şekil 18:</b> Dermatome Sahaları .....                                                                                                                                             | 26 |
| <b>Şekil 19:</b> Lomber Interbody Füzyon Teknikleri.....                                                                                                                              | 28 |
| <b>Şekil 20:</b> Posterior Pedikül Vida Fiksasyonu Bilgisayarlı Tomografi Aksiyel ve Sagital Görüntüleri.....                                                                         | 29 |
| <b>Şekil 21:</b> Dejeneratif Spondilolistezis Preoperatif MR ve Stabilizasyon Cerrahisi Sonrası Postoperatif BT görüntüsü .....                                                       | 31 |
| <b>Şekil 22:</b> Visüel Analog Skor Ölçeği .....                                                                                                                                      | 35 |

## KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

|              |                                  |
|--------------|----------------------------------|
| <b>AP</b>    | : Anteroposteriyor               |
| <b>BOS</b>   | : Beyin Omurilik Sıvısı          |
| <b>BT</b>    | : Bilgisayarlı Tomografi         |
| <b>GAG</b>   | : Glikozaminoglikan              |
| <b>Lig.</b>  | : Ligamentum                     |
| <b>LL</b>    | : Lomber Lordoz                  |
| <b>MR</b>    | : Manyetik Rezonans              |
| <b>NSAİD</b> | : Non-steroid antiinflatuar ilaç |
| <b>ODI</b>   | : Oswestry Engellilik İndeksi    |
| <b>PI</b>    | : Pelvik İnsidans                |
| <b>PT</b>    | : Pelvik Tilt                    |
| <b>SLR</b>   | : Straight Leg Raise             |
| <b>SS</b>    | : Sakral Slop                    |
| <b>SVA</b>   | : Sagital Vertikal Aks           |
| <b>TK</b>    | : Torakal Kifoza                 |
| <b>VAS</b>   | : Visüel Analog Skor             |
| <b>Vb.</b>   | : Ve Benzeri                     |

## TEŞEKKÜR

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beyin ve Sinir Cerrahisi Ana Bilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim boyunca, gerek mesleki açıdan yol gösterişi ile, gerek saygı duyduğum bir büyüğüm olarak verdiği tavsiyeler ile, cerrahi teknik öğrenimi aşamasında bilgi aktarımını ve cesaret vermesini asla eksik etmeyen, tez danışman hocam Sayın Prof.Dr. Ali Rıza GEZİCİ'ye,

Uzmanlık eğitimim boyunca, cerrahi tekniklerimin gelişmesinde emeği büyük olan, bilgi birikimimizi her zaman artırmaya çabalayan, klinik içerisinde çözümleyemediğimiz konularda muhakkak tecrübelerine bağlı yönlendirmelerine başvurduğum ve saygı duyduğum Sayın Prof.Dr. Yaşar DAĞISTAN'a,

Tez süreci boyunca tez konumun bel kemiği radyosonografik ölçümler ve bu ölçümler ile ilgili kafamdaki karışıklıkların giderilmesi konusunda katkısı büyük olan Sayın Doç.Dr. Mustafa HIZAL'a,

“Kız çocuğu okutulur muymuş? Bir kadın bu kadar zor bir cerrahi branş seçip ne yapacak?” gibi klasik kalıplara kulak asmayıp, beni tercihlerim konusunda sonuna kadar destekleyen, vazgeçmeyi düşünsem bile bana kucak açacak olan, bugünlere gelebilmemin arkasındaki en büyük destekçilerim canım annem Saadet ERDOĞAN'a ve canım babam Zafer ERDOĞAN'a,

Asistanlık boyunca bir kıdemli asistan olarak elinden geleni ardına koymayan, tertip ve düzen huylarını kendime örnek edindiğim, desteğini ve emeğini üzerimizden asla eksik etmeyip iyi bir cerrah olma yolunda öğrendiklerini çekinmeden bize de öğreten Sayın Dr.Öğretim Üyesi Caner ÇİÇEK'e,

Asistanlık sürecinin neredeyse bütün zorlu yollarını beraber aştığımız, dert ortağım eşkıdemim Op.Dr. Yağız AKYÜZ'e, klinikte yeri geldiğinde beraber stres yaptığımız yeri geldiğinde de beraber eğlendiğimiz meslektaşlarım Op.Dr.Araz ALIYEV, Arş.Gör.Dr. Uğur Deniz ÖZÜDOĞRU, Arş.Gör.Dr. Kaan Taşkın OKUMUŞ, Arş.Gör.Dr. Macide YILMAZ ve Arş.Gör.Dr. Nurullah SİPAHİOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## 1.GİRİŞ VE AMAÇ

Bel ağrısı çağımızın en yaygın görülen semptomlarından biridir. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre 2020 yılında yaklaşık 619 milyon insan bel ağrısı yakınmasından şikayetçi olmuştur(1).Bel ağrısı yakınması akut ve kronik olarak ikiye ayrılabilir. Bel ağrılarının çoğu akut bel ağrısı olup, 3 aydan uzun süren bel ağrıları kronik bel ağrıları olarak nitelendirilmiştir. Çoğu bel ağrısında konservatif tedavi yöntemleri ile tedavi sağlanabilse de kronik bel ağrılarında altta yatan sebebe göre takip ve tedavi algoritması değişebilmektedir.

Kronik bel ağrılarının önemli bir sebebi de, dejeneratif lomber hastalıklar ve bunlara eşlik eden veya bunlara bağlı gelişen vertebra diziliminin çeşitli eksenlerde bozulmasıdır. Dejeneratif lomber hastalıklardan en sık karşılaşılanları spinal stenoz ve spondilolistezis olup, her iki hastalıkta da hastalığın kronik seyri ile vertebra aksı bozulabilmektedir. Tedavi edilmedikleri süreç içerisinde her iki hastalık da ciddi yaşam kalitesi bozukluğuna ve engelliliğe sebebiyet verebilir.

Vertebra dizilimi sağlıklı insanda belirli derecelerde servikal ve lomber lordoz, torakal kifoz ile sağlanmaktadır. Pelvisin de sagital denge üzerindeki etkisi, “pelvik vertebra” atfı ile bu denge zinciri içerisinde kendisine önemli bir yer edinmiştir. Vertebra dizilimi aksiyel, koroner veya sagital eksenlerde bozulabilir. Bu eksenlerin herhangi birinde bile bu dengenin bozulması, vertebranın kompensasyon mekanizmalarını devreye sokmaktadır. Kompensasyon mekanizmaları yeterli olmadığı takdirde, dejeneratif süreç işlemekte, klinik olarak lumbalji, siyatalji, ciddi postür bozuklukları, motor veya duyu fonksiyon kaybı gibi klinikler ile hastanın yaşam kalitesini önemli ölçülerde etkileyen bulgular karşımıza çıkmaktadır.

Son yıllarda özellikle sagital dengenin klinik sonuçlar üzerine etkileri ilgi çekmektedir. Sagital denge, dik duruş pozisyonunda pelvis ve omurganın minimum enerji harcamak üzere birbirleri ile harmoni içerisinde konumlanmasına verilen isimdir(2). Belli bazı parametreler ile bu dengenin optimum değerlendirilmesi yapılabilir. Sagital denge bozukluğu, bazı spinal patolojilerin etyolojisinde yer almakla birlikte, bu patolojilerin cerrahi kararının verilmesinde ve cerrahi planlarının yapılmasındaki en büyük yol göstericidir. Hasta bazında cerrahi planlama yapılarak hastanın sagital aksının optimal değerlere ulaşması hedeflenir,

cerrahi sonrası oluşabilecek iyatrojenik aks bozuklukları ve hasta memnuniyetsizliğinin büyük oranda önüne geçer.

Dejeneratif lomber omurga hastalıklarında ilk tedavi seçeneği konservatif tedavi olup, non-steroid antiinflamatuvar ilaçlar (NSAID), fizik tedavi, korseleme gibi konservatif tedavilerden fayda görmeyen, ilerleyici nörolojik semptomları bulunan veya ciddi yaşam kalitesi bozukluğu mevcut hastalarda cerrahi tedavi endikedir. Cerrahi tedavide primer olarak hastalığın türüne göre hastadaki klinik bulgular ve hastanın da hikayesi göz önünde bulundurularak tedavi planı çizilir. Direkt dekompresyon, indirekt dekompresyon ve posterior pedikül vida fiksasyonu (posterior stabilizasyon) gibi çok farklı tedavi seçenekleri mevcuttur. Bu tedaviler tek başlarına veya birbirleri ile kombine şekilde uygulanabilirler. Bu tedavilerde asıl amaç primer olarak stenoz ve listezis patolojilerine müdahale etmek olup, bunun yanında bu patolojilere sekonder gelişen veya bu patolojilerin gelişmesinde öncü olan aks bozukluklarının da bu yöntemler ile düzeltilebileceği bilinmektedir.

Biz çalışmamızda radyosonografik ve klinik olarak lomber spondilolistezis veya lomber spinal stenoz tanısı mevcut, bu nedenlerle posterior kısa segment (3 veya daha az) stabilizasyon yapılan hastalarda preoperatif ve postoperatif sagittal denge parametrelerinin, hastaların klinik bulguları ve ağrı visüel analog skorları ile korelasyonunu değerlendirmeyi amaçlamaktayız. Sagittal denge parametreleri değişiminin hastanın ağrı algısı üzerinde etkisinin olduğunu savunmaktayız. Çalışmamız retrospektif bir çalışma olup, daha önceden cerrahisi yapılan ve 6 aylık takibi tamamlanan hastalar çalışmaya dahil edildiğinden tarafımızca cerrahi öncesi herhangi bir sagittal aks düzeltmesi planı bulunmamaktadır.

## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1 Sagittal Denge

#### 2.1.1 Sagittal Denge Nedir?

Sagittal denge, orta hatta vücudu önden arkaya iki eşit parçaya bölen hayali düzlem üzerinde omurganın ve pelvisin uyumunu tanımlayan bir terimdir. Bu uyum sayesinde baş, gövde ve alt ekstremiteler arasında optimal bir hizalanma ile birlikte, yerçekim kuvveti minimum enerji harcamasıyla karşılanır (2). Örneğin, ayakta dik duruş pozisyonunda kulak memesi, omuz başı, kalça ve ayak bileği arasındaki düşey hayali çizgi sagittal dengenin iyi bir belirtecidir. Fizyolojik olarak bu denge, kas-iskelet sistem ve bağ dokularının iş birliğiyle korunur. Dolayısıyla sagittal balansın bozulması, hem postüral sorunlara hem de uzun vadede ağrı ve fonksiyon kaybına yol açabilir.

#### 2.1.2 Sagittal Denge'nin Tarihçesi

Sagittal denge ile ilgili mevcut en eski bilgiler, antik Hint mitolojisi *Srimad Bhagvat Mahapuram*(M.Ö. 3500-M.Ö. 1800)(3) 'a dayanmaktadır. Bu eserde Lord Krishna'nın, Kubj'un kamburluğunu hangi yöntem ile düzelttiğinden bahsedilmektedir. Esere göre Lord Krishna, Kubj'un kamburluğunu ayaklarına basarak ve çenesini yukarı çekerek düzeltmektedir. Aslında o dönemde spinal anatominin ayrıntılı bir tanımı Aryanlar tarafından da bilinmekteydi. (M.Ö. 2500-2000 ile M.Ö. 750-500 yılları arası)(4)

Platon (M.Ö 427-347),vücut hareketlerinin sağlanması için omurganın esnek olması gerektiğini vurgulamıştır(5). Aristoteles(M.Ö 490-430) ise bu esnekliğin bipedalizm için gerekli olduğunu savunmuştur(6). Hipokrat ise (M.Ö. 460-370), *On Articulations* adlı eserinde omurga eğimlerini sagittal yönelimlerine göre adlandırmıştır. Hipokrat, omurga eğriliklerini tanımlamak amacıyla ilk kez “skolyoz” terimini kullanmıştır. Yaptığı gözlemler sonucunda, omurganın öne doğru eğiliminin bireyin yaşı ve mesleki yaşam koşullarıyla ilişkili olarak değişebileceğini ileri sürmüştür(7).

Bazı kaynaklara göre ise Galen'in (M.S. 130-210) skolyoz ve lordoz kelimesini ilk kullanan ve deformiteleri skolyoz, lordoz ve kifoz şeklinde ilk defa

kümelendiren kişi olduğu öne sürülmektedir(8). Hipokrat'ın, tarihteki ilk omurga deformitesini düzeltmek için kullanılan cihazın mucidi olduğu, bu cihazı sonrasında Galen'in ve de Romalı doktor olan Oribasius'un (M.S. 325-400) geliştirdiği de bilinmektedir(9). Aeginalı Paul (M.S. 6250-690) ise, tarihteki ilk laminektomiye gerçekleştiren hekimdir. Paul'ün bunu kızgın demir kullanarak gerçekleştirdiği bilinmektedir(10).

Orta çağda İbn-i Sina(M.S. 980-1037), El-Kanun fi't-Tıb isimli eserinde bu konuya değinmiş bir hekimdir. Omurga anatomisini analiz etmiş, fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyondaki intervertebral hareketleri yorumlamıştır(7,11). Türk bir doktor olan Şerafettin Sabuncuoğlu(M.S. 1385-1468) ise resimli bir cerrahi atlas yayınlamış ve bel ağrısı, omurga dislokasyonu ve siyatik gibi patolojilere bu atlasta yer vermiştir(12).

Rönesans döneminde Andreas Vesalius(M.S. 1514-1564), *De Humani Corporis Fabrica* isimli kitabında, insan kadavra diseksiyonları gözlemleri sayesinde omurga anatomisini daha doğru şekilde ortaya koymuştur(13). Ancak bu sanatsal yansımali çizimleri olan kitapta bile omurganın global sagittal aksı üzerine herhangi bir bilgi mevcut değildir(Şekil 1). Leonardo da Vinci (1452-1519), omurganın sagittal aks görüntüsünü net bir şekilde ortaya koyan ilk kişidir(14)(Şekil 2).

19.yüzyıla gelindiği zaman, biyomekanik biliminin de gelişmesi ile birlikte vücudun ağırlık merkezinin konumu, üzerine düşülen önemli bir bilimsel parametre olma yolunda ilerlemiştir. Bu yüzyılın başında röntgen henüz icat edilmemişti. Ernst ve Wilhelm Weber, 1836 yılında *Die Mechanik der Menschlichen Gehwerkzeuge* isimli kitapta vücudun ağırlık merkezinin yürüyüş esnasındaki konumu ile ilgili bilgilerini sunmuşlardır(15,16). 19.yüzyılın sonlarında Wilhelm Conrad Röntgen'in ilk radyosonografik görüntüyü elde etmesiyle birlikte, sagittal denge konusunda büyük ilerlemelerin önü açılmıştır. Bu dönemde uzun süreli maruziyetin büyük yan etkileri olması nedeni ile genellikle skolyoz hastaları üzerinde ön planda kullanım mevcuttur(7).



**Şekil 1:** Vesalius'un *De Humani Corporis Fabrica* Kitabındaki İnsan Omurgası Dizaynı (7,13)



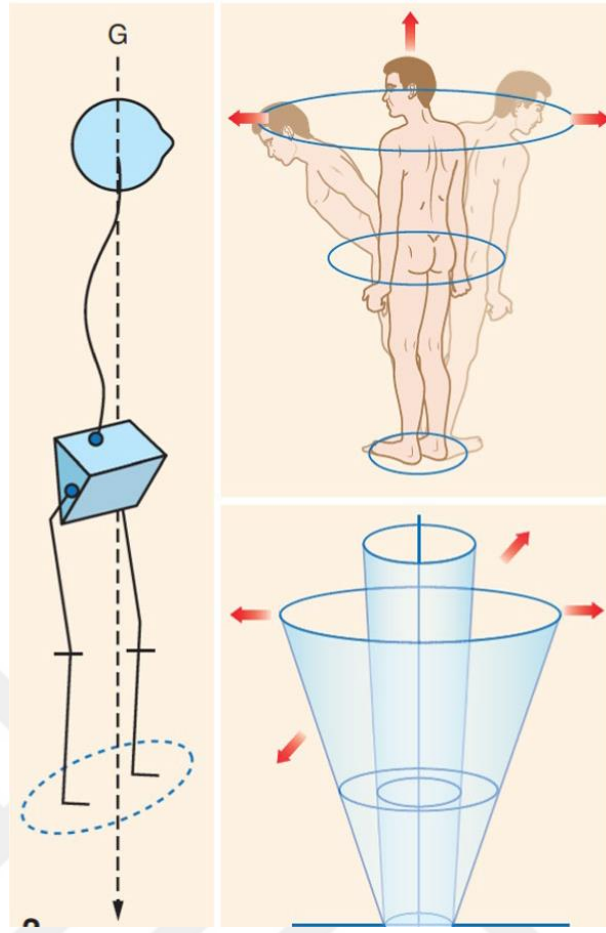
**Şekil 2:** Leonardo Da Vinci Tarafından Resmedilen, İnsan Omurgasının Sagital Plandaki Görüntüsünün İlk Çizimi (7,14)

1985 yılında During ve arkadaşları, günümüz güncel spinopelvik parametrelerine yönelik ilk ölçümleri gerçekleştirmişlerdir(17). Onlardan yaklaşık 10 yıl sonra ise Legaye ve Duval-Beaupère, During'in gösterdiği parametrelerden yola çıkarak Pelvik İnsidans= Pelvik Tilt+Sakral Slop ölçümünü dile getirmişlerdir. Legaye ve Duval-Beaupère, PI ve LL arasında, PI ve SS arasındaki güçlü korelasyon göz önüne alındığında, SS ve LL arasında doğrudan bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır (küçük PI,düz LL; yüksek PI, kavisli LL).

20.yüzyılın sonlarına doğru, Jean Felix Dubousset tarafından “ekonomi konisi” tanımlandı. İnsan vücudunun nöro-kas-iskelet sisteminin bir “denge zinciri” üzerinde birbiri ile uyum halinde ayakta durma eylemini gerçekleştirdiği savunulmuş olup, bu zincirin temel bileşenlerinin ayaklar, pelvis (pelvik vertebra)(Şekil 3) ve kranium (sefalik vertebra) olduğu savunuldu(18). Ekonomi konisi, vücudun dik pozisyonda dengeyi sağlayabilmek için harcadığı kas enerjisini minimumda tutmaya çalıştığını ifade eder. İnsan bedeni, özellikle ayakta dururken ya da yürürken, enerji açısından verimli bir şekilde dengesini korumak ister. Bu teoriye göre, başın ortası (yaklaşık kafa ağırlık merkezi) koninin tabanı olmak üzere, yerle temas eden ayakların oluşturduğu tepe çevresinde konik bir hacim hayal edilir (Şekil 4). Bu koninin içindeyken vücut küçük kas eforlarıyla (postüral kaslarla) dengesini koruyabilir ancak koninin dışına çıkıldığında, dengenin korunması için çok daha fazla enerji harcanması gerekir.



**Şekil 3:** Jean Dubousset Tarafından Yapılan Pelvik Vertebra İllüstrasyonu, 1972 (19)



*Şekil 4: Dubousset'in Ekonomi Konisi (20)*

Bu teorinin 3 ana bileşeni mevcuttur:

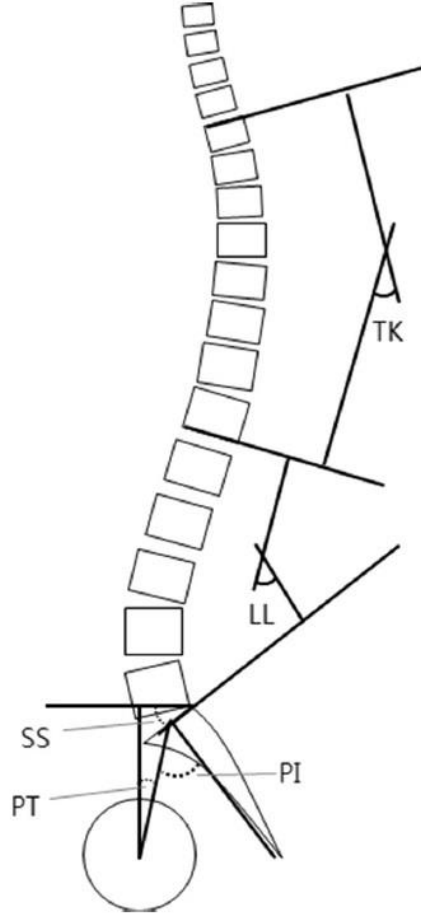
**Postüral denge:** Duruş bozuklukları ya da spinal deformiteler (kifoz, skolyoz gibi) denge merkezini koni dışına taşır, bu durum da ağrı, kas yorgunluğu ve düşme riskini artırır.

**Enerji tüketimi:** Koninin içindeyken enerji tüketimi düşüktür, yani ekonomiktir. Koninin dışına çıkınca enerji tüketimi artar, yani ekonomik değildir.

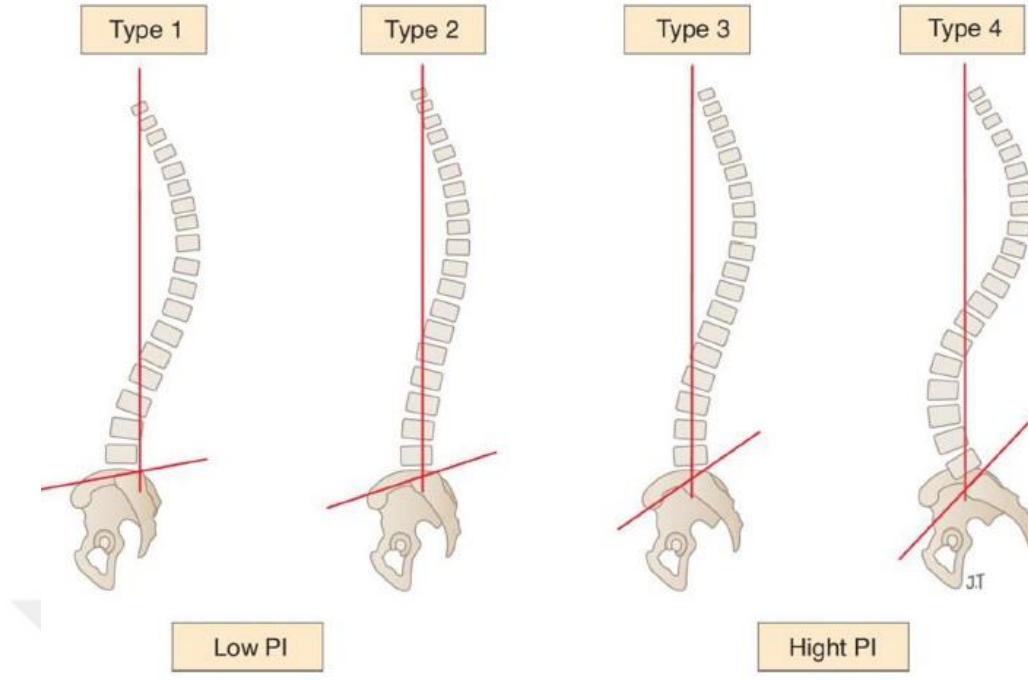
**Biyomekanik zincir:** Ayak bileği, diz, kalça, omurga ve baş pozisyonu denge zinciri olmaları doğrultusunda dengeyi etkilerler. Eğer bu zincirde herhangi bir bozukluk mevcut ise koni dışına çıkıldığı için kompensasyon mekanizmaları devreye girer.

Bu dönemde kifoz ve skolyoz gibi deformiteler hala 2 düzlemde değerlendirilme aşamasındadır. Koroner ve sagittal düzlemde görüntülemeler kullanılarak hastalar değerlendirilmektedir.

2000’li yılların başında spinopelvik parametreler daha ayrıntılı biçimde tanımlandı. Pelvik insidans(PI), pelvik tilt(PT), sakral slop (SS), lomber lordoz (LL), Sagital vertebral aks (SVA) gibi parametreler göz önünde bulundurulduğunda(Şekil 5), Roussouly omurga tiplerini 4 farklı grup altında topladı. Bu grupta öncelikle  $PI < 50$  olan kişiler low (düşük) PI,  $PI \geq 50$  olan kişiler ise high (yüksek) PI olarak sınıflandırıldı(Şekil 6).



**Şekil 5:** Pelvik İnsidans(PI), Pelvik Tilt(PT), Sakral Slop (SS), Lomber Lordoz (LL), Torakal Kifoza (TK) (21)



**Şekil 6:**Roussouly'e Göre Farklı Omurga Tipleri (22)

Roussouly'in bu sınıflamasına göre;

**Tip 1 omurga:**  $PI < 50^\circ$ ,  $SS < 35^\circ$ , LL düz veya hipolordotiktir. Ağırlık yükü daha çok L5-S1 segmentine binmiş olup, disk hernisi ve spondilolizis ihtimalini artırır. Bu hastalarda genç yaşta L5-S1 stres kırığı, pars defekti, spondilolizis görülebilir.

**Tip 2 omurga:**  $PI < 50^\circ$ ,  $SS < 35^\circ$ , ancak tip 1 omurgaya göre biraz daha yüksek olma eğilimindedir. Lomber lordoz üst seviyelerde mevcut olup alt seviyelere doğru gelindikçe lomber lordoz azalır. Ağırlık yükü daha çok L4-5 seviyesindedir. Kronik bel ağrıları ve disk dejenerasyonu görülebilir.

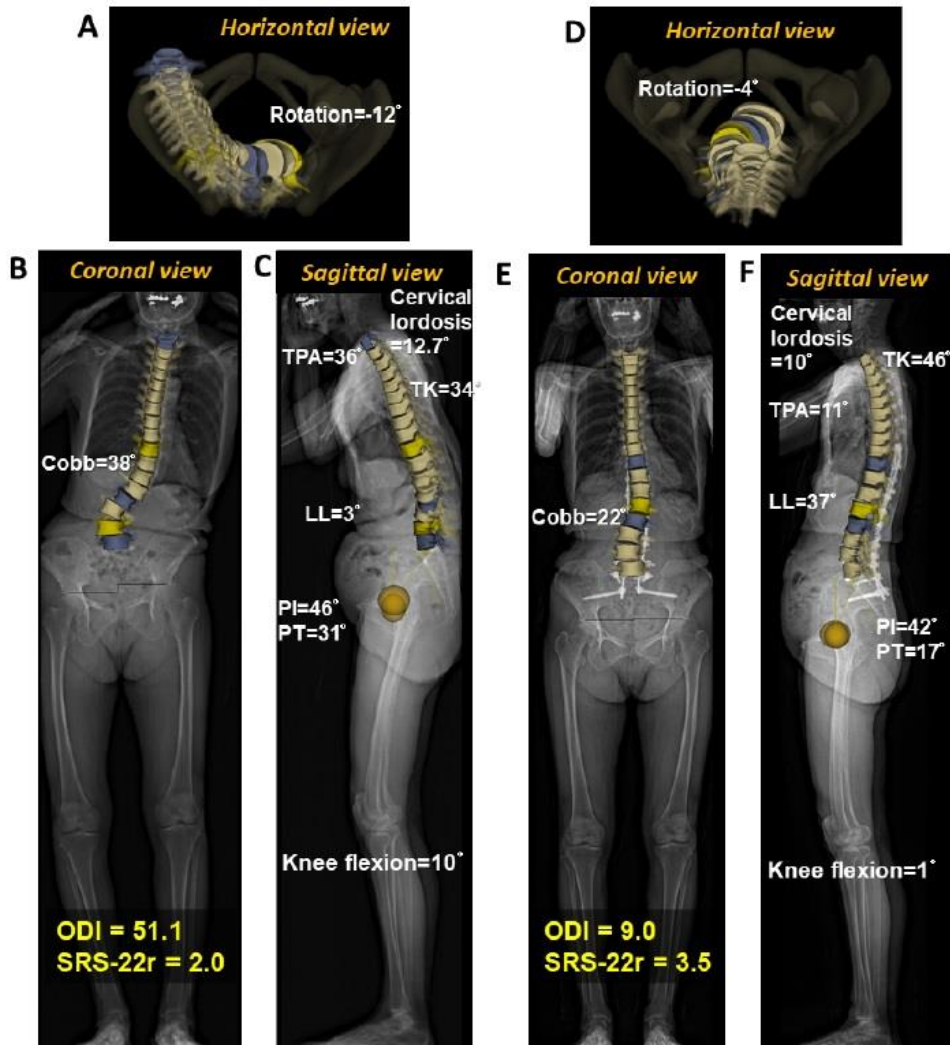
**Tip 3 omurga:**  $PI \geq 50^\circ$ ,  $35^\circ < SS < 45^\circ$ dir. Bu tip genellikle fizyolojik normal sınırlarda olan tip olarak kabul edilir. Lomber lordoz tüm segmentlere dengeli olarak yayılmıştır. Yürüyüş ve duruş dengelidir. Spinal cerrahiler sonrası hedeflenen asıl omurga tipi olarak kabul edilir.

**Tip 4 omurga:**  $PI \geq 50^\circ$ ,  $SS > 45^\circ$ dir. Bu tipte lomber lordoz çok belirgin olup, daha çok alt segmentlerde kendini gösterir. Bu da alt segmentlerde aşırı yüklenmeye bağlı olarak istmik spondilolistezis ihtimalini artırır.

Sonuç olarak bu sınıflama ile birlikte, cerrahilerde kullanılan implant ve verilen açıların kişiselleştirilmesi ön plana çıkmış oldu. Omurga cerrahisindeki

hedef açılar belirlendi, lumbalji etyolojilerinin yapısal-anatomik nedenleri gün yüzüne kondu. Postüral denge ve kompensasyon mekanizmaları anlaşıldı.

Günümüzde ise EOS denilen X-Ray teknolojisi kullanılmaktadır. Fransız kökenli bu teknoloji, düşük doz X-ray teknolojisini kullanarak, baştan ayaklara dek tüm vücudun ayakta duruş pozisyonunda anteroposteriyor (AP) ve lateral görüntüsünü aynı anda alır. Bu şekilde vücut bütünlüğü korunarak görüntüleme elde edilmiş olur(18).Bu şekilde spinopelvik parametreler milimetrik şekilde ve daha doğru olarak ölçülür ve cerrahi planlamanın bireysel olarak yapılmasına olanak tanır. Hastaların tedaviye yanıtı daha doğru değerlendirilmektedir(Şekil 7).



**Şekil 7:** 71 Yaşında, Dejeneratif Kifoskolyozu ve Multiseviye Lomber Foraminal Stenoza Mevcut Kadın Hastanın Preoperatif ve Postoperatif 2. Yıl EOS Cihazı Görüntülemeleri(18)

### 2.1.3 Sagittal Denge Parametreleri

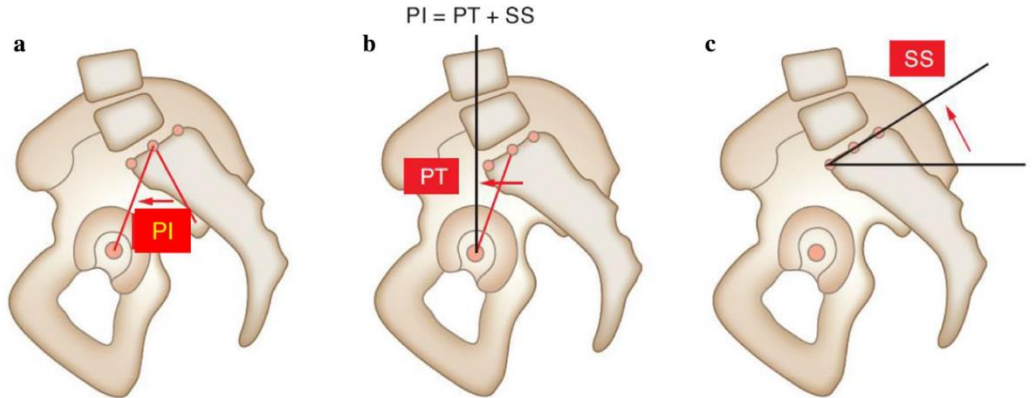
Rutin pratikte, lomber spinal cerrahiler için en sık kullanılan sagittal denge parametrelerine değinmek gerekirse;

**Pelvik insidans (PI):** Sakrumun üst ucunun (S1 endplate) orta noktası ile femur başlarının orta noktası arasındaki çizgiyle, sakrum üst ucuna dik çizgi arasındaki açıdır. Sabit bir parametre olup yaşam boyunca değişmez. Normal değerleri 40–65° arasında olup, bireyin pelvik morfolojisini gösterir.

**Pelvik Tilt (PT):** Femur başlarının orta noktası ile S1 endplate orta noktası arasındaki çizgi ile dikey aks arasındaki açıdır. Dinamik bir parametre olup kompanzasyon mekanizması dahilinde pelvis retroversiyonu ile artabilir. Normal değerinin <20° olması beklenir.

**Sakral Slop (SS):** S1 vertebra üst endplate'i ile yatay düzlem arasında kalan açıdır. Normal değerinin 30-50° arasında olması beklenir.

$PI=PT+SS$  denklemine göre, PI'nın sabit olduğu düşünülürse, pelvik tilt ve sakral slop arasında birbirleri ile ters orantılı olacak şekilde bir ilişki mevcuttur(Şekil 8).

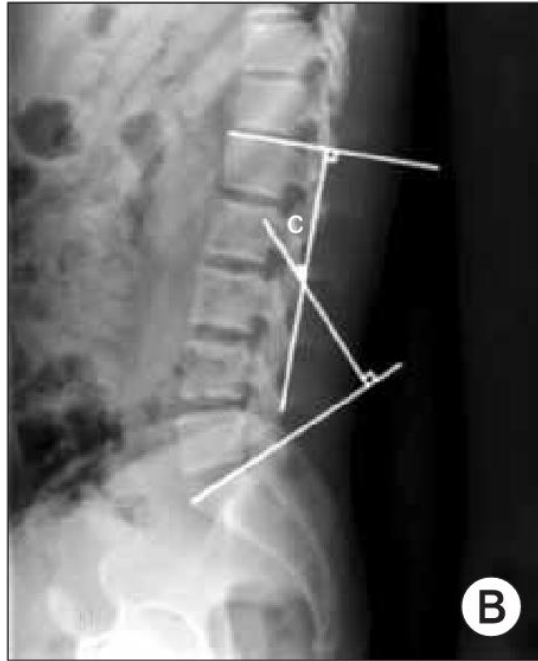


**Şekil 8:**Pelvik İnsidans, Pelvik Tilt ve Sakral Slop Parametrelerinin Ölçümü (22)

**Lomber Lordoz (LL):** L1 üst end plate ve S1 üst end plate arasında ölçülen eğriliktir. Cobb yöntemi ile ölçülür. Bu yöntemde L1 üst plate ve S1 üst plate'ten geçen çizgilere birer dikme indirilir ve dikmeler arasında kalan açı hesaplanır(Şekil 9). Her ne kadar genel geçer literatürde ortalama değeri 40-60° olarak kabul edilmiş

olsa da, son yıllarda bu tanım daha spesifik bir tanımlamaya dönüştürülmüştür. Optimal lomber lordoz değeri  $PI \pm 9^\circ$  olarak tanımlanmış olup(23), bireysel olarak kişiye uygun PI değeri ile birlikte değerlendirilmelidir.  $PI - LL > 10^\circ$  ise sagittal uyumsuzluk varlığı düşünülür(24,25,26).

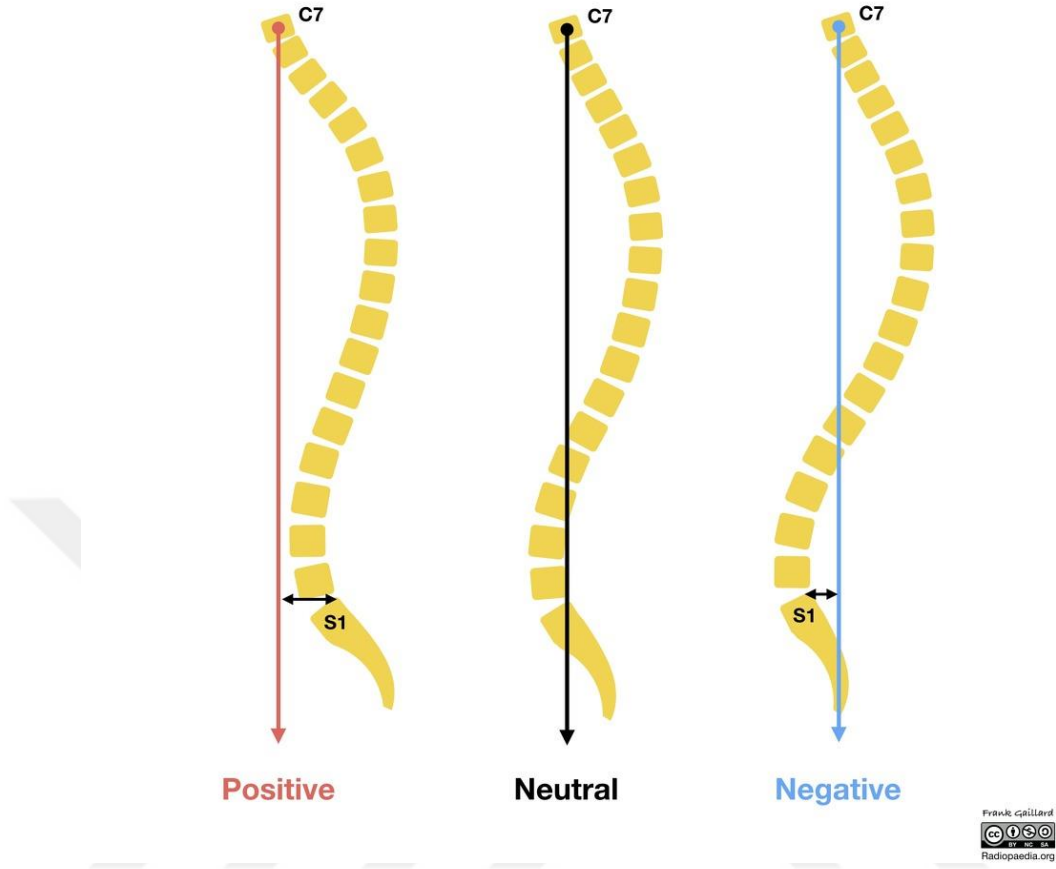
Zhu ve ark. bir çalışmasına göre, L1–L2 segmenti %2,3; L2–L3 segmenti %11,7; L3–L4 segmenti %18,1; L4–L5 segmenti %25,2 ve L5–S1 segmenti %42,7 oranında toplam lomber lordozun oluşumuna katkıda bulunmaktadır(27). Buna göre lomber lordozun oluşmasında en büyük rolü alt iki segment oynamaktadır.



**Şekil 9:** Cobb Yöntemi İle Lomber Lordoz Açısının Ölçümü (28)

**Sagittal Vertikal Aks (SVA):** C7 vertebra korpusunun merkezinden aşağıya doğru çizilen dikey hat (C7 plumb line) ile S1 vertebra korpusunun posterosuperior köşesi arasındaki yatay mesafe santimetre (cm) cinsinden ölçülür. Normal sınırlar içerisinde bir sagittal denge, C7 plumb line'in S1 vertebranın yaklaşık olarak  $\pm 5$  cm yakınında olmasıyla tanımlanır. SVA değerinin 5 cm'nin üzerine çıkması, sagittal denge bozukluğu varlığını gösterir(Şekil 10).

## Sagittal balance



Şekil 10: SVA Ölçümü; Pozitif, Nötr ve Negatif SVA (29)

**Vertebra İnsidansı Ölçümleri:** Global sagittal denge ölçüm parametrelerinin yanı sıra, segmental denge ölçüm parametreleri de mevcuttur. Vertebra insidansı ölçümleri olarak adlandırılan bu ölçümlerde, bireyin pelvik morfolojisi ve lomber eğriliğinin birbirine uyumunu ortaya koymak amaçlanır. Örneğin L5 insidansı (L5I) terimi literatüre ilk kez Roussouly ve ark. tarafından kazandırılmış ve bu açının istmik lomber spondilolistezis ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir(30,31,32).

Vertebra insidanslarının ölçümünde, ilgili vertebranın üst end plate'inin merkezinden end plate'e bir dikme çizilir. Femur başı ortasından çizilen çizgi ile bu dikme arasında kalan açı ölçülür (Şekil 11). Bu açılar arttıkça o segmentte sagittal yüklenme artabilir, bu da fasette stres artışı ve dejeneratif süreçlerin hızlanmasına

neden olabilir. Hasta bazında cerrahi sonrası segmental açı revizyonları gerekliliği bu ölçümler sayesinde saptanabilir.



**Şekil 11:** L4 Ve L5 Vertebra İnsidans Değerlerinin Lateral Grafi Üzerinde Ölçümü(2)

## 2.2. Dejeneratif Omurga Hastalıkları

### 2.2.1 Dejeneratif Omurga Hastalıkları Nedir?

Dejeneratif omurga hastalıkları, omurgayı oluşturan yapıların (disk, faset eklemler, ligamentler, vertebra cisimleri) (Şekil 12,13) zamanla yaşlanmaya, mekanik yüke ve biyolojik bozulmalara bağlı olarak yapısal ve fonksiyonel kayba uğramasıyla ortaya çıkan hastalıklardır. Bu rahatsızlıklar önemli birer işgücü kaybı ve yaşam kalitesini düşüren önemli birer özrürlölük nedeni olarak sıklıkla karşımıza çıkmaktadırlar.

Normal olarak columna vertebralis, 33 vertebradan oluşur ve bu vertebralar kendi arasında fonksiyonlarına göre 5 farklı bölgeye ayrılır:

**1.Servikal bölge:** 7 adet vertebradan oluşur, C1 ve C2 vertebra başın rotasyonel hareketini sağlayacak şekilde özel olarak farklılaşmışlardır. Omrganın en hareketli segmenti olarak kabul edilen servikal bölgede lordoz açısı genel görüş olarak 20-40° olarak kabul edilmekle birlikte, bazı kaynaklara göre 31-40° değerleri daha optimal olup, <20° olduğunda boyun ağrısı ile güçlü bir korelasyon göstermektedir(33).

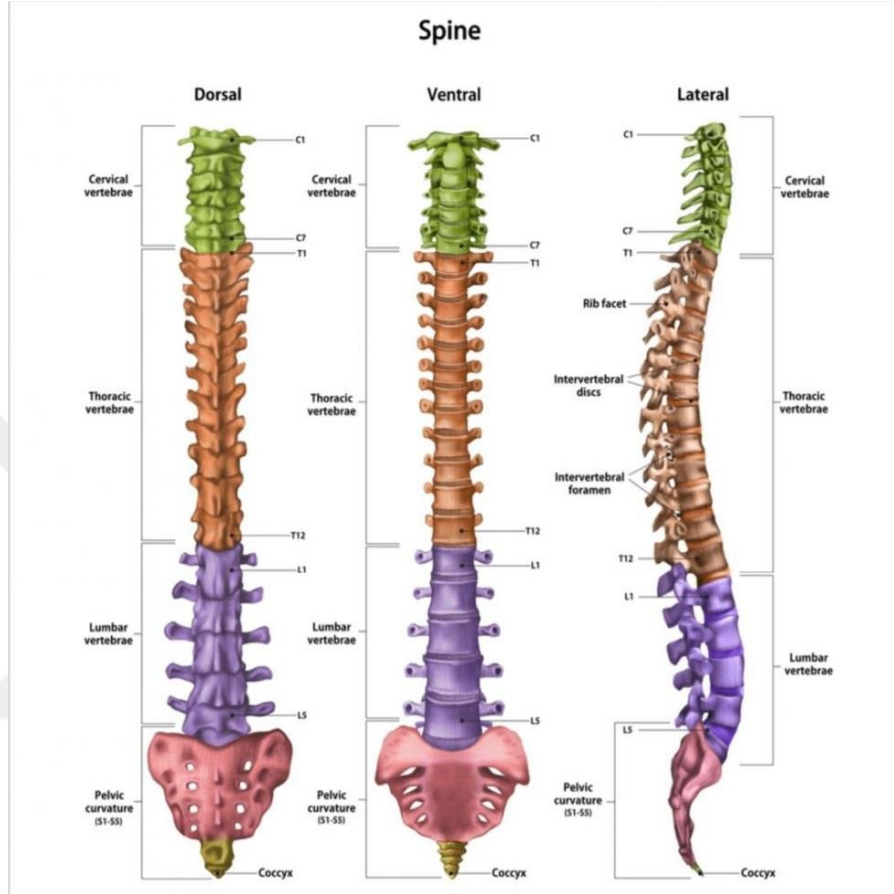
**2.Torakal bölge:** 12 adet vertebradan oluşur. Torakal vertebralar kostalar ile eklem yaptığı için daha sağlam ve rijit bir segment olarak bilinirler. Normal torasik kifoz değeri genel görüş olarak 20-45° kabul edilir. Bazı kaynaklara göre çoğu erişkinde kifoz değeri 40 dereceyi geçse bile, 40 derece normalin üst sınırı olarak görülür(34).

**3.Lomber bölge:** 5 adet vertebradan oluşan lomber bölge, vücudun aksiyel yükünün en çoğunu taşıyan vertebra segmenti olup buna bağlı olarak biyomekanik stresin etkilerinin en yoğun hissedildiği vertebra segmentidir. Normal lomber lordoz değeri aralığı genel görüş olarak 20-60° kabul edilmekle birlikte, Lin ve ark.(1992) yaptığı bir çalışmada lomber lordoz açısının sağlıklı erişkinlerde ortalama  $33.2^{\circ} \pm 12.1^{\circ}$  olduğu görüşünü belirtmişlerdir(35). Lordozun 20 dereceden az olduğu, halk arasında bel düzleşmesi olarak da bilinen hipolordoz, kronik bel ağrısına yol açan önemli sebeplerden biridir(36).

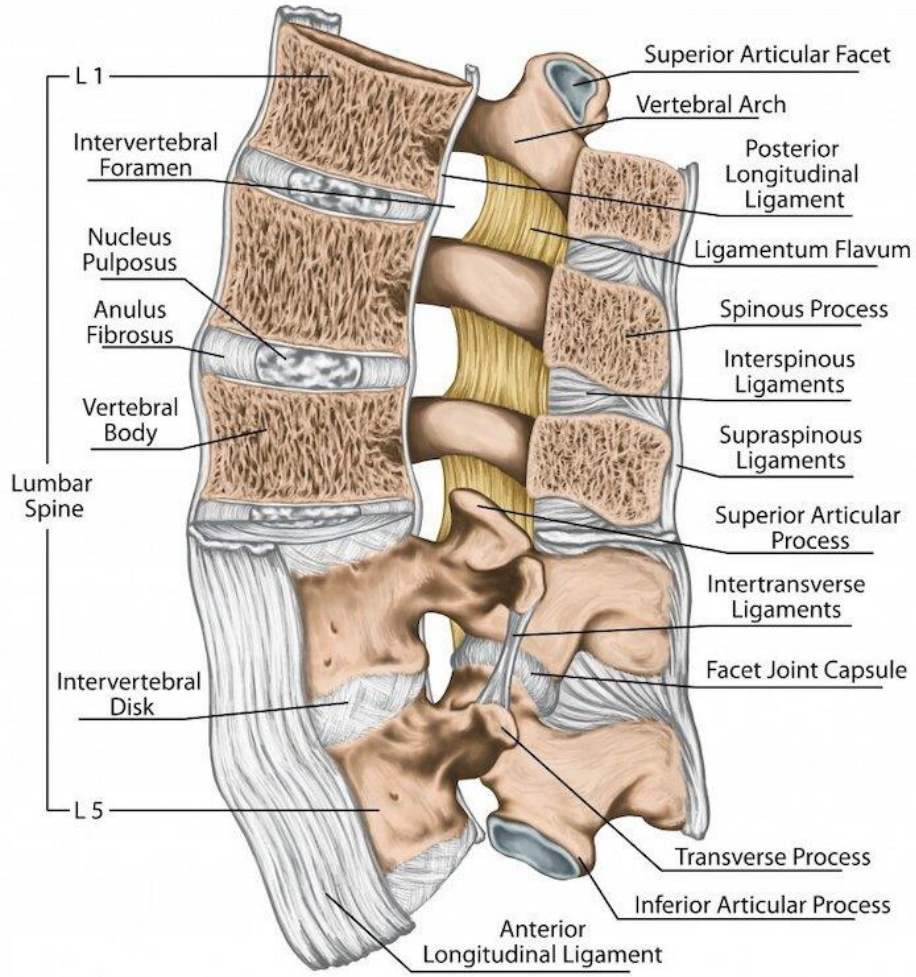
**4.Sakral Bölge:** 5 adet füzyone olmuş vertebradan oluşan sakrum, pelvis kemikleri ile eklemler yaparak omurganın yükünün pelvis ve alt extremitelere de

dağılımında rol oynar. Sakrum, spinopelvik ölçümlerde önemli bir anatomik referanstır.

**5.Koksigeal Bölge:** Kuyruk sokumu olarak da bilinen 4 adet rudimenter vertebradan oluşur. Fonksiyonel olarak bilinen önemli bir fonksiyonu yoktur.



**Şekil 12:** Omurganın Dorsal, Ventral ve Lateral Görüntüsü(37)

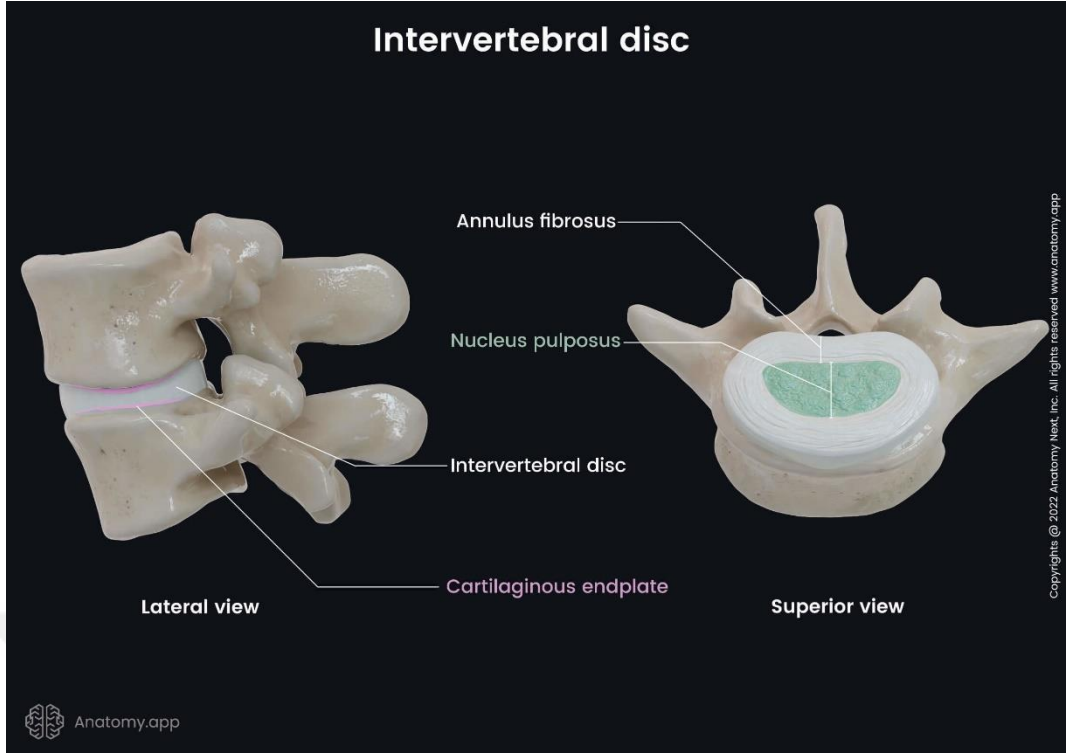


**Şekil 13:** Lomber Vertebra Segmentlerinin Sagital Düzlemde Anatomik Gösterimi(38)

Dejeneratif omurga hastalıkları, en sık lomber bölgede görülür. Lomber bölgede en sık görülen segment ise %21 gibi bir prevalans ile L5-S1 segmentidir(39,40). Servikal bölgede ise en yüksek dejenerasyon prevalansı %43 ile C5-6 segmentindedir(41). Torasik bölgede ise bu oran oldukça azdır.

### 2.2.2 Dejeneratif Omurga Hastalıkları Patofizyolojisi

İntervertebral diskler, vertebraların arasında bulunan, yükü taşıyan ve yastık görevi gören anatomik yapılardır. Toplamda 23 tane intervertebral disk bulunmaktadır. Disklerin merkezinde nükleus pulposus, bunun çevresinde ise anulus fibrosus denilen yapı bulunmaktadır. Ayrıca her disk mesafesinde üst ve alt end plate adı verilen ikişer adet sınır mevcuttur(Şekil 14).



**Şekil 14:** İntervertebral Diskin Anatomik Gösterimi (42)

**Nükleus pulposus**, omurga merkezinde yer alan jelatinimsi yapıya verilen isimdir. Notokord kökenli olup, yüksek proteoglikan ve su içeriğine sahiptir. Oran olarak içeriğine bakıldığında %70-90'ı su olan, proteoglikan olarak aggregan ve glikozaminoglikan (GAG) içeren ve kollajen olarak ise tip II kollajen içeren bir yapıdır(43). Bu yapı, yüksek osmotik basınç ile amortisör görevi görmektedir(44). Bu basınç sayesinde yüklenme altında sıvı kaybetme ve geri kazanma özelliğine sahiptir.

**Anulus fibrosus**, nükleus pulposusu çevreleyen yapıdır. 15-25 lamelli tip I ve tip II kollajen liflerinden oluşan, kuvvetli bir yapıya sahiptir. Tip I kollajen lifleri daha dışta, tip II kollajen lifleri daha içte olacak şekilde yerleşmişlerdir. Daha az su ve proteoglikan da içeren anulus fibrosus, bu liflerin açılı şekilde lamellalar halindeki organizasyonu sayesinde mekanik dayanıklılığı yüksek bir yapıdır.

**Kartilajinöz ve kemik end plateler**, nükleus pulposus ve anulus fibrosus yapılarını komşu vertebralardan ayıran avasküler yapılardır. Kartilajinöz end plate yaklaşık 0.1-1.6 mm kalınlığında(45), kemik end plate ise 0.2-0.8 mm kalınlığındadır(46). Kartilajinöz kısım aggregan ve tip II kollajenden zengindir.

Kemik kısım ise poröz bir yapıya sahip olup, besin difüzyonu için bir aracı görevi görmektedir(47). End plateler, vertebra ile birlikte yükü taşır ve disk sağlığının korunmasında rol oynarlar.

İntervertebral disk avasküler bir yapı olup, beslenme ihtiyacı difüzyon ile end plateler tarafından karşılanır. Kartilajinöz end plate, bu besin geçişini sağlayan ana end plate olup, bozulması halinde disk beslenmesi ve rejenerasyon süreci etkilenir(48).

Dejenerasyon sürecinin başlaması ile birlikte, nükleus pulposustaki proteoglikan ve su içeriği azalır. Anulus fibrosus'ta lifler yırtılır, kolajenin lamelli yapısı bozulur ve end plate fissürleri oluşur(49). Matrix metalloproteinaz (MMP) ve inflamatuvar sitokinler (IL-1, NF-κB) aktive olur, bu şekilde de ekstrasellüler matriks parçalanır(50). End plate'te kalsifikasyona sekonder difüzyon azalır. Bu nedenle avasküler bir yapı olan diskte beslenmenin bozulmasına sekonder, pH düşer ve hücre apoptoz yoluna gider.

Su içeriğinin azalması ile birlikte oluşan disk yükseklik ve basınç kaybı, faset eklem ve ligamanlara yük bindirir. Bu da biyomekanik instabiliteye yol açar. Lomber ve servikal bölgede eklem instabilitesine sekonder spondilolistezis, faset artropatisi, lig.flavum hipertrofisi gibi patolojiler baş gösterir.Faset eklem kartilajı incelik, subkondral kemik skleroze olur ve eklem kapsülünde ligamentöz hipertrofi gelişir (51). Son evrede ise vücut, bu biyomekanik instabiliteyi tolere edebilmek için osteofit üretir ve ligaman/kemik adaptasyonları yapar. Bu değişiklikler de spinal stenoz, spondilolistezis, faset sendromu gibi bir patolojilerin oluşmasına neden olur. Bu da klinik olarak kronik ağrılar, hareket kısıtlılıkları ve nörolojik defisitler gibi semptomları doğurur.

### **2.2.3 Lomber Dejeneratif Omurga Hastalıkları**

#### **2.2.3.1 Lomber Spinal Stenoz**

Lomber spinal stenoz, spinal kanalın, lateral recessin veya nöral foramenin daralması sonucu nöral yapılarda bası durumu olmasına verilen isimdir. Halk arasında kanal daralması olarak da bilinir. En sık L4-L5 ve L3-L4 seviyelerinde görülmektedir(52). Kalıtsal veya edinilmiş stenoz olarak iki alt gruba ayrılabilir. Anatomik olarak daralma bölgesine göre 4 başlık altında incelenir:

**Santral Kanal Stenozu:** Dural kesenin çevresindeki kemik ve yumuşak dokuların santral kanal çapını azaltması ile meydana gelen tiptir. Disk protrüzyonu, lig.flavum hipertrofisi ve osteofit oluşumları bu tipin meydana gelmesinde rol oynayan patolojilerdir. Klinik olarak bilateral nörojenik kladikasyo ve yaygın bacak semptomları görülür(53).

**Lateral Recess Stenozu (Subartiküler):** Sinir kökü (root) ,ana duradan ayrıldıktan sonra recess denilen 3 duvarı kemikten oluşan oluk içerisinden ilerler. Bu oluşu vertebra gövdesi, pedikül ve süperior artiküler faset oluşturur. Bu bölge, disk bulgingi veya kemik duvarların dejeneratif patolojileri nedenli daralabilir. Klinik olarak radikülopati ve düz bacak kaldırma (SLR) testinde artan tek taraflı bacak ağrısı ile karşımıza çıkar. Yaş ile lateral recess stenozunun şiddeti artma eğilimindedir(54).

**Foraminal Stenoz:** Disk mesafesinin dejeneratif süreçlerle daralması ve osteofit oluşumları, nöral foramenin daralmasına neden olabilir. Klinik olarak unilateral bacak ağrısı ve segmental dermatom uyumlu parestezi ile seyreder.

**Ekstraforaminal Stenoz (Far Lateral):** Sinir kökünün (root), foramenden çıktıktan sonra dış kısımdaki yapılar nedeniyle sıkışmasına verilen isimdir. Root, kas, ligaman ve osteofit gibi yapılar nedeni ile sıkışabilir(55). Nadirdir, tanısı sıklıkla atlanır.

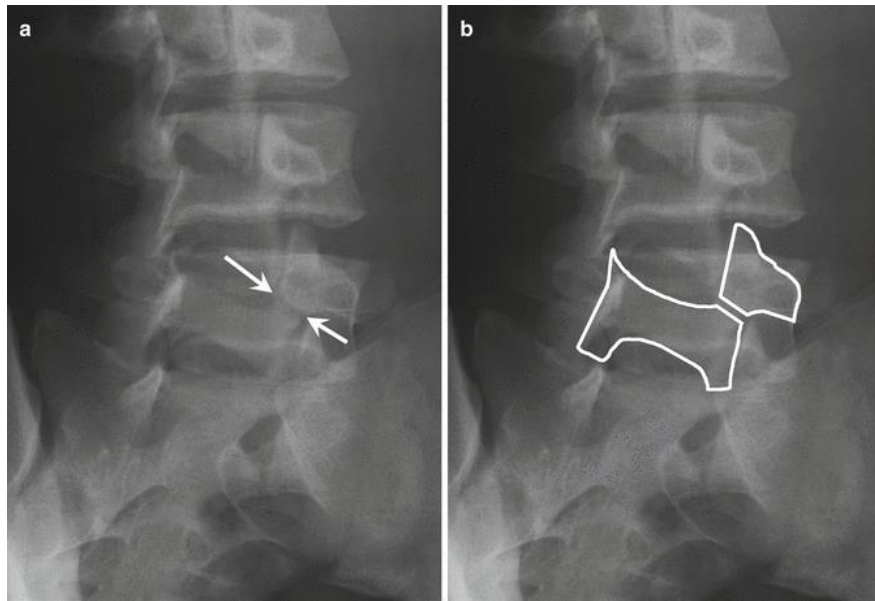
Spinal stenozda tanı açısından radyolojik görüntülemeler büyük önem taşımaktadır. Manyetik rezonans görüntüleme (MR), altın standarttır. MR, yumuşak doku ve sinir dokusunu en iyi gösteren görüntüleme yöntemidir. MR'ın hasta için uygun olmadığı durumlarda veya kemik yapıların detaylı incelenmesi istendiğinde BT ve BT Myelografi tercih edilebilir(56).

Spinal stenozda görsel sınıflama, Miskin ve Mandell tarafından yapılmıştır. Bu sınıflamada, T2 sekanslı lomber MRG görünümüne göre kanal tipi dörde ayrılır. Tip 1'de normal spinal kanal görüntüsü mevcuttur, dural kese açıktır ve sinir kökleri BOS içinde ayrı ayrı seçilebilir. Tip 2'de hafif düzeyde stenoz mevcut olup, dural kese daralmıştır, sinir kökleri hala seçilebilir, BOS kısmen görünür durumdadır. Tip 3'te orta düzeyde stenoz mevcut olup, sinir kökleri BOS içinde benekli patern denilen karışık bir şekilde dağılır. Tip 4'te ise ciddi stenoz mevcut olup, dural kese tamamen daralmıştır. Sinir kökleri seçilemez ve BOS görünmez hale gelmiştir(57).

Normalde santral spinal kanal çapının lomber bölgede >13 mm olması gerekir. 10-12 mm arası olması göreceli stenoz, <10 mm olması mutlak stenoz olarak kabul edilir(58). Ayrıca aksiyel kesitlerde kanal alanının <100 mm<sup>2</sup> olması da stenoz tanısı lehinedir, <75 mm<sup>2</sup> olması ise ağır derece stenoz olarak değerlendirilir ve <70 mm<sup>2</sup> olduğunda semptom görülme ihtimali daha fazladır(59). Ayrıca lateral recess ve foramen ölçümleri de spinal stenoz hakkında bilgi verebilir. Lotan ve arkadaşları, spinal stenozda ölçümler için MR ve BT görüntülemelerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır. MR’da kanal alanının BT’ye göre %15,3 daha az ölçüldüğünü ve bu ölçümün cerrahinin planlamasını etkileyeceğini ifade etmişlerdir(60).

### 2.2.3.2 Lomber Spondilolistezis

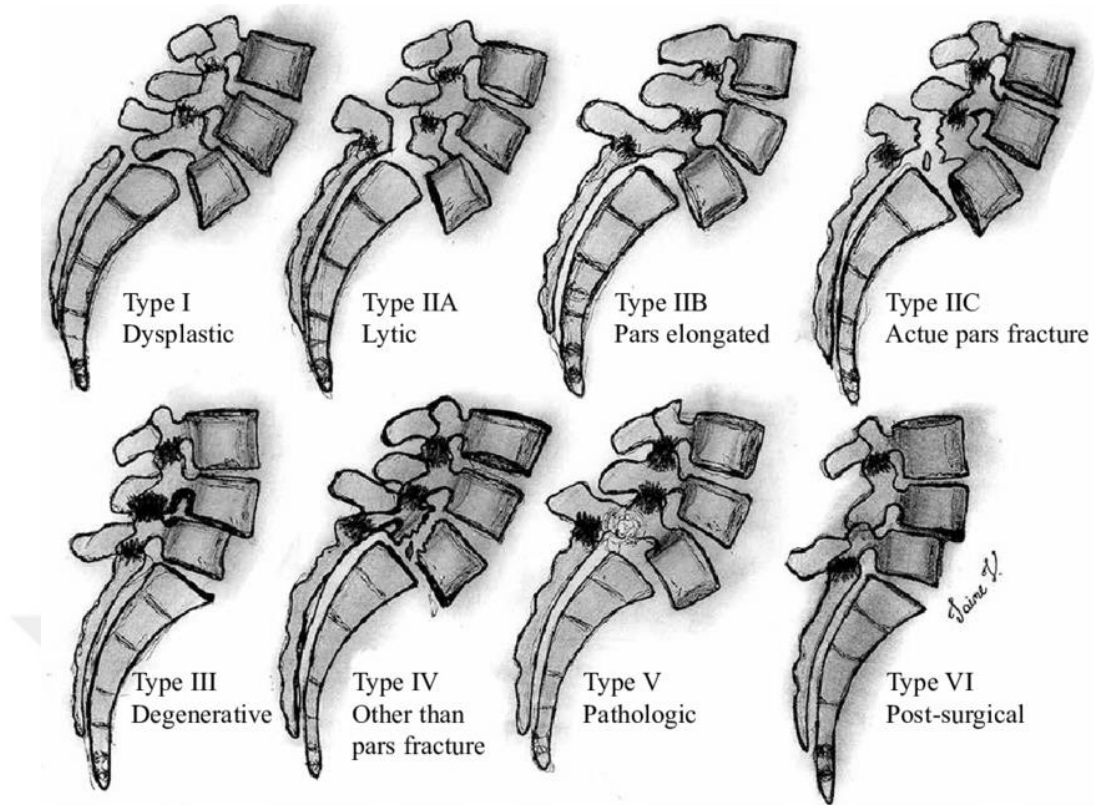
Spondilolistezis, bir vertebra korpusunun diğer bir vertebra korpusu üzerinde çoğu zaman anteriora, nadiren de posteriora doğru yer değiştirmesine verilen isimdir. Genelde lomber omurgada görülür, en sık L5-S1 seviyesinde izlenir(61). Tanıda lateral hiperfleksiyon-hiperekstansiyon grafileri, BT ve MR görüntülemeleri kullanılabilir. Özellikle lateral hiperfleksiyon-hiperekstansiyon grafisinde 3 mm’den fazla oynama olması, spondilolistezis açısından anlamlı kabul edilir(62). Pars interartikülaris defekti var ise, BT tanı koymada grafiden daha değerlidir. Oblik lateral grafide “İskoç köpeği” görüntüsü pars defektini işaret eder(Şekil 15).



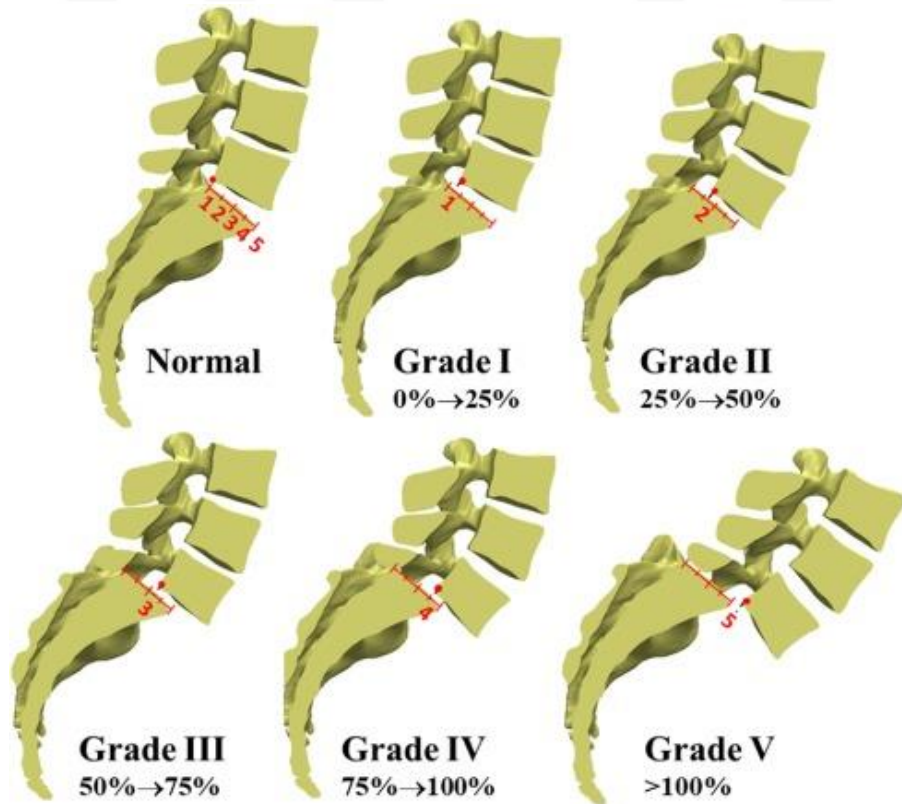
**Şekil 15:** Lateral Oblik Grafide İskoç Köpeği Görüntüsü(63)

Spondilolistezis, etyolojisine ve radyolojik olarak kayma derecesine göre 2 farklı şekilde sınıflandırılabilir. Wiltse ve arkadaşları, spondilolistezisi etyolojilerine göre 6 farklı gruba ayırmıştır: Tip I-Displastik tip, L5 vertebra arkusu veya sakrumun üst kısmının gelişimsel anomalilerinden ötürü meydana gelen listezis tipidir. Daha çok L5-S1 seviyesinde görülse de tüm seviyelerde de karşımıza çıkabilmektedir. Tip II-İstmik tip listezis pars interartikularis defekti ile seyreden tiptir. Wiltse bu tipi 3 alt gruba ayırmıştır. Alt tip A, pars üzerindeki tekrarlayan strese bağlı pars kırıklarının olduğu tiptir, 50 yaş altında insidansı daha yüksektir. Alt tip B'de pars mikrofraktürler sonrası iyileşme sürecinde elonge olarak öne doğru uzar. Alt tip C ise akut travma sonrası fraktür ile meydana gelen pars kırıklarını ifade etmektedir. Tip III-Dejeneratif tip, en sık karşılaşılan tiptir. Bu tipte dejenerasyon süreciyle birlikte aşırı intervertebral hareketle birlikte anteriora doğru hareketlenmeye neden olur. Pars ve faset eklemler sağlam olduğu için bu tipte çoğunlukla Meyerding evre I kadar kayma görülmektedir. Tip IV-Travmatik tip listeziste yüksek enerjili travma nedeniyle pars fraktürü ile birlikte diğer vertebral yapılarda da hasar olmasından ötürü vertebrada anteriora doğru yer değişikliği gerçekleşir. Tip V-Patolojik tipte vertebra arka elemanlarının tutan enfektif, onkolojik, metabolik patolojiler gibi etyolojilerle gelişen listezis mevcuttur. Tip VI-İyatrojenik tip ise geçirilmiş cerrahi sonrası cerrahi prosedüre bağlı meydana gelen tiptir(64) (Şekil 16).

Meyerding sınıflaması ise vertebranın öne kayma derecesine göre yapılmış radyolojik bir sınıflamadır. Radyolojik olarak vertebraların posterior kortekslerinden çizilen iki dikey çizgi ile kaymanın derecesi ölçülür. Grade I'de kayma %0-25 arasında, grade II'de kayma %25-50 arasında, grade III'te kayma %50-%75 arasında, grade IV'te kayma %75-100 arasındadır. Grade V ise spondiloptozis olarak isimlendirilir, %100'ün üzerinde bir kayma oranı ile vertebra pitozu izlenir(66)(Şekil 17).



Şekil 16: Wiltse Spondilolistezis Sınıflandırılması İllüstrasyonu(65)



Şekil 17: Meyerding Spondilolistezis Sınıflaması İllüstrasyonu (67)

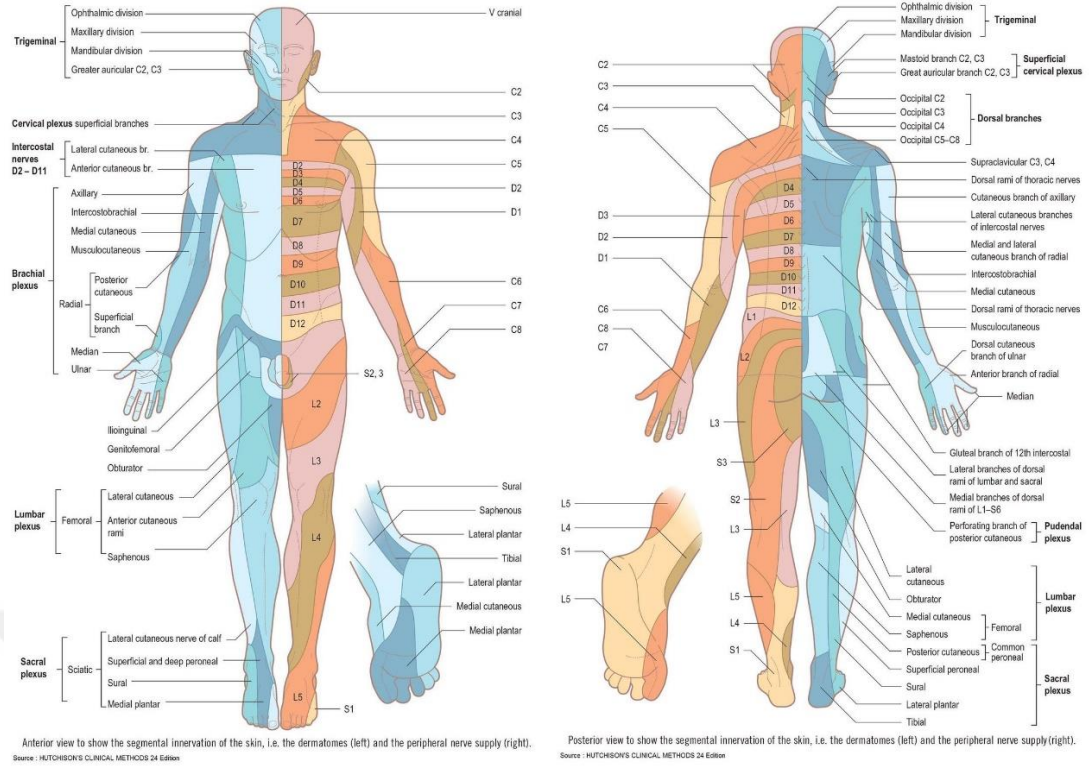
## **2.2.4 Fizik Muayene ve Klinik Bulgular**

### **2.2.4.1 Lomber Spinal Stenozda Fizik Muayene ve Klinik Bulgular**

Lomber spinal stenoz, yavaş gelişen ancak ilerleyici bir hastalıktır. Bel ve bacak ağrısı en yaygın semptomları olmakla birlikte, nörojenik kladikasyon lomber spinal stenozun karakteristik semptomudur. Nörojenik kladikasyonda, hareket ile başlayan ve öne eğilme veya oturma ile azalan bacaklarda ağrı, uyuşma, karıncalanma semptomları meydana gelir. Hareket başladığında spinal kanal ekstansiyon ile daralır, bu durum sinirlerde mekanik kompresyon etkisi ile venöz staz ve iskemiye yol açar(68). Bu iskemi de semptomların ana nedeni olup fleksiyon pozisyonunda düzelir. Lomber spinal stenozda ayrıca hastalık ilerledikçe dermatom uyumlu hipoestezi ve parestezi semptomları görülebilir. Semptomlar genellikle bilateral görülme eğilimindedir. Motor kayıplar ve idrar-gaita enkontinansı, ciddi vakalarda karşımıza çıkma eğilimindedir. Geniş tabanlı yürüyüş paterni ve proprioseptif liflerin basısına sekonder romberg testi pozitifliği görülebilir(52,69). Straight Leg Raise (SLR) testi genellikle pozitif değildir, bu da stenozu disk hernisinden ayırmakta yardımcı olur. Fizik muayenede alt ekstremitenin her kas grubu için dermatom ve myotom alanlarının nörolojik muayenesi yapılır. Tek taraflı lateral stenoz varlığında seviye uyumlu lokalize motor güç kayıpları daha sık görülür (Tablo 1)(Şekil 18)

**Tablo 1.** Alt Extemite Nörolojik Muayene Tablosu (70)

| <i>Sinir Kökü</i> | <i>Primer Hareket / Fonksiyon</i>                                            | <i>Primer Kas Grubu</i>                                                                                                        | <i>Duyu Alanı</i>                   | <i>Refleks</i>              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| <b>L1</b>         |                                                                              |                                                                                                                                | İliak krest ve kasık bölgesi        | Kremasterik refleks (L1–L2) |
| <b>L2</b>         | Kalça fleksiyonu, kalça adduksiyonu                                          | Iliopsoas (Femoral sinir), Adduktor longus & brevis (Obturator sinir)                                                          | Uyluğun anterior ve iç yan yüzü     | Kremasterik refleks         |
| <b>L3</b>         | Diz ekstansiyonu (L4 ile birlikte)                                           | Quadriceps (Femoral sinir)                                                                                                     | Ön uyluk, medial diz                | Patella refleksi            |
| <b>L4</b>         | Ayak dorsifleksiyonu (L5 ile birlikte)                                       | Tibialis anterior (derin peroneal sinir)                                                                                       | Lateral uyluk, ön diz, medial bacak | Patella refleksi            |
| <b>L5</b>         | Ayak inversiyonu, dorsifleksiyonu, başparmak ekstansiyonu, kalça abdüksiyonu | Tibialis posterior (tibial sinir), Ekstensör Hallucis Longus, Extensor Digitorum Longus & Hamstringler, Gluteus medius/maximus | Lateral bacak, ayak sırtı           | –                           |
| <b>S1</b>         | Ayak plantar fleksiyonu, eversiyonu                                          | Gastrocnemius, Soleus (tibial), Peronealler                                                                                    | Ayak lateral yan yüzü ve topuk      | Aşıl refleksi               |
| <b>S2</b>         | Parmak plantar fleksiyonu                                                    | Fleksör Hallucis Longus, Fleksör Digitorum Longus (Tibial sinir)                                                               | Ayak tabanı                         | –                           |
| <b>S3–S4</b>      | Barsak–mesane kontinansı                                                     | Pelvik taban & sfinkter kasları                                                                                                | Perianal ve perineal                | –                           |



**Şekil 18: Dermatome Sahaları (71)**

#### 2.2.4.2 Lomber Spondilolisteziste Fizik Muayene ve Klinik Bulgular

Lomber spondilolisteziste klinik olarak en sık görülen semptom mekanik bel ağrısıdır. Bu ağrı aktivite ile artıp istirahat ile azalma eğilimindedir. Paraspinal kas spazmlarına bağlı olarak lomber bölgede hassasiyet izlenebilir(72). Sinir kökü basısına bağlı radiküler ağrılar, motor güç kayıpları, paresteziler veya hipoesteziler gelişebilir. Listeziste instabiliteye sekonder kanalda daralma meydana gelirse, nörojenik kladiasyoya neden olur. Hastalarda kanal çapını geliştirmek için kompensatuar bir öne eğik yürüme postürü oluşabilir. Nadiren de olsa ileri derece listezislerde özellikle L4-L5 ve L5-S1 düzeylerindeki liflerdeki basıdan ötürü kauda equina sendromu gelişen olgular mevcuttur(73). Bu sendrom bel ağrısı, bilateral alt extremitelerde parezi, pleji veya uyuşmalar, perianal duyu kaybı ve idrar retansiyonu-enkontinansı bulguları ile klinik gösterir.

## 2.2.5 Tedavi

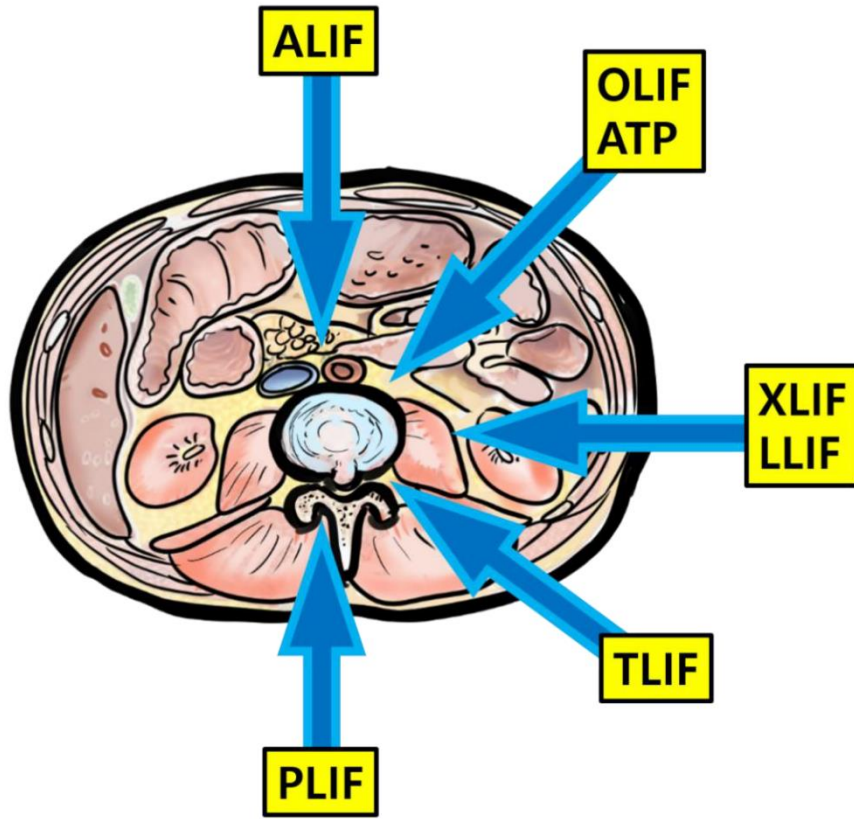
### 2.2.5.1 Lomber Spinal Stenozda Tedavi

Lomber spinal stenozda, ilk tedavi seçeneği semptomları rahatlatmak amaçlı konservatif tedavidir. Konservatif tedavi, ilk olarak non-steroid antiinflatuar ilaçları(NSAID) içerir. Bu grup hem ağrıyı azaltmakta hem inflamatuvar süreci baskılamakta iyi bir seçenektir. Nöropatik ağrı ile birlikte seyreden olgularda ise gabapentinoidler iyi bir tedavi seçeneğidir(68). Çok ağrılı hastalarda oral opioidler de kısa süreli olmak kaydı ile kullanılabilir. Epidural steroid enjeksiyonları da uzun vadeli etkileri hakkında net bir görüş olmamakla birlikte kullanılan konservatif tedaviler arasındadır(52). Fleksiyon pozisyonu bazlı fizik tedavi egzersizleri, kanal çapını genişletme amaçlı kullanılan başka bir konservatif tedavi seçeneğidir(74). Ayrıca hastalara kilo verme ve fiziksel aktivite artışı gibi yaşam tarzı değişiklikleri de iyi birer konservatif tedavi seçeneği olup bu seçenekler hastalara telkin edilmelidir(75).

Stenozda cerrahi tedavi, konservatif tedavilere yanıtı iyi olmayan, semptomları uzun süredir devam eden ve bu nedenle yaşam kalitesi ciddi şekilde bozulmuş olan hastalarda endikedir. Ayrıca nörolojik defisit gelişmiş olması, idrar-gaita enkontinansı gibi kliniklerde de cerrahi tedavi gerekmektedir(68). Cerrahi tedavide ana amaç, bası altında olan kanalın veya sinir köklerinin üzerinden bu basıyı kaldırmaktır. Bu amaçla birkaç farklı cerrahi prosedür kullanılabilir. Direkt dekompresyon uygulamalarından laminektomi, en sık tercih edilen cerrahi prosedürdür. Foramende de darlık mevcut ise foraminotomi de tercih edilebilir. Minimal invaziv cerrahi yöntemler arasında tek taraflı laminektomi ile bilateral dekompresyon (ULBD) gibi prosedürler de mevcuttur. Mobbs ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, ULBD yapılan hastaların açık laminektomi yapılan hastalara göre benzer işlevsel iyileşme olmasının yanında, ağrı vizüel analog skorunda (VAS) anlamlı daha fazla düşüş meydana gelmiştir(76).

Başka bir cerrahi prosedür seçeneği olarak interbody fusion teknikleri karşımıza çıkmaktadır. Bu yöntemler kendi başlarına indirekt dekompresyon yöntemi olmakla birlikte, direkt dekompresyon yöntemleri ile kombine şekilde kullanılabilirler. Bu cerrahi yöntemlerden anterior lumbar interbody fusion (ALIF), oblique lumbar interbody fusion (OLIF), extreme lumbar interbody fusion (XLIF)

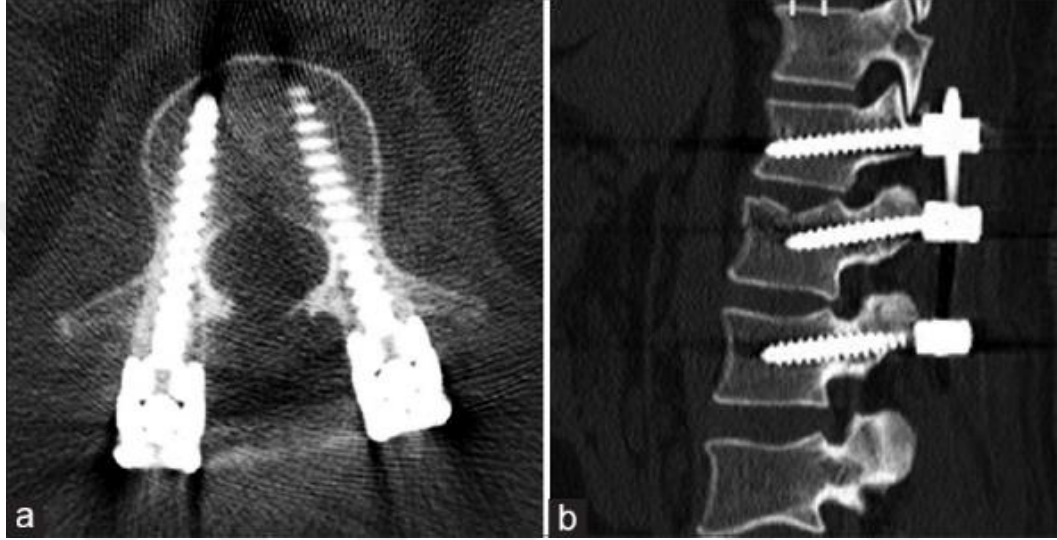
, direct lateral interbody fusion (DLIF) ve lateral lumbar interbody fusion (LLIF) anterior yaklaşım ile uygulanan teknikler iken, posterior lumbar interbody fusion (PLIF) ve transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) posterior yaklaşım ile uygulanan tekniklerdir(Şekil 19). Bu tekniklerle hem stenozun tedavisi sağlanmakta, hem de stenoza ikincil oluşabilecek sagittal denge patolojileri de belirli oranlarda düzeltilebilmektedir. Örneğin bir çalışmada, OLIF tekniğinin 2 yıllık takipte segmental lordozu güçlendirdiği ve PI-LL uyumsuzluğunu düzelttiği ortaya konmuştur(77). Başka bir meta analizde ise posterior spinal füzyon ile kombine edildiğinde özellikle LLIF tekniği için LL, PT, SVA, PI-LL uyumsuzluğu gibi parametreleri düzeltmekte tek başına posterior spinal füzyona göre daha anlamlı düzelme sağladığı gösterilmiştir(78).



**Şekil 19:** Lomber Interbody Füzyon Teknikleri (79)

Eğer cerrahiden önce instabilite tanısı da mevcut ise, cerrahi prosedür esnasında instabilite gelişti ise veya cerrah tarafından indirekt dekompresyon prosedürü uygulanmak isteniyor ise spinal füzyon teknikleri de tercih edilen seçenekler arasındadır. Bu tekniklerden en yaygın kullanılanı posterior pedikül vida fiksasyonu (posterior stabilizasyon) tekniğidir(Şekil 20). Bu teknikte, floroskopi yardımı ile posteriordan istenilen segment vertebralara pedikülden geçecek şekilde

vidalar gönderilip, bu vidalar rod denilen özel çubuklar ile birbirine tespit edilir. Bu şekilde hem hareketli segment stabil hale getirilebilir, hem de vidalama sonrası distraksiyon aletleri kullanılarak yapılacak rod tespiti ile indirekt dekompresyon sağlanıp foraminal çap ve kanal çapı genişletilebilir, disk mesafesi yükseltilebilir. Ayrıca preoperatif çekilen bilgisayarlı tomografi görüntülerine göre hastada skolyoz, hipolordoz vb. herhangi bir omurga deformitesi var ise, bu deformiteler düzeltilebilir.



**Şekil 20:** Posterior Pedikül Vida Fiksasyonu Bilgisayarlı Tomografi Aksiyel ve Sagittal Görüntüleri(80)

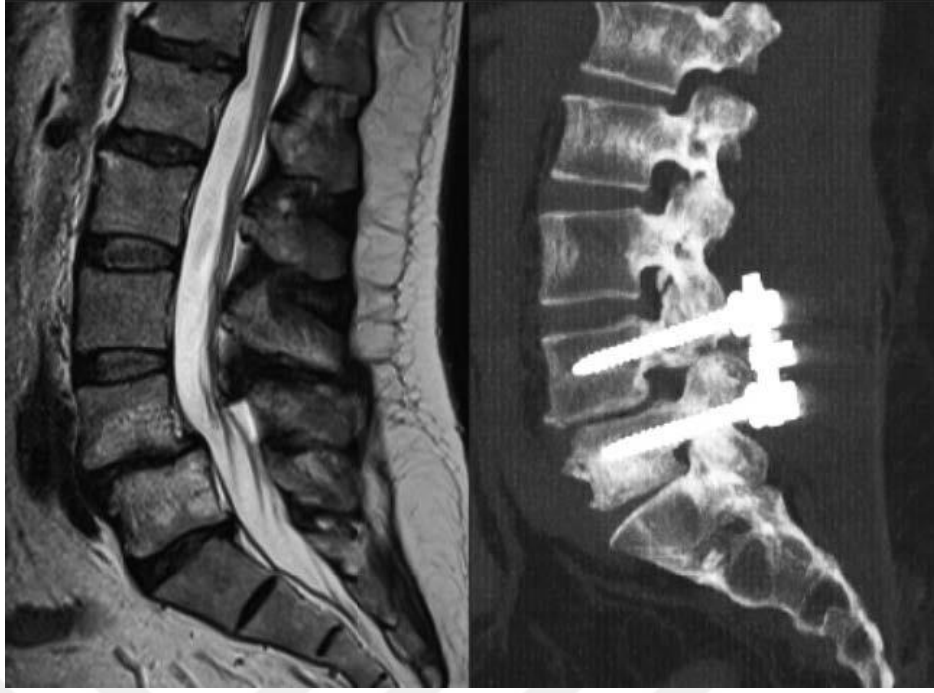
#### **2.2.5.2 Lomber Spondilolisteziste Tedavi**

Lomber spondilolisteziste tedavi algoritması, spinal stenoz gibi öncelikle konservatif tedavi ile başlar. Eğer hastada nörolojik semptom yoksa ve hasta Meyerding sınıflamasına göre grade I veya grade II kaymaya sahip ise konservatif tedavi ilk tedavi seçeneğidir. Spondilolisteziste konservatif tedavi, NSAID, analjezikler, epidural steroid enjeksiyonu gibi medikal tedavilerin yanı sıra fizik tedavi egzersizleri ve kısa süreli korse kullanımı gibi mekanik destekleyici tedavileri kapsar. Özellikle 3 haftaya kadar süren kısa süreli korse kullanımı, hem segmental hareketleri sınırlandırarak hem de öne eğilme hareketi gibi listezisi artıran hareketleri kısıtlayarak instabiliteyi azaltır. Ayrıca vücuda proprioseptif olarak dik duruş pozisyonu farkındalığı verir(81).İnstabil segmentteki paraspinal kasların kompensasyon amaçlı sürekli kasılmasına sekonder oluşan spazm ve

ağrıda da korseleme, kasların yükünü nispeten azaltarak kasların gevşemesine yardımcı olur ve ağrıyı azaltır(82). Uzun süreli korse kullanımı kas atrofi riski doğurduğundan, 6 haftanın üzerinde korse kullanımı önerilmemektedir.

Eğer 6-12 hafta konservatif tedaviye rağmen hastanın semptomları devam ediyor ise, hastada progresif nörolojik defisit mevcut ise, hastanın yaşam kalitesi çok bozulmuş ise, hasta Meyerding grade III veya daha yüksek grade listezis sahibi ise veya hastada kauda equina sendromu gelişti ise, hastaya cerrahi tedavi önerilmelidir(83).

Cerrahi tedavi hasta bazında planlanır. Cerrahi yöntem olarak birçok yöntem mevcut olup hasta kliniğine göre ideal cerrahi yöntem seçimi yapılabilir. Posterior spinal füzyon, bu yöntemler arasında olup intertransversar bölgeye kemik grefti yerleştirilerek füzyon sağlanması yöntemidir. Bu yöntem stabiliteyi destekler ancak listezisin getirdiği disk yüksekliği kaybı veya lordoz kaybı gibi patolojiler üzerine etkileri tartışmalıdır. Genellikle düşük dereceli listezislerde tedavi seçeneği olarak değerlendirilir. İnterbody füzyon teknikleri ise, gerek tek başlarına gerek ise posterior pedikül vida fiksasyonu (posterior stabilizasyon) ile kullanılan cerrahi yöntemler arasındadır. Posterior pedikül vida fiksasyonu, spondilolistezis tedavisinde en sık tercih edilen yöntemlerden biridir. Bu yöntem ile hem o segmentin stabilizasyonu sağlanır, hem de özellikle ileri derece kaymalarda kaymayı redükte etmeye olanak sağlar. Bu şekilde hem kaymanın neden olduğu nöral basıya sekonder oluşmuş olan ağrı ve nörolojik semptomlar hafifletilir, hem de kayma ile bozulmuş olan sagittal aks, redüksiyon ve fiksasyon ile düzeltilebilir(Şekil 21). Her ne kadar redüksiyon ile bası kaldırılması ve aks düzeltilmesi sağlanabilirse de, ileri derece redüksiyonda traksiyona sekonder nöral hasar riski göz önüne alınması gereken bir komplikasyon olup cerrahi esnasında dikkatli olunmalıdır.



**Şekil 21:** Dejeneratif Spondilolistezis Preoperatif MR ve Stabilizasyon Cerrahisi Sonrası Postoperatif BT görüntüsü (84)

### 3.GEREÇ VE YÖNTEM

01.02.2022 ve 31.05.2024 tarihleri arasında hastanemiz beyin ve sinir cerrahisi bölümünde operasyona alınan 1454 hasta ameliyathane modülünden taranmış olup, bunların 185 tanesine posterior enstrüman cerrahisi yapıldığı görülmüştür. Daha sonra hastanenin Pacs görüntüleme sisteminden bu hastalar taranarak, hastane sisteminden görüntülerine ulaşamayan, dar kanal veya spondilolistezis nedenli cerrahi yapılmamış olan, uzun segment enstrümantasyon cerrahisi yapılmış olan(2 seviyeden daha fazla artrodez), revizyon nedenli cerrahi yapılan hastalar bu çalışmanın dışında tutulmuştur.

Ameliyat öncesinde lomber dar kanal ve spondilolistezisin radyolojik ve klinik olarak tanısı mevcut olan, kısa segment stabilizasyon cerrahisi yapılmış ve preoperatif ve postoperatif radyolojik görüntülerine hastane Pacs sistemi üzerinden ulaşılabilen, 6 ay süre ile takip edilen toplam 54 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

Dahil edilen hastaların klinik olarak; yaş, cinsiyet, komorbidite varlığı, hastanede yatış süreleri, operasyon süreleri, operasyon komplikasyonu varlığı, preoperatif dönemdeki lumbalji şikayeti, preoperatif dönemdeki nörojenik kladikasyo şikayeti, preoperatif dönemdeki siyatalji şikayeti, preoperatif motor güç muayenesi, preoperatif VAS ağrı skoru, postoperatif 1.ay nörojenik kladikasyo şikayeti, postoperatif 1.ay siyatalji şikayeti, postoperatif 1.ay motor güç muayenesi, postoperatif 1.ay VAS ağrı skoru, postoperatif 6.ay nörojenik kladikasyo şikayeti, postoperatif 6.ay siyatalji şikayeti, postoperatif 6.ay motor güç muayenesi, postoperatif 6.ay VAS ağrı skoru ile ilgili veriler hastane epikriz sistemi üzerinden verilendirilmiştir.

Dahil edilen hastaların radyolojik olarak;

- Preoperatif lateral lomber grafilerinde lomber lordoz, sakral slop, pelvik insidans, l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri,
- Preoperatif bilgisayarlı tomografi görüntülerinde pelvik insidans, , l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri,
- Postoperatif bilgisayarlı tomografi görüntülerinde pelvik insidans, , l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri,

postoperatif erken dönem mobilizasyon sonrası direkt lomber grafilerinde pelvik insidans, , l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri,

- Postoperatif 1.ayda çekilen kontrol lateral lomber grafilerinde pelvik insidans, , l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri
- Postoperatif 6.ayda çekilen lateral lomber grafilerinde pelvik insidans, , l3 vertebra insidans, l4 vertebra insidans ve l5 vertebra insidans değerleri

ölçümleri yapıldı. Bu ölçümler radyolog doktor öğretim üyesi tarafından klinik verilerden habersiz ve bağımsız olarak ölçüldü.

Çalışma grubu dahil edilme kriteri olarak,

- Spondilolistezis veya spinal dar kanal nedenli posteriyor kısa segment enstrümantasyon cerrahisi yapılması,
- Pacs sisteminden görüntülerine ulaşılabilmesi,
- 6 aylık klinik takibinin yapılmış olması belirlenmiştir.

Spinal stenoz radyolojik tanı kriteri olarak, santral kanal çapının 100 mm<sup>2</sup>'den daha düşük olması, lateral recess ve foramen darlığı, faset ve ligaman hipertrofisi olması göz önüne alınacaktır. Miskin-Mandell sınıflama sistemine göre en az hafif stenoz derecesinde spinal stenozu mevcut olan hastalar çalışmaya dahil edilecektir.

Spinal instabilite radyolojik tanı kriteri olarak ise Manyetik rezonans görüntüleme, direkt grafi veya fleksiyon-ekstansiyon grafilerinde Meyerding sınıflaması en az grade 1 spondilolistezis veya 2 mm den fazla olan vertebral kayma veya dinamik grafilerde 1 mm den fazla vertebral kayma olması kabul edilecektir. Klinik olarak nörojenik kladikasyo tarifleyen, bel ağrısı veya siyataljisi olan veya motor defisit bulunan hastalar seçilecektir.

Çalışmada hasta dışlama kriterleri olarak;

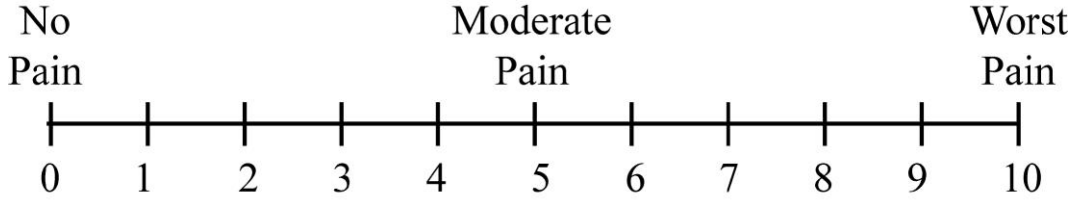
- Hastanenin Pacs sistemi üzerinden hastanın görüntülerine ulaşamaması
- Onkolojik cerrahi, travma sonrası cerrahi, enfektif patolojilere bağlı gelişen dar kanal veya instabilite nedenli yapılan cerrahi
- Uzun segment posteriyor stabilizasyon cerrahisi (2 seviyeden daha fazla artrodez)
- Takip süresi yetersizliği (6 aydan daha kısa takip) belirlenmiştir.

Çalışmada hastaların sagittal düzlemdeki açı ölçümleri ile preoperatif ve postoperatif VAS ağrı skorlarının korelasyonunu ölçmeyi amaçlamaktayız. Çalışma retrospektif bir çalışmadır. Hastalardaki primer cerrahi hedef açı düzeltilmesi değil, stenoz ve spondilolistezis tedavisidir.

Çalışmamız Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 2025/40 protokol numarası ile onaylandı.

### **3.1 Visual Analog Scale (VAS)**

1921 yılında ilk kez Hayes ve Patterson tarafından kullanılan(85) VAS skorlaması, genel olarak subjektif olan değerleri objektif hale getirmek amaçlı kullanılan bir skorlama sistemidir. Tıp alanında ağrı algısının değerlendirilmesinde kullanılan ve güvenilir sonuçlar veren bu skorlama sisteminde, düz bir çizgi üzerinde 0 ve 10 arası puanlar mevcut olup kişiden bu puanlama sistemine göre ağrısına bir değer vermesi istenir. 0 puan kişinin ağrısının olmamasını, 10 puan ise kişinin hayatındaki en şiddetli ağrıyı ifade eder.



**Şekil 22:** Visüel Analog Skor Ölçeği (86)

### 3.2 Cerrahi Yöntem

Çalışmaya dahil edilen hastaların ameliyat notları incelendi. Tüm hastalar genel anestezi altında prone pozisyonunda operasyon masasına alındıktan sonra belirlenen mesafeye uygun şekilde vertikal median insizyon ile operasyonlara başlandı. Epidermis, dermis ve subkutanöz adipöz doku tabakası bisturi ile açıldı. Künt diseksiyon ile adipöz doku lumbosakral fasyadan ayrılarak lumbosakral fasyanın posterior kısmı ortaya kondu. Ardından otomatik cilt ekartörleri yerleştirildi ve alan görüşü büyütüldü. Ardından spinöz processler el yardımı ile palpe edilerek orta hat belirlendi. Sonrasında orta hattın, koter yardımı ile, median vertikal insizyona uygun şekilde fasya ve kas dokuları geçilerek vertebraların laminaları ortaya kondu. Laminaların üzeri künt diseksiyon ile sıyrılarak lateralde faset eklemler, mamiller processler ve transvers processler ortaya kondu. Ardından belirlenen mesafeye ekartör konarak, floroskopi yardımı ile lateral çekim alınıp mesafe tayini yapıldı. Mesafe tayininden sonra, preoperatif olarak çekilen bilgisayarlı tomografi görüntülerinden belirlenen ölçülere ve açılardırılmalara göre, vertebralara uygun boyutlarda ve uygun açılarla, posterior pedikül vidalamaları gerçekleştirildi. Sonrasında floroskopi yardımı ile lateral ve anteroposterior çekimler elde edilerek vidaların gönderilme açıları ve pediküle giriş yerleri doğrulandı. Aynı işlemler karşı tarafa da uygulandı. Sonrasında cerrahın seçimine göre, seçili vakalarda, preoperatif MR görüntülemeleri, preoperatif anamnez ve muayenelere göre indirekt dekompresyonlar ve direkt dekompresyonlar uygulandı. Cerrahın seçimine göre, çalışmaya dahil edilen 31 hastada indirekt dekompresyon, roda daha önceden belirlenen açı verildikten sonra rodu vidalara yerleştirirken distraktör yardımı ile belirlenen mesafeler yaklaşık 2 mm distrakte edilerek rod sisteminin sabitlenmesi ile gerçekleştirildi. Yine seçilmiş 23 vakada, rod sistemi distraksiyon yapılmadan sabitlendikten sonra, cerrahın kararına göre, mikroskop

altında parsiyel laminektomi, foraminotomi, fasetektomi, lig.flavektomi, diskektomi işlemlerinden biri veya birkaçı gerçekleştirilerek direkt dekompresyonlar yapıldı. Kanama kontrolü yapıldıktan sonra, cerrahın kararına göre seçili vakalarda, spinöz process ve interspinöz ligaman leksell rongeur yardımı ile alındıktan sonra iki rod arasına transvers ara bağlantı yerleştirildi. Ardından yapay kemik greftleri ve varsa hastadan alınan otojen kemikler ile lateral füzyon gerçekleştirildi. Cerrahın kararına göre seçili vakalarda cerrahi loja dren bırakıldı. Sonrasında sırası ile önce insize edilen fasya katmanı bilateral absorbable (emilebilen) vicryl sutur ile primer veya continue şekilde spinöz processlere suture edilerek kapatıldı. Sonrasında dermis katmanı absorbable (emilebilen) vicryl sutur ile primer kapatıldı. Son olarak da cilt katmanı non-absorbable (emilemeyen) prolene sutur ile primer veya mattress sutur tekniği ile kapatıldı.

### 3.3 İstatistiksel Yöntem

Çalışmamızda elde edilen verilerin analizinde, GraphPad Prism 8.0.1 programı kullanıldı. Verilerin dağılım özellikleri Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Parametrik koşullar sağlanan değişkenlerde bağımsız gruplar arası karşılaştırmalarda Student's t testi veya Welch düzeltilmeli t testi, çoklu grup karşılaştırmalarında ise Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ve sonrasında Tukey-Kramer çoklu karşılaştırma testi kullanıldı. Parametrik koşullar sağlanmayan durumlarda, iki grup karşılaştırmaları için Mann-Whitney U testi, üç ve daha fazla grup karşılaştırmaları için Kruskal-Wallis testi ve anlamlı bulunan analizler için Dunn'un çoklu karşılaştırma testi uygulandı. Kategorik değişkenlerin analizi için Ki-kare testi ve Ki-kare trend testi kullanıldı. Sürekli değişkenler arasındaki ilişki Pearson veya Spearman korelasyon analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0,05$  olarak kabul edildi.

## 4.BULGULAR

### 4.1 Demografik Veriler

Bu retrospektif çalışmaya 54 hasta dahil edilmiştir ve yaş ortalaması  $57,74 \pm 9,9$  olarak belirlenmiştir. Olguların %72,2'sini kadınlar (n=39) ve %27,8'ini erkekler (n=15) oluşturmuştur. Vakaların %81,5'inde (n=44) en az bir komorbidite gözlenmiştir. Hastanede yatış süresi ortalama  $7,19 \pm 3,79$  gün, operasyon süresi ise  $206,25 \pm 57,90$  dakika olarak kaydedilmiştir. Tüm hastalar 6 ay süreyle takip edilmiştir. Postoperatif komplikasyon oranı %42,6 (n=23) olarak saptanmıştır. Ayrıca bireylerin %96,3'ünde olmak üzere büyük çoğunluğunda lumbalji (n=52) mevcutken; siyataljisi olan bireylerin %42,6'sı bilateral (n=23), %33,3'ü sağ (n=18) ve %20,4'ü sol (n=11) lokalizasyon göstermiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Hastaların Tüm Demografik Ve Klinik Verileri

| ÖZELLİK                                  | DEĞERLER (n % / Ort $\pm$ SD) |
|------------------------------------------|-------------------------------|
| Hasta Sayısı (n)                         | 54                            |
| Yaş (Ort $\pm$ SD)                       | $57,74 \pm 9,9$               |
| Cinsiyet (n, %)                          |                               |
| Erkek                                    | 15 (27,8)                     |
| Kadın                                    | 39 (72,2)                     |
| Komorbidite (HT, DM vs.) (n, %)          | 44 (81,5)                     |
| Yatış Süresi (gün) (Ort $\pm$ SD)        | $7,19 \pm 3,79$               |
| Operasyon Süresi (dakika) (Ort $\pm$ SD) | $206,25 \pm 57,90$            |
| Takip Süresi (ay) (Ort $\pm$ SD)         | $6,0 \pm 0,0$                 |
| Komplikasyon (n, %)                      | 23 (42,6)                     |
| Lumbalji (n, %)                          | 52 (96,3)                     |
| Siyatalji (n, %)                         |                               |
| Bilateral                                | 23 (42,6)                     |
| Sağ                                      | 18 (33,3)                     |
| Sol                                      | 11 (20,4)                     |

#### 4.2 Klinik Bulguların Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması

Nörojenik kladikasyon şikayeti, preoperatif dönemde olguların %90,7'sinde (n=49) mevcutken, postoperatif 1. ayda bu oran %11,1'e (n=6), 6. ayda ise %14,8'e (n=8) gerilemiştir (p<0,0001). Yürüyüş mesafesi açısından değerlendirildiğinde, preoperatif dönemde ortalama  $122,86 \pm 110,91$  m olan değer, postoperatif 1. ayda  $210,83 \pm 198,0$  m'ye, 6. ayda ise  $158,13 \pm 172,25$  m'ye yükselmiştir (p<0,0001). Preoperatif dönemde, ortalama  $8,43 \pm 2,03$  VAS skoruyla yüksek ağrı seviyeleri saptanırken operasyon sonrası 1. ve 6. aylarda bu skorlar anlamlı derecede azalmış ve sırasıyla  $0,93 \pm 1,99$  ve  $1,15 \pm 2,08$  değerlerine ulaşmıştır (p<0,0001). Preoperatif dönemde olguların yarısında (n=27) motor defisit saptanmış, bu oran postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla %25,9 ve %24,1'e düşmüştür (p=0,0062). Motor defisit sağ, sol veya bilateral dağılımında anlamlı fark gözlenmemiştir (p=0,509) (Tablo 3).

**Tablo 3.** Hastaların Klinik Bulgularının Preoperatif Ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması

| ÖZELLİK                                | PREOP<br>DEĞERLER   | POSTOP 1. AY<br>DEĞERLER | POSTOP 6.<br>AY<br>DEĞERLER | P<br>değeri                |
|----------------------------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| <b>Nörojenik</b>                       |                     |                          |                             |                            |
| <b>Kladikasyon</b>                     | 49 (90,7)           | 6 (11,1)                 | 8 (14,8)                    | <b>&lt;0,0001</b><br>0,692 |
| <b>n, %</b>                            | $122,86 \pm 110,91$ | $210,83 \pm 198,0$       | $158,13 \pm 172,25$         |                            |
| <b>Ort <math>\pm</math> SD (metre)</b> | 100 [10 – 500]      | 150 [15 – 500]           | 100 [15 – 500]              |                            |
| <b>Median [Min-Maks]</b>               |                     |                          |                             |                            |
| <b>Siyatalji (n, %)</b>                | 52 (96,3)           | 6 (11,1)                 | 7 (12,9)                    | <b>&lt;0,0001</b>          |
| <b>VAS Skoru</b>                       |                     |                          |                             |                            |
| <b>Ort <math>\pm</math> SD</b>         | $8,43 \pm 2,03$     | $0,93 \pm 1,99^{***}$    | $1,15 \pm 2,08^{***}$       | <b>&lt;0,0001</b>          |
| <b>Median [Min-Maks]</b>               | 10 [3 – 10]         | 0 [0 – 10]               | 0 [0 – 8]                   |                            |
| <b>Motor Defisit (n, %)</b>            |                     |                          |                             |                            |
| <b>Var</b>                             | 27 (50,0%)          | 14 (25,9%)               | 13 (24,1%)                  | <b>0,0062</b>              |
| <b>Sağ</b>                             | 14 (25,9%)          | 5 (9,3%)                 | 7 (13,0%)                   | 0,509                      |
| <b>Sol</b>                             | 10 (18,5%)          | 9 (16,7%)                | 7 (13,0%)                   |                            |
| <b>Bilateral</b>                       | 6 (11,1%)           | 2 (3,7%)                 | 1 (1,9%)                    |                            |

\*\*\*P<0,001 Preoperatif değerler ile kıyaslanmıştır.

#### **4.3 Radyolojik Bulguların Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması**

Hastaların radyolojik incelemelerinde lomber lordoz açısı, preoperatif dönemde ortalama  $40,26 \pm 11,98$ , postoperatif 6. ayda ise ortalama  $38,54 \pm 11,77$  olarak ölçülmüş olup anlamlı bir değişiklik bulunmamaktadır ( $p=0,453$ ). Sakral slop, preoperatif dönemde ortalama  $30,63 \pm 9,85$  iken, postoperatif 6. ayda ortalama  $34,72 \pm 10,92$  olarak artış göstermiştir ve bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,043$ ). Preoperatif dönemde ortalama  $60,59 \pm 15,22$  olan pelvik insidans, postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla  $61,87 \pm 14,71$ 'ye ve  $60,19 \pm 14,42$  olarak kaydedilmiş ve farklılık istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır ( $p=0,823$ ). L3 insidansı ortalama  $1,20 \pm 10,13$  olan preoperatif döneme kıyasla, postoperatif 1. aydaki  $5,26 \pm 8,59$  ve 6. aydaki  $5,07 \pm 9,68$  değerler anlamlı artış göstermiştir ( $p<0,05$ ). Benzer şekilde, preoperatif dönemde ortalama  $10,07 \pm 8,85$  olan L4 insidansı, postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla  $16,52 \pm 11,23$  ve  $16,68 \pm 11,80$ 'ye anlamlı olacak şekilde yükselmiştir ( $p<0,01$ ). L5 insidansı ise preoperatif ve postoperatif dönemler arasında sırasıyla  $26,28 \pm 13,26$ ;  $31,11 \pm 14,33$  ve  $30,02 \pm 14,67$  ortalama değerlerle anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,178$ ) (Tablo 4).

**Tablo 4.** Hastaların radyolojik bulgularının preoperatif ve postoperatif dönemlere göre karşılaştırılması

| ÖZELLİK            | PREOP<br>DEĞERLER<br>(ORT ± SD)<br>Median [Min-<br>Maks] | POSTOP 1. AY<br>DEĞERLER<br>(ORT ± SD)<br>Median [Min-<br>Maks] | POSTOP 6. AY<br>DEĞERLER<br>(ORT ± SD)<br>Median [Min-<br>Maks] | P<br>değeri   |
|--------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|
| Lomber Lordoz(°)   | 40,26 ± 11,98<br>41,0 [15 – 62]                          | -                                                               | 38,54 ± 11,77<br>39,5 [10 – 64]                                 | 0,453         |
| Sakral Slop(°)     | 30,63 ± 9,85<br>29,5 [5 – 46]                            | -                                                               | 34,72 ± 10,92<br>34,0 [9,0 – 62,0]                              | <b>0,043</b>  |
| Pelvik İnsidans(°) | 60,59 ± 15,22<br>65 [26 – 93]                            | 61,87 ± 14,71<br>62,5 [30 – 90]                                 | 60,19 ± 14,42<br>61,5 [35 – 93]                                 | 0,823         |
| L3 İnsidans (°)    | 1,20 ± 10,13<br>-0,5 [-15 – 33]                          | 5,26 ± 8,59*<br>4,0 [-13 – 25]                                  | 5,07 ± 9,68*<br>5,0 [-15,0 – 35,0]                              | <b>0,013</b>  |
| L4 İnsidans(°)     | 10,07 ± 8,85<br>9,5 [-8,0 – 30,0]                        | 16,52 ± 11,23**<br>15,5 [-16 – 50]                              | 16,68 ± 11,80**<br>15,5 [-14 – 45]                              | <b>0,0009</b> |
| L5 İnsidans (°)    | 26,28 ± 13,26<br>27,5 [-1 – 56]                          | 31,11 ± 14,33<br>30,0 [0 – 67]                                  | 30,02 ± 14,67<br>30,0 [-1 – 60]                                 | 0,178         |

\*P<0,05; Preop değerler ile karşılaştırıldı.

\*\*P<0,01; Preop değerler ile karşılaştırıldı.

#### 4.4 Bilgisayarlı Tomografi Bulgularının Preoperatif ve Postoperatif Dönemlere Göre Karşılaştırılması

Bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilen parametreler arasında, pelvik insidans preoperatif dönemde  $57,96 \pm 13,84$ , postoperatif dönemde ise  $56,81 \pm 13,14$  olarak ölçülmüş; anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,659$ ). L3 insidans değeri preoperative dönemde  $0,15 \pm 6,96$ , postoperative dönemde  $0,93 \pm 5,95$  olarak hesaplanmıştır. Aradaki değişiklik anlamlılık düzeyine ulaşmamıştır ( $p=0,534$ ). Benzer şekilde, L4 insidans preoperatif olarak  $10,07 \pm 8,85$ , postoperatif olarak  $11,00 \pm 9,21$  bulunmuş; bu farklılık da istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmemiştir ( $p=0,596$ ). L5 insidans değerlerinde ise preoperatif ve postoperatif ölçümler arasında sırasıyla  $26,28 \pm 13,26$  ve  $25,22 \pm 11,71$  ortalama değerlerle belirgin bir değişim izlenmemiştir ( $p=0,662$ ) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Hastaların bilgisayarlı tomografi bulgularının preoperatif ve postoperatif dönemlere göre karşılaştırılması

| ÖZELLİK                  | PREOP<br>DEĞERLER<br>(ORT ± SD)<br>Median [Min-<br>Maks] | POSTOP<br>DEĞERLER<br>(ORT ± SD)<br>Median [Min-Maks] | P<br>değeri |
|--------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------|
| BT Pelvik<br>İnsidans(°) | 57,96 ± 13,84<br>58 [19 – 85]                            | 56,81 ± 13,14<br>58,5 [22 – 84]                       | 0,659       |
| BT L3 İnsidans(°)        | 0,15 ± 6,96<br>0 [-11 – 15]                              | 0,93 ± 5,95<br>1 [-14 – 12]                           | 0,534       |
| BT L4 İnsidans(°)        | 10,07 ± 8,85<br>9,5 [-8 – 30]                            | 11,00 ± 9,21<br>10 [-8 – 40]                          | 0,596       |
| BT L5 İnsidans(°)        | 26,28 ± 13,26<br>27,5 [-1 – 56]                          | 25,22 ± 11,71<br>27 [0 – 59]                          | 0,662       |

#### 4.5 Mobilizasyon Grafisi Bulgularının Postoperatif Dönemde 6. aya Göre Karşılaştırılması

Mobilizasyon grafisi ile elde edilen ölçümler, postoperatif 6. ay verileri ile karşılaştırıldığında anlamlı bir değişiklik göstermemiştir. Pelvik insidans, mobilizasyon döneminde 59,06 ± 13,99, 6. ayda ise 60,18 ± 14,42 olarak ölçülmüştür (p=0,656). L3 insidans değeri mobilizasyon sırasında 4,61 ± 8,10, postoperatif 6. ayda ise 5,07 ± 9,68 olarak kaydedilmiştir (p=0,694). L4 insidansı, mobilizasyon evresinde ortalama 15,13 ± 10,12 iken, 6. ay sonunda 16,69 ± 11,80 olarak bulunmuştur (p=0,439). Benzer şekilde, L5 insidansı mobilizasyon sırasında 29,98 ± 13,84, postoperatif 6. ayda ise 30,02 ± 14,67 olarak ölçülerek belirgin bir değişiklik izlenmemiştir. (p=0,825) (Tablo 6).

**Tablo 6.** Hastaların postoperatif mobilizasyon grafisi ve 6. ay grafi bulgularının karşılaştırılması

| <b>ÖZELLİK</b>        | <b>MOBİLİZASYON<br/>GRAFİSİ<br/>(ORT ± SD)<br/>Median [Min-Maks]</b> | <b>POSTOP 6. AY<br/>(ORT ± SD)<br/>Median [Min-Maks]</b> | <b>P<br/>değeri</b> |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Pelvik</b>         | 59,06 ± 13,99                                                        | 60,18 ± 14,42                                            | 0,656               |
| <b>İnsidans(°)</b>    | 60 [31 – 89]                                                         | 61,5 [35 – 93]                                           |                     |
| <b>L3 İnsidans(°)</b> | 4,61 ± 8,10<br>3 [-8 – 24]                                           | 5,07 ± 9,68<br>5 [-15 – 35]                              | 0,694               |
| <b>L4 İnsidans(°)</b> | 15,13 ± 10,12<br>13 [-11 – 40]                                       | 16,69 ± 11,80<br>15,5 [-14 – 45]                         | 0,439               |
| <b>L5 İnsidans(°)</b> | 29,98 ± 13,84<br>29 [2 – 65]                                         | 30,02 ± 14,67<br>30 [-1 – 60]                            | 0,825               |

#### **4.6 Postoperatif Dönemde Bilgisayarlı Tomografi ve Mobilizasyon Grafisi Bulgularının Karşılaştırılması**

Hastaların postoperatif bilgisayarlı tomografi ölçümleri ile mobilizasyon grafisi bulguları karşılaştırıldığında, bazı parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Pelvik insidans, bilgisayarlı tomografi ölçümünde ortalama  $56,81 \pm 13,14$ , mobilizasyon grafisinde ise  $59,06 \pm 13,99$  olarak hesaplanmıştır ve bu fark anlamlı bulunmamıştır ( $p=0,393$ ). Buna karşın, L3 insidansında sırasıyla  $0,93 \pm 5,95$  ve  $4,61 \pm 8,10$  ortalama değerlerle, mobilizasyon grafisinde bilgisayarlı tomografiye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha yüksek ölçülmüştür ( $p=0,008$ ). Benzer şekilde, L4 insidansı, bilgisayarlı tomografide  $11,00 \pm 9,21$ , mobilizasyon grafisinde ise  $15,13 \pm 10,12$  olarak bulunmuş ve aradaki fark anlamlı olarak değerlendirilmiştir ( $p=0,029$ ). Ayrıca, L5 insidansında da anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Postoperatif bilgisayarlı tomografide  $25,22 \pm 11,71$  olan değer, mobilizasyon grafisinde  $29,98 \pm 13,84$  olarak kaydedilmiştir ( $p=0,032$ ) (Tablo 7).

**Tablo 7.** Hastaların bilgisayarlı tomografi ve postoperatif mobilizasyon grafisi bulgularının karşılaştırılması

| <b>ÖZELLİK</b>        | <b>POSTOP BT<br/>(ORT ± SD)<br/>Median [Min-<br/>Maks]</b> | <b>MOBİLİZASYON<br/>GRAFİSİ<br/>(ORT ± SD)<br/>Median [Min-Maks]</b> | <b>P<br/>değeri</b> |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <b>Pelvik</b>         | 56,81 ± 13,14                                              | 59,06 ± 13,99                                                        | 0,393               |
| <b>İnsidans(°)</b>    | 58,5 [22 – 84]                                             | 60 [31 – 89]                                                         |                     |
| <b>L3 İnsidans(°)</b> | 0,93 ± 5,95<br>1 [-14 – 12]                                | 4,61 ± 8,10<br>3 [-8 – 24]                                           | <b>0,008</b>        |
| <b>L4 İnsidans(°)</b> | 11,00 ± 9,21<br>10 [-8 – 40]                               | 15,13 ± 10,12<br>13 [-11 – 40]                                       | <b>0,029</b>        |
| <b>L5 İnsidans(°)</b> | 25,22 ± 11,71<br>27 [0 – 59]                               | 29,98 ± 13,84<br>29 [2 – 65]                                         | <b>0,032</b>        |

#### **4.7 Preoperatif ve Postoperatif Dönemde Radyolojik Bulguların ve VAS Skorlarının Takip Süresince Değişimleri**

Zaman içinde ölçülen radyolojik parametreler değerlendirildiğinde, lomber lordoz açısında preoperatif döneme kıyasla postoperatif 6. ayda ortalama  $1,72 \pm 8,97$ 'lik bir azalma izlenmiştir. Sakral slop değeri, 6. ay sonunda ortalama  $4,09 \pm 8,00$  artış göstermiştir. Pelvik insidans, preoperatiften postoperatif 1. aya ortalama  $1,28 \pm 10,24$  artarken, 6. ayda bu değer yaklaşık  $0,41 \pm 7,5$  azalmış; 1. ay ile 6. ay arasındaki fark ise ortalama  $1,69 \pm 9,07$  azalma şeklinde olmuştur. L3 insidans açısından, preoperatiften 1. aya  $4,05 \pm 6,90$  ve 6. aya  $3,87 \pm 5,49$ 'luk artış görülmüş, iki postoperatif dönem arasında ise yalnızca  $0,19$ 'luk küçük bir fark saptanmıştır. L4 insidans değerleri 1. ayda  $3,56 \pm 7,54$ , 6. ayda ise  $3,72 \pm 8,35$  artış göstermiş; iki dönem arasındaki fark  $0,17 \pm 4,82$  ile sınırlı kalmıştır. L5 insidans değerlerinde ise 1. ayda  $2,46 \pm 8,20$ , 6. ayda  $1,37 \pm 8,27$  artış izlenmiş; 1. ve 6. ay karşılaştırmasında  $1,09 \pm 6,67$ lik bir azalma kaydedilmiştir. Ağrı düzeyini yansıtan VAS skorlarında ise preoperatif döneme göre postoperatif 1. ayda  $7,50 \pm 2,98$  puan, 6. ayda ise  $7,28 \pm 2,77$  puanlık düşüş saptanmıştır. Postoperatif 1. ve 6. aylar

karşılaştırıldığında, VAS skorlarında yalnızca  $0,22 \pm 2,27$  puanlık fark olduğu belirlenmiştir (Tablo 8).

**Tablo 8.** Hastaların preop–postop radyolojik bulgularının ve VAS skorlarının takip süresince değişimleri

| <b>ÖZELLİK</b>                            | <b>PREOP-<br/>POSTOP 1. AY<br/>(ORT <math>\pm</math> SD)<br/>Median [Min-<br/>Maks]</b> | <b>PREOP-<br/>POSTOP 6. AY<br/>(ORT <math>\pm</math> SD)<br/>Median [Min-<br/>Maks]</b> | <b>POSTOP1.AY-<br/>POSTOP 6. AY<br/>(ORT <math>\pm</math> SD)<br/>Median [Min-Maks]</b> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><math>\Delta</math>Lomber Lordoz</b>   | -                                                                                       | $-1,72 \pm 8,97$<br>-2 [-21 – 25]                                                       | -                                                                                       |
| <b><math>\Delta</math>Sakral Slop</b>     | -                                                                                       | $4,09 \pm 8,00$<br>1,5 [-22 – 25]                                                       | -                                                                                       |
| <b><math>\Delta</math>Pelvik İnsidans</b> | $1,28 \pm 10,24$<br>1,5 [-22 – 25]                                                      | $-0,41 \pm 7,5$<br>-1 [-21 – 14]                                                        | $-1,69 \pm 9,07$<br>0 [-25 – 20]                                                        |
| <b><math>\Delta</math>L3 İnsidans</b>     | $4,05 \pm 6,90$<br>5,5 [-12 – 24]                                                       | $3,87 \pm 5,49$<br>4,0 [-12 – 20]                                                       | $-0,19 \pm 5,06$<br>-1 [-10 – 15]                                                       |
| <b><math>\Delta</math>L4 İnsidans</b>     | $3,56 \pm 7,54$<br>3 [-11 – 27]                                                         | $3,72 \pm 8,35$<br>3,5 [-16 – 27]                                                       | $0,17 \pm 4,82$<br>0 [-18 – 9]                                                          |
| <b><math>\Delta</math>L5 İnsidans</b>     | $2,46 \pm 8,20$<br>1,5 [-12 – 19]                                                       | $1,37 \pm 8,27$<br>2 [-20 – 17]                                                         | $-1,09 \pm 6,67$<br>-1 [-20 – 19]                                                       |
| <b><math>\Delta</math>VAS</b>             | $-7,50 \pm 2,98$<br>-8 [-10 – 2]                                                        | $-7,28 \pm 2,77$<br>-8 [-10 – 0]                                                        | $0,22 \pm 2,27$<br>0 [-10 – 8]                                                          |

#### 4.8 Preoperatif ve Postoperatif 1. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon

Hastaların preoperatif ve postoperatif 1. ay radyolojik parametrelerindeki değişim ile VAS skorlarındaki değişim arasındaki ilişki korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Pelvik insidans değişimi ile VAS değişimi arasında zayıf düzeyde negatif korelasyon saptanmış ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $r = -0,188$ ;  $p = 0,172$ ). L3 insidans değişimi ile VAS değişimi arasında herhangi bir anlamlı ilişki gösterilmemiştir ( $r = -0,035$ ;  $p = 0,799$ ). Benzer şekilde, L4 insidansındaki değişim ile VAS değişimi arasında da anlamlı bir

korelasyon saptanmamıştır ( $r = 0,029$ ;  $p = 0,837$ ). L5 insidansı ile VAS değişimi arasındaki korelasyon da zayıf düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki göstermiştir ( $r = -0,057$ ;  $p = 0,679$ ) (Tablo 9).

**Tablo 9.** Hastaların preoperatif - postoperatif 1. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon

| ÖZELLİK          | ΔVAS   |          |
|------------------|--------|----------|
|                  | r      | P değeri |
| ΔPelvik İnsidans | -0,188 | 0,172    |
| ΔL3 İnsidans     | -0,035 | 0,799    |
| ΔL4 İnsidans     | 0,029  | 0,837    |
| ΔL5 İnsidans     | -0,057 | 0,679    |

#### 4.9 Preoperatif ve Postoperatif 6. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon

Hastaların preoperatif ve postoperatif 6. ay radyolojik parametrelerindeki değişim ile VAS skorlarındaki değişim arasındaki ilişki korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Lomber lordozdaki değişim ile VAS değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ( $r = -0,117$ ;  $p = 0,400$ ). Sakral slop değişimi ile VAS değişimi arasında da anlamlı bir ilişki olmamıştır ( $r = -0,034$ ;  $p = 0,809$ ). Benzer şekilde pelvik insidans değişimi ile VAS değişimi arasında zayıf düzeyde negatif korelasyon saptanmış ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $r = -0,105$ ;  $p = 0,448$ ). L3 insidans değişimi ile VAS değişimi arasında herhangi bir anlamlı ilişki gösterilmemiştir ( $r = -0,092$ ;  $p = 0,510$ ). Dahası, L4 insidansındaki değişim ile VAS değişimi arasında da anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır ( $r = 0,002$ ;  $p = 0,987$ ). L5 insidansı ile VAS değişimi arasındaki korelasyon da istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir ilişki göstermiştir ( $r = -0,030$ ;  $p = 0,829$ ) (Tablo 10).

**Tablo 10.** Hastaların preoperatif – postoperatif 6. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon

| ÖZELLİK          | ΔVAS   |          |
|------------------|--------|----------|
|                  | r      | P değeri |
| ΔLomber Lordoz   | -0,117 | 0,400    |
| ΔSakral Slop     | -0,034 | 0,809    |
| ΔPelvik İnsidans | -0,105 | 0,448    |
| ΔL3 İnsidans     | -0,092 | 0,510    |
| ΔL4 İnsidans     | 0,002  | 0,987    |
| ΔL5 İnsidans     | -0,030 | 0,829    |

#### 4.10 Postoperatif 1. Ay ve 6. Ay Radyolojik Bulgularındaki Değişim ile VAS Değişimi Arasındaki Korelasyon

Hastaların postoperatif 1. ay ile 6. ay arasındaki radyolojik değişimlerinin VAS skorlarındaki değişim ile ilişkisi incelendiğinde, pelvik insidans değişimi ile VAS değişimi arasında ( $r = -0,093$ ;  $p = 0,503$ ), L3 insidansındaki değişim ile VAS değişimi arasında ( $r = -0,098$ ;  $p = 0,480$ ), L4 insidansındaki değişim ile VAS değişimi arasında ( $r = -0,231$ ;  $p = 0,093$ ) ve L5 insidansındaki değişim ile VAS değişimi arasında ( $r = -0,244$ ;  $p = 0,075$ ) istatistiksel olarak anlamlı korelasyon ilişkileri saptanmamıştır (Tablo 11).

**Tablo 11.** Hastaların postoperatif 1. ay – 6. ay radyolojik bulgularındaki değişim ile VAS değişimi arasındaki korelasyon

| ÖZELLİK          | ΔVAS   |          |
|------------------|--------|----------|
|                  | r      | P değeri |
| ΔPelvik İnsidans | -0,093 | 0,503    |
| ΔL3 İnsidans     | -0,098 | 0,480    |
| ΔL4 İnsidans     | -0,231 | 0,093    |
| ΔL5 İnsidans     | -0,244 | 0,075    |

## 5.TARTIŞMA

Bel ağrısı, nüfusun yaklaşık %80'inin hayatı boyunca en az bir kez deneyimlediği, hem bireysel yaşam kalitesini olumsuz etkileyen hem de önemli bir sosyoekonomik yük oluşturan, dünya genelinde oldukça yaygın bir sağlık sorunudur(87). İş yerinde düşük performansın, iş devamsızlığının ve akut ağrı atağı veya ameliyat sonrası sakatlık bildirimlerinin başlıca nedenlerinden biridir (88). Bel ağrısı; lomber disk hernisi, spinal stenoz, lomber spondilolistezis gibi çeşitli tıbbi durumlardan kaynaklanabilir(89). Uluslararası İşlevsellik, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırmasına (International Classification of Functioning, Disability and Health) göre bel ağrısı, hareket kabiliyeti ve uyku gibi temel vücut fonksiyonlarını bozmakta ve kişinin omurga ve kas-iskelet yapılarında değişikliklere neden olmaktadır(88). Son yıllarda, bel ağrısının gelişimi, şiddeti ve cerrahi sonrası iyileşme sürecinde önemli bir rol oynayabileceği düşünülen faktörlerden biri de spinopelvik sagittal dengedir (90).

Spinal denge, stabil duruşu korumak için, en başta yerçekimi olmak üzere omurgaya uygulanan dış kuvvetler ile sensörinöral düzenleme tarafından yönlendirilen gövdenin kas tepkisi arasındaki, statik veya dinamik, denge olarak tanımlanır (91). Omurga ve pelvisin sagittal dengesi, servikal lordoz, torasik kifoz, lomber lordoz ve pelvik eğim arasındaki ilişkileri karakterize eden, postüral dengenin korunmasına yönelik temel mekanizmalardan biridir(92). Spinopelvik sagittal dengeye sahip olmak, bireyin en az enerji tüketimiyle ideal bir şekilde dik durmasını sağlar(93). Bu dengenin bozukluğu spondilolistezis ve dejeneratif skolyoz gibi birçok omurga patolojisinde bildirilmiştir (94). Spinal cerrahi tipik olarak iki temel hedefe yöneliktir: nöral yapıların dekompresyonu veya spinal dengenin yeniden sağlanması. Yakın zamanda, spinal cerrahinin planlanması ve uygulanmasında spinopelvik parametrelerin önemi belirgin bir artış göstermiştir (90).

Yaptığımız bu çalışmada, lomber spondilolistezis veya lomber spinal stenoz tanıları klinik ve radyolojik olarak mevcut olan hastalarda, geçirilmiş kısa segment stabilizasyon cerrahisi öncesi ve sonrası verileri incelendi. Bu verilerde cerrahi öncesi ve sonrası fizik muayene ve radyolojik sagittal denge parametreleri verileri incelenerek, bu parametreler arasında korelasyon olup olmadığının

değerlendirilmesi amaçlandı. Elde edilen bulgular, kısa segment posterior stabilizasyon cerrahisinin belirli spinopelvik parametrelerde iyileşme sağladığını (Tablo 4), ancak bu değişimlerin bel ağrısındaki düzelmeye doğrudan korelasyon göstermediğini ortaya koymuştur (Tablo 9,10,11).

Çeşitli spinal patolojilerde ağrı, sakatlık skorları ve ameliyat sonrası hareketlilikte kayda değer iyileşmeler gösteren kısa segment pedikül vidası fiksasyonunun klinik etkinliğini destekleyen kanıtlar giderek artmaktadır(95,96,97,98). Aly, kısa ve uzun segment fiksasyonu karşılaştıran bir meta-analiz gerçekleştirmiş ve kısa segment enstrümantasyonun nörolojik iyileşme, radyolojik sonuçlar ve fonksiyonel iyileşme açısından uzun segment kadar etkili olduğu ve komplikasyon oranlarında önemli bir fark olmadığı sonucuna varmıştır (96). Benzer şekilde, Lin ve arkadaşları, osteoporotik patlama kırığı olan yaşlı hastalarda kısa segment fiksasyonun VAS ve Oswestry Engellilik İndeksi (ODI) skorlarında anlamlı iyileşmelere yol açtığını ve aynı zamanda kayda değer nörolojik iyileşme sağladığını göstermiştir (97). Bir başka karşılaştırmalı çalışmada, Sallam ve arkadaşları, kısa segment posterior fiksasyonun, uzun segment yapılarla karşılaştırılabilir şekilde erken ağrı kesici ve tatmin edici radyolojik düzeltme sağladığını, aynı zamanda ameliyat süresini ve kan kaybını azalttığını bulmuştur (98).

Tarafımızca retrospektif şekilde planlanan bu çalışmaya, 54 hasta dahil edilmiştir. Bu hastaların %72,2'si kadın (n=39), %27,8'i erkek (n=15) tir. (Tablo 2). Hastaların yaş ortalaması  $57,74 \pm 9,9$  olarak hesaplanmıştır. Literatürde lomber spondilolistezisin ortalama görülme yaşı 62-72 yaşları olarak, lomber spinal stenozun ise ortalama görülme yaşı 65 yaş olarak bilinmektedir(99,100). Cho ve ark. (2017) bir çalışmada lomber spondilolistezisi olan 94 hastanın ortalama yaş dağılımını  $63,8 \pm 10,3$  olarak belirtmişlerdir(101). Kaplar & Wang (2016) tarafından sunulan bir analizde ise spondilolistezis nedeniyle cerrahi yapılan hastalarda, ırklara göre yaş ortalaması analizi yapılmış ve Güney Kore'de ortalama cerrahi yaşı 60, Japonya'da 66, Amerika Birleşik Devletleri'nde 65, Çin'de ise 59 olarak belirtilmiştir(102). Lomber spinal stenoz için ise Ishimoto ve ark. (2013) Japonya'da yaptığı 938 kişilik örneklemin bulunduğu bir çalışmada, yaş ortalaması 66.3 olarak belirtilmiştir(103). Çalışmamızda bu yaş ortalamasının daha genç

olması, hastalıkların ırksal olarak değişim göstermesi veya bu çalışmalara göre örneklem grubumuzun daha küçük olması (n=54) ile ilişkilendirilebilir.

Çalışmamızdaki hastaların 52 tanesinde (%96,3) preoperatif dönemde lumbalji şikayeti mevcuttur. Yine 52 hastanın preoperatif dönemde siyatalji şikayeti mevcuttur. Postoperatif 1. Ayda bu sayı 6 (%11,1) ve postoperatif 6. ayda bu sayı 7 (%12,9) olarak bulunmuştur ve bu değişimler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0,0001$ ) (Tablo 3). El-Sayed El-Mor, Ragab ve Mansour (2019)'un yaptığı prospektif bir çalışmada lomber spinal stenozlu hastalarda transpediküler vida fiksasyonu ve posterior dekompresyon yapılan hastalarda siyatalji, lumbalji ve nörojenik kladikasyo semptomlarında preoperatif döneme kıyasla anlamlı düzeyde azalma sağlanmış olup ( $p < 0.0001$ ), çalışmamız bu konuda literatür ile benzer sonuçlar vermiştir(104).

Çalışmamızda preoperatif dönemde 49 (%90,7) hastada mevcut olan nörojenik kladikasyo şikayeti, rahat yürüyüş mesafesi olarak değerlendirildiğinde, preoperatif dönemde ortalama  $122,86 \pm 110,91$  metre olan değer, postoperatif 1. ayda  $210,83 \pm 198,0$  metreye, 6. ayda ise  $158,13 \pm 172,25$  metreye yükselmiştir ve bu sonuç istatistik olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,0001$ )(Tablo 3). Preoperatif dönemde %90'dan fazla olmak üzere hastaların büyük bir kısmında mevcut olan kladikasyo, postoperatif 1. ayda %11'in altına gerilemiş ve 6. ayda da bu düşük oran korunmuştur. Ayrıca, hastaların yürüme mesafesinde cerrahi işlem sonrası anlamlı bir artış tespit edilmiştir; ortalama yürüyüş mesafesi preoperatif döneme kıyasla anlamlı ölçüde artmıştır (Tablo 3).

Çalışmamızda hastalarda preoperatif dönemde, ortalama  $8,43 \pm 2,03$  VAS skoruyla yüksek ağrı seviyeleri saptanırken operasyon sonrası 1. ve 6. aylarda bu skorlar anlamlı derecede azalmış ve sırasıyla  $0,93 \pm 1,99$  ve  $1,15 \pm 2,08$  değerlerine ulaşmıştır ( $p < 0,0001$ )(Tablo 3). Wang ve ark. (2022) spondilolistezis hastaları ile yaptıkları bir çalışmada, hastaların ağrı VAS değerleri postop dönemdeki takiplerde anlamlı şekilde düşüş göstermiştir ( $p < 0.001$ ) (105). Zhang ve ark. (2015) lomber spinal stenozu olan 25 hastada yaptıkları retrospektif bir çalışmada direkt dekompresyon ve pedikül vida fiksasyonu yapılan hastalarda VAS skoru preoperatif  $6,6 \pm 1,6$  iken postoperatif  $1,32 \pm 1,2$ 'ye gerilemiş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0,001$ )(106). Motor defisit oranı ise yarıdan fazla

azalarak hastaların nörolojik fonksiyonlarında anlamlı iyileşmeye işaret etmiştir (Tablo 3). Bu bulgular, önceki çalışmalarla tutarlılık göstererek kısa segment posterior stabilizasyonun hem ağrıyı azaltmada hem de fonksiyonel kapasiteyi artırmada etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Park ve arkadaşlarının posterior enstrümantasyonla tedavi edilen 156 dejeneratif lomber skolyoz hastasını incelediği retrospektif çalışmada, hastalar kompensatör dengeli ve dengesiz olarak iki gruba ayrılmıştır. Takip sonunda, dengesiz gruptaki hastaların ODI ve SRS-22 skorları anlamlı derecede daha düşük bulunmuş, bu da sagittal dengesi bozuk olan hastaların daha kötü klinik sonuçlar yaşadığını göstermiştir (107). Prospektif bir kohort çalışmasında, Lenz ve arkadaşları dejeneratif lomber spondilolistezisi olan 32 hastayı takip etmiştir ve sagittal parametrelerin restorasyonu klinik sonuçlardaki iyileşme ile anlamlı korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur (108). Simon ve ark. dejeneratif lomber omurga bozukluğu için posterior pedikül vida fiksasyonu uygulanan 47 hastayı retrospektif olarak değerlendirmiştir. Genel bir yaşam kalitesi ölçeği olan SF-36 ile ameliyat sonrası sakral slop ve lomber lordoz arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu bildirmiş ve fonksiyonel sonuçları iyileştirmek için sagittal dengeyi yeniden sağlamanın önemini vurgulamıştır. (109).

Shao ve ark. (2022) L5-S1 istmik spondilolistezisli hastalarda yaptığı bir çalışmada, hastalarda tek segment ve iki segment stabilizasyon cerrahisi sonrası lomber lordoz, sakral slop ve pelvik tilt değerlerinin postoperatif dönemde preoperatif döneme oranla her iki grupta da anlamlı artış gösterdiğini ( $p < 0,05$ ) ve buna hem VAS hem de Oswestry Engellilik İndeksi skorlarında belirgin iyileşmelerin eşlik ettiğini ortaya koymuşlardır(110). Zhang ve ark. (2020) çalışmasında ise, spinal stenozu olan hastalarda, hastalar Roussouly sınıflamasına göre gruplandırılmış ve preoperatif ve postoperatif sagittal denge parametreleri değişimleri değerlendirilmiştir(111). Roussouly tip 1 hastalarda preoperatif lomber lordoz değeri  $26.55 \pm 4.60^\circ$  iken postoperatif değeri  $31.08 \pm 4.64^\circ$ ’e yükselmiş olup bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p < 0.001$ ). Tip 2 olan hastalarda preoperatif  $38.47 \pm 4.73^\circ$  olan lomber lordoz değeri postoperatif  $42.13 \pm 4.83^\circ$  ölçülmüş ve bu değer de istatistiksel olarak anlamlı bir yükseliş göstermiştir ( $p < 0.001$ ). Pelvik insidans değerinde hiçbir grupta anlamlı bir değişim saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda ise lomber lordoz açısı, preoperatif dönemde

ortalama  $40,26 \pm 11,98^\circ$ , postoperatif 6. ayda ise ortalama  $38,54 \pm 11,77^\circ$  olarak ölçülmüş olup anlamlı bir değişiklik bulunmamaktadır ( $p=0,453$ )(Tablo 4). Ayrıca çalışmamızda preoperatif dönemde ortalama  $60,59 \pm 15,22^\circ$  olan pelvik insidans, postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla  $61,87 \pm 14,71^\circ$ 'ye ve  $60,19 \pm 14,42^\circ$  olarak kaydedilmiş ve farklılık istatistiksel olarak anlamlı olmamıştır ( $p=0,823$ ). Lomber lordoz açısında anlamlı bir değişiklik izlenmemiş olması, cerrahinin esas olarak segmental stabiliteye odaklandığını ve global omurga eğriliğini değiştirmediğini göstermektedir. Bu çalışmada pelvik insidansın, preoperatif ve postoperatif dönemler arasında anlamlı bir farklılık göstermemesi, bu parametrenin bireye özgü statik bir yapı olduğunu ortaya koymaktadır (90).

Yine Zhang ve ark. (2020) aynı çalışmasında sakral slop değeri ise tip 1 grubunda preoperatif  $19.06 \pm 5.76^\circ$  iken postoperatif  $33.46 \pm 6.64^\circ$ 'e yükselmiş ( $p<0.001$ ), tip 2 grubunda preoperatif  $28.38 \pm 3.61^\circ$  iken postoperatif  $35.36 \pm 5.65^\circ$ 'e yükselmiş ( $p<0.001$ ), tip 3 grubunda preoperatif  $37.75 \pm 1.47^\circ$  iken postoperatif  $39.33 \pm 1.47^\circ$ 'ye yükselmiş ( $p<0.001$ ), tip 4 grubunda ise preoperatif  $48.96 \pm 1.99^\circ$  iken postoperatif  $45.02 \pm 3.10^\circ$ 'a düşmüştür ( $p<0.001$ ) (111). Çalışmamızda sakral slop, preoperatif dönemde ortalama  $30,63 \pm 9,85^\circ$  iken, postoperatif 6. ayda ortalama  $34,72 \pm 10,92^\circ$  olarak artış göstermiştir ve bu değişiklik istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,043$ ) (Tablo 4). Normal değerleri  $30-50^\circ$  arasında olan sakral slop(112), çalışmamızda preoperatif dönemde normalin alt sınırına yakın iken 6. ay sonunda ortalama  $4,09 \pm 8,00^\circ$  normal aralıkta yükselme eğilimi göstermiştir(Tablo 8). Pelvik insidans ve sakral slop değerleri birbirleri ile ters ilişkili değerler olup, Roussouly sınıflamasında omurganın tipi bu değerlere göre belirlenmektedir(22). Tarafımızca hastalar Roussouly sınıflamasına göre gruplandırılmamış olup, örneklem genişletilip hastalar gruplandırıldığında bu parametre üzerinde daha ayrıntılı bilgiler elde edilebilir.

Vertebra insidansı ölçümleri henüz yaygın bir parametre olmadığından, henüz literatürde bununla ilgili detaylı bilgi mevcut değildir. Kafadar ve ark. 59 adet lomber disk hastası üzerinde yaptığı bir çalışmada, bu hastalarda L4 vertebra insidansı değeri ortalama  $16,64 \pm 5,03^\circ$  olarak, L5 vertebra insidans değeri ise ortalama  $27,78 \pm 6,39^\circ$  olarak ölçülmüştür(2). Çalışmamızda preoperatif dönemde ortalama  $10,07 \pm 8,85^\circ$  olan L4 insidansı, postoperatif 1. ve 6. aylarda sırasıyla  $16,52 \pm 11,23^\circ$  ve  $16,68 \pm 11,80^\circ$ 'ye anlamlı olacak şekilde yükselmiştir ( $p<0,01$ )

(Tablo 4) . L5 insidansı değeriinde ise preoperatif ve postoperatif dönemler arasında arasında sırasıyla  $26,28 \pm 13,26^\circ$ ;  $31,11 \pm 14,33^\circ$  ve  $30,02 \pm 14,67^\circ$  ortalama değeriilerle anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,178$ )(Tablo 4). L4 vertebra insidansındaki bu farka mevcut çalışmadaki hastaların lomber disk hastası olması nedeni ile dejeneratif sürecin farklı işlemiş olması yol açmış olabilir. Ayrıca tarafımızca ölçülmüş olan L3 insidansı, ortalama  $1,20 \pm 10,13^\circ$  olan preoperatif döneme kıyasla postoperatif 1. ay döneminde  $5,26 \pm 8,59^\circ$  ve 6. ay döneminde  $5,07 \pm 9,68^\circ$  olarak ölçülmüş olup, değeriiler anlamlı artış göstermiştir ( $p<0,05$ )(Tablo 4). Li ve ark. yaptığı bir çalışmada, lomber vertebrada üst segmentlere gidildikçe vertebraanın fleksiyon kapasitesinin ve fleksiyon açısının arttığını göstermişlerdir(113). Buna göre L4-L5 segmenti daha az mobil, L3-4 segmenti orda düzeyde mobil, L2-L3 düzeyi ise en mobil segment olarak ölçülmüştür. Segmentlerin bu anatomik mobilite farklılığı, tarafımızca yapılan işlem sonrası o segmentlerdeki değeriışimin daha anlamlı olmasını açıklayabilir.

Tarafımızca preoperatif ve postoperatif yatar pozisyonda çekilen bilgisayarlı tomografi ile yapılan ölçümlerde pelvik insidans, L3, L4 ve L5 vertebra insidanslarında preoperatif ve postoperatif ölçümler arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (Tablo 5). Ancak aynı postoperatif bilgisayarlı tomografi ile erken dönem ayakta çekilen mobilizasyon grafisindeki ölçümler karşılaştırıldığında L3 insidansı sırasıyla  $0,93 \pm 5,95^\circ$  ve  $4,61 \pm 8,10^\circ$  ortalama değeriilerle, mobilizasyon grafisinde bilgisayarlı tomografiye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha yüksek ölçülmüştür ( $p=0,008$ ) (Tablo 7). Benzer şekilde, L4 insidansı, bilgisayarlı tomografide  $11,00 \pm 9,21^\circ$ , mobilizasyon grafisinde ise  $15,13 \pm 10,12^\circ$  olarak bulunmuş ve aradaki fark anlamlı olarak değeriendirilmiştir ( $p=0,029$ )(Tablo 7). Ayrıca, L5 insidansında da anlamlı bir artış tespit edilmiştir. Postoperatif bilgisayarlı tomografide  $25,22 \pm 11,71^\circ$  olan değeri, mobilizasyon grafisinde  $29,98 \pm 13,84^\circ$  olarak kaydedilmiştir ( $p=0,032$ )(Tablo 7). Özellikle L3, L4 ve L5 vertebra insidans değeriilerinin mobilizasyon grafisinde, bilgisayarlı tomografiye kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek ölçülmüş olması dikkat çekicidir. Bu fark, muhtemelen hastanın pozisyonuna bağlı olarak yük aktarımı ve omurga hizalanmasının değerişmesinden kaynaklanmakta; ayakta çekilen mobilizasyon grafisinin, yük taşıyan fizyolojik duruma daha yakın verileri sunduğunu düşündürmektedir. Buna karşın, pelvik insidans değeriileri iki yöntem arasında

benzer bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermemiştir ( $p=0,393$ )(Tablo 7) . Bu da, söz konusu parametrenin pozisyonundan bağımsız, statik karakterini bir kez daha doğrulamaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, cerrahi sonrası değerlendirmenin yalnızca bir görüntüleme yöntemiyle sınırlı kalmaması gerektiğini, yük altındaki omurga hizalanmasını daha iyi yansıtan fonksiyonel grafilerin (mobilizasyon grafisi gibi) özellikle vertebral insidanslar açısından tamamlayıcı nitelikte olduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle, cerrahi sonrası takiplerde hem anatomik yapıyı hem de fonksiyonel durumu değerlendirecek çok yönlü bir yaklaşım benimsenmesi önerilmektedir.

Spinopelvik parametrelerdeki değişiklikler ile bel ağrısı sonuçları arasındaki ilişkiyi araştıran çeşitli çalışmalarda karışık sonuçlar elde edilmiştir. Tan ve arkadaşları da posterior lomber interbody artrodez uygulanan dejeneratif lomber bozuklukları olan hastaları retrospektif olarak analiz etmiş ve tek seviyeli füzyonlarda, optimal spinopelvik hizalamaya uygun olarak PI-LL eşleşmesine sahip bireylerin ağrı ve sakatlıkta daha fazla iyileşme gösterdiklerini bildirmiştir (114). Öte yandan, Hikata ve arkadaşları, ameliyat öncesi spinopelvik parametrelerin lomber spinal stenoz hastalarında dekompresyon ameliyatı sonrası klinik sonuçlarla ve VAS skorlarıyla anlamlı bir korelasyon göstermediğini ortaya koymuştur(115). Bu çalışmada ise radyolojik parametrelerdeki değişim ile VAS skorlarındaki değişim arasındaki korelasyon analizleri, hem erken hem geç dönemlerde anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Bu durum, spinopelvik parametrelerdeki iyileşmenin klinik semptomların düzelmesinde doğrudan belirleyici olmayabileceğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, ağrı azalması ve fonksiyonel iyileşmenin yalnızca radyolojik parametrelerle açıklanamayacağı; nörolojik dekompresyonun etkisi, yumuşak doku iyileşmesi ve bireysel ağrı algısı gibi multifaktöriyel etmenlerin de dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, spinal stabilizasyon cerrahisinin hem anatomik hem de semptomatik düzeyde önemli kazanımlar sağladığını ortaya koymakta, ancak klinik sonuçların yalnızca görüntüleme verileri üzerinden öngörülmesinin sınırlı olabileceğine işaret etmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, kısa segment posterior stabilizasyon cerrahisinin belirli spinopelvik parametrelerde düzelme sağladığını, nörojenik kladikasyon, ağrı ve motor defisitlerde klinik iyileşmeye katkıda bulunduğunu,

ancak radyolojik değişimlerin ağrı skorlarıyla doğrudan ilişkili olmadığını göstermektedir. Bu çalışmanın retrospektif tasarımı, sınırlı örneklem büyüklüğü ve ölçüm farklılıkları, elde edilen sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Gelecekteki prospektif ve çok merkezli çalışmalarda, daha geniş hasta gruplarıyla spinopelvik parametrelerin uzun dönemli klinik etkileri ve farklı cerrahi teknikler karşılaştırılabilir.



## 6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kısa segment posterior stabilizasyon cerrahisinin sagittal dengeyi oluşturan temel spinopelvik parametreler üzerindeki etkisi ve bu parametrelerdeki değişimlerin bel ağrısı ile olan ilişkisi kapsamlı şekilde değerlendirilmiştir. Sakral slop ve alt lomber vertebra insidanslarında izlenen anlamlı artışlar, cerrahinin bölgesel biyomekanik dengeyi yeniden tesis ettiğini göstermektedir. Bununla birlikte, pelvik insidans gibi sabit morfolojik parametrelerde anlamlı değişiklik saptanmamış olup, bu da cerrahinin anatomik bütünlüğü koruyarak fonksiyonel restorasyon sağladığını düşündürmektedir. VAS skorlarındaki belirgin düşüşler cerrahi müdahalenin klinik etkinliğini teyit etse de, spinopelvik parametrelerdeki değişimlerle bu skorlar arasında anlamlı korelasyon bulunmamıştır. Bu bulgu, ağrı ve fonksiyonel iyileşmenin yalnızca radyolojik parametrelerle açıklanamayacağını; nörolojik dekompresyon, yumuşak doku iyileşmesi ve bireysel ağrı algısı gibi çoklu faktörlerin birlikte etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, kısa segment posterior stabilizasyon, sagittal dengeyi desteklerken klinik iyileşmeye katkı sağlayan etkili bir cerrahi yöntemdir; ancak cerrahi etkinliğin değerlendirilmesinde sadece görüntüleme verilerine değil, hasta bazlı klinik parametrelere de odaklanan bütüncül yaklaşımlar benimsenmelidir.

Sınırlı sayıda hasta ile retrospektif şekilde yaptığımız bu çalışmanın, daha büyük örneklem ile prospektif şekilde planlanabilecek çalışmalara yol gösterici olabileceğini düşünmekteyiz.

## 7.KAYNAKÇA

1. World Health Organization. (2023, June 19). Low back pain [Fact sheet]. Retrieved June 15, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/low-back-pain>
2. Kafadar, S., Gezgin, İ., & Yücetaş, S. C. (2021). Opere edilen lomber disk hernili hastalarda sagittal denge parametreleri ile herniasyon seviyesi arasındaki ilişki [in Turkish]. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 11(1), 89–93. <https://doi.org/10.5505/kjms.2021.88786>
3. Subramaniam K. Srimand Bhagavatam. Mumbai, India: Bharatiya Vidya Bhavan; 1979
4. Satapatha Brahmana. Part XII.2,4,12,14
5. Plato. (n.d.). Timaeus (B. Jowett, Trans.). The Internet Classics Archive. Retrieved May 15, 2025, from <https://classics.mit.edu/Plato/timaeus.html>
6. Braun GL. Kinesiology: from Aristotle to the twentieth century. *Res Q*. 1941;12(2):164–173
7. Roussouly, P., & Nishant, N. (2019). Historical background of spinal sagittal balance. In P. Roussouly, J. L. Pinheiro-Franco, H. Labelle, & M. Gehrchen (Eds.), *Sagittal balance of the spine: From normal to pathology: A key for treatment strategy* (pp. 1–10). Georg Thieme Verlag. <https://doi.org/10.1055/b-0039-171397>
8. Goodrich JT. History of spine surgery in the ancient and medieval worlds. *Neurosurg Focus*. 2004; 16(1):E2
9. Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis*. 2009; 4:6
10. Gurunluoglu R, Gurunluoglu A. Paul of Aegina: landmark in surgical progress. *World J Surg*. 2003; 27(1):18–25
11. Naderi S, Acar F, Mertol T, Arda MN. Functional anatomy of the spine by Avicenna in his eleventh century treatise *Al-Qanun fi al-Tibb* (The canons of medicine). *Neurosurgery*. 2003; 52(6):1449–1453, discussion 1453–1454
12. Naderi S, Acar F, Arda MN. History of spinal disorders and cerrahiyetülhaniye: a review of a Turkish treatise written by Şerefeddin Sabuncuoğlu in 15th century. *J Neurosurg*. 2002; 96:352–356
13. Benini A, Bonar SK. Andreas Vesalius 1514–1564. *Spine*. 1996; 21(11):1388–1393, 1514–1564
14. Novell JR. From da Vinci to Harvey: the development of mechanical analogy in medicine from 1500 to 1650. *J R Soc Med*. 1990; 83(6):396–398
15. Weber W, Weber E. *Die Mechanics of the Human Walking Apparatus (Mechanics of the Human Walking Apparatus)* (in German). Böttingen, Germany: Dietrich; 1836
16. Weber EH. Anatomical and physiological tests on some systems of human spine mechanism (in German). *Arch Anat Physiol*. 1827; 1:240–271
17. During J, Goudfrooij H, Keessen W, Beeker TW, Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine*. 1985; 10(1):83–87
18. Hasegawa, K., & Dubousset, J. F. (2022). Cone of economy with the chain of balance—Historical perspective and proof of concept. *Spine Surgery and Related Research*, 6(4), 337–349. <https://doi.org/10.22603/ssrr.2022-0038>
19. Lafage V, Diebo BG, Schwab F. Sagittal spino-pelvic alignment: from the theory to clinical application. *Editorial Médica Panamericana*; 2014;1:1–86 .

20. Dubousset J (1994) Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein S (ed) *The pediatric spine: principles and practice*. Raven Press, New York, pp 479–496
21. Bae, J., Lee, S.-H., Shin, S.-H., Seo, J. S., Kim, K. H., & Jang, J.-S. (2016). Radiological analysis of upper lumbar disc herniation and spinopelvic sagittal alignment. *European Spine Journal*, 25(5), 1382–1388. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4382-y>
22. Le Huec, J. C., Thompson, W., Mohsinaly, Y., Barresi, L., & Faundez, A. (2019). Sagittal balance of the spine. *European Spine Journal*, 28(9), 1889–1905. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06083-1>
23. Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy J-P (2009) Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine* 34:1828–1833. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181a13c08>
24. Schwab, F., Ungar, B., Blondel, B., Buchowski, J., Coe, J., Deinlein, D., ... & Lafage, V. (2013). Scoliosis Research Society–Schwab adult spinal deformity classification: a validation study. *Spine*, 38(18), 818–825. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31827f80ef>
25. Lafage, V., Schwab, F., Patel, A., & Hawkinson, N. (2009). Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adult spinal deformity. *Spine*, 34(17), E599–E606 <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181aad219>
26. Boulay, C., Tardieu, C., Hecquet, J., Benaim, C., Marty, C., Prat-Pradal, D., & Legaye, J. (2006). Sagittal alignment of the spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *European Spine Journal*, 15(4), 415–422. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-0955-6>
27. Zhu, Z., Xu, L., Zhu, F., Wang, B., Liu, Z., Qiao, J., & Qiu, Y. (2014). Quantitative evaluation of correlation between lumbosacral lordosis and pelvic incidence in Han Chinese adults. *Spine*, 39(20), E1231–E1236. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000496>
28. Kim, S.-B., Jeon, T.-S., Heo, Y.-M., Lee, W.-S., Yi, J.-W., Kim, T.-K., & Hwang, C.-M. (2009). Radiographic results of single-level transforaminal lumbar interbody fusion in degenerative lumbar spine disease: Focusing on changes of segmental lordosis in fusion segment. *Clinics in Orthopedic Surgery*, 1(4), 207–213. <https://doi.org/10.4055/cios.2009.1.4.207>
29. Radiopaedia. (n.d.). Coronal and sagittal balance [Radiographic image]. Radiopaedia. Retrieved June 9, 2025, from <https://radiopaedia.org/cases/coronal-and-sagittal-balance#image-26636397>
30. Cosgun, Z., & Dağıstan, E. (2019). Effects of sagittal balance differences on spondylolisthesis. *Acta Ortopédica Brasileira*, 27(2), 89–93. <https://doi.org/10.1590/1413-785220192702205665>
31. Labelle, H., Roussouly, P., Berthonnaud, E., Transfeldt, E., O'Brien, M., Chopin, D., Hresko, T., & Dimnet, J. (2004). Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: A correlation study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29(18), 2049–2054. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000138279.53439.cc>
32. Hresko, M. T., Labelle, H., Roussouly, P., & Berthonnaud, E. (2007). Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: Possible rationale for reduction. *Spine (Phila Pa 1976)*, 32(20), 2208–2213. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31814b2cee>
33. McAviney, J., Schulz, D., Bock, R., Harrison, D. E., & Holland, B. (2005). Determining the relationship between cervical lordosis and neck complaints. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28(3), 187–193. [https://www.chiro.org/Conditions/Determining\\_the\\_Relationship.shtml](https://www.chiro.org/Conditions/Determining_the_Relationship.shtml)
34. Zhu, Z., Xu, L., Zhu, F., Wang, B., Liu, Z., Qiao, J., & Qiu, Y. (2021). Sagittal spinal alignment in asymptomatic Chinese juveniles and adolescents: A large cohort study and comparative meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 16, 92. <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02592-2>

35. Lin, R. M., Jou, I. M., & Yu, C. Y. (1992, March). Lumbar lordosis: Normal adults. *Journal of the Formosan Medical Association*, 91(3), 329–333. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1354697/>,
36. Harrison, D. E., Haas, J. W., Moustafa, I. M., Betz, J. W., & Oakley, P. A. (2024). Can the mismatch of measured pelvic morphology vs. lumbar lordosis predict chronic low back pain patients? *Journal of Clinical Medicine*, 13(8), 2178. <https://doi.org/10.3390/jcm13082178>
37. Spine-Health. (n.d.). Spinal anatomy and back pain [Illustration]. Retrieved June 11, 2025, from <https://spinehealth.org/article/spine-anatomy/>
38. Precision Pain Care & Rehab. (2021, July 30). Spinal anatomy and what can go wrong. Retrieved June 11, 2025, from <https://www.precisionpaincarerehab.com/blog/spinal-anatomy-and-what-can-go-wrong-26444.html>
39. Grubb SA, Lipscomb HJ, Coonrad RW: Degenerative adult onset scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 13:241-245, 1988
40. Ateş, Ö., Çağlar, Ş., Çağlı, S., Çaylı, S., Dalbayrak, S., Dalgıç, A., ... Avcı, E. (Ed.). (2021, April). Omurga deformiteleri (Sayı 91) [Bülten; in Turkish]. *Türk Nöroşirürji Derneği Spinal ve Periferik Sinir Cerrahisi Öğretim ve Eğitim Grubu*. <https://www.spinetr.com/uploads/files/bulten/bulten-91.pdf>
41. Tao, Y., Galbusera, F., Niemeyer, F., Samartzis, D., Vogele, D., & Wilke, H.-J. (2021). Radiographic cervical spine degenerative findings: A study on a large population from age 18 to 97 years. *European Spine Journal*, 30(2), 431–443. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06615-0>
42. Anatomy.app. (n.d.). Intervertebral disc [Digital image]. Anatomy.app. Retrieved June 15, 2025, from <https://anatomy.app/encyclopedia/intervertebral-discs>
43. Karchevskaya, A. E., Poluektov, Y. M., & Korolishin, V. A. (2023). Understanding intervertebral disc degeneration: Background factors and the role of initial injury. *Biomedicines*, 11(10), 2714. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11102714>
44. Urban, J. P. G., & McMullin, J. F. (1988). Swelling pressure of the lumbar intervertebral discs: Influence of age, spinal level, composition, and degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*, 13(2), 179–187. <https://doi.org/10.1097/00007632-198802000-00009>
45. Crump, K. B., Alminnawi, A., Bermudez-Lekerika, P., Compte, R., Gualdi, F., McSweeney, T., Muñoz-Moya, E., Nüesch, A., Geris, L., Dudli, S., Karppinen, J., Noailly, J., Le Maitre, C., & Gantenbein, B. (2023). Cartilaginous endplates: A comprehensive review on a neglected structure in intervertebral disc research. *JOR Spine*, 6(4), Article e1294. <https://doi.org/10.1002/jsp2.1294>
46. Roberts, S., Menage, J., & Urban, J. P. (1989). Biochemical and structural properties of the cartilage end-plate and its relation to the intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)*, 14(2), 166–174. <https://doi.org/10.1097/00007632-198902000-00005>
47. Malandrino, A., Lacroix, D., Hellmich, C., Ito, K., Ferguson, S. J., & Noailly, J. (2014). The role of endplate poromechanical properties on the nutrient availability in the intervertebral disc. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22(7), 1053–1060. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.05.005>
48. De Geer, C. M. (2017). Intervertebral disk nutrients and transport mechanisms in relation to disk degeneration: A narrative literature review. *Journal of Chiropractic Medicine*, 17(2), 97–105. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2017.11.006>
49. Hadjipavlou, A. G., Tzermiadianos, M. N., Bogduk, N., & Zindrick, M. R. (2008). The pathophysiology of disc degeneration: A critical review. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 90(10), 1261–1270. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B10.20910>
50. Yan, X., Wang, X., Che, Y., Feng, P., & Zhang, T. (2025, June 11). Immunological mechanisms and immunoregulatory strategies in intervertebral disc degeneration. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.09336>

51. Curtis, L., Dua, A., Shah, N., & Padalia, D. (2025, January). Facet joint disease. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Retrieved June 15, 2025, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541049/>
52. Genevay, S., & Atlas, S. J. (2010). Lumbar spinal stenosis. *Best Practice & Research: Clinical Rheumatology*, 24(2), 253–265. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2009.11.001>
53. Lee, S., Lee, J. W., Yeom, J. S., Kim, K.-J., Kim, H.-J., Chung, S. K., & Kang, H. S. (2010, April). A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *American Journal of Roentgenology*, 194(4), 1095–1098. <https://doi.org/10.2214/AJR.09.2772>
54. Fukuyama, S., Nakamura, T., Ikeda, T., & Takagi, K. (1995). The effect of mechanical stress on hypertrophy of the lumbar ligamentum flavum. *Journal of Spinal Disorders*, 8(2), 126–130
55. Jang, J.-S., An, S.-H., & Lee, S.-H. (2004). Clinical analysis of extraforaminal entrapment of L5 in the lumbosacral spine. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 36(6), 383–387
56. Atlas, S. J., & Deyo, R. A. (2001, February). Evaluating and managing acute low back pain in the primary care setting. *Journal of General Internal Medicine*, 16(2), 120–131. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1497.2001.91141.x>
57. Deng, F., Gaillard, F., & Sharma, R. (2021). Lumbar spinal stenosis (grading). *Radiopaedia*. <https://doi.org/10.53347/rid-92649>
58. Wu, L., Munakomi, S., & Cruz, R. (2024, January 30). Lumbar spinal stenosis. In StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Retrieved June 16, 2025, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK531493/>
59. Altinel, F., & Yerli, H. (2020). Clinical and radiological analysis of dural sac diameter in lumbar spinal stenosis. *EJMI*, 4(2), 149–154. <https://doi.org/10.14744/ejmi.2020.74832>
60. Lotan, R., Shaulov, M., Lan, I., Sakhnini, M., Zaidman, M., & Hershkovich, O. (2025, March 12). MRI underestimates lumbar spinal canal cross-sectional area compared to CT in patients with lumbar spinal stenosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20, Article 268. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05653-y>
61. Wiltse, L. L., Newman, P. H., & Macnab, I. (1976). Classification of spondylolysis and spondylolisthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 117, 23–29. <https://doi.org/10.1097/00003086-197606000-00003>
62. Boden SD, Wiesel SW. Lumbosacral Segmental Motion in Normal Individuals Have We Been Measuring Instability Properly?: *Spine*. 1990 Jun;15(6):571–6.
63. Maxfield, B. A., & Davis, K. W. (2016). Pediatric considerations in sports-specific injuries. In A. Maffulli, M. Davies, & R. C. Shelbourne (Eds.), *Imaging in sports-specific musculoskeletal injuries* (pp. 721–784). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14307-1\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14307-1_27)
64. Gallagher, B., Moatz, B., & Tortolani, P. J. (2020). Classifications in spondylolisthesis. *Seminars in Spine Surgery*, 32(1), 100802. <https://doi.org/10.1016/j.semss.2020.100802>
65. García-Ramos, C. L., Valenzuela-González, J., Baeza-Álvarez, V. B., Rosales-Olivarez, L. M., Alpizar-Aguirre, A., & Reyes-Sánchez, A. (2020). Degenerative spondylolisthesis I: General principles. *Acta Ortopédica Mexicana*, 34(5), 324–328. <https://doi.org/10.35366/97997>
66. Meyerding, H. W. (1932). Spondylolisthesis. *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, 54, 371–377.
67. Nguyen, T., Chae, D.-S., Park, S.-J., Kang, K.-Y., & Yoon, J. (2021). Deep learning system for Meyerding classification and segmental motion measurement in diagnosis of lumbar spondylolisthesis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 65, Article 102371. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2020.102371>

68. Katz, J. N., & Harris, M. B. (2008). Clinical practice: Lumbar spinal stenosis. *The New England Journal of Medicine*, 358(8), 818–825. <https://doi.org/10.1056/NEJMc0708097>
69. Katz, J. N., Zimmerman, Z. E., Mass, H., & Makhni, M. C. (2022). Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis: A review. *JAMA*, 327(17), 1688–1699. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.5921>
70. Moore, D. W. (2024, February 1). Lower extremity spine & neuro exam. *Orthobullets*. Retrieved June 21, 2025, from <https://www.orthobullets.com/spine/2002/lower-extremity-spine-and-neuro-exam>
71. Glynn, M., & Drake, W. M. (Eds.). (2017). *Hutchison's Clinical Methods: An integrated approach to clinical practice* (24th ed.). Elsevier.
72. McNeely ML, Torrance G, Magee DJ. A systematic review of physiotherapy for spondylolysis and spondylolisthesis. *Manual Therapy*. 2003 May;8(2):80–91.
73. Alzahrani, A. S., Alamer, M. A., & Alkhayri, M. M. (2023). Traumatic lumbar spondylolisthesis: A case report and review of literature. *Journal of Neurosciences in Rural Practice*, 15(2), 377–380. [https://doi.org/10.25259/JNRP\\_330\\_2023](https://doi.org/10.25259/JNRP_330_2023)
74. Delitto, A., et al. (2012). Low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(4), A1–A57. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.42.4.A1>
75. Zaina, F., Tomkins-Lane, C., Carragee, E., & Negrini, S. (2016). Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1, CD010264. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010264.pub2>
76. Mobbs, R. J., Li, J., Sivabalan, P., Raley, D., & Rao, P. J. (2014). Outcomes after decompressive laminectomy for lumbar spinal stenosis: Comparison between minimally invasive unilateral laminectomy for bilateral decompression and open laminectomy: Clinical article. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 21(2), 179–186. <https://doi.org/10.3171/2014.4.SPINE13420>
77. Tung, K.-K., Lee, C.-H., Chuang, L.-J., Chiu, Y.-C., Fang, H.-Y., Lin, C.-H., ... Chen, C.-M. (2023). Comparison of radiographic and clinical outcomes between ALIF, OLIF, and TLIF over 2-year follow-up: a comparative study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 158. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-03652-5>
78. Yang, H., Liu, J., Hai, Y., & Han, B. (2023). What are the benefits of lateral lumbar interbody fusion on the treatment of adult spinal deformity: A systematic review and meta-analysis. *Global Spine Journal*, 13(1), 172–187. <https://doi.org/10.1177/21925682221089876>
79. Chang, M. C., Kim, G.-U., Choo, Y. J., & Lee, G. W. (2021). Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus oblique lumbar interbody fusion (OLIF) in interbody fusion technique for degenerative spondylolisthesis: A systematic review and meta-analysis. *Life*, 11(7), Article 696. <https://doi.org/10.3390/life11070696>
80. Orief, T., Alfawareh, M., Halawani, M., Attia, W., & Almusrea, K. (2018). Accuracy of percutaneous pedicle screw insertion in spinal fixation of traumatic thoracic and lumbar spine fractures. *Surgical Neurology International*, 9, 78. [https://doi.org/10.4103/sni.sni\\_5\\_18](https://doi.org/10.4103/sni.sni_5_18)
81. Cholewicki, J., Shah, K. R., & McGill, K. C. (2006). The effects of a 3-week use of lumbosacral orthoses on proprioception in the lumbar spine. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(4), 225–231. <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.4.225>
82. Akbar, M. S., Syafar, M., Thamrin, Y., Aras, D., Maidin, A., & Arsyad, M. (2025). Impact of lumbar support on pain reduction in low back pain patients: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Narra J*, 5(1), e2165. <http://doi.org/10.52225/narra.v5i1.2165>

83. Möller, H., & Hedlund, R. (2000). Surgery versus conservative management in adult isthmic spondylolisthesis: A prospective randomized study. *Spine*, 25(13), 1711–1715. <https://doi.org/10.1097/00007632-200007010-00016>
84. Akıncı, A. T., & Ateş, Ö. (2022, January). Degenerative spondylolisthesis: Patient selection for surgical treatment [in Turkish]. *Bulletin of Spinal and Peripheral Nerve Surgery*, 94, 37–45. [https://www.spinalbulten.com/uploads/pdf\\_400.pdf](https://www.spinalbulten.com/uploads/pdf_400.pdf)
85. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N, McCulloch PC, Robbins AB, Moreno MR, Harris JD. Validation of digital visual analog scale pain scoring with a traditional paper-based visual analog scale in adults. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Global research & reviews*. 2018 Mar;2(3).
86. Yale University. (n.d.). Visual analogue scale for palliative care pain assessment [Screen capture]. In IM: Palliative Care – Visual Analogue Scale. Retrieved June 18, 2025, from <https://assessment-module.yale.edu/im-palliative/visual-analogue-scale>
87. Mattiuzzi, C., Lippi, G., & Bovo, C. (2020). Current epidemiology of low back pain. *Journal of Hospital Management and Health Policy*, 4, 15.
88. Garg, A., Pathak, H., Churyukanov, M. V., Uppin, R. B., & Slobodin, T. M. (2020). Low back pain: critical assessment of various scales. *European Spine Journal*, 29(3), 503–518.
89. Ferreira, M. L., De Luca, K., Haile, L. M., Steinmetz, J. D., Culbreth, G. T., Cross, M., ... & Mahmoodpoor, A. (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology*, 5(6), e316–e329.
90. Thijs, D., Kashtiar, A., Beldé, S., & Van de Kelft, E. (2025). Surgical Management of Lower Back Pain: Is Optimizing Spinopelvic Alignment Beneficial for Patient Outcomes?. *Life*, 15(6), 833.
91. Abelin-Genevois, K. (2021). Sagittal balance of the spine. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 107(1), 102769.
92. Vrtovec, T., & Ibragimov, B. (2022). Spinopelvic measurements of sagittal balance with deep learning: systematic review and critical evaluation. *European Spine Journal*, 31(8), 2031–2045.
93. Paksoy, K., & Abdioğlu, A. A. (2024). Correlation of acute back pain and sagittal balance acute sagittal imbalance: A new term?. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, 41(1), 108–111.
94. Presciutti, S. M., Louie, P. K., Khan, J. M., Basques, B. A., Saifi, C., Dewald, C. J., ... & An, H. S. (2018). Sagittal spinopelvic malalignment in degenerative scoliosis patients: isolated correction of symptomatic levels and clinical decision-making. *Scoliosis and spinal disorders*, 13(1), 28.
95. Yu, D., Zhang, Y., Li, X., Wang, W., Li, Z., & Xiao, J. (2025). Efficacy and safety of posterior short-segment versus long-segment pedicle screws fixation for thoracolumbar burst fractures: A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 104(23), e42699. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000042699>
96. Aly, T. A. (2017). Short segment versus long segment pedicle screws fixation in management of thoracolumbar burst fractures: meta-analysis. *Asian spine journal*, 11(1), 150.
97. Lin, C. L., Chou, P. H., Fang, J. J., Huang, K. Y., & Lin, R. M. (2018). Short-segment decompression and fixation for thoracolumbar osteoporotic fractures with neurological deficits. *Journal of International Medical Research*, 46(8), 3104–3113.
98. Sallam, A. M., Abdel Ghany, W. A., Ali, A. K., Habib, M. A., Toubar, A. F., Kabil, M. S., ... & Nada, M. A. (2018). Short-segment posterior fixation with index level screws versus long-segment posterior fixation for thoracolumbar spine fracture: angle of correction and pain. *Egyptian Journal of Neurosurgery*, 33(1), 11.

99. Hey, H. W. D., Low, T. L., Soh, H. L., Tan, K.-A., Tan, J.-H., Tan, T. H., Thomas, A. C., Liu, G. K.-P., Wong, H.-K., & Tan, J. H. J. (2024). Prevalence and risk factors of degenerative spondylolisthesis and retrolisthesis in the thoracolumbar and lumbar spine: An EOS study using updated radiographic parameters. *Global Spine Journal*, 14(4), 1137–1147. <https://doi.org/10.1177/21925682221134044>
100. Orthobullets. (n.d.). Lumbar spinal stenosis. Retrieved July 14, 2025, from <https://www.orthobullets.com/spine/2037/lumbar-spinal-stenosis>
101. Cho, I. Y., Park, S. Y., Park, J. H., Suh, S. W., & Lee, S. H. (2017). MRI findings of lumbar spine instability in degenerative spondylolisthesis. *Journal of Orthopaedic Surgery*, 25(2). <https://doi.org/10.1177/2309499017718907>
102. Kaplar, Z., & Wang, Y.-X. J. (2016). South Korean degenerative spondylolisthesis patients had surgical treatment at earlier age than Japanese, American, and European patients: A published literature observation (arXiv:1610.09359) [Preprint]. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1610.09359>
103. Ishimoto, Y., Yoshimura, N., Muraki, S., Yamada, H., Nagata, K., Hashizume, H., Takiguchi, N., Minamide, A., Oka, H., Kawaguchi, H., Nakamura, K., Akune, T., & Yoshida, M. (2013). Associations between radiographic lumbar spinal stenosis and clinical symptoms in the general population: The Wakayama Spine Study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 21(6), 783–788. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.02.656>
104. El-Sayed El-Mor, E., Ragab, A., & Mansour, M. E. (2019). Transpedicular screw fixation for degenerative lumbar spine stenosis with segmental instability. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 76(3), 3791–3796. <https://doi.org/10.21608/ejhm.2019.41340>
105. Wang, P. T., Zhang, J. N., Liu, T. J., Yang, J. S., & Hao, D. J. (2022). Comparison of degenerative lumbar spondylolisthesis and isthmic lumbar spondylolisthesis: Effect of pedicle screw placement on proximal facet invasion in surgical treatment. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), Article 6. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04962-7>
106. Zhang, L., Dong, J., Feng, X., & Sun, Y. (2015). Limited unilateral decompression and bilateral pedicle screw fixation with fusion for lumbar spinal stenosis with unilateral radiculopathy: A retrospective analysis of 25 cases. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 58(1), 65–71. <https://doi.org/10.3340/jkns.2015.58.1.65>
107. Park, S. J., Lee, C. S., Park, J. S., & Kang, D. H. (2025). Are Surgical Outcomes Different According to Baseline Balance Status in Elderly Patients with Degenerative Sagittal Imbalance?. *Spine*, 50(6), 395-404.
108. Lenz, M., Oikonomidis, S., Hartwig, R., Gramse, R., Meyer, C., Scheyerer, M. J., ... & Bredow, J. (2022). Clinical outcome after lumbar spinal fusion surgery in degenerative spondylolisthesis: a 3-year follow-up. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 142(5), 721-727.
109. Simon, J., Longis, P. M., & Passuti, N. (2017). Correlation between radiographic parameters and functional scores in degenerative lumbar and thoracolumbar scoliosis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 103(2), 285-290.
110. Shao, X., Liu, H., Wu, J., Qian, Z., Qu, R., & Liu, T. (2022). A retrospective comparative study of postoperative sagittal balance in isthmic L5–S1 spondylolisthesis using single segment or two-segment pedicle screw fixation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23, 145. <https://doi.org/10.1186/s12891-022-05098-y>
111. Zhang, G., Yang, Y., Hai, Y., Li, J., Xie, X., & Feng, S. (2020). Analysis of lumbar sagittal curvature in spinal decompression and fusion for lumbar spinal stenosis patients under Roussouly classification. *BioMed Research International*, 2020, Article 8078641. <https://doi.org/10.1155/2020/8078641>

112. Legaye, J. (2007). The femoro sacral posterior angle: An anatomical sagittal pelvic parameter usable with dome shaped sacrum. *European Spine Journal*, 16(2), 219–225. <https://doi.org/10.1007/s00586-006-0090-3>
113. Li, G., Wang, S., Passias, P., Xia, Q., Li, G., & Wood, K. (2009). Segmental in vivo vertebral motion during functional human lumbar spine activities. *European Spine Journal*, 18(7), 1013–1021. <https://doi.org/10.1007/s00586-009-0936-6>
114. Tan, L. X., Du, X. K., Tang, R. M., Rong, L. M., & Zhang, L. M. (2023). Effect of spinal-pelvic sagittal balance on the clinical outcomes after lumbar fusion surgery. *BMC surgery*, 23(1), 334.
115. Hikata, T., Watanabe, K., Fujita, N., Iwanami, A., Hosogane, N., Ishii, K., ... & Matsumoto, M. (2015). Impact of sagittal spinopelvic alignment on clinical outcomes after decompression surgery for lumbar spinal canal stenosis without coronal imbalance. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 23(4), 451-458.



## 8.EKLER

### EK-1



BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY NON-INTERVENTIONAL CLINICAL RESEARCH ETHICS COMMITTEE APPROVAL.

Sayı : 43

13.2/2025

Konu: Kararlar

|                                                |                                                      |                                                                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BAŞVURU BİLGİLERİ<br>(APPLICATION INFORMATION) | ARAŞTIRMANIN ADI<br>(TITLE OF THE PROJECT)           | Kısa segment stabilizasyonun sagittal denge parametreleri ve klinik sonuçlar üzerine etkileri. |
|                                                | ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI<br>(TITLE OF THE PROJECT) | Effects of short segment stabilization on sagittal balance parameters and clinical outcomes.   |
|                                                | SORUMLU ARAŞTIRMACI<br>(PRINCIPAL INVESTIGATOR)      | Prof.Dr.Ali Rıza GEZİCİ                                                                        |
|                                                | DİĞER ARAŞTIRMACILAR<br>(OTHER INVESTIGATORS)        | Arş.Gör.Dr.Sena ERDOĞAN, Doç.Dr.Mustafa HIZAL                                                  |
|                                                | ARAŞTIRMA MERKEZİ<br>(RESEARCH CENTER)               | Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi                |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                         |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| KARAR<br>(DECISION) | Karar no (Decision No): 2025/40                                                                                                                                                                                                                                                            | Tarih (Date) 04.02.2025 |
|                     | Prof.Dr.Ali Rıza GEZİCİ'nin sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir. |                         |

| Üyeler                                              | Uzmanlık alanı                                      | Kurumu                              | İmzası |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Prof. Dr. Akif Hakan KURT<br>(Başkan)               | Farmakoloji                                         | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Prof. Dr. Mehmet Hayri ERKOL<br>(Başkan Yardımcısı) | Genel Cerrahi                                       | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Prof. Dr. Aslı ÇELEBİ TAYFUR<br>(Üye)               | Çocuk Sağlığı Hastalıkları<br>/Nefroloji Bilim Dalı | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Doç. Dr. Tuba TASLAMACIOĞLU DUMAN<br>(Üye)          | İç Hastalıkları Anabilim<br>Dalı                    | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Doç. Dr. Kübra DEĞİRMENÇİ<br>(Üye)                  | Protetik Diş Tedavisi                               | BAİBÜ Diş Hekimliği<br>Fakültesi    |        |
| Prof. Dr. Birgül CERİT<br>(Üye)                     | Hemşirelik Bölümü                                   | BAİBÜ Sağlık Bilimleri<br>Fakültesi |        |
| Doç.Dr.Tamer ÇANKAYA<br>(Üye)                       | Fizyoterapi ve<br>Rehabilitasyon Bölümü             | BAİBÜ Sağlık Bilimleri<br>Fakültesi |        |
| Doç.Dr.Adem SOYDAN<br>(Üye)                         | Göz Anabilim Dalı                                   | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Dr. Öğr. Üyesi Tuğba KOCAĞA<br>(Üye)                | Antrenörlük Eğitimi                                 | BAİBÜ Spor Bilimleri<br>Fakültesi   |        |
| Dr.Öğr.Üyesi Oya KALAYCIOĞLU<br>(Raportör)          | Biyoistatistik                                      | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Dr.Öğr.Üyesi Ayşenur BUZ YAŞAR<br>(Üye)             | Radyoloji Anabilim Dalı                             | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Dr.Öğr.Üyesi Kasım İlker İTAL<br>(Üye)              | Anestezi Anabilim Dalı                              | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Dr. Öğr.Üyesi İbrahim Ethem TORUN<br>(Üye)          | Fizyoloji Anabilim Dalı                             | BAİBÜ Tıp Fakültesi                 |        |
| Dr.Öğr.Üyesi Bilge MERACI YILDIRAN<br>(Üye)         | Periodontoloji Anabilim<br>Dalı                     | BAİBÜ Diş Hekimliği<br>Fakültesi    |        |
| Av. Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN<br>(Üye)                | Avukat                                              | Özel Hukuk Bürosu<br>(BOLU)         |        |