



**TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**BEL FITİĞINA BAĞLI KRONİK BEL AĞRISI OLAN  
HASTALARDA BEL FITİĞİNİN VE KLİNİK BULGULARIN  
SPİNAL STABİLİZASYON KASLARI İLE OLAN İLİŞKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**Sibel KİBAR**

**ANATOMİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. AYSUN UZ**

**ANKARA  
2023**

TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEL FITİĞİNA BAĞLI KRONİK BEL AĞRISI OLAN  
HASTALARDA BEL FITİĞİNİN VE KLİNİK BULGULARIN  
SPİNAL STABİLİZASYON KASLARI İLE OLAN İLİŞKİSİNİN  
İNCELENMESİ

Sibel KİBAR

ANATOMİ ANABİLİM DALI  
DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN  
PROF. DR. AYSUN UZ

ANKARA  
2023

## ETİK BEYAN

Ankara Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Doktora tezi olarak hazırlayıp sunduğum “Bel Fıtığına Bağlı Kronik Bel Ağrısı Olan Hastalarda Bel Fıtığının ve Klinik Bulguların Spinal Stabilizasyon Kasları İle Olan İlişkisinin İncelenmesi” başlıklı tez; bilimsel ahlak ve değerlere uygun olarak tarafımdan yazılmıştır. Tezimin fikir/hipotezi tümüyle tez danışmanım ve bana aittir. Tezde yer alan deneysel çalışma/araştırma tarafımdan yapılmış olup, tüm cümleler, yorumlar bana aittir.

Yukarıda belirtilen hususların doğruluğunu beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Sibel Kibar

Tarih:

İmza:

## KABUL VE ONAY

Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Anatomi Anabilim Dalında

Sibel Kibar tarafından hazırlanan

“Bel Fıtığına Bağlı Kronik Bel Ağrısı Olan Hastalarda Bel Fıtığının Ve Klinik Bulguların Spinal Stabilizasyon Kasları İle Olan İlişkinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından DOKTORA TEZİ olarak OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: / /

Prof. Dr. S. Tuna Karahan

Ankara Üniversitesi

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Aysun Uz

Ankara Üniversitesi

Danışman

Prof. Dr. Deniz Billur

Ankara Üniversitesi

Raportör

Doç. Dr. Ceren Günenç Beşer

Hacettepe Üniversitesi

Üye

Doç. Dr. Ayşegül Fırat

Hacettepe Üniversitesi

Üye

Tez hakkında alınan jüri kararı, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır.

İmza

Prof. Dr. Fügen Aktan

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

**KİBAR S., Bel Fıtığına Bağlı Kronik Bel Ağrısı Olan Hastalarda Bel Fıtığının Ve Klinik Bulguların Spinal Stabilizasyon Kasları İle Olan İlişkisinin İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Anatomi Anabilim Dalı, Klinik Anatomi Doktora Programı, Doktora Tezi, Ankara,2023**

Bu çalışma spinal stabilizasyon kaslarının lumbal disks hernisive kronik bel ağrısı oluşumu üzerindeki etkisinin araştırılması amacıyla yapıldı. Çalışma başlangıcında 25-65 yaş arası üç aydan uzun süreli kronik bel ağrısı şikayetiyle başvuran hasta ön değerlendirmeye alındı. Bu hastalardan kronik bel ağrısı olan ve lumbal manyetik rezonans görüntülemeye lumbal 4-5 veya lumbal 5- sakral 1 vertebra arası disk hernisi olan hastalar grup-1 (n=34), kronik bel ağrısı olup bel fıtığı olmayan hastalar grup-2 (n=32) olarak çalışmaya alındı. Hayatında hiç bel ağrısı olmamış sağlıklı gönüllülerden grup-3 (n=32) oluşturuldu. Tüm hastaların lumbal manyetik rezonans görüntüleme tetkiki yapıldı.

Hastaların manyetik rezonans görüntüleme sonuçlarından mm. multifidi, m. erector spinae, m. psoas, m. quadratus lumborum enine kesitsel alan ölçümü Image J programı kullanılarak yapıldı. Aynı program kullanılarak kas alanları içinde oluşmuş yağ doku alanlarının genişliği ölçüldü. Yağ doku alanları ve kas alanlarının birbirine oranları tespit edildi. Hastaların mm. multifidi ve m. transversus abdominis için yüzeyel elektromiyografi cihazı (Biometrics E-link ölçüm sistemi) ile kas aktivitesi ölçümleri yapıldı. Bunun yanında tüm hastaların görsel analog skala ölçümü ile bel ağrısı değerlendirmesi, Gouttalier evreleme sistemi ile paraspinal kaslardaki yağ doku içerik değerlendirmesi yapıldı.

Çalışma sonucunda mm. multifidi lumbal disk hernisi olan hastalarda (Grup-1) alanının daha küçük olduğu ( $p<0.05$ ), yağ/kas alanı oranı açısından fark olmadığı tespit edildi. M. erector spinae alanının lumbal disk hernisi olan hastalarda yani Grup-1’de, Grup-2 ve Grup-3’e göre anlamlı olarak azaldığı, aynı zamanda yağ/kas alan oranının ise anlamlı şekilde arttığı görülmüştür ( $p<0.05$ ). M. quadratus lumborum kasında Grup-1’de kas alanının belirgin azaldığı ve yağ/kas alanı oranının Grup-3’e göre arttığı görüldü ( $p<0.05$ ). Kas aktivitesi değerlendirmelerinde üç grup arasında anlamlı fark saptanamadı. Kas alanları ve kas aktiviteleri arasında anlamlı ilişki görülmeydi. ( $p>0.05$ ). M. erektor spinae ve m. psoas yağ infiltrasyonu-kas alanı oranlarına bakıldığında orta düzeyde kas aktivitesinde azalmayla ilişkisi olduğunu tespit edildi ( $r=-0,404$  ve  $r=-0.407$ ).

Gelecekte lumbal disk hernisi olan hastalarda farklı egzersiz programlarıyla stabilizatör kaslardaki yağ/kas doku oranlarındaki iyi yönde değişimin gözlenebileceği çalışmalar yapılabilir.

**Anahtar kelimeler:** Lumbal disk hernisi, spinal stabilizasyon kasları, enine kesit alanı, yağ infiltrasyonu, kas aktivitesi

## SUMMARY

**The Investigation of the Relationship Between the Lumbar Disc Hernia and Clinical Findings with Spinal Stabilization Muscles in Patients with Chronic Low Back Pain Due to Lumbar Disc Hernia, Ankara University Graduate School of Health Sciences, Department of Anatomy, Clinical Anatomy PhD Program, PhD Thesis, Ankara, 2023**

This study was carried out to investigate the effect of spinal stabilization muscles on the occurrence of lumbar disc herniation and chronic low back pain. At the beginning of the study, patients between the ages of 25-65 who applied with the complaint of chronic low back pain for more than three months were included in the preliminary evaluation. Among these patients, patients with chronic low back pain and lumbar 4-5 or lumbar 5-sacral disc herniation on lumbar magnetic resonance imaging Group-1 (n=34), patients with chronic low back pain without hernia Group-2 (n=32) were included in the study. Group-3 (n= 32) was formed from healthy volunteers who had never had low back pain in their life. Lumbar magnetic resonance imaging was performed in all patients.

Cross-sectional area measurement of the patients' magnetic resonance imaging results to the mm. multifidi, erector spina, psoas major, quadratus lumborum muscles was performed using the Image J program. Using the same program, the width of the fat infiltration areas within the muscle areas was measured. The ratios of fat infiltration areas and muscle areas were taken. Muscle activity measurements were made with the superficial electromyography device (Biometrics E-link measurement system) for the multifidus muscle and the transversus abdominis muscle of the patients. In addition, all patients were evaluated for low back pain by visual analog scale measurement, and fat infiltration in the paraspinal muscles was evaluated with the Gouttalier staging system.

As a result of the study, it was determined that the area of the multifidus muscle in patients with lumbar disc hernia (Group-1) was smaller ( $p<0.05$ ), and there was no difference in terms of fat/muscle ratio. According to Group-2 and Group-3, the area of the erector spina muscle (Group-1) in patients with lumbar disc hernia. It was determined that the area of the erector spinae muscle in patients with lumbar disc hernia (Group-1) decreased significantly compared to Group-2 and Group-3, while the fat/muscle ratio increased significantly ( $p<0.05$ ). In the quadratus lumborum muscle, it was observed that the muscle area decreased significantly in Group-1 and the fat/muscle ratio increased compared to Group-3 ( $p<0.05$ ). There was no significant difference between the three groups in muscle activity evaluations. No significant relationship was found between muscle areas and muscle activities. ( $p>0.05$ ). When we look at the fat infiltration-muscle area ratios in the erector spinae muscle and psoas muscle, we found that it is associated with a moderate decrease in muscle activity. ( $r=-0.404$  and  $r=-0.407$ ).

In the future, studies can be conducted to observe the positive changes in the fat/muscle infiltration ratios in the stabilizer muscles with different exercise programs in patients with lumbar disc hernia.

**Key words:** Lumbar disc hernia, spinal stabilization muscles, cross-sectional area, fat infiltration, muscle activity

# İÇİNDEKİLER

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| Etik Beyan              | ii  |
| Kabul ve Onay           | ii  |
| Özet                    | iii |
| Summary                 | iv  |
| İçindekiler             | v   |
| Önsöz                   | xi  |
| Simgeler ve Kısaltmalar | ix  |
| Şekiller                | x   |
| Çizelgeler              | xii |

## 1. GİRİŞ 1

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Amaç                                                               | 1  |
| 1.2. Genel bilgiler                                                     | 2  |
| 1.2.1. Lumbal bölge anatomisi                                           | 2  |
| 1.2.1.1. Vertebrae lumbales'in yapısı                                   | 2  |
| 1.2.1.2. Lumbal fonksiyonel birim                                       | 6  |
| 1.2.1.3. Discus Intervertebralis'in yapısı                              | 6  |
| 1.2.1.4. Lumbal omurlarda yer alan eklemler                             | 9  |
| 1.2.1.5. Lumbal bölgenin bağları                                        | 11 |
| 1.2.1.6. Lumbal omurların hareketlerinde etkili olan kasların anatomisi | 14 |
| 1.2.1.7. Plexus lumbalis                                                | 18 |
| 1.2.1.8. Plexus sacralis                                                | 19 |
| 1.2.1.9. Lumbal bölgenin damarları                                      | 20 |
| 1.2.2. Lumbal omurların biyomekanigi                                    | 21 |
| 1.2.3. Lumbal disk hernisi                                              | 23 |
| 1.2.4. Spinal Stabilizasyon Egzersizlerinin Biyomekanigi                | 26 |

## 2. GEREÇ ve YÖNTEM 29

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.1. Çalışmaya katılanlar ve çalışma dizaynı        | 29 |
| 2.2. Manyetik rezonans görüntüleme ölçüm yöntemleri | 31 |
| 2.2.1. Kas alanı ölçümleri                          | 31 |
| 2.2.2. Goutallier evreleme sistemi                  | 34 |
| 2.2.3. Modifiye Pfirman evreleme sistemi            | 35 |
| 2.3. Klinik değerlendirmeler                        | 35 |
| 2.3.1. Görsel Analog Skala                          | 35 |
| 2.3.2. Modifiye Shober testi                        | 35 |
| 2.3.3. Kas aktivitesi değerlendirmesi               | 36 |
| 2.4. İstatistiksel Analiz                           | 38 |

## 3. BULGULAR 40

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. Sosyodemografik verilerin karşılaştırılması                                        | 40 |
| 3.2. Klinik verilerin Grup-1 ve Grup-2 arasındaki karşılaştırmaları                     | 41 |
| 3.3. Manyetik rezonans görüntüleme ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılma sonuçları | 43 |
| 3.4. Goutallier yağ evrelemesi gruplar arası karşılaştırma sonuçları                    | 46 |
| 3.5. Kas aktivitesi gruplar arası karşılaştırma sonuçları                               | 46 |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6. Korelasyon Analizleri                             | 46        |
| <b>4. TARTIŞMA</b>                                     | <b>50</b> |
| 4.1. Çalışma Limitasyonları, Güçlü Yönleri ve Öneriler | 61        |
| <b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>                            | <b>62</b> |
| <b>KAYNAKLAR</b>                                       | <b>63</b> |
| <b>EKLER</b>                                           | <b>71</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Onay Kararı                           | 71        |
| Ek 2. Orjinallik Raporu                                | 73        |



## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanması sırasında bilgi ve deneyimlerini aktararak bu disiplini öğrenmemde yardımlarını esirgemeyen ve her zaman yanımda duran başta Ankara Üniversitesi Anatomi ABD başkanı Prof. Dr. S. Tuna KARAHAN'a, benim için ayrı bir yeri olan ve desteğini hiç unutmayacağım tez danışmanım Prof. Dr. Aysun Uz'a, ve bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım Anatomi Anabilim Dalı'ndaki tüm doktor arkadaşlarıma ve klinikteki çalışmalarım sırasında bana destek olan yardımcı sağlık personeli arkadaşlarıma saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tüm bu çalışmalarım boyunca manevi desteklerini hep yanımda hissettiğim aileme teşekkürlerimi sunarım.

Sibel Kibar

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| <b>art.</b> | Articulatio (tekil) |
| <b>C</b>    | Coccygeal           |
| <b>L</b>    | Lumbal              |
| <b>lig</b>  | Ligamentum (tekil)  |
| <b>m.</b>   | Musculus (tekil)    |
| <b>mm.</b>  | Musculi (çoğul)     |
| <b>n.</b>   | Nervus (tekil)      |
| <b>S</b>    | Sakral              |
| <b>T</b>    | Torakal             |



## ŞEKİLLER

|             |                                                                                 |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1.  | Columna vertebralis'in genel anatomisi ve vertebrae lumbales'in omurgadaki yeri | 3  |
| Şekil 1.2.  | İkinci lumbal omurun anatomik yapısının üstten görünüşü                         | 4  |
| Şekil 1.3.  | L3 ve L4'ün anatomik yapısının arkadan görünüşü                                 | 5  |
| Şekil 1.4.  | Vertebrae lumbales'in lateralden görünümü                                       | 5  |
| Şekil 1.5.  | Lumbal foksiyonel birim                                                         | 6  |
| Şekil 1.6.  | Discus intervertebralis'in anatomisi                                            | 7  |
| Şekil 1.7.  | Nucleus pulposus ve anulus fibrosus'un fonksiyonel yapısı                       | 7  |
| Şekil 1.8.  | Discus intervertebralis'in beslenmesi                                           | 8  |
| Şekil 1.9.  | Discus intervertebralis'in innervasyonu                                         | 9  |
| Şekil 1.10. | Art. zygoapophysialis ve art. symphysis'in anatomisi                            | 10 |
| Şekil 1.11. | Lumbosakral art. zygoapophysialis'lerin anatomisi                               | 11 |
| Şekil 1.12. | Lumbal intervertebral bağların lateral görüntüsü                                | 11 |
| Şekil 1.13. | Lumbal bölgedeki bağlar                                                         | 12 |
| Şekil 1.14. | Lig. intertransversarii, lig. flavum, lig. longitudinale anterius               | 13 |
| Şekil 1.15. | M. erector spinae'nin anatomik bölümleri                                        | 15 |
| Şekil 1.16. | M. quadratus lumborum ve m. psoas major                                         | 15 |
| Şekil 1.17. | Mm. multifidi'nin anatomik uzanımı                                              | 16 |
| Şekil 1.18. | M. transversus abdominis'in anatomik yerleşimi                                  | 17 |
| Şekil 1.19. | Plexus lumbosacralis'in dallarının anatomik yerleşimi                           | 18 |
| Şekil 1.20. | Plexus lumbalis ve sacralis anatomisi                                           | 19 |
| Şekil 1.21. | Lumbal bölgenin arter ve venleri.                                               | 20 |
| Şekil 1.22. | Discus intervertebralis'te sıvının yer değişimi.                                | 21 |
| Şekil 1.23. | Discus intervertebralis'in ve lumbal omurun dejenerasyonu                       | 25 |
| Şekil 1.24. | Lumbal disk hernisi oluşumu                                                     | 25 |
| Şekil 1.25. | Disk hernisi sınıflandırması (Macnab Sınıflaması)                               | 26 |
| Şekil 1.25. | Lumbopelvik stabilizasyon basamakları;                                          | 27 |
| Şekil 1.26. | Lokal ve global kasların uzanımı                                                | 28 |
| Şekil 2.1.  | Çalışma gruplarının dağılımı                                                    | 31 |
| Şekil 2.2.  | Ölçüm yapılan kasların manyetik rezonans görüntülemeye anatomik görüntüsü       | 32 |

|                    |                                                                          |    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 2.3.</b>  | M. erector spinae için yağlı değişiklik alanı ve m. psoas alanı          | 33 |
| <b>Şekil 2.4.</b>  | İmage J programında m. quadratus lumborum kasının sınırlarının çizilmesi | 34 |
| <b>Şekil 2.5.</b>  | Goutallier evreleme sistemi.                                             | 34 |
| <b>Şekil 2.6.</b>  | Görsel analog skala                                                      | 35 |
| <b>Şekil 2.7.</b>  | E-link sistemi ile m. transversus abdominis kas aktivite kaydı alınması  | 36 |
| <b>Şekil 2.8.</b>  | Lumbal bölgenin nötral pozisyonunun bulunması                            | 37 |
| <b>Şekil 2.9.</b>  | M. transversus abdominis izole kasılma eğitimi                           | 37 |
| <b>Şekil 2.10.</b> | Mm. multifidi'nin izole kasılma eğitimi                                  | 38 |
| <b>Şekil 3.1.</b>  | Mm. multifidi alan ölçümünün gruplar arası dağılımı                      | 43 |
| <b>Şekil 3.2.</b>  | M. erector spinae kas doku alan ölçümleri                                | 44 |
| <b>Şekil 3.3.</b>  | M. erector spinae yağ/kas alan oranı                                     | 44 |
| <b>Şekil 3.4.</b>  | M. quadratus lumborum kas alanları ölçümü                                | 45 |
| <b>Şekil 3.5.</b>  | M. quadratus lumborum için yağ/kas alanı oranı                           | 45 |

## ÇİZELGELER

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 1.1.</b> Lumbal omurların hareketi üzerinde etkisi olan kasların dağılımı               | 14 |
| <b>Çizelge 3.1.</b> Parametrik sosyodemografik verilerin gruplar arası karşılaştırması             | 40 |
| <b>Çizelge 3.2.</b> Nonparametrik sosyodemografik verilerin gruplar arası karşılaştırması          | 41 |
| <b>Çizelge 3.3.</b> Grup-3 için lumbal disk hernisi alanı ve Pfirrmann sınıflaması değerlendirmesi | 41 |
| <b>Çizelge 3.4.</b> Grup-1 ve Grup-2 arasında klinik veriler açısından karşılaştırm                | 42 |
| <b>Çizelge 3.6.</b> Kas aktivitesi değerlendirmelerinin gruplar arası sonuçları                    | 46 |
| <b>Çizelge 3.5.</b> Kas dokusu ve yağ dokusu ölçümlerinin klinik verilerle ilişkisi                | 47 |
| <b>Çizelge 3.7.</b> Klinik verilerin kas- yağ alan ölçümleri ile korelasyon analiz sonuçlar        | 48 |
| <b>Çizelge 3.8.</b> Yaş ile yağ doku alan ve yağ/kas doku oranı korelasyon analizi                 | 49 |
| <b>Çizelge 3.9.</b> Kas aktivitesi ölçümlerinin kas alanlarıyla korelasyon analizi sonuçları       | 49 |

# 1. GİRİŞ

Kronik bel ağrısında etiyolojik neden ne olursa olsun omurganın pasif ve aktif stabilizatörlerindeki eksikliğin, bel ağrısının oluşmasındaki ana etkenlerden biri olduğu bilinir. Bu nedenle bel ağrısının tedavisinde ve nükslerin önlenmesinde hastalara bel ve karın kaslarının güçlendirilmesine yönelik egzersizler önerilir (bel-karın kaslarını güçlendirmeye yönelik germe egzersizleri) (França vd., 2010; Ranger vd., 2017). Genelde standart olan bu egzersizlerin amacı bel çevresine bir kas korsesi oluşturmak ve bel omurgasına binen yükü hafifletmektir.

Son yıllarda bel çevresindeki kasların izole olarak güçlendirilmesinden ziyade kas kontrolünü artırmak hedeflenmektedir. Günlük hayatın içinde yer alan bütün fonksiyonel aktivitelerde hastaya omurgasını stabilize etmeyi öğretmeye dayanan lumbopelvik stabilizasyon egzersiz programları yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Lumbopelvik stabilizasyon egzersizlerinin uygulamasında hedef olan en önemli iki kas grubu m. transversus abdominis ve mm. multifidi'dir. Ancak kronik bel ağrılarında m. iliopsoas grubuyla ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Barker vd., 2004; He vd., 2020; Noonan ve Brown, 2021). Bu kasların anatomik yapılarının incelenmesi ve bu yapının klinik parametreler üzerindeki etkisinin anlaşılabilmesi yeni egzersiz programları geliştirilmesi açısından önemlidir.

## 1.1. Amaç

Columna vertebralis'in ve spinal bölgenin stabilizasyonu (spinal stabilizasyon) üzerinde en önemli etkisi olan kasların (mm. multifidi, m. erector spinae, m. quadratus lumborum, m. iliopsoas ve m. transversus abdominis) manyetik rezonans görüntüleme ile ölçülen kas alanları içindeki yağ dokusu içeriği miktarının bel kası aktivitesini etkileyebileceği ve kas gücünün daha az olabileceği bildirilmektedir (Danneels vd., 2000; Liu vd., 2019; Zhao vd., 2022). Bazı çalışmalarda daha önce bu kasların alan ölçümleri manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanılarak yapılmış, genellikle tek taraflı lumbal disk hernisi olan hastaların herni olan taraf kas alanı ile olmayan taraf kas alanları karşılaştırılmıştır ve lumbal disk hernisi olan vücut bölgesindeki kas alanlarının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Danneels vd., 2000; Liu vd., 2019; Zhao vd., 2022).

Kronik bel ağrısı olan ya da bel fıtığı olan hastaların klinik parametrelerinin ve kas aktivitesi ölçümlerinin yapıldığı ve spinal stabilizasyon üzerinde etkili olan kasların alan

ölçümleriyle ilişkisinin araştırıldığı bir çalışma daha önce yapılmamıştır. Aynı zamanda kas alanları içerisindeki yağ doku miktarının bu klinik parametreler üzerinde ve kas aktiviteleri üzerindeki etkisini araştıran bir çalışma da bulunmamaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmamızın temel amacı; manyetik rezonans görüntüleme yöntemini kullanarak bel bölgesinde stabilizeyi sağlayan **kasların alanlarının** ve kas dokusu içinde bulunan **yağ dokusu alan genişliğinin** lumbal disk hernisi ve bel ağrısı oluşumu üzerindeki etkisini araştırmaktır. Ayrıca bu alanların, **kas aktivitesi** üzerindeki etkisini ortaya koymaktır. Bununla birlikte **kas aktivitelerinin** lumbal disk hernisi oluşumu ve bel ağrısı oluşumu üzerindeki etkisini incelenmesi hedeflenmiştir.

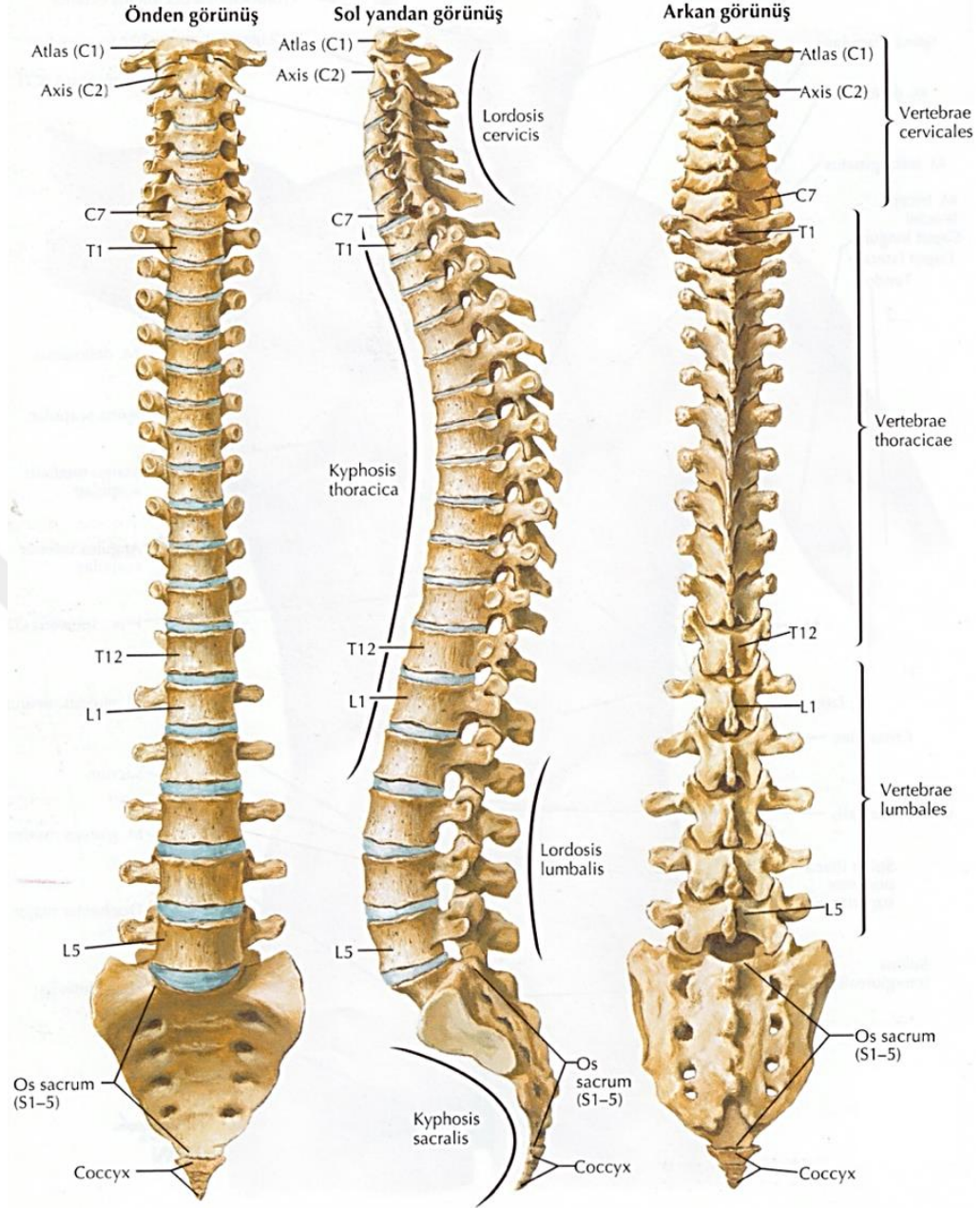
## **1.2. Genel bilgiler**

Lumbal bölge lumbal vertebra, intervertebral disk yapısı, stabilizasyona yardım eden bağ yapılar ve lumbal kaslardan oluşmaktadır. Bu yapıların her birinin lumbal stabilizasyon üzerinde farklı etkileri bulunmaktadır. Öncelikle lumbal bölgenin anatomisini ayrıntılı olarak anlatılıp, sonrasında bu yapıların lumbal stabilizasyon üzerindeki etkisinden ve görevlerinden bahsedilecektir.

### **1.2.1. Lumbal bölge anatomisi**

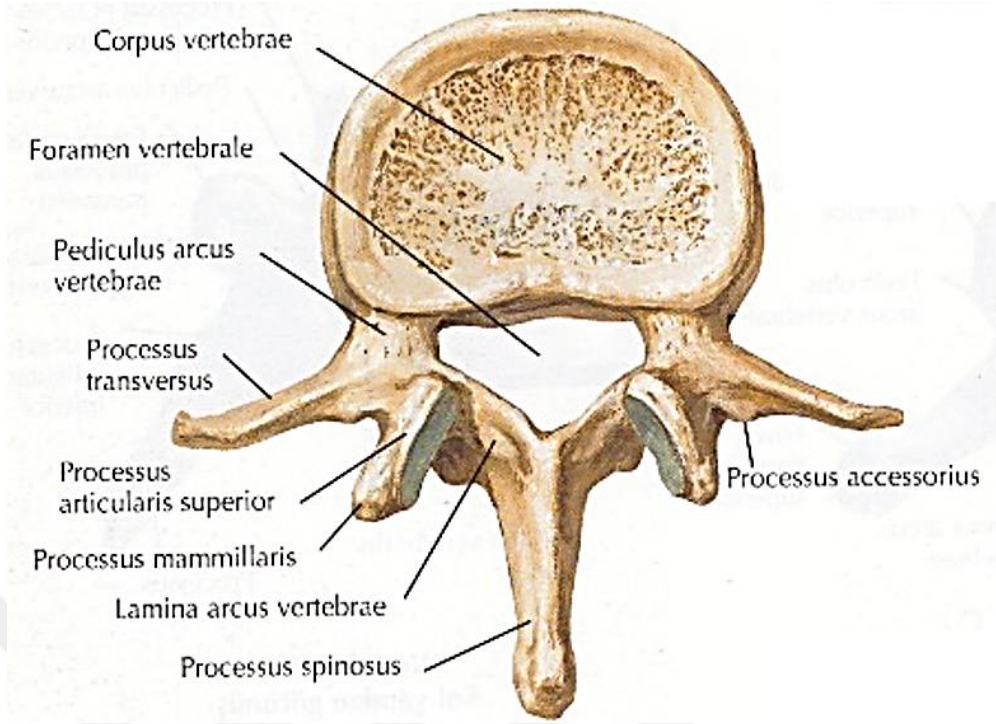
#### **1.2.1.1. Vertebrae lumbales'in yapısı**

Omurga uzunluğunun  $\frac{1}{4}$ 'ünü oluşturan lumbal kısım beş omurdan oluşmaktadır. Lumbal omurlar, servikal ve torakal vertebralara göre daha fazla yük taşımaktadır. Bununla birlikte diğer bölgelere kıyasla daha fazla strese karşı koymaktadır. Bu nedenle lumbal omurlar servikal ve torakal omurlara kıyasla daha büyük ve geniş bir yapıya sahiptir (Arıncı ve Elhan, 2006; Kılıç vd., 2021). (Şekil 1.1), (Netter, 2005).



**Şekil 1.1.** Columna vertebralis'in genel anatomisi ve vertebrae lumbales'in omurgadaki yeri

Vertebrae lumbales'in gövdesi üstten bakıldığında böbrek şeklindedir. Bu nedenle her iki lateral bölge arasındaki uzunluğu, önden arkaya olan uzunluğundan fazladır ve ön taraftaki kalınlığı arka taraftaki kalınlığından daha fazladır (Şekil 1.1), (Netter, 2005). Omurga gövdesinin arka bölümü L1'den L5'e kadar hafifçe konkavdan, konvekse doğru şekil değiştirir ve artan yük nedeniyle her bir vertebra gövdesinde çap artar (Moore, 2011). Servikal vertebralardan farklı olarak foramen transversarium'ları yoktur. Ayrıca torakal vertebralardan farklı olarak transvers çıkıntı ve gövdelerinde eklem yüzü bulunmamaktadır (Arıncı ve Elhan, 2006; Kılıç vd., 2021), (Şekil 1.2), (Netter, 2005).



Şekil 1.2. İkinci lumbal omurun anatomik yapısının üstten görünüşü

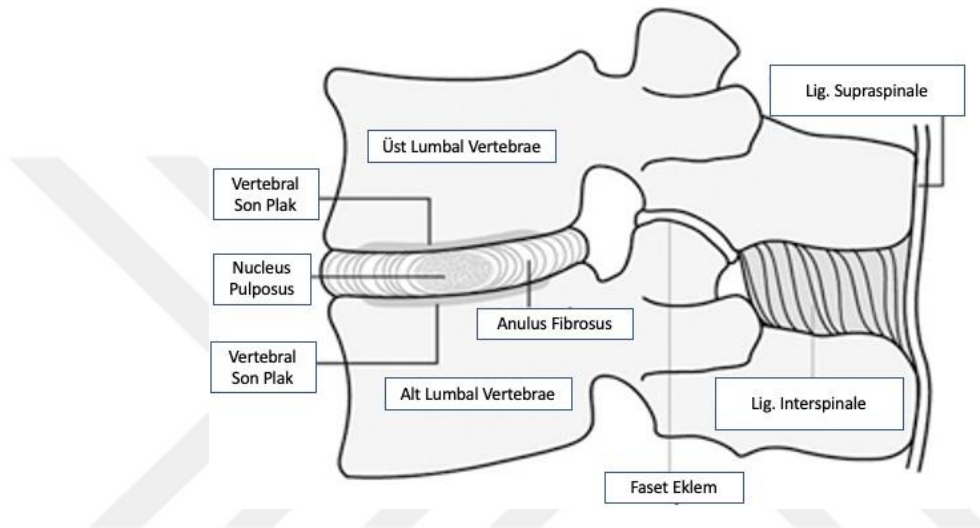
Vertebrae lumbales yapısal olarak statik ve dinamik bölümler altında incelenmektedir (Dolan vd., 1988).

- Vertebrae lumbales'in statik yapısı:
  - o Art. Zygoapophysialis'in yüzeyleri
  - o Corpus vertebrae
  - o Lamina arcus vertebrae
  - o Pediculus arcus vertebrae
  - o Processus spinosus ve transversus
- Vertebrae lumbales'in dinamik yapısı:
  - o Discus intervertebralis
  - o Paravertebral bölgedeki kas dokusu
  - o Lig. longitudinale anterius ve posterius
  - o Lig. interspinale ve supraspinale
  - o Lig. Capsulare (Şekil 1.3), (Şekil 1.4), (Netter, 2005).



### 1.2.1.2. Lumbal fonksiyonel birim

Columna vertebralis'in fonksiyonel birimi; iki bitişik omur gövdesi, omurlar arasında bulunan bir discus intervertebralis ve omurlar üzerinde bulunan facies articularis arasındaki iki art. zygapophysialis'ten (faset eklem) oluşmaktadır. Lumbal fonksiyonel birimin ön bölümü yük taşır ve şokları absorbe eder. Arka bölümü ise hareketin yönünü belirler. Bu nedenle bu birim hareket segmenti olarak da adlandırılmaktadır (Jaumard vd., 2011), (Şekil 1.5), (Stellman, 2022).



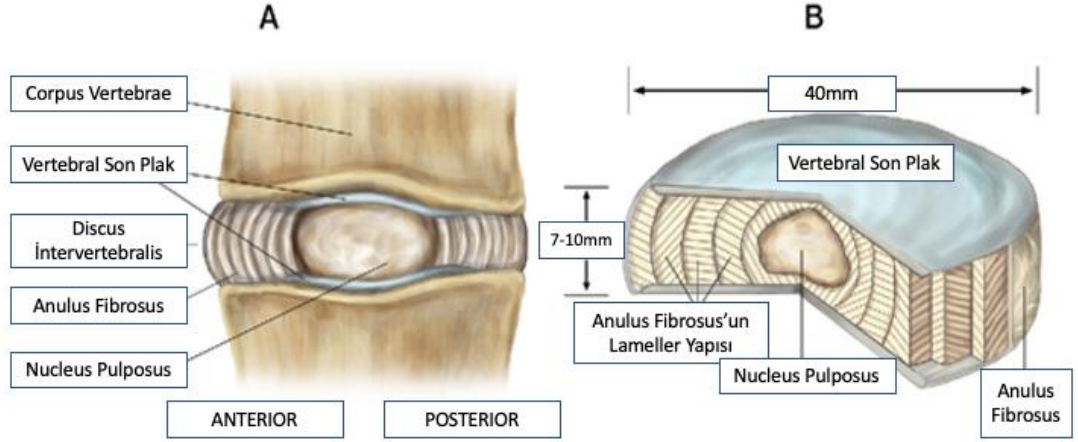
Şekil 1.5. Lumbal fonksiyonel birim

### 1.2.1.3. Discus Intervertebralis'in yapısı

İki komşu omur gövdesinin hareketini sağlayan discus intervertebralis insan vücudunun en büyük avasküler yapısıdır. Ayrıca discus intervertebralis omurgadan yük transferinin yanı sıra şok absorpsiyonunu sağlar. Discus intervertebralis'in en önemli görevi; omurganın hareketleri sırasında oluşan kompresif kuvvetler ve aksiyal yüklenme ile oluşabilecek zorlanmalardan omurgayı korumak ve mekanik stabiliteyi sağlamaktır (Lundon ve Bolton, 2001; Aktas, 2014).

Discus intervertebralis; nucleus pulposus, anulus fibrosus ve vertebral end plate (vertebral son plak) yapısından oluşur. Vertebral son plak kıkırdak yapıda omur gövdelerinin üst ve alt yüzeyine yerleşmiş yapılardır (Şekil 1.6.), (Tomaszewski, 2015). Santral yerleşimli nucleus pulposus oval bir şekle sahiptir. Su yoğunluğu oldukça fazla olan nucleus pulposus jelatinöz bir yapıdır. Anulus fibrosus'un kollajen fibrilleri nucleus pulposus'u çevreler. Nucleus pulposus'un tip 2 kollajen içeriği daha yüksek olmakla birlikte hem tip 1 hem tip 2 kollajen içermektedir. Uygulanan yükü vertebral son plağa ve anulus fibrosus'a iletmesi

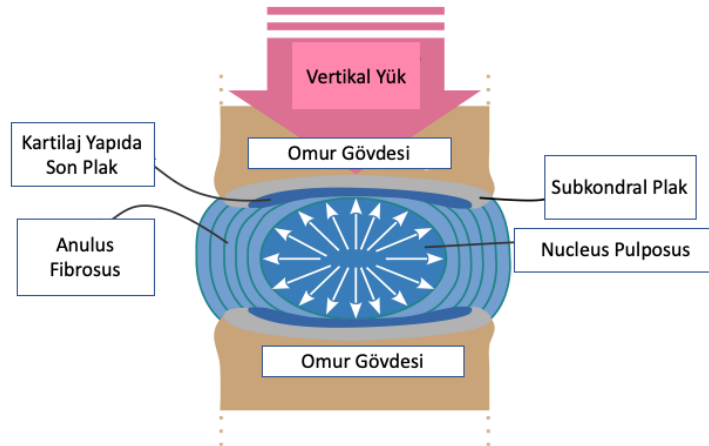
nucleus pulposus'un en önemli fonksiyonudur (Burgeson ve Nimni, 1992; Lundon ve Bolton, 2001; Aktas, 2014), (Şekil 1.6), (Tomaszewski, 2015).



Şekil 1.6. Discus intervertebralis'in anatomisi

Nucleus pulposus ve etrafını saran anulus fibrosus'u ayıran kesin bir alan olmamakla birlikte bu bölge geçiş bölgesi olarak isimlendirilir. Yaş almaya bağlı olarak nucleus pulposus ve anulus fibrosus arasındaki geçiş bölgesi daha net olarak gözlemlenir. Nucleus pulposus'un görevi omurganın üzerine binen yükleri dağıtmakken, anulus fibrosus'un temel görevi yük taşımaktır. Anulus fibrosus'un posterioru anterolateral kısmına göre daha incedir. Bunun bir sonucu olarak anulus fibrosus'un posterior kısmı torsiyonel yüklere daha açık durumdadır (Lundon ve Bolton, 2001), (Şekil 1.7), (Shutterstock, 2023).

Vertebral son plak, yüzük apofiziyle vertebra gövdesini saran ince yapıya sahip inkomplet kartilaj bir tabakadır. Vertabral son plağın yapısı incelendiğinde iki tip kartilaj bulunduğu görülmektedir. Bunlardan omur gövdesine yakın olanı hiyalin kıkırdak, nucleus pulposus'a yakın olanı ise fibrokartilaj içerir (Lundon ve Bolton, 2001).



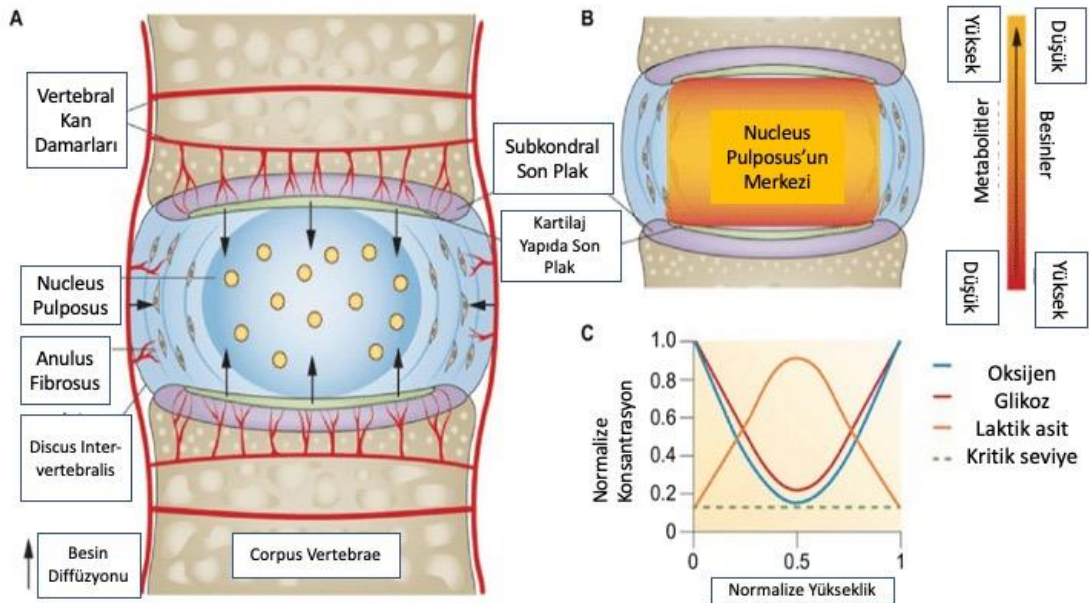
Şekil 1.7. Nucleus pulposus ve anulus fibrosus'un fonksiyonel yapısı

### Discus Intervertebralis'in beslenmesi

Literatürde discus intervertebralis genellikle avasküler olarak tanımlansa da, bazı çalışmalarda kan damarlarının anulus fibrosus'un dış üçte biri ile ilişkisinin olduğu bildirilmiştir (Kauppila, 1995; Nerlich vd., 2007). Ayrıca, çoğunlukla dejenerasyonla ilişkili olan, intervertebral disk içindeki kan damarlarının spesifik lokalizasyonu ile ilgili tartışmalar vardır. Bugüne kadar, yaşam süresi boyunca insan intervertebral diskinin kan beslemesinin lokalizasyonu ile ilgili detaylı çalışmalar yapılamamıştır (Kauppila, 1995; Nerlich vd., 2007).

Diskin beslenmesi anulus fibrosus'un ve corpus vertebrae'nin periferindeki damarlardan gelen besleyici maddelerin difüzyonuyla sağlanır. Nucleus pulposus tamamen avasküler bir yapıdır (Moore, 2014; Huang vd., 2014). Diskin tam ortasında beslenme ürünleri en düşük seviyesinde bulunurken, dış alana yeterince difüzyon olamayacağı için metabolitler ve atıklar en yüksek seviyesinde bulunur (Huang vd., 2014).

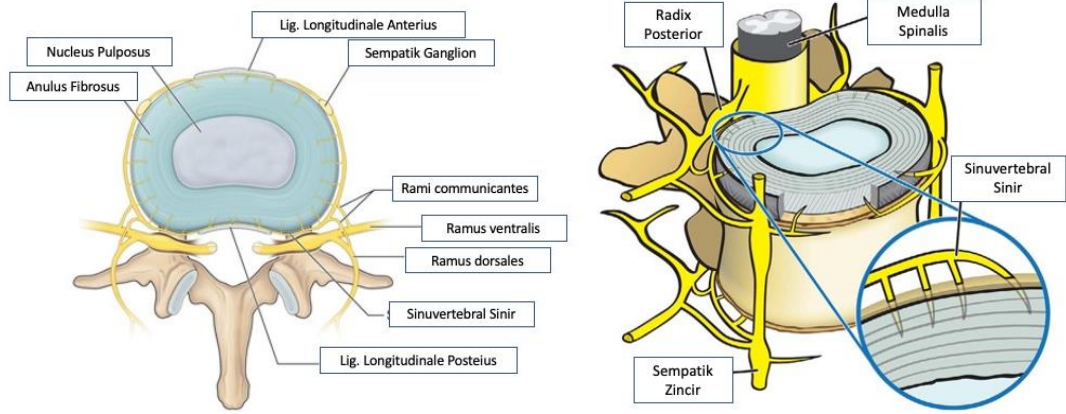
Discus intervertebralis hücrelerine besin sağlamanın birincil yolu, zengin vaskülarize vertebral son plak üzerinden pasif difüzyondur (Urban vd., 2004). Merkezde düşük oksijen ve pH seviyeleri ile birlikte discus intervertebralis'in oksijen konsantrasyonu ve pH farklılıkları olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, anulus fibrosus'ta, nucleus pulposus'a kıyasla oksijen ve glikoz konsantrasyonları daha yüksektir (Urban vd., 2004), (Şekil 1.8), (Huang vd., 2014).



Şekil 1.8. Discus intervertebralis'in beslenmesi

## Discus Intervertebralis'in innervasyonu

Sağlıklı bireyin discus intervertebralis innervasyonu incelendiğinde, anulus fibrosus'un dış tabakalarında sinir innervasyonunun olmadığı bilinmektedir. Sinvertebral sinirlerin iki taraflı ve segmental olarak ortaya çıktıkları, her biri ince bir sempatik daldan oluştuğu, genellikle ramus communicans grisea'dan ve ramus anterior'dan ince bir duyusal spinal daldan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu yapışık sinuvertebral sinirler, segmental damarlarla birlikte sinir kökünün önünde uzanmak için her bir foramen intervertebrale yoluyla canalis vertebralis'e yeniden girmektedir. Sempatik lifler vazomotor efferentler, duyu lifleri proprioseptif ve nosiseptif olarak kabul edilmektedir. Dallar lig. longitudinale posterius'a, anulus fibrosus'un dış katmanlarına ve dura mater'in anterioruna uzanmaktadır. Nucleus pulposus ise sinir ağı içermemektedir (N. Bogduk vd., 1981; Edgar, 2007), (Şekil 1.9), (Kırmaz vd., 2021).



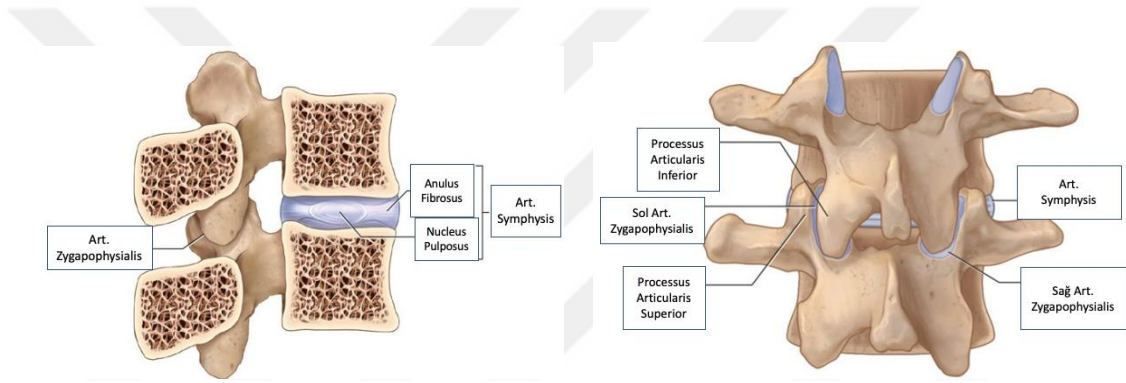
Şekil 1.9. Discus intervertebralis'in innervasyonu

### 1.2.1.4. Lumbal omurlarda yer alan eklemler

**Symphysis Intervertebralis:** Birbirini takip eden iki omur gövdesi arasında, discus intervertebralis'in birleştirmesiyle oluşan ve lumbal omurların anterior kısmında yer alan bir eklemdir. Eklem aralığında hiç boşluk yoktur ve hareket son derece kısıtlıdır. Symphysis grubu bir eklemdir. Hareket her bir eklem aralığında kısıtlı olsa da, omurganın toplu hareketi sırasında tüm eklemler birleşerek kavis şeklinde daha geniş bir hareket oluşturur (Arıncı ve Elhan, 2006), (Şekil 1.10), (Muscolino, 2014).

**Articulatio Zygoapophysialis (Faset Eklem):** Omurların eklem yüzlerini birbirine bağlayan fibröz bir kapsüle sahip simetrik, sinovyal eklemlerdir. Art. zygoapophysialis'ler, omurgadaki tek sinovyal yapıdaki eklemlerdir. Alt omurun üst yüzüyle üst omurun alt yüzü

eklem yapmaktadır. Bu eklem sagittal planda bulunup fleksiyon ve ekstansiyon hareketine, disklerdeki torsiyonel stresleri en alt düzeye indirerek, lateral fleksiyon ve rotasyona izin verir. Torasik bölgede yer alan eklemler koronal oryantasyonu ve ekstansiyonu en aza indirir ancak rotasyona izin verirken, lumbal bölgedekiler sagittal oblik oryantasyonu ve rotasyonu en aza indirir. Art. zygoapophysialis, aynı vertebranın pedikül ve laminası arasında yer alır ve bir bütün olarak omurga yapısal stabilitesini sağlamak üzere hareket eden eklem sütunlarını oluşturur. Bu eklem arka bölümü yük taşımakta görev almaktadır. Üst art. zygoapophysialis bir üst vertebradan gelen yükü taşır, alt art. zygoapophysialis ise yükü bir alt vertebraya iletir. Discus intervertebralis'in yapısı incelendiğinde lumbal omurların gövdesi aksiyal yüklerin %80'ini taşımakta iken, arka bölümde bulunan art. zygoapophysialis ise yükün %20'sini taşımaktadır (Jaumard vd., 2011; Almeer vd., 2020), (Şekil 1.10), (Muscolino, 2014).



**Şekil 1.10.** Art. zygoapophysialis ve art. symphysis'in anatomisi

**Articulatio Lumbosacralis:** L5 ve S1 omur arasında oluşan sinovial bir eklemdir. Omurgadaki diğer eklemler gibi art. lumbosacralis de iki ayrı eklemden oluşmaktadır:

- 1- Symphysis intervertebralis (Anterior intervertebral eklem): L5 ve S1 vertebra gövdeleri arasında oluşan, discus intervertebralis ile ayrılan ve vertebral bağlarla birleşen bir symphysis grubu eklemdir.
- 2- Articulatio Zygoapophysialis (Faset Eklem): L5 ve S1 omurlarının eklem yüzleri arasında oluşan iki eklemdir (Şekil 1.11), (Sendic, 2023).

Eğik olan sakrum, L5 omur ile ortalama 140° olan bir lumbosacral açıyla bağlanmaktadır. Bu eklemdaki hareketler çoğunlukla fleksiyon ve ekstansiyon ile sınırlıdır ve minimum miktarda lateral fleksiyon hareketi oluşmaktadır (Palastanga vd., 2006; Standring, 2016).



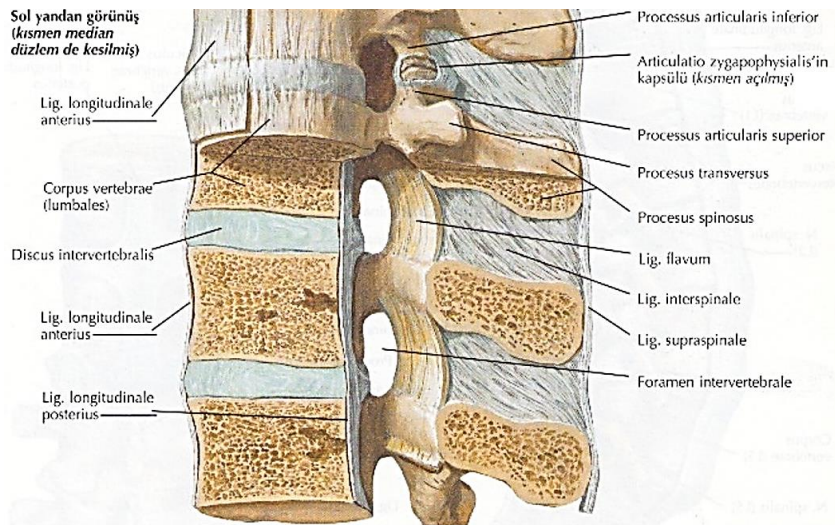
Şekil 1.11. Lumbosakral art. zygoapophysialis'lerin anatomisi

### 1.2.1.5. Lumbal bölgenin bağları

Lumbal bölge bağları, columna vertebralis'in aşırı hareketini önler ve intrinsik olarak stabiliteye katkıda bulunan elastik yapılardır. Columna vertebralis'in direncini artırır ve çoğu yüksek oranda kollajen lif içerir. Ancak lig. flavum yüksek oranda elastik lif içerdiği için diğer bağlardan ayrılmaktadır. Bağlar iki grup altında incelenmektedir (Boos ve Aebi, 2008).

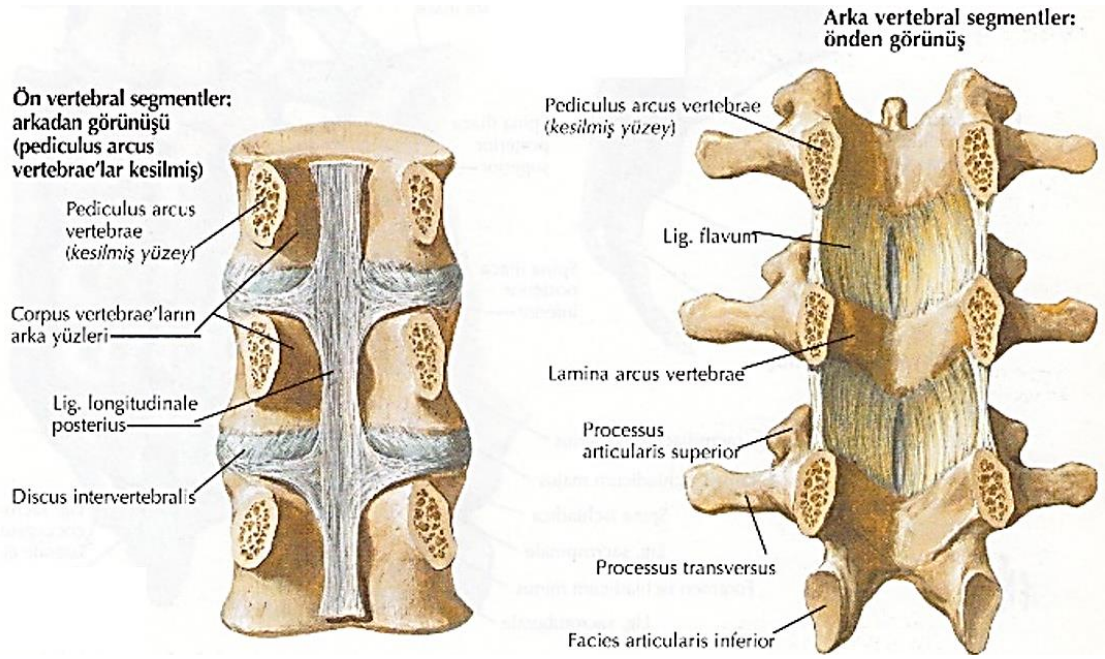
#### Segmental bağlar

**Ligamentum longitudinale anterius:** Geniş ve kalın bir bağıdır. Oksiputun ön ve basiller bölümünden başlar, sakrumun üst ve ön bölümünde sonlanır. Lifleri farklı uzunluktadır. Bazı lifler dört beş omur gövdesi boyunca uzanırken, kısa lifler komşu iki omurun periosteumuna sıkıca tutunur. Ek olarak lig. longitudinale anterius omurganın aşırı ekstansiyonunu engellemektedir (Standring vd., 2005; Arıncı ve Elhan, 2006; Robertson vd., 2013), (Şekil 1.12), (Netter, 2005).



Şekil 1.12. Lumbal intervertebral bağların lateral görüntüsü

**Ligamentum longitudinale posterius:** Bütün omur gövdelerinin arka yüzeyleri boyunca uzanmaktadır. Canalis vertebralis içinde ve ön duvarında bulunmaktadır. Lig. longitudinale anterius'a göre daha küçük ve daha incedir. Lig. longitudinale posterius omur gövdelerinde dardır ve disk seviyesinde ise anulus fibrosus'a lateral genişlemeler verir ve böylece dentiküler bir görünüm elde eder. Lig. longitudinale posterius omurganın aşırı fleksiyonuna engel olmaktadır (Standring vd., 2005; Arıncı ve Elhan, 2006; Robertson vd., 2013), (Şekil 1.12, Şekil 1.13), (Netter, 2005).



**Şekil 1.13.** Lumbal bölgedeki bağlar

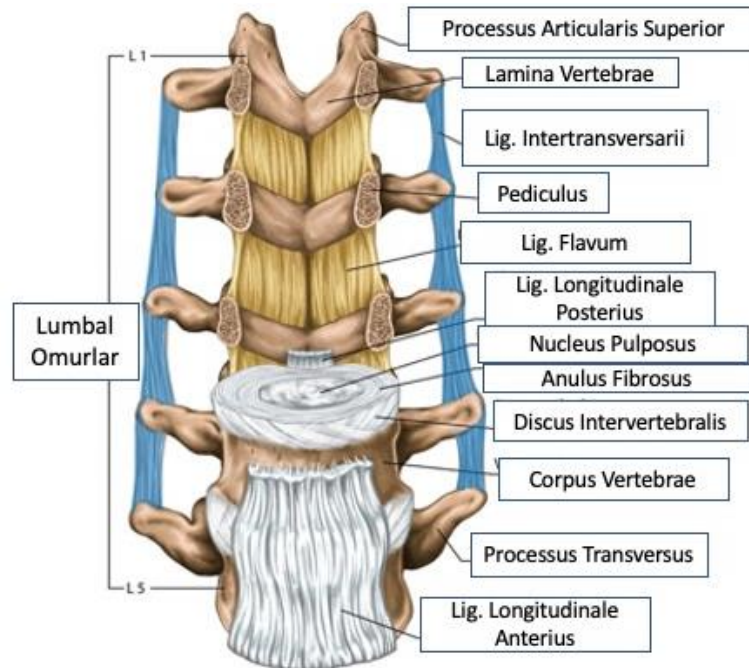
**Ligamentum supraspinale:** Bu bağ geniş ve kalındır. Komşu iki processus spinosus'un uçlarını birleştirir ve lumbodorsal kasların başlama yerleri ile birleşir. Bazı yazarlara göre bu bağ büyük ölçüde sırt kaslarından kaynak alan tendinöz liflerden oluşur. Bu nedenle bu bağın gerçek bir bağ olmadığını düşünülmektedir. Lig. supraspinale'nin lumbal omurun stabilitesine katkısı hafife alınmamalıdır. Bu bağ fascia thoracolumbaris'e yapıştığı için fleksiyona karşı direnç oluşturur. Rotasyonda ise rotasyon ekseninden daha uzakta bulunduğu için diğer tüm arka bağlardan daha fazla rotasyonu engeller. Bu bağ omurganın aşırı fleksiyonunu ve makaslayıcı güçleri engellemekte görev almaktadır (Robertson vd., 2013), (Şekil 1.12), (Netter, 2005).

## İntersegmental bağlar

**Ligamentum flavum:** Komşu iki lamina arcus vertebrae arasında yer alır ve %80'den fazla elastin içerdiği için çok elastik bir yapısı bulunur. Lateral uzantılar, art. zygoapophysial'lerin ön kapsülünü yapar ve üst pediculus arcus vertebrae'nın arka ve alt kenarları ile alt pediculus arcus vertebrae'nın arka ve üst bölümlerini birleştirmek için laterale doğru ilerler. Lig. flavum, omurga fleksiyonu sırasında lamina arcus vertebrae'lerin birbirinden fazla uzaklaşmalarını engellemektedir. Ayrıca, omurganın dik pozisyonunun devamlılığına yardımcı olmaktadır (Standring vd., 2005; Arıncı ve Elhan, 2006; Robertson vd., 2013), (Şekil 1.13), (Netter, 2005).

**Ligamentum interspinale:** Birbirini takip eden iki processus spinosus arasında derinde yer almaktadır. Önde lig. flavum ile arkada ise lig. supraspinale olarak devam etmektedir. Longitudinal bağların aksine, bu bağ tam bir fibröz bant değildir ve gevşek dokudan oluşur. Lifleri posterosuperiordan anteroinferiora doğru eğik olarak uzanır. Bu şekilde seyreden lifler nedeniyle, dikey olan liflere göre daha geniş bir intervertebral hareket aralığında fonksiyon gösterir (Standring vd., 2005; Scapinelli vd., 2006), (Şekil 1.12), (Netter, 2005).

**Ligamentum intertransversarii:** İki komşu processus transversus'lar arasında uzanır. İnce membranöz yapıya sahiptir. Derin sırt kaslarıyla yakından bağlantılı olup aşırı lateral fleksiyona engel olmaktadır (Şekil 1.14), (Centeno, 2021).



Şekil 1.14. Lig. intertransversarii, lig. flavum, lig. longitudinale anterius

## Vertebropelvik bağlar

Bu bağlar lumbal ve sakral vertebral kolonla pelvis arasında bulunmaktadır (Standing vd., 2005; Arıncı ve Elhan, 2006; Robertson vd., 2013).

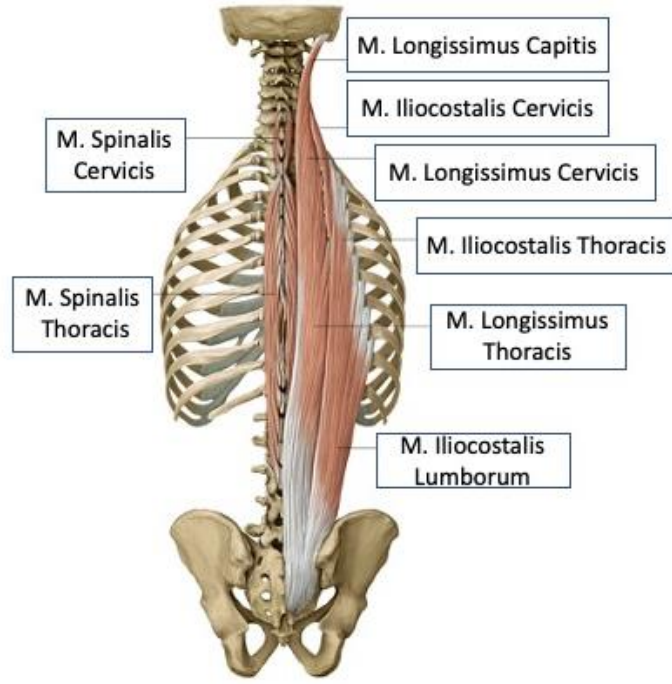
### 1.2.1.6. Lumbal omurların hareketlerinde etkili olan kasların anatomisi

Omurga, gövdeyi destekleyen ve spinal segmentleri çevreleyen kasların desteği olmadan stabil değildir. Lumbal omurların hareketi üzerinde etkili kaslar fonksiyonel olarak fleksörler, ekstansörler, lateral fleksörler ve rotatorlar olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Çizelge 1.1). Lumbal ekstansörler üç katman halinde sıralanmaktadır (Arıncı ve Elhan, 2006).

**Çizelge 1.1.** Lumbal omurların hareketi üzerinde etkisi olan kasların dağılımı

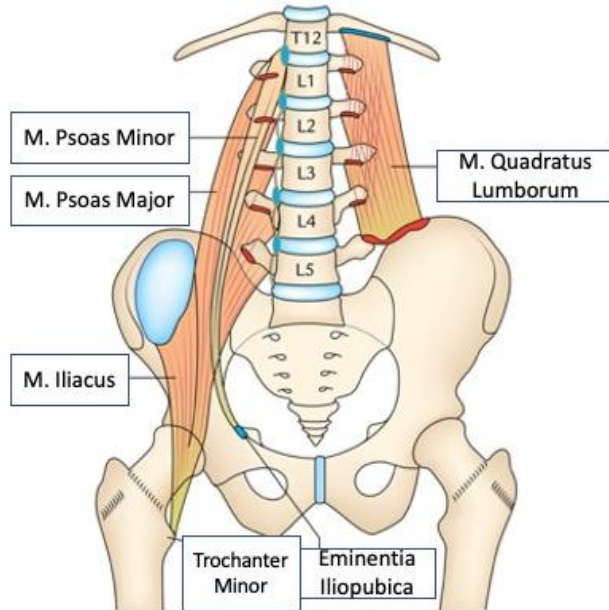
| Ekstansör Kaslar |                                             | Fleksör Kaslar                                                   | Lateral Fleksör Kaslar                                           | Rotator Kaslar                                  |
|------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Yüzeyel Katman   | M. erector spinae<br>M. quadratus lumborum  | M. obliquus externus abdominis<br>M. obliquus internus abdominis | Mm. intertransversarii<br>M. quadratus lumborum                  | Mm. multifidi<br>M. obliquus externus abdominis |
| Orta Katman      | Mm. multifidi                               | M. transversus abdominis<br>M. rectus abdominis                  | M. obliquus externus abdominis<br>M. obliquus internus abdominis | M. obliquus internus abdominis<br>Mm. rotatores |
| Derin Katman     | Mm. interspinales<br>Mm. intertransversarii | M. psoas major<br>M. iliatus                                     |                                                                  |                                                 |

**Musculus erector spinae:** Omurların processus spinosus'ları ve processus transversus'ları arasında oluşan boşluğu dolduran kas gurubudur. Uzun kas lifleri demetlerinden oluşur. Kasın en alt bölümü sakral bölgede üçgen şeklindedir. Bel bölgesine gelindiğinde en kalın haline ulaşır. M. erector spinae'nin üç tane bölümü bulunur. M. iliocostalis; lumbal, torakal ve servikal olarak üç kısımdan oluşur. M. iliocostalis lumborum bel bölgesindeki yapıya katılırken ve m. iliocostalis thoracis bel bölgesindeki m. erector spinae'nin yapısına bazı araştırmalara göre katılır (Arıncı ve Elhan, 2006). Bu kasın m. spinalis bölümü lumbal bölgede bulunmamaktadır (Şekil 1.15), (Schünke, 2007). Bu kas bilateral kasıldığında dorsal ekstansiyon, unilateral kasıldığında kasıldığı tarafta lateral fleksiyon yapılmasını fonksiyonel olarak sağlar (Schünke 2007).



Şekil 1.15. M. erector spinae'nin anatomik bölümleri

**Musculus quadratus lumborum:** Karın arka duvarında yer alır (Arıncı ve Elhan, 2006). Yassı ve dikdörtgen bir şekli vardır. M. psoas major bu kasın medial kısmının önünde bulunur. Aşağıda crista iliaca ile başlar, en alttaki kaburganın orta yarısında ve ilk dört lumbal omurun processus transversus'larında sonlanır. Fonksiyonel olarak son kaburgayı aşağı çekerek solunuma yardım eder ve tek taraflı kasılırsa aynı taraf omurgaya lateral fleksiyon yaptırır (Arıncı ve Elhan, 2006, Schünke, 2007), (Şekil 1.16), (Earthslab, 2023).



Şekil 1.16. M. quadratus lumborum ve m. psoas major

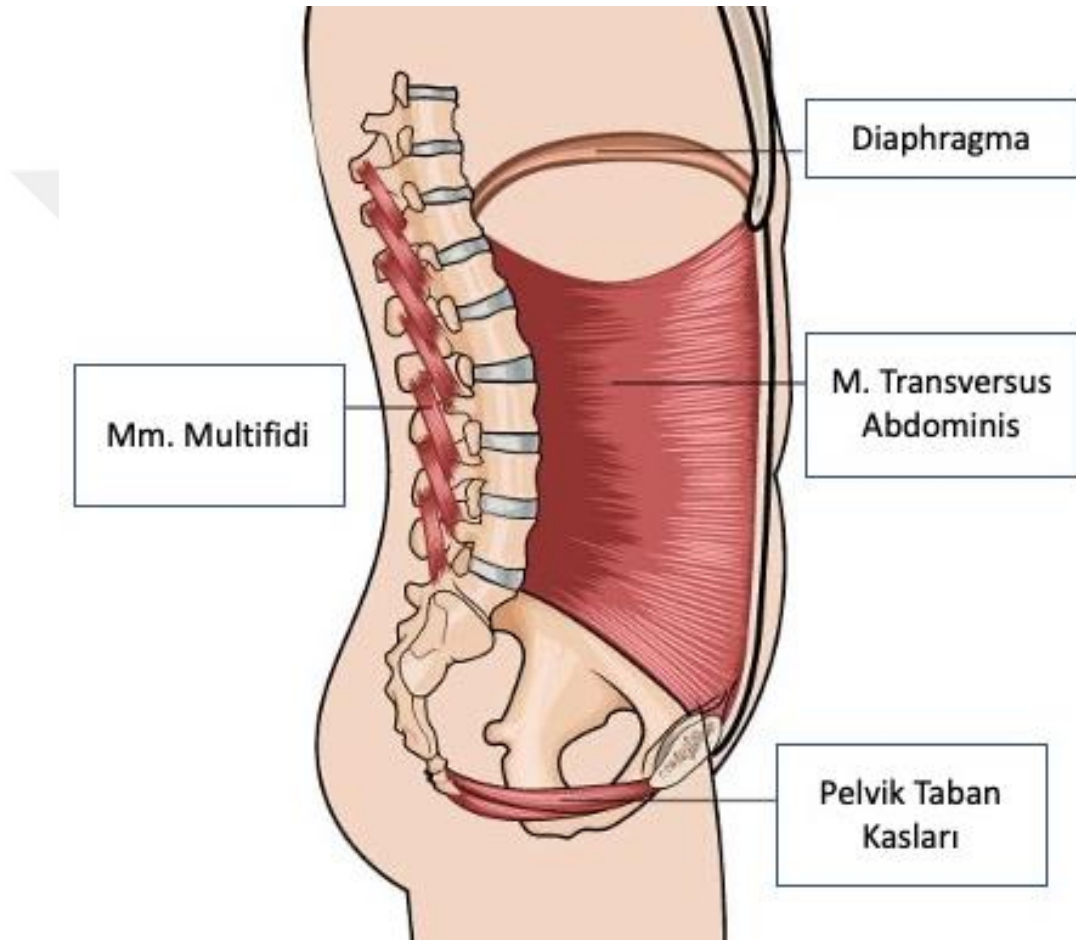
**Musculus psoas major:** M. iliopsoas kasının bir bölümünü oluşturur ve karın arka duvarında yer alır (m. iliacus, m. iliopsoas'ın bir diğer bölümüdür). M. psoas major ve M. iliacus birleşerek trochanter minor'da sonlanırlar. M. psoas major son torakal omur ve lumbal omurların hepsinin gövdelerinin yan kısımları ve discus intervertebralis'lerden kirişler şeklinde başlar. Bu kas femur sabit ise bilateral kontraksiyonda lumbal omurları fleksiyona getirir. Tek taraflı kasılınca omurgayı hem yan ve hem de ön tarafa aynı anda çeker. Aynı zamanda kalça ekleminde fleksiyon ve dış rotasyon yapılmasını sağlar (Arıncı ve Elhan, 2006), (Şekil 1.16), (Earthslab, 2023).

**Musculi multifidi:** Bu kas sakrumdan aksise kadar uzanır ve processus spinosus'ların lateralinde bulunan boşlukları doldurur. Processus spinosus ve processus transversus arasında iki ila dört omuru geçerek uzanır. En yoğun lumbal bölgede bulunur. Çift taraflı kasıldığında dorsal bölgeye ekstansiyon, tek taraflı kasıldığında lateral fleksiyon ve karşı tarafa rotasyon yaptırır (Arıncı ve Elhan, 2006, Schünke, 2007), (Şekil 1.17), (Kaulitzki, 2023).



Şekil 1.17. Mm. multifidi'nin anatomik uzanımı

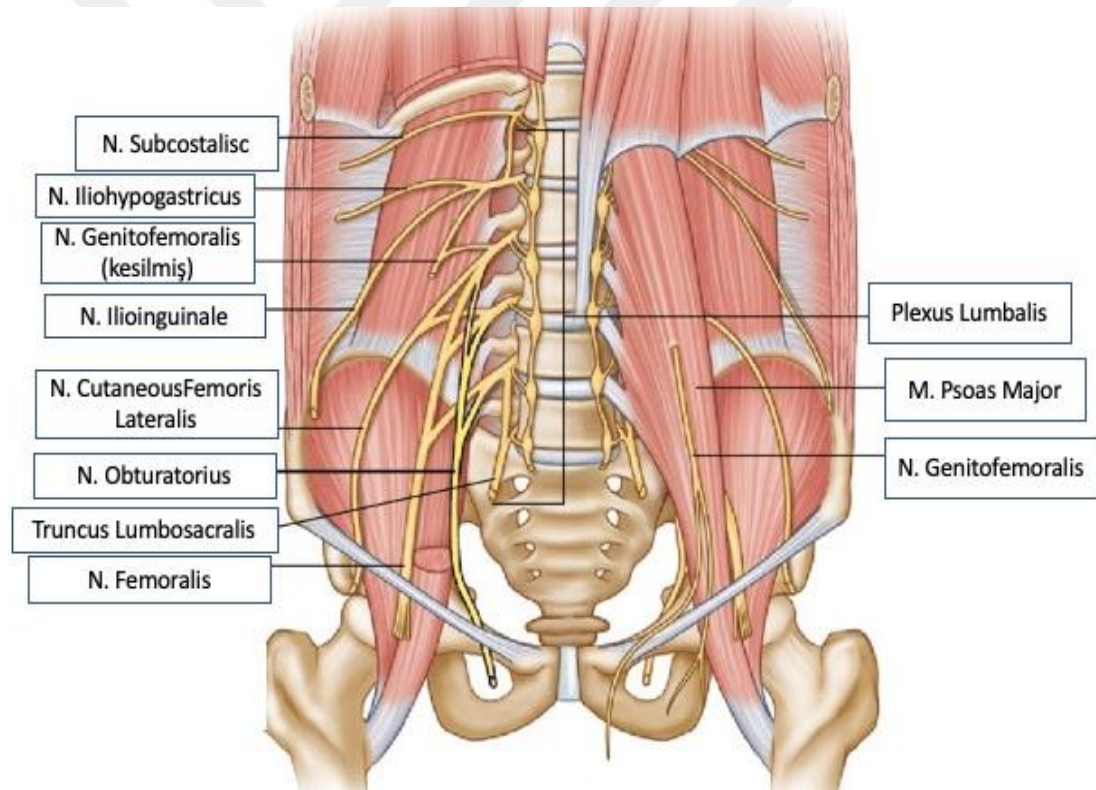
**Musculus transversus abdominis:** Karın kasları içinde en derinde yerleşen kastır. Crista iliaca'nın ön 3/4 kısmından, lig. inguinale'nin lateral kısmından ve son altı kaburganın eklem iç yüzlerinden başlar. Lig. inguinale kısmından başlayan lifler tuberculum pubicum ve crista pubica'da sonlanırken, kalan kısımlar öne uzanarak linea alba'da ve m. rectus abdominis kılıfının arka yaprağında sonlanır. Ekspirasyon, karın kasılması ve tek taraflı kasılmada gövdenin rotasyonuna yardım eder (Arıncı ve Elhan, 2006, Schünke, 2007), (Şekil 1.18), (Gordon ve Reed, 2020).



Şekil 1.18. M. transversus abdominis'in anatomik yerleşimi

### 1.2.1.7. Plexus lumbalis

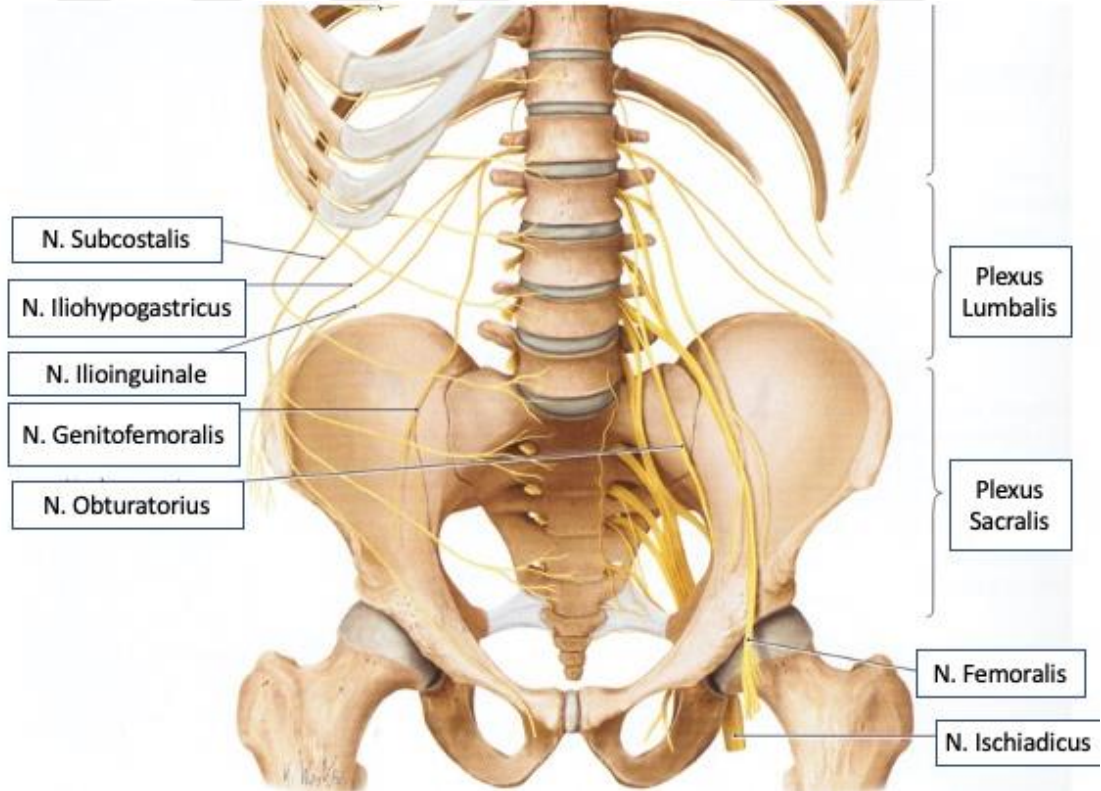
Lumbal ve sakral sinirlerin ön dalları plexus lumbosacralis'i oluşturmaktadır. Plexus lumbalis, T12- L4 ön dallarının birleşmesi ile oluşur. Furcal sinir olarak adlandırılan L4'ün ön dalı; hem plexus lumbalis'e hem de plexus sacralis'e katkıda bulunur. T12- L4'ün ön dalları, m. psoas'ın posteromedial kısmından girer, ventrolateral olarak devam eder ve plexus lumbalis'i oluşturmak için birleşirler. Lumbal sinirlerin ön kökleri, m. psoas içindeki rami communicantes ile lumbal sempatik sinirlere bağlanırlar. Plexus lumbalis'ten sırasıyla n. iliohipogastricus (L1), n. ilioinguinale (L1) ve n. genitofemorale (L1-L2), n. cutaneus femoralis lateralis (L2-L3), n. obturatorius (L2- L4) ve n. femoralis (L2-L4) çıkar. Ayrıca plexus lumbalis'ten m. quadratus lumborum (T12- L4) ve m. psaoas major ve minor (L1-L3) kaslarını innerve eden doğrudan dallar çıkar (Sim ve Webb, 2004; Kayalioglu, 2009), (Şekil 1.19'da), (Trescot, 2016).



Şekil 1.19. Plexus lumbosacralis'in dallarının anatomik yerleşimi

### 1.2.1.8. Plexus sacralis

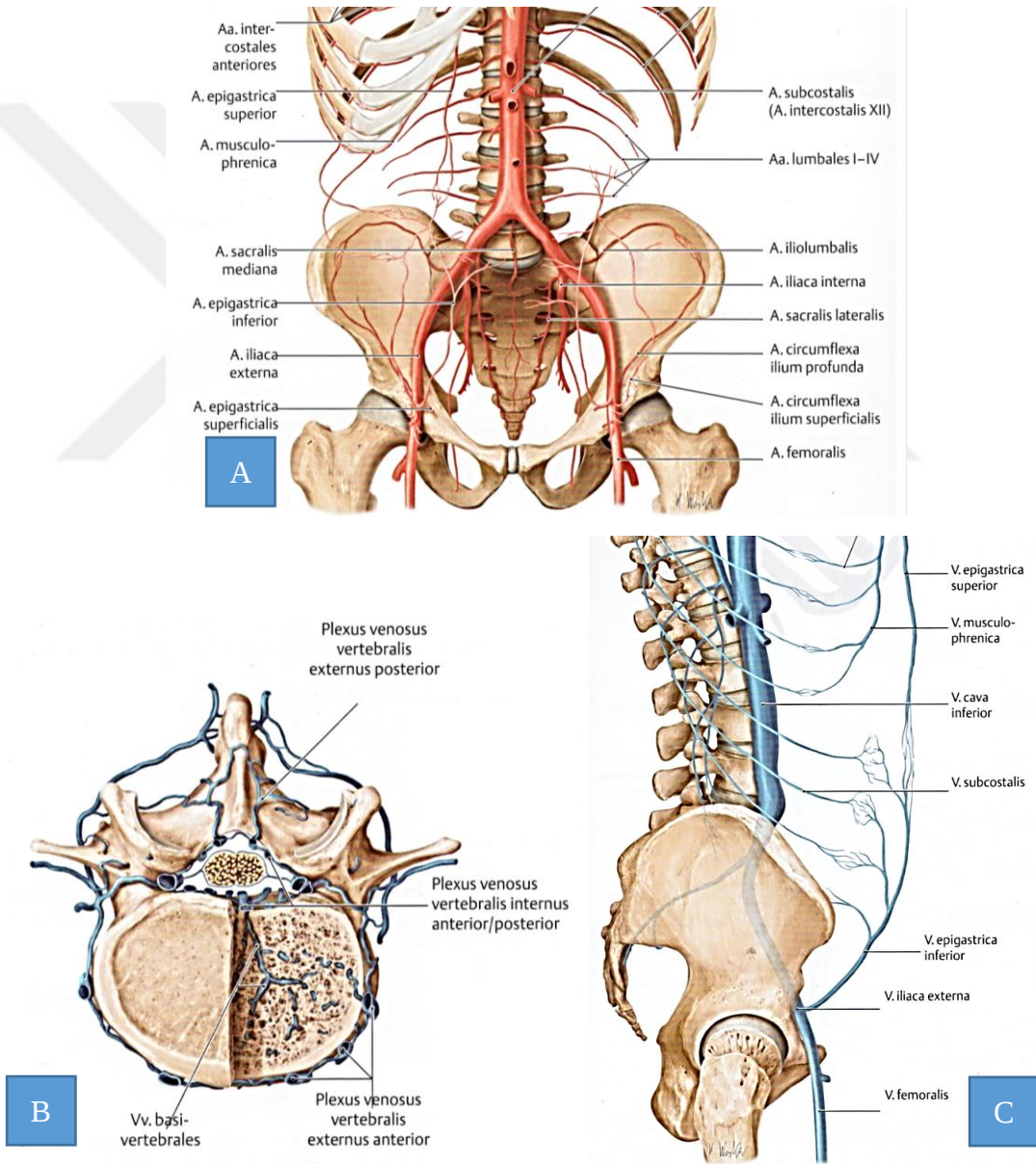
Plexus sacralis, m. piriformis ön duvarı ile yakın ilişkidir ve pelvisin dorsal duvarında yer alır. Truncus lumbosacralis L4'ün küçük bir bölümü ile L5'in bütününün ön dallarının birleşmesi ile oluşur. Plexus sacralis, truncus lumbosacralis ile S1-S3'ün ön dalları ve S4'ün ön dalarının küçük bir bölümünün birleşmesi ile oluşur (Arıncı ve Elhan, 2006). Bu pleksusu oluşturan ön dallar, foramen ischiadicum major'un alt kısmında geniş bir üçgen bant oluşturmak üzere birleşir. Bu bandın apeksinde oluşan n. ischiadicus gluteal bölgeye kadar devam etmektedir. N. ischiadicus (L4-S3), ortak bir kılıf içinde yer alan n. tibialis ve n. peroneus communis'ten oluşur. N. tibialis (L4-S3) uyluk, bacak ve ayağın arka kompartmanındaki kasları innerve ederken, n. peroneus communis (L4-S2) bacağın ön ve yan kompartmanlarını ve ayağın dorsumunu innerve eder. Plexus sacralis'in diğer dalları n. gluteus superior (L4-S1), n. gluteus inferior (L5-S2), n. pudendus (S2-S4) ve n. cutaneus femoris posterior lateralis'tir (S2-S3). Ayrıca plexus sacralis m. quadratus femoris ve m. gemellus inferior (L4-S1), m. obturator internus ve m. gemellus superior (L5-S2), m. piriformis (S1-S2), m. levator ani, m. coccsigeus ve m. sphincter ani externus (S4) kaslarına dallar verir. Bununla birlikte plexus pudendalis ve plexus coccygeus'un yapısına katılır (Sim ve Webb, 2004; Kayalioglu, 2009), (Şekil 1.20), (Arıncı ve Elhan, 2006 , Schünke, 2007).



Şekil 1.20. Plexus lumbalis ve sacralis anatomisi

### 1.2.1.9. Lumbal bölgenin damarları

İlk dört lumbal omur aorta abdominalis'ten çıkan segmental arterler tarafından beslenir. L5, coccygeal bölge ve sacrum ise a. sacralis mediana'dan çıkan küçük segmental arterler tarafından beslenir. Venöz kan omurlar arasındaki plexus venosus vertebralis internus'a direne olur. Plexus venosus vertebralis internus, plexus venosus vertebralis externus ile anastomoz yapar. Lumbal venler ise lumbal arterlerle birlikte seyrederek vena cava inferior veya vena iliaca communis sinister'e dökülür (Macnab ve Dall, 1971; Gilchrist vd., 2002), (Şekil 1.21), (Schünke, 2007).



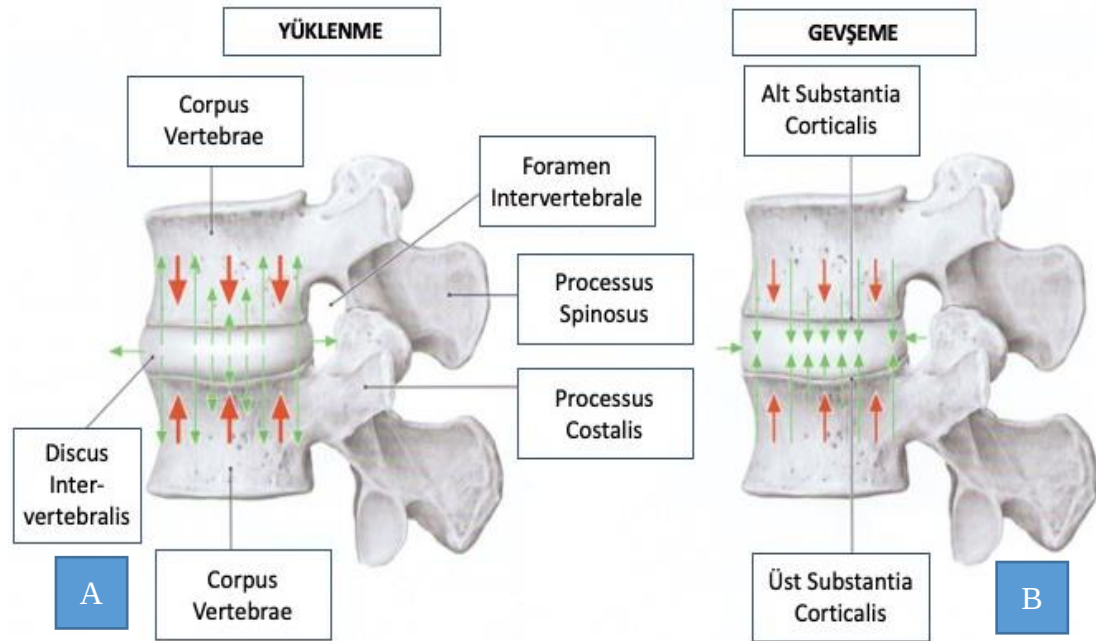
Şekil 1.21. Lumbal bölgenin arter ve venleri.

A, Lumbal bölgenin arterleri; B, Lumbal omurun venleri; C, lumbal omurganın venleri

### 1.2.2. Lumbal omurların biyomekanigi

Baş ve üst vücut yarısının ağırlığını taşıması lumbal bölgede discus intervertebralis'te kompresyon oluşturur. Diskin bu kompresyona cevabı doğrusal değildir. Normal şartlarda, diske uygulanan yük miktarına doğru orantılı olarak cevap oluşur. Anulus fibrosus'ta yırtık olduğunda ise, yapıların gösterdiği direnç azalır ve az yükte esnek, çok yükte stabil olur (Lundon ve Bolton, 2001; Osti vd., 1992; Haughton vd., 2000).

Nucleus pulposus %80-85 su içeren kollajen lifler ve kıkırdaktan oluşan bir yapıdır. Üzerine basınç gelerek zorlandığında anulus fibrosus ve vertebral son plak yapıları bu basıncı destekler. Bu şekilde nucleus pulposus amortisör gibi davranmış olur. Omurlar boyunca dik olarak gelen yüklerle nucleus pulposus ve anulus fibrosus'tan dışarıya sıvı akımı olur, sıvı içeriği discus intervertebralis'te azalır. Bu yükler kalktığında yeniden disk içine sıvı akımı gerçekleşir. Bu akım diffüzyonla subkondral damarlardan sağlanır. Eğer dışarıdan gelen yükler sürekli devam ederse zaman içinde disk içindeki sıvı miktarı azalarak, disk kalınlığı azalır. Bu da disk dejenerasyonuna neden olur (Schünke, 2007), (Şekil 1.22), (Schünke, 2007).



Şekil 1.22. Discus intervertebralis'te sıvının yer değişimi.

A, Yüklenme (kalın oklar) ile sıvının diskten dışarı akımı (ince oklar), B, Yüklenmenin azalması ile sıvının disk içine geri dönmesi (ince oklar).

Omurga üzerine vertikal yük uygulanınca nucleus pulposus'un basıncı artar ve radial tarafa doğru şişkinlik oluşur. Basınç vertebral son plağa iletilir, anulus fibrosus'un iç ve dış sınırı dışarıya taşar, discus intervertebralis birbirini takip eden omurlar arasından dışarıya doğru taşmış

olur ve bu duruma bulging denir. Basınçla birlikte anulus fibrosus'un iç lifleri gerilerek uygulanan yüke direnç oluşur. Vertebral son plak kendisine iletilmiş olan basıncı komşu vertebraya iletmektedir. Kompresyon asimetrikse discus intervertebralis radial yönde bulging oluşturur (Lundon ve Bolton, 2001).

Lumbal omurların fleksiyonu sırasında en çok anteriorda kompresyon ve bulging meydana gelirken, anulus fibrosus, nucleus pulposus ve vertebral son plak birlikte kompresyona karşı koyar. Öne eğilirken anulus fibrosus'un anteriorunun yüksekliği azalır, posteriorunda ise gerilme oluşmaktadır. Anulus fibrosus öne fleksiyonla deforme olmaktadır, ancak bu sadece kollajen fibrillerde gerilme ile açıklanamamaktadır. Anulus fibrosus'un lifleri oblik seyretmektedir ve fleksiyon sırasında dizilimleri değişir. Bu şekilde komşu vertebradan giderek uzaklaşır. Normal şartlarda discus intervertebralis hareketin ilk başlangıcında harekete karşı minimal direnç oluştururken, hareketin sonunda anulus fibrosus liflerinde maksimum gerilim oluşmakta ve direnç artmaktadır. Oluşan gerilim anulus fibrosus'tan nucleus pulposus'a iletilmekte ve nucleus pulposus'un basıncı artmaktadır. Yapılan araştırmalarda art. zygoapophysial'in fleksiyon ve ekstansiyon hareketine ilk direnci oluşturan yapı olduğu bildirilmektedir (Bogduk ve Twomey, 1997; Lundon ve Bolton, 2001).

Günlük yaşam aktiviteleri sırasında discus intervertebralis minimal gerilime uğrar. Art. zygoapophysialis'in hareketiyle omurga, diski yüksek torsiyonel gerilimlerden korur. Omurga rotasyonel kuvvetlere karşı %35 direnç oluşturur (Farfan vd., 1970; Lundon ve Bolton, 2001).

Literatürde sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları incelendiğinde, disk uzunluğunun yukarıdan aşağıya arttığı, L4-5 ve L5-S1 disklerinin uzunluğunun ise hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Nucleus pulposus'un uzunluğunun L5-S1 seviyesinde en fazla, L4-5 seviyesinde ise en az olduğu bildirilmektedir. Anulus fibrosus'un anteriorunun L4-5'in posteriorundan uzun, L5-S1 seviyesindeyse anterior ve posterior anulus fibrosus uzunluğunun eşit olduğu görülmektedir. Nucleus pulposus yüksekliğiye L1-2'den L4-5 seviyesine kadar artar ve en yüksek seviye L4-5'tedir (Zhong vd., 2014).

Kadavra çalışmalarında intrinsik ve maksimum basınçların disk dejenerasyonu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. L3-4 segmentindeki invivo basınç değişiklikleri statik postürler ve egzersiz sırasında ölçüldüğünde en yüksek intradiskal basıncın oturmada 20° öne fleksiyonda olduğu görülmüştür (Nachemson, 1966; Lundon ve Bolton, 2001).

L5-S1 arasındaki lordoz derecesi totalde  $55,6 \pm 9^\circ$  iken segmentlere göre lordoz L2-3 seviyesinden L5-S1 seviyesine kadar artar ve L5-S1 seviyesinde  $37,5 \pm 5,7^\circ$ 'dir. Görüntüleme çalışmalarında diskin anteriorundaki hareket lumbal bölgenin üst seviyelerinde alt seviyelerinden

fazlayken posteriorundaki hareket ise tam tersidir. Oturma ve ayakta durma sırasındaki manyetik rezonans görüntüleme çalışmalarında L4-5 ve L5-S1 seviyesinde deformasyonun ve nucleus pulposus'ta migrasyonun en fazla olduğu görülmüştür. Lumbal disk dejenerasyonuna bağlı hastalıklar sıklıkla lumbal bölgenin alt seviyelerinde gelişir. L1-2 seviyesinde disk herniasyonu veya dejenerasyonu nadir görülür. Disk herniasyonu en sık L5-S1'de gözlenirken dejeneratif lumbal spondilolistezis L4-5'te gözlenir (Gunzburg ve Szpalski, 2002; Zhong vd., 2014).

### 1.2.3. Lumbal disk hernisi

Lumbal disk hernisi, dejeneratif omurga hastalığı olarak bilinir ve toplumun %30'unun yaşamlarının bir döneminde bununla karşılaşma olasılığı vardır. Disk herniasyonu, dejeneratif değişikliklerin bir göstergesi olarak kabul edilir. Bu disk materyali, nucleus pulposus'u, anulus fibrosus'u veya osteofitik kemiği içerir. Diskin dejenerasyon süreci, discus intervertebralis'in biyokimyasal, vasküler ve anatomik değişiklikleriyle seyreder ve birçok farklı faktör rol oynar. Mevcut literatür, semptomatik disk herniasyonlarının %60-90'ına kadarının sıklıkla ameliyatsız tedaviye semptomların çözülmesiyle yanıt verdiğini bildirir. Bununla birlikte cerrahi müdahale ile tedavi olabilecek seçilmiş bir grup hasta da bulunur. Fıtıklaşmış parçada tam, kısmi gerileme olan veya hiç gerilemeyen hastalarda bile klinik iyileşme meydana gelebilmektedir (Benzakour vd., 2019; Ilyas ve Savage, 2018).

#### Discus intervertebralis'in dejenerasyonunun fizyopatolojisi

Anulus fibrosus lifleri transvers düzlem ile 30° ila 150° arasında açılanma yapmaktadır. Yaşı 30'un üzeri olan birçok kişide dejeneratif değişiklikler yaşanır. Disk dejenere olduğunda hidrasyon kapasitesinde azalma olduğu için disk in yüksekliği azalır. Ayrıca nucleus pulposus'ta fibrotik dokular görülür. Dejenere diskte osteofit oluşmasıyla komşu vertebral son plak kesit alanı artar. Dejenere olan yumuşak dokudaysa hidrasyon kapasitesinin azalması ile matriks deformasyonu artar (Rohlmann vd., 2006).

Disk dejenerasyonuna bağlı olarak oluşan anormal stres jelatinöz yapıdaki nucleus pulposus'un eşit olmayan şekilde ağırlığı dağıtmasına sebep olur. Bu durum anulus fibrosus ve vertebral son plakta yapısal hasara neden olur. Bu süreci takiben inflamatuvar süreç hızlanarak dejenerasyonu ilerletmektedir (Apfel vd., 2010).

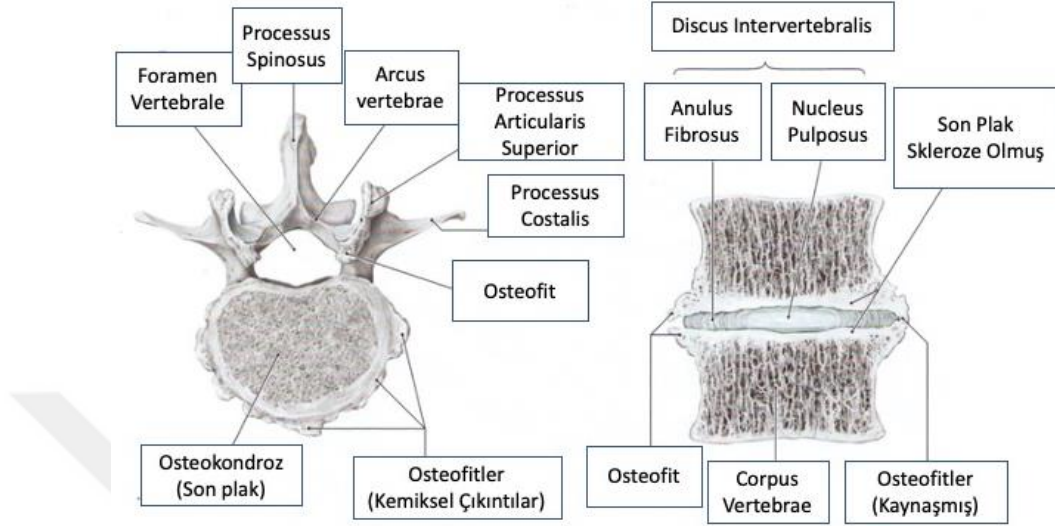
Dejenere diskte nucleus pulposus'un oluşturduğu hidrostatik basıncın dağılımı düzgün olmamakla birlikte yön değişimi ile de bağlantılıdır. Dejenerasyonun artmasıyla nucleus pulposus ve anulus fibrosus arasındaki alan birbiri içine geçmeye ve yayılmaya başlar. Aşırı dejenere olan diskte anulus fibrosus'un iç lamelleri içeri doğru yönelir ve nucleus pulposus

aralığı azalır. Disk dejenere olduğunda fleksiyon, ekstansiyon ve lateral fleksiyon hareket aralığı azalmakta iken aksiyal rotasyon artar (Mimura vd., 1994). Disk dejenerasyonu ile birlikte art. zygoaphophysialis'te artritik değişiklikler de görülür. Aksiyal rotasyonun artmasının nedeni artiküler kartilaj kalınlığının azalması olabilir. Sağlıklı diskte en fazla stres vertebral son plakların merkezinde iken dejenere diskte vertebral son plakların lateralinde, kortikal duvarında, omur gövdesinin köşelerinde oluşur. Nucleus pulposus'un hidrostatik kapasitesindeki azalma ile disk sertliği artmakta ve disk dejenerasyonu meydana gelmektedir. Disk dejenere olduğunda nucleus pulposus hacminde ve hidrasyon kapasitesinde azalma, sıkıştırılabilirliğinde artma görülür. L3-4'te art. zygoaphophysialis sagittal düzleme yakın olduğundan yapısal olarak aksiyal rotasyonu sınırlar. Bu nedenle disk dejenerasyonu aksiyal rotasyon hareketini çok fazla etkiler. Disk dejenerasyonunun artmasıyla supraspinöz ve interspinöz bağlar dışındaki bağlarda kuvvetler azalır (Rohlmann vd., 2006). Vertebral son plakların fraktüründen sonra iyileşme hatalı olursa nucleus pulposus'un matriksi dejenere olabilmektedir. Fraktür bir inflamatuvar cevaba veya otoimmün sürece neden olabilmektedir (Kerttula vd., 2000; Lundon ve Bolton, 2001).

Sürekli olarak mekanik yüklenmeye maruziyet discus intervertebralis metabolizmasının değişmesine sebep olur. Bölgedeki kan akışının azalmasıyla dejenerasyon başlayabilir. Farklı mekanizmalar olmakla birlikte disk dejenerasyonunda inflamasyon, proteolizis, depolimerizasyon nucleus pulposus'un matriksinde oluşur ve dehidrasyona bağlı fonksiyonda bozulma ortaya çıkar (Lundon ve Bolton, 2001). Vertebral son plak vaskülarizasyonundaki değişim omurlarda kemik dokuda yeniden şekillenmeye sebep olur ve art. zygoaphophysialis'te osteoartritik değişimler 12-18 ayda ortaya çıkar. Biyomekanik değişmesi, diskte anormal yüklenme, biyomekanik sapmanın fazla olması dejenerasyon sürecini hızlandırır (Melrose vd., 2012). Discus intervertebralis iç tabakasında duyu lifleri bulunmadığından mekanik uyarana karşı ağrı eşiği yüksek olup nosiseptif uyarana karşı hassastır. Hayvan araştırmalarında anuler yırtığın sinirin içe büyümesini uyarmasıyla inflamatuvar mediatörler artmakta ve diskteki sinir lifleri duyarlı hale gelmektedir. Kronik bel ağrısının oluşumunun bu süreç ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Aoki vd., 2014).

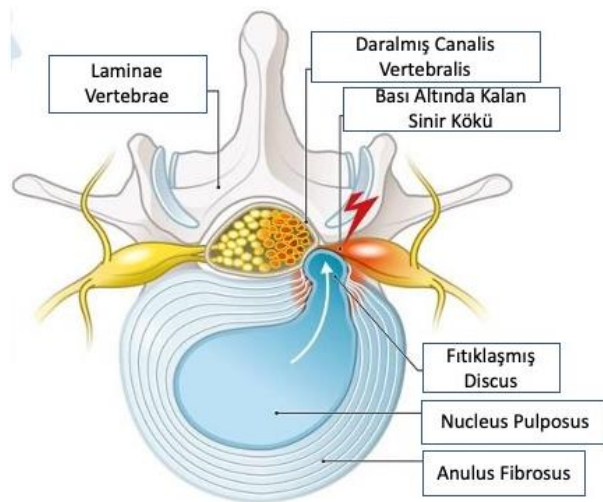
Discus intervertebralis'te dejenerasyon vücudun diğer tüm dokularından daha erken meydana gelir. Bu süreç tüm disk için yaşamın ikinci dekatında gerçekleşirken (Kepler vd., 2013), nucleus pulposus için üçüncü dekatta gerçekleşmektedir (Seo vd., 2016). Diskin dejenere olmasıyla discus intervertebralis'in kendine uygulanan fizyolojik yüklenmeyi absorbe etme yeteneği azalmaktadır. Böylece ağırlık omur gövdesine veya vertebral son plaklara biner. Artan yük ile art. zygoaphophysialis'te artroz, hipertrofik değişiklikler ve nöral sıkışma oluşurken; omurlarda osteofit formasyonu, trabeküler mikrofraktürler meydana

gelebilir. Diskin dejenerasyon sürecinin ilerlemesiyle anulus fibrosus'un entegrasyonu bozulmakta ve anulus fibrosus ile ilişkisi bozulan nucleus pulposus fıtıklaşmaktadır (Kepler vd., 2013), (Şekil 1.23), (Schünke, 2007).



Şekil 1.23. Discus intervertebralis'in ve lumbal omurun dejenerasyonu

Yaşın ilerlemesiyle nucleus pulposus'ta ve anulus fibrosus'ta sıvı kaybı ilerler, disk dejenerasyona uğrar ve incelmeye gözlenir. Bunlar da columna vertebralis'in stabilitesinin bozulmasına neden olur. Anulus fibrosus'un yapısı bozulur, gücü azalır, esnekliğini kaybeder. Yük bindikçe nucleus pulposus anulus fibrosus'un bozulmuş bölgelerinin içine doğru kaymaya başlar. Anulus fibrosus dejenerasyon ilerledikçe yırtılır. Yırtılma olduğunda herniasyon yani fıtıklaşma ortaya çıkar. Nucleus pulposus foramen intervertebrale'nin içinde uzanan spinal sinir köklerine bası oluşturarak ağrı oluşumuna neden olur. En çok mediolateral disk fıtıklaşmalarında spinal sinir kökleri bası altında kalabilir (Schünke 2007), (Şekil 1.24), (Schünke 2007).

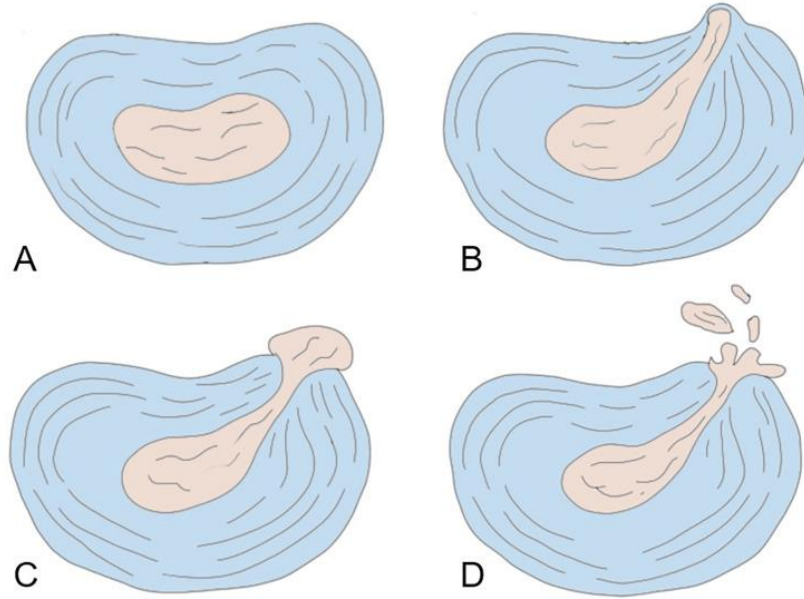


Şekil 1.24. Lumbal disk hernisi oluşumu

### Lumbal disk hernisi sınıflandırması

Bu sınıflandırma manyetik rezonans görüntüleme sonuçlarına göre Macnab tarafından yapılmıştır (Macnab Sınıflaması). Bu sınıflandırmaya göre;

- 1- *Bulging disk hernisi*: Disk materyalinin taşması veya konveksliğinin artması. Anulus fibrosus ve Sharpey lifleri sağlam durumdadır.
- 2- *Protrüze disk hernisi*: Anulus fibrosus'un inkomplet defektiyle disk materyalinin arka tarafa herniye olması durumudur.
- 3- *Ekstrüde disk hernisi*: Anulus fibrosus'un komplet defekti ile nucleus pulposus'un anulus fibrosus içinden dışarı taşmasıdır.
- 4- *Sekestre disk hernisi*: Anulus fibrosus'un komplet defekti ile nucleus pulposus'un bir parçasının ekstrüzyona uğraması ve bu parçanın nucleus pulposus ile devamlılığının kaybolması durumudur (Sinaki ve Mokri, 1996), (Şekil 1.25), (Chen vd., 2020).



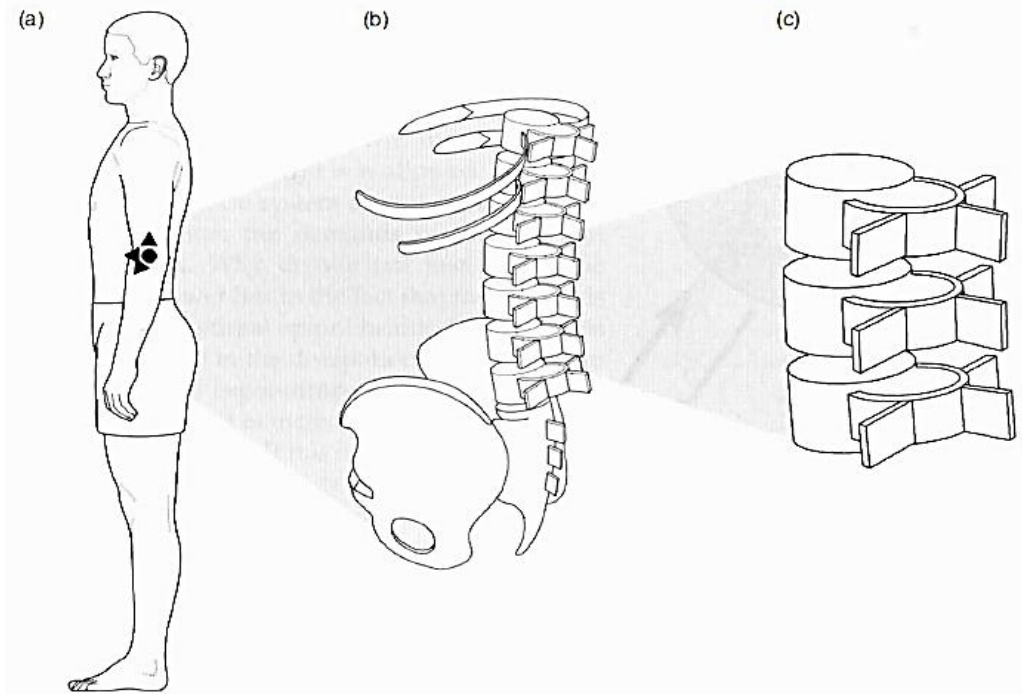
Şekil 1.25. Disk hernisi sınıflandırması (Macnab Sınıflaması)

#### 1.2.4. Spinal Stabilizasyon Egzersizlerinin Biyomekaniği

İnsan hayatının herhangi bir döneminde bel ağrısına yakalanmanın tüm popülasyondaki oranı %80 olarak bildirilmektedir ve bel ağrısı belirgin bir iş gücü kaybına neden olmaktadır (Vhos vd., 2023). Yaygın olarak görülen bel ağrısının tedavisinde ilk önerilerden birisi aktif kalmak ve egzersiz yapmaktır (Wong vd., 2017). Bu nedenle bel

ağrısına yönelik hangi egzersiz programlarının uygulanabileceği her zaman popüler bir araştırma konusu olmaya devam etmektedir.

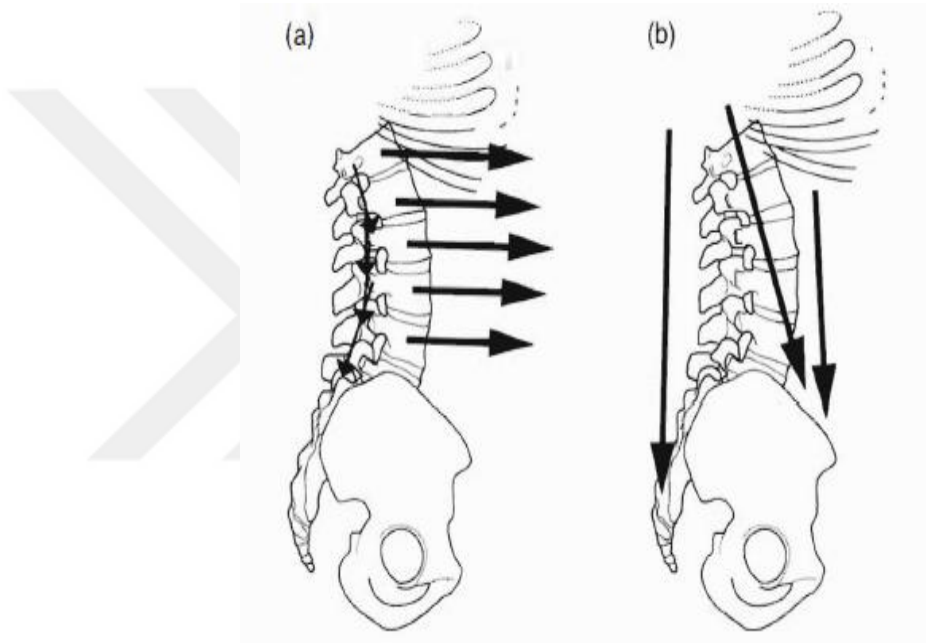
Son yıllarda lumbal bölge ağrısı için segmental stabilizasyon egzersizleri üzerinde daha çok çalışılmaktadır. Segmental stabilizasyon ya da spinal stabilizasyon egzersizleri ilk kez Richardson ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (Richardson ve Jull, 1995). Bu yaklaşımda amaç özellikle mm. multifidi ve m. transversus abdominis gibi derin gövde kaslarının aynı anda düzgün bir şekilde kasılmasının öğrenilmesini sağlamaktır (Richardson ve Jull, 1995). Özellikle bu iki kasın önemli katkı sağladığı düşünülmektedir (Hides vd., 2011). Lumbal stabilizasyon egzersizlerinin akut ve kronik bel ağrısında diğer tedavi yöntemlerine göre kısa ve uzun vadede daha etkili sonuçlar verdiğine dair birçok çalışma bulunmaktadır (Rackwitz vd., 2006). Bu kasların bel ağrısı olan hastalarda yeterince iyi çalışmadığı ve bu nedenle lumbal motor kontrolün azaldığı bildirilmiştir. Spinal stabilizasyon egzersizleri bu kasların güçlenmesini sağlayarak motor kontrolün artmasını amaçlar. Lumbopelvik stabilizasyonun 3 tane bölümü var. Öncelikle kişinin gövde dengesinin kontrolü, bunu sağlamak için lumbopelvik oryantasyonun ve dizilimin kontrolü, bunun için de intervertebral kontrol önemlidir. Bu üç sistemden öncelikle intervertebral kontrolün sağlanması temel amaçtır (Richardson, 2004), (Şekil 1.25), (Richardson, 2004).



**Şekil 1.25.** Lumbopelvik stabilizasyon basamakları;

a, kişinin gövde kontrolü; b, lumbopelvik oryantasyon kontrolü; c, intervertebral kontrol

Spinal stabilizasyon egzersiz teorisinde lumbal bölgedeki kaslar lokal ve global olarak ayrılmıştır. Stabilizasyon için bu kaslar bir arada çalışır. Lokal kasların başlangıç ve bitişi vertebraların üzerindedir ve derin grup kaslar olarak ifade edilir (mm. multifidi gibi). Bu kaslar spinal segmentlerin intervertebral ilişkisini, lumbal segmentlerin duruşunu düzenler (Richardson, 2004). Global kaslar ise daha yüzeysel kaslardır ve lumbopelvik alanı birbirine ipler, yaylar gibi bağlar ve spinal oryantasyonu sağlayan kaslar olarak belirtilmiştir. Yükleri gövdeden, torakstan pelvise aktarırlar. Omurgaya yükün gelmesini azaltırlar. Lumbopelvik stabilite açısından önemli olsalar da intervertebral hareket üzerinde etkileri yoktur (Richardson, 2004), (Şekil 1.26), (Richardson, 2004).



**Şekil 1.26.** Lokal ve global kasların uzanımı

## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

### 2.1. Çalışmaya katılanlar ve çalışma dizaynı

Kesitsel, çift kör, kontrollü olarak dizayn edilmiş bu çalışma için, 2017-2019 tarihleri arasında Ankara FizyoCare Tıp Merkezi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran, 25-65 yaş aralığında olan toplam 158 kişi ön değerlendirmeye alındı. Değerlendirmeye alınan katılımcıların bir kısmının üç aydan uzun süren kronik bel ağrısı şikayeti vardı. Bel fıtığı olan ve kronik bel ağrısı olan hastalar birinci gruba alındı. Çalışmaya bel fıtığı seviyesi L4-5 aralığı veya L5-S1 olan hastalar dahil edildi. İkinci gruba bel fıtığı olmayan ve kronik bel ağrısı olan hastalar kabul edildi. Polikliniğe başka sebeplerle başvuran ve hayatlarında hiç bel ağrısı şikayeti olmayan gönüllüler grup üç olarak değerlendirildi.

Bel ağrısı bölgesi kaburga alt çizgisi ile alt gluteal çizgi arasında kalan bölge olarak kabul edildi. Görsel analog skala değerlendirmesinde istirahat, hareketle ya da gece herhangi birinde 4 (40 mm) veya üstü değerler bildirenlerin bel ağrısı varlığı olduğuna karar verildi. Bel ağrısına ek olarak bacak ağrısı olan hastalar çalışmadan dışlanmadı. Ancak bel fıtığı olan hastaların radikülopatisi olmadığını belirlemek için elektronöromiyografi değerlendirmesi yapıldı ve radikülopati olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- Vücut kitle indeksi 19'un altında ve 29'un üstünde olması
- Aynı anda iki seviyede disk hernisi olması
- Lumbal spinal stenozu olması
- Bel bölgesinde geçirilmiş cerrahi öyküsü, geçirilmiş karın içi operasyon hikayesi olması (karın kasları gücünü etkileyebileceği için)
- Eskiden geçirilmiş vertebral neoplazi, infeksiyon olması
- İnflamatuar romatizmal hastalık (romatoid artrit, spondiloartropati, sakroileit gibi) olması
- Lumbal bölgede kırık hikayesi olması
- İleri evre zygoapophysial eklem dejenerasyonu ve zygoapophysial eklem tropizmi olması

- Spondilolistezis, skolyoz, spina bifida olması
- Son 1 yıl içinde düzenli kas güçlendirici yüzme, pilates ya da yoga gibi egzersiz programlarına katılmış olması
- Değerlendirmeleri sağlıklı bir şekilde tamamlayamayacak mental uygunluk olmaması

Toplam 158 hasta ve gönüllü ön değerlendirmeye alındı. Bu kişilerden 60 tanesi katılım kriterlerine uymadığı için çalışma dışında bırakıldı. Bel fıtığı olup elektronöromiyografide radikülopati bulgusu pozitif olanlar (n=5), radyolojik bulgularında ileri dejenerasyon, bir seviyeden fazla bel fıtığı, faset (zygoapophysial eklem) sendromu olan hastalar (n=25), romatizmal başka hastalık varlığı olan (n=3), spondilolistezis ve skolyoz olan hastalar (n=9), geçirilmiş cerrahi öyküsü olan hastalar (n=4), son 1 yıl içinde düzenli egzersiz yapmış olan kişiler (n=8), çalışmaya katılmayı reddeden (n=6) kişiler çalışma dışı bırakıldı.

Değerlendirme sonunda 98 hasta ve gönüllünün ölçümleri yapıldı (yaş aralığı= 29-61). Grupların dağılımı şu şekilde sonuçlandı:

**Grup 1:** Manyetik rezonans görüntülemeye bel fıtığı olan ve kronik bel ağrısı olan hastalar (n=34)

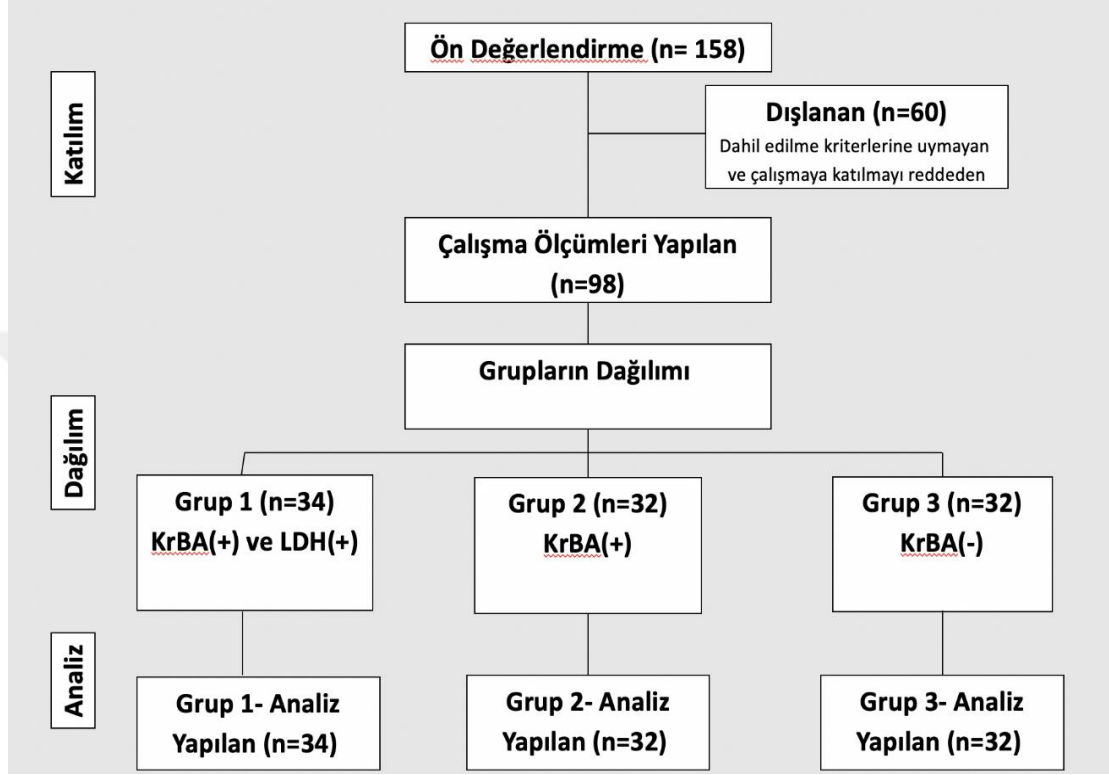
**Grup 2:** Manyetik rezonans görüntülemeye bel fıtığı olmayan ve kronik bel ağrısı olan hastalar (n=32)

**Grup 3:** Hayatında hiç bel ağrısı yaşamamış olan sağlıklı gönüllüler (n= 32)

Hastaların ön değerlendirmesi ve hangi gruplara dağılacağı 10 yıllık fizik tedavi ve rehabilitasyon uzmanı olan bir araştırmacı tarafından yapılırken, ön değerlendirme sonrası klinik değerlendirmeler ölçüm yaparken kullanılan cihazlar konusunda 5 yıllık deneyimi olan ve katılımcıların hangi gruplara dağıldığını bilmeyen bir araştırmacı tarafından yapıldı.

Çalışmamızın etik kurul onayı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alındı (Karar numarası: 12-707-17). Hastaların hepsi çalışmaya alınmadan önce ayrıntılı olarak bilgilendirildi. Gönüllü grubuna bel bölgesine manyetik rezonans görüntüleme yapılacağı, kimler için yapılmasının uygun olmadığı konusu açıklandı. Tedavi öncesinde tüm ölçümler tamamlandı. Bu çalışma Helsinki

Deklerasyonuna göre yürütüldü ve çalışmaya alınırken gönüllü olur formu alındı, yapılan işlemler ayrıntılı olarak açıklandı ve patoloji tespit ettiğimiz hastalara ev programı verilerek gerekiyorsa fizik tedavi programına alındı. Ön değerlendirme ve ölçüm yapılan grupların dağılımı Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Çalışma gruplarının dağılımı

\*KrBA: kronik bel ağrısı, LDH: lumbal disk hernisi, n: numara

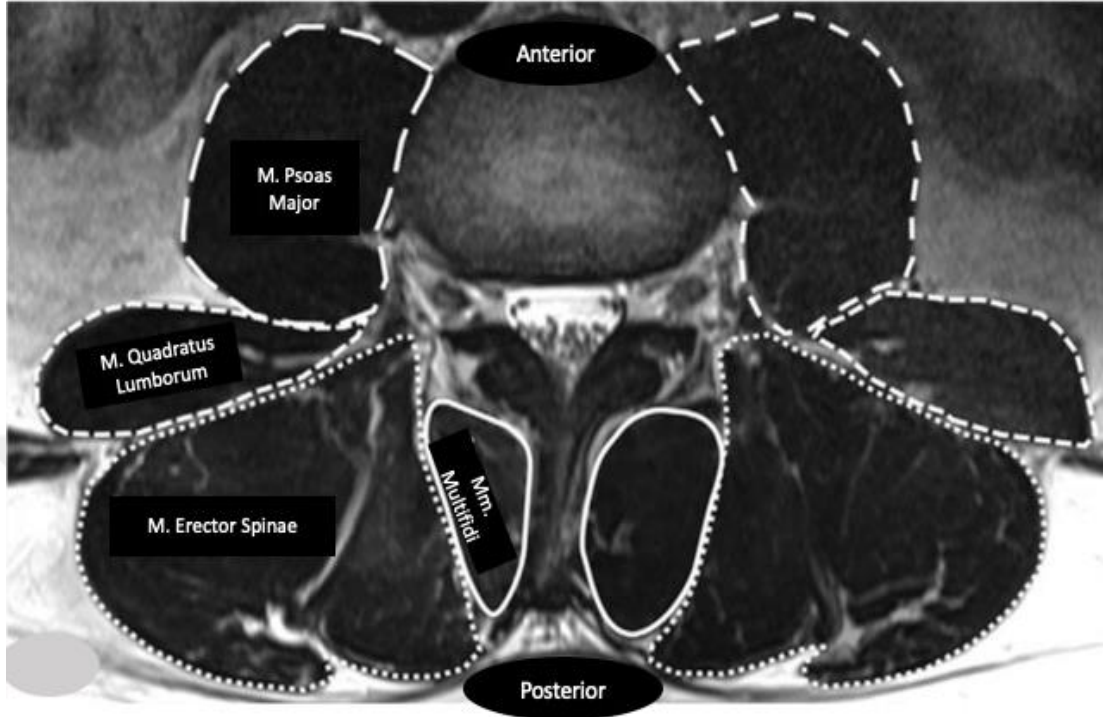
## 2.2. Manyetik rezonans görüntüleme ölçüm yöntemleri

### 2.2.1. Kas alanı ölçümleri

Hastaların lumbal manyetik rezonans görüntüleme çekimleri Genesis Signa HDxt Optima Edition 23 (Tween Speed- General Electric Healthcare Systems, Milwaukee) (1.5 Tesla 16 Kanal) cihazıyla yapıldı (Hirsch vd., 2020). Manyetik rezonans görüntüleme okumada 10 yıl deneyimli bir radyolog tarafından değerlendirildi. Değerlendirmeler birer hafta arayla iki kez yapıldı.

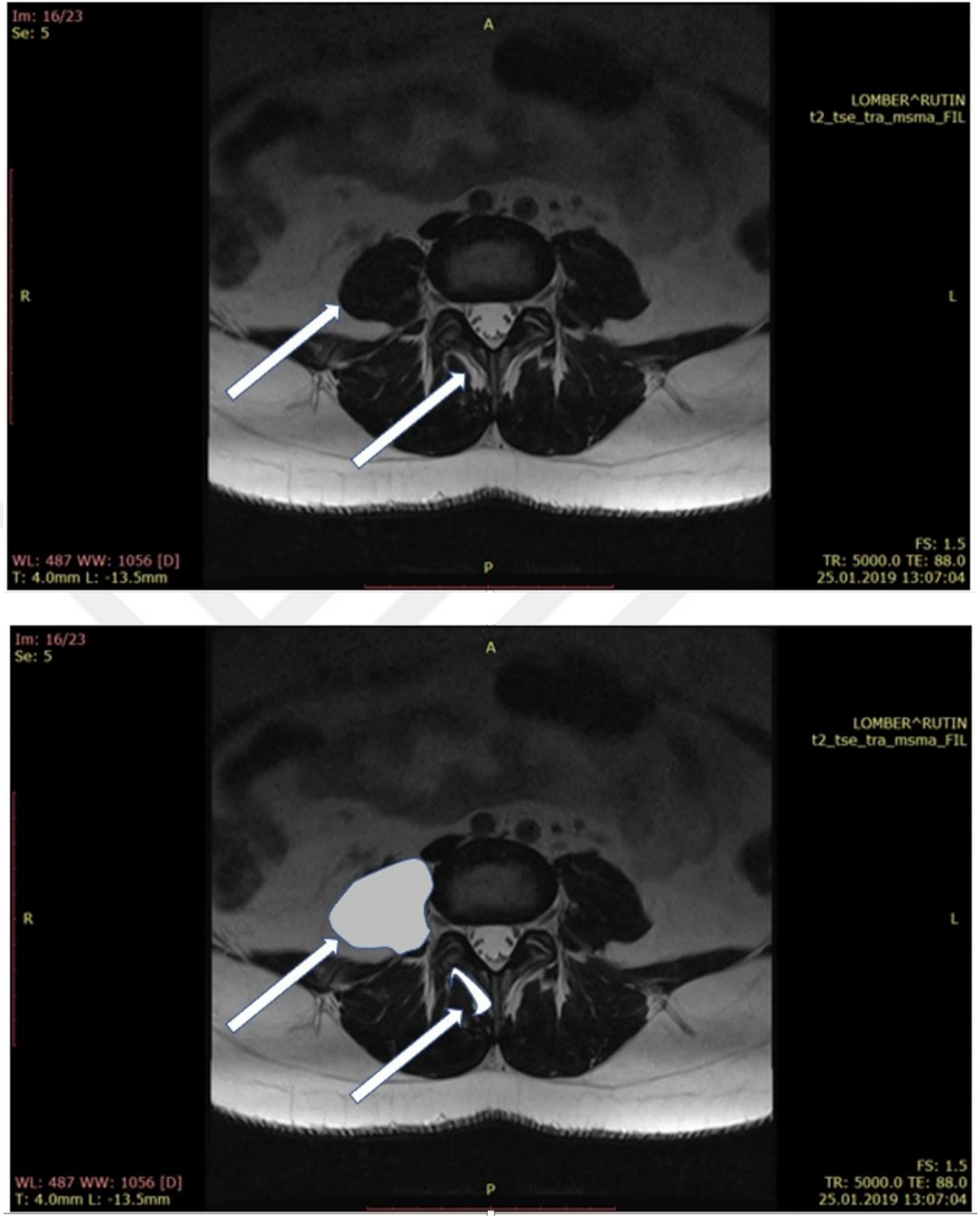
Mm. multifidi, m. erector spinae, m. quadratus lumborum ve m. psoas manyetik rezonans görüntülemelerden Image J olarak adlandırılan ([imagej.nih.gov/ij/download/](http://imagej.nih.gov/ij/download/)) National Institutes of Health tarafından ücretsiz olarak sağlayabildiğimiz bir programla ölçüldü (NIH,

2018). Şekil 2.2’de manyetik rezonans görüntülemeye kas alanlarının seçimi görülmektedir (Chang vd., 2016).

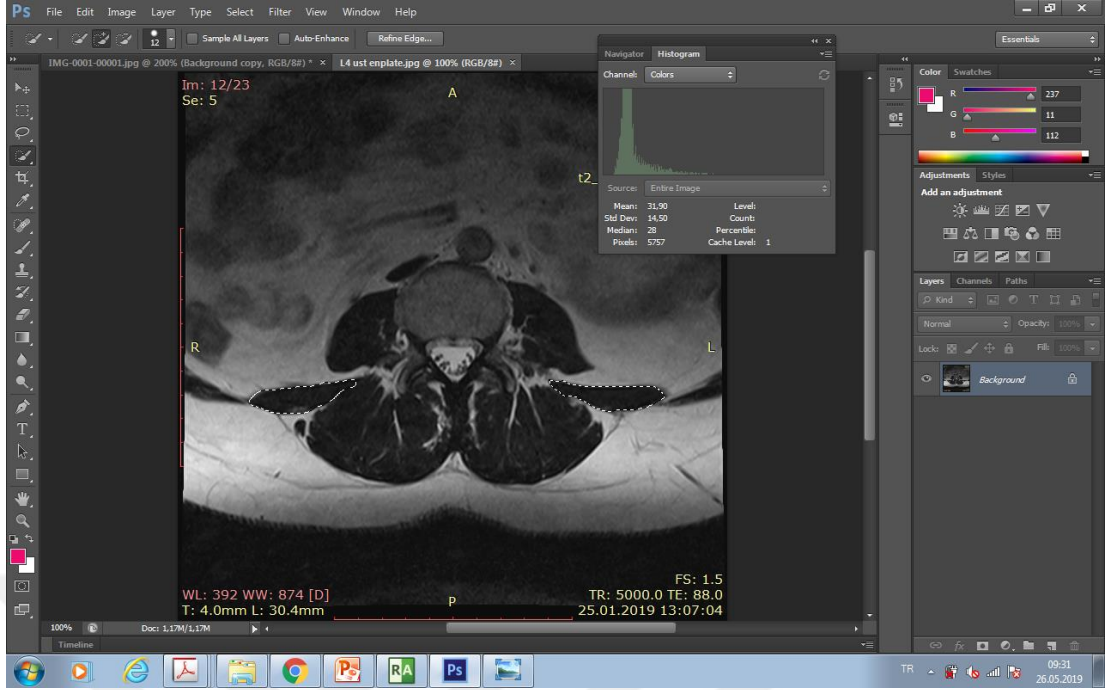


Şekil 2.2. Ölçüm yapılan kasların manyetik rezonans görüntülemeye anatomik görüntüsü

Ölçüm yapılan kas alanları içindeki yağ doku alanlarının genişliği belirlenip toplam kas alanlarından çıkarılarak gerçek kas alanları ölçümüne ulaşıldı. Şekil 2.3’te m. psoas için kas doku alanı ve m. erector spinae için yağ doku alanı şematize edilmiştir. T1-ağırlıklı sekansta aksial kesitler kullanılarak yağ kısmı piksel sinyal intensitesi farklarıyla threshold (eşik) tekniği kullanılarak kas kısmından ayrıldı, bu ayırım ImageJ programı kullanılarak yapıldı. Şekil 2.4’te image j programındaki manyetik rezonans görüntüsü görülmektedir. Kesitler omur gövdesinin alt sınır çizgisine komşu intervertebral aralık hizasından alındı. Yağlı değişiklik çıkarıldıktan sonra elde edilen gerçek alanlar kullanıldı. Ölçümler tüm hasta ve gönüllülerde L4-5 ve L5-S1 aralıklarından iki seviyeli, çift taraflı olarak alınıp toplanarak yapıldı.



Şekil 2.3. M. erector spinae için yağlı değişiklik alanı ve m. psoas alanı



Şekil 2.4. Image J programında m. quadratus lumborum kasının sınırlarının çizilmesi

### 2.2.2. Goutallier evreleme sistemi

Beş evreden oluşan bu evreleme sistemi ile mm. multifidi ve m. erector spinae bölgesindeki yağlı değişiklik dereceleri değerlendirildi (Tamai vd., 2018).

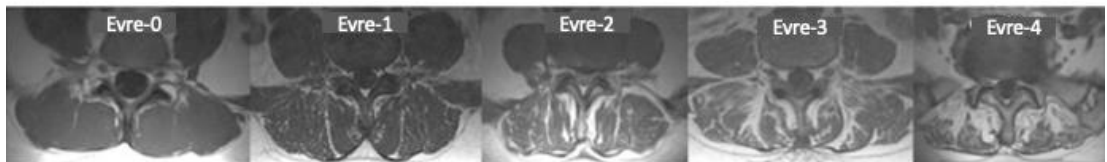
Evre 0: Hiç yağlı değişiklik yok.

Evre 1: Çizgilenme şeklinde yağlı çizgilenmeler görülür

Evre 2: Yağ doku vardır ama ve kas kitlesi yağ kitlesinden çoktur

Evre 3: Yağ ve kas doku genişliği birbirine eşittir

Evre 4: Yağ kitlesi kas kitlesinden fazla olarak görülür (Şekil 2.5), (Tamai vd., 2018).



Şekil 2.5. Goutallier evreleme sistemi.

### 2.2.3. Modifiye Pfirrmann evreleme sistemi

Disk hernisinin alanı manyetik rezonans görüntülemeye hangi intervertebral disk aralığındaysa sagittal kesitte en geniş görüldüğü yerden ölçülmüştür. Bununla birlikte disk dejenerasyonu evrelemesi Modifiye Pfirrmann Evreleme Sistemi'yle yapılmıştır. Bu evreleme sistemi diskin yapısı, diskin yüksekliği, intensitesi kullanılarak yapılır. Evre 8'de disk yüksekliği belirgin azalmış ve diskin iç yapısı belirgin bozulmuş hale gelmiş olur (Zhang vd., 2014).

## 2.3. Klinik değerlendirmeler

### 2.3.1. Görsel Analog Skala

Tüm hastaların bel ağrısı 100 mm (10 cm) görsel analog skala ile değerlendirildi. Bu değerlendirmede 40 ve üstü ağrı olarak kabul edildi. Ayrıca hastaların bel ağrısının yanında bacak ağrısı da görsel analog skala ile değerlendirildi. Hastalar hissettikleri ağrıyı "0" hiç ağrı yok, "10" ise dayanılmayacak şiddette ağrının varlığını ifade eden 10 cm'lik çizgi üzerine işaretledi (Klimek vd., 2017), (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Görsel analog skala

### 2.3.2. Modifiye Shober testi

Bel fleksiyon açısı tüm katılımcılarda bu test ile değerlendirildi. Ölçülecek kişi ayakta dik pozisyonda iken, iki taraftaki spina iliaca posterior superior'ları birleştiren çizginin 10 cm üzeri ve beş cm altı mezura ile ölçülerek işaretlendi. Sonra değerlendirilen kişiden dizlerini bükmeden öne doğru eğilebildiği kadar eğilmesi istendi. Son olarak işaretlenen iki nokta arası tekrar mezura ile ölçüldü. Ölçümün 15 cm'in üzerinde çıkan değeri Modifiye Schober testi sonucu olarak belirlendi (Yılmaz vd., 2015).

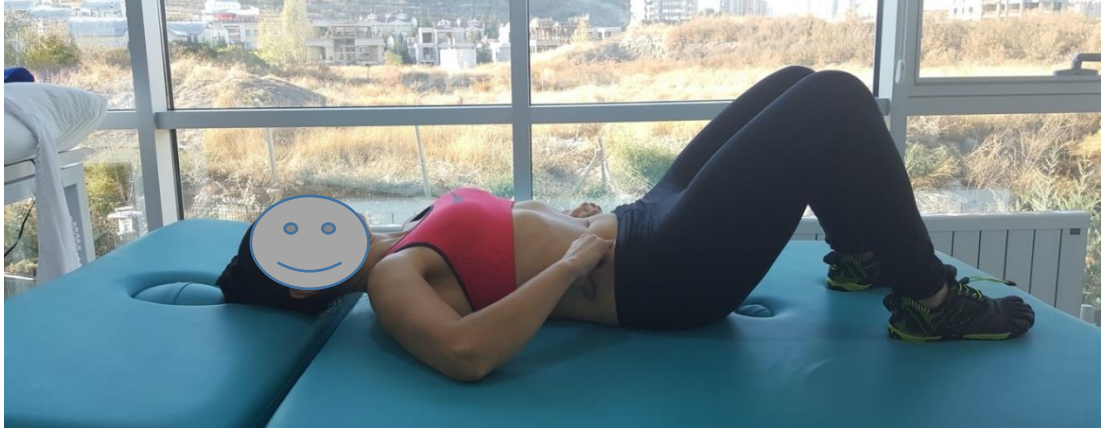
### 2.3.3. Kas aktivitesi değerlendirmesi

Mm. multifidi ve m. transversus abdominis kas aktivitesi değerlendirmesi; bulunduğu yerler literatürde tespit edilen ölçüm noktalarından, yapışkanlı yüzeyel elektromiyografi (EMG) elektrotları (type SX230 Data Log II, Biometrics Ltd., Gwent, UK) ile Biometrics E-Link sistemi kullanılarak yapıldı. Bu sistemde yüzeyel elektromiyografi ölçüm elektrodu bir kabloyla bilgisayarlı bir sisteme bağlıdır. Elektromiyografi probu ölçüm yaparken cihaz kayıt alır ve bu kaydı kendi ekranına yansıtarak sayısal değerlerle görüntölü hale getirir. Aynı sistem hem ölçüm için, hem de gerektiğinde kasların kuvvetlendirmesi için hastalara eğitim vermek amacıyla kullanılabilir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. E-link sistemi ile m. transversus abdominis kas aktivite kaydı alınması

M. transversus abdominis ve mm. multifidi kasının ölçümü için iki kasın aynı manevralarla kokontraksiyon yapmaları mekanizması kullanıldı. Özellikle alt karnı içe çekme manevrası sırasında bu iki kasın aynı anda kasıldığı bilinmektedir (Richardson and Jull, 1995). Öncelikle hastanın omurgasının en rahat ve gevşemiş hissettiği nötral pozisyon dediğimiz pozisyona gelmesi sağlandı, nötral pozisyonu anlaması için hastaya birkaç kez karnını içe çekmesi belini yere bastırması ve karnını serbest bırakması, bu sırada pelvik tilt pozisyonuna gelmesi komutları verildi (Şekil 2.8). Burada dikkat edilmesi gereken derin kas gruplarının (mm. multifidi ve m. transversus abdominis), global kaslardan yani daha yüzeyde olan ve lumbopelvik sistemi birbirine yaylar gibi bağlayan diğer kaslardan ayrı olarak kasılmasını sağlamak ve katılımcılara da bunu öğretmektir. Bunu da palpasyon yaparak ve katılımcıya bazı durumlarda palpasyon yaptırarak öğrenmesini sağladık (Richardson and Jull, 1995, Richardson, 1999).



**Şekil 2.8.** Lumbal bölgenin nötral pozisyonunun bulunması

M. transversus abdominis'in elektromiyografik olarak en iyi kayıt alınabilen yeri, literatürde belirtildiği şekilde spina iliaca anterior superior'un iki cm medial ve iki cm inferior noktası olarak kabul edildi (Marshall and Murphy, 2003). Tüm katılımcılar önce m. transversus abdominis kasının yeri, fonksiyonu ve nasıl kasıldığıyla ilgili bilgi verildi (Lima vd., 2012, Hodges vd.,1997). Sonra m. transversus abdominis kasını nasıl kasabilecekleri öğretildi. Tüm katılımcılar supin pozisyona alındı, sert bir zemine sırt üstü olarak yatırıldı, dizler fleksiyon pozisyonuna getirilerek ayak tabanlarını yere koymaları sağlandı. Kollar ölçüm sırasında gövdenin yanına konumlandırıldı. Eğitim verirken katılımcılardan m. transversus abdominis'i kasmaları öğretilirken her iki taraf iki ve üçüncü parmaklarını m. transversus abdominisi hissedebildikleri yer olan spina iliaca anterior superior'un iki cm mediali ve iki cm inferioruna koyarak hissetmeleri sağlandı (Lima vd., 2012, Hodges vd.,1997), (Şekil 2.9).



**Şekil 2.9.** M. transversus abdominis izole kasılma eğitimi

Mm. multifidi kası için L5 omur seviyesi processus spinosus'un iki cm lateralinden kas kasılmasını yapabilmeleri için öncelikle katılımcılara eğitim verildi. Öncelikle katılımcıların lumbal nötral pozisyona gelmeleri sağlandı. Alt karın kasılma hareketiyle m. transversus abdominis ile birlikte mm. multifidi kasılması öğretildi. Kasın bulunduğu bölgeye palpasyon yaparak kasın doğru kasıldığından emin olundu (Richardson ve Jull, 1995, Richardson, 1999), (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10.** Mm. multifidi'nin izole kasılma eğitimi

Aktif ölçüm yapan yüzeyel elektromiyografi elektrodu hedeflediğimiz mm. multifidi ve m. transversus abdominis için belirlenen noktalara konuldu. Toprak elektrodu katılımcının el bileğine bağlandı. Ölçüm yapılırken önce deneme için istirahatte 30 saniyelik ölçümler yapıldı. Sonra Avrupa Yüzeyel Elektromiyografi Önerileri'ne göre maksimal istemli izometrik kasılma ölçüm protokolü uygulandı (Hermens vd., 2000). Beş saniyelik üç kasılma ve her bir kasılma arasında üç saniyelik beklemler, üç tekrar olarak katılımcıya yaptırıldı. Her bir tekrar arasında da birer dakika katılımcı dinlendirildi. Sonra iki kez 10 saniye süreyle kasılma yapması istendi. Bu sürede alınan ölçümler elektromiyografi ölçümü yapan cihaz tarafından kayıt edildi. Tüm bu ölçümlerin ortalaması kayıt edildi. Ölçümler hem m. transversus abdominis ve m. multifidi için en iyi kayıt alınan sağ taraftan yapıldı (Marshall and Murphy, 2003).

#### 2.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmamızın örneklem büyüklüğünü hesaplamak için G\*Power 3.1.9.2 analiz sistemi kullanıldı. Lumbosakral radikülopatisi olan hastaların mm. multifidi kas doku alanının ölçüldüğü üç gruplu kontrollü bir çalışmadan bel fıtığı olmayan hastaların kas alanı ortalama 508,97, bel fıtığı olan hastaların 440,17, bel fıtığı olmayan kontrol grubunun ortalama mm. multifidi kas doku alanı 574,06, standart sapma 132,61 olarak aynı çalışmadan tespit edilmiştir. Yapılan power analizinde toplam örneklem büyüklüğü 96 olduğunda (her bir grup 32 kişi) %95 güçle, gruplar arasındaki farkın alfa değeri 0.05 seviyesinde olduğu hesaplandı.

İstatistiksel analizlerde Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versiyon 23 kullanıldı. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı Kolomogorov-Smirnov testi ile bakıldı ve verilerin parametrik olmadığı gösterildi. Bu nedenle tanımlayıcı istatistikler sayısal veriler için ortanca ve minimum-maksimum değerleri birlikte verildi. Ayrıca verilerin daha kolay bir

biçimde anlaşılabilmesi için ortalama ve standart sapma değerleri tabloların içinde belirtildi. Nitel değişkenler sıklık ve yüzde değerleri ile ifade edildi. Her üç grubun karşılaştırılması için veriler normal dağılım olmadığından Kruskal Wallis testi kullanıldı. Grupların ikili karşılaştırmaları için ise Mann-Whitney U testi yapıldı.



### 3. BULGULAR

#### 3.1. Sosyodemografik verilerin karşılaştırılması

Bel ağrısı olan ve manyetik rezonans görüntüleme sonucunda lumbal disk hernisi tespit edilen Grup-1, bel ağrısı olan ve manyetik rezonans görüntüleme sonucunda lumbal disk hernisi olmayan Grup-2 ve hiç bel ağrısı hikayesi olmayan ve manyetik rezonans görüntüleme değerlendirmesi yapılan Grup-3'ün sosyodemografik verileri birbiriyle karşılaştırıldı. Parametrik ve nonparametrik veriler için ayrı ayrı değerlendirme yapıldı. Parametrik verilere bakıldığında Grup-1'in yaş ortalaması 42 (29-61), Grup-2'nin 43,5 (29-60) bulunurken, Grup-3'ün yaş ortalaması 38,5 (29 -51) olarak tespit edildi. Bu değer diğer iki gruba göre biraz daha düşük kalsa da, üç grup birbiriyle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü ( $p= 0,058$ ,  $p>0,05$ ). Aynı şekilde beden kitle indeksleri ve bel çevresi ölçüm ortalama değerleri arasında da istatistiksel anlamlı fark olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ), (Çizelge 3.1).

**Çizelge 3.1.** Parametrik sosyodemografik verilerin gruplar arası karşılaştırması

|             | GRUP1       |                        | GRUP2      |                        | GRUP3      |                       | P     |
|-------------|-------------|------------------------|------------|------------------------|------------|-----------------------|-------|
|             | Ort ± SS    | Median<br>(Min- Max)   | Ort ± SS   | Median<br>(Min- Max)   | Ort ± SS   | Median<br>(Min- Max)  |       |
| YAŞ         | 45±9,92     | 42<br>(29-61)          | 43±10,12   | 43,5<br>(29-60)        | 38,72±5,58 | 38,5<br>(29-51)       | 0,058 |
| VKI         | 24,89±2,39  | 25,01<br>(20,58-28,89) | 25,15±2,47 | 25,27<br>(20,20-29,30) | 25,16±2,36 | 25,18<br>(19,38-28,7) | 0,819 |
| BEL ÇEVRESİ | 89,70±10,92 | 88,5<br>(68-110)       | 89,62±9,67 | 87<br>(78-110)         | 90,93±7,96 | 91<br>(78-110)        | 0,650 |

\*VKI: vücut kitle indeksi, Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min-Max: minimum- maksimum

Nonparametrik veriler her üç grup arasında istatistiksel olarak karşılaştırıldı (Çizelge 3.2). Her üç grup için toplam 50 kadın, 48 erkek hasta ve gönüllü vardı. Her üç grup arasında kadın erkek dağılımı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0,515$ ,  $p>0,05$ ). Eğitim düzeylerine bakıldığında hasta ve gönüllülerin büyük kısmının lise mezunu ya da lisans düzeyinde eğitim aldığı görüldü. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ( $p= 0,479$ ,  $p>0,05$ ). Bel ağrısı olup, lumbal disk hernisi olan Grup 1'de hastaların %55,9'unda ( $n= 19$ ) bacak ağrısı varken, %41,1'inde ( $n=15$ ) bacak ağrısı yoktu. Manyetik rezonans görüntülemede lumbal disk hernisi olmayan Grup-2'de sadece bir hastada bacak ağrısı saptandı. Bunun da başka nedenlerle olduğu düşünüldü.

**Çizelge 3.2.** Nonparametrik sosyodemografik verilerin gruplar arası karşılaştırması

|                      |             | GRUP1 |      | GRUP2 |      | GRUP3 |      | P     |
|----------------------|-------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                      |             | n     | %    | n     | %    | n     | %    |       |
| <b>CİNSİYET</b>      | Kadın       | 16    | 47,1 | 19    | 59,4 | 15    | 46,9 | 0,515 |
|                      | Erkek       | 18    | 52,9 | 13    | 40,6 | 17    | 53,1 |       |
| <b>EĞİTİM DÜZEYİ</b> | İlköğretim  | 0     | 0    | 3     | 9,4  | 3     | 9,4  | 0,479 |
|                      | Ortaöğretim | 1     | 2,9  | 3     | 9,4  | 1     | 3,1  |       |
|                      | Lise        | 15    | 44,1 | 11    | 34,4 | 13    | 40,6 |       |
|                      | Lisans      | 18    | 52,9 | 15    | 46,9 | 15    | 46,9 |       |
| <b>BACAK AĞRISI</b>  | Yok         | 19    | 55,9 | 31    | 96,9 | 32    | 100  | 0,000 |
|                      | Var         | 15    | 41,1 | 1     | 3,1  | 0     | 0    |       |
| <b>LDH SEVİYESİ</b>  | Yok         | 0     | 0    | 32    | 100  | 22    | 68,8 | 0,000 |
|                      | L4-L5       | 15    | 44,1 | 0     | 0    | 5     | 15,6 |       |
|                      | L5-S1       | 19    | 55,9 | 0     | 0    | 5     | 15,6 |       |

\*n: sayı, LDH: lumbal disk hernisi

Grup-3'ün hayatında hiç bel ağrısı hikayesi yoktu ve bel manyetik rezonans görüntüleme sonuçları değerlendirildi. Bu değerlendirme sonucunda 32 kişi olan Grup-3'te 10 gönüllüde lumbal disk hernisi manyetik rezonans görüntülemeye saptandı (%31,2). Bu gönüllülerin beş tanesinde L4-5 ve beş tanesinde L5-S1 seviyesinde lumbal disk hernisi tespit edildi. Grup-1'de ise %44,1 (n=15) hastada L4-5 seviyesinde, %55,9 (n=19) hastada L5-S1 seviyesinde lumbal disk hernisi saptandı (Çizelge 3.3).

**Çizelge 3.3.** Grup-3 için lumbal disk hernisi alanı ve Pfirrmann sınıflaması değerlendirmesi

|                  | LDH Var (n= 10) |                   | LDH YOK (n=22) |                   | P            |
|------------------|-----------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|
|                  | Ort ± SS        | Median (Min- Max) | Ort ± SS       | Median (Min- Max) |              |
| <b>LDH ALANI</b> | 78,40±20,71     | 72,5(55-115)      | 0              | 0                 | <b>0,004</b> |

\* LDH: lumbal disk hernisi, Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min-Max: minimum- maksimum

### 3.2. Klinik verilerin Grup-1 ve Grup-2 arasındaki karşılaştırmaları

#### **Ekleme hareket açıklığı değerlendirmesi:**

Lumbal disk hernisi ile birlikte bel ağrısı olan Grup-1 ile bel ağrısı olup lumbal disk hernisi saptanmayan Grup-2'nin klinik verileri birbiriyle karşılaştırıldı (Çizelge 3.4). Bel ekleme hareket açıklığını inklinometre ile ölçtüğümüzde Grup-1'de ortalama ölçüm  $62,67 \pm 16,36$  (36,71-96,64) olarak saptanırken, Grup-2'de  $76,96 \pm 15,37$  (46,12-96,82) olarak

saptandı. Bel hareketlerinin yapılan analizde anlamlı şekilde Grup-2’de daha iyi düzeyde olduğu görüldü ( $p= 0,001$ ,  $p<0,05$ ). Modifiye Shober Testi sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu ( $p=0,125$ ,  $p>0,05$ ).

Her iki grubun hareketle ve istirahatte olan ağrı düzeylerine bakıldığında Grup-2’de lumbal disk hernisi olmamasına rağmen, ağrı düzeyleri arasında istatistiksel anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Bacak ağrısı düzeylerine bakıldığında beklendiği şekilde lumbal disk hernisi olan grupta istatistiksel olarak anlamlı şekilde bacak ağrısı yüksek seviyede çıktı (hareket sırasındaki görsel analog skala değerlendirmesi için;  $p= 0,000$  -  $p<0,05$ ), (Çizelge 3.4).

### Kas aktivitesi değerlendirmesi:

Grup-1 ve Grup-2 arasında kas aktiviteleri karşılaştırıldı. M. transversus abdominis ve mm. multifidi aktivitelerine bakıldı. Mm. multifidi aktivitesi Grup-1’de  $79,91\pm44,11$  (18 – 171) düzeyinde bulunurken, Grup-2’de  $68,44\pm43,47$  (11 -161) düzeyinde bulundu. Grup-2’de lumbal disk hernisi olmamasına rağmen kas aktiviteleri arasında Grup-1’e göre anlamlı yüksek fark bulunmadı ( $p=0,320$ ,  $p>0,05$ ). M. transversus abdominis’in aktivitelerine bakıldığında, mm. multifidi aktivitesine benzer şekilde istatistiksel anlamlı bir fark bulunmadı ( $p=0,259$  -  $p>0,05$ ), (Çizelge 3.4).

**Çizelge 3.4.** Grup-1 ve Grup-2 arasında klinik veriler açısından karşılaştırma

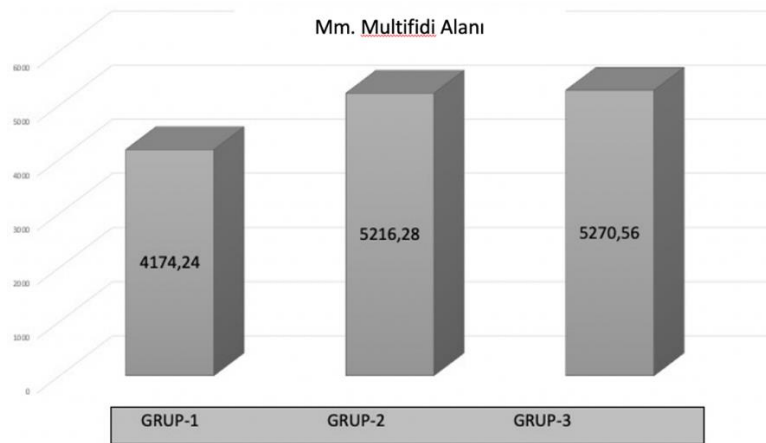
|                               | GRUP1         |                     | GRUP2        |                     | P             |
|-------------------------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------|
|                               | Ort ± SS      | Median (Min- Max)   | Ort ± SS     | Median (Min- Max)   |               |
| BEL İNKLINOMETRE              | 62,67±16,36   | 62,70 (36,71-96,64) | 76,96±15,37  | 76,88 (46,12-96,82) | <b>0,001*</b> |
| MODİFİYE SHOBER TESTİ         | 5,12±1,17     | 5,0 (3,0-7,0)       | 5,56±1,16    | 6,0 (3,0-7,0)       | 0,125         |
| GAS BEL (HAREKET)             | 7,38±1,77     | 7,0 (0-10,0)        | 7,25±0,95    | 7,0 (6,0-9,0)       | 0,243         |
| GAS BEL (İSTİRAHAT)           | 2,18±2,22     | 2,5 (0-6,0)         | 1,34±2,04    | 0 (0-5,0)           | 0,143         |
| GAS BACAK (HAREKET)           | 3,06±3,73     | 0,0 (0-9,0)         | 0,19±1,06    | 0 (0-6,0)           | <b>0,000*</b> |
| GAS BACAK (İSTİRAHAT)         | 0,76±1,75     | 0,0 (0-0,6)         | 0,0±0,0      | 0 (0-0)             | <b>0,014*</b> |
| Mm. MULTIFIDI KAS AKTİVİTESİ  | 79,91±44,11   | 71,0 (18-171)       | 68,44±43,47  | 59,5 (11-161)       | 0,320         |
| M. TRANS. ABD. KAS AKTİVİTESİ | 234,62±109,69 | 204,5 (95-437)      | 202,00±90,08 | 188,5 (85-417)      | 0,259         |

\* GAS: görsel analog skala, TRANS. ABD.: transversus abdominis, Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min-Max: minimum- maksimum

### 3.3. Manyetik rezonans görüntüleme ölçümlerinin gruplar arası karşılaştırılma sonuçları

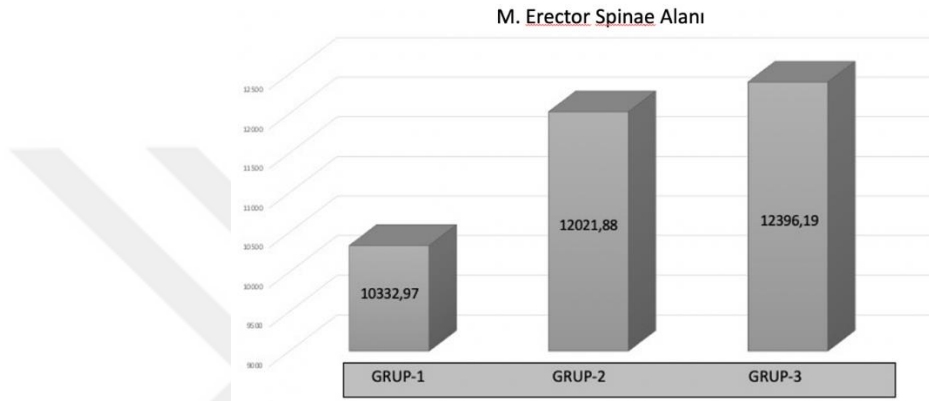
Her üç grubun manyetik rezonans görüntüleme yöntemiyle kas dokusu, yağ dokusu, lumbal disk hernisi alanı ölçümlerinin verileri birbiriyle karşılaştırıldı ve istatistiksel anlamlı fark olup olmadığına bakıldı (Çizelge 3.5).

Mm. multifidi için her üç grupta kas dokusu alanı, yağ dokusu alanı ve beden kitle indeksi farklılıklarından dolayı ölçümler etkilenebileceği için her bir hasta ve gönüllüde, yağ dokusunun kas dokusuna olan oranı da karşılaştırıldı. Mm. multifidi içindeki kas dokusu alanı Grup-1’de ortalama  $4174,24 \pm 1579,63$  (2067- 8003) bulunurken, Grup-2’de ortalama değer  $5216,28 \pm 1958,11$  (2062-9132) olarak saptandı, Grup-3’te ise ortalama değer  $5270,56 \pm 1797,73$  (2268-9140) olarak bulundu. Bu değerler açısından her üç grup birbiriyle karşılaştırıldığında anlamlı fark olduğu görüldü ( $p= 0,029 - p<0,05$ ). Anlamlı fark çıktığı için gruplar arasında post-hok analizler yapıldı. Grup-1 ve Grup-2 birbiriyle karşılaştırıldığında anlamlı olarak bel fıtığı olan ve bel ağrısı olan Grup-1’in kas alanının, bel fıtığı olmayan ve sadece bel ağrısı olan Grup-2’ye göre anlamlı olarak düşük olduğu saptandı ( $p= 0,041 - p<0,05$ ). Grup-1 ile hiç bel ağrısı hikayesi olmayan ama manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirildiğinde %31,2’sinde lumbal disk hernisi saptadığımız Grup-3 arasında yine anlamlı olarak kas dokusu alanının Grup-3’te daha geniş olduğu saptandı ( $p=0,012 - p<0,05$ ). Grup-2 ve Grup-3 karşılaştırıldığında mm. multifidi kas alanı açısından anlamlı bir fark tespit edilmedi ( $p= 0,872 - p>0,05$ ). Mm. multifidi dokusu içinde bulunan yağ dokusunun alanı ölçüldüğünde her üç grup arasında anlamlı fark bulunmadı. Her üç grubun her bir hasta ya da gönüllünün yağ ve kas dokusunun birbirine oranlarının karşılaştırıldığı ortalama değerde mm. multifidi için anlamlı olarak fark olmadığı gösterildi. Sonuçta mm. multifidi için kas ve yağ doku alanları açısından ölçümlere bakıldığında yağ dokusunun miktarından çok kas dokusunun miktarının önemli olduğu tespit edildi. Şekil 3.1’de mm. multifidi’nin alan ölçümünün tüm gruplar için grafiksel gösterimi bulunmaktadır.



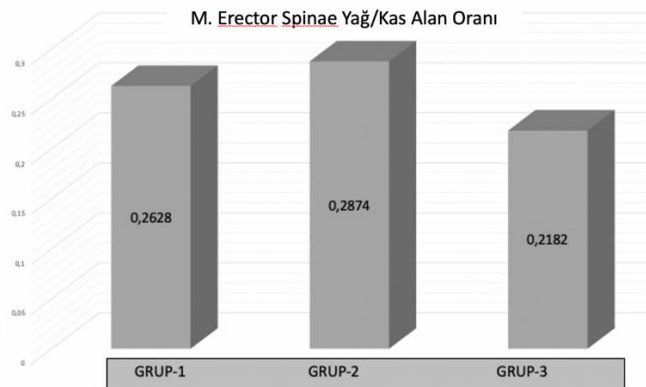
Şekil 3.1. Mm. multifidi alan ölçümünün gruplar arası dağılımı

M. erector spinae için aynı şekilde kas ve yağ dokusu ölçüldüğünde üç grubun karşılaştırılmasında anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,036$  -  $p<0,05$ ). Bu değerlere bakıldığında Grup-1’de ortalama değer  $10332,97\pm3483,21$  saptanırken, Grup-2’de  $12021,88\pm3488,12$ , Grup-3’te  $12396,19\pm3786,98$  olarak saptandı. Gruplar arası post-hok analiz sonuçlarında Grup-1 ve Grup-2 arasında fark olmadığı görülürken ( $p=0,063$  -  $p>0,05$ ), Grup-1 ve Grup-3 arasında Grup-3’ün kas dokusu alanının anlamlı şekilde Grup-1’e göre geniş olduğu bulunmuştur ( $p=0,012$  -  $p<0,05$ ). Grup-2 ve Grup-3 arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,752$  -  $p>0,05$ ). Şekil 3.2’de m. erector spinae kas alanları her üç grup için görülmektedir.



Şekil 3.2. M. erector spinae kas doku alan ölçümleri

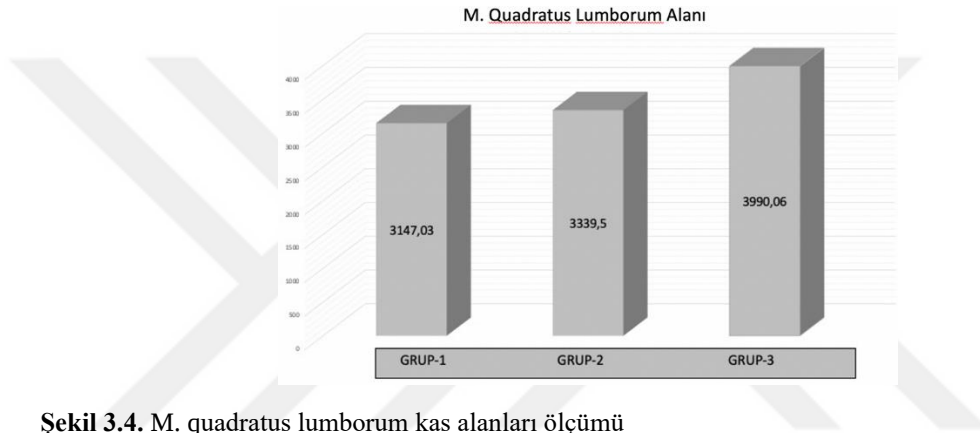
M. erector spinae yağ dokusu alanlarının her üç grup için karşılaştırması arasında m. erector spinae için fark bulunamadı. Yağ dokusunun kas dokusu alanına oranının gruplar arası karşılaştırmasında anlamlı fark olduğu saptanırken ( $p=0,039$  -  $p<0,05$ ), Grup-2’nin yağ doku alanının ( $0,2874\pm0,1156$ ), Grup-1 ( $0,2628\pm0,1277$ ) ve Grup-3’e ( $0,2182\pm0,1171$ ) göre daha geniş olduğu görüldü. Posthok analize bakıldığında Grup-3 ile Grup-2 arasında istatistiksel anlamlı olarak Grup-2 için yağ dokusunun kas dokusuna oranının daha yüksek olduğu görüldü ( $p=0,010$  -  $p<0,05$ ), (Çizelge 3.5). Şekil 3.3’te m. erector spinae yağ/kas alanı oranının gruplara göre dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.3. M. erector spinae yağ/kas alan oranı

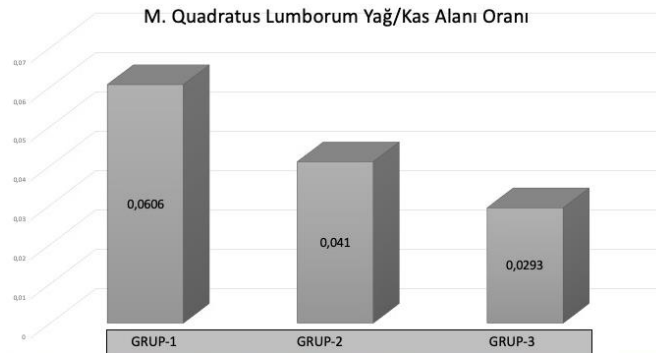
M. psoas major için kas ve yağ dokusu alan ölçümleri yapıldı. Bu ölçümlerde üç grup birbiriyle karşılaştırıldığında birbirlerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadığı görüldü ( $p<0,05$ ).

M. quadratus lumborum için yapılan kas alanı ölçümünde üç grup birbiriyle karşılaştırıldığında anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,013$  -  $p<0,05$ ). Anlamlı fark olduğu için yapılan post-hok analizde hiç bel ağrısı olmayan gönüllülerin bulunduğu Grup-3 ( $3990,06\pm1296,76$ )'ün, bel fıtığı olan ve bel ağrısı olan hastaların bulunduğu Grup-1'e ( $3147,03\pm1468,19$ ) göre anlamlı olarak kas alanının geniş olduğu tespit edildi ( $p=0,003$  -  $p<0,05$ ). Grup-1 ve Grup-2 arasında, yine Grup-3 ve Grup-2 arasında anlamlı bir fark olmadığı saptandı ( $p<0,05$ ). Şekil 3.4'te m. quadratus lumborum kas alanları görülmektedir.



Şekil 3.4. M. quadratus lumborum kas alanları ölçümü

M. quadratus lumborum yağ dokusu alanına bakıldığında her üç grup arasında anlamlı fark bulunmadı. Yağ ve kas doku alanlarının birbirine oranının alındığı ölçümde üç grubun karşılaştırmasında anlamlı fark tespit edildi ( $p=0,039$  -  $p<0,05$ ). Yapılan posthok analizde m. quadratus lumborum dokusu için yapılan analizlere benzer şekilde Grup-1 ve Grup-3 arasında anlamlı fark olduğu görüldü ( $p=0,015$  -  $p<0,05$ ). Analiz sonuçları incelendiğinde Grup-1 ( $0,0606\pm0,0717$ ) için anlamlı olarak yağ dokusu alanının, kas dokusu alanına oranının Grup-3 ( $0,0293\pm0,0355$ )'e göre daha büyük olduğu tespit edildi (Çizelge 3.5). Şekil 3.5'te m. quadratus lumborum için yağ/kas alanı oranı ölçümleri her üç grup için de görülmektedir.



Şekil 3.5. M. quadratus lumborum için yağ/kas alanı oranı

### 3.4. Gouttalier yağ evrelemesi gruplar arası karşılaştırma sonuçları

Gouttalier yağ evrelemesi değerleri için gruplar birbiriyle karşılaştırıldığında belirgin fark olduğu görüldü ( $p=0,006$ -  $p<0,05$ ). Posthok analiz sonuçlarına bakıldığında Grup-1 ve Grup-2 arasında anlamlı fark bulunmadı ( $p=0.254$ ,  $p<0,05$ ). Grup-1 için Gouttalier yağ evrelemesi sonucu ortalama  $1,68\pm0,63$  (min=1, max=3) olarak tespit edilmiş, Grup-2 ortalama değeri  $1,47\pm0,56$  (min= 0, max=2) ve Grup-3 ortalama değeri  $1,22\pm0,42$  (min=1, max=2) olarak saptandı. Bu değerlere bakıldığında hiç bel ağrısı olmamış olan Grup-3'ün yağlanma evresinin çok daha düşük olduğu görüldü. İstatistiksel analizlerde de Grup-3'ün Grup-1 ve Grup-2'ye göre anlamlı olarak yağ evrelenmesinin düşük olduğu belirlendi ( $p<0,05$ ), (Çizelge 3.5).

### 3.5. Kas aktivitesi gruplar arası karşılaştırma sonuçları

M. transversus abdominis ve mm. multifidi kas aktivite değerlendirmesi her üç grup için birbiriyle karşılaştırıldı. Gruplar arasında anlamlı fark olmadığı görüldü ( $p<0,05$ ).

**Çizelge 3.6.** Kas aktivitesi değerlendirmelerinin gruplar arası sonuçları

|                                  | GRUP1               |                      | GRUP2              |                      | GRUP3                  |                      | P     |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-------|
|                                  | Ort $\pm$ SS        | Median<br>(Min- Max) | Ort $\pm$ SS       | Median<br>(Min- Max) | Ort $\pm$ SS           | Median<br>(Min- Max) |       |
| Mm. MULTIFIDI<br>KAS AKTİVİTESİ  | 79,91 $\pm$ 44,11   | 71,0(18-171)         | 68,44 $\pm$ 43,47  | 59,5(11-161)         | 81,53 $\pm$ 47,73      | 76(14-171)           | 0,474 |
| M. TRANS. ABD.<br>KAS AKTİVİTESİ | 234,62 $\pm$ 109,69 | 204,5(95-437)        | 202,00 $\pm$ 90,08 | 188,5(85-417)        | 235,78 $\pm$ 97,9<br>0 | 231,0(96-468)        | 0,326 |

\* TRANS. ABD.: transversus abdominis, Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min-Max: minimum- maksimum

### 3.6. Korelasyon Analizleri

Yapılan korelasyon analizlerinde katılımcıların yaşları arttıkça incelenilen kaslardaki yağ oranının istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı tespit edildi ( $p<0,01$ ). Korelasyon analizinde orta düzeyde korelasyon olduğu görüldü. Gouttalier evrelemesi de yaş arttıkça orta düzeyde korele olarak yükselmiş olarak bulundu. Diğer klinik parametrelerle kas, yağ alanları arasında korelasyon olmadığı gösterildi. Çizelge 3.7'de genel klinik verilerin alan ölçümleri ile korelasyon analizleri görülmektedir. Çizelge 3.8'de anlamlı olan verilerin korelasyon analiz verileri görülmektedir.

Çizelge 3.5. Kas dokusu ve yağ dokusu ölçümlerinin klinik verilerle ilişkisi

|                                  | GRUP1            |                        | GRUP2            |                         | GRUP3            |                         | P            | Post-Hoc        |                 |                 |
|----------------------------------|------------------|------------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                  | Ort ± SS         | Median<br>(Min- Max)   | Ort ± SS         | Median<br>(Min- Max)    | Ort ± SS         | Median<br>(Min- Max)    |              | Grup1-<br>Grup2 | Grup1-<br>Grup3 | Grup2-<br>Grup3 |
| Mm. MULTIFIDI<br>KAS DOKU ALANI  | 4174,24±1579,6   | 3628,0<br>(2067-8003)  | 5216,28±1958,11  | 5462,5<br>(2062-9132)   | 5270,56±1797,73  | 5176,5<br>(2268-9140)   | <b>0,029</b> | <b>0,041</b>    | <b>0,012</b>    | 0,872           |
| Mm. MULTIFIDI<br>YAĞ DOKU ALANI  | 887±757,43       | 589,5<br>(105-3423)    | 1180,94±700,81   | 1003,5<br>(54-2816)     | 928,47±730,88    | 699,0<br>(58-3119)      | 0,088        |                 |                 |                 |
| Mm. MULTIFIDI<br>YAĞ/KAS ORANI   | 0,20±0,12        | 0,16<br>(0,05-0,52)    | 0,22±0,09        | 0,19<br>(0,02-0,40)     | 0,17±0,13        | 0,16<br>(0,02-0,61)     | 0,123        |                 |                 |                 |
| M. E. SPINAE<br>KAS DOKU ALANI   | 10332,97±3483,21 | 9450<br>(5744-16884)   | 12021,88±3488,12 | 12597,5<br>(5944-18147) | 12396,19±3786,98 | 12091,5<br>(5447-18470) | <b>0,036</b> | 0,063           | <b>0,012</b>    | 0,752           |
| M. E. SPINAE<br>YAĞ DOKU ALANI   | 2846,85±1909,71  | 2284,5<br>(412-7849)   | 3620,53±2057,26  | 3827,5<br>(471-8901)    | 2804,37±2028,26  | 2425,0<br>(124-8516)    | 0,175        |                 |                 |                 |
| M. E. SPINAE<br>YAĞ/KAS ORANI    | 0,2628±0,1277    | 0,2574<br>(0,06-0,49)  | 0,2874±0,1156    | 0,2853<br>(0,08-0,51)   | 0,2182±0,1171    | 0,1988<br>(0,01-0,54)   | <b>0,039</b> | 0,369           | 0,130           | <b>0,010</b>    |
| M. PSOAS<br>KAS DOKU ALANI       | 6704,85±2510,47  | 6711,0<br>(1809-12342) | 7915,59±3016,88  | 7884,0<br>(2865-18099)  | 8055,63±3464,56  | 7380,5<br>(3622-18201)  | 0,203        |                 |                 |                 |
| M. PSOAS<br>YAĞ DOKU ALANI       | 622,00±652,60    | 341,5<br>(0-2436)      | 881,06±1368,77   | 480,5<br>(0-7731)       | 522,31±523,10    | 385,0<br>(41-2474)      | 0,390        |                 |                 |                 |
| M. PSOAS<br>YAĞ/KAS ORANI        | 0,0841±0,0697    | 0,0652<br>(0-0,26)     | 0,0986±0,0903    | 0,0727<br>(0-0,43)      | 0,0722±0,0759    | 0,0601<br>(0-0,41)      | 0,421        |                 |                 |                 |
| M. Q. LUMBORUM<br>KAS DOKU ALANI | 3147,03±1468,19  | 2845,5<br>(1180-8115)  | 3339,50±1429,10  | 3296,0<br>(1054-6267)   | 3990,06±1296,76  | 3722,5<br>(1735-7341)   | <b>0,013</b> | 0,426           | <b>0,003</b>    | 0,058           |
| M. Q. LUMBORUM<br>YAĞ DOKU ALANI | 176,94±220,30    | 106,5<br>(0-1093)      | 138,66±143,44    | 75,0<br>(0-498)         | 106,59±119,17    | 79,5<br>(0-592)         | 0,359        |                 |                 |                 |
| M. Q. LUMBORUM<br>YAĞ/KAS ORANI  | 0,0606±0,0717    | 0,0468<br>(0-0,38)     | 0,0410±0,0343    | 0,039<br>(0-0,13)       | 0,0293±0,0355    | 0,0213<br>(0-0,17)      | <b>0,039</b> | 0,433           | <b>0,015</b>    | 0,075           |
| GOUTTALIER                       | 1,68±0,63        | 2,0 (1-3)              | 1,47±0,56        | 1,5 (0-2)               | 1,22±0,42        | 1,0 (1-2)               | <b>0,006</b> | 0,254           | <b>0,002</b>    | <b>0,036</b>    |

\*E.: erector, Q: quadratus, Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min-Max: minimum- maksimum

**Çizelge 3.7.** Klinik verilerin kas- yağ alan ölçümleri ile korelasyon analiz sonuçlar

|                                                  |                            | YAŞ     | BKİ     | AGRI<br>SÜRESİ | GAS- BEL<br>HAREKET | GAS- BEL<br>İSTİRAHAT | GAS-<br>BACAK<br>HAREKET | GAS-<br>BACAK<br>İSTİRAHAT |
|--------------------------------------------------|----------------------------|---------|---------|----------------|---------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Mm.<br/>MULTIFIDI<br/>KAS ALAN</b>            | Correlation<br>Coefficient | ,295**  | ,231*   | -,132          | -,109               | ,005                  | -,072                    | -,108                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,003    | ,022    | ,196           | ,287                | ,961                  | ,479                     | ,291                       |
| <b>Mm.<br/>MULTIFIDI<br/>YAĞ ALAN</b>            | Correlation<br>Coefficient | ,428**  | ,130    | ,065           | ,072                | ,106                  | ,050                     | -,096                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,202    | ,526           | ,484                | ,301                  | ,623                     | ,347                       |
| <b>Mm.<br/>MULTIFIDI<br/>YAĞ/KAS</b>             | Correlation<br>Coefficient | ,389**  | ,029    | ,166           | ,162                | ,162                  | ,144                     | -,010                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,776    | ,102           | ,111                | ,112                  | ,157                     | ,920                       |
| <b>M. E. SPINAE<br/>KAS ALAN</b>                 | Correlation<br>Coefficient | ,290**  | ,230*   | -,165          | -,117               | ,034                  | -,097                    | -,087                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,004    | ,023    | ,103           | ,252                | ,739                  | ,344                     | ,392                       |
| <b>M. E. SPINAE<br/>YAĞ ALAN</b>                 | Correlation<br>Coefficient | ,469**  | ,120    | ,032           | ,068                | ,102                  | ,056                     | -,011                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,240    | ,754           | ,507                | ,320                  | ,586                     | ,915                       |
| <b>M. E. SPINAE<br/>YAĞ/KAS</b>                  | Correlation<br>Coefficient | ,489**  | ,027    | ,138           | ,179                | ,108                  | ,121                     | ,033                       |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,789    | ,175           | ,077                | ,289                  | ,233                     | ,745                       |
| <b>M. PSOAS<br/>KAS ALAN</b>                     | Correlation<br>Coefficient | ,136    | ,204*   | -,063          | -,058               | ,009                  | -,094                    | -,166                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,182    | ,044    | ,539           | ,571                | ,929                  | ,360                     | ,102                       |
| <b>M. PSOAS<br/>YAĞ ALAN</b>                     | Correlation<br>Coefficient | ,467**  | ,136    | ,021           | ,124                | ,146                  | ,083                     | -,061                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,181    | ,834           | ,222                | ,150                  | ,416                     | ,548                       |
| <b>M. PSOAS<br/>YAĞ/KAS</b>                      | Correlation<br>Coefficient | ,458**  | ,045    | ,037           | ,164                | ,144                  | ,132                     | -,017                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,660    | ,717           | ,107                | ,157                  | ,195                     | ,871                       |
| <b>M. Q.<br/>LUMBORUM<br/>KAS ALAN</b>           | Correlation<br>Coefficient | ,003    | ,374**  | -,225*         | -,224*              | -,158                 | -,063                    | -,129                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,975    | ,000    | ,026           | ,027                | ,121                  | ,537                     | ,207                       |
| <b>M. Q.<br/>LUMBORUM<br/>YAĞ ALAN</b>           | Correlation<br>Coefficient | ,269**  | -,131   | ,067           | ,160                | ,170                  | ,067                     | ,059                       |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,007    | ,199    | ,513           | ,115                | ,094                  | ,509                     | ,562                       |
| <b>M. Q.<br/>LUMBORUM<br/>YAĞ/KAS</b>            | Correlation<br>Coefficient | ,291**  | -,264** | ,157           | ,261**              | ,253*                 | ,072                     | ,109                       |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,004    | ,009    | ,123           | ,009                | ,012                  | ,482                     | ,285                       |
| <b>Mm.<br/>MULTIFIDI<br/>KAS<br/>AKTİVİTESİ</b>  | Correlation<br>Coefficient | -,253*  | -,101   | -,015          | -,119               | -,006                 | -,136                    | -,170                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,012    | ,325    | ,887           | ,242                | ,953                  | ,183                     | ,094                       |
| <b>M. TRANS.<br/>ABD.<br/>KAS<br/>AKTİVİTESİ</b> | Correlation<br>Coefficient | -,274** | -,065   | -,012          | -,166               | -,076                 | -,161                    | -,169                      |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,006    | ,523    | ,903           | ,102                | ,457                  | ,112                     | ,096                       |
| <b>GOUTTALIER</b>                                | Correlation<br>Coefficient | ,570**  | ,039    | ,391**         | ,386**              | ,275**                | ,226*                    | ,011                       |
|                                                  | Sig. (2-tailed)            | ,000    | ,705    | ,000           | ,000                | ,006                  | ,026                     | ,914                       |

\*BKİ: beden kitle indeksi, GAS: görsel analog skala, E.: erector, Q.: quadratus, TRANS. ABD.: transversus abdominis

**Çizelge 3.8.** Yaş ile yağ doku alan ve yağ/kas doku oranı korelasyon analizi

|                                     | <b>YAŞ<br/>(r value)</b> | <b>P</b> |
|-------------------------------------|--------------------------|----------|
| <b>Mm. MULTIFIDI YAĞ DOKU ALANI</b> | ,428**                   | <0,001*  |
| <b>M. E. SPINAE YAG DOKU ALANI</b>  | ,469**                   | <0,001*  |
| <b>M. E. SPINAE YAĞ/KAS ORANI</b>   | ,489**                   | <0,001*  |
| <b>M. PSOAS YAĞ DOKU ALANI</b>      | ,467**                   | <0,001*  |
| <b>M. PSOAS YAĞ/KAS ORANI</b>       | ,458**                   | <0,001*  |

\*E.: erector

Kas aktivitesi ölçümlerinin tüm parametrelerle olan korelasyonuna ayrıca istatistiksel olarak bakıldı. M. erector spinae ve m. psoas major'de yağ infiltrasyonu oranı arttıkça, kas aktivite düzeylerinde azalma olduğu tespit edildi. Orta düzeyde bir korelasyon analizi sonucu bulundu ( $<0.001$ ). Diğer yağ ve kas doku alanlarıyla herhangi bir istatistiksel anlamlı ilişki saptanmadı. Çizelge 3.9'da bu parametre için r değerleri ve sonuçlar görülmektedir.

**Çizelge 3.9.** Kas aktivitesi ölçümlerinin kas alanlarıyla korelasyon analizi sonuçları

|                                   | <b>Mm. MULTIFIDI<br/>KAS AKTİVİTESİ<br/>(r value)</b> | <b>M. TRANS. ABD.<br/>KAS AKTİVİTESİ<br/>(r value)</b> | <b>P</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------|
| <b>M. E. SPINAE YAĞ/KAS ORANI</b> | -,404                                                 | -,432                                                  | <0.001*  |
| <b>M. PSOAS YAĞ/KAS ORANI</b>     | -,407                                                 | -,444                                                  | <0.001*  |

\* E.: erector, TRANS. ABD.: transversus abdominis

#### 4. TARTIŞMA

Bu çalışmada bel bölgesinde stabiliteyi sağlayan kas alanlarının; kas alanları içindeki yağ dokusu alan artışının ve kas aktivitelerinin lumbal disk hernisi ve bel ağrısı oluşumu üzerindeki etkisine bakıldı. Çalışmaya katılan bireylerin kas ve yağ doku alanları incelendiğinde; mm. multifidi kas dokusu alanının lumbal disk hernisi ile birlikte kronik bel ağrısı olan hastalarda, sadece kronik bel ağrısı olan hastalardan ve sağlıklı gönüllülerden daha az olduğu tespit edildi. Yağ dokusu alanı ve yağ-kas dokuları oranının ise gruplar arasında benzer olduğu gözlemlendi. M. erector spinae kas dokusu alanının lumbal disk hernisi ile birlikte kronik bel ağrısı olan hastalarda sağlıklılardan daha az olduğu, yağ dokusu alanının ise gruplar arasında benzer olduğu ve yağ-kas dokuları oranının kronik bel ağrısı olan hastalarda sağlıklılardan daha büyük olduğu görüldü. M. psoas major için kas ve yağ dokusu alanları ile yağ-kas dokuları oranında gruplar arasında fark olmadığı gözlemlendi. M. quadratus lumborum kas dokusu alanının lumbal disk hernisi ile birlikte kronik bel ağrısı olan hastalarda sağlıklılardan daha az olduğu, yağ dokusu alanında ise gruplar arasında fark olmadığı ve yağ-kas dokuları oranının lumbal disk hernisi ile birlikte kronik bel ağrısı olan hastalarda sağlıklılardan fazla olduğu görüldü.

Çalışmaya katılan bireylerin mm. multifidi ve m. transversus abdominis kas aktiviteleri incelendiğinde grupların benzer olduğu gözlemlendi. Gouttalier yağ evrelemesi sonuçları incelendiğinde ise lumbal disk hernisi ile birlikte kronik bel ağrısı olan hastaların, sadece kronik bel ağrısı olan hastalar ile benzer olduğu, sağlıklı bireylerin ise yağ evrelemesinin her iki gruptan daha düşük olduğu tespit edildi.

Yağ- kas oran değişimlerini etkileyebilecek faktörler incelendiğinde yaşlanmayla ilişkili olarak mm. multifidi, m. erector spinae ve m. psoas major için yağ doku artışının daha fazla olduğu gösterildi. Kas aktivite düzeylerini m. erector spinae ve m. psoas major'de yağ doku artışı yükselmesinin olumsuz yönde etkilediği çalışma hastaları üzerinde belirlendi.

Lumbal disk hernisi yaygın görülen bir dejeneratif omurga problemidir. İleri yaş, kadın cinsiyeti, duygu durum bozuklukları, sigara içme, fiziksel inaktivite, hastanın beklentisi ve semptom süresinin uzunluğu gibi faktörlerin klinik sonuçları

olumsuz etkilediği bildirilmiştir ( Jiménez-Almonte vd., 2020; Furunes vd., 2018; Carvalho vd., 2022). Bununla birlikte anatomik özelliklerin klinik sonuçlara etkisine dair kanıtlar azdır (Wilson vd., 2016). Paraspinal kaslar, omurgada yapısal ve fonksiyonel dengeleyiciler olarak işlev görmektedir (Storheim vd., 2017; Liu vd., 2019). Paraspinal kaslar esas olarak mm. multifidi, m. erector spinae ve m. psoas major'den oluşur. Bu kaslar lumbal segment stabilitesinin ve dinamik regülasyonun sürdürülmesinde kilit rol oynar; postürü koruyabilir ve aşırı intervertebral hareketi kısıtlayabilirler (Shi vd., 2022). Bel ağrısı olan hastalarda paraspinal kas disfonksiyonu ve yetmezliği sık görülür. Pek çok omurga patolojisi (lumbal disk hernisi ve diğer bel ağrısı nedenleri) paraspinal kaslarda değişikliklere neden olur. Bu değişiklikler arasında kas alanları içindeki yağ ve bağ dokusunda artış, lif tipi değişiklikleri, bozulmuş hücre popülasyonları, değişmiş gen ekspresyonu, düşük kas direnci, düşük kas gücü ve kas atrofisi yer almaktadır (Noonan ve Brown, 2021; Yazici ve Yerlikaya, 2022). Paraspinal kas atrofisi, esas olarak paraspinal kasın enine kesit alanında bir azalma ve kas dokusu içindeki yağ içeriğinde bir artış olarak kendini gösterir (Zhao vd., 2022). Manyetik rezonans görüntüleme, kas atrofisini değerlendirmek için en iyi parametreler olarak kabul edilen enine kesit alanını ve yağ infiltrasyonu (kas dokusu içindeki yağlı doku değişikliği) alanını belirlemeye olanak tanımaktadır. Yağ infiltrasyonu, kasların kasılma ve fonksiyonel kapasitesini azaltırken ve bel ağrısı olan semptomatik hastalarda asemptomatik hastalara kıyasla paraspinal kaslarda daha yüksek atrofi seviyeleri bildirilmiştir (Urrutia vd., 2018; Ogon vd., 2019; Obayemi vd., 2020). Kasların enine kesit alanı ve yağ infiltrasyonu, paraspinal kas atrofisini değerlendirmek için en önemli parametrelerdir (Carvalho vd., 2022). Biz de bu çalışmada paraspinal kasların enine kesit alanlarını ve kas dokusu içindeki yağ dokusu alanlarını manyetik rezonans görüntüleme ölçümü yaparak değerlendirdik. Diğer çalışmalardan farklı olarak aldığımız hasta ve gönüllülerin beden kitle indekslerinin kas alan boyutunu etkileyeceğini düşünerek, kas alanları içindeki yağ doku alanlarının kas alanına olan oranını da değerlendirip, çalışmaya katılanların boyutsal özelliklerden etkilenmeyen bir parametre oluşturduk.

Mm. multifidi omurga stabilizasyonunu sağlar ve patolojik değişikliklere karşı hassastır (Storheim vd., 2017). Mm. multifidi segmental bağlanma ve innervasyon özellikleri ile omurgaya biyomekanik olarak stabilite sağlar. Görüntüleme teknikleri

kullanılarak yapılan çalışmalar, bel ağrısı olan hastalarda mm. multifidi kaybını göstermiştir (Barker vd., 2004). Literatür incelendiğinde Barker ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 12 haftadan uzun süren tek taraflı bel ağrısı ile başvuran hastalarda kasların enine kesit yüzey alanı ölçülmüş, hastaların semptomatik ve asemptomatik tarafları karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda mm. multifidi ve m. psoas enine kesit yüzey alanının semptomatik tarafta, asemptomatik tarafa göre daha az olduğu bulunmuştur (Barker vd., 2004). Bizim alışmamızda asemptomatik ve semptomatik taraf ayırımında bulunulmadı. Hastaların tek taraflı bel ağrısı olsa bile, ağrı nedeniyle hareketsiz kalacakları ve bel hareketlerinin iki taraflı olarak kısıtlanacağından, çalışmamızda iki tarafın kas alanının birbiriyle karşılaştırılmasındansa, genel olarak iki taraflı kasların etkilenmesini araştırmanın doğru olduğunu düşündük. Bizim alışmamızda ayrı ayrı üç grup oluşturuldu. Bu gruplarda hiç bel ağrısı olmayan sağlıklı gönüllüler ve bel fıtığı olmayan ama bel ağrısı olan hastaların kas alanları birbiriyle karşılaştırıldı. Literatür taramasında bu şekilde üç ayrı grubun birbiriyle karşılaştırıldığı ve paravertebral kas dokusu içindeki yağ doku alanlarının bu yöntemle araştırıldığı başka bir çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmamızda disk hernisi ve kronik bel ağrısı olan hastaların mm. multifidi enine kesit yüzey alanları sağlıklı gönüllülerden ve bel fıtığı olmadan sadece bel ağrısı olan hastalardan önemli ölçüde azalmış olarak bulunmuştur. Barker ve arkadaşlarının ise çalışmalarında bireyleri sadece bel ağrısı varlığı ile değerlendirmiş olup disk hernisinin varlığını göz ardı etmişlerdir. alışmalarının sonucunda bel ağrısının kendi başına kasların enine kesit alanını etkileyebileceğini bildirmişlerdir. (Barker vd., 2004)

Lumbal disk hernisinin farklı evrelerindeki hastalarda ve sağlıklı bireylerde mm. multifidi kalınlık değişikliklerini ve enine kas kesit alanlarını değerlendirmeyi amaçlayan Naghdi ve arkadaşları'nın yaptığı çalışmanın sonuçları incelendiğinde mm. multifidi enine kesit alanının ve kalınlığının ekstrüzyon ve sekestrasyon hasta gruplarında sağlıklılara göre anlamlı derecede daha küçük olduğu bulunmuştur (Naghdi vd., 2021). Bizim alışmamızda farklı evrelerde lumbal disk hernisi olan hastalar karşılaştırılmamış olmasına rağmen, bu çalışmaya benzer şekilde lumbal disk hernisi olan hastaların mm. multifidi enine kesit alanının sağlıklı gönüllülerden ve lumbal disk

hernisi olmayıp bel ağrısı olan hastalardan daha az olduğu gözlenmiştir. Bizim sonuçlarımız Naghdi ve arkadaşları'nın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Hides ve arkadaşları'nın kronik bel ağrısı olan hastalar ile asemptomatik bireylerde mm. multifidi enine kesit alanı ve asimetrisini inceledikleri çalışmanın sonuçları incelendiğinde; kronik bel ağrısı olan hastaların asemptomatik deneklere göre önemli ölçüde daha küçük mm. multifidi enine kesit alanına sahip olduğu görülmüştür (Hides vd., 2008). Ayrıca, tek taraflı ağrı dağılımı ile başvuran kronik bel ağrısı olan hastaların ağrılı ve ağrısız tarafı arasında asimetri görüldüğü ve ağrılı tarafta mm. multifidi enine kesit alanının daha düşük olduğu bildirilmiştir (Hides vd., 2008). Bu çalışmada bel ağrısı olan hastalar değerlendirilirken, Barker ve arkadaşlarının çalışması gibi hastaların bel fıtığı olup olmaması incelenmemiştir (Barker vd., 2004). Aynı zamanda paravertebral kas içinde yağ doku artışı varlığı her iki çalışmada da değerlendirilmemiştir. Çalışmamızdaki lumbal disk hernisi grubunun varlığı ve yağ doku alanı ölçülmesi bu çalışmalardan farklı bulgular elde etmemizi sağlamıştır. Bizim çalışmamızda sağlıklı gönüllüler karşılaştırılarak bulunan mm. multifidi ilişkili sonuçlarımız Hides ve arkadaşları'nın sağlıklı gönüllülerle yaptıkları çalışmalarının sonuçlarını destekler niteliktedir.

Sadece lumbal disk hernisi olan hastaların değerlendirildiği ve kontrol grubunun olmadığı Shi ve arkadaşları tarafından retrospektif olarak yapılan çalışmada mm. multifidi yağ infiltrasyonu ile lumbal disk hernisi dejenerasyon düzeyi arasında anlamlı ilişki olduğu bulunmuştur (Shi vd., 2022). Pfirman evreleriyle mm. multifidi yağ infiltrasyon alan ölçümlerinin yüksek düzeyde, m. erector spinae ve m. psoas yağ infiltrasyon alanı ölçümleriyle ise orta düzeyde korele olduğu bu çalışmada bildirilmiştir. Ayrıca, m. erector spinae ve m. psoas ile karşılaştırıldığında, mm. multifidi yağ infiltrasyonunun lumbal disk hernisi patolojisinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunabileceğini ileri sürmüşlerdir (Shi vd., 2022). Bizim çalışmamızda bel fıtığı olan hastalarda mm. multifidi alanı diğer gruplara göre düşük çıkarken yağ doku alanlarında bir fark gözlenmemiştir. Bu çalışmanın sonuçları göz önüne alındığında bizim çalışmamızda gruplar arasında mm. multifidi yağ doku alanında fark olmamasının çalışma metodlarımızdaki farklılıklar ya da çalışmaya aldığımız hasta sayısı farklılıkları olabileceğini düşünüyoruz. Bunun yanında mm. multifidi için fark

yokken, m. erector spinae ve m. quadratus lumborum yağ-kas doku oranının bel fıtığı olan hastalarda daha fazla olduğu çalışmamızda gösterilmiştir.

Zhao ve arkadaşları'nın tek taraflı nörolojik semptomun bulunduğu, lumbal disk hernisi olan 18-40 yaş arasındaki 129 genç hastayı dahil ettiği çalışmada; görsel analog skala skoru 4'ün üzerinde olan hastalar bel ağrısı grubu ve görsel analog skala skoru 4 ve altı olan hastalar kontrol grubu olarak ayrılmıştır (Zhao vd., 2022). Bel fıtığının olduğu taraf hasta taraf, bel fıtığı olmayan taraf sağlam taraf olarak kabul edilip, birbirleriyle ve kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Hastaların mm. multifidi, m. erector spinae ve m. psoas enine kesit alanları ve yağ infiltrasyonları incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda bel fıtığı olup bel ağrısı olan hastalarda paraspinal kas alanları ve yağ infiltrasyon oranlarına bakıldığında, sağlıklı ve hasta bel bölgeleri arasında bir fark bulunmamıştır. Bu çalışmanın bu kısmı sonuç olarak bizim çalışmamıza benzerlik göstermektedir. Bu sonuç bize bel fıtığı olan hastalarda her iki taraf bel kaslarının da etkilendiğini gösteren bir bulgudur. Çalışmamızda iki taraflı ölçüm yaparak sağlıklı gönüllülerle karşılaştırmamızın daha sağlıklı bir çalışma metodu olduğunu bu çalışmadaki bu sonuç desteklemektedir. Zhao ve arkadaşları aynı zamanda bel fıtığı olan ve bel ağrısı olmayan kontrol grubunda mm. multifidi kesitsel alanının hasta tarafta daha küçük olduğu ve yağ infiltrasyonunun daha geniş olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda L4-5 seviyesinde normal taraftaki mm. multifidi enine kesit alanının, bel ağrısı olan grupta kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde daha küçük olduğu, normal taraftaki mm. multifidi yağ infiltrasyon derecesinin de bel ağrısı grubunda kontrol grubuna göre anlamlı ölçüde daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Zhao vd., 2022). Bizim çalışmamızda da bel fıtığı olan hastaların mm. multifidi alanının sağlıklı gönüllülere ve bel fıtığı olmayıp bel ağrısı olan hastalara göre daha küçük olduğu gösterilmiştir. Bu bulgular iki çalışmanın birbirini destekler nitelikte olduğunu göstermektedir. Tüm bunlarla birlikte bu çalışmada tüm hastaların bel fıtığının olduğunu ve genç yaşta hastalar seçildiğini gözden kaçırmamak gerekir. Bel bölgesinde iki taraflı değerlendirme yaparak çok fazla değişken karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak m. erector spinae ve m. psoas ölçümlerinde her iki grup arasında fark olmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda bu çalışmanın sonucuyla çelişkili olarak sadece m. erector spinae yağ-kas doku oranının bel fıtığı olanlarda daha fazla olduğu bulunmuştur.

Buraya kadar baktığımız çalışmalarda daha fazla mm. multifidi üzerinde durulmaktadır. Çalışmamızın sonuçları lumbal disk hernisi olup, kronik bel ağrısı olan hastalarda mm. multifidi atrofinin (atrofi; kas alanı içindeki yağ dokusu alanının artması olarak belirtilmektedir) varlığını ortaya koymuştur. Mm. multifidi atrofinin bu kasın omurgayı kontrol etme yeteneğini tehlikeye atması muhtemeldir ve bunun uzun vadeli sonuçları olabilir (Naghdi vd., 2021). Bu sonuçlara göre biz büyük bir olasılıkla mm. multifidi kas doku alanı küçülmesi ile lumbal disk hernisi oluşumu arasında etiyolojik bir ilişki olabileceğini düşünmekteyiz.

Goubert ve arkadaşları'nın yaptığı 15 kontrollü çalışmayı incelediği sistematik derlemede; spesifik olmayan kronik bel ağrısı, tekrarlayan bel ağrısı ve akut bel ağrısı durumunda lumbal kaslardaki makro ve/veya mikroskobik yapısal değişiklikler incelenmiştir (Goubert vd., 2016). Çalışma sonuçları incelendiğinde; spesifik olmayan kronik bel ağrısında mm. multifidi'nin atrofi olduğuna dair kanıtların orta düzeyde olduğu bildirilirken, diğer paraspinal kaslarda ve m. erector spinae'de atrofinin çok belirgin olmadığı bildirilmiştir. Kas alanlarının alt lumbal omur bölümlerinde daha çok etkilendiği tespit edilmiştir. Tekrarlayan bel ağrısı ve akut bel ağrısı durumunda ise atrofi görülmemiştir. Tekrarlayan bel ağrısı durumunda yağ infiltrasyonu meydana gelmezken kronik bel ağrısında sonuçların tutarsız olduğu bildirilmiştir. Kronik bel ağrısında yağ doku alanı artışı beklenebileceği, bu durumun da ağrının kendisinden çok hastanın yaşına ve bel kaslarının kullanılmamasına bağlı olabileceği derlemenin incelediği çalışmaların sonucundan çıkarılmaktadır. Biz de çalışmamızda bu derlemenin önerdiği şekilde bel fıtığının en çok görüldüğü lumbal alt bölgelerde ölçümlemizi yaptık ve mm. multifidi'de , m. erector spinae'de ve m. quadratus lumborum'da kesitsel alan küçülmesi saptarken, m. psoas major'da kas alanı küçülmesi tespit etmedik. Yağ doku alanı sonuçlarımız tüm paraspinal kaslar için aynı şekilde çıkmamıştır, bu derlemede de belirtildiği gibi çalışma dizayn şekilleri, hasta seçimleri, kontrol gruplarında çalışmalardaki farklılıklar bu heterojen sonuçlara neden olmaktadır diye düşünmekteyiz.

Yazıcı ve arkadaşları 2022 yılında, 107 lumbal disk hernisi olan hastada paraspinal kaslarda kesitsel kas alanı ve yağ infiltrasyon alanı ölçümü araştırması yapmışlardır (Yazıcı ve Yerlikaya, 2022). Hastaları radikülopatisi olan ve

radikülopatisi olmayan şekilde iki grupta inceledikleri çalışmalarında m. erector spinae ve mm. multifidi'nin enine kesit alanları ve yağ infiltrasyonları değerlendirilmiştir. İki grup arasında kas ölçümlerinde asimetri var mı araştırmışlardır. Ancak yapılan daha önceki bir çok çalışma gibi sağlıklı kontrol grubu ölçümü ile kontrol grubu oluşturulmamıştır. Her iki grup arasında m. erector spinae ve mm. multifidi kas alanında anlamlı asimetri olmadığı bildirilmiştir. Yağ infiltrasyonunun ise sağ-sol mm. multifidi ve sol m. erector spinae için asimetrik olarak belirgin fazla olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada asimetri ölçümüne radikülopati olan tarafın etkisi araştırılmamıştır. Sonuç olarak yağ infiltrasyonunun sinir kökü kompresyonu olduğunda daha fazla olduğunu bildirmişler ve daha önceki çalışmalardan farklı olarak bunun m. erector spinae'de daha belirgin olduğuna işaret etmişlerdir. Bu çalışmada sağlıklı kontrol grubu olmadığı için bizim çalışmamızdaki sonuçlarla çelişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Ancak bizim çalışmamızda da m. erector spinae'de bel fıtığı olan hastalarda bulduğumuz yağ doku alanı artışının mm. multifidi'ye göre belirgin olması bu çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Aynı çalışmada yağ doku alanındaki artışın yaş, beden kitle indeksi ve ağrı süresiyle ilişkili olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda sadece yağ doku alanı ile yaş arasında orta düzeyde bir ilişki saptanırken, beden kitle indeksi, ya da bel ağrısı süresi, bel ağrısı düzeyi ile bir ilişki olmadığı gösterilmiştir. Yağ doku artışını etkileyen faktörlerle ilgili gelecekte daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu şekilde bel ağrısı olan hastaların takibinde dikkat edilmesi gereken durumlar göz ardı edilmeyecektir.

Lumbal diskektomi, konservatif tedaviye dirençli semptomatik lumbal disk hernisi için altın standart tedavidir. Ameliyatla tedavi edilen hastaların çoğu olumlu sonuçlansa da önemli bir kısmı beklentilerin altında kalmaktadır (Dewing vd , 2008; Mannion vd., 2018). Carvalho ve arkadaşlarının lumbal disk hernisi ve radiküler ağrısı olan ve lumbal diskektomi operasyonu yapılan 112 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada paraspinal kaslardaki yağ infiltrasyonunun operasyon sonuçları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Operasyondan önce ve operasyondan 1 yıl sonra m. erector spinae, mm. multifidi ve m. psoas kesitsel kas alanları ve yağ infiltrasyonu manyetik rezonans görüntüleme kullanarak ölçümler yapmışlardır. Aynı zamanda hastaların ağrı ve disabilite skorlarını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda sadece m. erector spinae'nin artan yağ infiltrasyonunun, lumbal diskektomi sonrası olumsuz klinik

sonuçlarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Carvalho vd., 2022). Bu çalışmanın sonucu genel değerlendirme kriteri olarak kullanılan mm. multifidi'nin aksine m. erector spinae'nın da son derece önemli olduğunu düşündürmektedir.

M. iliopsoas, mm. multifidi ile birlikte omurgaya stabilite sağlamak için hareket etmektedir ve patolojik değişikliklere duyarlıdır. Biyomekanik modellerle yapılan son çalışmalarda, m. psoas spinal katılığı artıran kompresif kuvvetler oluşturma potansiyeli sayesinde, omurga stabilitesini sağlamakta etkili olabileceği ileri sürülmektedir. Spinal patolojilerin m. psoas boyutu üzerindeki etkisini bildiren çalışmaların sonuçları değişkendir (Barker vd., 2004).

Choi ve arkadaşlarının yaptığı retrospektif bir çalışmada, bel fıtığı için opere olmuş ama disk hernisi tekrarlamış ve tekrarlamamış hastalarda ölçüm yapılmıştır (Choi vd., 2022). Tekrarlayan disk hernisi olan bireylerde m. psoas kalınlığının, tekrarlamayan disk hernisi olan bireylerden daha fazla olduğu görülmüştür. Daha büyük m. psoas kütesinin nüks için risk oluşturabileceği bildirilmiştir. Ancak tekrarlayan disk hernisi için birçok başka risk faktörü olduğu bilinmektedir (Edgar, 2007). Bizim çalışmamızda m. psoas major kas alanı ile kronik bel ağrısı ya da lumbal disk hernisi varlığı için anlamlı bir ilişki saptanmadı. M. psoas major'un anatomik olarak bulunduğu yer itibarıyla kas aktivitesi değerlendirmesi için elverişli bir konumda olmaması nedeniyle, kas aktivitesi ve kas alanı, lumbal disk hernisi boyutu ile olan ilişkisi açısından daha fazla araştırılması gereken bir kas olduğunu düşünmekteyiz.

Barker ve arkadaşlarının tek taraflı bel ağrılı hastalarda m. psoas enine kesit yüzey alanını manyetik rezonans görüntüleme ile değerlendirdikleri çalışmada hastaların semptomatik ve asemptomatik tarafları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda m. psoas enine kesit yüzey alanı genişliğinin semptomatik tarafta, asemptomatik tarafa göre hem klinik olarak belirtilen spinal seviyede hem de klinik olarak belirtilen spinal seviyenin alt ve üst seviyelerinde daha küçük olduğu bulunmuştur (Barker vd., 2004). Bizim çalışmamızda m. psoas majör ölçümünde üç grup arasında kesitsel alan olarak fark tespit edilmemiştir.

Danneels ve arkadaşları'nın ameliyat edilmemiş kronik bel ağrısı hastaları ile sağlıklı kontrollerin kas ve yağ enine kesit yüzey alanlarını bilgisayarlı tomografi ile ölçtükleri bir çalışmalarında izole m. psoas enine kesit yüzey alanları incelenmiştir. M. psoas yağ ve kas enine kesit yüzey alanı bakımından gruplar arasında fark görülmemiştir (Danneels vd., 2000). Bizim çalışmamızda da kas kesit alanları ve yağ doku alanı açısından kronik bel ağrısı olan ve bel ağrısı olmayan sağlıklı gönüllüler arasında m. psoas major'da anlamlı fark bulunmamıştır.

Zhao ve arkadaşları'nın lumbal disk hernisi olan hastaları değerlendirdiği çalışmanın sonuçları incelendiğinde; bel ağrısı grubu ile bel ağrısı olmayan kontrol grubunun m. psoas enine kesit alanı ve yağ infiltrasyonu derecesi bakımından benzer olduğu görülmüştür (Zhao vd., 2022). Çalışmalarda m. psoas kalınlıkları arasında çelişkili sonuçları olmasında birçok karıştırıcı faktörün rol oynadığını düşünmekteyiz. Bizim çalışma sonuçlarımız göz önüne alındığında m. psoas major kalınlığında gruplar arasında fark görülmemesinin literatürdeki diğer çalışmalarla paralel sonuçlar göstermesinin şaşırtıcı olmadığını düşünmekteyiz.

Akut ve kronik bel ağrısı olan hastaların lumbal omurga manyetik rezonans görüntülemeleri ile paraspinal kas kesit alanı ve kompozisyondaki değişiklikleri araştırmayı amaçlayan Wan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada bilateral m. quadratus lumborum'un enine kesit alanları, ortalama sinyal yoğunlukları ve yağ infiltrasyonlarının benzer olduğu gözlenmiştir (Wan vd., 2015). Bizim çalışmamızda bel fıtığı olan ve bel ağrısı olan hastalarda m. quadratus lumborum enine kesit alanında azalma saptanırken, yağ-kas doku oranının da arttığı tespit edilmiştir. M. quadratus lumborum kas alanı ve yağ doku alanı ölçümü konuları incelendiği çok fazla çalışma bulunmamaktadır.

Sions ve arkadaşları'nın kronik bel ağrısı olan ve olmayan ileri yaş 102 hasta ve gönüllüde yaptığı kontrollü çalışmada mm. multifidi, m. erector spinae, m. psoas ve m. quadratus lumborum'un manyetik rezonans görüntüleme ile enine kesit alanları ve yağ infiltrasyon ölçümleri incelenmiştir. M. psoas ve m. quadratus lumborum'un gruplar arasında benzer olduğu gözlenmiştir. Ancak bel ağrısı olan hastalar, bel ağrısı olmayan kontrol grubu katılımcıları ile karşılaştırıldığında daha büyük bir ortalama mm. multifidi yağ infiltrasyonuna ve daha küçük ortalama m. erector spinae enine kesit

alanına sahip olduğu bulunmuştur. Bu bulgular, m. psoas ile bel ağrısı arasında etkileşim olmadığını ortaya koymuştur (Sions vd., 2017). Bu sonuçlar bizim çalışmamızı da destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmanın ileri yaş hastalarda yapıldığı ve çalışmanın hasta dahil edilme kriterlerine bakıldığında diğer omurga patolojileri açısından, bel fıtığı, spinal stenoz gibi durumların ileri yaşta olma olasılığının hiç göz önünde bulundurulmadığı ve değerlendirilmediği görülmektedir.

Wan ve arkadaşları'nın tek taraflı akut ve kronik bel ağrılı 178 hastada paraspinal kas enine kesit alanı ve yağ infiltrasyonundaki değişiklikleri araştırdığı bir çalışmada m. psoas ve m. erector spinae'nin enine kesit alanları akut bel ağrısı grubunda ağrı olan tarafta anlamlı olarak azalırken, kronik bel ağrısı grubunda ağrısız tarafa kıyasla ağrılı tarafta mm. multifidi ve m. erector spinae'de enine kesit alanlarında anlamlı azalma bulunmuştur. Kronik bel ağrısı grubundaki ağrılı taraftaki m. erector spinae'nin ortalama sinyal yoğunluğu ve yağ doku içeriğinin, akut bel ağrısı grubundaki ağrılı taraftaki kaslardan önemli ölçüde daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca mm. multifidi enine kesit alanındaki küçülmenin, yağ infiltrasyonundan önce ortaya çıkabildiği ve kronik tek taraflı bel ağrısı olan hastalarda semptomatik tarafta birçok seviyede azaldığı gösterilmiştir (Wan vd., 2015). Ancak bu çalışmada hastaların seçiminde bel fıtığı olması ya da olmaması durumu göz önüne alınmamış, dışlama ya da çalışmaya dahil edilme kriterleri arasına konulmamıştır. Bunun yanında sağlıklı kontrol grubunda aynı karşılaştırmalar yapılmamıştır. Bizim çalışmamızın kronik lumbal disk hernisine bağlı bel ağrısı olan hastalardaki sonuçlarımızı destekler şekilde, m. erector spinae'nin kronik bel ağrısında enine kesit alanının azaldığı ve yağ infiltrasyon oranının yükseldiği gözlenmiştir. Yine bizim çalışmamızda bulduğumuz mm. multifidi enine kesitsel kas alanının kronik lumbal disk hernisinde azaldığı ve yağ doku artış oranının anlamlı olmadığı sonucumuzu destekler şekilde kronik bel ağrısında sadece mm. multifidi enine kesitsel kas alanlarının anlamlı ölçüde küçüldüğünü bildirmişlerdir.

Ranger ve arkadaşları tarafından yapılan bir derleme çalışmasında; mm. multifidi enine kesitsel alanının bel ağrısı ile negatif ilişkili ve prediktif olduğuna dair kanıtlar bulunurken; m. erector spinae, m. psoas ve m. quadratus lumborum enine kesit alanları ve bel ağrısı arasında bir ilişki olduğuna dair kanıtların çelişkili olduğu

bildirilmiştir. Yağ infiltrasyonu ile ilgili sonuçlar incelendiğinde de mm. multifidi kası yağ infiltrasyonu ile bel ağrısı arasında ilişki olduğuna dair çelişkili kanıtlar olduğu, diğer paraspinal kaslar için ise bir ilişki olduğuna dair kanıt olmadığı belirtilmiştir. Bu sistematik derlemenin bulguları, mm. multifidi'nin gelecekte bel ağrısını tahmin etmedeki rolünü vurgulamaktadır (Ranger vd., 2017). Kendi çalışmamızda yaptığımız korelasyon analizleri sonucunda enine kesitsel paraspinal kas alanları ile bel ağrısı düzeyi, bel fıtığı boyutu, bel ağrısı süresi gibi parametrelerin herhangi bir ilişkisi olmadığı bulunmuştur. Bu bulgular bu derlemedeki sonuçları destekler niteliktedir.

Literatür taramasında daha önce paraspinal kas kesitsel alan ölçümü ve yağ doku alan ölçümüyle kas aktivitelerinin birbiriyle ilişkisine bakılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızda mm. multifidi ve m. transversus abdominis kas aktivitelerini yüzeysel elektromiyografi cihazı yardımı ile ölçerek kas alanları ile ilişkisi değerlendirildi. Bel fıtığı büyüklüğü ile ilişkisine de bakıldı. Kas alanı ölçümleri ile kas kitlesinin miktarı anlaşılmaya çalışılırken, kas aktivitesi ölçümleri ve bununla ilişkili olarak hastalara gerekli olan egzersiz programlarının planlanması son derece önemlidir. Bizim çalışmamızda üç grup arasında kas aktiviteleri açısından anlamlı fark bulunmadı. Kas aktivitesi ölçümü ile enine kesitsel paraspinal kas alanı ölçümü arasında herhangi bir ilişki olmadığı tespit edildi. Bunun yanında m. erector spinae ve m. psoas majör yağ doku alanı-kas doku alanı oranlarına bakıldığında yağ doku alan oranı kas doku oranına göre arttıkça bu iki kasta orta düzeyde kas aktivitesinde azalmayla ilişkisi olduğu tespit edildi.

Literatür taraması sonucunda lumbal disk hernisinin kesitsel alanının ölçülüp, bunun paraspinal kas enine kesit alanlarıyla, yağ dokusu alan oranlarıyla ilişkisi daha önce herhangi bir çalışmada araştırılmamıştır. Bizim çalışmamızda lumbal disk hernisi kesit alanı ile kas alanları, yağ doku genişliği oranları, kas aktiviteleri arasında herhangi bir anlamlı ilişki saptanmadı. Lumbal disk hernisinin boyutunun kas aktivitesi düzeyinden etkilenmesi beklenecek bir sonuçken, bu şekilde olmasının kas aktivitesi ölçümünü sadece bel kaslarından mm. multifidi ve m. transversus abdominis kası üzerinde yapmış olmamızdan kaynaklandığını düşünüyoruz. Bu konuda gelecekte daha fazla ve ayrıntılı ölçüm metodları kullanılarak çalışma yapılabilir.

#### 4.1. Çalışma Limitasyonları, Güçlü Yönleri ve Öneriler

Çalışmamızın önemli bir limitasyonu kesitsel kas alanı ölçümlerinin hastaların ve gönüllülerin bedensel yapılarından ve cinsiyetlerinden etkilenebilecek olmasıdır. Bu durumu aşabilmek için oluşturduğumuz gruplar arasında beden kitle indeksi ortalama değerleri ölçümleri açısından fark olmamasını hasta seçimimizle sağladık. Bunun yanında yağ doku alan ölçümleri ile birlikte yağ doku alanlarının, kas alanlarına oranını alarak ortalama bir değer çıkarttık.

Çalışmamızda kronik bel ağrısı olan ve lumbal disk hernisi olan hastaları, kronik bel ağrısı olup bel fıtığı olmayan hastaları ve sağlıklı gönüllüleri olarak üç ayrı grup oluşturduk. Bu çalışmada lumbal disk hernisi olup bel ağrısı olmayan dördüncü bir grup oluşturmamış olmamızın da başka bir limitasyon olduğunu düşünmekteyiz. Bu şekilde yaptığımızda kronik bel ağrısının etkisini daha iyi değerlendirebilirdik.

Çalışmamızın en güçlü yönü sağlıklı gönüllülerden oluşan bir kontrol grubunun olması. Birçok çalışmada bel ağrısı olan hastalar kendi içinde sağ ve sol taraf bel kasları karşılaştırılarak değerlendirilmiş, ya da akut ve kronik bel ağrısı olan hastalar değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda hiç bel ağrısı yaşamamış sağlıklı gönüllüler olmasının önemli avantajımız olduğunu düşünüyoruz.

Bu çalışmanın başka bir güçlü yönü de enine kesitsel kas alanları ve yağ infiltrasyon ölçümleri ile birlikte kas aktivitesi bakılmasıdır. Bildiğimiz kadarıyla kronik bel ağrısında daha önce kas aktivitesi ve kas alanı ölçümünün bir arada bakıldığı ve birbirleri üzerindeki olası etkisinin değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Mm. multifidi enine kesitsel alanı; lumbal disk hernisi olan ve bel ağrısı olan gruplar ile lumbal disk hernisi olmayan ve bel ağrısı olan hastalar ve sağlıklı gönüllülere göre azalmış olarak bulundu. Mm. multifidi yağ doku alanına bakıldığında her üç grup arasında anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi. Lumbal disk hernisi olan hastaların tedavi planı yapılırken mm. multifidi aktivitesinin artırılacağı terapi yöntemlerinin seçilmesi öncelikli olarak düşünülebilir. Kas gücünün artırılması sağlanacak tedaviler ile alınacak sonuçları değerlendiren klinik çalışmalar gelecekte yapılabilir.

M. erector spinae enine kesitsel alanı ölçümleri lumbal disk hernisi olan hastalarda sağlıklı gönüllülere ve sadece bel ağrısı olan hastalara göre küçülmüş olarak bulundu. M. erector spinae yağ doku oranı lumbal disk hernisi olan hastalarda diğer iki gruba göre artmış olarak bulundu. Mm. multifidi ile birlikte m. erector spinae aktivitelerinin artırılması lumbal disk hernisi hastalarında gözden kaçmamalıdır.

M. quadratus lumborum enine kesitsel kas doku alanı lumbal disk hernisi olan grupta azalmış olarak bulunurken, lumbal disk hernisi olan hastalarda sadece sağlıklı gönüllülere göre yağ doku alanı artmış olarak bulundu.

M. erector spinae ve m. psoas yağ dokusunun kas dokusuna oranı arttıkça, kas aktivite düzeylerinde azalma olduğu tespit edildi. Farklı kas aktivite değerlendirme yöntemleri kullanılarak, stabilizatör kasların alan ölçümleriyle ve yağ doku alan oranlarıyla karşılaştırılarak daha geniş çalışmalar yapılabilir. Ayrıca mm. multifidi, m. erector spinae ve m. psoas majordaki yağ doku oranlarının yaş ile ilişkili olarak arttığı tespit edildi.

Bu sonuçların ışığında lumbal disk hernisi olan ya da kronik bel ağrısı olan hastalarda uzun süreli, egzersiz yoğun tedaviler uygulanarak, hastaların stabilizatör kaslarındaki enine kesitsel kas alan ölçümlerindeki ve yağ doku oranlarındaki değişimin değerlendirildiği çalışmalar yapılması gerektiğini düşünmekteyiz. Yağ dokusu artışı olan kaslarda geri dönüşüm olup olmadığının saptanabileceği çalışmalar gelecekteki tedavi protokollerine yön verecektir

## KAYNAKLAR

- Aktas, I. 2014. Relationship Between Lumbar Disc Herniation and Benign Joint Hypermobility Syndrome.
- Almeer, G., Azzopardi, C., Kho, J., Gupta, H., James, S. L. ve Botchu, R. 2020. Anatomy and pathology of facet joint. *Journal of Orthopaedics*, 22, 109-117.
- Aoki, Y., Nakajima, A., Ohtori, S., Takahashi, H., Watanabe, F., Sonobe, M., . . . Toyone, T. 2014. Increase of nerve growth factor levels in the human herniated intervertebral disc: can annular rupture trigger discogenic back pain? *Arthritis research & therapy*, 16(4), 1-8.
- Apfel, C. C., Cakmakkaya, O. S., Martin, W., Richmond, C., Macario, A., George, E., . . . Pergolizzi, J. V. 2010. Restoration of disk height through non-surgical spinal decompression is associated with decreased discogenic low back pain: a retrospective cohort study. *BMC musculoskeletal disorders*, 11(1), 1-6.
- Arıncı, K. ve Elhan, A. 2006. *Anatomi. (Vol. 1). Güneş Kitabevi*, 856.
- Barker, K. L., Shamley, D. R. ve Jackson, D. 2004. Changes in the cross-sectional area of multifidus and psoas in patients with unilateral back pain: the relationship to pain and disability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29(22), E515-519.
- Benzakour, T., Igoumenou, V., Mavrogenis, A. F. ve Benzakour, A. 2019. Current concepts for lumbar disc herniation. *Int Orthop*, 43(4), 841-851.
- Bogduk, N. ve Twomey, L. 1997. *Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum* New York: Churchill Livingstone. *Journal of Anatomy*, 134, 383-297.
- Bogduk, N., Tynan, W. ve Wilson, A. S. 1981. The nerve supply to the human lumbar intervertebral discs. *J Anat*, 132(Pt 1), 39-56.
- Boos, N. ve Aebi, M. 2008. *Spinal disorders: fundamentals of diagnosis and treatment. (Vol. 1165). Springer*.

- Burgeson, R. E. ve Nimni, M. E. 1992. Collagen types. Molecular structure and tissue distribution. *Clin Orthop Relat Res*(282), 250-272.
- Carvalho, V., Santos, J., Santos Silva, P., Vaz, R. ve Pereira, P. 2022. Relationship between fatty infiltration of paraspinal muscles and clinical outcome after lumbar discectomy. *Brain Spine*, 2, 101697.
- Choi, T. Y., Chang, M. Y., Lee, S. H., Cho, J. G. ve Lee, S. 2022. Psoas muscle measurement as a predictor of recurrent lumbar disc herniation: A retrospective blind study. *Medicine (Baltimore)*, 101(26), e29778.
- Da Silva, U., Villagra, H., Oliva, L. ve Marconi, N. 2016. EMG activity of upper limb on spinal cord injury individuals during whole-body vibration. *Physiology International (Acta Physiologica Hungarica)*, 103(3), 361-367.
- Danneels, L. A., Vanderstraeten, G. G., Cambier, D. C., Witvrouw, E. E. ve De Cuyper, H. J. 2000. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. *Eur Spine J*, 9(4), 266-272.
- Dewing, C. B., Provencher, M. T., Riffenburgh, R. H., Kerr, S. ve Manos, R. E. 2008. The outcomes of lumbar microdiscectomy in a young, active population: correlation by herniation type and level. *Spine*, 33(1), 33-38.
- Dolan, P., Adams, M. A. ve Hutton, W. C. 1988. Commonly adopted postures and their effect on the lumbar spine. *Spine (Phila Pa 1976)*, 13(2), 197-201.
- Edgar, M. A. 2007. The nerve supply of the lumbar intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Br*, 89(9), 1135-1139.
- Farfan, H., Cossette, J., Robertson, G., Wells, R. ve Kraus, H. t. 1970. The effects of torsion on the lumbar intervertebral joints: the role of torsion in the production of disc degeneration. *JBJS*, 52(3), 468-497.
- França, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S. ve Marques, A. P. 2010. Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics (Sao Paulo)*, 65(10), 1013-1017.

- Furunes, H., Hellum, C., Brox, J. I., Rossvoll, I., Espeland, A., Berg, L., . . . Storheim, K. 2018. Lumbar total disc replacement: predictors for long-term outcome. *European Spine Journal*, 27(3), 709-718.
- Gilchrist, R. V., Slipman, C. W., Isaac, Z., Lenrow, D. A. ve Chou, L. H. 2002. Vascular supply to the lumbar spine: an intimate look at the lumbosacral nerve roots. *Pain physician*, 5(3), 288-293.
- Goubert, D., Oosterwijk, J. V., Meeus, M. ve Danneels, L. 2016. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. *Pain Physician*, 19(7), E985-e1000.
- Gunzburg, R. ve Szpalski, M. 2002. *Lumbar Disk Herniation*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Haughton, V. M., Schmidt, T. A., Keele, K., An, H. S. ve Lim, T.-H. 2000. Flexibility of lumbar spinal motion segments correlated to type of tears in the annulus fibrosus. *Journal of Neurosurgery: Spine*, 92(1), 81-86.
- He, K., Head, J., Mouchtouris, N., Hines, K., Shea, P., Schmidt, R., . . . Sharan, A. 2020. The Implications of Paraspinal Muscle Atrophy in Low Back Pain, Thoracolumbar Pathology, and Clinical Outcomes After Spine Surgery: A Review of the Literature. *Global Spine J*, 10(5), 657-666.
- Hides, J., Gilmore, C., Stanton, W. ve Bohlscheid, E. 2008. Multifidus size and symmetry among chronic LBP and healthy asymptomatic subjects. *Man Ther*, 13(1), 43-49.
- Hirsch, L., Huang, Y., Luo, S., Saccarelli, C. R., Gullo, R. L., Naranjo, I. D., . . . Leithner, D. 2020. Deep learning achieves radiologist-level performance of tumor segmentation in breast MRI. *arXiv preprint arXiv:2009.09827*.
- Ilyas, H. ve Savage, J. 2018. Lumbar Disk Herniation and SPORT: A Review of the Literature. *Clin Spine Surg*, 31(9), 366-372.
- Jaumard, N. V., Welch, W. C. ve Winkelstein, B. A. 2011. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal, injury and degenerative conditions.

- Jiménez-Almonte, J. H., Hautala, G. S., Abbenhaus, E. J., Grabau, J. D., Nzegwu, I. N., Mehdi, S. K., . . . Cassidy, R. C. 2020. Spine patients demystified: what are the predictive factors of poor surgical outcome in patients after elective cervical and lumbar spine surgery? *The Spine Journal*, 20(10), 1529-1534.
- Kauppila, L. I. 1995. Ingrowth of blood vessels in disc degeneration. Angiographic and histological studies of cadaveric spines. *J Bone Joint Surg Am*, 77(1), 26-31.
- Kayalioglu, G. 2009. Chapter 4 - The Spinal Nerves. In: *The Spinal Cord*. Watson, C., Paxinos, G. ve Kayalioglu, G. (eds), Academic Press, 37-56, San Diego.
- Kepler, C. K., Ponnappan, R. K., Tannoury, C. A., Risbud, M. V. ve Anderson, D. G. 2013. The molecular basis of intervertebral disc degeneration. *The Spine Journal*, 13(3), 318-330.
- Kerttula, L. I., Serlo, W. S., Tervonen, O. A., Pääkkö, E. L. ve Vanharanta, H. V. 2000. Post-traumatic findings of the spine after earlier vertebral fracture in young patients: clinical and MRI study. *Spine*, 25(9), 1104-1108.
- Kılıç, Ç., Özoğul, B. Ö., Sarıkaya, N. Ö., Uçurum, S. G. ve Memiş, A. 2021. Clinical and functional effects of traction for lumbar disk hernia patients. *Acta Medica Nicomedia*, 4(1), 4-10.
- Klimek, L., Bergmann, K. C., Biedermann, T., Bousquet, J., Hellings, P., Jung, K., . . . Pfaar, O. 2017. Visual analogue scales (VAS): Measuring instruments for the documentation of symptoms and therapy monitoring in cases of allergic rhinitis in everyday health care: Position Paper of the German Society of Allergology (AeDA) and the German Society of Allergy and Clinical Immunology (DGAKI), ENT Section, in collaboration with the working group on Clinical Immunology, Allergology and Environmental Medicine of the German Society of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery (DGHNOKHC). *Allergo J Int*, 26(1), 16-24.
- Liu, Y., Liu, Y., Hai, Y., Liu, T., Guan, L. ve Chen, X. 2019. Fat Infiltration in the Multifidus Muscle as a Predictor of Prognosis After Decompression and Fusion in Patients with Single-Segment Degenerative Lumbar Spinal Stenosis: An Ambispective Cohort Study Based on Propensity Score Matching. *World Neurosurg*, 128, e989-e1001.

- Lundon, K. ve Bolton, K. 2001. Structure and function of the lumbar intervertebral disk in health, aging, and pathologic conditions. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 31(6), 291-306.
- Macnab, I. ve Dall, D. 1971. The blood supply of the lumbar spine and its application to the technique of intertransverse lumbar fusion. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 53(4), 628-638.
- Mannion, A. F., Impellizzeri, F. M., Leunig, M., Jerszensky, D., Becker, H. J., Haschtmann, D., . . . Fekete, T. F. 2018. EUROSPINE 2017 FULL PAPER AWARD: Time to remove our rose-tinted spectacles: a candid appraisal of the relative success of surgery in over 4500 patients with degenerative disorders of the lumbar spine, hip or knee. *Eur Spine J*, 27(4), 778-788.
- Marini, G., Huber, G., Püschel, K. ve Ferguson, S. J. 2015. Nonlinear dynamics of the human lumbar intervertebral disc. *Journal of biomechanics*, 48(3), 479-488.
- Melrose, J., Shu, C., Young, C., Ho, R., Smith, M. M., Young, A. A., . . . Podadera, J. 2012. Mechanical destabilization induced by controlled annular incision of the intervertebral disc dysregulates metalloproteinase expression and induces disc degeneration. *Spine*, 37(1), 18-25.
- Mimura, M., Panjabi, M., Oxland, T., Crisco, J. J., Yamamoto, I. ve Vasavada, A. 1994. Disc degeneration affects the multidirectional flexibility of the lumbar spine. *Spine*, 19(12), 1371-1380.
- Nachemson, A. 1966. The load on lumbar disks in different positions of the body. *Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007)*, 45, 107-122.
- Naghdi, N., Mohseni-Bandpei, M. A., Taghipour, M. ve Rahmani, N. 2021. Lumbar Multifidus Muscle Morphology Changes in Patient with Different Degrees of Lumbar Disc Herniation: An Ultrasonographic Study. *Medicina (Kaunas)*, 57(7).
- Nerlich, A. G., Schaaf, R., Walchli, B. ve Boos, N. 2007. Temporo-spatial distribution of blood vessels in human lumbar intervertebral discs. *Eur Spine J*, 16(4), 547-555.

- Netter, F. H. 2005. Atlas of Human Anatomy. (Cumhur, M., Trans. Netter, F. H. (ed)). Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Noonan, A. M. ve Brown, S. H. M. 2021. Paraspinal muscle pathophysiology associated with low back pain and spine degenerative disorders. *JOR Spine*, 4(3), e1171.
- Obayemi, J. E., Card, E. B., Shirima, O., Massawe, H., Mandari, F., Pallangyo, A., . . . Sheth, N. P. 2020. Psychosocial health of patients receiving orthopaedic treatment in northern Tanzania: A cross-sectional study. *Ann Med Surg (Lond)*, 50, 49-55.
- Ogon, I., Takebayashi, T., Takashima, H., Morita, T., Yoshimoto, M., Terashima, Y. ve Yamashita, T. 2019. Quantitative Analysis Concerning Atrophy and Fat Infiltration of the Multifidus Muscle with Magnetic Resonance Spectroscopy in Chronic Low Back Pain. *Spine Surg Relat Res*, 3(2), 163-170.
- Osti, O., Vernon-Roberts, B., Moore, R. ve Fraser, R. 1992. Annular tears and disc degeneration in the lumbar spine. A post-mortem study of 135 discs. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 74(5), 678-682.
- Palastanga, N., Field, D. ve Soames, R. 2006. Anatomy and human movement: structure and function. (Vol. 20056). Elsevier Health Sciences.
- Ranger, T. A., Cicuttini, F. M., Jensen, T. S., Peiris, W. L., Hussain, S. M., Fairley, J. ve Urquhart, D. M. 2017. Are the size and composition of the paraspinal muscles associated with low back pain? A systematic review. *Spine J*, 17(11), 1729-1748.
- Robertson, D., Willardson, R., Parajuli, D., Cannon, A. ve Bowden, A. E. 2013. The lumbar supraspinous ligament demonstrates increased material stiffness and strength on its ventral aspect. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 17, 34-43.
- Rohlmann, A., Zander, T., Schmidt, H., Wilke, H. J. ve Bergmann, G. 2006. Analysis of the influence of disc degeneration on the mechanical behaviour of a lumbar motion segment using the finite element method. *J Biomech*, 39(13), 2484-2490.

- Scapinelli, R., Stecco, C., Pozzuoli, A., Porzionato, A., Macchi, V. ve De Caro, R. 2006. The lumbar interspinous ligaments in humans: anatomical study and review of the literature. *Cells Tissues Organs*, 183(1), 1-11.
- Seo, J.-Y., Roh, Y.-H., Kim, Y.-H. ve Ha, K.-Y. 2016. Three-dimensional analysis of volumetric changes in herniated discs of the lumbar spine: does spontaneous resorption of herniated discs always occur? *European Spine Journal*, 25(5), 1393-1402.
- Shi, L., Yan, B., Jiao, Y., Chen, Z., Zheng, Y., Lin, Y. ve Cao, P. 2022. Correlation between the fatty infiltration of paraspinal muscles and disc degeneration and the underlying mechanism. *BMC Musculoskelet Disord*, 23(1), 509.
- Sim, I. W. ve Webb, T. 2004. Anatomy and anaesthesia of the lumbar somatic plexus. *Anaesth Intensive Care*, 32(2), 178-187.
- Sinaki, M. ve Mokri, B. 1996. Low back pain and disorders of the lumbar spine. Physical medicine and rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders, 813850.
- Sions, J. M., Elliott, J. M., Pohlig, R. T. ve Hicks, G. E. 2017. Trunk Muscle Characteristics of the Multifidi, Erector Spinae, Psoas, and Quadratus Lumborum in Older Adults With and Without Chronic Low Back Pain. *J Orthop Sports Phys Ther*, 47(3), 173-179.
- Standring, S. (2016). *Gray's Anatomy* (41st ed.). In: Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.
- Standring, S., Ellis, H., Healy, J., Johnson, D., William, A. ve Collins, P. 2005. Back and Macroscopic Anatomy of Spinal Cord. *Gray's Anatomy*. 39th ed. Spain: Elsevier Livingstone Churchill, 725-798.
- Storheim, K., Berg, L., Hellum, C., Gjertsen, Ø., Neckelmann, G., Espeland, A. ve Keller, A. 2017. Fat in the lumbar multifidus muscles - predictive value and change following disc prosthesis surgery and multidisciplinary rehabilitation in patients with chronic low back pain and degenerative disc: 2-year follow-up of a randomized trial. *BMC Musculoskelet Disord*, 18(1), 145.

- Sualp, E. 2020. Lomber dejeneratif disk hastalığı bulunan hastalarda, spinal morfoloji ve paraspinal kas kitlesinin fonksiyonel durum ve kinezyofobi ile ilişkisi.
- Urban, J. P., Smith, S. ve Fairbank, J. C. 2004. Nutrition of the intervertebral disc. *Spine (Phila Pa 1976)*, 29(23), 2700-2709.
- Urrutia, J., Besa, P., Lobos, D., Andia, M., Arrieta, C. ve Uribe, S. 2018. Is a single-level measurement of paraspinal muscle fat infiltration and cross-sectional area representative of the entire lumbar spine? *Skeletal Radiol*, 47(7), 939-945.
- Wan, Q., Lin, C., Li, X., Zeng, W. ve Ma, C. 2015. MRI assessment of paraspinal muscles in patients with acute and chronic unilateral low back pain. *Br J Radiol*, 88(1053), 20140546.
- Wilson, C. A., Roffey, D. M., Chow, D., Alkherayf, F. ve Wai, E. K. 2016. A systematic review of preoperative predictors for postoperative clinical outcomes following lumbar discectomy. *The Spine Journal*, 16(11), 1413-1422.
- Yazici, A. ve Yerlikaya, T. 2022. The relationship between the degeneration and asymmetry of the lumbar multifidus and erector spinae muscles in patients with lumbar disc herniation with and without root compression. *J Orthop Surg Res*, 17(1), 541.
- Yilmaz, Ö., Eroglu, P. K., Yurdakul, F. G., Çimen, Y. G., Eser, F., Alhan, A. ve Bodur, H. 2015. Comparing physical therapy accompanying exercise with only exercise treatments in patients with chronic mechanical low back pain. *Turk Osteoporoz Dergisi*, 21(2).
- Zhang, J.-F., Liu, C., Yu, H.-J., Cai, H.-X. ve Fan, S.-W. İnterspinöz ligamentte dejeneratif değişimler. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 48(6), 661-666.
- Zhao, X., Liang, H., Hua, Z., Li, W., Li, J., Wang, L. ve Shen, Y. 2022. The morphological characteristics of paraspinal muscles in young patients with unilateral neurological symptoms of lumbar disc herniation. *BMC Musculoskelet Disord*, 23(1), 994.
- Zhong, W., Driscoll, S. J., Wu, M., Wang, S., Liu, Z., Cha, T. D., . . . Li, G. 2014. In vivo morphological features of human lumbar discs. *Medicine*, 93(28).

## EKLER

### Ek1. Etik Kurul Onay Kararı

| KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU |                                                                                        |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI                       |                                                                                        | Bel Etüğüne bağlı kronik bel ağrısı olan hastalarda bel fıtığının ve klinik bulguların spinal stabilizasyon kasları ile olan ilişkisi |                                            |                                       |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU            |                                                                                        |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
| ETİK KURUL BİLGİLERİ                        | ETİK KURULUN ADI                                                                       | Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu                                                                     |                                            |                                       |
|                                             | AÇIK ADRESİ:                                                                           | Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Binası 06100 Sıhhiye/ANKARA                                                               |                                            |                                       |
|                                             | TELEFON                                                                                |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | FAKS                                                                                   |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | E-POSTA                                                                                |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
| BAŞVURU BİLGİLERİ                           | KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI                                      | Prof.Dr.Aysun UZ                                                                                                                      |                                            |                                       |
|                                             | KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI                                      | Anatomi                                                                                                                               |                                            |                                       |
|                                             | KOORDİNATÖR SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ                                    | Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı                                                                               |                                            |                                       |
|                                             | VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI                                                  |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | DESTEKLEYİCİ                                                                           |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için) |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLÇİSİ                                                       |                                                                                                                                       |                                            |                                       |
|                                             | ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ                                                              | FAZ 1                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | FAZ 2                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | FAZ 3                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | FAZ 4                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | Gözlemsel ilaç çalışması                                                                                                              | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | Tıbbi cihaz klinik araştırması                                                                                                        | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları                                                        | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
|                                             |                                                                                        | İlaç dışı klinik araştırma                                                                                                            | <input type="checkbox"/>                   |                                       |
| Diğer ise belirtiniz:                       |                                                                                        | Analitik Çalışma                                                                                                                      |                                            |                                       |
| ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER               | TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>                                         | ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>                                                                                                 | ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/> | ULUSLARARASI <input type="checkbox"/> |

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı: **Prof.Dr.Mehmet MELLİ**  
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasını yer almadığı her sayfaya imza atmaktadır.

# KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

|                                  |                                                                                                                                        |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI            | Bel fıtığına bağlı kronik bel ağrısı olan hastalarda bel fıtığının ve klinik bulguların spinal stabilizasyon kasları ile olan ilişkisi |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU |                                                                                                                                        |

| DEĞERLENDİRİLEN BELGELER       | Belge Adı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Tarihi                   | Versiyon Numarası | Dili                                                                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                | ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                   | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |                   | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | OLGU RAPOR FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |                   | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
|                                | ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                   | Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/> |
| DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER | Belge Adı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                          |                   | Açıklama                                                                                          |
|                                | SIGORTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | ARAŞTIRMA BÜTÇESİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | ILAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | YILLIK BİLDİRİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | SONUÇ RAPORU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
|                                | GUVENLİLİK BİLDİRİMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> |                   |                                                                                                   |
| KARAR BELGELERİ                | Karar No:12-708-17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Tarih: 24 Temmuz 2017    |                   |                                                                                                   |
|                                | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir. |                          |                   |                                                                                                   |

| KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU |                                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI      | İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu |
| BASKANIN UNVANI/ADI/ SOY ADI:   | Prof.Dr.Mehmet MELLİ                                                                                   |

| Unvanı/Adı/Soyadı          | Uzmanlık Alanı                | Kurumu                                    | Cinsiyet                                                         | Araştırma ile İlişki                                             | Katılım                                 |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Prof.Dr.Mehmet MELLİ       | Farmakoloji                   | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Irfan SOYKAN       | Gastroenteroloji              | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Serdar ÖZTÜRK      | Tabii Biyokimya               | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Seher DEMİRER      | Genel Cerrahi                 | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Şule ŞENGÜL        | Nefroloji                     | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.İnci İLHAN         | Ruh Sağlığı ve Hastalıkları   | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Serap SIVRI        | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları | H.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Zarife ŞENOCAK     | Halk Sağlığı                  | A.Ü. Halk Sağlığı Fakültesi               | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Prof.Dr.Banu ÇAKIR         | Halk Sağlığı                  | H.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Doç.Dr.Derya ÖZTUNA        | Biyoistatistik                | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Doç.Dr.Selami Koçak TOPRAK | Hematoloji                    | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Yrd.Doç.Dr.Nuket KUTLAY    | Tabii Genetik                 | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Yrd.Doç.Dr.Ah.Dogan DURSUN | Fizyoloji                     | A.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| Yrd.Doç.Dr.Onder B. GÜL    | Tıp Tarihi ve Etik            | H.Ü. Tıp Fakültesi                        | E <input checked="" type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |
| İffet BERKTAŞ              | Matematik Mühendisliği        | Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü | E <input type="checkbox"/> K <input checked="" type="checkbox"/> | E <input type="checkbox"/> H <input checked="" type="checkbox"/> | E <input checked="" type="checkbox"/> H |

\* Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının  
Unvanı/Adı/Soyadı:Prof.Dr.Mehmet MELLİ  
İmza:

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

## Ek 2. Orjinallik Raporu

### BEL FITİĞİNA BAĞLI KRONİK BEL AĞRISI OLAN HASTALARDA BEL FITİĞİNİN VE KLİNİK BULGULARIN SPİNAL STABİLİZASYON KASLARI İLE OLAN İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

#### ORJİNALLİK RAPORU

|                   |                     |            |                  |
|-------------------|---------------------|------------|------------------|
| % <b>6</b>        | % <b>5</b>          | % <b>3</b> | % <b>2</b>       |
| BENZERLİK ENDEKSİ | İNTERNET KAYNAKLARI | YAYINLAR   | ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ |

#### BİRİNCİL KAYNAKLAR

|          |                                                                                                                                                                                                                               |             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>acikbilim.yok.gov.tr</b><br>İnternet Kaynağı                                                                                                                                                                               | % <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>nek.istanbul.edu.tr:4444</b><br>İnternet Kaynağı                                                                                                                                                                           | <% <b>1</b> |
| <b>3</b> | <b>acikerisim.pau.edu.tr:8080</b><br>İnternet Kaynağı                                                                                                                                                                         | <% <b>1</b> |
| <b>4</b> | <b>GÜVEN, Zeynep, MARANGOZOĞLU, İpek and GÜNDÜZ, O. Hakan. "Kronik mekanik bel ağrılı hastalarda lumbopelvik stabilizasyon egzersiz eğitiminin etkinliği", Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Derneği, 2003.</b><br>Yayın | <% <b>1</b> |
| <b>5</b> | <b>www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080</b><br>İnternet Kaynağı                                                                                                                                                               | <% <b>1</b> |
| <b>6</b> | <b>www.utsakcongress.com</b><br>İnternet Kaynağı                                                                                                                                                                              | <% <b>1</b> |
| <b>7</b> | <b>Submitted to Bahcesehir University</b><br>Öğrenci Ödevi                                                                                                                                                                    | <% <b>1</b> |